

ÉRTEKEZÉSEK

A szénült és ásványosodott növényi maradványok szerepe a mecseki uránércesedésben*

Selmeccziné Antal Piroska—Vincze János**

(5 ábrával, 4 táblázzal, 7 táblával)

Összefoglalás: A szerzők bemutatják a kővágószőlői formációban a szervesanyag eloszlás típusait, ércesedését és nyomelemtartalmát. Sokoldalúan vizsgálják a szénülési fokot, állást foglalnak a szervesanyag szénkőzettani-kőzetkémiai jellegét, valamint az urán nem ásványos, finomdiszperz megjelenésének kötéstípusát, továbbá a szénülési, ásványosodási és ércesedési folyamatsor kapcsolatát illetően.

Bevezetés

Az uránérc bányászata során a mecseki permből gyakran kerülnek elő kovásodott fatörzsek, kőszénésítők, amelyek különböző mértékben nemcsak saját maguk ércesedtek, hanem kiterjedt ércesedési udvar is kialakult körülöttük. A szénült növényi anyagot hintetten tartalmazó érces vagy urán-anomális homokkővek és finomtörmelések kőzetek a mecseki terrigén felső-permi üledékköszlet (kővágószőlői formáció) reduktív (szürke és zöld színű) kifejlődéseinek jellegzetes kőzettípusai.

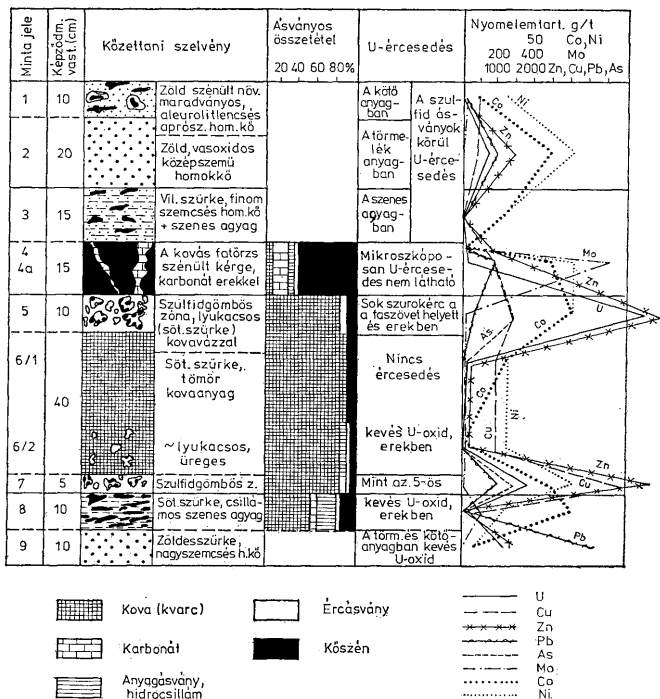
Mindez már a lelőhely kutatásának és bányászatának kezdetén indokolta az uránércesedés és a szénült növényi anyag kapcsolatának ásványtani-geokémiai tanulmányozását.

MÉHES K. (1958, 1959, 1960, 1968) megállapította, hogy növényrendszer-tanilag a nyitvatermőkhöz tartozó kovásodott fatörzsek („uszadékfák”) szövete még sok helyen felismerhető, de nagyobb részük metasztatikusan ásványosodott (kovásodott, karbonátosodott), és az ásványok részben a sejtüregeket, részben pedig a repedéseket töltik ki. Az uránt a környező gránitmagységek lepusztult anyagából származtatja. A medence reduktív közegének talajvizében az urán-ion komplexek lebomlottak és az urán „fekete érc” alakjában kicsapódott. Határozottan állást foglal a szervesanyag urántartalmának epigén eredete mellett. Az urán kicsapódását előidéző kénhidrogén a szulfátok redukciójának eredményeként képződött akkor, amikor a szulfátoldatok kölcsönhatásba léptek a kőszén szerves anyagával.

BARABÁS A. és VIRÁGH K. (1964, 1966) az uránredukció kiterjedt közegeként az elmozsarasodó holtmedreket és ártéri tavakat jelölik meg. A laza üledékben

* A Déldunántúli Területi Szervezet 1966. nov. 2-i szakülésén elhangzott előadás (SELMECZI B.-NÉ: „Szénült és ásványosodott fatörzsek ércesedése a mecseki uránérclelőhelyen”) újabb vizsgálatokkal kiegészített és kéziratossá tett anyag alapján átdolgozott anyaga. A kézirat lezárva: 1983. XII.

** Mecseki Ércbánya Vállalat, Kutató-Fejlesztő Üzem, 7673 Kővágószőlős.



1. ábra. Kőszenes-kovás fatörzs anyagvizsgálati szelvénye (SELMEZZINÉ ANTAL P. 1965)

Fig. 1. Cross-section of a coalified-silicified tree-trunk as inferred from analytical results (SELMEZZI—ANTAL, P. 1965)

A fatörzs belső, tömör kovás zónája átkristályosodott kovaanyagú xylit, amelyet vékony kvarc és kalciterék járnak át. Kioldási üregek itt is előfordulnak: falukat füstkvarc kristályok borítják, koromszerű uránoxid, néha hematittal. A tracheidális sejteket átjáró kova mozaikos illeszkedésű kvarcselemcséket alkot, de a sejtfalak majdnem teljesen épek (III. tábla 1.). Vitritesedett szövetfoszlányok is megmaradtak; főleg a sejtüregekben. A derivatogram 2–3%-nyi, 400–800 C° között elbomló, magas szénülésfokú kőszent mutat (4a ábra). A sejtfalak a maradék vitriten kívül ércásványokból — szfalerit, hematit, galenit, fakóérc — állnak. Pirit mindenütt előfordul egész sejtsorokat (II. tábla, 2.), vagy hajszálrepedéseket kitöltve. A zóna urántartalmának hordozója finomdiszperz uránoxid.

A fatörzsek kvarccá kristályosodott kovaanyaga mikroszkóposan a β -kvarcra, a tridimitre és a krisztobalitra jellemző kristályformákat mutatja. Finom rutiltú zárványok is megfigyelhetők. BÁRDOSSY Gy. (1963) röntgendiffrakciós vizsgálatai alapján a felsőperm korú fatörzsek kvarc-, krisztobalitriddimit, ill. kalcedon anyagúak.

A szulfidgömbös övet kovavázon ülő pirit-gélpiritből és markazitból álló héjas-sugaras, ezüstösen vagy aransárgán csillogó gélszerkezetek alkotják (I. tábla, 1—3.); középpontjukban gyakran szfalerit, galenittel, hematittal (I. tábla, 4—5.). A galenit és a kalkopirit önállóan vagy fakóércel, kalkozinnal és covellinnel társulva is kiválik. Ritkábban tús-szferolitos pirrhotin (III. tábla, 6.) és arzenopirit is megfigyelhető. Az uránércesedés tömör szurokérc-kiválás, amely részben a kovásodott faszövetet is helyettesíti, vagy hajszálrepedés hálózatot kitöltő (III. tábla, 5., IV. tábla 1—2). Az üregek falát koromszerű uránásványhalmaz vonja be. Röntgendiffrakcióval KISHÁZI P. (1972) a zóna átlagmintájából sok markazitol, közepes mennyiségű piritet és igen kevés kvarcot, továbbá — bizonytalan elegyrészként — szideritet, vaesitet és kalkopiritet mutatott ki (2. ábra).

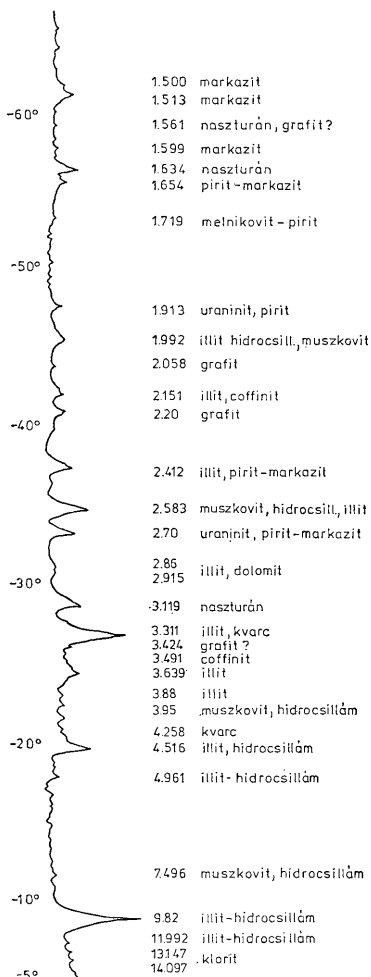
Derivatográfiai felvétel alapján (4b ábra: SELMECZI B. 1966) a szulfidok összmenyisége kb. 15%. A 630 °C-on jelentkező exoterm csúcs szurokérc-től eredhet. 1—2%-nyi magas szénülésfokú kőszén és kevés kalcit is kimutatható.

Megjegyezzük, hogy az 1. ábrán bemutatott szelvény kivételével a vizsgált ásványosodott fatörzsekben a szulfidgömbös zóna kifejlődése hiányos (pl. csak tömör szurokérc-kiválás van) vagy szegényes, esetleg teljesen elmarad.

A szénült kéreg a fa hosszanti irányát követő matt és fényes fekete kőszén-sávokból áll. Szulfid, kvarc és karbonát mikroerek járják át, amelyek az elválási felületeken bevonatokat alkotnak. Vékonycsiszolatban fekete, opak, erősen repedezett, oxidált vitrinit, ill. szerkezeti vitrinit. Ércmikroszkópban barnás-szürkék, jelentős vitrinitreflexióval. Az eredeti kéregszövet — periblit — teljesen szénült, részben kovásodott és karbonátosodott (III. tábla 2., 4c ábra). Szénült állapotban gyakran csak a sejtfalak maradtak meg. Míg a kovásodásra jellemző, hogy megőrzi a faszövetet, a karbonátosodás mindig roncsolja azt (II. tábla, 3.). A kéreg egy része fuzitból áll, lyukacsiba szulfidásványokkal. Jelentős a kéreg agyagásvány-hidrocillám tartalma is (II. tábla, 5.); vagy a szénült kéreg helyett kőszenes agyagot találunk. Nem ritkák a fatörzs- és ágdarabokon a króm-illit és hidrocillám bevonatok, sőt bekérgezések sem.

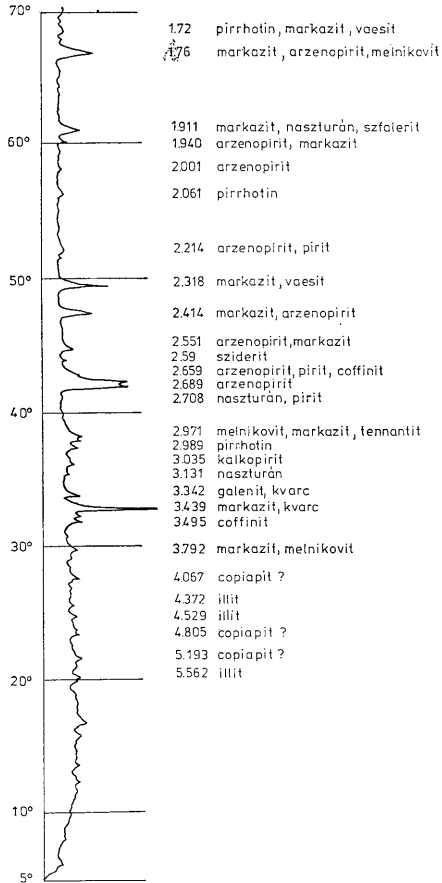
A fatörzseknél jóval gyakoribbak a homokkőbe ágyazott ágdarabok. A kovásodott és karbonátosodott példányok megőrizték eredeti alakjukat, többségük azonban kőszén-síkként, kőszén-sínórként figyelhető meg. A szénült fatörzs-kéreghez hasonlóan hidrocillám tartalmuk sem ritka (II. tábla, 4—5.). Ércesedési bélyegeik és nyomelemtartalmuk a fatörzsekéhez hasonlóak. A szénült részek ércmikroszkópban barnásszürke, izotróp vitrinitek, amelyek az alfa-sugárzás hatására többé-kevésbé anizotróppá váltak. Vékonycsiszolatban — nagyon ritkán — repedéskitöltéseket és orsó alakú zárványokat alkotó sárgás színű gyantaszármazékok (?) is megfigyelhetők.

A karbonátosodott fatörzsek és ágdarabok derivatogramjai (4 e. ábra) a kevés, magas szénülésfokú szénen és a piriten kívül a fő alkotóként jelenlevő karbonát csúcsai a dolomitra jellemzőek, de a CaCO_3 és MgCO_3 -fázisok bomlá-



2. ábra. A kovás fatörzs szulfidgömbös-zónájából készített dúsítvány röntgendiffraktogramja. (KISHÁZI P. felvétele 1971, az értékelést kiegészítette VINCZE J., 1978)

Fig. 2. X-ray diffraction pattern of a concentrate from the sulphide-spherulitic zone of a silicified tree-trunk. (Measurement by P. KISHÁZI 1971, evaluation by J. VINCZE 1978)

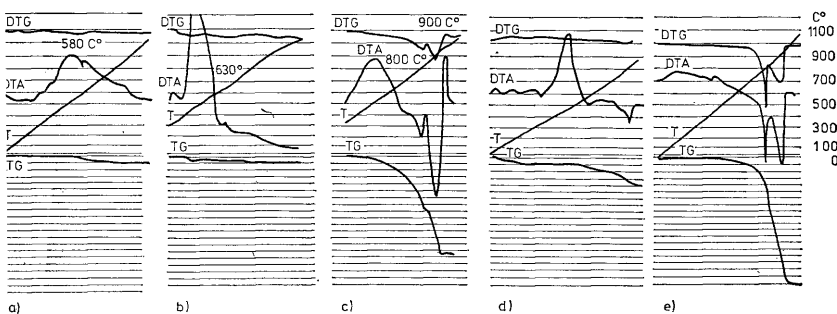


3. ábra. Egy szénült és ércesedett ágdarab kőszénanyagának röntgendiffraktogramja. (FÉM KUT felv., 1970. értékelte VINCZE J. 1978)

Fig. 3. X-ray diffraction pattern of the coal matter of a coalified and ore-mineralized twig-fragment (Measurement by FÉM KUT 1970, evaluation by J. VINCZE 1978)

saihoz tartozó DTA csúcsok területaránya eltér a TG-görbe alapján számított Ca/Mg aránytól; így a DTA-görbe ankeritesedésre utal (SELMECZI B. 1966).

A kovásodott fatörzsek, ágdarabok felaprózódott anyaga *intraformációs áthalmozódási törmelék*ként is megjelenik a homokkőben, mint aprókavicsos beágyazás vagy a homokkő szemcsenagyságának megfelelő szemcsemérettel. A fatörzseket és ágdarabokat *beágyazó homokkő* ércesedése gyakran olyan mértékű, hogy a piritből, uránoxidokból, coffinitből, hidrocsillámokból álló



4. ábra. Derivatográfias felvételek a kőszenes-kovás fatörzs különböző zónájából (SELMECZI B., 1966). a) A fatörzs legbelső, kovás zónája (az 1. ábrán 6/1 minta). A főalkotó kvarcon kívül jelenlévő 2–3%-nyi magas szénülésfokú kőszén hosszantartó égése (400–800 °C) elnyomja a kvarc csúcsát (580 °C). b) Szulfid-szferulitikus zóna (az 1. ábrán 5. minta). A minta nagymennyiségű (kb. 15%) szulfidásványt tartalmaz (400–500 °C között nagy exoterm csúcs). Ezt követően a 630 °C-nál levő kis exoterm csúcs – valószínűleg – szurokércről ered, a 700 °C-feletti elmosódott csúcs pedig galenit nyomokból. c) A fatörzs szénült kérgé (az 1. ábrán 4. minta). A minta a kőszénen kívül sok karbonátot tartalmaz. d) Beágyazó homokkő (az 1. ábrán 9. minta). A 10–20% illit, sok kvarc, 2–3% pirit és 3–4% karbonát (főleg kalcit és kevesebb dolomit). e) Egy karbonátosodott fatörzs átlagmintájának derivatogramja: dolomit ankeritesedő jelleggel: A minta kevés piritet is tartalmaz

Fig. 4. Derivatographs from different zones of a coalified-silicified tree-trunk (B. SELMECZI 1966). a) The innermost, silicified zone of the tree-trunk (sample 6/1 from Fig. 1). Lasting ignition (400–800 °C) of high-rank coal (2–3% present along with rock-forming quartz will reduce the peak of quartz (580 °C) b) Sulphide-spherulitic zone (sample 5 from Fig. 1). The sample contains much sulphide (about 15%) (large exothermal peak between 400 and 580 °C). The minor exothermal peak that is to be observed next at 630 °C probably derives from pitchblende, indistinct peak above 700 °C is due to traces of galena. c) Coalified cortex of tree-trunk (sample 4 from Fig. 1). In addition to coal, much carbonate is contained in the sample. d) Enclosing sandstone (sample 9 from Fig. 1). Illite 10 to 20%, much quartz, pyrite 2 to 3%, carbonate 3 to 4% (mainly calcite and lower amount of dolomite). e) Derivatograph of the bulk sample of a carbonatized tree-trunk: dolomite with a kind of ankeritization. Some pyrite is contained in the sample, too

bazális kötőanyag a törmelékes kőzetalkotó ásványokat majdnem teljesen felemészti (IV. tábla, 3.).

Kőszenes mikrorétegzés homokkőben (II. tábla, 6.). Az ártéri homokkőekben a réteglapokon nagy beágyazási sűrűséggel előforduló szénült levélenyomatok, vékony szártörödékek, agyagos-szenes pecsétszerű lenyomatok a rétegzésre merőleges metszetben papírvékony mikrorétegzést alkotnak, amelyek kőszén-nyaga gyakran uránanómális, vagy uránoxidok és pirit pseudomorf módon különböző mértékben helyettesítik. A szenes-érces mikrorétegek közötti homokkő is hintetten ércesedett. A kőszén-sávok anyaga izotróp vagy többé-kevésbé anizotróp vitrit és fuzit; a mindkettőnél sorosan elhelyezkedő bakteriumpirit és kristályos piritszemcsékkel, amelyet szurokérces sáv szegélyez vagy kitölti a fuzit lyukacsait.

A szénült növényi maradványokat finoman szórt törmelékként tartalmazó homokkő hintett ércesedése részben pszeudomorf — különösen oxidatív vá vált közegben —, részben pedig a redukív környezeti hatásra a kötőanyagban kivált ércfészkek, hintések.

Kőszenes sötétszürke-fekete aleurolitok

Finomeloszlású szénült növényi anyag és pirittartalomtól sötétszürke-fekete ártéri mocsár- és tavi üledékek. A rétegzetlen, tömör pelitek gyakran erőteljesen karbonátosodtak, ill. karbonát konkréciókat is tartalmaznak. A szervesanyag és ércesedés (uránoxid + pirit) egyenletes eloszlású vagy sávosan váltakozó, mikroréteges. A pirit jelentős része baktériumpirit, amelyek gömbhalmazos szerkezete legjobban a karbonátosodott részekben figyelhető meg.

A homokkővek — főleg a durvaszemcsések — jellegzetes elegyrészei lehetnek az eróziósan áthalmazott aleurolit tömbök, „kavicsok”, törmelékek, amelyek az új, oxidált környezetbe kerülve ércesedtek: egy részük csak a szegélyen, befelé csökkenő urántartalommal; más részük teljesen telített uránoxidokkal. Ércesedésük gyakran öves, sávós.

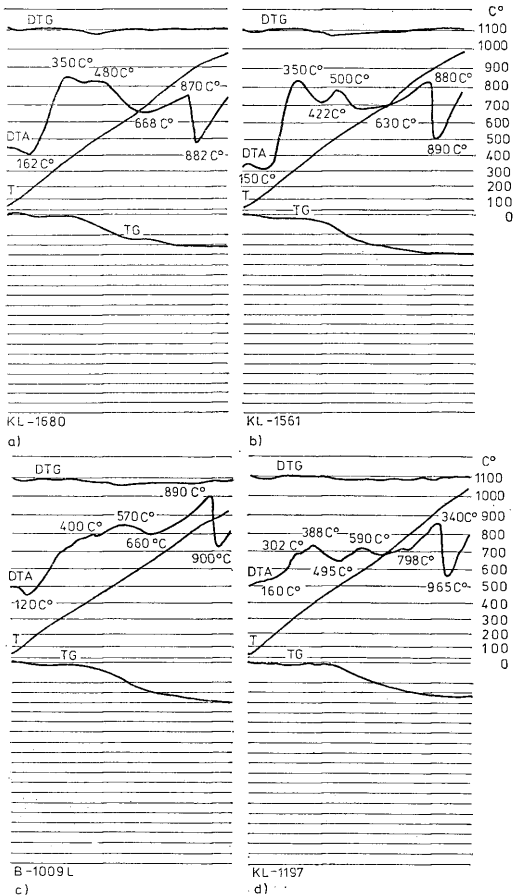
A szénülésfok vizsgálata

Szabad szemmel a mecseki permi kőszén sötétszürke vagy fekete színű, többnyire matt vagy selymes fényű, szilánkosan kagylós törésű. Karca fekete. Nátronlúggal forralva nem ad szabad huminanyagok jelenlétére utaló barna színeződést, tehát feketekőszénnek minősül. Átlagos sűrűsége 1,3–1,6 g/cm³. Az ércásvány tartalmú szervesetlen részleg ($S > 1,8$) leválasztása után az $S = 1,8 - 1,4$ közötti részleg — huminit — 2/3 részt képvisel. $S = 1,2$ -nél könnyebb részleg — bituminit — nem volt.

Vékonyecsiszolatban opak, ércmikroszkópban barnás árnyalatú szürke. A vitrinitek levegőben mért nagy — az uránoxidokéhoz közelálló — fényvisszaverő képessége is magas szénülésfokot jelez. Fehér fényben szelén fényelemmel, valamint FEU-79. típusú elektronsokszorozó csővel (FMLE-1 típusú fotométer) 9,5% és 13,5% közötti értékek mérhetők. *Iharosné Laczó I.* (1978) a formáció 8 jellemző kőszén-, ill. kőszéntartalmú mintáján olajimmerzióban 2,13% és 2,63% közötti (átlagosan 2,4%-os) vitrinreflexiót mért Reichert fotométer-mikroszkóppal. A nagyszámú pontmérés szélső értékei: 1,60 és 3,36%. Ezek az értékek a szénülésfokot illetően a sovány feketekőszén-szemiantracit állapotnak felelnek meg.

Derivatográfiai felvételek alapján SELMECZI B. (1966–1967) szerint a szénülésfok — mintánként — a közepestől a magasig változik (5. ábra). Az egyik ércesedett kőszénminta röntgen diffraktogramján (3. ábra) az ércásvány- és illittartalmon kívül határozottan észrevehető a grafitosodást jelző csúcsok is (3,424, 2,20, 2,058, 1,56 Å).

Két kőszénmintából szénkémiailag elemzés is készült a Mecseki Szénbányák Minőségellenőrző Laboratóriumában (Ács Z. 1965, II. táblázat). Ugyanitt mellékeljük egy ércesedett kőszenes aleurolit zárvány szénanyagának mikrovelemzési adatait is, amely mintát a VIMSZ-ben elemezték (FISZENKO, L. V. és SZERGEJEVA, A. M. 1965).



5. ábra. Fatörzsek szénült részeinek derivatogramjai (SELMECZI B. 1966). a) Magas szénültsfokú kőszén. A magas szénültsfok jele, hogy a minták égése széles hőmérséklet-tartományban megy végbe és csak egészen magas hőmérsékleten válik teljessé. b, c. és d.: magas szénültsfokú kőszének, a d. mintában hidroszillám-tartalommal

Fig. 5. Derivatographs of coalified parts of tree-trunks (B. SELMECZI 1966). Coal of high rank. A high coalification rank is suggested by the fact the burning of the samples takes place in a wide temperature range and that it comes to completion only at extremely high temperatures. b, c and d: coals of high rank with a high hydromineral content in sample d

A mecseki permii kőszénnek teljes vegyelemzésének adatai (Mecseki Szénbányák Minőségellenőrző Labor 1965)
Serial chemical analyses of Permian coal from the Mecsek (Quality Checking Laboratory, Mecsek Coal Mines, 1965)

II. táblázat — Table II.

| A minta jele és lelőhelye — Sample symbol and locality | Elemzési adatok súly%-ban Analytical data in % by weight | | | | | | | |
|--|--|-------------|----------------------------|----------|------------------|--|-------|------|
| | Nedves- ség Humid- ity | Hamu Ash | Éghető Combust- ible | Fix C | Illó Volatile | Fajsúly Specific weight g/cm ³ | C | H |
| KL-1884 (Bakonya, bánya) mine | 3,78 | 15,65 | 80,57 | 71,60 | 8,97 | 1,48 | 67,00 | 2,04 |
| KL-1957 (Kővágószőlős, bánya) mine | 3,53 | 15,10 | 81,37 | 75,36 | 6,01 | 1,51 | 60,42 | 1,70 |
| X-X-1960* (Bakonya, bánya) mine | | 8,55 | 91,45 | | | | 77,02 | 3,27 |

* Mikrovegyelemzéssel vizsgálták (VIMSZ, Moszkva 1965) az előzetesen 105 °C-ra szárfított mintát.
Pre-dried to 105 °C, the sample was subject to microchemical analysis (VIMS, Moscow 1965).

Ha az alfa-sugárzás oxidáló hatását — melynek révén csökken a C és nő az O — nem vennénk figyelembe, a szénülésfok a C-tartalom (73,39%) alapján a lág- és sovány feketekőszénnek, az O-tartalom alapján a kemény, fénytelen barna- és a fekete zsírkőszénnek felelne meg. Tehát a valódi szénülésfok ennél csak magasabb lehet. SZERGEJEVA A. M. a kőszénese aleurolit zárvány kőszénanyagát úgy jellemzi, hogy az „összetétele és tulajdonságai szerint hasonló mind a magasabbrendű impsonitokra a kerit csoportból, mind az alacsonyabbrendű antraxolitokra az antraxolit csoportból”.

JURCSIK I. véleménye szerint a növényi anyag szénülése során nyílt szénláncú (alifás) valódi bitumenek nem képződnek, azonban a jelenlevő hidromromás, telített, zárt szénláncú gyanták és származékaik tulajdonságaikban közel állnak a bitumenekhez. Nagy szénülésfoknál (C = 80 – 90%) viszont kondenzálódás következtében már nem mutatható ki különbség az eredetet illetően. A bituminitekből és a huminitekből egyaránt keletkezhetnek terpének (pl. menthol, thymol), amelyek összekötő kapcsolatot alkotnak a huminitek és a bituminitek között.

A minták gázgőg lánghában hevítésekor észlelhető pörköltcukorszag furán jelenlétére utal. A porított kőszén hevítve megolvad és kátrány képződik.

A kémiai bitumenelemzések teljesen egybevágóak azzal, hogy a kőszénből nem vált le 1,2-nél kisebb sűrűségű részleg, így a Kőolajipari Tröszt Laboratóriumában (Nagykanizsa, 1965) a kőszénzárványos homokkőben 0,0165%, a kőszénben pedig mindössze 0,0399% bitument találtak (III. táblázat).

Hasonlóképpen a Földtani Intézetben (BIHARI D. 1977) szénült növényi maradványokban gazdag homokkőből ($C_{org} = 1,57\%$) Sohxlet-edényben kivont bitumentartalom 0,018% volt. NOVÁK GY. (1978–79) elemzései szerint az ércesedett homokkővek átlagos C_{org} -tartalma 0,145%, a fekete aleurolitoké 1,25%, amely értékekhez 0,005–0,014% MÁFI-ban elemzett bitumentartalom tartozik.

Összefoglalásként ezért úgy véljük, hogy a mecseki perm szénült növényi anyagai olyan huminitek, amelyek az urántartalommal arányos mértékben oxinitedtek.

| | | | Elemi összetétel COH alakra Elementary composition on a COH base | | | | | |
|------|-------|------|---|------|-------|--------------------|------|-------|
| | | | Súly % Percentage by weight | | | Atom % Atomic % | | |
| S | O | N | C | H | O | C | H | O |
| 5,81 | 5,27 | 0,45 | 90,20 | 2,71 | 7,09 | 70,5 | 25,3 | 4,20 |
| 5,16 | 13,72 | 0,38 | 79,60 | 2,24 | 18,16 | 66,3 | 22,4 | 11,30 |
| 5,86 | 5,04 | 2,27 | 90,27 | 3,88 | 5,90 | 64,2 | 32,7 | 3,10 |

Bitumentartalom elemzési adatai
(OKGT Labor, Nagykanizsa, 1965)
Analytical data of bitumen content
(OKGT Laboratory, Nagykanizsa, 1965)

III. táblázat — Table III.

| Mintaszám, minta anyaga Sample number material of sample | Bemért minta g Measured, sample | Bitumen- tartalom g Bitumen cont. | Bitumen- tartalom % Bitumen cont. |
|---|--|--|--|
| KL-I szürke homokkő keverék grey sandstone mixture | 389,8 | 0,0588 | 0,0151 |
| KL-II zöld meddő homokkő keverék green barren sandstone mixture | 215,0 | 0,0308 | 0,0143 |
| KL-III zöld érces homokkő keverék green ore-bearing sandstone mixture | 73,9 | 0,0122 | 0,0165 |
| KL-IV zöld érces homokkőből kőszén coal from green ore-bearing sandstone | 33,2 | 0,0121 | 0,0364 |
| KL-V zöld érces homokkőből kőszén coal from green ore-bearing sandstone | 34,6 | 0,0138 | 0,0399 |

A kőszén finomdiszperz urántartalma kötésének kérdései

A számában és terjedelmében egyaránt bőséges szakirodalomban található ellentétes felfogások ismertetése meghaladja dolgozatunk kereteit. Hazai vonatkozásban úttörők SZALAY S. (1945, 1958, 1964, 1967) kísérletei, amelyekkel kimutatta, hogy a tőzeg és a barnakőszén huminanyaga nagyon híg alkálifém-uránilkarbonát oldatból mohón és nagy mennyiségben adszorbeálja az uránt és a vanádiumot.

A meceski permii kőszénokről készített mikroautoradiográfiák azt mutatják, hogy a szénült növényi anyagban ott is van urán, ahol fénymikroszkóppal

nem láthatunk ércásványokat. Ez olyan kérdéseket vet fel, hogy a fekete-köszén tartalmaz-e, és ha igen, milyen koncentráció határig valamilyen nem ásványos alakban uránt; továbbá: a szórt, finomeloszlású urántartalom részben vagy egészében eredhet-e szubmikroszkópos uránásvány hintésektől?

A finomdiszperz urándúsulás jellemző koncentrációszintje a permii köszében néhány század-, esetleg tizedszázalékos. A mikroautoradiográfiákon az egyenletes alfa-nyomsűrűségein belül uránásvány hintésre utaló göcök igen hosszú — 2 hónapos — expozíció után sem jöttek létre. Az urán elektron-mikroszondás területi röntgenképei nagy nagyításnál is egyenletes eloszlást mutatnak (VII. tábla) (GÁLNÉ SOLYOS K. 1983). Uránkoncentráció csak a köszén szövetét átjáró hajszálrepedésekben figyelhető meg. Szubmikroszkópos uráni jelenlétének lehetőségét JURCSIK I. sósavas extrahálási kísérletei (IV. táblázat) is valószínűtlenné teszik, mivel ily módon az urán-oxidok nem oldhatók ki a permii köszénből. Továbbá: az extrahált köszén képes újra felvenni ugyanazt az uránmennyiséget, mint amit leadott; sőt, a nem extrahált, természetes urántartalmú köszén magas szénüléskora ellenére még számottevő további uránmennyiséget is fel tud venni. Mivel a vitrit huminanyaga az oldatban molekuladiszperz állapotban van — a fizikai adszorpció sem valószínű —, ezért mind az extrahált, mind az újra felvett uránt kémiai kötöttnak kell tekintenünk.

A mecseki permii köszének urán-extrahálási és felvételi kísérleteinek eredményei (JURCSIK I. 1965)
Results of uranium extraction and assessment from Permian coals in the Mecsek Mountains (I. JURCSIK, 1965)

IV. táblázat. — Table IV.

| A köszéminta | | Maradék U. tart. g/t Residual U content | Extrahált U g/t Extracted U | Extrahálási hatásfok %-ban Efficiency of extraction in % | Újra felvett U tart. g/t Reabsorbed U content | Újra felvett maradék U tart. g/t Reabsorbed residual U cont. | A nem extrahált köszén Coal unaffected by extraction | |
|-----------------|----------------------------|---|---|---|---|--|---|--|
| jelle symbol | U. tart. g/t U cont. | | | | | | további U fejr. Additional U intake | eredeti + felvett U tart. original + reabsorbed U-cont. |
| of coal sample | | | | | | | | |
| KL-1884 | 590 | 460 | 130 | 22,0 | 400 | 860 | 270 | 860 |
| KL-1957 | 1480 | 1260 | 220 | 14,8 | 860 | 2120 | 1900 | 3380 |
| KL-1685 | 120 | 98 | 22 | 18,3 | 122 | 220 | 200 | 320 |
| KL-1561 | 70 | 53 | 17 | 24,3 | 467 | 520 | 500 | 570 |
| B-972 I. | 800 | 350 | 450 | 56,2 | 690 | 1040 | 330 | 1130 |

JURCSIK I.—UPOR E.—HOHMANN J.—JUHÁSZ S. (1963) — az urán- és a huminsav kapcsolatának jellegét vizsgálva — megállapították, hogy ellentétben a Ca-huminsav kapcsolattal, amely fővegyérték kötés, az urán komplex kötésű. Az U-huminsav komplex fontos jellemzője, hogy H⁺-ionnal nehezen bontható meg és ez lehetővé teszi az urán változatos pH-viszonyok közötti feldúsulását.

Határesetben, amikor a köszén uránnal túltelített (U ≥ 1%), optikai reflexiója megközelíti a naszturanét (13–16%), amit az U-tartalom szerint változó erős anizotróphiahatás is kísér (V. tábla). Ugyanezen hely elektronmikroszondás területi röntgenképein (GÁLNÉ SOLYOS K. 1983) az urándús részek sávokba rendezett foltokat alkotnak. Az uránnal korrelációban álló Fe, Ti, Si, Al eloszlásképek a szében sávosan váltakozó V-, ill. U-Fe-Ti-oxid tartalmú agyagásványos göcökre utalnak. A szénanyagot metsző kalcitér szegélyén U-tartalmú rutilgöcök körül brannerit vált ki.

A szénülés és az ércesedés kapcsolata

Az üledékösszletet lerakó vízfolyások által szállított U^{6+} először szorbeálódott, majd komplex vegyi kötésbe lépett a medrekben és az ártéren lerakott és az ártéri mocsarakban, tavakban tenyésztett tőzegesedő növényi részek huminanyagával. Ahol a közeg anaerób — pl. mocsárlápi baktériumos kénhidrogén termelés — volt, az urán egy része redukálódott. A szénülés előrehaladtával fokozatosan felszabaduló urán is — stabilan redukzív közegben — önálló ásványos formát öltött. Így a szénülő növényi anyagban kiterjedt finomdiszperz U-anomáliák és kisméretű oxidos ércindikációk jöttek létre.

Az üledékösszletben a redox-front mozgásának sokszoros oszcillációja mellett, általános mozgásiránya a szénült növényi maradványos rétegek belseje felé haladó feloxidálódást eredményezett. A stabilan oxidatívra vált övezetben a szénülő növényi anyag részlegesen vagy teljesen eloxidálódott. A felszabadult urán nagyobb része a mindenkori redox-front homlokterében szűk sávokba koncentráldva oxidos ipari ércesedésként kivált; az urán másik részét az átmeneti redox öv és a stabilan redukált zóna szegélyének szénülő növényi anyaga szűrte ki és részben redukálta is. A redoxfrontok homlokterében az uránmegkötés az epigén hidroszillámképződés szorbeációs- és ioncserés geokémiai gátján is végbement, ami a redukzív közegben gazdag naszturán + coffinit ásványosodást eredményezett.

A vázoltaknak megfelelően a szénanyag és az áthalmozódás övezetének érce vagy szórt anomális urántartalma lehet maradék urán, de lehet áthalmozódott urán vagy a kettő együttese is, attól függően, hogy a redoxfronthoz és annak időbeli-térbeli változásaihoz viszonyítva milyen a jelenlegi és milyen volt az egykori helyzetük. Ez határozta meg az ércesedés mértékét is. Ugyanakkor a törmelékes üledékösszlet eredeti szervesanyagtartalma messzeemenően visszahatott a helyi redoxfrontok kialakulására.

Irodalom — References

- ADLER, H. H. (1974): Concepts of uranium ore formation in reducing environments in sandstones and other sediments. „Formation on U ore deposits”, pp. 141–167. IAEA kiadvány, Bécs.
- BARABÁS A.—JURCSIK I.—UPOR E. (1963): Urántartalmú érc- és széntelepek I–II. Természettudományi Közl., VII. 9–10.
- BARABÁS A.—VIRÁG K. (1966): Mechanizmusok az uránium ipari maradványok rudra való átalakítására (Mecsek-hegység, Magyarország). — *Litol. i. pol. isk. No. 2.*
- BÁRDOSY GY. (1961): Kovasodott fatörzsek röntgenfraktométeres vizsgálata. — *Földt. Közl. XCI. pp. 442–444.*
- BERGER, J. A.—DEUL, M.—RUBINSTEIN, S. (1955): Geochemistry and mineralogy of an uraniferous lignite — *Econ. Geol. Vol. 50. No. 2.*
- BERGER, J. A.—DEUL, M.—MRYKOWITZ, R. (1955): Geochemistry and mineralogy of an uraniferous subbituminous coal — *Econ. Geol. Vol. 50. No. 6.*
- BERGER, J. A. (1974): The role of organic matter in the accumulation of uranium — The organic geochemistry of the coal-uranium association. „Formation on U ore deposits”, pp. 99–123. IAEA kiadv., Bécs.
- DUBININ V. T. i dr. (1977): O zameshchenii nasturana keritom i koffinitom — *Geokhimiya No. 2.*
- DYMKOV, YU. M. (1973): Priroda uranovoy smolyanoy rudy — *Atomizdat, Moskva.*
- ETTRE L.—ROMWALTER A.—SZÁDEZSKY E.—TAKÁCS P. (1952): A köznép képződése, kémiája és bányászata — *Nehézipari Kiadó, Bp.*
- FÜLDVÁRI A. (1952): Radioaktív anyagok geokémiája a Mecsek hegységben — *MTA Műszaki Oszt. Közl.*
- GRUNER, J. W. (1956): Concentration of uranium by carbon compounds — *Econ. Geol., V. 51. No. 3.*
- JURCSIK I.—UPOR E.—EICHMANN J.—JURÁSZ S. (1963): Radioaktív elemek megkötődése ásványi szekenek és az urán-huminsav kapcsolat jellege — *Acta Chimica Hung. Tom. 35. 225.*
- KUBOVICS I.—G. SOLTYKOS K.—PUSKÁS Z. (1983): A mecseki permii kőzetekben levő urán- és egyéb ércásványok, valamint a hidroszillámok geokémiai vizsgálata — *Kutatási jelentés, Kézirat, ELTE Kőzettani-Geokémiai Tanszék.*
- MÉHES K. (1957): Urántartalmú kőszek genetikai típusai — *Kézirat. MÁFI Könyvtára.*
- MÉHES K. (1958): Előzetes jelentés — *Kézirat, MÉV.*
- MÉHES K. (1960): Szürke (szenes és egyéb) anyagok részletes ásványtani vizsgálata — *Kézirat, Mecseki Ércb. Vjll.*
- MÉHES K. (1959): Kovás fatörzseket körülvevő üledékes anyag részletes ásványtani vizsgálata — *Kézirat, Mecseki Ércb. Vjll.*
- MÉHES K. (1968): Az urán és a szerves anyag geokémiai kapcsolata — *Földtani Kutatás. XI. 1.*
- MOORE, G. W. (1954): Extraction of uranium from aqueous solution by coal and some other materials — *Econ. Geol. V. 49. No. 6.*

- NEKRASOVA, Z. A. (1957): Voprosy uranovoy geologii — Atomizdat, Moskva.
- NEKRASOV Z. A. (1958): K voprosam o formakh nakhozheniya urana v nekotorykh uglyakh — 2-ya Mezhdunarodn. Konf. po mirovomu ispolzovaniyu ut, energii.
- POLYKOVA V. M. (1972): Koffinit iz rudoproyavleniya brannerita — Tr. Mineralog. muzeja AN SSSR, Vyp. 21.
- PIERCE, A. P.—MYTTON, J. W.—BARNETT, P. R. (1958): Geochemistry of uranium in organic substances in petroli-ferous rocks — (A II. Nemzetközi Atomenergia Konf. anyaga: A) CONF. 15/P/780.
- SELMECZI B.-NÉ ANTAL P. (1965): Az urándúsulás és a szerves anyag (szerves maradványok) kapcsolatának vizsgálata kovás fatörzsen — Kézirat, Mecseki Ércb. Váll.
- SELMECZI B.-NÉ ANTAL P. (1966): A hulladékgyanta tisztítása során leválasztott kőszén urán- és nyomelem tartalom eloszlásának ásvány-kőzettani vizsgálata — KIM-KIT dolg. Kézirat, MÉV.
- SELMECZI B.-NÉ ANTAL P. (1967): Ásványosodott fatörzsek anyagának derivatográfiai vizsgálata a mecseki uránérc lelőhelyen — KIM-KIT dolg., Kézirat, MÉV.
- SELMECZI B.-NÉ ANTAL P.—JURCSIK I. (1968): Az uránfelhalmozódás formái a mecseki permii kőszénekben — KIM-KIT dolgozat, kézirat, MÉV.
- SOOS L. (1966): New methods of coal petrography in coal chemistry and coal technology — Acta Chim. Acad. Sc. Hung., T 47 F. 1. pp. 67—81.
- SZÁDEZSEY-KÁRDOS E. (1952): Szénkőzetten — Akad. Kiadó, Bp. 1952.
- SZALAY A. (1954): The enrichment of uranium in some brown coals in Hungary — Acta Geol. Acad. Hung. V. 2. No. 3—4.
- SZALAY A. (1958): The significance of humus in the geochemical enrichment of uranium — Proc. 2-nd U. N. Intern. Conf. on the Peaceful Uses of Atomic Energy, Genova, Vol. 2. pp. 182—186.
- SZALAY A. (1964): Cation exchange properties of humic acids and their importance in the geochemical enrichment of UO^{2+} and other cations — Geochim. et Cosmochim. Acta, 28, pp. 1605—1614.
- SZALAY A.—SZILÁGYI M. (1967): The association of vanadium with humic acids — Geochim. et Cosmochim. Acta, 31.
- SZEREGEJEVA, A. M. (1966): Az XX-1960. minta leírása (szerves anyag vizsgálat) — VIMSZ, Moszkva (magyar fordítás kézírata, MÉV.).
- VADÁSZ E. (1963): Magyarországi kővesedett famaradványok földtani kérdései — Földt. Közl. XCIII. pp. 505—544.
- VINCZE J. (1965): Érclelence típusok meghatározása a Mecseki lelőhelyen ásvány-kőzettani, fácies- és ércmorfológiai bányegek alapján — Kézirat, Mecseki Ércb. Váll.
- VINCZE J.—OPAUŠEKY I.—HORVÁTH I. (1970): ^{235}U / ^{238}U -izotópok eloszlása és szerepe a mecseki uránércesedésben — Földt. Közl. 100. pp. 55—65.
- VINE, J. D. (1956): Uranium-bearing coal in the United States — Geol. Surv. Prof. Paper 300.
- VINE, J. D.—SWANSON, V. E.—BELL, K. G. (1958): The role of humic acids in the geochemistry of uranium — Proc. 2nd U. N. Int. Conf. on the Peaceful Uses of Atomic Energy, Genova, Vol. 2. pp. 187—191.
- VIRÁGH K.—VINCZE J. (1967): A mecseki uránérclelőhely képződésének sajátosságai — Földt. Közl. CXVII. pp. 39—59.
- VIRÁGH K.—SZOLNOKI J. (1970): Baktériumok szerepe a mecseki uránérc keletkezésében és későbbi áthalmazódásában — Földt. Közl. 100. pp. 43—54.

A kézirat beérkezett: 1984. VIII. 16.

The role of coalified and mineralized plant remains in the uranium ore mineralization of Mecsek

P. Selmeczi-Antal and J. Vincze**

The morphogenetic types of distribution of vegetal remains — mineralized and coalified tree-trunks, twig fragments, coal-bearing microlamination, disseminated floral matter, carbonaceous black siltstones, reworked and redeposited debris of tree-trunks and siltstones —, their vertical and horizontal range, their ore mineralization and trace element content are presented.

Belonging to the fluvialite macrofacies, the Kővágószőlős Sandstone Formation contains coalified and ore mineralized tree-trunks and twig fragments present as driftwood. The larger driftwood fragments have mineralizations, metallic and nonmetallic, showing a symmetrically zoned structure (Fig. 1) in cross-section. They include a silicified, compact and practically barren inner zone surrounded by a porous-cavernous ore-mineralized zone and a coalified cortex. The enclosing sandstone is intensively ore-mineralized.

In the cross-section of the tree-trunk the enrichment of uranium is coupled with that of Co, Ni, Cu, As, Zn, Pb, Ge and V. The tree-trunk surface is frequently coated by chrome-hydromica. Vanadium gets enriched in hole-fills and the hydromicaceous matrix of the sandstone. The richest in sulphide minerals is the porous-cavernous, so-called „sulphidespherulitic zone” (marcasite, pyrite, vaesite, chalcopyrite, tennantite, galena-clausthalite, sphalerite, arsenopyrite and pyrrhotite) (see Plates I—II). Pitchblende and coffinite are segregated as cell-cavity- and cell-wall fill in silicified vegetal tissues in which they form a compact ore mineralization. In addition, they are segregated in microveinlets as well (Plates III—V).

Some of the uranium content is contained in a finely dispersed — submicroscopic — distribution in the coalified segments. In spite of its high coalification rank, the coal

* Address of the authors: Mecseki Ércbánya Vállalat, Kutató-Fejlesztő Üzem, H-7673 Kővágószőlős.

matter has a considerable U absorbing capacity. After extraction of U by hydrochloric acid, the coal becomes again capable of absorbing its original U content from the solution, moreover, the U content of coals, natural U content not affected by extraction, can be further increased (Table IV). This fact suggests that the carriers of finely disperse U are not likely to have been submicroscopic U minerals.

Experimental results by I. JURCSIK (1963) have shown quite clearly the presence of a complex U-humnic acid bond. Microautoradiographic and electron microprobe results have also proved that fine-grained U-Ti-oxide mixtures appear only in a coal supersaturated with uranium (Plate V-VI).

On the basis of coal-microscopic, derivatographic, X-ray diffraction and coal-chemistry results (Figs 2-5, Tables II-III), the coal matter is a black-coal of high rank, but in U-rich tissues, as a result of radiation, the rank of coalification may reach even the subanthracite-metaanthracite grade (heavy optical anisotropy) and the coal-rock gets exinitized. The notions „antraxolite”, „bitumen” and „kerite” used widely in the literature cannot be used here, since the matter we have to do with is, in fact, a derivative of humine. The extractable bitumen content is of trace-quantity. Furthermore, because of the homogeneization taking place at a high coalification rank, even the bituminites of vegetal wax and resin origin have been converted into huminite.

After being buried, the vegetal remains were first coalified and then, during diagenesis, carbonatized which distintegrated the vegetal tissues preserved by silicification and coalification. That fraction of the uranium winnowed by the humine matter of the peat which was released in the course of coalification would be mineralized as nasturan and coffinite. The progress of the oxidation-reduction front towards the interior of beds containing coalified vegetal remains resulted in an upgrading of the oxidation in that direction.

The uranium that was released in the upgrading oxidation zone was concentrated in narrow bands in front of the oxidation-reduction front, being segregated as a nasturan-coffinite ore. Consequently, the rather large finely disperse U anomalies developed into ore bodies. The reductive environment for U ore mineralization was initially provided by the pore-filling solutions containing biochemical H_2S and then Fe^{2+} ions and by the oxidation of the coal.

Manuscript received: 1984. VIII. 16.

Роль обугленных и минерализованных растительных остатков в урановом оруденении гор Мечек

П. Шелмеци-Антал и Й. Винце

Рассматриваются морфологические типы распределения растительных остатков — минерализованных и обугленных стволов деревьев, обломков ветвей, угленосной плойчатости, вкрапленного растительного вещества, углистых черных алевролитов, переработанных и переотложенных обломков стволов деревьев и алевролитов —, их распространение по вертикали и горизонтали, их оруденение и содержание в них рассеянных элементов.

Относящаяся к речной макрофации Кёвагосёлляйская Песчаниковая Формация содержит обугленные и оруденелые стволы деревьев и обломков веток, присутствующих в виде перенесенной древесины. Крупные обломки перенесенной древесины имеют рудную и нерудную минерализацию, обнаруживающую симметрически зональное строение в поперечном сечении (фиг. 1). Они включают в себя окремненную, плотную и практически безрудную внутреннюю зону, окружаемую пористой-ноздреватой оруденелой зоной и обугленную корку. Вмещающие песчаники являются интисивно орудененными.

В поперечном сечении ствола дерева обогащение урана сочетается с обогащением элементов Co, Ni, Cu, As, Zn, Pb, Ge и V. Поверхность ствола деревьев нередко покрыта хромисто-гидролюдной коркой. Ванадий обогащается в гидрослюдном цементе песчаника. Наиболее обогащенной сульфидными минералами является пористая-ноздреватая, так называемая «зона с шариками сульфида» (марказит, пирит, вэзит, халькопирит, теннантит, галенит-клаусталит, сфалерит, арсенопирит и пирротин) (см. фототаблицы I—II). Урановая смола и коффинит выделяются в виде заполнения полостей и стенок клеток в окремненной растительной ткани, в которой они образуются как плотное оруденение. Кроме того они также выделяются в прожилках микроскопических размеров (фототаблицы III—IV).

Часть содержания урана содержится в тонко рассеянном — субмикроскопическом — распределении внутри обугленных частей. Несмотря на повышенную степень углефикации вещества, угольное вещество характеризуется значительной — поглощающей способностью. После извлечения урана соляной кислотой угольное вещество будет снова способным поглотить и зраствора такое же количество и урана, которое содержалось в нем первоначально. Более того, содержание урана в неэкстрагированном угле с природным содержанием урана может быть еще более увеличено (таблица IV). Этот факт указывает на то, что носители тонкодисперсного урана видимо не представляли собой субмикроскопические урановые минералы.

Результаты опытов, проведенных, И. Юриком (1963), четко указали на присутствие комплексной химической связи гуминной кислоты и урана. Результаты микрорадиографических и электронных микронзондирующих измерений также доказали, что тонкозернистые смеси окисей U—Ti проявляются лишь в угле, перенасыщенном ураном (фототаблицы V—VI).

На основании углететрографических, дериватографических, рентгенно-дифракционных и угольно-микроскопических результатов (фиг. 2—5, таблицы II—III), угольное вещество представляет собой каменный уголь высокой степени углефикации, но в богатых ураном тканях — в результате радиации — уровень углефикации может достигнуть субантрацитово-метаантрацитового состояния (сильная оптическая анизотропия), причем угольная порода станет эскинитизированной. Термины атраксолиты, «битумы» и «керит», широко употребляемые в литературе, здесь не могут быть применены, так как вещество, с которым мы имеем дело, является фактически производным гумина.

Извлекаемое содержание битумов присутствует только в рассеянном количестве. Впрочем, поскольку гомогенизация осуществляется при высокой степени углефикации, даже битуминиты, происходящие от растительного воска и смолы, преобразовались в гуминит.

После захоронения растительные остатки были сначала обуглены, а затем, в процессе диагенеза, они были карбонатизированы, что привело к раздроблению растительной ткани, не разрушенной окремнением и углефикацией. Та часть урана, которая отфильтровывалась гуминным веществом торфа и освободилась в процессе углефикации, была минерализована как настуран и коффинит. По мере продвижения фронта окислительно-восстановительного процесса к породам, содержавшим растительные остатки, произошло окисление материала, проявившееся в том же самом направлении.

Уран, освобожденный в зоне окисления, сконцентрировался в узких полосах перед окислительно-восстановительным фронтом, выделяясь в виде настураново-коффинитовой руды. Следовательно, более крупные тонкодисперсные аномалии урана преобразовались в рудные тела. Восстановительную среду для уранового оруденения первоначально представляли растворы, содержащие H_2S и заполнявшие полости породы, а затем редукция была обеспечена растворами с содержанием ионов двухвалентного железа и окислением угля.

Táblamagyarázat — Explanation of plates

I. tábla — Plate I

1. Mintadarab a kovás fatörzs üreges, szulfidgömbös részéből, fennőtt, gömbös szulfid-ásványokkal. Méret: a természetes nagyság 2/3-a.
1. Sample from the porous-cavernous, sulphide-spherulitic part of the siliceous tree trunk, with overgrown sulphide minerals. Size: 2/3 of natural size.
2. Sugaras-gyűrűs szerkezetű markazitgömb metszete. Ércmikroszkópi felvétel, $N = 40 \times$.
2. Cross-section of marcasite spherulite of radial-annular structure. Ore-micrograph, $N = 40 \times$.
3. A szulfidgömbös zóna részlete, gömbökkel. Sztereomikroszkópi felvétel, $N = 20 \times$.
3. Detail of sulphide-spherulitic zone, with the spherulites. Stereomicrograph, $N = 20 \times$.
4. Zónás felépítésű gélpirit-markazit gömb. Ércmikroszkópi felvétel, $N = 40 \times$.
4. Zoned spherulite of gel-pyrite—marcasite. Ore-micrograph, $N = 40 \times$.
5. Szfalerit körül kivált gömbös markazit. Ércmikroszkópi felvétel, $N = 40 \times$.
5. Spherical marcasite segregated around sphalerite. Ore-micrograph, $N = 40 \times$.

II. tábla — Plate II

1. Vitrinitben pirit sejtüregrkitöltés (fehér) fakóére szegéllyel (vil. szürke). Éremikroszkópi felvétel, $N = 200 \times$.
1. Cavity-filling pyrite (white) in vitrinite, with a fahlore rim (light grey). Ore-micrograph, $N = 200 \times$.
2. Pirittel kitöltött, hosszirányú sejtsorok, kovásodott faszövetben. Éremikroszkópi felvétel, $N = 200 \times$.
2. Pyrite-filled, longitudinal cell-rows in a silicified wood fabric. Ore-micrograph, $N = 200 \times$.
3. Szénült- és karbonátosodott ágdarab részlete. A szénülés megőrizte a növényi szövetet (fuzit) a karbonát viszont felemészttette (a kép bal alsó része). Ércesedés: a sejtüregek egy részében galenit (fehér). Éremikroszkópi felvétel, $N = 200 \times$.
3. Detail of coalified and carbonated twig fragment. The coalification has preserved the plant tissue (fusite), while the carbonate has consumed it (bottom left). Ore mineralization: galena in some cell cavities (white). Ore-micrograph, $N = 200 \times$.
4. Krusztifikációs szerkezetű vanádium-hidrocsillám a hosszirányú sejtsorokban, szénült ágdarabban. Vékonycsiszolat felvétel, + nikolokkal, $N = 200 \times$.
4. Vanadium-hydromica of incrustation structure in longitudinal cell-rows, in a coalified twig fragment. Micrograph of a thin section, + nicols, $N = 200 \times$.
5. Vanádium-illit (szürke) szénült (fekete) és kovásodott faszövet foszlányokkal és naszturánnal (szintén fekete). Vékonycsiszolat felvétel + nikolokkal, $N = 75 \times$.
5. Vanadium-illite (grey) with coalified (black) and silicified wood tissue remains and nasturan (also black). Micrograph of a thin section with + nicols, $N = 75 \times$.
6. Hidrocsillámos kötőanyagú, ércesedett homokkő, szenes mikrorétegekkel. Vékonycsiszolat felvétel, + nikolokkal, $N = 75 \times$.
6. Ore-mineralized sandstone with a hydromicaceous matrix and coalified microlayers. Micrograph of a thin section, with + nicols, $N = 75 \times$.

III. tábla — Plate III

1. Kovásodott xilit keresztmetszete, bélsugarakkal. A sejtfalak kissé huminitesedtek, majdnem épek. Vékonycsiszolat felvétel, + nikolokkal, $N = 100 \times$.
1. Cross-section of silicified xylith with medullary rays. The cell-walls are a little bit huminitized, being almost fresh. Micrograph of a thin section, with + nicols, $N = 100 \times$.
2. Kéregszövet karbonátosodott fatörzsben. Éremikroszkópi felvétel, $N = 200 \times$.
2. Cortex tissue in a carbonated tree trunk. Ore-micrograph, $N = 200 \times$.
3. Szulfidkiválás fuzitban. A fuzit lyukacsait kvare (sötétszürke) és galenit (fehér) tölti ki. Éremikroszkópi felvétel, $N = 200 \times$.
3. Sulphide segregation in fusite. The pores of fusite are filled with quartz (dark grey) and galena (white). Ore-micrograph, $N = 200 \times$.
4. Tömör szulfidérc kiválás a fatörzs szulfidgömbös zónájában: kalkopirit (vil. szürke) + pirit (szürkésfehér, érdes) tennantit (középszürke). Éremikroszkópi felvétel, $N = 200 \times$.
4. Compact sulphide ore segregation in the sulphide-spherulitic zone of a tree trunk: chalcopyrite (light grey) + pyrite (greyish-white, rough to the touch), tennantite (medium-grey). Ore-micrograph, $N = 200 \times$.
5. Naszturán (vil. szürke) kalkopirittal (fehér) kovásodott faszövetben (sötétszürke). Éremikroszkópi felvétel, $N = 200 \times$.
5. Nasturan (light grey) with chalcopyrite (white) in a silicified wood tissue (dark grey). Ore-micrograph, $N = 200 \times$.
6. Sugaras irányítottágú pirrotin kiválás kovásodott faszövetben. Éremikroszkópi felvétel, $N = 200 \times$.
6. Pyrrhotite segregation of radial orientation in a silicified wood tissue. Ore-micrograph, $N = 200 \times$.

IV. tábla — Plate IV

Vékonycsiszolatok mikroszkópi felvételei (a) és a megfelelő nyomdetektoros autoradiográfiák. Az 1b és 2b mikroautoradiográfiák Kodak LR-115-II. típusú filmre (exp. idő: 1 hét), a 3b radiográfia Kodak CA-80 típusú filmre készült. (Exp. idő: 2 nap). $N = 75 \times$.

Micrographs of thin sections (a) and the corresponding trace-detector autoradiographs. Microautoradiographs 1b and 2b on Kodak LR-115-II film (exposure: 1 week) and radiograph 3b on Kodak Ca-80 film (exposure: 2 days), $N = 75\times$.

1. Kovásodott faszövet hosszsmetszete (+ nic.) és helyettesítése naszturánnal.
1. Longitudinal section of silicified wood tissue (+ nic.) and its replacement by nasturan.
2. Ércesedett repedéshálózat kovásodott faszövetben (érintőleges hosszsmetszet). || nikollású felvétel.
2. Ore-mineralized system of cracks in a silicified wood tissue (tangential longitudinal section). || nicols in plane-polarized light.
3. Bazális uránoxid (fekete) kötőanyagú homokkő, a törmelékes kőzetalkotó ásvány-csemcsék nagymérvű felemészésével, — szénült ágdarab mellett. || nikollású felvétel.
3. Basal sandstone with a uranium oxide (black) matrix, the detrital rockforming mineral grains being largely consumed, beside a coalified twig fragment. Plane-polarized light.

V. tábla — Plate V

- 1.a. Szénült ágtörédek ércmikroszkópos részlete, az urántartalomtól függő anizotrópiával és karbonát harántterrel (meddő). Majdnem keresztezett nikollású felvétel. $N = 75\times$. (A kép bal alsó sarkában a felületi sziliszolat (a beágyazó), ércesedett apró-finomszemés homokkő és az ágtörédek természetes méretű fényképe található).
- 1.a. Ore-micrograph of a part of a coalified twig fragment with a U-dependent anisotropy and a transversal carbonate veinlet (barren). Almost crossed nicols. $N = 75\times$. (Note, lower left, the natural-size photograph of the polished section (the ore-mineralized, small- to fine-grained enclosing sandstone and the twig fragment).
- 1.b. Az 1.a. ércmikroszkópi képek megfelelő mikroautoradiográfia részlet. A felvétel A-2 α -magemulziós lemezre készült. Exp. idő: 2 hét.
- 1.b. Detail of a microautoradiograph corresponding to ore-micrograph 1.a. A nuclear emulsion plate has been used for registration. Exposure: 2 weeks.

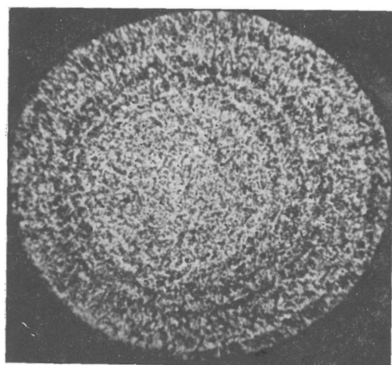
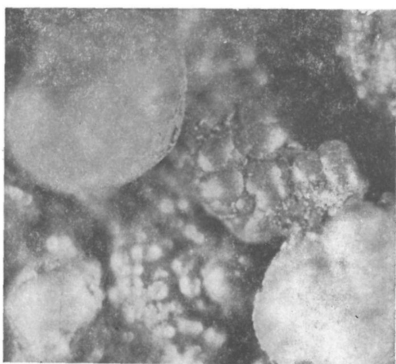
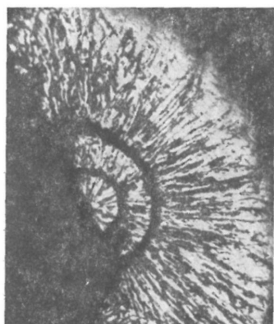
VI. tábla — Plate VI

Elektron-mikroszkopos felvétel (GÁL NÉ SOLYMOS K. 1983) JEOL JXA-50-A mikroszkopjával az V. táblán látható ércmikroszkópi és autoradiográfias fényképpáron a szénült ágtörédek karbonáttal átsziett két részletéről. A kisebb nagyítású elektronképek (205. és 222. felv.) bal oldali részén látható szürke sáv a szenes mezőt átsziett kalcitér, amit a 224. felvételen a Ca eloszlása szemléltet. A szénült mezőn belül az uránt hordozó fehér foltok enyhén sávosan rendezettségűek. A jobb oldali, szénült terület U-eloszlása ennek megfelelő enyhe inhomogenitást mutat (206 felv.). A nagy nagyításnál (210. felv.) felvett uráneloszlásképen az inhomogenitás erős kontrasztja és a 212–216. felvételeken az U-eloszlással korrelációban álló Fe, Ti, Si, Al eloszlásképek alapján a szénanyag finomszemcséz U-tartalmán kívül a sávosan elhelyezkedő agyagásvány tartalomhoz megnövekedett mennyiségű — szintén finomszemcséz — U tartozik, feltehetően Fe—Ti tartalmú oxidként, esetleg coffinitként is. A szénanyagban az önálló U—Ti ásványosodás kapcsolatát a 222–226. felvételeken a kalcitér határán U-tartalmú rutilgócok körül kivált diszperz brannerit mutatja.

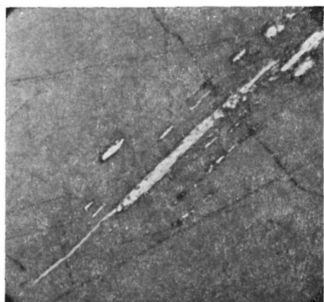
Electron micrographs registered (K. GÁL—SOLYMOS, 1983) by microprobe JEOL JXA-50-A and showing to details of a coalified twig fragment from the ore-micrograph and autoradiograph pair of Plate V. The grey band visible in the left part of the electromicrographs of lower magnification (No 205 and No 222) is a calcite veinlet intersecting the coalified area which is visualized in No 224 by the distribution pattern of Ca. The white, U-containing patches in the coalified area show a slightly banded ordering. The right-side coalified area has a U distribution pattern showing a correspondingly slight inhomogeneity (No 206). On the U distribution pattern obtained with higher magnification (No 210), on evidence of the marked contrast of the inhomogeneity and the distribution patterns of Fe, Ti, Si and Al correlating with the U distribution pattern from micrographs Nos 212–216, the finely disperse U content of the coal matter is coupled with an increased — and also finely disperse — U content belonging to the banded clay minerals and supposedly present in the form of Fe—Ti-containing oxides or possibly as coffinite. The independent U—Ti mineralization relationship in the coal matter on micrographs Nos 222–226 is exhibited by the disperse brannerite segregated around U-containing rutile nuclei at the contact with the calcite veinlet.

VII. tábla – Plate VII

- 1.a. Szénült kéreg szövettörések (reós periblinit) U-tartalmú apró-középszemcsés homokkőben. Az egykori légzőnyílások helyén göcszerűen dúsul a szórt U-tartalom. Éremikroszkópos felvétel, 1 nikollal. $N = 75\times$.
- 1.a. Fragment of coalified cortex (reticulate periblinite) in U-containing sandstone of small to medium grain size. In the place of what used to be the respiratory apertures (stomates) the disperse U content is enriched in form of nuclei. Ore-micrograph, 1 nicol. $N = 75\times$.
- 1.b. Az 1.a. éremikroszkópi képnek megfelelő nyomdetektoros mikroautoradiográfia Kodak CA-80 típusú filmen. Exp. idő: 3 hét.
- 1.b. Trace-detected microradiograph corresponding to ore-micrograph 1.a. on Kodak CA-80 film. Exposure: 3 weeks.



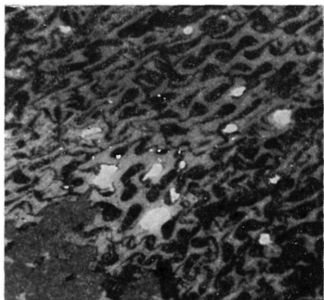
II. Tábla—Plate II.



1



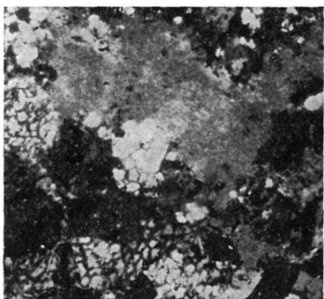
2



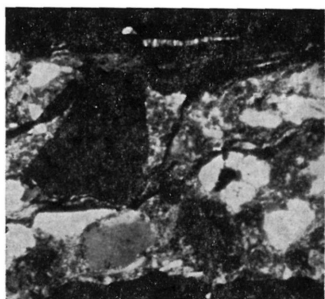
3



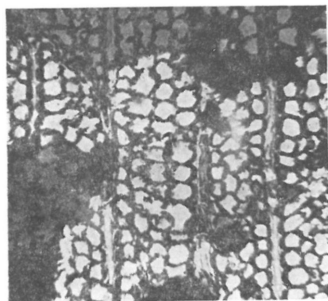
4



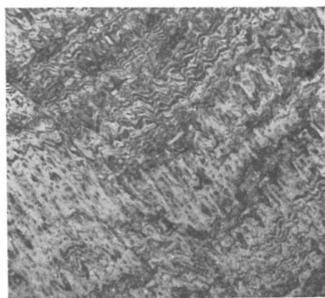
5



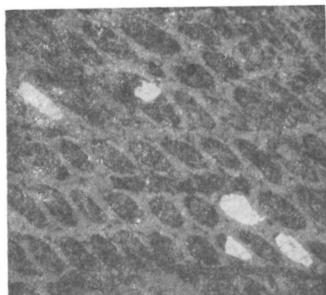
6



1



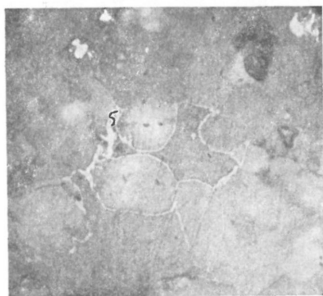
2



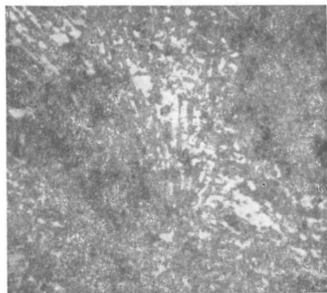
3



4

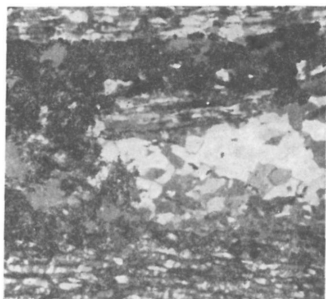


5

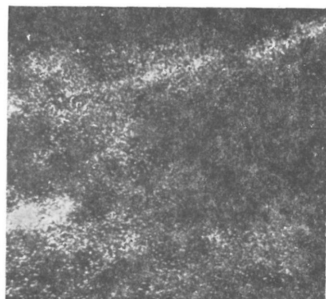


6

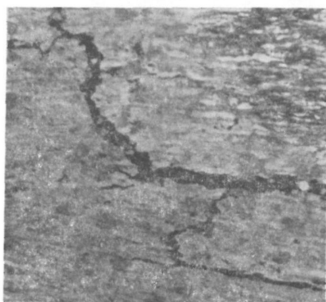
IV. Tábla—Plate IV.



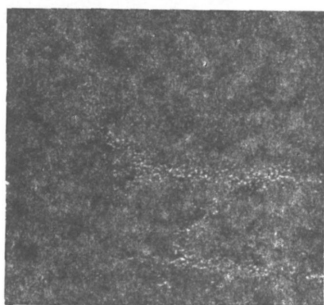
1



1a



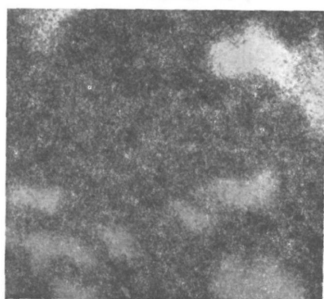
2



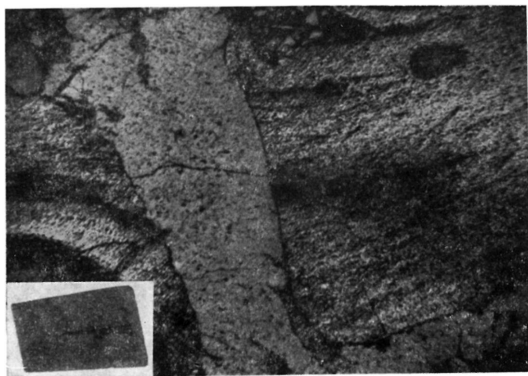
2a



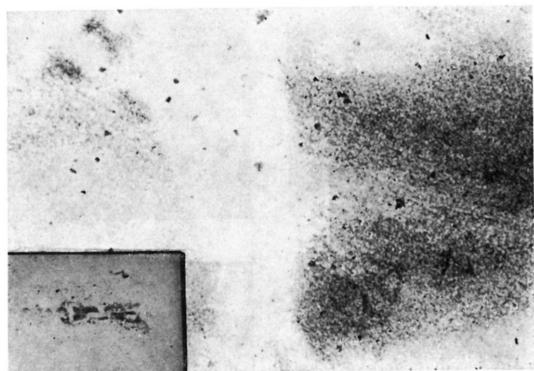
3



3a

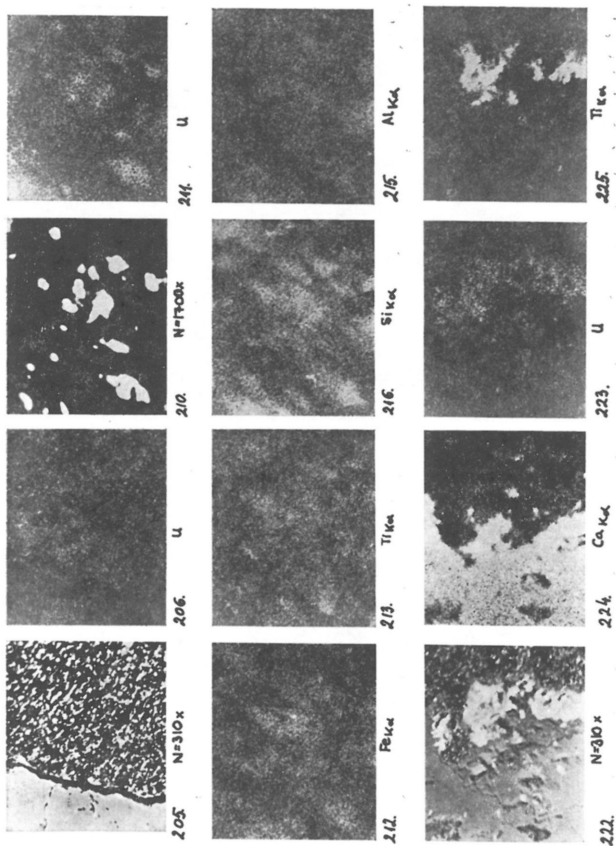


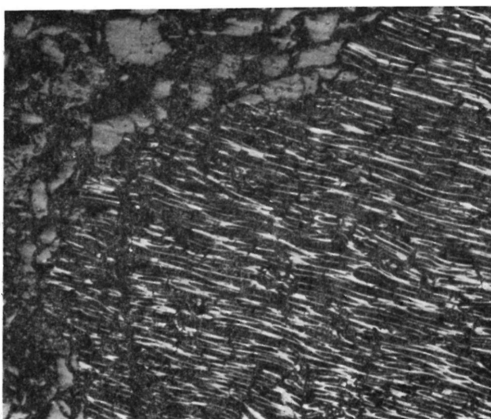
1a



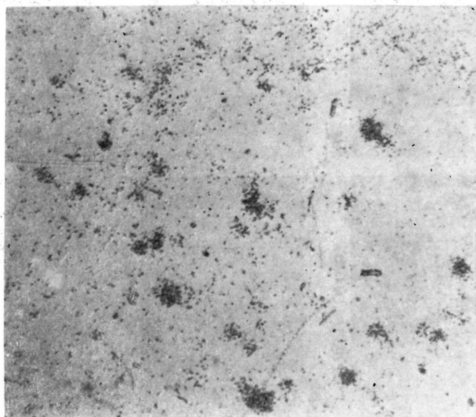
1b

VI. Tábla—Plate VI.





1a



1b