

Urántartalmú kőszenek genetikai típusai*

Dr. Méhes Kálmán**

(2 ábrával, 1 táblázattal)

Összefoglalás: Az irodalomból ismert genetikai típusok mellett szerző egy újabb típusra hívja fel a figyelmet. Ez a Síkvölgyfői előfordulás (Magyarország, Tata-bányai szénmedence), amelyben a vetődések mentén feltörő hévízforrásokból származó urán a lápi növényzetben, főként az algákban elsődlegesen koncentrált. De uránt hoztak magukkal az agyagos alkatrészek is. A két komponens, a szerves eredetű és a szervesen, a mélylápi kőszenekben ipari minőségű dúsulást eredményezett.

Urántartalmú kőszenet elsőként BERTHOUD (1875) ismertetett a kolorádói Leyden-bányából. Ez az előfordulás az 1950-es években, amikor már nagyjából ismertek a nagyobb koncentrációjú, de meglehetősen ritka és fogyófélben levő elsődleges és másodlagos uránércelőfordulások, a figyelmet a kisebb urántartalmú, de viszonylag nagy kiterjedésű üledékes kőzetekre, köztük a kőszenekre terelik. A radioaktív kőszenek uránkoncentrációja általában 0,005–0,028% között mozog. Az uránkoncentráció az ilyen kőszén hamujában a 0,2%-ot is meghaladhatja. Az uránnak a kőszénben való elsődleges dúsulására többféle elképzelést ismerünk. MOORE (1954) és SZALAY (1954) feltevése szerint az urán dúsulása a kőszénben adszorpció vagy kationcsere útján megy végbe.

GOLDSCHMIDT (1935) és CANNON (1952) szerint az urán és egyéb nyomelemek felhalmozódása már a növényben megkezdődik. CANNON szerint az uránt azok a növények asszimilálták, amelyek később a kőszéntelepek alapanyagai lettek. Több növényfajon keresztül az urán a folyóvíz útján került a tőzegtelepekbe, vízben oldott uránvegyületek alakjában és ott uránhumátokként csapódott ki. Más változat szerint az uránt nem a felszíni, hanem a földalatti vizek szállították a tőzeglápokba.

A szingenetikus feldúsulásnak ellentmond az urán eloszlásának a jellege. Az ércet tartalmazó öv nem folytonos és nem egyenletes. Több rétegtani szint uránérc tartalma nincs litológiai határhoz kötve. Az érces övek nem alkotnak külön fácies övezetet, hanem részei a kőszénmedenceének.

A szingenetikus elmélet képviselői szerint az uránhumátok igen szűk (3–5,2) pH határok között koagulálnak. A vízáramlásokban, amelyekben állandó a vízcsera és amelyekbe gyengén lúgos vagy semleges kémhatású friss víz kerül, nem igen alakulhat ki ilyen pH-viszony. Az is kétséges, hogy a kis koncentrációjú oldatokból egyáltalában képződhetnek-e uránhumátok? Nem egyeztethető össze a szingenetikus ércesedés elméletével az sem, hogy esetenként az urán a kőszénben és a homokkőben egyidejűleg fordul elő.

* 1958-ban kandidátusi értekezéséként benyújtott tanulmány rövidített változata, újkeletű módosításokkal.

** H-1028 Budapest, 11. Bükfű utca 22.

A homokkő anyagát szállító folyóvíz geokémiai viszonyai minden valószínűség szerint különböztek a tőzeglápok viszonyaitól.

MASON (1952) és SZÁDEZSKY-KARDOSS (1952, 1955) a jüttja- és szapropélkőzetekkel kapcsolatban feltételezik, hogy e kőzetek nyomelemtartalmát a szedimentációs közeg redoxpotenciálja és hidrogénion koncentrációja, ill. vegyületeinek ezzel összefüggő oldhatósági viszonyai szabják meg. SZÁDEZSKY-KARDOSS szerint mind a jüttja-, mind a szapropélkőzetekre az üledékben keletkező kénhidrogén jelenléte, vagyis a redukáló hatás jellemző. Amíg azonban a jüttjakőzetekben a kénhidrogén csak magában az üledékben halmozódik fel, addig a szapropélkőzetekben kénhidrogént az üledék feletti víz is tartalmaz. A jüttja-üledék feletti víz tehát gyengén lúgos és csak magában az üledékben találunk egy vékony savanyú övet, ahol a kénhidrogén kén-savvá oxidálódik s ahol a redoxpotenciál is hirtelen erősen negatív értékűvé válik. A szapropél képződésekor viszont ez a savanyú öv magasan az üledék feletti vízrétegben jelentkezik és feltételezhetően kedvez az urán kiválásának.

JURAIN (1955) elveti MOORE és SZALAY feltevését, de nem fogadja el teljes mértékben MASON-ét sem. JURAIN a kőszenek uránakkumulációjának magyarázatára a biológiai folyamatok és az oxido-redukciós reakciók tisztázását tartja szükségesnek.

JURAINnal ellentétben BREGER és mások (1955) SZALAY feltevéséhez csatlakoznak, aki szerint az urán az eruptív kőzetek elmállása során, az eruptív kőzet káliumtartalmával együtt, komplex karbonát alakjában oldódik fel. Az oldatba ment uránvegyületeket a humusz-savak, mint ioncserélők megkötik. Az urán adszorpciójára legkedvezőbb a pH 5 körüli érték. Nagyobb pH-nál ugyanis az urán hidrolizál és a humusz oйдódni kezd, pH 3 alatt viszont az uránifon adszorpciója a humuszon megszűnik.

FÖLDVÁRI A. (1952) megfigyelései szerint az elsődleges uránlelőhelyek közelében a kőszenek hamujában az urán felhalmozódik, az elsődleges uránlelőhelytől távolabb a kőszenek hamuja uránmentes.

Ha az urán egyrésze elszabadul az elbomló humuszanyagokból, utólag a humuszanyagokhoz közelálló bituminites oxidációtermék, az aszfaltit, ill. a klorofillszármazású porfirinvegyületek kötik meg.

FÖLDVÁRI A. és SZALAY S. vizsgálatai szerint a mecseki kőszénösszlet agyagos kőszeneinek nagyobb az urántartalma, mint a mecseki kőszenek átlagának. Ezt azzal magyarázzák, hogy az oldott uránmennyiséget a bőséges humuszanyag csaknem kvantitatíve adszorbeálja s így a gazdagabb hozzáfolyású, agyagosabb szénkőzetekben több az urán. FÖLDVÁRI nem tartja kizártnak, hogy az uránt az agyagásványok is megkötik.

DENSON és mások (1950) a déldakotai lignit tanulmányozása során úgy találták, hogy a lignit az uránt csupán ott tartalmazza jelentős mennyiségben, ahol a rétegek közvetlenül a White-River tufogén szintje alá települnek. A lignit alsó telepei csak akkor urántartalmúak, ha durvaszemcsés homokkőbe vagy más, jó vízáteresztő kőzetekbe települnek. Általában a lignitlepek felső részei tartalmazzzák a legtöbb uránt. A szerzők ebből arra következtetnek, hogy a magmás-piroklastikus kőzetekből kioldott uránt a felszíni vizek szállították a lignitbe. A nagy hamutartamú kőszenek urántartalmát azzal magyarázzák, hogy jobb vízáteresztő képességűek, mint a nagy bitumen- és csekély hamutartamú kőszenek és antraцитok. Az egyes rétegek szabálytalan uráneloszlása (regionális kapcsolata a diszkordanciával, függőleges elosz-

lása az egyes rétegekben és a vetődések mentén) azt jelzi, hogy az urán feloldulása nem szingenetikus a lignit képződésével.

MOORE (1954) és VINE (1956) szerint az urán hidrotermális oldatokból is belerakulhatott a kőszénbe és egyéb adszorbensekbe, amint hogy a kolorádói Leyden-bánya urántartalmú kőszénben az urán a legnagyobb valószínűség szerint hidrotermális oldatokból származik.

BOYD (1980) becslése szerint az észak- és déldakotai, valamint a montanai lignitek kb. 0,4% uránt tartalmaznak. A jelenlegi készlet 2000 tonna urán. A spanyolországi Ebro-völgyi lignittelepek 49 000 tonna uránt tartalmaznak. Gazdag urántartalmú kőszénen találtak Észak-Transvaalban (Délafrika), de ennek a készletnek a felbecsülése még nem történt meg.

VINE (1956) megfigyelései szerint a kőszénben az urán ásványelegyrésként csak akkor fordul elő, ha a kőszénben az urán mennyisége jelentős.

Az élő növényzet uránfelvevő képessége nincs arányban azzal az uránmennyiséggel, amit némely szenes agyagokban észleltek. Kivételt képeznek az édesvízi algák, melyeknek nagy uránfelvevő képessége közismert (MÉHES, 1957). Az atomreaktorok közelében éppen ezért tisztítják algák segítségével a radioizotópokkal szennyezett vizet.

Az algák nagy uránfelvevő képességük mellett a szárazföldi növényzettel szemben uránutánpótlás szempontjából is előnyben vannak. A vetődések mentén feltörő hidrotermális oldatokból ugyanis állandóan újabb és újabb uránmennyiségek kerülnek a vízbe. A szerző a balatoni alfajok vizsgálata során azt tapasztalta, hogy a legtöbb radioaktív anyagot azok a fonalas algák (*Cladophora glomerata*) tartalmazzák, amelyek a tihanyi törésvonal hidrotermális feltörései közelében élnek. A tihanyi Belső-tóban élő kék algák (*Cyanophyta*) és a *Macrophyta*, melyeket a szerző kérésére ENTZ B. biológus gyűjtött be, szintén radioaktívak, de radioaktivitásuk kisebb, mint a balatoni algáké. Itt nem hagyhatjuk figyelmen kívül a Balatonfelvidék közeteiből a csapadékok által kioldott és a tóba szállított uránoldatok mennyiségét sem.

SCHEMINZKY és GRABHERR (1951) szintén felfigyeltek az algák uránakkumuláló képességére. Közlésük szerint a badgasteini forrásvizek szelén a kék algák közreműködésével keletkezett tarka meszkőzsugorók, jelentékeny rádiumtartalma mellett, 0,1%-ig terjedő uránt is tartalmaz.

A fentiek valószínűsítik a szerző feltevését, hogy az urántartalmú kőszenek egyik típusában azok a kőszenek tartalmazzák a legtöbb uránt, amelyekben számottevő az algamaradvány vagy az alga eredetű bituminit. Természetesen csak az az algakőszén tartalmaz uránt, amelynél az uránfelvétel geológiai, biológiai és kémiai feltételei adva voltak. Ebből a feltevésből kiindulva a szerző a tatabányai kőszenek közül elsősorban az algamaradványokban gazdag mélyebb síklápi és mélylápi kőszén fajtákat vizsgálta meg. A vizsgálatok megfelelő eredményhez vezettek. A Síkvölgyfői-aknában, ahol SZALAY régebbi kutatása az akkor feltárt főtelep erdei lápi kőszénének vizsgálata alapján inaktivitást jelzett, a szerző a fekközeli alsó telepben ipari minőségű uránfelhalmozódást talált. Ez az alsó telep kimondottan mélyebb síklápi és mélylápi kőszeneket tartalmazott félig bitumenes, aránylag nem nagy hamutartalmú kőszenekkel. A Síkvölgyfői előfordulást a Tatabányai kőszénmedencétől kisebb tektonikai árok választja el.

Az urántartalom eloszlása ezekben a kőszenekben nem egyenletes. Ez többféleképpen magyarázható. Lehetséges, hogy a radioaktívabb szakaszok algamaradványokban gazdagabbak voltak, vagy a radioaktívabb részek

közelebb voltak az urán forrásához, az egykori törésvonal hidrotermális feltéréseihez, amire analóg példa a már említett tihanyi törésvonal melletti algák nagyobb radioaktivitása. A Síkvölgyfői-akna radioaktív algaköszene, valamint a balatoni fonalas algák radioaktivitása azt látszik bizonyítani, hogy a köszönben az urán elsődlegesen már a növényzetben akkumulálódott. A kérdés tisztázására szénkőzettani, radiológiai, laboratóriumi szeparációs, valamint kémiai vizsgálatokat végeztünk. Ezeket kivonatossan ismertetjük.

Szénkőzettani és radiológiai vizsgálatok

(A begyűjtött mintákból készült vékonycsiszolatokat Soós L. vegyész-mérnök-közetpetrográfus analizálta. A szénhamuk urántartalmát a veszprémi Nehézipari Kutató Intézetben kidolgozott mikroanalitikai módszerrel szerte határozta meg, aki az említett Intézetben több éven át az „Ásvány és Kőzetradiológiai Csoport” ténafelölőse volt. Meghatározásait a Központi Fizikai Kutató Intézet Kémiai Osztálya ionescérés szóadás feltárással végzett mérésekkel erősítette meg.)

Síkvölgyfői akna

67. sz. minta. Huminit alapanyagú, mélyebbllápi kőszén baktériumpirittal és kevés huminitesodett melanoresinittal. U-tartalma 0,015%.
68. sz. minta. Kimondottan mélyllápi, agyagos-alga-spóra kőszén, sok pirittal. U-tartalma 0,025%.
69. sz. minta. Mélyebbllápi, nagy kátránytartalmú kutikulaszén, sok pirittal. U-tartalma 0,012%.
- 87/4. sz. minta. Huminites alapanyagú, mélyebbllápi algás kőszén, sok baktériumpirittal. U-tartalma 0,028%.
- 80/1. sz. minta. Huminites alapanyagú, sekélyebbllápi kőszén, a repedések és a vitrites sávok mentén sok pirittal. A pirít itt nem gömbös szerkezetű, hanem mikroszkópikus kicsinyű, jól fejlett kristálylapokból áll. U-tartalma 0,001%.
- 80/2. sz. minta. Alapanyaga humuszkolloid és finoman eloszlott agyag. Bituminites elegyrészek nincsenek. A nagymennyiségű gömbös szerkezetű baktériumpirít mellett a vitrites részben valamivel nagyobb méretű kristályos piriteseknek is találhatók. Sekélyebbllápi kőszén. U-tartalma 0,002%.
- 80/3. sz. minta. Huminites alapanyagú kutikulaszén, kevés alakos bituminittel, sok baktériumpirittal. U-tartalma 0,004%.
- 80/4. sz. minta. Huminites alapanyagú kőszén. Az előző mintához képest lényegesen több bituminittel. Az alapanyagban a baktériumpirít erősen szétszórt. U-tartalma 0,002%.

Tatabánya VII. akna

Összehasonlításként megvizsgáltuk a VII. akna nagy hamutartalmú mélyllápi kőszeneinek U-tartalmát. Az U-tartalom 0,007-0,008% között mozgott. A fektőközeli sávok kőszeneiben bituminit nem volt kimutatható. Az alapanyag vizsgálataink szerint huminit, helyenként humuszgéllel és pirittal.

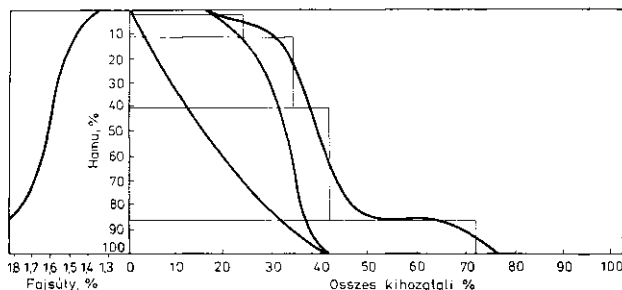
A fenti vizsgálatokból kitűnik egyrészt, hogy az algaköszének a csupán huminites alapanyagú kőszének U-tartalmának többszörösét tartalmazzák, másrészt, hogy uránfelvétel csak ott lehetséges, ahol urántartalmú kőzetekből, vagy hidrotermális oldatokból urán kerül a közegbe vízben oldható vegyület alakjában, ahol azt az alga nagymértékben akkumulálja. Olyan területen, ahol ezek a feltételek nem álltak fent, az algaköszének nem tartalmaznak uránt. Erre példa a Borsodi-kőszénmedence inaktív algaköszene.

Laboratóriumi szeparációs vizsgálatok

Annak eldöntésére, hogy a radioaktív anyag a szerves vagy a szervetlen alkotórészekhez kapcsolódik-e, megkísérletet az egyik síkvölgyfői kőszénminta szétválasztását nehéz-fajsúlyú folyadékkal és centrifugával. A kísérlet azt igazolta, hogy a radioaktív anyag túlnyomórészt a szerves anyagokhoz kapcsolódik.

VITÁLIS S. javaslatára a fenti kőszén egy nagyobb (ún. huszárzsínóros) darabját elküldtük frakcionálásra a Bányászati Kutató Intézet Szénelőkészítési Osztályához, ahol a 7,4 kg súlyú kőszénmintát 3 mm szemcsenyagyságúra törték. A képződött port (800 g) 0,5 mm lyukbőségű szitán leválasztották. A por hamutartalma 38,36%, nedvessége 5,62% volt.

A 0,5–3 mm-es frakcióit széntetraklorid + benzín oldószerekben 1,4, 1,5, 1,6, 1,8 és 2,0 fajsúlyhatáron szétválasztottuk. Az 1,8 és a 2,0 fajsúlyú folyadékok előállításánál bromoformot használtak. A fajsúlyelemzés és a hamumeghatározás adatairól az 1. ábrán látható mosási görbét vették fel.



1. ábra. Mosási görbe, a fajsúlyelemzés és a hamumeghatározás céljára. Készült a Bányászati Kutató Intézetben
Fig. 1. Decantation curve for specific weight analysis and ash content determination. Made in the Institute of Mining Research. Explanation: fajsúly = specific recovery %; hamu % = ash %; összes kizozottali % = total recovery %

Értelmező táblázat az 1. ábrához
Table for interpretation of Fig. 1

I. táblázat—Table I.

Fajsúly osztály 1.	Kizozottali % 2.	Hamu % 3.	Összes kizozottali % 4.	Átlag hamu % 5.	I =imp/min
1,4	1,1	16,05	1,1	16,05	271
1,4–1,5	9,8	28,87	10,7	23,02	267
1,5–1,6	28,6	34,02	39,3	31,06	279
1,6–1,8	45,8	41,58	85,1	30,78	242
1,8–2,0	1,9	60,98	86,1	37,10	185
+2,0	13,9	71,29	100,0	41,76	140

Explanation: 1. Specific weight class, 2. Recovery %, 3. Ash %, 4. Total recovery %, 5. Average ash %.

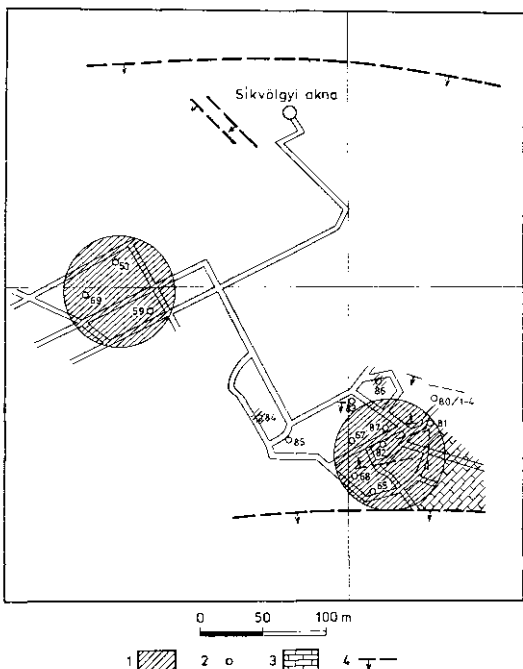
Az egyes frakciók radioaktív vizsgálata szerint a radioaktív anyagok 1,6 fajsúlyhatárig, tehát a szerves részen belül tartalmazzák a legtöbb radioaktív anyagot, azon alul 2,0 fajsúlyhatárig a radioaktivitás rohamosan csökken. További szeparációs vizsgálatok végzésére nem volt lehetőség.

A vékonyesizolatok mikroszkópi vizsgálatából úgy tűnik, hogy a Sikkölgöfői-aknában az uránt ipari minőségben a közepes hamutartalmú, bituminitekben (álgaspora stb. maradványokban) gazdag mélyebb-síklápi és mély-lápi kőszénfajták tartalmazzák. A kis hamutartalmú, nagyobb fűtőértékű, sekélyebb-lápi kőszén és a fekvőzeli agyagos kőszén még ha tartalmazznak is bituminiteket, csak kis mértékben radioaktívak. Ebből arra lehet következtetni, hogy a szerves anyagok uránakkumulációjában bizonyos — a mély lápra jellemző — vegyi folyamatok is szerepet játszottak.

A Sikvölgyi-akna radioaktív kőszénének genetikai vizsgálatánál — megítélésem szerint — két komponensből kell kiindulni. Az egyik komponens a szerves anyag, amely ha algaeredetű, az uránt nagymértékben akkumulálja. A másik komponens a szervesetlen alkotórészek képviselik, amely szintén tartalmaz radioaktív anyagokat. Itt bizonyára fontos szerep jut az egyik agyagásványoknak, a montmorillonitnak.

A szárazföldi anyagok radioaktivitása — amint az DE MAGNÉE (1952) közléséből ismeretes — erősen függ Al-tartalmuktól. Módosító tényező a felépítő agyagásványok viszonylagos mennyisége és szemmagysága. A Sikvölgyfői-aknában tehát ipari minőségű urántartalmú kőszéneket ott találunk, ahol a szerves anyag radioaktivitása hozzáadódik a szervesetlen anyag radioaktivitásához. Ezt tapasztaltuk a Sikvölgyfői kőszén fajsúly szerinti frakcionálása során is, ahol a radioaktív anyag többsége a szerves részben található, de a szervesetlen frakció is tartalmaz radioaktív anyagokat.

A Sikvölgyfői-aknában két ipari minőségű uránfeldúsulást találtam. Az egyiket az akna DK-i mezőjében, a másikat ettől Ny-ra. Mindkét helyen az uránban gazdag mélyebb síklápi és mélylápi képződmények kisebb medencéket alkotnak. A DK-i mezőben a 80/1-A, a 83, a 84 és a 86. számú lelőhelyekről vett minták sokékebb lápra utaló alkotórészeket tartalmaznak.



2. ábra. A Sikvölgyi akna középső lépcsője. J e l m e g y a r á z a t: 1. Iparilag hasznosítható telepek, 2. A mintavétel helye, 3. Triász alaphegység, 4. Vető, rétegdőlés

Fig. 2. Middle steps of Sikvölgy shaft. L e g e n d: 1. Commercial coal seams, 2. Sampling points, 3. Triassic basement, 4. Fault, Dip of strata

Feltevésemet, hogy a radioaktivitás az algatartalommal összefügg, erősíti a VII. akna mélylápi, de algákat nem tartalmazó sávos, huminszármarékokban gazdag kőszemenek lényegesen kisebb radioaktivitása. Annak tisztázására, hogy az uránt a humusz-savak vagy az algák adszorbeálják-e nagyobb mértékben, laboratóriumi kísérleteket végeztem. A kísérletek szerint az algaanyag azonos kémiai körülmények között a humusz-sav által adszorbeált urán többszörösét tudja megkötni. Az algának ez a rendkívül nagy adszorbeáló képessége feltevésém újabb bizonyítéka.

Kiegészítő laboratóriumi vizsgálatok

1. Elszenesített alga és humuszsav uránadszorpciók összehasonlító vizsgálata.

$UO_2(NO_3)_2$ -ből SZALAI I.-né vegyésztechnikus közreműködésével 100 ml-es vizes oldatot készítettünk. A bemért, elszenesített algán és humuszsavon átsepegtettünk 50–50 ml $UO_2(NO_3)_2$ oldatot, majd dekantálva átmostuk 250 ml desztillált vízzel. 45 °C-on való szárítás után megmérjük az aktivitást. Az elszenesített alga radioaktivitása 632 imp/perc, a humuszsavé 29 imp/perc volt. A felhasznált elszenesített alga a kísérlet előtt inaktív volt. Az elszenesített alga és humuszsav radioaktivitásának mérését hitelesített standard segítségével, azonos geometriában végeztem.

Hogy még koncentráltabb, nagy adszorbeáló képességű anyagot nyerjünk, az alga-anyagot 500 °C-on, majd 900 °C-on kiizzítottuk. A fenti eljárást megismételve, a következő mérési eredményt kaptuk: az 500 °C-on kiizzított alga radioaktivitása 855 imp/perc, a 900 °C-on kiizzítotté 493 imp/perc, amiből kitűnik, hogy az 500 °C-on kiizzított alga adszorbeáló képessége a legnagyobb.

2. Bituminit extrakció algából.

Feltevésém igazolására SIMÓ B. vegyészmérnök közreműködésével és irányítása mellett megkísérlettem a *Cladophora glomerata* fonalas alga bituminittartalmát 100 °C-on kivonni, benzol és 96%-os alkohol 1:1 arányú elegyével.

A kísérlethez bemértünk 5,009 gramm algát és 50 ml benzol + alkohol 1–1 arányú elegyével Soxhlet-edényben 100 °C-on mindaddig extraháltuk, amíg a benzol + alkohol elegy a hüvelyből szintelenül nem csepegett az extrahált részhez. Ez közel 5 és 1/2 órát vett igénybe. Az extraktumot, amelyet a bitumintekkel együtt kiváló klorofill zöldes-barnára színezett 100 ml-es mérőlombikba vittük, majd a mérőlombikot a jelig feltöltve benzol + alkohol elegyével, jól összeráztuk. Az extraktumból ezután megkíséreltük elválasztani szerves oldószerez a klorofillt.

Többféle módszerrel kísérleteztünk. Legjobban bevált a következő módszer: 100 ml-es törzsoldatunkból (extraktum) bemértünk 10 ml-t egy 25 ml-es rázóötlesérbe, hozzáadtunk 1 ml tömény sósavat és 10 ml kloroformot. Összerázás után a sósavas részben marad a klorofill nagy része, a kloroformban pedig a bituminit, amely azonban még mindig tartalmazott klorofillt. A kloroformos részt egy 25 ml-es pohárba, a sósavas részt pedig egy másik 25 ml-es pohárba engedték. Az első pohárból a kloroformos részt visszaöntöttük a rázóötlesérbe, kloroformmal utána mostuk, majd újabb 1 ml sósavval összeráztuk, hogy a klorofilltől tovább tisztítsuk.

Az alsó kloroformos részt, amely a bituminitet tartalmazta, az első pohárba, a sósavas részt pedig az előbbi sósavas frakciót tartalmazó pohárba engedték. A kloroformos oldatot ismét visszaöntöttük a rázóötlesérbe, kloroformmal utána mostuk, vizet adtunk hozzá és óvatosan rázogatuk, nehogy emulzió keletkezzék. Eközben a vizes rétegben felhős viaszzerű és sárga gyantaszerű kiválást észleltünk. A kloroformos rész a klorofillt továbbra is szennyezett maradt.

A vizes részt lágy szűrőre vittük. A szűrőn a vízben kivált anyagok átmentek a vízzel együtt, de a víz némi klorofillt is tartalmazott. A továbbiakban úgy jártunk el, hogy a kloroformos részhez ismételtelen vizet adtunk. A felhúgáláskor az ismételtelen kivált anyagokat újra szűrőre vittük. Ezt addig ismételtük, amíg az anyagkiválás tartott. A kivált anyagot a kloroformot tartalmazó víztől kemény szűrőn elválasztottuk. A szűrőre többször étert öntöttünk, s az éterben oldható részt kioldottuk. Az oldatot 25 ml-es pohárban fogtuk fel, majd vízfürdőn az étert elhajtottuk. A maradékot éterrel fiolába átmostuk, és a fiolából az étert vízfürdőn elhajtottuk. Sárgászínű maradékot kaptunk. A szűrőn az éterben nem oldódó részt 1:1 arányú benzol + alkohol eleggyel oldottuk és 25 ml-es főzőpohárban fogtuk fel. Az anyagról az oldószert vízfürdőn elhajtottuk. A maradékot kvantitatíve fiolába átmostuk és az oldószert ismételtelen elhajtottuk. Fehér viaszzerű maradékot kaptunk. A maradékot ultraviolett fényben megvizsgáltuk. A sárga, gyanta-

szerű anyag aranysárgán, a fehér viaszszerű anyag sárgán fluoreszkált. Sajnos a kinyert anyagok kémiai azonosítását felszerelés és vegyszer hiányában nem tudtuk elvégezni.

A kísérletekből kitűnik, hogy nagyobb (10–20 gramm) algamennyiség feldolgozása esetén a kiváló anyagok mennyiségét kvantitatíve is meg lehet határozni.

Összefoglalás

Eddigi ismereteink szerint paralikus kőszéntelepekben az urán feldúsulása alig lehetséges. Savanyú intruzívumok közlésében a kőszéntelepek rendszerint urántartalmúak. De urántartalmúak lehetnek ott is, ahol a kőszéntelepek fedőjére effuzív vagy piroklasztikus anyagban gazdag üledékes rétegek települnek. Savanyú intruzívumok területén az urán kilúgozását és szállítását a deszcendens vizek végzik, az urán kicsapódását, akkumulálását pedig a redukációs közeg és az adszorpció. A kőszénekben levő urán epigén keletkezésű. A szerző az urántartalmú kőszéneknek az alábbi genetikai típusaival foglalkozik:

1. *Déldakotai teleptípus*. Ezek a telepek eredeti lerakódásuk idején nem tartalmaztak uránt, hanem azt vegyi úton adszorbeálták a föléjük települt urán tartalmú, főként eruptív kőzeteken át lefelé mozgó vizekből. Ennek következtében az urán megoszlása is rendszertelen és azt a kontaktusokhoz és törésekhez hasonló jelek és kősbeteleplült áteresztő vagy át nem eresztő kőzetek jelenléte vagy hiánya szabályozhatja.

2. *Pécs-bányatelepi teleptípus*. A granitoid kőzetekből származó és megfelelő kémiai körülmények folytán oldatba ment uránt a lúp korhadó növényi részeiben keletkező humuszsavak magukba gyűjtötték és a szenesedés folyamán keletkező kőszénnek és szénpalának ma is erősen lekötte tartják.

3. Az *Old Leyden szénbányabeli teleptípus*. A valószínűleg hidrotermális eredetű urán, a kőszén repedéseiben található, kristályos uránvegyület alakjában.

4. *Sikvölgyői teleptípus*. A vető mentén feltörő hidrotermális oldatokból (hévforrásokból) származó urán a mélylapi növényzetben, főként az algákban, elsődlegesen akkumulálódott. De uránt hoztak magukkal az agyagos alkatrészek is. A két komponens együttes urántartalma a kőszénben ipari minőségű dúsulást eredményezett.

Feltehetően hasonló viszonyok uralkodtak a Csordakút Nagyegyháza–Mányi kőszénmedencében is.

Végül idézem Kiss J.-t (MÉNES 1968), aki szerint az urán migrációja üledékes geofázisban, karbonátos és egyéb komplex anionos együttesben történik. Ezek adott geokémiai környezetben (pl. szerves-reduktív közeg esetén) stagnálni, majd kicsapódni kényszerülnek.

Irodalom — References

- BERTHOUD, F. L. (1875): On the occurrence of uranium in the Tertiary formation of Colorado Territory — Acad. Nat. Sci. Philadelphia Proc. 27. pp. 353–355.
 BOYD, B. W. (1980): The future contribution of unconventional sources of natural uranium to nuclear fuel supply — Revue de l'Inst. Français du Pétrole. Vol. XXXV, no 3. 80040. pp. 539–551.
 BERGER, J. A.—DEUL, M.—RUBINSTEIN, S. (1955): Geochemistry and Mineralogy of a uraniferous lignite. — Econ. Geol. Vol. 50. pp. 206–226.
 BERGER, J. A.—DEUL, M.—MEYROWITZ, R. (1955): Geochemistry and Mineralogy of a uraniferous coal — Econ. Geol. Vol. 50. pp. 610–624.
 BERGER, J. A.—DEUL, M. (1956): The organic Geochemistry of Uranium — Internat. Geol. Congr. Proc. (UNAE) 6. Sess. 6B.

- CANNON, H. L. (1952): The effect of uranium-vanadium deposits on the vegetation of the Colorado Plateau — *Am. Jour. Sci.* Vol. 250.
- DALE/AGIIO, M. (1973): Planning and Interpretation Criteria in Hydrogeochemical Prospecting for Uranium — *Uranium Prospecting Handbook*: 121—134.
- DAVIDSON, C. F.—BOWIE, S. H. U. (1951): On thucholite and related hydrocarbonuranyl complexes — *Great Brit. Geol. Survey Bull.* No 3.
- DAVIDSON, C. F.—PONSFORD, D. R. A. (1954): On the occurrence of Uranium in Coals — *The Mining Magazine* (London) No 81. pp. 265—273.
- DAVIDSON, C. F. (1955): Concentration of uranium by carbon compounds — *Econ. Geol.* Vol. 50. pp. 879—880.
- DENSON, N. M.—BACHMAN, G. O.—ZELLER, H. D. (1950): Summary of new information of uraniumiferous lignites in the Dakotas — *U.S. Geol. Survey. Trace Elements Memo.* Rp. 175.
- DENSON, N. M.—BACHMAN, G. O.—ZELLER, H. D. (1954): Uranium-bearing lignite and its relation to the White River and Arikaree formations in Northwestern South Dakota and adjacent states — *U.S. Geol. Survey TEF—467*.
- DENSON, N. M.—GILL, J. R. (1956): Uranium bearing lignite and its relation to volcanic tuffs in Eastern Montana and North and South Dakota — *Geol. Survey Prof. Paper* 300. pp. 413—418.
- DELL, M.—ANNELL, C. S. (1956): The occurrence of minor elements in ash of low-rank Coal from Texas, Colorado, North Dakota and South Dakota — *U.S. Geol. Survey Bull.* 1036-H. pp. 155—172.
- FÖLDPÁRI A. (1952): Radioaktív anyagok geokémiája a Mecsek hegységben — *M.T.A. Műsz. Oszt. Közl.* Vol. 3. pp. 11—24.
- FYFE, W. S. (1979): The Geochemical Cycle of Uranium — *Phil. Trans. R. Soc. A* 291. pp. 443—445.
- GOLDSCHMIDT, V. A. (1935): Rare elements in coals ashes — *Ind. and Eng. Chemistry*. Vol. 27. pp. 1100—1102.
- GOODMAN, C. (1942): Geological application of nuclear physics — *Journ. Appl. Physics* 13. pp. 276—289.
- GOTT, G. B.—WYANT, D. G.—BERONI, E. P. (1952): Uranium in Black Shales, Lignites and Limestones in the United States, in Selected Papers on Uranium Deposits in the United States — *U.S. Geol. Survey Circular* 220.
- GRUNER, J. W. (1950): Concentration of Uranium by Carbon Compounds — *Econ. Geol.* Vol. 51. No 3.
- GÜTTAG, N. S.—GRIMALDI, F. S. (1954): Fluorometric determination of uranium in shales, lignites etc. — *U.S. Geol. Survey* 1006. pp. 111—119.
- HOFFMAN, J. (1941): Experimental Determination of Uranium in Living Fresh Water Algae — *Naturwiss.* (Berlin) Vol. 29. pp. 403—404.
- JURAIN, M. G. (1955): Radioaktivité anormale dans le trias supérieur des Vosges — *C.R. des Séances de l'Acad. des Sci.*
- KERR, F. F.—DANA, R. K. (1956): Urano-organicores of the San Rafael Swell, Utah — *Econ. Geol.* Vol. 51. No 4.
- KING, J. W.—YOUNG, H. B. (1956): High-grade uraniumiferous lignites in Harding County, South Dakota — *Geol. Survey Prof. Paper* 300. pp. 419—431.
- KISS J. (1963): Az uránminőség hidrotérmális feltételű és a szurokőzogenézis — *Földt. Közl.* Vol. XCIII. pp. 74—81.
- LANGMUIR, D. (1975): Uranium solution mineral equilibria at low temperatures with applications to sedimentary ore deposits — *Geochim. et Cosmochim. Acta* 42. pp. 547—563.
- DE MACKEN, I. (1952): Contribution à l'étude de la radioactivité des argiles belges — *Bull. de la Soc. Belge de Géol.* Vol. I.XI. fasc. 2.
- MASON, B. (1952): Principles of Geochemistry. New York.
- MAJURSKY, H. (1954): Trace elements in Coal in the Red Desert, Wyoming. — *Geol. Survey Prof. Paper* 300. pp. 439—444.
- MÉHES K. (1937): Radiogeológia és radiometria — *M. Áll. Földt. Int. alkalmi kiadványa*, Budapest
- MÉHES K. (1968): Az urán és a szerves anyagok geokémiai kapcsolata — *Földtani Kutatás*, Vol. XI. fasc. 1. pp. 12—17.
- MILLER, E. L.—GILL, J. R. (1954): Uranium in Dakota Lignites — *Scientific American* Vol. 191. No 4.
- MOORE, G. W. (1954): Extraction of Uranium from aqueous solution by coal and some other materials — *Econ. Geol.* Vol. 49. pp. 852—858.
- MOORE, G. W.—MELIN, R. E.—DEFFERLE, R. C. (1954): Uranium-bearing lignite in Southwestern North Dakota — *U.S. Geol. Survey TEF* 463.
- PATTERSON, E. D. (1955): Radioactivity of Part of the Bituminous Coal Region of Pennsylvania — *U.S. Geol. Survey Trace Elements Investigations* Rp. 479.
- PIPRINGOS, G. N. (1956): Uranium-bearing coal in the central part of Great Divide Basin Sweetwater County, Wyoming. — *Geol. Survey Prof. Paper* 300. pp. 433—438.
- SCHERWITZKY F.—GRABBER W. (1951): Über Uran anreichende Warzen u. Knöpfchensinter an österreichischen Thermen insbes. in Gwstein — *Österreich. Mitt. Gesellsch.* Vol. 112. pp. 18—38.
- SCHOFF, J. N.—GRAY, R. J. (1954): Microscopic Studies of Uraniferous Coal Deposits — *U.S. Geol. Survey Circular* 343.
- SZALAY S. (1954): The Enrichment of Uranium in Some Brown Coals in Hungary — *Acta Geol. Acad. Hung.* Vol. 2. pp. 229—311.
- SZABECZKY-KARDOSS E. (1952): Szénkőzettan — *Akad. Kiadó*, Budapest
- SZABECZKY-KARDOSS E. (1955): Geokémia. *Akad. Kiadó*, Budapest
- VINE, J. D. (1953): Uranium-bearing coal in the United States — *Geol. Survey Prof. Paper* 300 pp. 405—411.
- VIRÁG K.—VINOZS J. (1937): A mácaoki uránérc lelőhely képződésének sajátosságai — *Földtani Közöny.* Vol. XCVII. pp. 39—59.

A kézirat beérkezett: 1983. II.

Genetic types of uraniumiferous coals

Dr. K. Méhes

In addition to the genetic types known from the literature, the author calls attention to a new type. This is the Sikvölgyfő deposit (Tatabánya coal basin, Hungary) in which the uranium deriving from hot springs welling up along faults was concentrated in a swamp vegetation, mainly in algae. In addition, some uranium was brought in by the argillaceous components as well. The two components, the organic and the anorganic one, resulted in enrichments of commercial value in coal seams formed in deep swamp environments.

Manuscript received: Febr. 1983.