

Barna erdőtalajok vékonycsiszolatainak vizsgálata

RÓZSAVÖLGYI JÁNOS és STEFANOVITS PÁL

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet, Budapest

A talajok keletkezésének, a bennük lejátszódó folyamatok jellegének felderítésére mind sokoldalúbb vizsgálatokra van szükség. A kémiai és fizikai módszerek mellett nagy jelentősége van az ásványtani vizsgálatoknak is, valamint azoknak az optikai módszereknek, melyek a talajok eredeti szerkezeti állapotának fenntartása mellett vizsgálják az ásványi és a szerves alkotórészek megjelenési formáit. Mivel a talajokból nem lehet közvetlen vékonycsiszolatot készíteni laza, nem eléggé szilárd felépítésük miatt, különböző adalékanyagok segítségével rögzítik az eredeti állapotot és egy beágyazással, valamint szilárdítással teszik lehetővé optikai vizsgálatokra alkalmas csiszolatok készítését.

Ezek a vizsgálatok az utóbbi években mind szélesebb körben válnak használatossá, mert sok olyan esetben adnak döntő bizonyítékot kezünkbe a talajban lejátszódó folyamatokra vonatkozóan, amikor a kémiai és fizikai vizsgálatok még mindig két, vagy több eshetőséget engednek meg. A számszerű vizsgálati adatok értelmezésének szemléltető bizonyosságát szolgáltatják és így mindazt, amire a számadatokból eddig csak következtettünk, ma már láthatjuk is.

A módszer széleskörű bevezetése és alkalmazása K u b i e n a [9, 10, 11] nevéhez fűződik, azonban több mint egy évtizedig nem terjedt el szélesebb körben. A módszer kidolgozója munkásságának első idejében igen messzemenő következtetéseket vont le a kizárólag egyoldalú vizsgálatokkal nyert eredményeiből, sőt talajosztályozását is a mikromorfológiai kép alapjaira építette fel. Ezek a kezdetben túlértékelt, egyoldalú adatok bizalmatlanságot keltettek a szakemberekben, ami a módszer elterjedését fékezte. Mai munkái azonban, amikor a csiszolatok vizsgálatát mikrokémiai módszerekkel egészíti ki és így ellenőrzi megállapításai helyességét, minden kétséget kizáróan meggyőznek arról, hogy egy igen értékes, sokoldalúan használható módszer áll rendelkezésünkre, melynek már ma is sok új fontos megállapítást köszönhetünk.

Ezt a módszert alkalmaztuk néhány barna erdőtalajunk vizsgálatánál abból a célból, hogy egyrészt a kémiai és fizikai vizsgálatokat kiegészítsük, másrészt, hogy választ kapjunk e talajtípusokban feltételezett agyagvándorlás kérdésére.

A vizsgálat tárgyát képező talajok jellemzése

Vizsgálatunk tárgyául öt talajszelvényt választottunk, melyek közül kettő löszön kialakult barna erdőtalaj típushoz, három pedig andezit kőzetén kialakult különböző barna erdőtalaj típushoz tartozik. A szelvények morfológiai

leírásától itt eltekintünk, mert azok korábbi munkánkban már szerepelnek [15, 16, 17], csak annyit jegyzünk meg, hogy a löszön kialakult szelvények közül a H. 13. barnaföld, a H. 21. agyagbemosódásos barna erdőtalaj. Az andezitfé-
léken kialakult talajok közül az M8,6-ot agyagbemosódásos, az M.19-et gyengén
podzolos, végül az M.23-at savanyú, nem podzolos barna erdőtalajnak határoz-
tuk meg. A fizikai és kémiai jellemzők egy részét grafikonokba foglaltuk össze,
és ezeket az 1. ábrán közöljük. A vasmozgás szempontjából különösen jellemző
komplexonoldható alumínium és vasadatok [18] az 1. táblázatban közöl-
jük.

1. táblázat

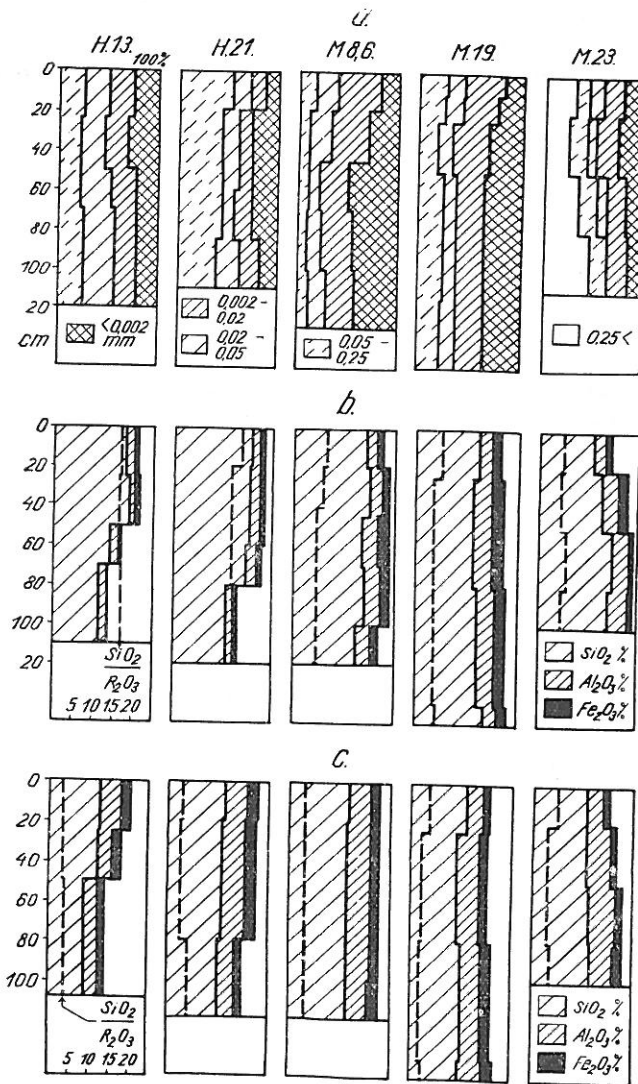
Barna erdőtalaj különböző típusainak komplexonoldható alumínium- és vastartalma

(1) Minta	Al		Al/T	Fe		Fe/T	
	mg/100 g	me/100 g		mg/100 g	me/100 g		
H. 13	0—25	36,4	4,0	0,13	153,5	8,3	0,27
	25—50	37,7	4,2	0,15	134,0	7,2	0,25
	50—70	13,5	1,5	0,15	61,4	3,3	0,32
	70—100	10,8	1,2	0,18	33,5	1,8	0,19
H. 21	0—5	51,18	5,7	0,28	173,1	9,3	0,46
	5—20	51,18	5,7	0,43	150,7	8,1	0,61
	20—60	43,10	4,8	0,22	134,0	7,2	0,33
	60—80	32,33	3,6	0,15	161,9	8,7	0,36
	80—125	21,85	2,4	0,13	—	—	—
M. 8,6	0—20	36,38	4,1	0,18	299,0	16,1	0,71
	20—45	39,1	4,4	0,17	282,1	15,2	0,59
	45—70	37,7	4,2	0,08	402,3	21,6	0,83
	70—100	40,4	4,5	0,10	318,5	17,1	0,37
	100—120	48,5	5,4	0,11	301,8	16,2	0,34
M. 19	0—12	94,3	10,5	0,22	552,8	29,7	0,61
	12—25	102,4	11,4	0,39	413,2	22,2	0,77
	25—50	107,8	12,0	0,41	469,0	25,2	0,85
	50—80	91,6	10,2	0,30	413,2	22,2	0,66
	80—115	64,6	7,2	0,20	301,5	16,2	0,44
	115—140	48,5	5,4	0,15	385,3	20,7	0,78
	140—170	75,4	8,4	0,19	307,1	16,5	0,37
	170—200	75,4	8,4	0,20	262,4	14,1	0,33
M. 23	0—20	219,7	24,5	0,26	516,0	27,9	0,30
	20—50	316,3	35,3	0,78	802,0	43,1	0,95
	50—80	123,9	13,8	0,68	352,0	18,9	0,93
	80—100	140,1	15,6	0,58	335,5	18,0	0,67

A talajminták begyűjtése

Mintát a genetikai talajszintek egységes, jellemző részéből vettünk. Miután orientált, vagyis olyan talajrögöcskére van szükségünk, amelynek a szelvényben elfoglalt eredeti helyzetét ismerjük, a mintavétel a következőképpen történik. Egy 7 cm hosszú, 4 cm széles, 2,5 cm magas bádgeretet

benyomunk a feltárás minden egyes egységes genetikai szintjébe, amelyből csiszolatot kívánunk készíteni. Késsel a keretet körülfaragjuk, majd óvatosan lefeszítjük a keret által eredeti állapotában rögzített talajrészt. A keretre rákarcoljuk az orientációt, s egy erre a célra megfelelő fémdobozba helyezve gumiszalaggal összefogjuk. A laboratóriumban a mintát a kerettel együtt kiemeljük, s szobahőmérsékleten száradni hagyjuk.



I. ábra

A vizsgált talajok fizikai és kémiai adatai. a) Mechanikai összetétel. b) A talaj teljes elemzése. c) Az agyagos rész teljes elemzése

A talaj vékonycsiszolatok elkészítése

Olyan laza konzisztenciájú, porózus vagy képlékeny anyagból, mint a talaj, csak előzetes átítatás és szilárdítás után lehet vékonycsiszolatot készíteni. Itt kell megemlíteni, hogy Arany Sándor 1943-ban már alkalmazott vékonycsiszolatokat talajvizsgálatok céljából. A rendelkezésünkre álló irodalom szerint a német és az osztrák kutatók műgyantát (Vestopal) [1, 4, 12], a japánok kanadabalzsamot [13] használtak fel erre a célra. Olcsósága és hazai könnyű beszerezhetősége miatt az előbbi utat választottuk, s a Műanyagipari Kutató Intézet Polikon E. S. jelzésű gyantáját alkalmaztuk. Ez egy hidegen, szobahőmérsékleten keményedő poliésztergyanta, amely megfelelő mennyiségű katalizátorral és aktiválóval alaposan összekeverve polimerizáció következtében 2—3 órán belül kocsonyásodni kezd, majd 20—24 óra múlva szilárd halmazállapotba megy át. A célszerű keverési arány: 10 súlyrész gyantához 0,1 s. r. katalizátor és 0,5 ml aktiváló. A gyanta aranysárga, viszkozitása (25 C°) 200—220 cp., keménysége 1100—1200 kg/cm² (Brinell). Előnye tehát az, hogy kétféle vegyszerrel összekeverve, a legcsekélyebb melegítés nélkül megkeményedik. Ennek nagy jelentősége van a hőhatásra érzékeny szervesanyagok és humuszformák megóvása és a víztartalmú, gél-állapotú anyagok dehidratációjának elkerülése szempontjából. Hátránya viszont, hogy tovább hígítani már nem lehet, mert eredeti állapotában optimális mennyiségű oldószert tartalmaz, szilárd állapotban pedig 6—8 hónap eltelte után, az öregedés folyamán kezd átkristályosodni, s kettőstörési jelenségeket mutat.

A beágyazást a következőképpen végezzük el. Az ismert orientációjú talajmintából kiemelünk egy mogyorónyi, vagy diónyi nagyságú darabkát, amelyet egy vékonyfalú alumínium kupakba fogunk be oly módon, hogy a rögöcske a szelvényben elfoglalt függőleges helyzetéhez hasonló módon álljon. Ezután annyi katalizátorral és aktiválóval összekevert gyantát öntünk hozzá, hogy elfedje, majd vízlégszivattyúval ritkított légtérű exsiccatorba helyezük, hogy az átítatás minél tökéletesebb legyen. A szivtatást addig végezzük, amíg buborékok többé nem jelentkeznek. Ez nem mindig sikerül, mert a kocsonyásodás néha előbb következik be, mint a buborékolás megszűnése. Az ilyen minták csiszolása rendkívül nehézkes.

Egy nap eltelte után az alumínium kupakot letépjük, s a megkeményedett gyantába ágyazott kis talajrögöcskéből fémfűrészszel egy 5—6 mm vastag lemezkét vágunk ki. A lemezke egyik oldalát ismét megcseppentjük, hogy a közvetlenül csiszolásra kerülő rész átítatását és szilárdságát tovább növeljük. A megkeményedést gyorsíthatjuk, ha a megcseppentett lemezkét infravörös-lámpa alatt óvatosan szárítjuk. Ezután kerül sor a csiszolásra, amely 5—6 mm vastag, kb. 45 × 45 cm méretű üveglapokon, vízzel híg folyós péppé összekevert, fokozatosan finomodó szemcsenagyságú (100, 500 és 800-as jelzésű) szilíciumkarbid-porral történik. Duzzadó és zsugorodó agyagos mintáknál nedvesítő folyadéként víz helyett petróleumot használunk. A lemezkét kézzel az üveglapra szorítjuk, s nyugodt, nem túl gyors mozgással körbe-körbe forgatjuk, ügyelve arra, hogy egyenletesen nyomjuk rá, különben a csiszolat nem lesz egyforma vastag. Ezt a műveletet addig folytatjuk, míg elvben egy tökéletesen sima, karcmentes, tükröző felületet nem kapunk. Ezzel a felülettel felragasztjuk egy tárgylemezre, vigyázva arra, hogy levegőbuborék az üveglemez és a minta között ne maradjon, majd a csiszolást tovább folytatjuk, míg a kőzet vékonycsiszolatoknál szokásos 40—50 mikron vastagságot el nem

érjük. Ekkor a kvarczenesék polarizációs mikroszkópban, keresztezett nikolok között I. rendű sárgásszürke interferenciaszínnel jelentkeznek. Az elkészült csiszolatot fedőlemezrel leragasztjuk, a felesleges gyantát zsilettel levakarjuk, és acetonnal letisztítjuk. A tárgylemezre ragasztott papírszalagra rávezetjük a minta pontos lelőhelyét, mélységét, s ha szüksége, szaz orientációját is bejelöljük.

A vékonycsiszolatok vizsgálati módszere és célja

Az elkészült vékonycsiszolatokat lineárisan poláros, áteső fényben vizsgáljuk, ásvány-közzettani meghatározásoknál használatos mikroszkóp segítségével. A készülék felépítését, a kristályoptika elméletét és gyakorlatát nagy terjedelme és meglehetősen bonyolultsága miatt még vázlatosan sem célunk ismertetni, ellenben utalunk az idevágó, magyar nyelvű szakirodalomra [8, 19]. A szöveg későbbi, jobb megértése végett itt csak a következőket kívánjuk megjegyezni. A polarizált fényt két víztiszta kalcitromboéder, ún. nikol alkalmazásával állítjuk elő, amelyek közül az egyik a sugármenet útjából kiiktatható. Ha ezt a nikolt kikapcsoljuk, párhuzamos, ha bekapcsoljuk, keresztezett nikolokról beszélünk. Keresztezett nikolok között a tárgyasztal 360° -os körbeforgatásakor az amorf és szabályos rendszerben kristályosodó ásványok végig sötétek maradnak, míg az összes többi, rendezett belső felépítéssel, azaz meghatározott kristályráccsal bíró anyag 4 ízben elsötétedik, kiolt, 4 alkalommal pedig felvilágosodik, az illető ásványra jellemző interferenciaszínnel. Ezt a jelenséget végsősorban arra vezethetjük vissza, hogy az ásványoknak ez a csoportja a rajtuk áthaladó fénysugarat két részre bontja, vagyis kettőtörő. Kivételt képeznek az agyagásványok, amelyeknek kolloid mérete kisebb, mint a közönséges fénymikroszkópok feloldóképessége, tehát minőségi meghatározásuk ezúton nem lehetséges, továbbá az ércásványok, amelyek opakok, s így áteső fényben nem vizsgálhatók.

A vékonycsiszolatok főcélja, hogy a kémiai elemzés adatait vizuálisan alátámassza, a talajfejlődés dinamizmusának felderítését és megértését elősegítse, s ezzel a genetikus talajosztályozás egyik fontos segédeszköze legyen.

Az optikai vizsgálatról várható eredményeket az alábbi pontokban foglalhatjuk össze:

1. A különböző humuszformák elkülönítése, amelyek szoros összefüggésben vannak a talajképződés faciesviszonyaival, és állapotjelzői a biológiai és mikrobiológiai aktivitásnak. K u b i e n a [9] 17-féle ilyen humuszformát írt le. Ilyen pl. a „mull”, amelyben a szervesanyag erőteljesen humifikálódott. Felismerhető növényi maradványok teljesen hiányzanak belőle. Az agyagképződés intenzív, s a finom eloszlású humusszal ún. agyaghumus-komplexekké kapcsolódik. Szivacszerű szövetét földi giliszták bélesatornájában átgyúrt és összeragasztott aggregátumok alkotják. Másik gyakori humuszforma a „moder”, amelyet felaprózódott, de még jól felismerhető növényi maradványok, elszigetelt ásványszemesék, s kis talajlakó állatok, pl. rovarok stb. koproilitjai jellemeznek.

2. Felvilágosítást nyújt a kilúgozási és felhalmozódási szint közötti anyagforgalom módjáról, és pedig:

a) Elsősorban az agyagos rész viselkedéséről. Ez lehet kipelyhesedett, a szövetben teljesen fixálódott, mozdulatlan anyag, amely a Raman-féle barna

erdőtalajokra jellemző; vagy részben peptizálódott, a szeszélyesen lefutó repedések szegélyén, többé-kevésbé szilikes megjelenésű, sárgás színű, R_2O_3 -ban gazdag, kettőtörést mutató, mozgékony kocsonya, amely hártványként egyes üregeket és ásványszemcséket is beburkol [2, 3, 4, 5, 7, 13, 14]. Ha a szöveti képen ez dominál, Kubiena [9] „Braunlehm Gefüge”-nek nevezi. Megjelenésével elsősorban az erdőtalajok és podzolok egyes típusainál számolhatunk. Ugyancsak Kubiena írta le a „Rotlehm Gefüge”-t és az „Iwatoka”-jelenséget, amely vasban igen gazdag, vörös színű, hematit kristályokat tartalmazó, kocsonyás szilikes dús szövet. Trópusi vidékeken és fosszilis talajoknál fordul elő.

b) A vasfelhalmozódás különböző formáiról: szeretlen eredetű limonit-konkréciók, biológiai vasakkumulációk és humusz-vaskonkréciók jellegéről, amelyek a barna erdőtalajoknál, podzoloknál, szikes, réti és glejes talajoknál játszhatnak nagyobb szerepet.

c) Az oldatba került kóvasav kicsapódásáról és másodlagos kristályosodásáról, amellyel elsősorban podzoloknál és más podzolos erdőtalajoknál számolhatunk.

d) A kalcit, a gipsz, esetleg más sóásványok epigén képződéséről, ami értékes támpontokat nyújthat a szikes talajok sóforgalmának módjáról.

e) In statu nascendi a málláskor agyagosodni kezdő kőzetalkotó ásványokról. Jelentősége elsősorban ott van, ahol az anyakőzet magmás eredetű, vagy olyan üledékes kőzet, amelyben még nagyon sok az exogén viszonyok között instabilissá vált színes szilikát és földpát.

3. Megfigyelhető végül a talaj mikroszerkezete. Az agyag és homokfrakció egymáshoz való mennyiségi viszonya, a repedések, üregek, pórusok, konkréciók, aggregátumok stb. mennyisége, nagysága és szöveten belüli eloszlása.

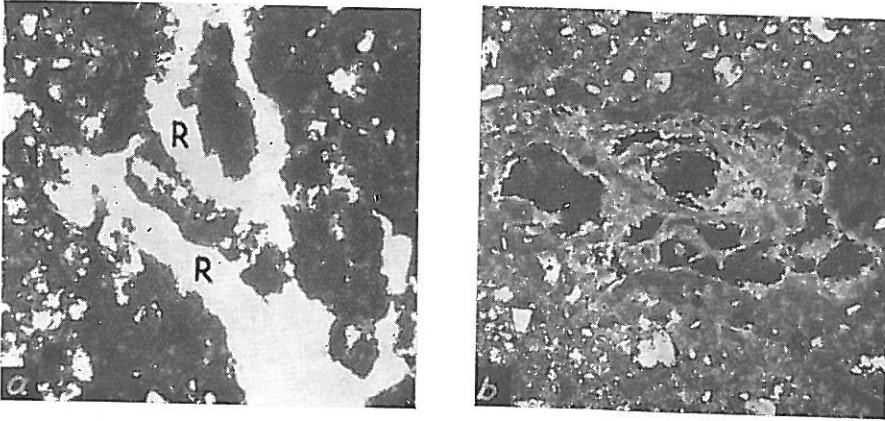
A vizsgálatot kis, 40—50-szeres nagyítással célszerű kezdeni, hogy az egész csiszolatról átnézetes és átfogó képet kapjunk. A mikroszerkezet is így értékelhető legjobban. Ezzel kapcsolatban meg kell jegyeznünk, hogy az egymástól esetleg eltérő vastagságú vékonycsiszolatok értékelésénél óvatosan kell eljárni. Az 50 mikronnál nem vékonyabb csiszolat erősen kérdésessé teszi a primér ásványok pontos minőségi meghatározását, a különböző vastagságú csiszolatok összehasonlító értékelésénél pedig nehéz a szöveti és mikroszerkezeti kép helyes megítélése. Kis nagyítással célszerű továbbá kiválasztani azokat a részleteket, amelyeket az egészre nézve jellemzőnek tartunk. Ezt vizsgáljuk azután nagyobb, 100 ×, 240 ×, 450 ×-es nagyítással, mikroszkópunk teljesítőképességétől függően.

A csiszolatok jellemző részeiről, a szövegben tett megállapítások alátámasztására mikrofényképfelvételeket készítünk. A mikroszkópi képnek a valósághoz minél hűbb visszaadása nem könnyű feladat, s megfelelő felszerelést igényel. Kiválóan használható e célra a Leitz-féle, Panphot univerzal kamramikroszkóp és a Reichert-féle „MeF” kamramikroszkóp. Ezeknél 6 × 9, vagy 9 × 12 cm-es, Forte panchrofort lemezeket használunk. Megfelelő csatlakozó közgyűrű és toldat segítségével a közönséges polarizációs mikroszkópra felszerelhető kisfilmes kamrákkal is fényképezhetünk, amelyeknek előnye, hogy olcsóbbá és gyorsabbá teszik a felvételek elkészítését. Részletes és alapos ismertetés található e tárgykörrel az idevonatkozó magyar szakirodalomban [6, 19].

A csiszolatok mikromorfológiai képének ismertetése

Az előzőekben ismertetett eljárással számos vékonycsiszolatot készítettünk, amelyekből néhány hazai erdőtalaj genetikus szintjein végzett vizsgálatunkat ismertetjük. Vizsgálatainkat elsősorban a 2. pontban felsorolt szempontokból végeztük.

Hűvösvölgy 13. Barnaföld, 8—18 cm. Az alapanyag barna, humuszban gazdag, egyenletesen kipelyhesedett agyag, amely primér ásványokban viszonylag szegény, s ezek is igen finomra felaprozódtak. Növénymaradványokban barnásvörös, biológiai vasakkumuláció észlelhető. Kis, opak limonitkonkré-



2. ábra

a) Hűvösvölgy 13. (35—45 cm.) Felhalmozódási szint. A hálózatosan pelyhes agyagban primér ásványszemcsék. A repedések (R) tiszták, slirek nincsenek. || Nikolok. b) Hűvösvölgy 13. (90—100 cm.) A lösz üregeit epigén kalcit kristálykák halmaza borítja. Keresztetett nikolok. 100× nagyítás

ciók szintén megfigyelhetők. Slirszerű elrendeződés nincs, az agyagos rész optikailag inaktív.

35—45 cm. A barnásvörös, hálózatosan pelyhes agyagban slirek nincsenek (2. ábra a.). A repedések mentén és némely ásványszemcse körül kis mértékű agyagfeldúsulás jelentkezik, amely azonban kettőtörést nem mutat. A szövet tömöttebb, a növénymaradványok gyérek, szerves és szervetlen eredetű vasfelhalmozódás megfigyelhető.

90—100 cm. Az alapkőzet lösz. Az agyagfrakció mennyisége lecsökkent, humusztartalma kisebb, ennek következtében színe világosabb árnyalatú, barnássárga. Kettőtörő, vasban gazdag, agyagos plazma teljesen hiányzik, fekete, kis limonitkonkréciók azonban előfordulnak. Primér ásványok: a kvarc, kvarcit, muszkovit, szericit, plagioklász, zöld amfibol és rutil. A két felső szint ásványaihoz képest üdőbbek, szemcsenagyságuk kisebb és egyenletesebb, ami a szállítás közbeni osztályozódás következménye.

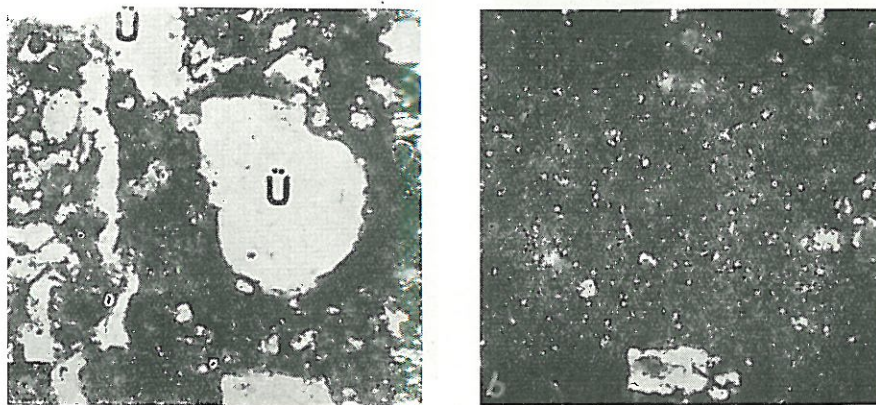
A kalcit kétféle formában fordul elő.

1. A szöveten belül, mint az alapanyag része. Ekkor egészen apró, mikrokristályos megjelenésű. Nagyobb kristályokban csak elvétve jelenik meg.

2. Epigén módon, mikor az üregek és repedések falát tús kalcitkristálykák halmaza borítja (2. ábra b.)

Hüvösvölgy 21. Agyagbemosódásos barna erdőtalaj. 6—16 cm. A sötétbarna humuszban gazdag, finoman pelyhes agyagban gazdag primér ásványi törmelék van: kvarc, kvarcit, muszkovit, ortoklász és plagioklász. Növénymaradványok, továbbá ezzel kapcsolatos sárga-sárgásbarna, majd elhumuszosodott fekete, vasban gazdag felhalmozódások gyakoriak. Egyesek belül üresek és kvarcsemcséket zárnak magukba. Kis limonitkonkréciók szintén előfordulnak. Az agyagos alapanyag optikailag inaktív, a repedések mentén slires elrendeződés nem észlelhető.

35—45 cm. Az alapanyag sárgásbarna, humuszban szegényebb agyag, amelyben a repedések mentén és a pórusok falán sárga színű, gyenge kettős-



3. ábra

Hüvösvölgy 21. (50—60 cm.) a) Felhalmozódási szint. A tömött szövetű, pelyhes agyagban egyes üregek (Ü) és ásványszemcsék anizotróp burkolata látható. || Nikolok. b) Felhalmozódási szint, kereszttezett nikolok alatt. Az üreget bélelő vékony hártya világító szegélyként jelentkezik. 100× nagyítás

törésű, vékony, slirszerű sávok figyelhetők meg. A slirek gyakran unduláló kioltást mutatnak. Az ásványtársaság ugyanaz, mint az A szintben.

50—60 cm. A szövet tömöttebb, az agyagos rész mennyisége megnőtt, kolloid eloszlású szervesanyagától barnára színezett, s teljesen kipelyhesedett. A slirszerű elrendeződés hiányzik, csak egyes ásványszemcsék és üregek rendelkeznek anizotróp burkolattal (3. ábra a. és b.).

90—100 cm. Az alapkőzet lösz. Szöveti képe megegyezik a H. 13. szelvénynél ismertetett löszével.

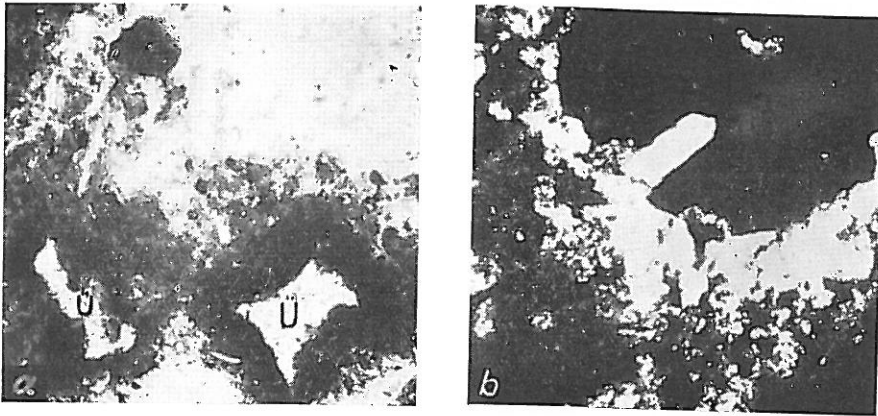
Mátraháza 8,6. Agyagbemosódásos barna erdőtalaj. 15—25 cm. A humusztól barna színű, pelyhes, agyagos alapanyagban a következő ásványok vannak: plagioklász, augit, kvarc és muszkovit. A repedések falát helyenként igen apró szintelen ásványszemcsék bélelik. Növényi maradványok, amelyek sokszor indukálnak biológiai vasfelhalmozódást, gyakoriak. Szervetlen eredetű, kis, opak limonitkonkréciók szintén előfordulnak. A szerves eredetű humuszvas akkumuláció, vagy konkréció kezdetben sárgásvörös, majd az öregedés folyamán vörösbarna, végül fekete és opak lesz, azonban a szerventől rendszerint megkülönböztethető azáltal, hogy:

1. Átlag nagyobb méretű, 2. az alapanyagtól nem határolódik el éles körvonalakkal, 3. kezdeti stádiumban sokszor rostos vagy héjas szerkezetű, 4. néha bepergett kvarcsemcséket zár magába.

Ezzel szemben a szeretlen eredetű:

1. kisebb méretű, 2. az alapanyagtól éles kontúrokkal határolódik el, 3. rostos, héjas szerkezetet sohasem mutat és zárványokat nem tartalmaz.

50—60 cm. Az agyagos alapanyag a humusztartalom csökkenése következtében élénkebb, barnásvörös színű. A repedések és üregek szélén erőteljes agyagfelhalmozódás jelentkezik (4. ábra a), amelynek gyantasárga, vékony szegélye keresztezett nikolok között anizotróp módon viselkedik. Egyes



4. ábra

a) Mátraháza 8,6. (50—60 cm.) Felhalmozódási szint. Az üregek (Ü) körül erőteljes agyagfelhalmozódás. || Nikolok. b) Mátraháza 23. (30—100 cm.) Anyakőzet. Hidroandezit üregében epigén, kis fennőtt kvarckristály. Keresztezett nikolok. 100× nagyítás

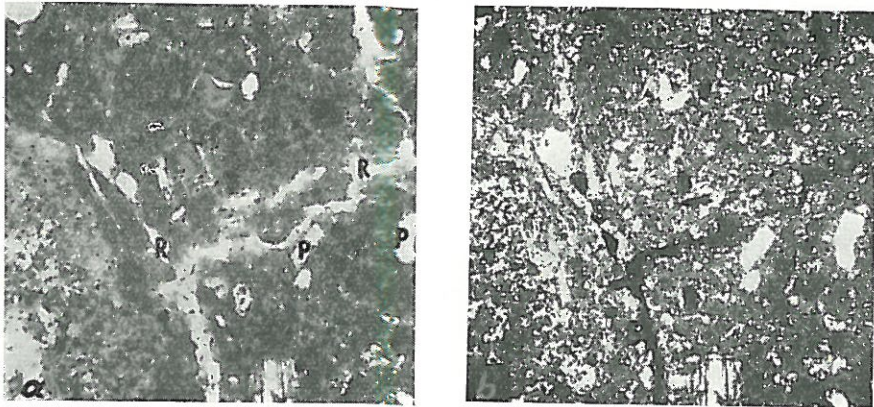
ásványsemcsék hasonló burkolattal rendelkeznek. Maga a barnásvörös, agyagos alapanyag szintén gyenge kettőstörést mutat. A primér ásványos elegyrészek megegyeznek az A horizontéval, szemcsenagyságuk azonban finomabb. A vasfelhalmozódásnak előbb említett két formája megvan, de sokkal alárendeltebb mértékben. Az anyakőzet sötét, üde piroxénandezittörmelék.

Mátraháza 19. Gyengén podzolos barna erdőtalaj, 5—15 cm. Az alapszövet barna, humuszos, pelyhes agyag. Primér ásvány: az augit, hipersztén, szericitosedett plagioklász és kvarc. Szerves eredetű humuszvasfelhalmozódás előfordul, szeretlen eredetű vaskonkréciók viszont hiányzanak. Az üregek, repedések tiszták, agyag és vaskolloidok vándorlására utaló jelenségek itt nincsenek.

50—60 cm. Az élénk vörösbarna, hálósan pelyhes agyagos alapanyagban a repedések és üregek mentén határozott slires kifejlődés jelentkezik (5. ábra a.). Ezek a slires elrendeződésű, vasban gazdag, kolloid agyag-agregátumok keresztezett nikolok között gyantasárga interferenciaszínnel világosodnak fel és hullámosan oltanak ki (5. ábra b.). Az elsődleges ásványok ugyanazok, mint az A szintben, a kvarc azonban hiányzik. A mállott augit kristályokban gyakoriak a kis opak, kör alakú vaskiválások. Főleg a szövet tömöttebb részei-

ben humuszvasfelhalmozódások és igen gyéren limonitkonkréciók fordulnak elő.

100—110 cm. Az anyakőzet erősen mállott piroxénandezit. A teljesen elbontott, halmozpolarizációt mutató plagioklászos alpanyagban még ép plagioklászok, augit és hipersztén kristályok úsznak. Az augit Fe^{2+} tartalma miatt zöldes színű. A piroxének jellemző (110) sz. hasadása a bázislapokon néha igen szépen jelentkezik. A mállás jól látható módon elsősorban az ásvány-szemcsék hasadási irányai mentén és külső szegélyén megy végbe, és többé-kevésbé összefüggő, sárga—vörössárga, hullámos kioltású, vasban gazdag, kolloid-agyag aggregátumhálózatot hoz létre. Ez különösen erőteljesen jelent-



5. ábra

Mátraháza 19. (50—60 cm.) a) Felhalmozódási szint. A repedések (R) falát kocsonyás slirek bélelik. P: elmállott plagioklászok. A kép alján a repedéstől jobbra egy augit kristályban kis opak vaskonkréció látható. A felső részén az elmosódott körvonalú, fekete foltok, humuszvasfelhalmozódások. || Nikolok. b) Ugyanaz, mint a, csak keresztetett nikolok alatt. A slirek (S) az alpanyaghoz képest, amely kisebb mértékben szintén felvilágosodik, erőteljes világító szegélyként jelentkeznek. 100× nagyítás

kezik az augit kristályokban és közvetlen környezetükön, ahol kisebb-nagyobb limonitkonkréciók is gyakoriak.

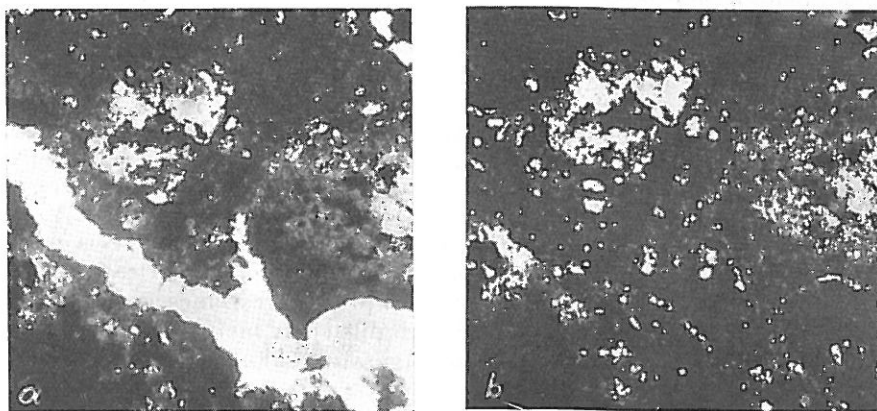
Mátraháza 23. Savanyú, nem podzolos barna erdőtalaj. 2—12 cm. Az alpanyag humusztól barnára színezett, aprószemcsés agyag. Primér ásványi elegyrészként igen sok elbontott, szericitesedett plagioklász és a C szint törmeléke ismerhető fel. A repedések szélén, nyilván a földpátok bomlása során felszabaduló SiO_2 kicsapódása következtében egész apró, alakatlan kis kvarcsemmek figyelhetők meg. Szervesmaradványok (gyökerek rostjai, magvak, spórák) körül, illetve magában a növényi szövetben élénk-vörösszínű, biológiai vasakkumuláció észlelhető. A szervesanyag és vas között fennálló jelentős affinitásra utal az is, hogy egy elhumuszosodott, teljesen fekete, sejtes-lyukacsos növény-maradvány kis üregeit néhol vöröses színű, áttetsző vasas plazma tölti ki.

35—45 cm. A szövet két élesen elkülönülő részből áll:

1. A C-szint törmeléke, amelynek mennyisége az előző talajszinthez képest igen megnő. Ez szürkésfehérszínű, teljesen elbontott plagioklászokból

álló anyag, amelyben nagyon finom szemcsékben, másodlagos kvarckiválás fordul elő (6. ábra a.). Egyesek vöröses árnyalatúak, másokban vékony vöröses erek vagy kisebb foltok jelennek meg. Keresztezett nikolok között halmazpolarizációt mutat.

2. Vörösesbarna, gyengén pelyhes agyag, amelynek színe helyenként a humusztartalom növekedése miatt sötétbarnaig mélyül. A C-szint törmeléke körül feldúsult, agyagos szegélyként jelentkezik. Optikailag inaktív, s csak ahol a humusztartalom jelentősen lecsökkent, mutat nagyon gyenge kettőtörést (6. ábra b.). Színe itt világosabb sárga, ami a frissen kicsapott vashidroxidok jellegzetes színe. A repedések és üregek fala különben tiszta, vas és agyag-



6. ábra

Mátraháza 23. (35–45 cm.) *a*) Felhalmozódási szint. A világos foltok az anyakőzet törmelékdarabjai, a sötét részek pelyhes agyag. || Nikolok. *b*) Ugyanaz mint *a*, csak keresztezett nikolok alatt. A közettörmelék halmazpolarizációt mutat, az agyagos rész szegélyén pedig helyenként vékony világító sáv jelentkezik. 100× nagyítás

kolloidok vándorlására utaló jelenségek nincsenek. Előregedett, szerves eredetű humuszvasfelhalmozódások megfigyelhetők.

80–90 cm. Az anyakőzet hidroandezit. (Olyan andezit, amelyben az agyagos rész mennyisége 5%-nál több.) A szöveti kép megegyezik a B-szint leírásánál ismertetett közettörmelékével, azzal a különbséggel, hogy az epigén kvarcképződés sokkal kifejezettebb, ami üregekben fennőtt kis kvarckristály képződéshez is vezetett (4. ábra b.).

Az adatok értékelése

A kémiai és fizikai talajvizsgálatok, valamint a vékonycsiszolatok ásványtani és mikromorfológiai értékelése alapján a tanulmányozott talajszelvényeket három csoportba oszthatjuk: olyan talajokra, melyek szelvényében az agyagos rész összetétele egységes, az agyagosodás mértéke az egész szelvényben közel azonos, a mikromorfológiai kép pedig pelyhes-hálózatos eloszlást mutat az elsődleges ásványi szilánkokat összekötő anyagban. Ezek a típusos barna erdőtalajok, melyeknek képviselője a bemutatott szelvények között a H. 13. jelzésű. A talajok másik csoportját azok képviselik, melyek

szelvényében jelentős különbség van a kilúgzási és a felhalmozódási szint agyagtartalma között, azonban az agyagos rész minősége az egész szelvényben közel azonos összetételű, vagy csak a feltalajban van kisebb kovasavtöbblet. Ezek szelvényében a kilúgzási szint mikromorfológiai képeben a gyengén pelyhes kötőanyag uralkodó, a repedések falain agyaghártyától mentesült apró kristályszilánkok helyezkednek el, melyek egy része másodlagosan kivált kovasav is lehet. A szervesanyag a vassal átítatva nagy konkréciokat hoz létre. A vas kiválásának másik formája az apró gömbölyű, teljesen átlátszatlan konkrécio félek, mely a vasvegyületek egykori erőteljes mozgékonyására utal. A felhalmozódási szint szerkezete általában pelyhes-hálós, de repedések és üregek mentén keresztezett nikolok alatt vörössárga, barnás vörös slirek jelennek meg, ami az agyagos rész elmozdulásának jele. Ezekhez az agyagbemosódásos és gyengén podzolos barna erdőtalajokhoz tartoznak a löszön kialakult H. 21. és az andeziten képződött M. 8,6 és M. 19. jelzésű szelvények.

A harmadik csoportba tartoznak azok a talajok, melyek szelvényében a fizikai vizsgálatok sok durva részt mutatnak ki, és a kilúgzási és felhalmozódási szint agyagtartalma között nincs jelentős különbség. A kémiai elemzés adatai a szelvényen belül nem mutatnak jellegzetes törvényszerűségeket. A mikromorfológiai kép a sok kőzettörmelék mellett az A-szintben sok szervesanyagot mutat, mely a vassal impregnálva a biológiailag életrhívott vasmozgásnak tanújele. A repedések mentén jelentkező apró kvareshemcsék a földpátok és színes szilikátok gyorsütemű szétesését tanúsítják, mely folyamat gyorsabb, mint a mállástermékek másodlagos agyagásványokká való összeállása (Mátraháza 23).

A vékonyecsiszolatok módszerével igazolást kaptunk arra a feltételezésünkre, miszerint barna erdőtalajaink nagy részében az „agyagbemosódás” folyamata fennáll. Ezt mutatja a felhalmozódási szintekben észlelhető slir jellegű bevonatok nagy mennyisége és jellegzetes kifejlődése.

A hullámos kioltású, vöröses, sárgásbarna, kocsonyás slirek képződését a szivárgó talajoldat által szállított és a repedések, pórusok falán lerakódott, kolloid agyagaggregátumok párhuzamos elrendeződésére vezetik vissza. A kettőstörés nagysága és a rendezettség mértéke között egyenes arányt tételeznek fel [2]. B u o l és H o l e [5] vizsgálatai szerint kétségtelen, hogy ezek a slirek a szövet többi részéhez képest R_2O_3 -ban és 0,002 mm-nél kisebb részekben igen gazdagok. Amennyiben a 0,002 mm-nél kisebb részek alatt itt határozott kristályrácsszerkezettel bíró agyagásványokat kell érteni, a kérdést nem tartjuk megnyugtatóan eldöntöttnek. Az általunk észlelt unduláló kioltással a kalcedonféleknel találkozunk, ami kovasav jelenlétét engedi feltételezni. Az ilyen jellegű kioltás azonban nyilván minden kriptokristályos, beszáradó, gél-állapotú anyagra jellemző. A slirek finomabb szerkezetének és kémiai tulajdonságainak további vizsgálatát ezért feltétlenül szükségesnek tartjuk.

Alátámasztották a mikromorfológiai vizsgálatok a komplexonoldható alumínium- és vas-meghatározások adatait is, mert ott ugyanaz a fokozatosság észlelhető az egyes szelvények között, mint a ecsiszolatok esetében. Ebből az a következtetés vonható le, hogy a világos, vöröses sárgás agyagos rész vas és alumínium tartalma nemcsak hogy könnyebben mozdul el és vándorol a szelvényen belül, hanem hogy a vas és alumínium vegyületek itt lazább kötésben, könnyebben oldható formában vannak jelen.

Összefoglalás

Barna erdőtalajok genetikai szintjein kémiai, fizikai és mikromorfológiai vizsgálatokat végeztünk az agyag és a vas mozgásának eldöntésére. E célból elvégeztük a mechanikai összetétel meghatározását, a talaj és az agyagos rész teljes elemzését, a komplexonoldható vas és alumínium meghatározását, végül optikai vizsgálatok céljára alkalmas vékonycsiszolatokat készítettünk. A fenti vizsgálatokat egybevetve, arra a következtetésre jutottunk, hogy barna erdőtalajainkban az „agyagbemosódás” folyamata kimutatható és a vékonycsiszolatokban látható. Megállapítottuk, hogy az anyagelmozdulást mutató szelvényekben több a könnyen oldható vas és alumínium, mint azokban a talajokban, amelyekben ez a jelenség nem figyelhető meg.

Érkezett: 1960. január 15.

Irodalom

- [1] *Altemüller, H. J.*: Neue Möglichkeiten zur Herstellung von Bodendünnschliffen. Z. PflErnähr. Düng. **72.** 56—62. 1956.
- [2] *Altemüller, H. J.*: Mikroskopische Untersuchung einiger Löß-Bodentypen mit Hilfe von Dünnschliffen. Z. PflErnähr. Düng. **72.** 152—167. 1956.
- [3] *Blume, H. P., Schlichting, E. & Altemüller, H. J.*: Nachweise einer Tonverlagerung in Bodenprofilen. Z. PflErnähr. Düng. **85.** 227—244. 1959.
- [4] *Blümel, F., Janik, V. & Schiller, H.*: Die Mikromorphologie und der Kolloidzustand unterschiedlicher Bodentypen. Festschrift zum 60 jährigen Bestand der Landw. — Chem. Bundesvers. Anst. Linz. 1959. Az intézet saját kiadása.
- [5] *Buol, S. W. & Hole, F. B.*: Some characteristics of clay skins on peds in the B horizon of gray-brown podzolic soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **23.** 239—241. 1959.
- [6] *Faragó, M.*: Mikroszkóp és mikrofotografálás. Műszaki kiadó. Budapest. 1954.
- [7] *Frei, E. & Cline, M. G.*: Profil studies of normal soils of New York: II. Micro-morphological studies of the gray-brown podzolic-brown podzolic soil sequence. Soil Sci. **68.** 333—344. 1949.
- [8] *Koch, S. & Sztrókay, K. I.*: Ásványtan. Tankönyvkiadó, Budapest. 1955.
- [9] *Kubierna, W. L.*: Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Enke. Stuttgart. 1953.
- [10] *Kubierna, W. L.*: Beiträge zur Kenntnis des Bodengefüges kohärenter Bodenmassen. Bodenk. PflErnähr. **2.** 1—23. 1937.
- [11] *Kubierna, W. L.*: Die Dünnschlifftechnik in der Bodenuntersuchung. Forschungsdienst. Sonderheft. 16. Neudann u. Berlin. 1942.
- [12] *Kundler, P.*: Zur Kenntnis der Rasenpodsole und grauen Waldböden Mittelrusslands in Vergleich mit dem Sols lessivés des westlichen Europas. Z. PflErnähr. Düng. **86.** 16—36. 1959.
- [13] *Kurotori, T. & Matsumoto, H.*: Microscopical study of forest soils. Forest soils of Japan. Report (9). 1—11. 1958.
- [14] *Osmond, D. A.*: Micropedology. Soils and Fertilizers. **21.** 1—6. 1958.
- [15] *Stefanovits, P.*: Magyarország talajai. Akad. kiadó. Budapest. 1956.
- [16] *Stefanovits, P.*: Az agyagos rész vizsgálata jellemző talajtípusokban. Agro-kémia és Talajtan. **3.** 37—48. 1959.
- [17] *Stefanovits, P.*: A magyarországi erdőtalajok genetikai talajföldrajzi osztályozása. Agro-kémia és Talajtan. **3.** 163—185. 1959.
- [18] *Stefanovits, P.*: A talajok szabad alumínium- és vastartalmának meghatározása komplexonnal. Agro-kémia és Talajtan. **4.** 265—272. 1955.
- [19] *Vendl, M.*: A kőzetmeghatározás módszertana. Akadémiai kiadó. Budapest. 1959.

ИЗУЧЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ГЛИНИСТЫХ ЧАСТИЦ И ЖЕЛЕЗА В БУРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ ПРИ ПОМОЩИ ТОНКИХ ШЛИФОВ

Я. Рожавёльди и П. Штефанович

Научно-Исследовательский Институт Почвоведения и Агрохимии АН Венгрии, Будапешт

Резюме

Авторы проводили химические, физические и микроморфологические исследования в отдельных генетических горизонтах бурых лесных почв Венгрии для решения вопроса движения глинистых частиц и железа. Из изученных пяти почвенных профилей бурых лесных почв две образовались на лессе, а три на андезите. Разрез с обозначением Н. 13 является бурой лесной почвой, Н. 21 и М. 8,6 иллимиризованной, М. 19 подзолистой и наконец М. 23 кислой неподзолистой бурой лесной почвой. Определение почвенных типов основано на ранее проведенных исследованиях. Морфологическое описание разрезов, а так-же часть химических исследований и изучение глинистых минералов, методика определения подвижного железа и алюминия были описаны в наших предыдущих статьях [16, 17, 18].

При приготовлении тонких шлифов, пригодных для оптических исследований, применяли в качестве фиксатора смолу марки «Polikon E. S.». Шлифы были приготовлены тем же методом, который используется при изучении минералов. Наблюдения проводились при поляризационном свете. При сопоставлении микроморфологических наблюдений с химическими и физическими исследованиями, можно разделить изученные почвы на три группы.

1. Состав глинистых частиц одинаков, степень оглинения примерно одинакова по всему профилю. Глинистые частицы, связывающие первичные минеральные зерна, в поле зрения микроскопа представляют собой хлопьевидную сетку. Сюда относится разрез со знаком Н. 13.

2. Состав глинистых частиц примерно одинаков по всему профилю, иногда в верхних горизонтах почвы наблюдается небольшое повышение кремнекислоты. В тоже время имеется значительная разница между содержанием глины в горизонте вымывания и аккумуляции.

При микроскопическом исследовании горизонта вымывания можно наблюдать, что преобладают мелкохлопьевидные связывающие вещества, по стенкам трещин имеются малые, часто голые, освобожденные от глинистой пленки, минеральные зерна. Часть железа, освобожденного в ходе выветривания, выделилась в виде небольших непрозрачных шарообразных конкреций, другая часть его пропитала органические остатки и создала сначала желто-буро-красные, потом черные конкреции большого размера.

Горизонт аккумуляции обычно имеет хлопковидную сетчатую структуру, но по трещинам и полостям появляются волнообразные, студнеобразные шлиры, которые имеют под скрещенными николями красно-желтобурый оттенок. Самое характерное развитие шлиров наблюдается у разреза М—19, немного слабее у разрезов Н—21 и М—8,6.

3. Нет значительной разницы в содержании глины между горизонтами вымывания и аккумуляции, данные химического анализа не показывают характерных закономерностей. Наличие очень маленьких зерен кварца, выступающих по трещинам в горизонте А, доказывает быстрое разрушение первичных силикатов, этот процесс происходит быстрее, чем образование вторичных минералов из продуктов выветривания.

Микроморфологические исследования доказали наше предположение, что в большей части венгерских бурых лесных почв происходит процесс иллимиризации. Данные определения растворимого в комплексоне железа и алюминия так-же согласуются с данными исследований тонких шлифов.

Табл. 1. Содержание комплексонно-растворимого алюминия и железа в различных типах бурых лесных почв. (1) образец.

Рис. 1. Физические и химические данные изученных почв. а) механический состав, в) валовой анализ почвы, с) валовой анализ глинистой фракции.

Рис. 2. а) Хювёшвельдь 13 (35—45 см). Горизонт аккумуляции. В сетчато-хлопковидной глине имеются частички первичных минералов. Трещины (R) чистые, шлиров нет. Параллельные николи. в.) Хювёшвельдь 13. (90—100 см) Полости лесса покрыты массой эпиген кальцит кристаллов. Скрещенные николи. Стократное увеличение.

Рис. 3. Хювёшвельдь 21. (50—60 см) а) Горизонт аккумуляции. Глинистые частицы уплотненные некоторыми пустотами (U), на поверхности хлопьевидные, видна

анизотронная оболочка минеральных частичек. Параллельные николи. в) Горизонт аккумуляций под скрещенными николями. Пленка, покрывающая полость появляется в виде светлой кромки. Стократное увеличение.

Рис. 4. а) Матрахаза 8,6 (50—60 см). Горизонт аккумуляции. Вокруг полостей (Ü) наблюдается значительное накопление глинистых частичек. Стократное увеличение. Параллельные николи. б) Матрахаза 23 (90—100) материнская порода. В полостях гидроандезита имеются маленькие эпиген-кристаллы кварца, растущие в середину полости.

Рис. 5. Матрахаза 19 (50—60 см). а) Горизонт аккумуляции. Стенки трещины (R) обложены студнеобразными шилреми. Р: выветренные плагиоклазы. На нижней части рисунка правее от трещины видна небольшая непрозрачная конкреция железа, внутри кристалла авгита. На верхней части имеются размытые, круглые черные пятна, являющиеся накоплениями гумуса и железа. Параллельные николи. б) То-же самое, только под скрещенными николями. Шилры (S) выступают в виде сильно осветленной кромки, хотя основной материал здесь то-же осветлен. Стократное увеличение.

Рис. 6. Матрахаза 23 (35—45 см). а) Горизонт аккумуляции. Светлые пятна являются осколками материнской породы, темные пятна — хлопковидная глина. Стократное увеличение. Параллельные николи. б) Тоже самое, только под скрещенными николями. Обломки пород показывают агрегатную поляризацию. На краях глинистых частичек местами появляется тонкая светлая полоса. Стократное увеличение.

Die Bestimmung der Ton- und Eisenbewegung in braunen Waldböden mit Hilfe der Dünnschliffmethode

J. RÓZSAVÖLGYI und P. STEFANOVITS

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest

Zusammenfassung

An den genetischen Horizonten ungarischer brauner Waldböden wurden chemische, physikalische und mikromorphologische Untersuchungen durchgeführt, um die Bewegung des Tones und des Eisens zu bestimmen. Von den geprüften fünf Bodenprofilen waren zwei auf Löss, drei auf Andesit ausgebildete braune Waldbödentypen usw.: H. 13 Braunerde, H. 21 und M. 8,6 Parabraunerde, M. 19 podsolierter und M. 23 saurer, nicht podsolierter brauner Waldboden. Die morphologische Beschreibung der Profile, die teilweisen Ergebnisse der chemischen und mineralogischen Prüfungen, sowie die Methodik der Bestimmung des freien Eisen- und Aluminiumgehaltes wurden in früheren Arbeiten schon erörtert [16, 17, 18].

Als Härtemittel der zur optischen Untersuchung verfertigten Dünnschliffe wurde Polikon E. S.-Harz verwendet. Die Dünnschliffe wurden mit ähnlichem Verfahren, wie es bei Gesteine üblich ist, hergestellt und in polarisiertem Licht untersucht.

Die mikromorphologischen Beobachtungen und auch die chemischen, physikalischen Untersuchungsergebnisse zusammenfassend können die geprüften Bodenprofile in 3 Gruppen gegliedert werden.

1. Zusammensetzung und Höhe des Tonanteiles ist in dem ganzen Profil ungefähr gleich, das mikroskopische Bild zeigt in dem die primären Mineralsplitter verbindenden Ton eine flockig-netzförmige Verteilung. In diese Gruppe gehört das Profil H. 13.

2. Die Zusammensetzung des Tonanteiles ist im ganzen Profil nahezu gleich; eventuell ist in der Oberschicht etwas höherer Kieselsäuregehalt zu verzeichnen. Im Tonanteil besteht dagegen zwischen dem A- und dem B-Horizont erheblicher Unterschied.

Im mikroskopischen Bild des A-Horizontes ist die schwach flockige Bindesubstanz vorherrschend; an den Wänden der Bodenrisse haften häufig kleine, vom Tonüberzug entblöbte Mineralkörnchen. Von dem im Laufe der Verwitterung gelösten Eisen wurde ein geringer Teil in Form kleiner, opaker, kreisförmiger Konkretionen ausgeschieden, während der Rest — organische Rückstände durchtränkend — grössere, anfangs gelb-rotbraune, später schwarze Konkretionen bildete.

Der Illuvialhorizont ist in der Regel flockig-netzförmig, doch erscheinen entlang der Risse und Sprünge unter gekreuzten Nikolen gelbe, braune, sulzartige Schlieren mit welliger Extinktion.

Eine besonders charakteristische Ausbildung von Schlieren war bei Profil M. 19, in geringerem Grade bei Profilen H. 21 und M. 8,6 zu verzeichnen.

3. Im Tongehalt des A- und des B-Horizontes ist kein wesentlicher Unterschied und die Daten der chemischen Analyse zeigen innerhalb eines Profiles keine charakteristischen Gesetzmäßigkeiten. Die im A-Horizont, entlang der Risse erscheinenden sehr kleinen Quarzkörnchen beweisen einen sehr raschen Zerfall der primären Silikate; dieser Prozeß verläuft rascher, als die Verbindung der Verwitterungsprodukte zu sekundären Tonmineralen.

Die mikromorphologischen Untersuchungen haben demnach die Annahme bestätigt, daß bei den meisten ungarischen Waldböden der Prozeß der »Toneinwaschung« tatsächlich verlaufen ist; sie haben außerdem auch die Daten der komplexunlöslichen Eisen- und Aluminium-Bestimmungen bekräftigt, die die gleichen Stufungen zwischen den einzelnen Horizonten und Profile erwiesen hatten, wie sie auch in den Dünnschliffen festzustellen waren.

Tabelle 1. Komplexunlöslicher Aluminium- und Eisengehalt verschiedener brauner Waldbodentypen: 1. Bodenprobe

Abb. 1. Physikalische und chemische Daten der Böden: *a)* mechanische Zusammensetzung, *b)* Elementar-Analyse des Bodens, *c)* Elementar-Analyse des Tonanteiles

Abb. 2. a) Probe H. 13 (35—45 cm). B-Horizont. Im netzförmigflockigen Ton primäre Mineralkörnchen. Risse (R) glatt, keine Schlieren. || Nikole. *b)* Probe H. 13 (90—100 cm). Die Löß-Hohlräume sind von einer Masse von Epigen-Kalzitkristallen bedeckt. Gekreuzte Nikole. 100× Vergrößerung

Abb. 3. Probe H. 21 (50—60 cm). *a)* B-Horizont. Im dichten, flockigen Ton ist die anisotrope Umhüllung einiger Hohlräume (Ü) und Mineralkörnchen sichtbar. || Nikole. *b)* B-Horizont, unter gekreuzten Nikolen. Der die Hohlräume deckende Film erscheint als fluoreszierende Umrandung. Gekreuzte Nikole. 100× Vergrößerung

Abb. 4. a) Probe M. 8,6 (50—60 cm). B-Horizont. An den Hohlräumen (Ü) starke Tonanhäufung. || Nikole. *b)* Probe M. 23 (90—100 cm). Muttergestein. Im Hydroandesit-Hohlraum eingewachsener, kleiner, Epigen-Quarzkristall. 100× Vergrößerung

Abb. 5. Probe M. 19 (50—60 cm). *a)* B-Horizont. Die Risse (R) sind von sulzartigen Schlieren bedeckt. P: verwitterte Plagioklasse. An der Unterseite des Bildes ist rechts vom Riß, in einem Augit-Kristall eine kleine, opaker Eisenkonkretion sichtbar. Oben: die verschwommenen, kreisförmigen schwarzen Flecken sind Humuseisen-Anhäufungen. || Nikole. *b)* Wie *Abb. 5a)*, aber unter gekreuzten Nikolen. Die Schlieren (S) erscheinen im Vergleich zu dem — ebenfalls etwas aufgehellten — Grundmaterial als kräftig fluoreszierende Umrandung. Unter gekreuzten Nikolen. 100× Vergrößerung

Abb. 6. Probe M. 23 (35—45 cm). *a)* B-Horizont. Die hellen Flecken sind Fragmente des Muttergesteins, der dunkle Teil flockiger Ton. || Nikole. *b)* Wie *Abb. 6a)*, aber unter gekreuzten Nikolen. Die Gesteinfragmente zeigen Aggregatpolarisation; am Rande des Tonanteiles erscheint stellenweise ein dünner, fluoreszierender Streifen. Unter gekreuzten Nikolen. 100× Vergrößerung