

Hazai tapasztalatok az elektronmikroszkóp alkalmazásának lehetőségeiről a talajtani vizs-gálatokban

Az elektronmikroszkóp és a hozzákapcsolódó tudományterület viszonylag még nagyon fiatal — századunk szülötte. Az előkészítő kutatás a század elején kezdődött és a harmincas években jelent meg az első használható elektronmikroszkóp.

Hazánkban 1952-ben indult meg az elektronmikroszkópos kutatómunka az MTA Központi Elektronmikroszkóp Laboratóriumában, majd a 60-as évek elejétől már több és a tudományágak szerint specifikálódott munkaterületen folytatódott.

Az általános elektronoptikai és preparatív tudnivalók (speciális nomenklátúra és fogalmak magyarázata stb.) számos kitűnően megírt hazai és külföldi kézikönyvben és közleményben megtalálhatók [1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 20]. Ezekkel nem kívánunk foglalkozni, hanem talajtani vizs-gálatokkal kapcsolatos tapasztalatainkat szeretnénk közreadni. Hangsúlyoznunk kell, hogy az ásványok jellegét a következőkben mindig elektronmikroszkópos szemzögből vizsgáljuk, amikor tehát egy képletet meg-, vagy nem meghatározhatónak tartunk, nem jelenti azt, hogy ez más módszerekre, illetve műszerekre is ugyanúgy vonatkozik. Igaz azonban az, hogy szerkezetvizs-gálatnál szükséges egy problémakörrel több műszer és vizs-gálat adta információ figyelembevétele és összegezése. Van azonban két módszer, melynél az elektronmikroszkópon kívül máshonnan nem várhatunk segítséget, ez a szelektív mikro-diffrakció és a szubmikroszkópos szemese-mérés.

A preparatív előkészítés általános feltételei

Vizs-gálóműszerünk minden esetben TESLA BS 242 A típusú elektronmikroszkóp volt, melynek végnagyítása 35 000 \times -es, felbontóképessége 40 Å, gyorsító-feszültsége 40 kV. Felvételeinket ORWO Diapositiv filmre és lemezre, valamint AGFA Apege FF filmre készítettük.

Ahhoz, hogy értékelhető felvételeket kapjunk, néhány speciális követelménynek kell eleget tenni, ilyenek: megfelelő diszpergáltság, rétegvastagság (átvilágíthatóság), szemcseméret, műtermékképződés megakadályozása és ha szükséges, a kontrasztfokozás.

A talajtani gyakorlatban a kémiai és fizikai elemzésekhez megfelelő szemcse-nagyságú frakciók előállítására a KACSINSZKIJ-módszert, röntgenvizs-gálatokhoz GORBUNOV, illetve JACKSON által javasolt előkészítést, a termikus analízishez is hasonló technikát alkalmaznak. Kezdetben általánosan használt módszerként achát mozsárban 0,01 n MH₄OH-os közegben szélesítettük a vizs-gálandó anyagot. Mechanikailag a mozsárban való dörzsölés a hidegaprítás, az ammóniumos közeg pedig a detergens szerepét töltötte be a preparátum összecsapzódásának megakadályozására. Kiderült, hogy ez a módszer, melyet először tiszta agyagásványok preparálására dolgoztak ki, a talajoknál nem mindig alkalmazható sikeresen. A talajban olyan bonyolult anyagrendszerrel találkozzunk preparatív szempontból is, melynek összetevői ellenálltak ezeknek a diszpergálási kísérleteknek. Gondolunk itt a só- és szervesanyag-tartalomra, az amorf anyagokra, a részecskéknek biológiai és kémiai összementálódására. Az eredmények javítására megkíséreltünk más közeget találni a diszpergáltsági fok növelésére, így például kolloidum-oldatot, mosott kvarcot stb. E próbálkozások sikertelenek maradtak, annál is inkább, mert szükségszerűen felmerült annak az igénye is, hogy olyan preparatív technikát kell kialakítani, mely kielégíti mindhárom vizs-gálómódszer (elektronmikroszkóp, Rtg., DTA-DTG) követelményeit, azaz: jól kiértékelhető és reprodukálható eredményeket ad, gyors, lehetővé teszi egy problémának több oldalról való megközelítését, minél kevesebb szubjektív hibalehetőséget teremt és nem képez műterméket. Ez egyrészről a habitusvizs-gálatához elengedhe-

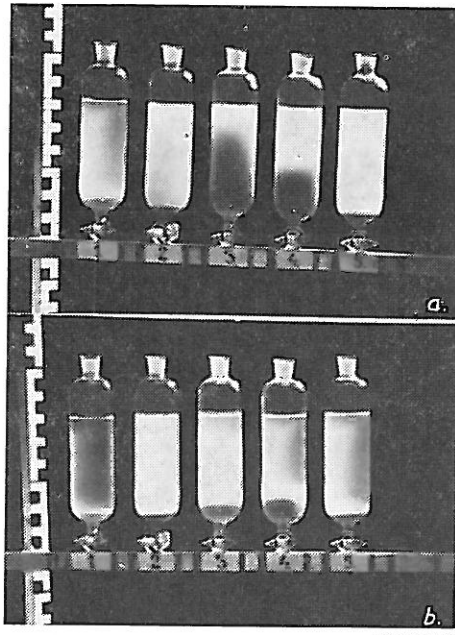
tetlen, másrésről elektronmikroszkópos felvételtechnikai követelmény, mert összefüggés van a kontrasztosság, a rétegvastagság és az alkalmazott gyorsítófeszültség között. Minél nagyobb az alkalmazott gyorsítófeszültség, annál nagyobb az átvilágítható rétegvastagság és kisebb a felbontás. Ez a felismerés hozta létre többek között az utolsó évtizedben az alacsony gyorsítófeszültségű elektronmikroszkópiát. 50 kV-os gyorsítófeszültség használata kb. 0,1 mikron körüli rétegvastagság vizsgálatát engedi meg. Az igen nagy mélységélesség miatt viszont ebben a vastagságban minden struktúra leképeződik. Ez a tény nagy elővigyázatosságra int a képek kiértékelésénél.

Először rázógépes metodikával kísérleteztünk. 0,5 g anyagot mértünk be 50 ml 0,01 n NH_4OH -ba és 24–25 órán keresztül ráztuk, majd közvetlenül rázatás, továbbá az 1, 24, 48 órás ülepítés után vett mintát vizsgáltuk meg. Ezek a kísérletek lényegesen jobb eredményt adtak, mint a dörzsöléses módszeré. Bár elegendő anyagot kaptunk, így azonos módon előkészített preparátumot lehetett vizsgálni valamennyi műszern, de az előkészítés idő-

tartama nagyon hosszú volt. Az idő rövidítése volt a célja a következő kísérletnek. A biológiai előkészítések között ismert a blendorozási technika. 4 g anyagot mértünk be 0,01 n NH_4OH -ba és 1, 2, 3, 4 perces idővel aprításnak vetettük alá. A mintát közvetlenül a forgatás, majd 1, 24, 48 órás ülepítés után vettük. Ez az idő már kielégítően rövid, a diszperzitási fok megfelelően magas volt, műtermék nem képződött. Azonban valamennyi eddigi módszernek alapvető hibája, hogy detergenst kellett alkalmazni, valamint az, hogy anyagspecifikusak és szelektívek voltak talajvizsgálatoknál. A bemutatott montmorillonit sorozat, melyet először 2 perces (1. ábra), majd 4 perces (2. ábra) kezelésnek vetettünk alá, mutatja a módszer nem kielégítő voltát. A sorozat tagjai:

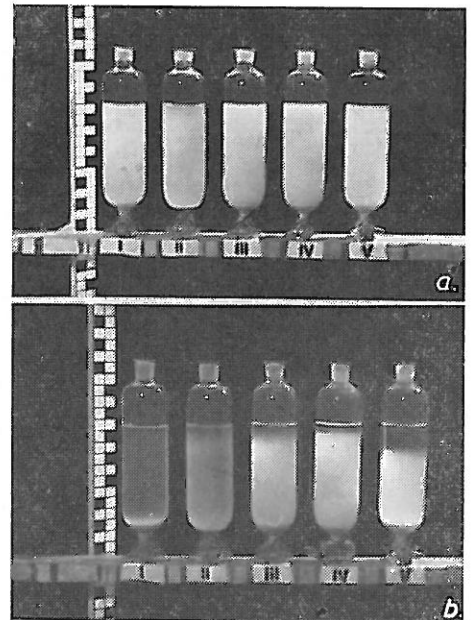
1. Veszprémi montmorillonit
2. Istenmezejei bentonit
3. Koldui pettyes bentonit
4. Koldui zöld bentonit
5. Istenmezejei bentonit (másik feltárásból).

Még a két istenmezejei bentonit (2, 5) sem viselkedik azonos módon a feltárással szemben. Azt az ideális állapotot nem



1. ábra

5 különböző montmorillonit 2 perces blendorozás után. a) Közvetlenül feltárás, b) 48 órával a feltárás után



2. ábra

5 különböző montmorillonit 4 perces blendorozás után. a) Közvetlenül feltárás, b) 48 órával a feltárás után

tudtuk elérni, vagy lényegesen megközeleltetni, hogy szuszpenziókban feltáratlan összecementálódott részecskék ne legyenek. Ennek kiküszöbölésére vezettük be az ultrahangos technikát, mely az előző bekezdésben említett valamennyi feltételnek megfelelt.

Az ultrahang alkalmazásával kapcsolatos vizsgálatokat, irodalmi előzményeit és saját eredményeink egy részét közleményben már ismertettük [16].

Az ultrahangtechnika alkalmas gyors, objektív, kielégítő homogenitását, megfelelően szuszpendált és detergens alkalmazása nélkül, csak víz hatásának kitett preparátum készítésére. Az így előkészített anyagot egy mikrocepp alakjában visszük fel a hordozóhártjára.

A preparatív előkészítés speciális feltételei

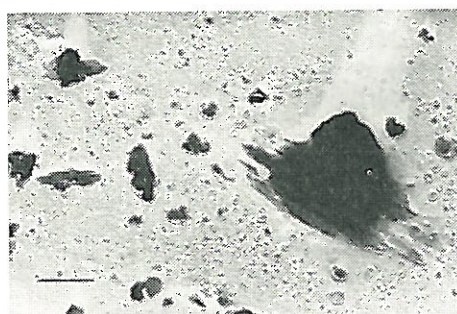
Figyelembe kell venni azonban néhány problémát. Elsősorban a hordozóhártja felületi feszültségviszonyai gyakorolnak befolyást a mikrocepp és a szuszpenzió

gazdagítja néhány más sókivirágzás, amorf SiO_2 -nak látszó apró, de nagyon elektrodenz globuláris anyagrészt és néhány nem identifikálható képlet. A széleken levő feloldulás komoly tévedésekre ad okot és hibalehetőséget rejt magában. Részben úgy, hogy anyagrészek egymásra fekszenek és ezáltal morfológiai vizsgálatra használhatatlanná válnak, részben úgy, hogy a látóterbe sem kerülnek és ezáltal egy olyan szelekciót hoznak létre, mely észlelésünket meghamisítja. Továbbá a konglomerátum-képződés miatt a szelektív mikrodiffrakció elvégzése is lehetetlenné válik. A cél elérése érdekében különböző hordozóhártjakkal próbálkoztunk: acetátcellulózzal, formwárral, szénnel, valamint különböző nedvesítő anyagokkal és eljárásokkal, mint pl. NaOH , detergens, kolloidumos szuszpenzió, ionbombázás alkalmazása. Megkíséreltük anyagunkat kolloidumban szuszpendálni, ezt a szuszpenziót hordozóhártjára felvinni, majd a kolloidiumot kioldani. Így a részecskék a kolloidumban elfoglalt helyüket megör-



3. ábra

Szology por. Cseppszél. Árnycolatlan



4. ábra

Ökörítő 1-es szelvény. 0—1 cm palladiummal árnyékolva

viselkedésére. A nem hidrofizált hártján ugyanis a csepp beszáradásakor anyag-felhalmozódás történik, a cseppben levő anyag mintegy marginálja a cseppet. A 3. ábrán egy részletet látunk a szology por cseppszélre kicsapódott anyagából. Az alkotó komponensek nem határozhatók meg. A 4-es képről viszont, mely az Ökörítő 1-es szelvény (szoloncsák, karbonátos tavi öntéshomokon) 0—1 cm mélységéből származik, már több információt nyertünk a helyes preparálás következtében. Az egész képmézőt elborítja az igen vékony amorf anyagnak tűnő réteg, melyből apró szigetként állnak ki az illit lapocskái. A legnagyobb szemese kvarc, melyre mint gócerá ráakódtak a rekrisztallizált sók. A képet

zük. E módszer nagyon nehézkes és különleges hártja (szilícium) kell hozzá, mert az általánosan használt hordozóhártjákat a kolloidum oldószerei oldják, vagy zsugorítják. Észleléseink szerint a felületi feszültség hatásának csökkentésére leghasználatosabb az ionbombázott szénhártja. Kevésbé kényes szuszpenziót, melynek fiziko-kémiai jellemzői kedvezőek (pl. tiszta agyagásványok) ultrahangos dezintegrálás után, minden előkezelés nélkül jó eredménnyel vihetünk fel közvetlenül formwar hártjára is.

A hordozóhártjára felvitt és beszárított szuszpenziót kontrasztfokozás és szemcseméretmérés céljából bizonyos esetekben szükséges árnyékolni. Ezt vala-

milyen saját struktúráját nem adó fém vákuumban történő elpárologtatásával végezzük. Ilyen fém lehet: arany, alumínium, palládium, platina, vagy valamilyen kombinációjuk. Saját gyakorlatunkban négykilences tisztaságú palládiumot használunk és minden esetben 20°-os szögben árnyékolunk. Ismert összefüggés van ugyanis a szemcse magassága, az árnyék hossza és az árnyékolás szögének tangense között. Így információt nyerhetünk a mért anyagunkról a harmadik dimenzióban is. Ez az összefüggés azonban csak szigorúan sík felületekre vonatkozik. A valóságban ilyen soha sincs, mert a hordozóhártya a mikrostély nyílásai között belóg, ezért korrekciót kell alkalmazni.

A másik hibaforrás, hogy technológiai problémák miatt félárnyék keletkezik. Mérések és számítások azt igazolják, hogy ez átlagban 6%-nál nem nagyobb, ezért az árnyék hosszából 6%-ot le kell vonni.

Míg a scanning módszert nem dolgozták ki, addig a transzmissziós technikának kellett választ adni arra, hogy milyen az anyag felülete. A replika eljárás alkalmas volt az anyag felületének a vizsgálatára. 0,01 n NH₄OH-ban 10 perces dörzsöléssel pép sűrűségű szuszpenziót készítettünk achátmoszársban. Ezt tárgylemezre öntöttük és megszáritottuk. A felületről megkíséreltünk kollodium vagy formvar levonatokat készíteni. Ez azonban nem mindig sikerült, mert a ráöntött kollodium és formvar felszívódott az anyagban. Ha sikerült is lehúzni, tele volt beleragadt és eltávolíthatatlan anyagrézecskevel, azaz pseudoreplika lett. Hiba volt az is, hogy a felszín nagy heterogenitása miatt a replika még lyukas és szakadozott is volt a levonás után és így kiértékelhetetlenné vált. Ezért úgy jártunk el, hogy vérkenet mintájára, megfelelő hígítású szuszpenzióból tárgylemezre kenetet készítettünk. Ezzel a módszerrel nemcsak technikailag kedvező feltételeket alakítottunk ki, hanem az anyagrézecske bizonyos orientáltságát is elértük, ami ennél a vizsgálati technikánál igen jó értékelési lehetőséget adott. Erről a kenetről szénreplikát készítettünk. A levont replika már igen szép, részletgazdag képet mutatott.

A felvétellekészítés talajtani vonatkozásban megegyezik az általános elektronmikroszkópos követelményekkel. Szeretnénk azonban rámutatni arra a veszélyre, melyet a felvétellekészítésnél a szelekció jelent. A mikrostély, melyre az anyagot felpreparáljuk, 3, egyes esetekben 2,3 mm átmérőjű szitakorong, melynek a kihasználható lyukszáma kb. 40 és ezeknek hasznos területe összesen 4 mm². Egy látótér területe 10 000 × nagyításban 25

mikron², ami azt jelenti, hogyha az egész rendelkezésünkre álló területet át akarjuk nézni, 160 látótérre kell átvizsgálni, illetve lefotózni. Nagyobb nagyításban a helyzet természetesen még kedvezőtlenebb. Világosan kitűnik az adatokból, hogy a talajtani vizsgálatoknál igen nagy körültekintéssel kell eljárni és ezért nagyon fontos a gondos és helyesen megválasztott előkészítési mód, hogy a preparátumban rejlő információtartalmat minél jobban ki tudjuk használni. A másik probléma a szemcseméretmérésnél adódik. Az előbb vázolt esetben ha 5 mikron, vagy annál nagyobb szemcse már nem kerül a látótérbe, illetve azt teljesen elfedi. Ezért gondosan kell megválasztani a nagyítás mértékét, mert különben a szemcseeloszlási függvényünket meghamisítjuk, de semmiesetre sem szabad áttévedni a fénymikroszkópos nagyságrend területére. Saját gyakorlatunkban úgy járunk el, hogy mikrostélyonként 50 látómezőt átvizsgálunk és preparátumonként 30 felvételt készítünk. Beigazolódtott, hogy ez a módszer egy talajszelvény szintenkénti általános ásványhabitusának vizsgálatához elegendő. A nagyítási fokozatot 5000 és 10 000 ×-es között választjuk meg, megfelelő előkészítés mellett jó eloszlású, átvilágítható és azonosítható képleteket kapunk. Ha nem statisztikus, hanem egyedi vizsgálatot végzünk, ez a módszer már nem kielégítő, hanem a cél eléréséig látótérről látótérre végzett szisztematikus vizsgálattal elérhetünk el eredményt.

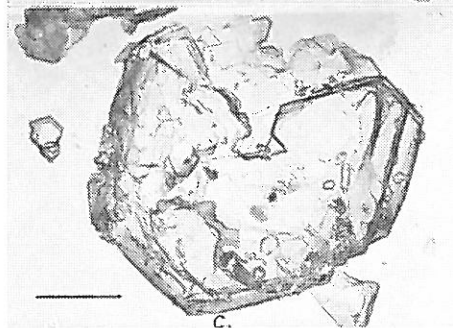
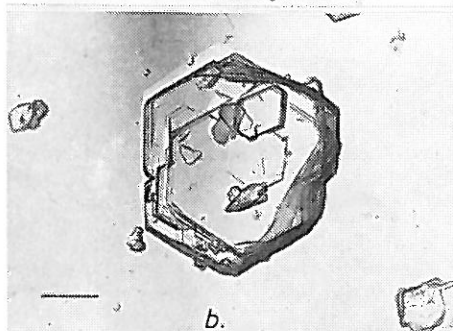
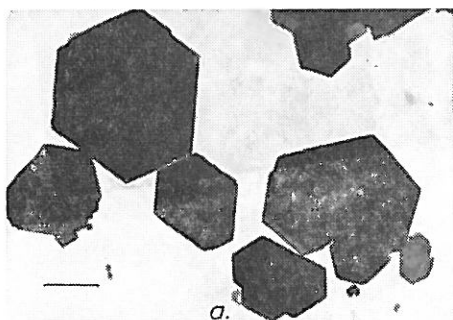
Értékelés

Az elektronmikroszkópos kép értékelésére, a képletek azonosítására több út kínálkozik. Az agyagásvány típusok elkülönítése lehetséges irodalmi atlaszok [2, 18] segítségével. Ezek közlik a típusképeket. Ezeknek a képeknek a felhasználása azonban nem mindig lehetséges, mert a talajban a legritkább esetben találjuk meg az ép szemcséket. Ezek részben a növekedés különböző fázisaiban vannak, kristálygócok, rá- és összenövés, körberétegződések alakulnak ki, részben törések és lepusztulások igen változatos formái. A kapott képek értelmezésénél ezeket a tényezőket figyelembe kell venni. A másik járható út, a különböző lelőhelyekről származó ásványokról készült sorozatfelvétel, melyet az összehasonlításhoz etalonként használunk fel. Előnye ennek a módszernek, hogy statisztikus eloszlásban tartalmazza a talajban előforduló variánsokat. Nagyszámú felvétel esetén igen jó összehasonlítási alapot nyújt a talajban található formátumok identifikálására. Labo-

ratóriumunkban az utóbbi módszert dolgoztuk ki és alkalmazzuk sikeresen az általános ásványhabitus vizsgálatánál. Felvetődik azonban a kérdés, hogy vajon vannak-e és lehetséges-e találni olyan bélyegeket, ismertető jeleket, melyek alkalmasak az általános benyomásokon kívül a jellemző morfológiai kép hiányában is azonosításra?

A következőkben néhány példát sorolunk fel az azonosítási lehetőségek illusztrálására.

A kaolinit jól ismert pseudo-hexagonális formát mutat (5/a, b ábra). A kristálylapok azonban igen gyakran megnyúl-



5. ábra

Kaolinit. a) Árnyékolatlan. b) és c) Szénreplika

nak (100) vagy (010) irányban. Ha ez a növekedés elég nagy, egy nyújtott csúcsban végződő hosszúkás téglalap alakú képletet látunk, ami már könnyen összetéveszthető a szericittal. Igen hajlamos az összenövésre és ekkor teljesen elveszíti klasszikus formáit és felismerhetetlenné válik. Könnyen törik és a töredezett részeket már nagyon nehéz felismerni (5/c



6. ábra

Halloysit. A nyíl egy nem teljesen összetekercselődött kristálylapra mutat. Árnyékolatlan

ábra). A leírtak figyelembevételével elektronmikroszkóppal az egyik legnehezebben meghatározható ásvány a talajban. Bizonyítása csak igen gondos preparálás és kitarató vizsgálat után is csak teljesen ép szemcséken lehetséges.

A halloysit kristálylapjainak összecsavarodott tői (6. ábra) igen könnyen felismerhetők. Meghatározásuknál azonban minden esetben keresni kell a hosszanti éllel párhuzamosan és periodikusan jelentkező denzitás növekedést és



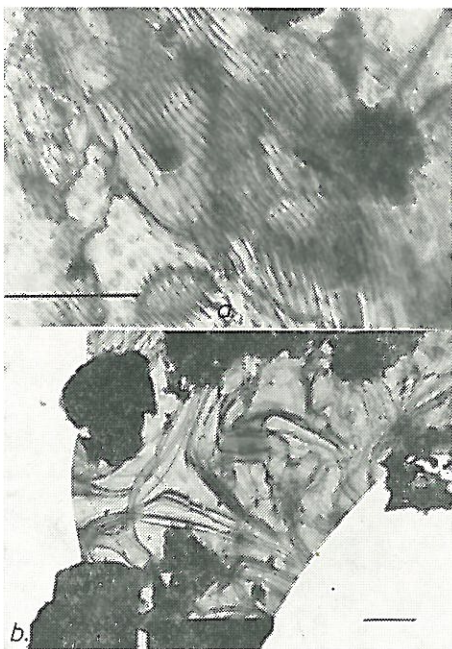
7. ábra

Illit. Palládiummal árnyékolva

csökkenést. Ez a kristálylap nagyságától függően egy- vagy többszörös lehet és a távolságuk 200 Å körül van. Jellemző felismerésére azért van szükség, hogy el lehessen különíteni más, hasonló képlet, de belső struktúráját nem mutató ásványoktól (paligorskit, attapulgit).

Az illit megjelenési formája lekerekített hegyű háromszög (7. ábra). Talajainkban igen gyakori. Ha talajvizsgálatoknál a látóterben néhány tizedmikronos pikkelyszerű képletek sokasága látszik, az nagy valószínűség szerint illit. A jellemző formákat azonban meg kell találni, de a bányákból származó illitkristályok lapjai sem nagyobbak 1–1,5 mikronnál. Tapasztalataink szerint jól diszpergálódnak, olyan halmazokat, mint pl. a kaolinitnél sohasem találunk.

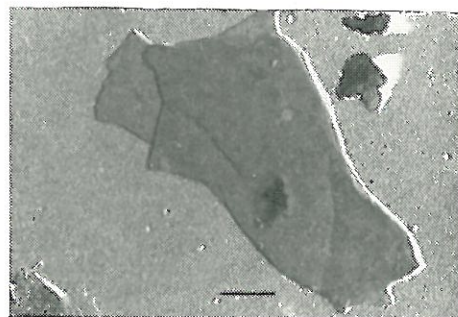
A muszkovit (8/a, b ábra) — a meghatározás szempontjából — ismét igen problematikus ásvány, annak ellenére, hogy nagy kristálylapjai igen orientáltak, könnyen átvilágíthatóak. Ezek az ismérvek vonatkoznak az egész csillámcsoport valamennyi tagjára. Úgy találtuk azonban, hogy a muszkovitban elektronmikroszkópos átvilágításnál egy speciális belső struktúra, egy elhajlási kép látszik, mely



8. ábra

Muszkovit. a) Nagyobb, b) kisebb nagyításban. Arnyékolatlan

hasonlít a moiré hibahely diffrakcióra. Feltételezhető volt, hogy ez a muszkovit kristályrácsában a kálium hibahelyeket reprezentálja. Kísérleteket is végeztünk a hibahelyek feltöltésére, átrendezésére, feltevésünket azonban egyelőre nem tudtuk igazolni. Mindenesetre az elhajlási kép segítségével jól tudtuk azonosítani a muszkovittal. Néhány más ásványnál, így pirofillitnél, kloritnál és néha szericitnél is találunk hasonló struktúrképleteket, de ezek más jellegűek és nem téveszthetők

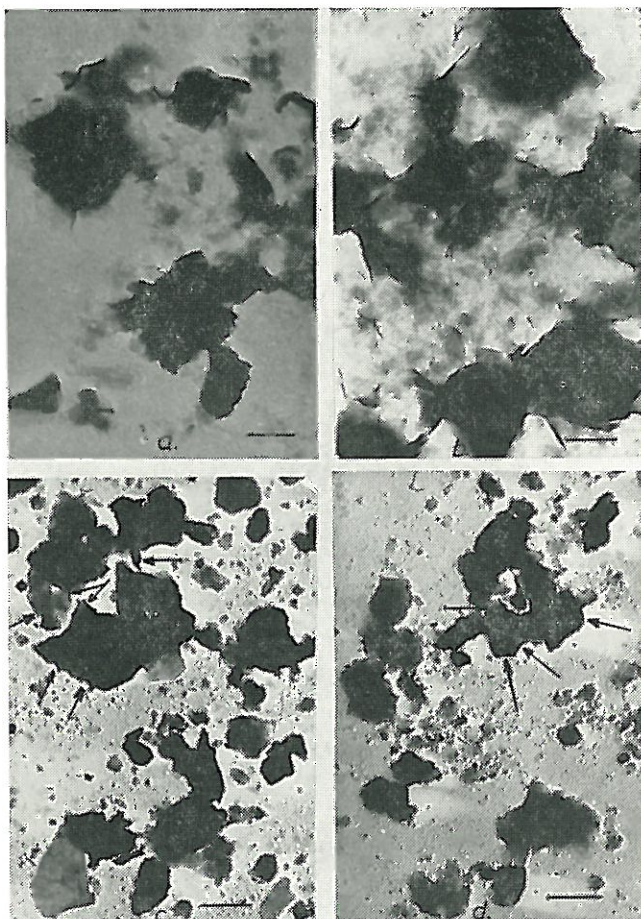


9. ábra

Vermikulit. Palládiummal árnyékolt

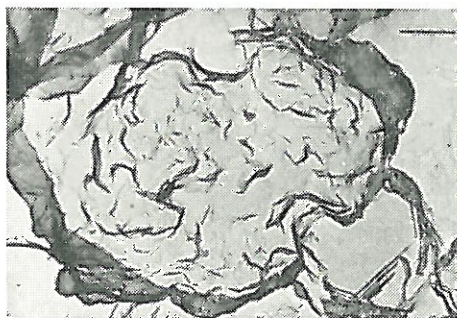
össze a muszkovittal. Véleményünk szerint azért is fontos az azonosításnak ez a módja, mert ásványoknál (pl. vermiculit) (9. ábra), melynek ásványhabitususa meg egyezik a muszkovitéval, sohasem találunk ilyen belső struktúrákat, tehát differenciálásra nagyon alkalmas.

A montmorillonit a talaj fizikai és kémiai állapotáért nagymértékben felelőssé tehető. Látómezőnkben két fő típusban jelenik meg. Az egyik szabálytalan sokszögű lap, mely igen vékony és 1–2 mikron nagyságú, szélei kissé felpöndörödtek. Nagyon jellegzetes, semmi mással össze nem téveszthető képet ad (10/a, b ábra). A 10/c, d ábrán nyíljal jelöltük meg azokat a pontokat, melyek alapján a talajképletek között a montmorillonitot azonosítani lehet. A másik, igen apró tizedmikronos nagyságú pikkelyek halmaza, melynek differenciálása már igen nehéz, mert igen könnyen összetéveszthető a talajban található amorf anyagok hasonló szerkezetet mutató képleteivel. Ebben az esetben biztosan véleményt mondani nem lehet és további vizsgálatok szükségesek. Replikamódszerrel történő vizsgálata nem indokolt, mert a talajban mindig jelenlevő és a minta szárítása után ismét kicsapódó vagy kikristályosuló anyagok a montmorillonit vékony kristálylemezkeit telje-

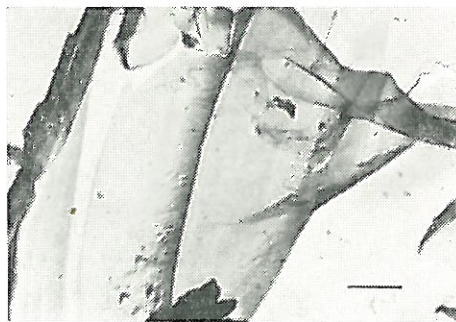


10. ábra

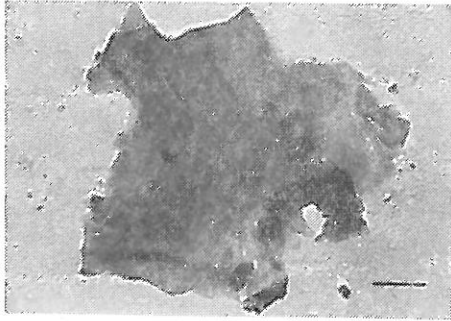
a) Veszprémi montmorillonit. b) Koldui zöld bentonit. c) Újfehértó 4-es szelvény 28-42 cm. d) Újfehértó 4-es szelvény 43-56 cm. Palladiummal árnyékoltak



11. ábra
Montmorillonit. Szénreplika

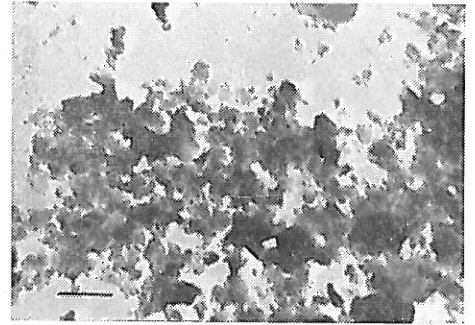


12. ábra
Kvarc. Szénreplika



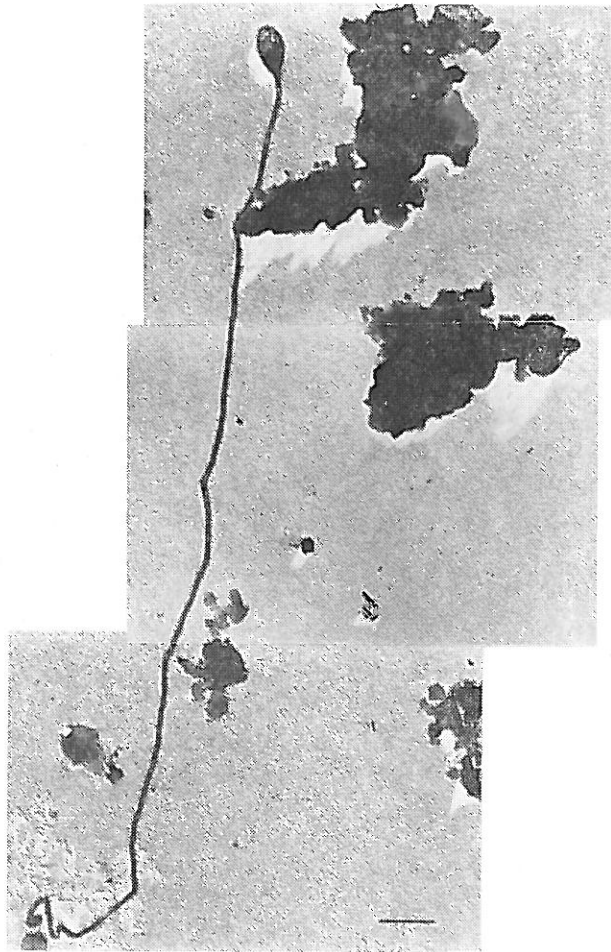
13. ábra

Minta a Besenyszög 22-jelű talaj-
szelvényéből. Réti talaj. 90–110 cm



14. ábra

Minta az Apaj 3-jelű talajszelvényéből.
Kérges réti szolonyec. 11–26 cm

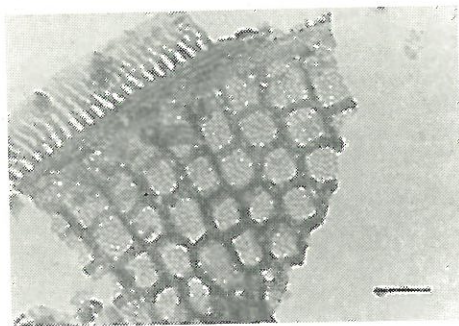


15. ábra

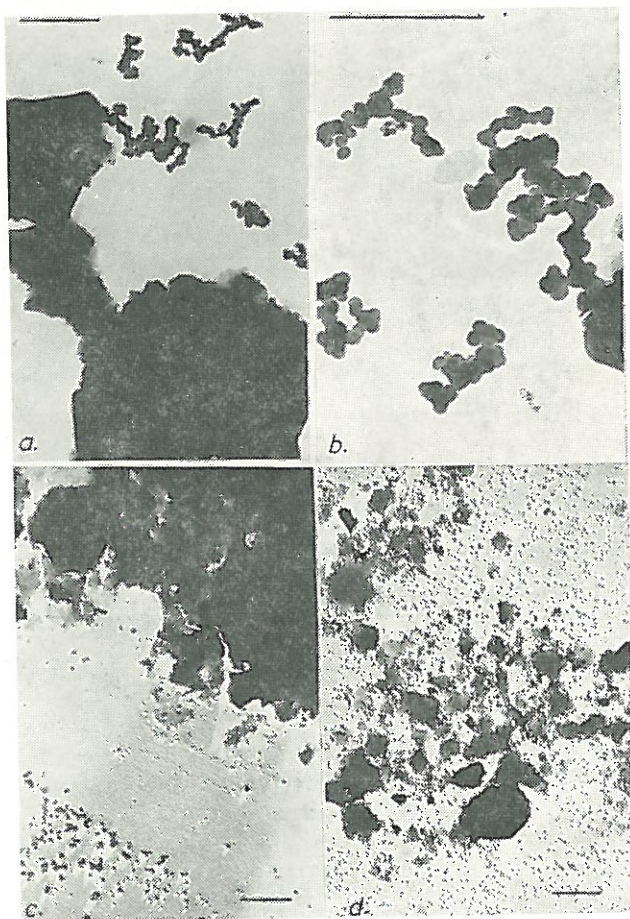
Szubmikroszkópos képlet rendzina talajból. Palladiummal árnyékolva. Montázs

sen elfedhetik és így azok rejtve maradnak (11. ábra).

A kvarc (12. ábra) sokszögű, nagyon elektrodenz szemcséi ismét jellegzetesek, még a leiszapolt frakcióból készült preparátumban is uralkodó jellegűek. Replika képe jellegzetes kagylóstörésű felületet mutat. Ebben az esetben viszont igen hasznos és sok információt adó ez a módszer. Szologyok vizsgálatánál egyik fontos probléma a kvarc kristályos, vagy amorf volta, illetve a két fázis mennyiségi arányai. Az elektrondiffrakcióval választ lehet adni a kérdésre, de csak akkor, ha a vizsgálműszer fizikai jellemzői, stabilitása és optikai rendszere olyan, hogy kielégítik a BRAGG-egyenlet követelményeit.



16. ábra
Diatóma



17. ábra
a) Tengeri öntéstalaj. b) Részlet az a)-ból. c) Újfehértó 4-es szelvény 56-70 cm.
d) Konglomerátum Fertőboz 1-es szelvény környékéről

Néhány, a talajban leggyakrabban előforduló ásványfajta jellemzőit soroltuk itt fel. Természetesen nemcsak ezek alkotják a talajt, de a többi komponens vizsgálata kis mennyiségük szóródása miatt nagyon nehéz. E problémákat a preparatív részben már ismertettük. Nem célszerű az elektronmikroszkópot sem tudományos, sem gazdaságossági szempontokból ilyen természetű vizsgálatokra rutinszerűen alkalmazni.

A megfelelő homogenitás és diszperziási fok elérésén kívül az elektronmikroszkópos technikában egy igen kihasználható tulajdonsága az ultrahangos módszernek, a kavitáció következtében létrejövő feltáró hatás. Ennek eredményeképpen észlelni tudunk egyedi kristályszemcsékben degradálódási jelenségeket. A felvételeken (13., 14. ábra) jól lehet látni a felritkulási helyeket is, ezekből állapítható meg, hogy a leépülés nem minden oldalról egyenletesen történik, hanem vannak kitüntetett és mállásnak ellenállóbb helyek. A jelenség mélyebb tanulmányozására készülékünk nem kielégítő felbontóképessége és nagyítása miatt nem volt lehetőségünk. Műtermékképződésről nem lehet szó az alkalmazott energia és időtartományban — ezt más alkalommal — [16] kísérletileg igazoltuk. Mindenesetre ez az elektronmikroszkópos talajvizsgálásnál az ásványi alkotórészeket kívül lehetőségek van más objektumok meghatározására is.

Elektronmikroszkópos talajvizsgálatoknál az ásványi alkotórészeket kívül lehetőségek van más objektumok meghatározására is.

A rázatásos módszernek egy változatát dolgoztuk ki és sikeresen alkalmaztuk a rendzina talajok szervesanyag és mikroflóra vizsgálatára. 2 g anyagot 100 ml n 0,01 NH₄OH-ban 0,5 és 5 órán át ráztattuk. Mintát közvetlenül rázatás, majd 2 órás ülepités után vettünk és a kontrasztosság fokozására 1%-os foszforwolframsavval kezeltük. Az eredményeket dolgozatban ismertettük [21] (15. ábra). Sok esetben találunk diatomát (16. ábra) és ezzel is alátámasztjuk, hogy a talajszelvény, ahonnan a preparátum származik, hajdan tartósan vízborításos területet reprezentál. Néhány mintában sikerült amorf SiO₂ globuláris képleteit kimutatni, mely észlelésünk teljesen megegyezik ILER [11] vizsgálataival (17. ábra).

Összefoglalás

Kísérleteket végeztünk a transzmissziós elektronmikroszkópia alkalmazására a talajtani kutatásban, különös tekintettel

- a) az általános preparatív előkészítés
- b) a speciális preparatív előkészítés
- c) a képkéértékelés

módszereinek és problematikájának tanulmányozására. Kidolgoztuk és alkalmaztuk az ultrahangos dezintegrálást, mint általános és egyes esetekben speciális módszert, rendzina talajoknál a foszforwolframsavas utókontrasztot. Az ásványhabitus vizsgálatánál pedig leírtuk azokat a struktúrbélyegeket, melyek segítségével talajvizsgálatoknál az egyes főbb komponenseket identifikálni lehet.

Irodalom

- [1] ARDENNE, M. V.: Elektronen-Übermikroskopie. Springer. Berlin. 1940.
- [2] BEUTELSPACHER, H. & v. d. MAREL, H. W.: Atlas of electron microscopy of clay minerals and their admixtures. Elsevier. Amsterdam—London—New York. 1968.
- [3] CAUSEY, G.: Electron microscopy. Livingstone. Edinburgh—London. 1962.
- [4] CLARK, G. L.: Encyclopedia of microscopy. Reinhold. New York. 1961.
- [5] GERENDÁS, M.: A vizsgálati anyag előkészítése elektronmikroszkópos kutatáshoz. Természet és Technika. (1). 1952.
- [6] GERENDÁS, M.: Az elektronmikroszkóp és gyakorlati alkalmazása. Természet és Technika. (8). 1953.
- [7] GRICSENKO, G. Sz. et al.: Metodü elektronnoj mikroszkopii mineralov. Izd. Nauka. Moszkva. 1969.
- [8] HAINE, M. E.: The electron microscope. E. F. Spon. London. 1961.
- [9] HALL, C. E.: Introduction Electron Microscopy. McGraw-Hill. New York. 1953.
- [10] HEIDENREICH, R. D.: Fundamentals of transmission electron microscopy. Wiley. New York—London—Sidney. 1964.
- [11] ILER, R. K.: The colloid chemistry of silica and silicates. Cornell University Press. New York. 127—180. 1955.
- [12] KAY, D.: Techniques for electron microscopy. Blackwell. Oxford. 1961.
- [13] KELMAN, V. M. & JAVOR, Sz. J.: Elektronoptika. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1965.
- [14] LEBEDEVVA, A. A.: Elektronnaja mikroszkopija. Gosz. Izd. Techniko-Teoreticeszkvoj Lit. Moszkva. 1954.
- [15] MAGNAN, C.: Traité de microscopie électronique. I.—II. Hermann. Paris. 1961.

- [16] PÁRTAY, G.: Ultrahangos előkészítés mineralógiai vizsgálatokhoz. *Agrokémia és Talajtan*. **20**. 281—288. 1971.
- [17] REIMER, L.: Elektronenmikroskopische Untersuchungs- und Präparationsmethoden. Springer. Berlin. 1959.
- [18] REKSINSZKAJA, A. G.: Atlasz elektronműh mikrofotografij glinnisztűh mineralov i ih prirodűh asszociacij v oszadocsűh porodah. Izd. Nedra. Moszkva. 1966.
- [19] SIEGEL, B. M.: Modern developments in electron microscopy. Academic Press. New York. 1964.
- [20] STARK, Gy.: A modern elektronmikroszkóp és alkalmazása. *Műszaki Élet*. **18**. 1—13. 1963.
- [21] SZABÓ, I., MARTON, M. & PÁRTAY, G.: Micro-milieu studies in the Ahorizon of a mull-like rendsina. *Soil Micromorphology*. Elsevier. Amsterdam. 33—45. 1964.

PÁRTAY GÉZA

Érkezett: 1973. február 5.