

Földtani Kutatás

1974. XVII. évfolyam 1—2. szám

Felelős szerkesztő:
DR. FÜLÖP JÓZSEF

A szerkesztő bizottság:

DR. ALFÖLDI LÁSZLÓ, DR. ADÁM
OSZKAR, DR. BARNABÁS KÁLMÁN,
DR. DANK VIKTOR, DR. JANTSKY
BÉLA, DR. JUHÁSZ JÓZSEF, DR. KAS-
SAI FERENC, MORVAI GUSZTÁV, DR.
NEMECZ ERNŐ, DR. VARJÚ GYULA,
DR. VITÁLIS SANDOR

Szerkesztő:

LUKÁCS JENŐ

*

Szerkesztőség:

Budapest, I., Iskola u. 13., III. 311.
Telefon: 359-508

*

Felelős kiadó:

Központi Földtani Hivatal

*

A Földtani Kutatás megjelenik évente
négy alkalommal
Egy-egy lap ára 5,- Ft
Előfizetés és terjesztési ügyben
felvilágosítást a Magyarhoni
Földtani Társulat
(Bp., VI., Anker köz 1.) ad
Telefon: 229-870

TARTALOMJEGYZÉK

Dr. Varju Gyula: A Központi Földtani Hivatal technológiai kutatásainak célkitűzései és az eddigi munka ismertetése.	1
Varga Imréné: Nyomelem-mútrágyák előállítására alkalmas kőzetek kutatása.	6
Dr. Albert János—Dr. Bálint Pál: Hazai téglagyagok vizsgálatának eredményei.	13
Dr. Varju Gyula: Alunitkutatás és termelés lehetősége Magyarországon.	21
Szücs Zoltán—Dr. Takács Pál: Laboratóriumi kutatások a tokajhegységi alunitos kőzet feldolgozására szilikátipari alapanyaggá.	29
Dr. Kakassy Gyuláné—Pallós Imréné—Ádám László: Magyarországi clinoptilolitos kőzetek vizsgálata folyékony rádióaktív hulladék megkötése szempontjából.	33
Dr. Barna János: Fehérbentonit-töltőanyag előállítása a golopi bentonitból.	38
Dr. Varju Gyula: A golopi és mád-dancka bentonitelőfordulások földtani viszonyai. A Tokaji-hegység felső in situ bentonitszintjei.	42
Kovács Zoltán: A tokajhegységi bentonit és illit értékelése pelletezés szempontjából.	50
Dr. Barna János: Szerves anyagásványok a magyar kőszekenben.	55
Dr. Nemezc Ernő—Elek Sarolta—Dr. Varju Gyula: Hazai természetes nyersanyagokra alapozható zeolit előállítás.	61
Dr. Kubovics Imre: A hazai neutrális bázisos és üledékes kőzetek petrurgiai vizsgálata.	70
Korbuly Judit—Dr. Takács Pál: Humuszpótló bioaktív anyag előállítása salétromsavas feltárással tőzezből és barnaszén-féleségekből.	77
Kiss Lajos: Tokajhegységi meddő kőzetek és kőzetalkotók felhasználási lehetőségének kutatása.	83
Horváth Albert—Dr. Takács Pál: A sárvár-rábasömjéni termásvíz ásványalkotóinak komplex hasznosítása.	91
Dr. Erdélyi János: Magyarországi serpentinek mineralógiai vizsgálata. Szerkesztői közlemény.	97

CONTENTS

Dr. Varju, Gy.: Aims of technological researches of the Central Geological Office and representation of activity until now.	1
Varga, I.: Prospecting of rocks ables production of trace element fertilizers.	6
Dr. Albert, J.—Dr. Bálint, P.: Results of examination of domestic brick-clays.	13
Dr. Varju, Gy.: Possibility of alunite prospecting and exploitation in Hungary.	21
Szücs, Z.—Dr. Takács, P.: Laboratory researches for processing of alunitic rocks of Tokaj mountains for base material of the silicate industry.	29
Dr. Kakassy, Gy.—Pallós, I.—Ádám, L.: Examination of hungarian clinoptilolitic rocks from the point of view of binding of liquid radioactive residues.	33
Dr. Barna, J.: Production of white bentonitic filling material from the bentonite of Golop.	38
Dr. Varju, Gy.: Geological conditions of bentonite occurrences of Golop and Mád-Dancka. Upper „in situ” layers of bentonite in the Tokaj mountains.	42
Kovács, Z.: Evaluation of bentonite and illite from the Tokaj mountains from the point of view of pelletisation.	50
Dr. Barna, J.: Organic clay minerals in the hungarian coals.	55
Dr. Nemezc, E.—Dr. Elek, S.—Dr. Varju, Gy.: Possibility of zeolite production on the base of domestic natural raw materials.	61
Dr. Kubovics, I.: Petrurgical examination of domestic neutral basic and sedimentary rocks.	70
Korbuly, J.—Dr. Takács, P.: Production of humus-substitutive bioactive material with nitric exploration from peat and sorts of brown coal.	77
Kiss, L.: Examination of possibilities of utilization of dead rocks and rock-forming minerals from Tokaj mountains.	83
Horváth, A.—Dr. Takács, P.: Complex utilization of mineral-components of the thermal water from Sárvár-Rábasömjén.	91
Dr. Erdélyi, J.: Mineralogical investigation of the hungarian serpentines. Editorial news.	97

INHALT

Dr. Varju, Gy.: Zielsetzungen der technologischen Untersuchungen im Zentralamt für Geologie und Darlegung der bisherigen Arbeit.	1
Varga, I.: Erkundung von Gesteinen zur Herstellung von Spurelement-Kundünger.	6
Dr. Albert, J.—Dr. Bálint, P.: Ergebnisse der Untersuchung von inländischen Ziegellehmen.	13
Dr. Varju, Gy.: Möglichkeit der Alunitforschung und Gewinnung in Ungarn.	21
Szücs, Z.—Dr. Takács, P.: Laboruntersuchungen zwecks Verarbeitung von Alunitgestein aus dem Tokaj-Gebirge zu Grundstoff der Silikatin-dustrie.	29
Dr. Kakassy, Gy.—Pallós, I.—Ádám, L.: Untersuchung von ungarischen Klinoptilolitgesteinen zwecks Bindung von flüssigen radioaktiven Abfällen.	33
Dr. Barna, J.: Herstellung von weissem Bentonit-Füllstoff aus dem Bentonit von Golop.	38
Dr. Varju, Gy.: Geologische Verhältnisse der Bentonitvorkommen von Golop und Mád-Dancka. Die oberen „in situ” Bentonitschichten des Tokaj-Gebirges.	42
Kovács, Z.: Auswertung des Bentonits und Illits aus dem Tokaj-Gebirge zwecks Pelletisieren.	50
Dr. Barna, J.: Organische Tonminerale in den ungarischen Steinkohlen.	55
Dr. Nemezc, E.—Dr. Elek, S.—Dr. Varju, Gy.: Zeolithherstellungsmöglichkeit auf Grund von inländischen natürlichen Rohstoffen.	61
Dr. Kubovics, I.: Petrurgische Untersuchung der inländischen neutralen basischen und sedimentären Gesteine.	70
Korbuly, J.—Dr. Takács, P.: Herstellung von humusersetzendem bioaktiven Material mit Salpetersäureerkundung aus Torf und Braunkohlenarten.	77
Kiss, L.: Erforschung der Verwendungsmöglichkeiten von taubem Gestein und Gesteinsbildner aus dem Tokaj-Gebirge.	83
Horváth, A.—Dr. Takács, P.: Komplexe Nutzung der mineralen Bestandteile des Thermalwassers von Sárvár-Rábasömjén.	91
Dr. Erdélyi, J.: Mineralogische Untersuchung von ungarischen Serpentin.	97
Mitteilung der Redaktion.	101

A Központi Földtani Hivatal technológiai kutatásainak célkitűzései és az eddigi munka ismertetése

Irta: Dr. Varju Gyula

Modern életünk gyakorlati feladatainak megoldásai sokszor kívánnak olyan ismereteket, melyek több tudomány területéről származnak. A tudományok egymással, de különösen határterületeik bonyolult kölcsönhatásban vannak. Az interdiszciplinális témák jelentősége, s ezek műveléséhez fűződő érdekek ma már nyilvánvaló tények.

Fokozott mértékben érvényesek ezek a megállapítások a bonyolult témákkal foglalkozó alkalmazott földtanra s ezen belül az ásványi nyersanyagok kutatására.

Az ásvány és a kőzet azáltal lesz ásványi nyersanyag, hogy megismertük bizonyos emberi szükséglet kielégítése szempontjából fontos, kedvező tulajdonságait.

Ezek a tulajdonságok az ásványi nyersanyagokban a genetikára, illetve annak speciális adottságaira visszavezethető diszpozícióként léteznek. Meghatározói a felhasználás műszaki lehetőségeinek, a termék minőségének és a gazdaságosságának is.

Az alkalmazott földtani tevékenység emberi szükségletek kielégítését szolgálja, tehát gazdasági tevékenység. Ebből következik, hogy a célkitűzések eléréséhez, a feladatok megoldásához csak úgy juthatunk, ha természetes oldal mellett az érték (gazdasági) oldalt is figyelembe vesszük, s ha vizsgálatainkat, kutatásainkat ezek kölcsönhatásában is végezzük.

Az ásványi nyersanyag-kutatásban érvényesíteni kell a komplexitást. Ez vonatkozik a vizsgálatokra éppúgy, mint a felhasználásra.

Csak a komplex, a jól átgondolt, s minden igényt kielégítő anyagvizsgálat juttathat olyan információ birtokába, mely lehetővé teszi adott ásványi nyersanyagok legnagyobb nyereségtermet biztosító, a legnagyobb népgazdasági értéket realizáló felhasználását.

Ezen meggyőződés alapján a Központi Földtani Hivatal folyamatosan kidolgoztatja ásványi nyersanyagaink komplex anyagvizsgálati rendjét. Ebben központi feladatnak tekintjük az új típusok komplex vizsgálatát.

A típusvizsgálatokhoz szervesen kapcsolódik az ásványi nyersanyagok (főleg az új nyersanyagfélések) hasznosítás szempontjából fontos (kedvező vagy kedvezőtlen) tulajdonságainak felderítése.

Ennél a munkánál alapvető elvként tartjuk szem előtt a genetika és a technológia egységét. Azt, hogy a genetika és a technológia olyan természettudományi egységet képvisel, mely a genetikai és a technológiai kutatás során állandó kölcsönhatásban van, a későbbi adatokat, állásfoglalásokat egységes modellben illeszti egymáshoz, visszakapcsolásokkal ellenőrzi az újabb eredményeket.

Ez a kutatási stílus olyan előnyökkel is jár, hogy a technológiai problémák megoldásainak lehetőségeire sokszor hívja fel a figyelmet az ásványi nyersanyag keletkezési folyamatát és körülményeit jól ismerő geológus; a geológiai

problémák megoldásához pedig számos alkalmalmonal döntő módon járulnak a technológiai kutatás és gyakorlat adatai, megfigyelései, valamint eredményei. A technológia így a geológia kiterjed, olcsó és eredményes kísérleti módszerévé is válhat.

Ásványi nyersanyag-kutatásunk, mindenekelőtt a nemfémek ásványi nyersanyagok és az építőanyagok ásványi nyersanyagainál — sok nehézséget okozó gyakorlat az analógiás minősítés, értékelés. Az ásványi nyersanyag-igényt támasztó ipar általában úgy járt el, hogy a külföldi technológiák ásványi nyersanyagaira megadott jellemzők szerinti minőségi kondíciókat jelentette be a hazai ásványi nyersanyag-kutatásánál is. Mivel Magyarország földtani adottsága sajátságos, ezért az esetek zömében meghiúsultak törekvéseink a szükségletek hazai forrásból történő kielégítésére. A hazánkban található ásványok és kőzetek hasznosítás szempontjából fontos tulajdonságainak vizsgálata során viszont kitűnt, hogy a külföldihez hasonló vagy sokszor egészen más kőzet nemcsak, hogy rendelkezett a kívánt tulajdonságokkal, hanem a külföldi anyag minőségi értékeit jóval túl is szárnyalta. Ezekkel a hazai anyagokkal a helyettesítésen túlmenően egyéb problémák voltak megoldhatók, sőt számottevő minőségi javítás is elérhető volt.

Felismerésünk elvezetett bennünket az ún. szintetikus ásványi nyersanyaghoz, melyhez úgy jutunk, hogy bizonyos, a felhasználás tekintetében legkedvezőbb tulajdonságokkal rendelkező ásványokat és kőzeteket összekeverjük. Mesterségesen készítünk ásványi nyersanyagokat.

Sokszor találjuk magunkat olyan helyzetben, hogy ásványokból, kőzetekből ásványi nyersanyagokat kell csinálni. Ez egyrészt a hasznosítható tulajdonságok megismerésével történik a komplex anyagvizsgálatok útján, másrészt a dúsítási, nemesítési lehetőség felderítésével valószínűsíthető meg. A dúsítási és nemesítési eljárások mindig nagyobb és nagyobb szerepet kapnak az ásványi nyersanyag-kutatások során is, mivel az ásványi nyersanyagok nagymértvű igénybevétele miatt az ásványvagyron rohamosan csökken, s ez kisebb koncentrációjú és gyengébb minőségű anyagok felhasználását kívánja. A dúsítási, nemesítési lehetőségek felderítése a földtani anyagvizsgálat szerves része kell, hogy legyen. Enélkül ugyanis nem dönthető el, hogy a szóbanlévő ásványok vagy kőzetek van-e gyakorlati jelentősége, egyáltalán ásványi nyersanyagoknak tekinthető-e; s nem lehet meghatározni annak gazdasági értékét, továbbá a részletező kutatások indokoltságát.

Kutatásaink vezérelve, hogy a genetika és a technológia szoros természettudományi egységet képvisel, nélkülözhetetlenné teszi a geológus és a technológus szoros együttműködését.

A genetika és a technológia szerves egységét kívánja az a tény is, hogy az ásványi nyers-

anyagok értékeit csak úgy lehet valósan, helyesen meghatározni, ha a genetika által létrehozott anyagok változásait végigkísérjük a technológiai folyamán. A genetikára s annak speciális adottságaira visszavezethető diszpozíciók, potenciális lehetőségek ismerete nélkül nem lehet az ásványi nyersanyagok teljes, vagy megközelítően teljes anyagi értékét megismerni és realizálni.

Ez elvileg helyes abban az esetben is, ha az ásványi nyersanyagok értékét bányatermék szinten állapítjuk meg. Az értékarányos árnak ugyanis figyelembe kell venni a technológiai feldolgozás során, sőt a fogyasztónál is jelentkező ásványi nyersanyag- vagy abból származó késztermék-tulajdonságokat.

Az ásványi nyersanyagok értékeinek megállapításánál nem kis jelentősége van a genetikára visszavezethető minőségi eltérésekben megnyilatkozó különböző értékeknek (járadéknak). Ezek realizálása csak ismeretükben lehetséges.

Az előzőekből következik, hogy a komplexitás a természetes és értékoldal egységére is kiterjed. Minden természetes ténynek megvan az értékvetülete. Kutatásainknál az értéktemákat hangsúlyozottan, mint kizáró feltételeket vizsgáljuk, hogy eldönthessük a kutatások folytatásának gazdasági indokoltságát. Különös körülménnyel kutatjuk a Magyarországon található ásványi nyersanyagok specifikus tulajdonságait, mert ezek nagy jelentőségűek az ásványi nyersanyag értékelése szempontjából.

A sajátosságos, a genetikára visszavezetett specifikus tulajdonságok értékesek piacszerzési és megtartási szempontból is. Mivel Magyarország ásványi nyersanyagainak nagy részét csak import útján tudja biztosítani, fokozott érdekünk fűződik ásványi nyersanyag exportunk növeléséhez. Az ilyen tulajdonságú ásványi nyersanyagok felfedezése lehetővé teszi ásványi nyersanyag külkereskedelmi mérlegünk javítását. Ezt elsődleges céljaink közé soroltuk.

A Központi Földtani Hivatal olyan technológiai kutatásokat tervez, finanszíroz és irányít, melyek

1. Felderítik a hazánkban található ásványok és kőzetek hasznosítás szempontjából fontos tulajdonságait, s minősítik azokat a felhasználási igények alapján.
2. Felderítik mesterséges ásványok és kőzetek előállításának lehetőségeit és feltételeit.
3. Kutatják a minőségi okok miatt nem műrevaló ásványi nyersanyagaink és bányászati meddőink dúsítási, nemesítési lehetőségeit, s keresik azok felhasználásait.
4. Vizsgálják egy-egy lelőhelyen előforduló ásványok és kőzetek, illetve ásványi nyersanyagok komplex felhasználásának lehetőségeit és módjait.
5. Kutatják, hogy földtani folyamatok analógiája vagy hasonlósága alapján miként lehet technológiai (dúsítási-nemesítési) feladatokat megoldani.
6. Megismerik az ásványi nyersanyagok felhasználása során keletkező meddők felhasználási lehetőségeit, hangsúlyozottan környezetvédelmi célok érdekében.

Mindezen tevékenységben alapvető szempont a gazdaságosság: a Magyarországon található ásványi nyersanyagok minél intenzívebb felhasználása, s ezzel a maximális nyereségtömeg biztosítása, a nemzeti jövedelem minél hathatósabb emelése érdekében.

A földtani kutatás keretében tervezett ún. technológiai kutatás célja nem üzemtechnológiai kidolgozása. Jellegét tekintve előkészítő kutatás. Egyrészt a földtani kutatások megalapozását, előkészítését szolgálja, másrészt a felkutatott ásványi nyersanyagok minél intenzívebb felhasználását, értékesítését segíti elő.

A genetika és a technológia egységében folyó kutatást, a földtan (geológia) és a technikai tudományok határterületének (interdiszciplinális) ismeretanyagát a bionika analógiája alapján talán geonikának nevezhetnénk el. A technológia elnevezés ugyanis félreérthető, nem fejezi ki pontosan a tevékenység témakörét.

A kutatások a KFH intézeteiben (Magyar Állami Földtani Intézetben, Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben), ásványi nyersanyagokat felhasználó tárcák és iparágak kutatóintézeteiben (Bányászati Kutató Intézetben, Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézetben, Építéstudományi Intézetben, Nehézvegyipari Kutató Intézetben, Fémipari Kutató Intézetben, Vasipari Kutató Intézetben, Tűzállóanyagipari Kutató Intézetben stb.), Magyar Tudományos Akadémia kutatóintézeteiben (Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézetben stb.), egyetemi tanszékeken (Veszprémi Vegyipari Egyetem Ásványtani Tanszékén, Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar, Kőzet- és Geokémiai Tanszékén és Ásványtani Tanszékén, Szegedi József Attila Tudományegyetem Kolloidkémiai Tanszékén, Budapesti Műszaki Egyetem Építőanyagok Tanszékén és Kémiai Technológiai Tanszékén stb.), valamint üzemi kutatólaboratóriumokban (Ózdi Kohászati Műveknél stb.) folynak.

A földtani kutatással kapcsolatos technológiai kutatásokra évenként jelenleg 4—5 millió forint költségkeret áll rendelkezésre.

Az 1967. évben megindult kutatómunka 1972. év végéig az alábbi témákban fejtett ki tevékenységet:

Köszén témában a technológiai kísérletek 1967. évben kezdődtek. Az első téma a borsodi szenek anhidrállás útján történő nemesítési lehetőségét kutatta. A kutatás költségeit részben a Központi Földtani Hivatal, részben pedig a Borsodi Szénbányászati Tröszt biztosította. Az anhidrállási kísérletek sikerrel fejeződtek be, s a kutatás eredményeit a szénbányászat már értékesebbé is. A kutatás kivitelezője a Bányászati Kutató Intézet volt.

A Bányászati Kutató Intézet 1968. évben elkészítette az észak-magyarországi barnaköszének nem energetikai célú felhasználási lehetőségeinek értékelése c. kutatási jelentést. Ez alapját képezi további kutatási témák tervezésének.

Vizsgáltuk (Bányászati Kutató Intézet) a borsodi szénféleségeket koksizolhatóság szempontjából, különös tekintettel az ércsugorító kokszigényének kielégítésére. Megállapítást nyert, hogy a borsodi szénféleségek mosott álla-

potban minden esetben, de egyes típusok mosás nélkül is alkalmasak háztartási és ércdarabosítási igények kielégítésére, dara- és diókoksz előállítására.

Köszenekből kénkinyerési lehetőségek felderítésére folyt kutatás. A hazai szenek kéntartalma zömmel organikus kénből áll. Piritkinyérés szempontjából egyedül a mecseki szén jöhet számításba, ennél azonban a szemcsék finomsága nehezíti a dúsítást. A szenekben lévő kén elsősorban, mint eröművi füstgáz hasznosítható. E kutatás hangsúlyozott feladata volt a nagy kéntartalmú dorog—lencsehegyi széntípusok vizsgálata. Ebben az össz-kéntartalom nagyobb hányada organikus kén. Kéndúsulás gravitációs úton nem következett be. A kutatás negatív eredményeként megállapítható, hogy a hazai szenek kéntartalmának égetés előtti dúsítással történő hasznosítását témánk közül kizárhatjuk. A kutatás a Bányászati Kutató Intézetben folyt.

A Bányászati Kutató Intézet kutatta a kis fűtőértékű (agyagos, palás) szenek kolloid módszerrel történő dúsítási lehetőségét is. A meddő egy része felületaktív szervesanyag adagolásával finom diszperzióba volt vihető, s ezzel a kőszenek hamutartalmát nagymértékben lehet csökkenteni.

Ez a kutatás egészen új eredményre jutott a szénmeddők anyagi összetételével kapcsolatban. Olyan szerves agyagásványokat ismert meg, melyek új felhasználásokat nyithatnak a hazai agyagásványok részére, s elválasztásukkal gyakorlati értékű széndúsulás következik be.

Bauxitdúsítási kísérleteket kezdeményeztünk 1968. évben a Bányászati Kutató Intézetben. Ennek során új elvek alapján próbáltuk rendkívül finom szemcsézetű bauxit ásványait szétválasztani. Megerősítést nyert az a genetikai vélemény, hogy bauxitjaink zömmel a peptizálható tartományba tartozó kolloid üledékek. A dúsítás egy — bár eléggé korlátozott nyersanyagtömegre kiterjedő — lehetőségét ismertük fel a göcosan koagulált típus esetében. Sikeres kísérletek folytak az eredeti granulometria megállapítására. Ez alapvető feltétele a további munkák sikerének.

A Veszprémi Vegyipari Egyetem Ásványtani Tanszékén 1969-től folytatott kísérletek kimutatták a mechanikai bauxitnemesítés elvi — jelenleg még korlátozott gyakorlati — lehetőségét. Megállapítást nyert, hogy a bauxit szemcséinek ásványtani feltárása olyan jelentős mértékben fokozható, hogy a kaolinit különválasztása mechanikai úton reális célul tűzhető ki. A Bayer-technológiával jelenleg fel nem dolgozható hatalmas bauxit-ásványvagyunk és a megismert lehetőségek indokolják a kutatás folytatását.

A Bányászati Kutató Intézetben felderítettük, hogy a tokajhegységi alunites kőzetek jó hatással dúsíthatók és értékes nyersanyagai több iparágnak (vegyipar, finomkerámia stb.). E témát a Nehézipari Minisztérium átvette, s további technológiai kísérleteket finanszírozott a Bányászati Kutató Intézetben. A kísérletek célja az alunitban lévő kén és kálium kinyerése, valamint speciális töltőanyagok előállítása. A nemesített termék iránt érdeklődik a

finomkerámia, a kálidús anyag iránt pedig a mezőgazdaság. A finomkerámiai és tűzállóanyagipari felhasználásra vonatkozó kísérletek eredményel folynak a Veszprémi Vegyipari Egyetemen és a Magnezitipari Művekben.

1967-ben a Tokaji-hegység területén nagy tömegben feltárt allevarditos anyagok további felhasználási lehetőségeit tűztük ki kutatási témául. Mindenek előtt termo- és elektrolitstabil fúróiszapokként való felhasználás lehetőségeit kutattuk, mivel ez a téma világjelentőségű és ilyen termék kitűnő exportcikk lenne. A kutatás eredményeként a Bányászati Kutató Intézet megállapította, hogy az allevarditos agyagok ilyen célra kiváló minőségű anyagot adnak. Javasolja, hogy további földtani kutatással nagyobb, + 60% allaverdit-tartalmú kőzetet tárjunk fel.

1967. évben a minél jobban növekvő ásványi töltőanyagszükséglet kielégítése és ezen a téren fennálló földtani lehetőségeink kihasználása céljából a Bányászati Kutató Intézetben kutatást kezdeményeztünk organifizált töltőanyagok előállítási lehetőségeinek felderítésére. Megvizsgálásra kerültek a Szerencsi-öböl szilikátos ásványi nyersanyagai. Megállapítást nyert, hogy nemcsak a hazai szükségletek kielégítésére alkalmas, hanem exportálásra is megfelelő ásványi alapanyagokkal rendelkezünk. Ezekből jelentős ásványvagyonok vehetők számításba. Új alapanyag előkészítéssel, valamint a teljesen új elveken nyugvó szódázással a piacokon uralkodó amerikai organofil—bentonit minőségét hazai alapanyagokon is el lehet érni, s hogy ez az előállítási mód igen jó gazdaságosságot kínál.

Több ízben merült fel exportérdeklődés fehér bentonit iránt. Nemesítési kísérletet végeztünk a Bányászati Kutató Intézetben, melynek eredményeként ismertté vált, hogy a nagy fehérségű golopi bentonitból mágneses szeparálással a szennyező biotit szemcséket el lehet távolítani. A kidolgozott eljárás más esetekben is alkalmazható.

Kísérletek folynak nem-műrevaló kerámiai nyersanyagkészletek és bányászati meddők nemesítésére. Ismeretessé vált, hogy a királyhegyi kaolindúsítmány meddőjét fel lehet használni kályhacsempe gyártásnál samott pótlására és a szaniter öntőmasszák komponenseként, továbbá könnyített félsavanyú tűzállótestek készítésére. Ezzel tovább javítható a tervezett kaolinszapoló gazdaságossága. Sikerral fejeződtek be a vasas allevarditípusok vastartalmának kívánt szintre való csökkentésére irányuló kísérletek is.

Vizsgáltuk a kerámiai ömlesztőanyagokként felhasználható hazai ásványokat és kőzeteket, főleg földpát helyettesítése céljából. A kutatás célja volt a Tokaji-hegységben előforduló nagyobb alkália- és kis Fe_2O_3 -tartalmú kőzetek kerámiai ömlesztőanyagként való felhasználása; feladata a kőzettípusaink komplex vizsgálata és értékelése. Beigazolódott, hogy a riolitból képződött ásványi nyersanyagok, valamint több riolitféleség olvadéka nagy viszkozitású és égetés alatt jó formaállékonytságot biztosít. A természetes üvegek több típusa ugyancsak jól felhasználható kerámiai ömlesztőanyagként. A kémiai összetétel mellett nagy jelentősége van az ásvány-

tani állapotnak. Erre vezethető vissza, hogy kisebb alkáliatartalmú kőzetek is jól használhatók. A riolitszármazékú ömlesztőanyagok használata kedvezően hat a porcelán szilárd-ságára. A kutatás a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézetben folyt.

Kutatásokat végzünk a hazai perlitvagyion nagyobb mérvű értékesítésének elősegítésére is. Új vizsgálati módszerek kidolgozására került sor a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézetben. Célunk kisebb hőmérsékleten duzzadó, kevésbé aprózódó, nagyobb szemű duzzasztott termékek előállítására alkalmas perlit-féleségek megismerése. Meghatározzuk a genetikára visszavezethető, valamint a technológiai eszközökkel alakítható közettulajdonságokat. Az 1973. évi munka nagy eredménye volt annak felismerése, hogy a Magyarországon hatalmas tömegben előforduló pumicit egyes féleségei hagyományos perlitduzzasztási és új eljárásokkal kiváló minőségű termékek előállítását teszik lehetővé.

Az Országos Ásványvagyion Bizottság határozata szerint a durvakerámia minőségi problémáinak megoldására és a fejlesztési célkitűzések megalapozása céljából a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet a működő bányák típusagyagjainak komplex vizsgálatát végezte. Célunk ezzel a munkával a minőségi kérdések megoldása és a nagyigényű durvakerámiai fejlesztési tervek megalapozása. A bányák típusagyagjainak feldolgozása csak az első lépés. A munkát kívánatos folytatni a felszíni agyaglelőhelyeken.

Feladatunknak tekintjük a hazai keramzit-agyag-előfordulások típusagyagjainak felkutatását, komplex vizsgálatát és minősítését. A kutatás eredményeként igen jó minőségű keramzitagyag-lelőhelyek váltak ismertté. Megoldható a pécsi — rossz minőségű agyagra telepített — gyár akutt nyersanyagproblémája. Pécs közelében ugyanis jó minőségű keramzitagyag-lelőhelyeket sikerült felfedezni. Budapest környékén, a Balaton mellett, Szeged térségében és a Duna—Tisza köz déli részén — hol felszíni előfordulásban falazóanyagok gyártására alkalmas téglagyag nem fordul elő — jó minőségű keramzitagyag-lelőhelyeket ismertünk meg.

Új finomkerámiai nyersanyagok dúsítása c. témában a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet minősítő vizsgálatokat, a Bányászati Kutató Intézet pedig dúsítási kísérleteket végez új nyersanyagok számító kőzettel, 60—70% kristobalitet és montmorillonitet tartalmazó metavulkanittal, kristobalitet-porcelán (új típusú műszaki porcelán) előállítására céljából.

Minősítő vizsgálatok folynak a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézetben csempegyártásra alkalmasnak vélt új hazai anyagokkal.

Szilikátok vastalanítási kísérletei folynak a Bányászati Kutató Intézetben. Klórozással történő vastalanítás is szerepel a programban, mely igen jó hatásfokot jelzett a laboratóriumi kísérletek során. Célul tűztük ki annak megállapítását, hogy a klórozás megváltoztatja-e az agyagok kerámiai tulajdonságait.

A zeolitok ipari felhasználása az utóbbi években erősen megnőtt. Fokozódott a mesterséges zeolitok iránti kereslet is. Kísérleteket

végeztünk a Veszprémi Vegyipari Egyetem Ásványtani Tanszékén mesterséges zeolitok előállítására hazai kőzetekből. Megállapítást nyert, hogy a jól kristályosodott tokajhegységi kaolin kitűnő alapanyagul szolgál Linde A típusú zeolit előállítására.

Kísérletek folynak a Bányászati Kutató Intézetben továbbá a magyarországi zeolitok és bentonitok radioaktív hulladék adszorpciós kapacitásának meghatározására. Kitűnt, hogy a klinoptilolitos tufák a radioaktív szennyezés nagy részét, egyes típusok 90—94%-át képesek megkötni. A subai bentonitos—zeolitos tufa, valamint a mádi öntödei bentonit — melyből hatalmas ásványvagyion áll rendelkezésre — bizonyult a legjobbnak.

A hazai bentonit-ásványvagyion jobb kihasználása céljából kutatás folyt a magyarországi bentonittípusok ércpelletezésre történő felhasználására, ill a hazai anyagok minőségére. Ismeretessé vált, hogy egyes tokajhegységi bentonitféleség (Mád—herceggövesi természetes bentonit) 10% adagolás esetében már igen jó pelletező elegyet ad. Ebből a bentonitféleségből nagy ásványvagyionnal rendelkezünk, mely jelenleg csak csekély mértékben kerül értékesítésre.

Az építőanyagok területén 1968-ban indítottuk az első technológiai kutatást. A Nógrádi Szénbányászati Tröszt segítséget kért tőlünk a Gyula II. Szénosztályozó hasznosítása terén kifejtett tevékenységében. Itt ugyanis a szénterelés megszűnt, s az osztályozó épületeit tufablokk gyártására kívánták igénybe venni. Az üzem mellett lévő miocén tufát vizsgáltattuk az Építéstudományi Intézetben, hogy az tufablokk gyártására alkalmas-e. A kísérlet megállapította, hogy hagyományos tufablokk gyártására az ott előforduló nyersanyag nem megfelelő. A kutatás jelentését az érdekelt vállalatnak megküldtük.

Mesterséges díszítő előállítására vonatkozó kísérleteket finanszíroztunk 1968-ban az ÉVM Kőfaragó és Épületszobrászati Vállalat kérésére. E kísérletek célja külső épületburkolásra alkalmas mesterséges kőzetek előállítása hazai magmás és üledékes kőzetekből. A kísérletek az ELTE Közöttani Geokémiai Tanszékén folynak. Előbb a szarvaskői diabáz és a miocén tufák olvasztásos és rekrisztalizációs vizsgálatára került sor. Ezek a kísérletek, túlmenően a fent megjelölt célon, a magyarországi petrográfiai kutatás rendszeres mineralógiai megalapozását is szolgálják. Az elvégzett kutatás értékes tudományos megállapításokra vezetett. 1969-ben bázikus és savanyú magmás kőzetek rekrisztalizációs kutatása folyt. A szarvaskői diabáz gyors átkristályosításával dekoratív hatású, nagyszilárdságú, sav- és lúgálló mikro, valamint makro (3—4 mm kristályokból álló) műkövek állíthatók elő. A kutatás 1970-ben bazaltokkal folytatódott. Ez után megkezdődött a hazai kőzetek rekrisztalizációja útján szálas ásványok előállításának kutatása.

A magyarországi szerpentinek komplex mineralógiai vizsgálata a szerpentinekhez kötődő ásványnyersanyag-kutatás előkészítését célozza. Megállapítást nyert, hogy a perkupai szerpentinek a mélyben képződtek, s a sodiapi-

rekhez hasonlóan préselődtek ki. Eszerint a mélyben nagyobb szerpentin tömegeknek kell lenni. A helesfai s még inkább a gyódi szerpentinekben nagy számban előforduló kontakt ásványok arra utalnak, hogy a szerpentin és a mellékkőzet határán kontakt ércesedés lehet.

Az agrogeológiai kutatási programunk keretében a Bányászati Kutató Intézettel kísérleteket végeztettünk lignitek aktiválására. Újabbban a természetes fossziliák szervesanyagpótló és talajjavító hatásának fokozására külföldön a kőzeteket nem eredeti formájukban, hanem részben feltárva és hatóanyagaikban — humátokban, nitrogénben, nyomelemekben — dúsítva használják fel. Ilyen termék pl. a Japánban gyártott Azumin műkomposzt, melyet lignitből és szerpentinből salétromsavas kezeléssel állítanak elő. Az így kapott ammonizált kőzetek (lignitek) nitrogéntartalma is nagyobb (8—12⁰/₀), bár a nitrogéntartalmat részben a tárolás közben leadják. A többféle lehetőségek közötti választás s javított eljárás kidolgozását célozta a Bányászati Kutató Intézetben folyt munka. A kísérletek folytatását és további finanszírozását a Péti Nitrogénművek vette át. A félézem szerelését 1973. év második felében megkezdték.

Az MTA Talajtani és Agrokémiái Kutató Intézetében vizsgáltattuk a szikesek és a savanyú talajok megjavítására alkalmas kőzeteinket. Jelenleg vizsgálatok folynak a homoktalajok megjavítására felhasználható agyagjaink és zeolitjaink minősítésére. E kutatás az anyakőzetet jelentő földtani képződmény és a talaj genetikai kapcsolatait is hivatott felderíteni.

Vizsgáltattuk a Bányászati Kutató Intézettel a Magyarországon előforduló s mezőgazdasági szempontból értékes nyomelemeket tartalmazó kőzeteket és ipari hulladékokat. A kutatás arra a következtetésre jutott, hogy a kőzetekben levő nyomelemeknek gyakorlati értékük mezőgazdasági szempontból nincs.

1971. évben a Veszprémi Nehézvegyipari Kutató Intézetben megkezdtük a növényvédőszer-vivőanyag céljára alkalmas hazai ásványok és kőzetek vizsgálatát. Különösen a jó diszperzítási és stabil diszperziót adó szilikátjaink ígérnek jó megoldásokat.

Kísérleteket folytattunk a Bányászati Kutató Intézetben kis színes- és ritkafém-tartalmú ércék dúsítása érdekében klórozó hőkezeléssel. A színesfémkinyerés határfoka 83—98⁰/₀ között volt a gyöngyösoroszi színesfémércnél. A szarvaskői wehrlitekből illósítás alatt a vasnak 10—78⁰/₀-a, a titánnak 24⁰/₀-a, a vanádiumnak pedig 47⁰/₀-a távozott el. A redukív körülmények biztosítása céljából bitumennel briketezett minták klórozását is elvégezték. Az űrküti karbonátos mangánérc optimális illósodása vasra és mangánra 94⁰/₀-os volt. Egyéb ritkafém-tartalom is jelentősen, 40—70⁰/₀-ban csökken a klórozási maradékban.

A Fémipari Kutató Intézet megbízásunkra foglalkozott a magyarországi piritek komplex feldolgozásával. Ennek során tökéletesítették az FeS₂ elbontására szolgáló autokláv belső szerkezetét. Megvizsgálták az oxidáció utáni zagy feldolgozásának lehetőségeit. A zagy kénsavas kezelésével SO₂ jelenlétében a réz 80⁰/₀-a és a

cink 40⁰/₀-a jut oldatba. A további műveletek során az egyéb értékes fémekkel együtt a szulfidcsapadékba kerülnek. Megoldották a kénoldószerke extrakciós kinyerését. Kb. 60⁰/₀ vasat tartalmazó vasoxid-koncentrátumot állítottak elő. A pirit hőbontására új típusú folyamatosan működő forgódobos kemencét szerkesztettek. Kiegészítő kísérleteket végeztek a pirit közvetlen ferrikloridos lúgzására. Tájékoztató jelleggel megvizsgálták az autoklávos oxidációs eljárás lehetőségeit a hazai piritek feldolgozására.

Laboratóriumi kísérleteket folytattunk a Bányászati Kutató Intézetben a sárvár—rábacsömlyéni termásvíz ásványi alkotóinak komplex hasznosítására. E kutatás foglalkozott a szoda-eltávolítás lehetőségével. Kidolgoztuk a komplex hasznosítás technológiai sémáját. A nyers só 12—13⁰/₀-os szennyezését lényeges nátrium-klorid-vesztés nélkül lehet eltávolítani. A konyhasókinyerés nagyüzemi határfoka 80—85⁰/₀. Megállapítást nyert, hogy a sótermelés többlet árbevétele s a melléktermék-értékesítés kompenzálja a komplex technológia költség-többletét. A kutatás eredményeiről a Nehézipari Minisztérium Műszaki Fejlesztési Főosztályát és a Sárvári Tanács Végrehajtó Bizottságát tájékoztattuk.

A kutatások eredményét a Központi Földtani Hivatal publikációkban — Földtani Kutatásban, bányászati és technológiai szaklapokban, valamint nagyobb jelentősebb témákat monográfiák formájában — teszi közzé. A Földtani Kutatás külön számokat szentel e témának. A Hivatal Gazdaságföldtani Osztálya minden felmerülő kérdésben készséggel áll az érdeklődők rendelkezésére.

Dr. Варю Дьюла:

ЦЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РАМКАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И ИНФОРМАЦИЯ О ПРОВЕДЕННЫХ РАБОТАХ

Центральное геологическое управление, начиная с 1967 года проводит планирование, финансирование и руководство технологических исследований, целью которых является подготовка, обоснование геологоразведочных работ и более эффективное использование, реализация выявленных минеральных ресурсов.

В настоящей статье излагаются концепции, принципы и важнейшие темы этой деятельности. Дается информация о ходе этих работ, а также о результатах исследований, проведенных до конца 1972 года.

Эта деятельность проводится в строгом единстве и при соблюдении взаимного влияния генетики и технологии. В ходе этой деятельности выявляются специфические особенности отдельных видов минерального сырья, изучаются возможности комплексного использования минерального сырья.

Nyomelem-műtrágyák előállítására alkalmas kőzetek kutatása

Írta: Varga Imréné

Világszerte felmerülő probléma a nyom-elemes műtrágyázás, vagyis a különböző nyom-elemek bejuttatása a talajba, amióta az istálló-trágyáról az intenzív műtrágyázásra áll rá a mezőgazdaság.

A szerves trágyában ugyanis a növény éle-téhez szükséges makro- és mikroelemek egy-aránt megtalálhatók, a műtrágyára való átállás, a fokozottabb NPK- (nitrogén, foszfor, kálium) adagolás azonban megbontja az egyensúlyt és a mikroelemek arányának csökkenése a növény-ben hiánybetegséget okoz. Ez csak a hiányzó elem pótlásával szüntethető meg.

Nálunk Magyarországon tulajdonképpen még nem egészen időszerű a nyomelempótlás kérdése, mert a szántóföldeken még nem olyan intenzív a műtrágya-felhasználás. Tervezik azonban a nagy hatóanyag-tartalmú nagy adagú műtrágyázás bevezetését. Ennek következtében előbb-utóbb be fog következni a talajban az elemek közti egyensúly felbomlása és fellép majd a mikroelemhiány. Egyes talajtípusoknál azonban a műtrágyázástól függetlenül már eleve is hiány van a növényeknek szükséges ele-mekből.

A mikroelemes műtrágyázás jelentőségét növeli még, hogy optimális mikroelem-adagolás hatására terméshozadék is érhető el.

A kérdés aktuálissá válása miatt foglalkoz-tunk annak tisztázásával, hogy milyen nyom-elemtartalmú nyersanyagra van szüksége a mezőgazdaságnak, illetve az azt kiszolgáló mű-trágyagyártásnak. E cél szempontjából vizsgáltuk és értékeltük a mezőgazdaság számára érté-kes nyomelemeket tartalmazó hazai kőzeteket.

Legelőször is tisztáznunk kell azt, hogy a mezőgazdaságban a nyomelemek sorába zömmel nem a kémiában, geológiában nyomelemként számontartott elemek tartoznak. A növény a huminsavon és a 3 makroelemen, N-, P-, K-n, valamint a félmikroelemként emlegetett Mg-on és S-n kívül még egy sor elemet szív fel a ta-lajból. Ezeket a talajban és növényekben meg-található egyéb elemeket a mezőgazdaságban nyomelemnek, más néven mikroelemnek neve-zik. Természetesen nem mindre van szüksége a növénynek, mert egyesek hatása kedvező, másoké azonban káros.

Mezőgazdasági kutatóintézeteink kutatáso-kat folytatnak ezeknek az elemeknek kedvező vagy káros hatásáról a növények fejlődésére, vizsgálják a különböző mikroelemek egymásra-hatását, a kedvező hatást előidéző adagolások optimális mértékét, természeti kísérleteket vé-geznek a kérdések eldöntésére, megállapítják az ország talajféleségeinek mikroelem-tartalmát, az esetleges hiányokat, melyeket pótolni kellene és az esetleges további adagolást a növekedés, terméshozadék elősegítésére.

A nyomelemek növényekre gyakorolt hatása

Mint már említettük, a nyomelemek egy része a növények számára nélkülözhetetlen tápanyag, de nélkülözhetetlenek az ember és állat egészséges életéhez is, ezért szükséges a pótlásuk ott, ahol a talajban hiányuk mu-tatkozik.

A növények számára fontos félmikroele-mek a Mg és S, a legfontosabbnak tartott nyomelemek pedig a B, Zn, Mn, Fe, Cu, Mo és Co. A Co inkább a legelő állatok szempontjá-ból lényeges. Az eddig felsorolt mikroelemek azok, amelyekről általánosan elismert, hogy nélkülözhetetlenek és hiány esetén pótolni kell azokat. Ezeket kivül azonban még sok elem játszik szerepet a növények életében, pl. a Ca, Cl, egyes növényekben a Na, Cr, V, Al, Si is. De ezeket nem szükséges adagolni, sőt a Cl-ból ha sok van, problémát okoz. Egyes nyomelemek szerepe vitatott, a J, B, Ti, V, Ag, W, Se, Li esetében eltérők a vélemények, utóbbi elemek hasznos voltát illetően, valószínűleg az alacsony mérgezési küszöbérték miatt, melyről a későb-biek során még szólunk.

Vannak azonban kifejezetten mérgező ele-mek is (pl. Pb, Fe, Ba). A Pb főként emberre, állatra mérgező. A Cr, Ni, Sr, Cs sem kedvez-zőek, bár voltak sikeres kísérletek Cs-mal, Sr-mal, valamint Cd-mal is. A Cs, F, Sr, Rb radio-aktív izotópja miatt mérgező, nem is annyira a növényekre, mint az állatokra, emberekre nézve. Na-ból bizonyos mennyiség szükséges a növénynek, nagyobb mennyiség azonban fő-ként a talaj szempontjából káros, szikesítő hatású.

Mint már említettük, bizonyos határérték felett a hasznos elemek is mérgezőkké válhat-nak, pl. a láptalajokban előforduló magasabb Mo-tartalom mérgező az élőlényekre.

Újabban megkezdődtek a kutatások az ún. ultramikroelemek vonatkozásában is: Ra, U, Th, Ac, Y, Ce, Ps, Nd-mal. Ezek vizsgálata nehéz, mert a talajban és a növényekben is a kémiai kimutathatóság alsó határa közelében, vagy alatta helyezkednek el. Ezekkel a kutatásokkal kapcsolatos közlemények még eléggé ritkák. A Szovjetunióban a ritkaföldfémekkel növelték a termést (Ce, Ps, Nd). A ritkaföldfémek bórral jó hatásúnak bizonyultak. A radioaktív izotópok (pl. Y izotópja) veszélyesek. Csekély radioaktív sugárzás viszont a növekedést serkenti.

A nyomelemek szerepe a növények életében, a növény nyomelemszükséglete és az azt szabályozó tényezők

A nyomelemek a növénybe beépülnek, biológiai, fiziológiai hatásuk sokrétű. A nyom-elemek résztvesznek a fehérje bioszintézisével

összefüggő biokémiai folyamatokban, enzimek, vitaminok, hormonok alkotórészei és így jelentős szerepük van az életfolyamatok szabályozásában. Hiányuk a növények megbetegedését okozza (pl. levélsárgulás), jelenlétük szükséges a növény normális fejlődéséhez, a mennyiségi és minőségi tekintetben jó terméshez.

A nyomelem hiányát pótlással — nyomelemes műtrágyázással — megszüntethetjük, további adagolással terménynövekedést érhetünk el. Ez a kedvező hatás azonban csak egy szűk koncentráció-tartományban mutatkozik. Az ún. mérgezési küszöbön felül az elem már toxikus hatású a növényekre és az azt megevő állatokra, emberre egyaránt. (Pl. lucernánál a B-tartalom hiány küszöbértéke 20 ppm, optimuma 31—80 ppm, mérgezési küszöbértéke 100 ppm felett. A mérgezési küszöböt néha befolyásolja az egyes mikroelemek egymáshatása, egymást erősítő vagy gyengítő hatása is (pl. Cu hatását a Zn fokozza.)

A nyomelemes műtrágyák adagolásánál szerepet játszó tényezők tehát a nyomelemek egymással szembeni viselkedése, valamint a talaj összetétele, fizikai, kémiai sajátosságai, pH-ja, sőt ezzel kapcsolatban még a csapadék mennyisége is. Változhat a mennyiség növényfélésegenként is. Egy növény-családon belül viszont az elemek nyomelemgyűjtési tulajdonsága hasonló tendenciájú: gabonafélék elsősorban Mn-t, Fe-t kívánnak, répafélék elsősorban B-t kedvelnek.

Igen lényeges szempont, hogy a talajba adagolt elem a növény számára oldható, felszívható állapotban legyen, olyan kémiai formában mely nem vízdoldható, de könnyen vízdoldhatóvá — felszívhatóvá — alakul. A vízdoldható vegyület hátránya ugyanis, hogy az eső a talaj pH-jától függően, de főként homoktalajokból kimosza azt.

A talaj nyomelemtartalma

Ahhoz, hogy a mikroelemek hiányát észlelhessük, ismerni kell a talajok átlagos nyomelemtartalmát. A Föld talajtakarójának átlagos nyomelemtartalmára Vinogradov közölt adatokat. A hazai talajfélésegeknél dr. Győri Dániel nagyságrendi adatai irányadóak (1. táblázat).

1. táblázat

A nyomelemek nagyságrendje

	A föld talajtakarójában Vinogradov szerint	Magyar talajfélésegekben dr. Győri Dániel szerint
Mn	10 ⁻² ‰	10 ⁻³ —10 ⁻¹ ‰
B	10 ⁻³ ‰	10 ⁻⁴ —10 ⁻³ ‰
Cu	10 ⁻³ ‰	10 ⁻⁴ —10 ⁻³ ‰
Zn	10 ⁻³ ‰	10 ⁻³ —10 ⁻² ‰
Mo	10 ⁻⁴ ‰	10 ⁻⁵ —10 ⁻⁴ ‰
Co	10 ⁻⁴ ‰	10 ⁻⁴ —10 ⁻³ ‰

A magyarországi átlagos adatok az átlagos földi értékeknek megfelelnek, de ez nem jelenti azt, hogy helyileg nem adódnak elemhiányok pl. láptalajon, homoktalajon. Bár a magyarországi talajok általában nem nevezhetők nyomelemhiányosnak, a felszívható formában lévő nyomelemekben nyilván sok helyen mutatkozik hiány.

Nyomelemhiány keletkezhet egy csapadékosabb esztendőben is, amikor a víz kimossa a talaj nyomelemeit, vagy pedig a mind gyakoribb és intenzívebb műtrágyázás következtében, amikor a makroelem nagyfokú adagolását nem követi mikroelem-pótlás és így az elemek egymásközi egyensúlya megbomlik.

Hogy a mikroelemek milyen ásvány, illetve vegyület formájában vannak a talajban, erre adatot Bergmann munkájában találtunk [1].

Szerinte a B kicserélhető formában van jelen anionként és a talajrészecskében adszorbeálva, könnyen kimosódik. A Cu kétértékű formában ion-, hidroxid- vagy organikus kötésben és nehezen oldódó karbonát, foszfát és szulfid formájában van jelen.

Az Fe augit, amfibol-biotitban, agyagásványba épülve és oxid, hidroxid, szulfid formában lehet. A Fe^{III} alacsony pH-nál hidrátként szerepel.

A Mn 2—3—4 értékű formában van. Jelentős a növények szempontjából a kétértékű Mn.

A Mo MoO₄²⁻ vagy HMoO₄ formában kicserélhető módon vagy sesquioxidként a talajásványokhoz kötve található.

A Zn 2-értékű formában szerepel az ásványokban. Vízben nem oldódik, csak savban.

Az országos nyomelemszükséglet becslése

A talajtípusok esetenkénti és átlagos nyomelemtartalma az egyik adat, amelynek ismeretében meghatározható a pótolandó nyomelem-mennyiség.

A nyomelemigény meghatározásához azonban más adatok is kellenek, mert — mint már említettük — a növény nyomelemfelvétele igen sok tényezőtől függ. Függ a talaj fizikai, kémiai, agronómiai tulajdonságaitól, a tenyészidőszak időjárási viszonyaitól (csapadék), a termesztett növénytől, az együttesen alkalmazott trágyák elemeinek kölcsönhatásától. A nyomelemmel való ellátottság tekintetében nem a talajban lévő nyomelem-összmennyiség a döntő, hanem a nyomelemek mozgékony (felszívható) mennyisége, amely a talaj pH-jától és a gyökérsavak növényfajták szerint változó sajátosságaitól függ.

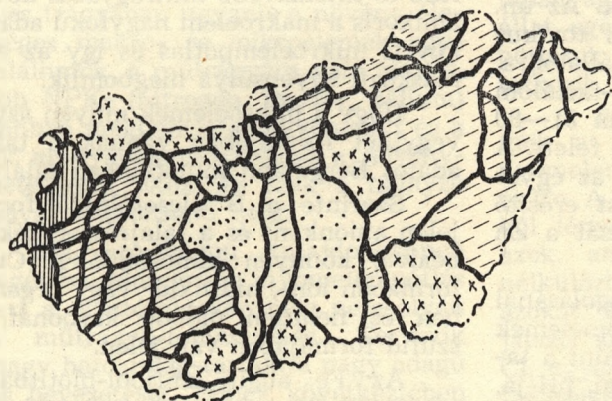
Az országos talajnyomelem-szükséglet becslés alapjául tehát a különféle talajú területek mikroelem-ellátottságát jelző térkép szolgált. Jelenleg azonban csak ritka hálóban végzett vizsgálatok alapján volt mód ennek elkészítésére. A becslést dr. Győri Dániel, a keszthelyi Talajtani Tanszék vezetője dolgozta ki részünkre.

A talajok mozgékony nyomelemkészlete alapján határozta meg, hogy az ország mely vidékein szükséges nyomelempótlás, hol várható a nyomelemes trágyázás pozitív hatása, vagyis hol van nyomelemhiány. (Lásd: 1., 2. sz. ábra.)

és Cu-tartalom, de igen sok a Mo, ezért a lápi széna Mo-toxikózist okoz. A Kerka-vidék erdőtalaján viszont kiscokú meszezéssel kell csökkenteni a nagy Mn-tartalmat.

A nyomelem-műtrágyázásra szoruló területek

Hazánk talajai Mn ellátottságának átnézetes térképe /dr.Győri Dániel nyomán/



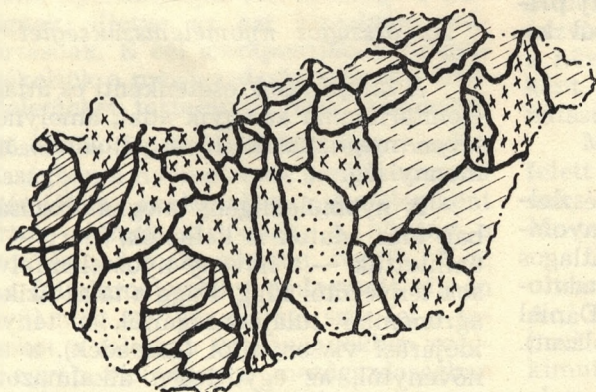
Aktiv Mn tartalom
ppm

1.		25 - 70
2.		70 - 100
3.		100
4.		
5.		

1. Mn hatás várható; 2. Mn hatás nem várható; 3. Mn toxikózis várható; 4. Mn hatás feltételezhetően nem várható; 5. Mn hatás feltételezhetően várható

1.sz. ábra

Hazánk talajai Zn ellátottságának átnézetes térképe /dr.Győri Dániel nyomán/



Kicserélhető Zn
ppm

1.		1,0 - 3,0
2.		3,0 - 5,0
3.		
4.		

1. Zn hatás várható; 2. Zn hatás nem várható; 3. Zn hatás feltételezhetően nem várható; 4. Zn hatás feltételezhetően várható

2.sz. ábra

Hazánkban a mikroelemhiányos területek elsősorban a homokos alapkőzeten képződő talajok területe (Belső-Somogy, Nyírség, Duna—Tisza közti hátság). Itt indokolt elsősorban a Mn, Zn és Mo trágyázás. Mikroelemhiányosak továbbá a láptalajok (pl. a Balaton mentén). Ezekben az ásványi anyag kevés, kevés a Mn-

tek nagyságának meghatározása után a főbb mezőgazdasági növények mikroelemigényével számoltunk, mégpedig egy évi terméssel felszívott nyomelem mennyiség pótlását vettük alapul. Ezen adatok ismeretében megadtuk a tiszta nyomelemsókra (a Mn-, Zn-, Cu-szulfátra, NH₄ molibdátra, Na-borátra és vaskelátra) számolt

minimális adagolást figyelembe vevő igényt.

A mikroelem igény évi 26 568 t nyomelem-só és 2000 t vaskelát, részletezve az alábbiak szerinti:

MnSO ₄ ·4H ₂ O	4 760 t
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	13 080 t
CuSO ₄ ·5H ₂ O	4 460 t
Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	3 986 t
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ ·4H ₂ O	282 t
vaskelát	2 000 t

A különböző nyomelemes műtrágyaszükséglet azonban a fenti értékek többszöröse, mert az adalékanyagként adott nyomelemmennyiség a trágyának mindössze néhány tized %-a. Egyes műtrágyákban azonban több mikroelemet együttesen adagolnak. Jelenleg a nyomelemes műtrágyával kezelt terület minimális, inkább csak kísérleti jellegű, a felhasznált mennyiség csupán néhány ezer tonna. Nyomelemes műtrágyaigény a mezőgazdasági üzemek részéről úgyszólván nincs.

Az OMFFB 1964-es tanulmánya 1980-ra 120 000 t/év nyomelemes műtrágyával és 2 millió tonna rendes szuperfoszfát műtrágyával számol. Ezek az adatok még messze elmaradnak az általunk közölt értékektől.

A nyomelemes műtrágyák

A nyomelemigény a talajba adott alaptrágyázással, a levelekre permetezett permettrágyával és magcsávázással egyaránt kielégíthető a trágyázás időszakától, illetve a növény fejlődési szakaszától függően.

A trágyázás módjának megfelelően különböző nyomelemes műtrágyák léteznek. A nyomelemvegyületek adhatók nem vízdoldható, tiszta sóoldat formájában, vagy alaptrágyákba keverve nyomelemes műtrágya adalékként. Bekerülhetnek a talajba a nyomelemek talajjavító anyagokkal is (dolomit, kőszénpor), de ezeknek mikroelemtrágyázás céljából való általános használata nem kívánatos, mert a talajba nagytömegű felesleges anyagot visznek be. Előny, ha a nyomelemes anyag a növényvédőszerrel együtt adható.

Vannak egy-egy nyomelemet tartalmazó műtrágyák és több nyomelemet tartalmazó univerzális műtrágyák, melyek némely elem talajbeli szintjét szükségtelenül megemelik.

A műtrágyaféleségeket a talaj fizikai és kémiai tulajdonságainak megfelelően kell kiválasztani úgy, hogy a szükséges ütemű és mértékű nyomelemoldódást elérjük.

A nyomelemes műtrágyákat az erre vonatkozó OMFB tanulmány a következőképpen csoportosítja [3]:

1. Nyomelemtartalékot képező műtrágyák. Ide tartoznak a hulladékfémeket, ötvözeteket tartalmazó műtrágyák, nyomelemes üvegfrittek, nyomelemként ásványt (szfalerit, dolomit) tartalmazó műtrágyák.

2. Foszfátalapú nyomelemes műtrágya. Ide sorolják a nyomelemtartalmú szuperfoszfátot, fémammónium-tartalmú nyomelemes műtrágyákat és a nyomelemalapú kálimetafoszfátot.
3. Speciális nyomelemes műtrágyák. Fe-és Mn kelát (komplex) tartalmú műtrágyák, nyomelemtartalmú műgyanták és nyomelemes folyékony műtrágyák.

A nyomelemes műtrágyagyártás hazánkban

A műtrágyákba kevert adalékanyagok mindössze néhány tized, illetve század % (maximálisan 1%) mennyiségűek a nyomelemtől függően. Adalékanyagként az elem sója vagy olyan ipari hulladékanyag adható, mely a műtrágya gyártási technológiájába beilleszthető és amely nem visz be sok felesleges anyagot (ballasztanyagot) a műtrágyába, illetve a talajba.

A nyomelemsók a Cu, Zn, Mn esetében szulfátok; az Mo-t molibdát, a B-t pedig bórsav alakjában használják.

A különböző vegyipari hulladékok nyomelemes adalékanyagként való használatát a Budapesti Vegyiműveknél dolgozták ki. E felhasznált anyagok fémoxidok, hidroxidok, karbonátok voltak. Például Zn-hidroxid, bórtartalmú bázisos hulladék, karbonátos Mn-érc, dolomit stb.

Az adalékanyagoknak legalább 10–15% mikroelemet kell tartalmaznia, vagy alkalmasnak kell lennie a bennlevő nyomelem dúsítására.

Az ipari hulladékok némelyike egymagában is alkalmazható műtrágyaként, illetve talajjavító-anyagként (pl. Cu-salak). A lényeg itt is az, hogy ne legyen sok felesleges anyag, amely a szállítást költségessé teszi és amelynek földbe kerülése sem kívánatos.

A nyomelemes műtrágya gyártása hazánkban

Nálunk a nyomelemes műtrágyák gyártása 1961–62-ben Peremartonban indult meg, majd a Budapesti Vegyiművek is gyártott ilyen termékeket, de a kisköki érdeklődés, őrlési problémák és gazdaságossági kérdések miatt a jó eredményt elért készítmények gyártása is elakadt.

Jelenleg Peremarton termel nyomelemes készítményeket, a Borsodi Vegyikombinát Mg-os pétisót, a Fűzfői Nitrokémia pedig Fe-kelátot. (Lásd 2. táblázat.)

A péti, szolnoki, leninvárosi vegyiművek elkövetkezendő terveiben is szerepel bizonyos nyomelemes készítmények gyártása.

Adalékanyagként a Budapesti Vegyiművek karbonátos mangánércet, szovjet bórásványokat és Zn öntödei hulladékot használt.

A peremartoni Ipari Robbanóanyaggyár nyomelemes trágyáihoz a Zn-es adalékot Zn-izsápból nyerik, az Mn-t mangánszulfát formájában használják. A B-t, a Cu-t és az Mo-t külföldről szerzik be. Régebben az úrkúti

Magyar nyomelemes műtrágyakészítmények

Gyártó cég	Készítmény	Mennyiség t/év	Megjegyzés
Nitrokémia Fűzfő	Klorofer—4 (vaskelát)	25—30	7% Fe, 150 t/év kap.
Ip. Robb. Any. gyár Peremarton	Klorofer—5 (polifémkelát)	—	6% Fe, 0,5% Mn, Zn, B, Mo 0,09% Co 0,01%
	Nyomelemes szuperfoszfát Cu-s, Mn-os, Cu + Mn-os	100—150	Nyomelem 0,1—1%
	4—12—12 NPK + nyomelem Mn-os, B-os Zn-es, Cu-s, Mo-s, összes mikroelemes	1—2 q (kísérleti)	Mn 1% B 0,5%, Zn 0,5% Cu 0,5%, Mo 0,1%
	Peretrix-permettrágyák (NPK + nyomel.) Peretrix P, " C, " K, " F, " G, " E, " T	Kísérleti termék	100 t 1—2 t
Budapesti Vegyiművek	Nyomelemes szuperfoszfátok: Mn-os, Cu-s, Mg-os, Zn-es, B-os	10—100 t (jelenleg nem gyárt)	0,5—0,2% Mn, 0,1% Cu, 2—2,5% Mg, Zn 0,2—0,5%, B 0,5%
Borsodi Vegyikombinát Kazincbarcika	Agronit (dolomitos pétisó) Kohósalakos pétisó	2000 t/év 200 t	Mg-os N trágya Kísérleti termék volt
Chinoin	Chinochel—Fe 77		Vaskelátos permetezőszer
Külföldi készítmények: Osztr. Nitr. M.	Voldünger Linz Wuxal permettrágya (Komplex)	8000 lit/év	1% Mg, 1% Cu, Mn, Fe, B. NKP + 11% nyomelem (hígítva forgalmazzák) Kiszáradás: Budapesti Vegyi- művek

MnO₂-t is használták, de ez nem volt megfelelő, az MnCO₃ felhasználása pedig nem látszott számukra gazdaságosnak.

A BVK-nál mészke helyett dolomitot használnak a pétisóba, így biztosítják az Mg-tartalmat. Dolomit helyett kipróbáltak kohósalak-örleményt is, de munkavédelmi szempontok miatt kényelmesebb a dolomit használata, bár a kohósalakkal Fe- és Mn-tartalmat is vinnének a műtrágyába.

Nyomelemműtrágyák és adalékok előállítására alkalmas kőzetek

Kutatásaink során felmérést végeztünk a hazai kőzetek, ásványi termékek és ipari melléktermékek nyomelemadalékként vagy nyomelemes trágyaként való hasznosítása céljából. Jelen cikkünkben a kőzetekkel, ásványokkal kapcsolatos észrevételeinket ismertetjük. (Lásd a 3. és 4. táblázatot.)

Mint ahogy az a követelményekből kiderül, nyomelemes adalékanyagoknak a tiszta fém sókon kívül inkább ipari hulladékok felelnek meg, nagyobb fémkoncentrációjuk következtében. A hazai kőzetek és ásványok zöme keveset tartalmaz a szükséges mikroelemekből és az anyag kitermelése, esetleges dúsítása gazdaságtalanná

teszi felhasználásukat. A hazai kőzet- és ipari ásványfélék inkább talajjavításra alkalmazhatók (pl. szerpentin, anhidrit, lignit, mészkepor).

Nyomelemes adalék gyanánt a hazai — művelés alatt álló — kőzetek közül eddig az úrkúti Mn-karbonátos anyag volt ismert. Az MnO₂ négyértékű Mn-ja nem felelt meg e célra. A dolomit magnéziumtartalma révén szintén lehet bizonyos esetekben megfelelő adalék. Felmerülhet még a szfalerit flotációs koncentrátuma vagy középterméke, de ezek mezőgazdasági felhasználása feltehetően nem gazdaságos. Érdekesnek ígérkezik a borsodi lignitek huminsav gyártási kísérleteinek melléktermékeként keletkező nyomelemekben dús frakció.

A geológiai megkutatott kőzetek mikroelemei a legtöbb esetben nem használhatók fel, mert kinyerésük gazdaságtalan, a kőzetek természetes állapotukban sok felesleges anyagot tartalmaznak, így kis hatékonyságúak és ezen túlmenően általában mérgező elemeket is tartalmaznak. Ilyen pl. az Északi-középhegység anizusi képződményeiben nyomelemként jelentkező magas Cu-tartalom (0,08—0,6%). Kinyerése nem lehet gazdaságos mezőgazdasági célra. Hasonlóképpen nem látszik gazdaságosnak a velencei-hegységi turmalinos palákból és a szénhamuból való B kinyerése. A mecseki kőszén-

Nyomelemes adaléknak alkalmas anyagok

Nyomelem	Megnevezés	Lelőhely	Minőség	Megjegyzés
Cu	Azuritos pala	Mecsek		Csak dúsítás után
	Bükki karbon agyagpala	Bükk	300—4000 ppm	Csak dúsítás után
	Anizusi kőzet	É-i Köz.-hg.	860—6000 ppm	Csak dúsítás után
	Telkibányai fúrások		0,6—1% Cu	Csak dúsítás után
Zn	Szfalerit konc.	GyöngyöSOROSZI	ZnS 50—55%	
Mn	Mn karbonát érc	Úrkút	16—17% MnCO ₃	Ismert adalék 120 t/év termelés
	Oxidos Mn érc	Úrkút	MnO ₂ 32—40% Co max. 600 ppm	0,1% vihető be a trágyába, nem ajánlható
B	Cserkeszőlői víz	Cs.-szőlői fúrás	825 mg/l HBO ₂	350 l/perc víz
	Mány—Csordakúti szén		2770 ppm	Dúsítás után alkalmas
	B tart. turm. pala	Velencei-hg.	700 ppm	Dúsítás után alkalmas
Mo	Miocén márga	Cserhát	100 ppm	Dúsítás után alkalmas
	Liász kőszénhamu	Mecsek	100—200 ppm	Dúsítás után alkalmas
Co	Szerpentin	Kőszeg, Vashegy	Co 110 ppm	Inkább talajjavításra
	Lignit	Torony	45—200 ppm	Inkább talajjavításra
	Mangánkarbonát-érc	Úrkút	Co 75 ppm	

4. táblázat

Nyomelemes műtrágyának alkalmas anyagok

Megnevezés	Lelőhely	Minőség	Megjegyzés
Szénpor	Borsod		Huminsav kinyerésre, melléktermék nyomelemdús
Dolomit		Hatóanyag: Ca, Mg	Talajjavításra és adalékként Agronitba
Szerpentin	Perkupa	Hatóanyag: Mg	Redukálószernek haszn. 10—20 t/év termelés
Talk és szerpentin	Felsőcsatár	Hatóanyag: MgO 23,8%, Co 110 ppm	Talajjavításra
Bazalt	Balatonfelv.	Mgo 7,6%, K ₂ O 1,9%,	
Fonolit	Mecsek	Mn 0,17% CaO 8,23%	
Molibdénos miocén márga	Cserhát	Hatóanyag: Mg	
Duzzasztott perlit	Tokaji-hg.	Hatóanyag: Ca, Mo	Kertészetekben alk. Agyagmárga, nem ajánlható

hamu Mo-tartalma sem jöhet számításba, dúsítási kísérleteink erre vonatkozóan csaknem eredménytelenek voltak. Érdekesekek viszont a B-tartalmú ásványvizek.

A felmérés alapján a mezőgazdaságilag fontos nyomelemadalékokra vonatkozó igények a következőképpen elégíthetők ki:

A Cu-igényt inkább ipari hulladékkal lehet fedezni.

A Zn-igény is ipari hulladékból, esetleg szfalerit-koncentrátumból fedezhető.

Az Fe tekintetében inkább az ipari hulladék a megfelelő.

Mn-os adalékot az urkúti karbonátos érc szolgáltat, mennyisége fedezi az igényeket.

A B igény egy része hazai anyagból, legfeljebb csak ásványvizekből, pl. Cserkeszőlői, elégíthető ki. A turmalinos palából és szénhamuból való B kinyerése kérdéses.

A Mo-igény kielégítésére ipari hulladék szolgálhat.

A Co-adalékot is csak ipari hulladékból lehet előállítani. (A karbonátos Mn-érc adaléknak is van némi Co-tartalma.)

Mg félmikroelem adalékként dolomit használható egyes esetekben. Más műtrágyafélésekbe inkább ipari Mg termékeket visznek be.

Mikroelem trágyaként a talajba való bevitelre inkább a karbonátos, szulfátos, foszfátos kőzetek őrlményei alkalmasak, a szilikátosak kevésbé vagy nem, mert a talajba felesleges anyagokat visznek.

Nálunk alig van nyomelemes trágyaként alkalmazható kőzet. Ilyennek fogható fel a talajjavító anyagként ismert Mg-t tartalmazó dolomit, talk és szerpentin, ez utóbbi némi Co-t is tartalmaz. A hazai kőzetek közül nyomelem

trágyának alkalmassá tehető a bazalt és a mecseki fonolit rézhulladékkal együttőrölve. A Cu-tartalmú anizusi képződményeket vizsgálat tárgyává kellene tenni.

Hazai ércelőkészítőműveink (Gyöngyösorszi, Recsk, Pátka) szilikátos meddői sok ballasztanyagot tartalmaznak, melynek földbekeverése káros és a hasznos fém mellett még káros Pb és As is van benne. A rudabányai karbonátos meddő pedig ugyancsak mérgező Ba-t tartalmaz.

Megemlítjük a duzzasztott perlitet, bár nyomelemtartalma nem lényeges, nagyfokú tápoldatot tároló képessége azonban alkalmassá teszi nyomelemek tárolására, ezért a kertészetekben egyre nagyobb mennyiségben használják.

*

Meg kell állapítanunk tehát, hogy földtani kutatásunk és bányászatunk általában nem tud a műtrágyagyártásnak Cu, Zn, B, Mo és Co nyomelemes adalékot szolgáltatni. Kivételt az $MnCO_3$ képez. Egy-két ötlet a Cu, Zn, B viszonylatában technológiai és gazdaságossági kérdéseket vet fel.

A hazánkban található kőzetek és ásványok inkább a talajjavító anyagok körét bővíthetik. Ezek némelyike nyomelemes trágyaként is felfogható, ha nyomelemként valamely mezőgazdaságilag fontos elemet tartalmaz. A talajjavító anyagokat azonban csak bizonyos talajokon lehet alkalmazni, általános használatuk nem lehetséges.

A nyomelemes műtrágyák gyártását azonban nem a hazai nyomelemes adalékok hiánya hátráltatja, mert ezeket az ipari hulladékokból többnyire fedezni lehetne. A nyomelemes műtrágyatermelés nagyobb arányú megindulása akkor várható, ha megérnek a nyomelemes trágyázás feltételei, vagyis ha a mezőgazdasági szakemberek kutatásai elegendő eredményt nyújtanak ahhoz, hogy a mostani ellentétes véleményük egybehangolódjon és igényeljék a széles körű nyomelemes trágyázást s ez az igény konkrét rendelkezésekben is jelentkezik majd. A nyomelemadalékok kérdésének hazai anyagokból való megoldása pedig csak akkor következik be, ha a műtrágyagyárak és a nyomelemadalékot szolgáltató üzemek gazdaságossági szempontjaikat egyeztetni tudják.

1. *Bergmann*: Die Bedeutung der Mikronährstoffe in der Landwirtschaft.
2. *Tölgyesi*: A növények mikroelemtartalma és ennek mezőgazdasági vonatkozásai
3. OMFB 763/1964. Nyomelemes műtrágyák hazai gyártásának lehetőségei (Zádor György, Almássy Gyula, Vécsei Béla)
4. *Györi D.*: Főbb talajtípusaink mikrotápanyag tartalmának felmérése (Zárójelentés) Agrártud. Egy. Talajtani Tanszék, Keszthely, 1970.
5. *Pálfalvi*: Nagyolvasztói salakok mezőgazdasági hasznosítása, I.—II. Kohászati Lapok, 4. s. 8. sz.
6. *Zima*: Ásványok és ipari melléktermékek felhasználása trágya minőségben. Agrohím. udorb. pol. kultúr. Krasznodar, 1968. Kraszn. Knizsn. Izd. 257—268.
7. *Revarjan*: Feldolgozott Cu-Mo ércek flotációs melléktermékeinek hatása lucerna és here néhány fiziológiai mutatójára. Biol. Zs. Armenü Erevan. 1969. 22. k. 4. sz. 36—40 p.
8. *Kac—Kacas—Katowicz—Glowacka*: Az egyes bányászati-kohászati (cink-ólom) dolomit melléktermékek trágyaértékének vizsgálata. I.—II. rész. Pam. Pulawski Warsawa, 1967. 29. k. 87—101., 103—122 p.
9. *Varga Imréné*: A Magyarországon előforduló és a mezőgazdaság szempontjából értékes nyomelemeket tartalmazó kőzetek, valamint ipari hulladékok vizsgálata és értékelése nyomelem előállítás céljából. BKI kutatási jelentés, 1971.
10. *Dr. Györi Dániel*: Magyarország mezőgazdasági nyomelem igényének becslése a különböző talajtípusok figyelembevételével. Kutatási jelentés a BKI részére, 1971.

Frau I. Varga

Verfasser befasst sich mit dem landwirtschaftlichen Problem im Zusammenhang mit der intensiven Kunstdüngung: mit der Frage des Ersatzes der Spurelemente des Bodens. Sie teilt den Spurelementbedarf der Pflanzen und die regelnden Faktoren, den Spurelementgehalt des Bodens, sowie die Schätzung des Spurelementbedarfs auf Landesebene mit. Sie gibt die Lage der Herstellung der Spurelement-Kunstdünger in Ungarn, sowie die Erfordernisse gegenüber den Spurelement-Zugabestoffen bekannt. Zum Abschluss teilt sie das Ergebnis der Untersuchung verschiedener Gesteine von Ungarn mit Hinsicht auf die Herstellung von Spurelement-Kunstdüngern bzw. Zusatzstoff mit.

Hazai téглаagyagok vizsgálatának eredményei

Irták: Dr. Albert János—Dr. Bálint Pál

1. A téглаagyagok vizsgálata külföldön és hazánkban

A téглаagyagok olyan színesre égő, 1150—1400 °C-on olvadó, többnyire üledékes kőzetek, melyek felépítésében az agyagásványok mellett a kvarc, földpát, kalcit, dolomit és egyéb kismennyiségben jelenlévő kísérő ásványok is részt vesznek. A téглаagyagok geológiai koruk, keletkezési körülményeik, ásványi összetételük és technológiai tulajdonságaik alapján osztályozhatók.

A magyarországi téглаagyagok közül legidősebbek a tengervízből leülepedett *oligocén* korú, túlnyomórészt meszes-márgás agyagok (Budai-hegyek, Eger, Putnok). Nagyszámban található Magyarországon a *pliocén* geológiai kor pannóniai korszakából származó agyagok, melyek főleg a Dunántúlon fordulnak elő. Az ország harmadik nagy tájegységére, az Alföldre, a *pleisztocén és holocén* korú folyóvízi-, öntési, valamint *eolikus* eredetű agyagok jellemzők.

A téглаagyagok *agyagásványai* a kaolin-, illit-, a montmorillonit- és a kloritcsoportba tartoznak. N. Biehl (1964) ajánlása alapján a téглаagyagok (a szerint, hogy mely agyagásvány van túlsúlyban bennük) három fő csoportba oszthatók. Az első csoportba a *montmorillonit*-, a másodikba az *illit*- és a harmadikba a *kaolin*-tartalmú agyagok tartoznak.

Albert (1967) felhasználhatóságuk, ill. technológiai tulajdonságaik alapján meszes és mészszegény, ill. -mentes, ezeken belül kis-, közepes-, képlékeny és nagyképlékenyséű agyagokat különböztet meg. A mészszegény (kalcit + dolomittartalom $\leq 8\%$) agyagok általában alacsony (950—1000 °C) hőmérsékleten a téglagyártmányoknál megkívánt tömörségűre égethetők, s megfelelő képlékenyséűk, valamint gyártástechnológia esetén nagy szilárdságú fagyálló épületkerámiai termékek előállítására is alkalmasak. A meszes agyagok (kalcit + dolomittartalom $> 8\%$) tömörre égési hőmérséklete magasabb (> 1100 °C) és általában olvadáspontjukhoz közel áll, ezért kis porozitású termékek gyártására kevésbé alkalmasak.

Az agyagok kerámiai tulajdonságait döntően ásványi- és szemcseösszetételük, valamint ioncserekapacitásuk határozza meg. Albert (1965) szerint az agyagok képlékenysége annál nagyobb, minél több agyagásványt, közöttük montmorillonitot tartalmaznak, s ezeknek minél nagyobb mennyisége található a finom szemcséjű alkatrészek mérettartományában. Hofmann (1967) egyenes összefüggést állapított meg a montmorillonit-tartalom és az agyagokból készített idomok hajlítoszilárdsága között. Alviset (1966) az agyagok ásványi összetétele és

száradási érzékenysége között talált összefüggést. Mindezek aláhúzzák a kerámiai nyersanyagok ásványi összetétele meghatározásának fontosságát.

A téглаagyagok ásványi összetevői közül az agyagásványokat rossz kristályosodottsági fokuk jellemzi. Ezért egyes szerzők csak a jól kristályosodó (kvarc, kalcit, földpát stb.) ásványi alkatrészek mennyiségét adják meg. Az olasz téglaiari nyersanyagokban levő agyagásványokat Vincenzini (1971) csak minőségileg, s ezen túl sok, közepes, kevés jelzéssel adja meg.

H. Krommer (1971) a németországi duzzadóagyagok jól kristályosodó alkatrészein felül fennmaradó részt agyagásványoknak tekinti, s ennek mennyiségét (50—77%) bizonyos értékhatárok ($\pm 5\%$) között adja meg.

W. F. Cole (1968) vizsgálatai során az ausztráliai agyagok ásványi összetételét kvarc-, kaolinit, kvarc-csillám, kaolinit — csillám és goethit — kaolinit standard keverékekkel felvett kalibrációs görbék segítségével nyerte. A jól kristályosodó alkatrészek mennyiségét 100-ból levonva a montmorillonit és a közti rétegződésű agyagásványok mennyiségét kapta. Szerinte a téглаagyagok 30—70% agyagásvány-tartalom mellett 5—10% röntgenamorf (alumogél, kovasavgél, vasoxidhidrát, szerves anyag stb.) alkatrészt is tartalmaznak.

Keeling (1961) olyan eljárást dolgozott ki, melynek segítségével valamely nyersanyag agyagásvány-tartalmának számítása korrigált (csupán az agyagásványok szerkezeti v. kristályvizéből származó) izzítási vesztesége és nedvesség-adszorpciója meghatározása alapján végezhető el. A tisztán kaolinitből felépülő agyagokat nagy izzítási veszteségük és csekély szorpciós nedvességtartalmuk jellemzi. Az illitűs agyagok a kaolinknál kisebb izzítási veszteséggel és nagyobb szorpciós nedvességfelvétellel rendelkeznek. A montmorillonitban gazdag agyagokra az előzőekhez viszonyítva még kisebb izzítási veszteség és még nagyobb szorpciós nedvességtartalom jellemző.

Náray—Szabó J. és Péter Tiborné (1967) belső standardos röntgendiffrakciós módszerének megfelelően a vizsgálandó anyaghoz ismert mennyiségű MgO-t kevernek, felveszik a röntgendiffraktogramot, s az egyes komponensek mennyiségének számítását a komponensekre jellemző állandók és — reflexióintenzitások alapján megfelelő képlettel számítják. Az egyes ásványokra jellemző állandókat etalon anyagok segítségével mérik.

Az ásványi komponensek ily módon kapott mennyiségeit összeadják és 100-ból levonva a röntgenamorf fázis mennyiségét nyerik.

2. Az 1969—1972. években elvégzett hazai
téglaagyag-vizsgálatok

Vizsgálat
időpontja

A vizsgálatok célja a kijelölt 68 téglá- és cserépagyag-település, illetve e településeket felépítő rétegek kémiai, ásványi és szemcseösszetételének, képlékenységének, ioncserekapacitásának és Seger-gúla olvadáspontjának meghatározása, az agyagokból formázott idomtestek technológiai jellemzőinek és felhasználási lehetőségeinek gyakorlati megállapítása, az agyagok típusok szerinti osztályozása, és végül a kémiai, valamint ásványi összetétel és a technológiai jellemzők között fennálló összefüggések meghatározása.

Az 1969—1972. években vizsgált 68 agyagtelepülést tájegységek szerint csoportosítva az alábbiakban soroljuk fel.

34. Mázai	1971
35. Siklósi	1971
36. Alsómocsoládi	1970
37. Görcsönyi	1971
38. Bószénfai	1971

III. Észak-magyarországi agyagtelepülések

1. Mátraderecskei	1972
2. Egri	1969
3. Putnoki	1969
4. Mályi	1970

IV. Alföldi agyagtelepülések

1. Tiszaberceli	1970
2. Fehérgyarmati	1970
3. Ceglédi	1972
4. Abonyi	1972
5. Kisújszállási	1970
6. Mezőtúri	1970
7. Kunszentmártoni	1970
8. Hajdúszoboszlói	1970
9. Debreceni	1971
10. Szegedi	1970
11. Szentesi	1971
12. Szőregi	1972
13. Hódmezővásárhelyi	1972
14. Mezőberény I.	1972
15. Mezőberény II.	1972
16. Battonyai	1972
17. Békéscsabai	1970
18. Gyulai	1971

Az 1969—1972. években 68 jelentősebb magyarországi agyagtelepülés (téglaagyári bányája) 202 agyagrétegének kémiai-, ásványi-, szemcseösszetételét, valamint legfontosabb kerámiai jellemzőit határoztuk meg. Az alkalmazott vizsgálati módszereket a következőkben ismertetjük.

Az agyagok kémiai összetételét az MSZ 5920. sz. szabványban leírtak szerint vizsgáltuk.

Az agyagok ásványi összetételét a SZIKK-TI Rigaku—Denki tip. röntgendiffraktométerével határoztuk meg. A vizsgálati módszer (1971), ill. a számítás azon alapul, hogy az egyes ásványi komponensek mennyisége a röntgendiffraktogramon kapott intenzitásértékek, ill. a komponensekre jellemző faktorok alapján kiszámítható. Valamely kristályos komponens mennyisége arányos a reá jellemző röntgendiffrakciós csúcs intenzitásával (csúcs alatti terület nagyságával). A 100% kristályos kvarccal felvett kalibrációs görbe segítségével az egyes kristályos komponensek mennyiségét korrigáltuk és a korrigált ásványi alkotók mennyiségének összegét 100-ból levonva az agyagban levő röntgenamorf hányadot kaptuk.

A kísérleti agyagok szemcseanalízisét Andreasen-féle ülepitőhengerrel végeztük el, 1%-os szuszpenzió töménység mellett. Peptizáló szerként g szárazagyagonként 2 ml 4,5%-os

I. Budapesti agyagtelepülések

	Vizsgálat időpontja
1. Ujlaki	1969
2. Bécsi úti	1969
3. Solymári	1969
4. Pilisborosjenői	1969
5. Csillaghegyi	1969
6. Békásmegyeri	1969
7. Kőbánya—Rákosi (Maglódi úti)	1969
8. Kőbánya—Rákosi (Sibrik úti)	1972

II. Dunántúli agyagtelepülések

1. Törökbálinti	1969
2. Érdi	1971
3. Százhalombattai	1971
4. Neszmélyi	1970
5. Tata I.	1970
6. Tata II.	1972
7. Kisbéri	1970
8. Székesfehérvári	1971
9. Veszprémvarsányi	1972
10. Bakonyszentlászlói	1970
11. Tapolcafői	1971
12. Devecseri	1970
13. Pannonhalmi	1971
14. Beledi	1970
15. Fertőszéplaki	1971
16. Csornai	1970
17. Soproni	1971
18. Kőszegi	1970
19. Zalaszentgróti	1970
20. Dióskáli	1972
21. Nagykanizsa III.	1972
22. Zalaegerszegi	1972
23. Teskándi	1970
24. Zalalövői	1972
25. Porszombati	1970
26. Kőröshegyi	1971
27. Tabi	1972
28. Balatonszentgyörgyi	1971
29. Paksi	1970
30. Szekszárd — Csatári	1971
31. Bátaszéki	1972
32. Mohácsi	1971
33. Hidasi	1970

Na₂PO₄ · 10H₂O oldatot használtunk. Az ülepítési magasság 20 cm, a szemcsefrakcióhatárok 63, 40, 25, 10, 5 és 2/μm.

Az iszapolási maradékot (> 0,2 mm) nedves szitaelemzéssel határoztuk meg.

Az agyagok képlékenységének meghatározását Atterberg módszerével végeztük el. Atterberg szerint az agyag képlékenységet (A) a folyási és sodrási határainak különbsége adja meg. Folyási határ (F) az a százalékos víztartalom, mely mellett a Cassagrande-készülék csészéjébe kent agyagmasszában kialakított szabványos árok 25 ütés hatására 10 mm hosszban összefolyik. Sodrási határ (S) az a százalékos víztartalom, amely mellett az agyagból sodort 3...4 mm vastag hengerkék töredezni, ill repedezni kezdenek (A = F — S).

Kationcserekapacitás meghatározása azon alapszik, hogy az agyaghoz kötött kationok NH₄⁺-ionokkal lecserélhetők. Meghatározáshoz a vizsgálandó mintához feleslegben 0,5 n, 1 n, 2 n és 3 n NH₄Cl-oldatot adtunk, majd az ioncsere lejátszódása után indirekt módon meghatároztuk az NH₄⁺ mennyiséget. A feleslegben levő NH₄Cl oldat mennyiségét formaldehid pufferoldat jelenlétében végzett NaOH-os titrálással határoztuk meg fenolftaleinindikátor mellett.

Az agyagra vonatkozóan kapott ionkapacitás-értékeket az NH₄Cl oldat koncentrációjának függvényében ábrázoltuk, s az agyagra jellemző kationcserekapacitási értéként a kapott görbe maximumának megfelelő értéket fogadtuk el.

A Seger-gúla olvadáspont meghatározásához az agyagból fémmódban kézi bemunkálással szabványos méretű kúpokot készítettünk, azokat Seger-gúlákkal együtt samottmasszába ágyasztuk, majd kiszáritás után meghatároztuk azon hőmérsékletet, amelyen az agyagkúpok csúcsa a kúp talpáig lehajlik. A mérés során alkalmazott felfűtési sebességet 1000 °C-ig 15 °C/perc, 1000 °C felett 5 °C/perc értéken tartottuk.

A megmunkálási víz jelen munka során a képlékeny formázáshoz szükséges víztartalmat jelenti a száraz agyag tömegszázalékában kifejezve. Ezt a víztartalmat a laboratóriumi vákuumprésen kiformázott 100×50×20 mm méretű próbatesteken határoztuk meg, mérve a frissen formázott és a 105 °C-on kiszáritott test tömegét.

A Macey-féle száradási érzékenység meghatározása során az egyes agyagokból, ill azok < 2 mm szemcséből kézi begyúrással képlékeny masszát készítettünk, melyből a vizsgálat-hoz 10×5×2,5 cm méretű próbatesteket formáztunk. (Ugyancsak kézzel.) Ezeket a téglateszteket öt oldalukon (az egyik 5×2,5 cm-es oldal-lapjuk kivételével) vízzáró lakréteggel vontuk be, majd az idomokat belakkozott legkisebb oldallapjukra állítva 24 óráig 30 °C-os térben, kb. 0,1 m/sec légáramlási sebesség mellett szá-

ritottuk. Ezen idő után a próbatesteket hossz-tengelyükre merőleges irányban 10 egyforma szeletre vágtuk és meghatároztuk az egyes szeletek szárazanyagra vonatkoztatott nedvesség-tartalmát. (Közvetlenül a szeletelés után és a 105 °C-on végzett kiszáritás utáni tömegmérés-sel.) A próbatestek 24 óra szárítási idő után mért nedvességeloszlását a párolgó felülettől mért távolság függvényében grafikusán ábrázoltuk. A függőleges tengelyen a nedvességszázalékot, a vízszintesen a párolgó felülettől mért egységnyi (cm) távolságokat tüntettük fel. A Macey f. száradási érzékenységi számot a próbatest hossz-tengelye irányában mért maximális nedvesség-differencia jelenti.

A száradási érzékenység határértékeit a következőkben állapítottuk meg:

Macey-f. szám:	≤ 3,5:	kicsi a száradási érzékenység
„	3,6— 7,0:	közepes a száradási érzékenység
„	7,1—10,5:	nagy a száradási érzékenység
„	> 10,5:	igen nagy a száradási érzékenység

A száradási és égetési zsugorodást (hosszú-sávvaltozást) a laboratóriumi vákuumprésen kiformázott 100×50×20 mm méretű próbatesteken mértük. Száritás és égetés után a próbates-teket nedvszívó betétanyagot tartalmazó ex-szikkátorban szobahőmérsékletre hűtöttük le, majd tolómércével mértük a próbatest formá-zása után a nedves idomba jelölt 100 mm-es hosszúság változását (mm). A hosszúság. zsugo-rodás, duzzadás) változást százalékban az alábbi képlettel számítottuk:

$$\text{száradási zsugorodás:} \quad (\text{hosszúságváltozás}) = \frac{l_2 - l_1}{l_1} \cdot 100\%$$

égetési v. összes zsugorodás:

$$(\text{hosszúságváltozás}) = \frac{l_3 - l_1}{l_1} \cdot 100\%$$

ahol: l₁ a frissen formázott próbatesten beje-lölt távolság (100 mm) mm-ben

l₂ a 105 ± 5 °C hőmérsékleten tömeg-állandóságig szárított próbatesten mért hosszúság, mm

l₃ az égetett próbatesten mért hosszú-ság, mm

Valódi porozitás a tömegállandóságig szá-ritott próbatest térfogatában levő összes üreg, lyuk, pórus térfogatának és a próbatest póru-sokkal együtt mért térfogatának hányadosa tér-fogatszázalékban kifejezve.

A valódi porozitást a 100×50×20 mm mé-retű laboratóriumi próbatestek anyagának sú-rúségéből és testsűrűségéből számítottuk:

$$P_v = \frac{\rho - \rho_t}{\rho} \cdot 100\%$$

ahol P_v a valódi porozitást (‰),

ρ a próbatest anyagának sűrűségét,

ρ_t a próbatest testsűrűségét jelenti.

Látszólagos porozitás a tömegállandóságig szárított próbatest folyadékkal telíthető pórus-térfogatának és a próbatest pórusokkal együtt mért térfogatának hányadosa térfogatszázalékban.

A látszólagos porozitást a próbatest test-sűrűségéből és vízfelvételeből (V) számítottuk:

$$P_l = e_t \cdot V^{0/0}$$

A 900—1000 °C kiégetett próbatestek test-sűrűségét térfogat és tömegméréssel, a sűrűségét piknométeres méréssel határoztuk meg.

Vízfelvevőképesség alatt a laboratóriumi vakuumprésen kiformázott, szárított és égetett próbatestek által 2 órás forróvízes telítéssel felvett víz mennyiségét értjük a száraz test tömegszázalékában kifejezve.

A próbatestek száraz tömegét a vízzel telítés után tömegállandóságig szárított és exszikkátorban szobahőmérsékleten lehűlt próbatesteken határoztuk meg.

A hajlítoszilárdság meghatározásához az agyagból, ill. az abból gyúrt masszából laboratóriumi vakuumprésen 100×10×10 mm méretű hasábokat formáztunk és azokat előbb szobahőmérsékleten, majd 105 °C-on tömegállandóságig kiszárítottuk, majd 950—1000 °C-on kiégettük és 7 cm-es alátámasztási közt biztosító ékekre helyezve, megfelelő erővel törtük. A hajlítoszilárdságot az alábbi egyenlet alapján számítottuk:

$$\delta_h = 3/2 \frac{p \cdot l}{sz \cdot v^2} \text{ (kp/cm}^2\text{)}$$

ahol: p = a törőerő (kp)

l = az alátámasztási köz (cm)

sz = a próbatest szélessége (cm)

v = a próbatest vastagsága (cm)

3. A hazai téglagyagok osztályozása ásványi- és szemcseösszetételük, s a belőlük előállítható termékfajta alapján

A hazai agyagokat földalkálikarbonát-tartalmuk és Atterberg képlékenységi számuk

alapján két fő, ezeken belül négy-négy alcsoportba osztottuk az 1. táblázatban foglaltak szerint.

1. táblázat

Téglaanyagok osztályozásának elve

Agyagtípus megnevezés	Földalkálikarbonátmentes és szegény	Földalkálikarbonát dús
	Atterberg f. képlékenységi szám	Földalkálikarbonát tartalom, %
Kisképlékenységű	< 12	
Közepesképlékenységű	12—17	≤ 8 > 8
Képlékeny	18—22	
Nagyképlékenységű	> 22	

Az 1969—1972. években vizsgált 68 agyagtelepülés 202 agyagrétegének legfontosabb jellemzőit — agyagásvány + röntgenamorf-, < 10 μm szemcsetartalmát, Atterberg-f. képlékenységi számát, az agyagból formázott és 950—1000 °C-on kiégetett próbatestek hajlítoszilárdságát — az 1. táblázatban vázolt osztályozási elvnek megfelelő csoportosításban szélső- és átlagértékekkel jellemezve a 2. táblázatban foglaltuk össze.

Az 1969—1972. években vizsgált 68 agyagtelepülés nyersanyagait — elsősorban azok előfordulási rétegvastagsága arányában kitermelt keverékeit — az agyagból előállítható durvakerámiai termék fajtája szempontjából 4 fő csoportba osztottuk.

Az osztályozás alapjául az egyes termékekre vonatkozó szabványos követelményeket (szilárdsági, vízfelvevőképességi) tekintettük. Feltételeztük azt, hogy a nyersanyagból laboratóriumi vakuumprésen kiformázott 100×10×10 mm méretű és 950—1000 °C-on kiégetett idomok hajlítoszilárdsága közelítőleg azonos az üzemben égetett téglatestek nyomó-

2. táblázat

Az 1969—1972. években vizsgált hazai agyagok (202) főbb típusainak jellemzői

Az agyag típusa	Agyagásvány és rgt. amorf tartalom, %	Az agyag < 10 μm szemcs. mennyisége %	Atterberg. f. képlékenységi szám	Próbatestek hajl. szilárds *950—1000 °C-on kiégetve kp/cm ²
Földalkálikarbonátmentes és szegény /kalcit + dolomit ≤ 8%)	kisképlékenységű — közepes képlékenységű, átlag 43	— 31—52 41	— 12—17 15	— *65—*205 *103
≤ 8%)	képlékeny, átlag 51	49—62 53	18—22 19	*72—*225 *135
≤ 8%)	nagyképlékenységű, átlag 62	51—87 66	23—48 32	*128—*313 *216
Földalkálikarbonát dús (kalcit + dolomit > 8%)	kisképlékenységű átlag 27	29—34 32	< 5—11 8	54—66 60
> 8%)	közepes képlékenységű, átlag 41	22—54 40	12—17 15	54—187 94
> 8%)	képlékeny átlag 49	51—67 57	18—22 20	79—308 179
> 8%)	nagyképlékenységű, átlag 55	42—69 65	23—38 27	124—361 214

Az egyes durvakerámiai termékek, ill. termékcsoportok gyártásához alkalmas nyersanyagkeverékek

Tömör és kevéslyukú téglák
($< 15\%$ üregtérf.) kézi falazóblokkok
(25% üregtérf.) választfal és soklyukú
téglák ($20-40\%$ üregtérf.) +
pillértégla, földérintéglák, vázkerámiaák
($40-70\%$ üregtérf.)
tetőfedőcserepek

Tömör és kevéslyukú téglák
($< 15\%$ üregtérf.) kézi falazóblokkok
(25% üregtérf.) választfal és soklyukú
téglák ($20-40\%$ üregtérf.) +
pillértégla, földérintéglák, vázkerámiaák
($40-70\%$ üregtérf.)
tetőfedőcserepek

Tömör és kevéslyukú téglák
($< 15\%$ üregtérf.) + kézi
falazóblokkok (25% üregtérf.)
választfal és soklyukú téglák
($20-40\%$ üregtérf.)

Tömör és kevéslyukú
($< 15\%$ üregtérf.) téglák

Tömör és kevéslyukú téglák
($< 15\%$ üregtérf.) kézi falazóblokkok
(25% üregtérf.) választfal és soklyukú
téglák ($20-40\%$ üregtérf.) +
pillértégla, földérintéglák, vázkerámiaák
($40-70\%$ üregtérf.)
tetőfedőcserepek

Valamennyi durvakerámiai termék,
beleértve a burkoló- és
díszítőelemeket

Érd 2. réteg: r. a.	k. k.	Pilisborosjenő	r. a. k. k.	Óbuda—Újlaki	r. a. k. k.	Kőbánya—rákosi 3. réteg	r. a. k. k.
3. réteg: r. a.		Békásmegyér	r. a. k. k.	Solymár	r. a. k. k.	(csak keramithoz)	r. a. k. k.
4. réteg: 50%		Kőbánya—rákosi	r. a. k. k.	Bécsi út	r. a. k. k.	Törökbálint	r. a. k. k.
Zalaszentgrót		Százhalombatta	r. a. k. k.	Csillaghegy	r. a. k. k.	Beled	r. a. k. k.
Dióskál	Neszmély	r. a. k. k.	Tata I.	r. a. k. k.	Fertőszéplak	r. a. k. k.	
Zalalövő	Tata II.	r. a. k. k.	Kisbér	r. a. k. k.	(kivéve pillértégla)	r. a. k. k.	
Paks agyagrétegek + 50% lösz	Székesfehérvár 2—5 réteg	r. a. k. k.	Bakonyszentlászló	r. a. k. k.	Csorna	r. a. k. k.	
(csak tömör)	Veszprémvarsány	r. a. k. k.	Devecser	r. a. k. k.	Kőszeg $10-15\%$ s. a. +	r. a. k. k.	
Mohács—Göröghegy	Tapolcafő	r. a. k. k.	Sopron 5. réteg	r. a. k. k.	Pórszombat	r. a. k. k.	
Hidas	Pannonhalma 2—4 réteg	r. a. k. k.	Bátaszék	r. a. k. k.	(kivéve pillért)	r. a. k. k.	
Máza	Sopron 2—4 réteg	r. a. k. k.	Eger 2—3. réteg $1/3:2/3$ kev.	r. a. k. k.	Mályi 2—3. réteg $2/3:1/3$ kev.	r. a. k. k.	
Alsómocsolád	Nagykanizsa III.	r. a. k. k.	Mátraderecske kék sárga 80:20	r. a. k. k.	Tiszabercel r. a. k. k. + 30% s. a.	r. a. k. k.	
Göröcsöny	Zalaegerszeg III.	r. a. k. k.	Hajdúszoboszló	r. a. k. k.	Fehérgyarmat	r. a. k. k.	
Cegléd	Teskánd 7—11.	r. a. k. k.	(kivéve pillért és vázkerámia)	r. a. k. k.	Kisújszállás 2—5. réteg	r. a. k. k.	
Debrecen III.	Köröshegy	r. a. k. k.		r. a. k. k.	Mezőtúr	r. a. k. k.	
Szőreg	Tab	r. a. k. k.		r. a. k. k.	Békéscsaba I—II.	r. a. k. k.	
Gyula	Balatonszentgyörgy	r. a. k. k.		r. a. k. k.			
Battonya	Szekezárd—Csatár	r. a. k. k.		r. a. k. k.			
	Siklós I.	r. a. k. k.		r. a. k. k.			
	Bőszénfa	r. a. k. k.		r. a. k. k.			
	Putnok	r. a. k. k.		r. a. k. k.			
	Abony	r. a. k. k.		r. a. k. k.			
	Kunszentmárton	r. a. k. k.		r. a. k. k.			
	Szeged I.	r. a. k. k.		r. a. k. k.			
	Hódmezővásárhely	r. a. k. k.		r. a. k. k.			
	Mezőberény I.	r. a. k. k.		r. a. k. k.			
	Mezőberény II.	r. a. k. k.		r. a. k. k.			

r. a. k. k. = rétegvastagság arányá-
ban kitermelt keverék

s. a. = soványító anyag

Az 1969-1972 években vizsgált

agyagtelepülések nyersanyagainak felhasználási lehetőségei.



- 1. tömör téglák / 20-40% üregetérf. / 5. soklyukú téglák / 20-40% üregetérf. / 6. pillértéglák / 7. fődémtéglák / 40-70% üregetérf. / 8. vázkerámiák / 40-70% üregetérf. / 9. tetőcserepek / 10. burkoló- és díszítőelemek.
- A nyersanyagból gyártható:
- 1 - 2. termékek. ▲ 1 - 5. termékek. ■ 1 - 9. termékek. ◆ 1 - 10. termékek.

1. ábra

szilárdságával. A vizsgált 68 agyagtelepülés nyersanyagainak osztályozását — az előállítható termékcsoportok szerint — a 3. és 4. táblázatok, valamint az 1. ábra tartalmazzák. A táblázatokban feltüntettük a gyártáshoz felhasználható nyersanyagkeverék összetételét is. A legtöbb esetben a művelés alatt álló bányában

előforduló nyersanyagok rétegvastagságuk arányában kitermelt keverékével (r.a.k.k.) számoltunk, mint gyártási alapanyaggal. A táblázatokban a nyersanyagok legfontosabb ásványi és kerámiajellemzőit is feltüntettük, valamint a szükséges soványító anyag (s.a.) mennyiségét.

Nyersanyagkeverék jellemzői	Gyártmányok megnevezése			
	Tömör és kevésnyukú téglák ($< 15\%$ üregtérf.) + kézi falazóblokkok ($20-40\%$ üregtérf.) + soknyukú téglák ($20-40\%$ üregtérf.)	Tömör és kevésnyukú téglák ($< 15\%$ üregtérf.) + kézi falazóblokkok ($20-40\%$ üregtérf.) + soknyukú téglák ($20-40\%$ üregtérf.)	Tömör és kevésnyukú téglák ($< 15\%$ üregtérf.) + kézi falazóblokkok ($20-40\%$ üregtérf.) + soknyukú téglák ($20-40\%$ üregtérf.)	Tömör és kevésnyukú téglák ($< 15\%$ üregtérf.) + kézi falazóblokkok ($20-40\%$ üregtérf.) + soknyukú téglák ($20-40\%$ üregtérf.)
Földalkalibarbonát tartalma, %	max. 41	max. 36	max. 28	max. 19
Agyásvány + röntgen- amorf tartalma, %	min. 22	min. 32	min. 32	min. 42
Atterberg f. képlékenységi szám	min. 11 átl. 17	min. 16 átl. 20	min. 17 átl. 21	min. 19 átl. 24
Lin. zsugorodása %	2,3-7,4 átl. 4,1	2,4-7,6 átl. 5,3	4,5-7,8 átl. 5,3	5,5-8,7 átl. 7,1
Hajlítószilárdsága kp/cm^2	min. 68 átl. 99	min. 92 átl. 154	min. 175 átl. 210	min. 182 átl. 218
Vízfelvevőképessége %	min. 17,8 átl. 21,0	16,1-26,2 átl. 21,2	max. 21,6 átl. 19,2	max. 15,6 átl. 13,0

Valamennyi durvakerámia
termék, beleértve a burkoló-
és díszítőelemeket

4. Összefoglalás és értékelés

Az 1969—1972. években az 1. ábrán látható 68 hazai téglagyagtelepülés 202 agyagrétegének kémiai, ásványi, szemcseösszetételét, valamint legfontosabb kerámiai jellemzőit vizsgáltuk meg.

- Az agyagok röntgenanalízissel meghatározott alkatrészei kristályos és röntgenamorf ($0-49\%$) fázisokból állnak. A kristályos fázisok a kaolin, illit, montmorillonit, klorit csoportokba tartozó agyagásványokból, kvarcból, földpátokból, kalcitból és dolomitból összeződnek.
- A vizsgálati adatok alapján a településeket felépítő agyagokat, ill. agyagrétegeket földalkalikarbonátmentes és -szegény (kalcit + dolomit $\approx 8\%$), valamint földalkalikarbonátdús (kalcit + dolomit $> 8\%$) ezeken belül kis-, közepes-, képlékeny és nagy képlékenységi agyagok csoportjára osztottuk. (Atterberg-szám: < 12 ; $12-17$; $18-22$ és > 22)
- A közölt adatok alapján megállapítható, hogy az agyagok képlékenysége szorosan összefügg az agyagásvány + röntgenamorf-, a $< 10 \mu\text{m}$ szemcsetartalommal, valamint az agyagból formázott és $950-1000^\circ\text{C}$ -on kiégetett próbatetek hajlítószilárdságával.
- A kis-, közepes-, képlékeny és nagyképlékenységi agyagok sorrendjében az agyagásvány + röntgenamorf-, $< 10 \mu\text{m}$ szemcsetartalom, valamint az agyagból formázott és $950-1000^\circ\text{C}$ -on kiégetett próbatetek hajlítószilárdsága rendre nő.
- A kisképlékenységi agyagok (Atterberg-f. szám: < 12) átl. 27% agyagásvány + röntgenamorf-, 32% $< 10 \mu\text{m}$ szemcsetartalommal és 60kp/cm^2 hajlítószilárdsági értékkel jellemezhető.

A közepes képlékenységi agyagok (Atterberg-f. szám: $12-17$) agyagásvány + röntgenamorf-tartalma átl. $41-43\%$, $< 10 \mu\text{m}$ szemcsetartalma átl. $40-41\%$, hajlítószilárdsága átl. $94-103 \text{kp/cm}^2$.

A képlékeny agyagokhoz (Atterberg-f. szám: $18-22$) átl. $49-51\%$ agyagásvány + röntgenamorf-tartalom, $53-57\%$ $< 10 \mu\text{m}$ szemcsetartalom és $135-179 \text{kp/cm}^2$ hajlítószilárdsági érték tartozik.

A nagyképlékenységi agyagokra (Atterberg-f. szám > 22) vonatkozóan $55-62\%$ agyagásvány + röntgenamorf-, $65-66\%$ $< 10 \mu\text{m}$ szemcsetartalommal és $214-216 \text{kp/cm}^2$ hajlítószilárdsági értéket állapítottunk meg.

- A földalkalikarbonátmentes és -szegény, valamint a földalkalikarbonátdús agyagok közötti egyik lényeges különbség az, hogy a földalkalikarbonátmentes és -szegény agyagból készített próbatetek ugyanazt a hajlítószilárdságot kb. 50°C -kal alacsonyabb égetési hőmérsékleten érik el, mint a földalkalikarbonátdús agyagok.

- g) Az 1969—1972. években vizsgált 68 agyagtelepülés nyersanyagait, — elsősorban azok előfordulási rétegvastagsága arányában kitermelt keverékeit — a nyersanyagból előállítható durvakerámiai termék fajtája alapján 4 fő csoportra osztottuk.
- h) A viszonylag legkevesebb minőségi követelménnyel és a legegyszerűbb technológiával gyártható termékek (tömör- és kevéslyukú < 15 üregtérf. téglák) csoportjába tartozó durvakerámiai gyártmányok előállításához a vizsgált összes agyagtelepülés nyersanyagainak keveréke megfelelő alapanyagot nyújt.

Az előbbiekhöz képest minőségileg és technológiailag igényesebben gyártott termékek (kézi falazóblokkok: 25% üregtérf.; válaszfal- és soklyukú téglák: 20—40% üregtérf.) előállításához 53 agyagtelepülésünk nyersanyagainak keverékét találtuk alkalmasnak. Összesen 26 azon agyagtelepülésünk száma, amelyek megfelelő nyersanyaggal rendelkeznek pillértéglák, födémteglák, korszerű vázkerámiai építőelemek (40—70% üregtérf.) és tetőcserepek gyártásához.

A szabványos követelmények és a technológiai előírások szempontjából legmagasabbrendű durvakerámiai termékek (burkoló- és díszítőelemek) gyártásához 13 agyagtelepülésünk szolgáltathat kiváló alapanyagot.

IRODALOM

- Albert J. (1967): Téglanyagok és felhasználásuk a durvakerámiai iparban. Szilikátkémiai monográfiák 9. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Albert J. (1965): Építőanyag 17. 113.
- Alviset L. (1966): Módszer a téglák és cserépiparban hasznosított agyagok osztályozására száradási képességük alapján. Párizsi Egyetemen elfogadott doktori értekezés, Párizs.
- Bichl N.—Müller, H. (1967): Deutsche Bauzyklopädie, 12. VEB Verlag für Bauwesen, Berlin.

- Hofmann, V.—Schembra, W. (1967): Berichte der DG 44. 131.
- H. Kromer (1971): InterCeram, 20. 2.
- Keeling, P. S. (1961): Transactions of the British Ceramic Soc. 60. 217.
- Náray Szabó I.—Péter Tiborné (1967): Acta Geologica Ac. Sc. Hungaricae, 11. 347.
- Tamás F.—Takáts T.—Péter Tiborné (1971): Építőanyag 23. 441
- Vincenzini, P.—Ortelli, G. (1971): Építőanyag, 23. 29.
- W. F. Cole (1968): Ceramic Clays and shales from Melbourne Area, Division of Building Research Technical Paper No 22, Melbourne.

Др. Альберт Янош—др. Балинт Пал:

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ОТЕЧЕСТВЕННОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КИРПИЧЕЙ

В 1969—1972 гг. испытывались химические, минералогические свойства и зернистость глины на 68 залежах кирпичной глины в 202 слоях, а также их важнейшие керамические показатели.

Путем рентгеновского анализа определялось количество кристаллических и рентгеноморфных фаз и содержание глинистых минералов.

Глины, слагающие эти залежи группировались как виды не содержащие земельных щелочей и карбонатов, затем с низким и высоким их содержанием. Была установлена связь между глинистыми минералами + рентген-аморф, < 10 μ м зернистостью и прочностью на изгиб.

Изучаемые глины классифицировались по их пластичности.

Составлена таблица, указывающая, что из изучаемых глин которые строительные материалы и элементы могут быть экономично изготовлены.

С этой точки зрения смесь сырых глин изучаемых залежей разделена на четыре основные группы.

Alunitkutatás és termelés lehetősége Magyarországon

Irta: Dr. Varjú Gyula

Magyarország területén főleg a harmadidőszaki vulkáni képződményekhez kötötten számos helyen jelenik meg az alunit. Gyakorlati szempontból a tokajhegységi lelőhelyek kaptak érdeklődést. A hegység területén több helyen: Mád, Ond, Szerencs, Monok, Erdőbénye, Sárospatak, Telkibánya stb. környékén ismertek alunitlelőhelyek és indikációk.



A Tokaji-hegység vulkánológiai és geokémiai adottsága alapján az alunit kiterjedt előfordulására és egy-egy lelőhelyen nagy ásványvagyongra számíthatunk. Errre utal a vulkáni folyamatokra jellemző kén- és káliumbőség, valamint az intenzív hidrotermális működés.

Hasonló földtani viszonyok között előfordul és azonos genetikával képződött előfordulások adják a világ (USA, SzU, Japán, Kína stb.) legnagyobb alunitbányászatának nyersanyagait.

Alunitfelhasználásról tudunk: Japánban, a Szovjetunióban, Kínában, Olaszországban, az USA-ban Spanyolországban, Dél-Koreában, Ausztráliában, Görögországban, Perzsiában, Mexikóban.

Magyarország területén alunitkészletek feltárása céljából tájékozódó vizsgálatokat végeztünk már a Tokaji-hegység DNy-i részén, a mádi Királyhegyen és a Bombolyon, valamint az ondi Kassza-hegyen. Mindkét területen kiterjedt alunitosodás volt megfigyelhető. Ezen vizsgálatok során megismertük az alunitképződés körülményeit és a dúsulás néhány elvét. Az alunitkoncentráció és az ásványvagyong nagyságrendjének tekintetében azonban csak további kutatás után lehet érdemben nyilatkozni. Jelenleg a felderítő kutatás elején vagyunk. Az alunit térbeli elhelyezkedése és a genetikai típus alapján a földtani kutatásoktól milliós tonnás nagyságrendű ásványvagyongot várhatunk. A Maryvalley-i lelőhelyen 11 mt ásványvagyongot tartanak nyilván.

Az elmúlt években végzett kaolinkutatások az alunitosodás optimumát jelentő kovás öveket elkerülték, mivel az alunit finomkerámiai nyersanyag szempontjából káros. Ezért a már rendelkezésünkre álló adatok nem tekinthetők megfelelőnek a magyarországi alunitkutatás le-

hetőségeinek bemutatására és kielégítő állásfoglalások kialakítására.

Eddigi kutatásaink során a legnagyobb alunitdúsulást a mádi Királyhegyen kihajtott IV. és VI. kutatóvágatok, valamint ennek környékén lemélyített 245. számú, 251. számú és 255. számú fúrásokban észleltük. Az említett kutatóárokba kikérült anyaggal Varjú Gyula javaslatára 1965—66. években dúsítási és felhasználási kísérleteket végzett a Bányászati Kutató Intézet.

A kísérletek egy viszonylag puhább és egy tömött, kovásabb anyaggal folytak. A típusminták 15,2—27,35% SO₃-tartalmúak voltak. A kísérlet többek között kiterjedt az alunitos kőzet dúsíthatóságának felderítésére is. Megállapítást nyert, hogy a dúsítás jó hatásokkal végezhető.

Nagyobb alunittartalmú kőzetet tárt fel az Ond 18. sz. fúrás, mely a Kassa-hegy Ny-i oldalán mélyült.

Mélységköz	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	SO ₃	Izz. vesz.
A kémiai vizsgálat eredménye:					
21,30—24,40 m	5,32 ⁰ / ₀	0,62 ⁰ / ₀	1,29 ⁰ / ₀	15,0 ⁰ / ₀	7,77 ⁰ / ₀
24,40—26,5 m	5,07	0,64	1,39	16,7	7,89
26,5—30,6 m	12,56	1,72	3,63	23,10	15,92
30,6—32,0 m					
32,0—40,20 m					
40,2—48,2 m	12,08	1,55	4,92	24,70	10,25
48,2—58,0 m					
58,0—64,0 m	9,51	0,54	4,55	19,70	8,29

A fúrás 68,6 m-ben műszaki okok miatt le kellett állítani.

Az onditól, úgynevezett „liparit”-bányászat során 12—15% SO₃-tartamú kőzetek sokszor kerültek elő, melyek határozott csapást követve, vagy nagyobb göcökben helyezkedtek el.

A műreéremesség minimális SO₃-tartalmat az USA-ban 15—23%-ban határozták meg.

Régebbi irodalmi adatok szerint Montianiban 14—15%, Spanyolországban pedig 15% kihozatalról írnak.

A White Horse-i lelőhelyen a maximális alunittartalom 55—60%. A Simin-vulkán (SzU) kráterében az alunit mennyisége általában 40—50%, mely helyenként 70%-ot is elér. Az Amur mentén lévő Iszkinszk-lelőhely kőzetében az alunit 29—30%-os mennyiségben található, az azerbadzsáni Zaglik-lelőhelyen 52—53% alunit van a kőzetben. A SzU közép-ázsiai részén 30—35% alunitot tartalmazó vulkánikus kőzeteket ismernek. Az alunit mellett nagy mennyiségben (35—65%-ban) jelenik meg a kvarc, s általános a kaolin, mint járulékos ásvány.

A beregszászi (Kárpátalja) Nagy-hegyen begyűjtött 21 db minta átlagos SO₃-tartalma 22,86%-os volt, az Alsó-Szarvasbánya 7 mintájának átlaga pedig 26,72%-nak adódott. A legújabb vizsgálatok szerint az átlagos alunittartalom 30%. A régi vizsgálatok 66% átlagos alunittartalmat jeleztek. Ipari feldolgozás céljára a SzU-ban 32—33% alsó alunittartart állapotot tak meg.

A fentiekhez hasonló anyag feltárására a Tokaji-hegység területén megvan a lehetőség.

A kőzet alunittartalma ebben a genetikai típusban erősen változó, ezért az átlagosítás fontos feladat. De az alunit a kaolinnal (több minőségtípus) együtt termelhető. Szelektálás esetén a telepben előforduló vasszennyezésmentes anyag mind felhasználható.

A műrevaló ásványvagyron meghatározásának alapfeltétele a műrevalóság szempontjából minimálisnak tekintendő SO_3 -tartalom meghatározása. Megállapítást nyert, hogy 15% SO_3 -tartalmú alunitos kőzet már jó hatásfokkal dúsítható. Ez 30—40% alunitnak felel meg.

A Mád—Királyhegyről származott két alunitminta kémiai összetétele:

	1	2
SiO ₂	61,10%	21,60%
Al ₂ O ₃	15,24	34,71
Fe ₂ O ₃	0,09	0,54
MgO	0,06	0,07
CaO	0,23	0,19
Na ₂ O	N ₃	N ₃
K ₂ O	3,20	4,45
Izz. veszt.	20,35	34,71
SO ₃	15,20	20,6

A tokajhegységi alunitos kőzetekben az alunit általában makroszkóposan is felismerhető. A táblás formájú fényes alunitkristályok, a matt szürke kvarc és a hófehér, vagy limonittal színezett kaolin mellett feltűnően jelentkeznek. Ez segíti a bányászatot a szelektív termelésben.

Az alunit három formában jelenik meg:

1. Az alapanyagban finom diszperzió formájában. Ezek a kristályok ritkán haladják meg a 0,1 mm-t, általában csak néhány mikron nagyságúak.
2. Nagy táblás kristályokban kovás és kaolinos alapanyagban. Az alapanyag néha mikrokristályos alunit.
3. Az átalakult horzsakövet, riolituffa üregeiben (druzákban), repedésekben saját alakú kvarc és dickit kristályok mellett, nagyobb fennőtt kristályokként.

A kvarc általában finomszemű aggregátumokban fordul elő, vagy a repedéseket, druzákat tölti ki. A kvarc granulometriája zömmel 5—20 μ között változik. Az eredeti tufából származó nagyobb szemű kvarc mennyisége maximálisan 5%.

Piritet az alunit mellett csak a legritkább esetben és csak igen kis mennyiségben találunk. A Maryvalley-i előforduláson a pirit 1 mm nagyságú, elvileg azonban a kolloidmérettől néhány mm nagyságban fordulhat elő. A pirit inkább a finomszemű kristályos alunittal jelenik meg.

A tokajhegységi alunitok és alunitos kőzetminták piritet egy alommal sem tartalmaztak.

Az alunit sokszor a földpát-fenokristályok helyeit tölti ki, máskor a kvarccal mikrokristályos mozaikszerű aggregátumokat képez. Megfigyeltünk olyan esetet is, melyekben a reziduális kvarcot alunit tölti ki.

Az oxidációs övben előfordulhat még alunogén, halotrichit, jarosit és vasszulfát. A Mád—Bomboly kaolinbányájában több alkalommal találtunk a kaolin mellett alunogént.

Az alunitban a káliumot néha nátrium helyettesíti. A magyarországi alunitos kőzetek NaO-t csak tized, vagy század százalékban tartalmaznak. Nagyobb mennyiségű megjelenésre genetikai okok miatt sem számíthatunk, mert a nátrium már az anyakőzetben is nagyon alárendelt, a hidrotermális folyamatok során pedig gyorsan mobilizálódik. A kálium mennyiségének növekedésével a nátrium mennyisége erősen csökken. Nakovnyik és a kínai geológusok szerint az alunitos kőzetek K : Na arányát az anyakőzet, illetve a mellékőzetek K- és Na-tartalma határozza meg.

Genetikai és ipari szempontból hangsúlyozni kell, hogy a Mád-környéki alunitos kőzetek nyomelemeket vagy egyáltalában nem, vagy csak minimális mennyiségben tartalmaznak. Tájékoztatásképpen egy ondi és egy mádi minta szinképelemzését közöljük:

Ondi alunitos kőzet			Mádi alunitos kőzet				
Ag	—	Ga	0,001	Ag	—	Ga	—
As	—	Ge	—	As	—	Ge	—
Au	—	In	—	As	—	In	—
Ba	—	Mo	—	Ba	—	Mo	—
Be	—	Ni	—	Be	—	Ni	—
Bi	—	Pb	0,01	Bi	—	Pb	—
Cd	—	Sb	—	Cd	—	Sb	—
Cr	—	V	0,001	Cr	—	V	—
Cu	0,0008	Zn	—	Cu	0,0008	Zn	—
		Zr	—			Zr	—

A Tokaji-hegység területén az alunit a következő genetikai típusban fordulhat elő:

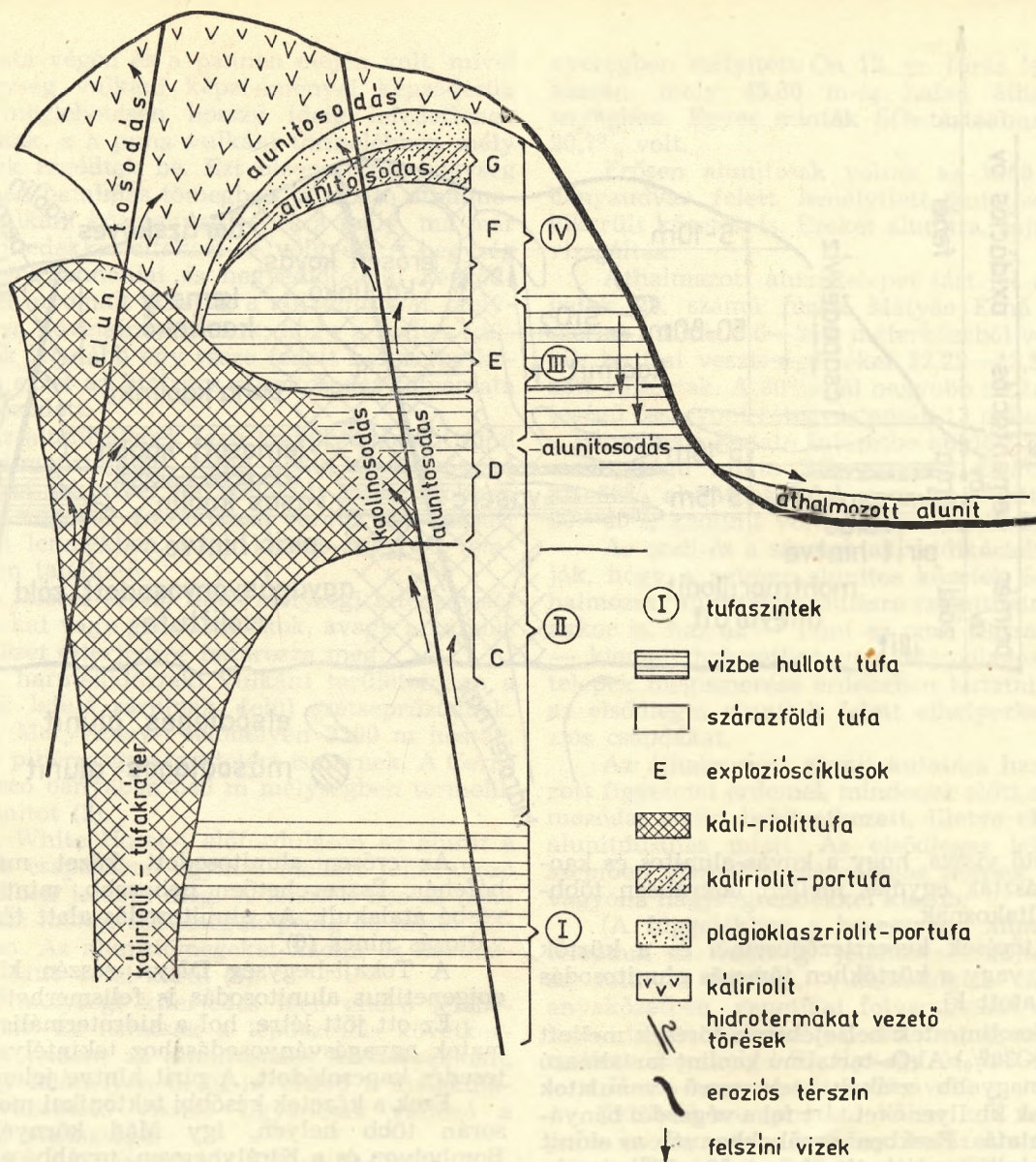
1. exhalációs
2. hidrotermális
3. epigenetikus

Az alunit savas pH-jú közegben erősen oxidatív viszonyok között képződik.

Az alunit fiatalabb a kvarcnál, mert a kvarcerekét aluniterek, zsiórok szelik át. A White Horse-i lelőhelyen kis euhedrál alunitkristályokat találtak a latit kaolinosodott fenokristályában úgy, hogy az alunit a fenokristály külső szélétől növekedett befelé. Ebből arra lehet következtetni, hogy a kaolinképződés az alunitot megelőzte. A dickit viszont későbbi a nagyszemű alunitnál is. A Big Star-i lelőhelyen megállapítható volt, hogy az alunit fiatalabb a piritnél.

Gyakorlati szempontból még nem eldöntött, hogy a felszálló vagy a leszálló vizekkel kapcsolatban képződött alunit értékesebb-e?

Langhlin szerint a felszálló oldatok a fő alunitképzők, de jelentős a leszálló oldatok hatása is. Az USA legnagyobb teléres alunitlelőhelye magmás működéshez kötött ascendes oldatok útján keletkezett. A legnagyobb kiterjedésű lelőhelyek metasomatikus folyamatokhoz kapcsolódnak (Alunit Ridge, USA). A metasomatikus alunitosodás rendszerint a vulkáni kőzetekre korlátozódik, mert ez valószínűleg a nagyobb alkália-tartalom miatt kedvezőbb feltételeket biztosít. Az alunittelérek sem terjednek a bontott kőzeteken kívül (2).



Ugyancsak a mellékközethatás miatt a legintenzívebb alunitosodási szint a Tokaji-hegység rétegsorában a káli-riolittufa-szint (III-as tufaszint teteje és a IV-es tufaszint alja).

A hidrotermális alunitosodás optimumát horizontális irányban a törések központi övét jelentő kovás zóna, vertikálisan pedig a képződéskor fennálló oxidációs és redukciós öv határára jelölhetjük ki.

A Bomboly—Királyhegy kovásodásának és agyagáványosodásának öves szerkezetét 1952-ben ismertem fel. Részletes leírását Nemez E.—Varjú Gy.—Barna J.: Allevardit from Királyhegy, Tokaj, Mountains, Hungary, Proc. Internat. Clay Conf., Stockholm, II, 51—67., 1963. című cikkben, s Varjú Gy. Ásványtelepeink földtani VIII. Nemfémes ásványok fejezetének 255. oldalán adtam.

A törések központi részén 50 m szélességet is elérő kovás övet találunk. E mellett a kaolinit, s majd az illites és montmorillonitos öv következik. A kaolinites és illites öv között sokszor, így a mádi Királyhegyen is, széles allevarditos öv helyezkedik el.

Az alunitkutatás szempontjából hangsúlyo-

zandó, hogy az alunitdúsulás a központi kovás övhöz kötődik.

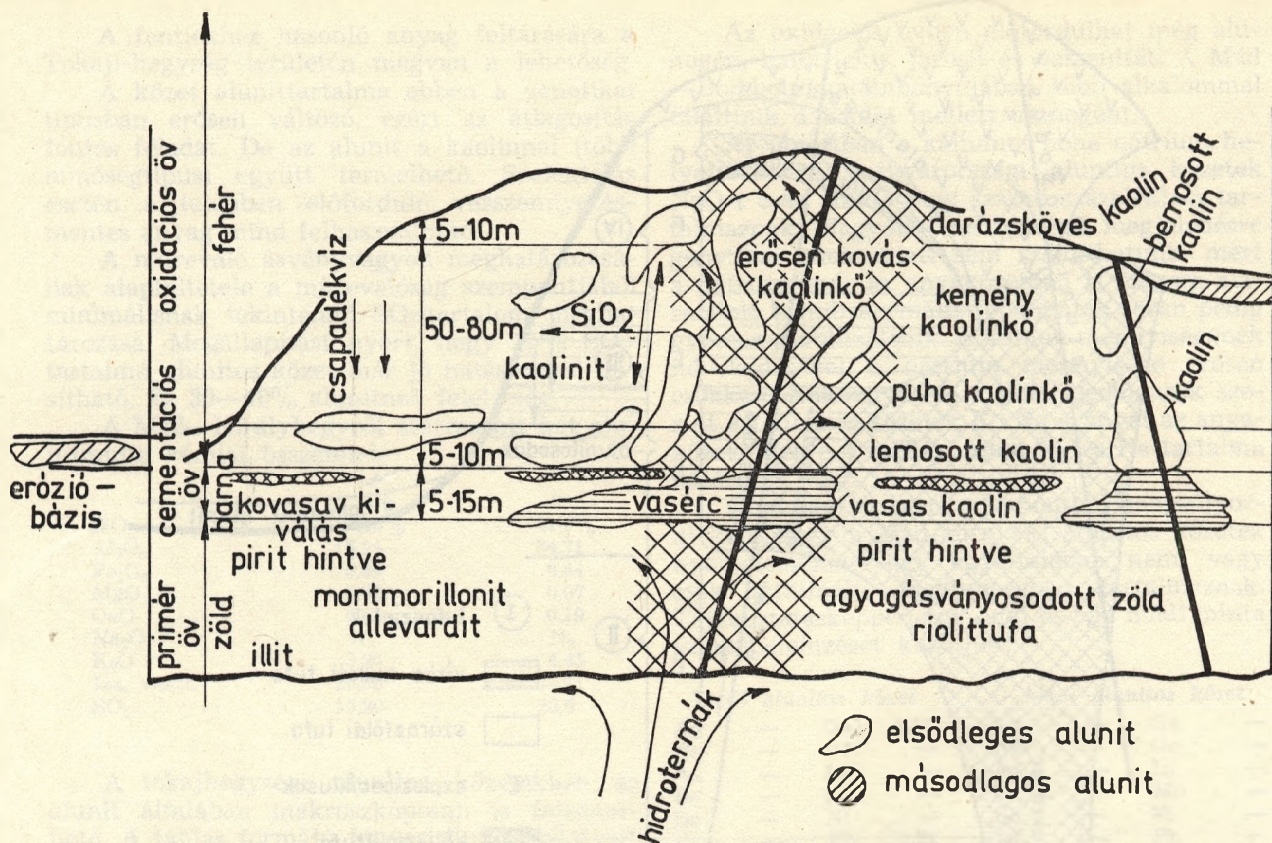
Mátyás Ernő megfigyelte, hogy a kaolinites, valamint az illites, allevarditos, illetve a montmorillonitos öv átmeneténél megnövekszik a vasas-öv helyzete.

Az alunit a hidrotermális övrendszer belső vasmentes részén helyezkedik el. A természetes közet és a dúsítmány Fe_2O_3 -tartalma ennek megfelelően $O, X - O, OX\%$.

Vasmentes (vasszegény) alunitképződés szempontjából legkedvezőbb anyaközet a riolit, illetve riolittufa, mert ezek fémikus ásványokat általában nem tartalmaznak, s a tufa porózus közet, tehát az oldatok jobban, egyenletesebben járták át. Az andezit is adhat vasszegény alunitot, de ennek bányászata a minőségi inhomogenitás miatt nehézkes.

A Tokaji-hegység riolittufájában a törések számos helyen párhuzamos elhelyezkedésűek és csapatosan jelennek meg. A közöttük lévő távolság sokszor ugyancsak nem nagy. Ilyenkor a kovás—alunitos öv is igen széles.

Az előbb említett tektonikai perforációra



vezethető vissza, hogy a kovás-alunitos és kaolinos pászták egymás mellett laterálisan többször váltakoznak.

A törések keresztveződéseinek és a kúrtók mellett, vagy a kúrtókban tömzsös alunitosodás alakulhatott ki.

A kaolintestek belsejében a törések mellett nagy (+ 30%) Al_2O_3 -tartalmú kaolint tartalmazó kisebb-nagyobb zsákok, telérszerű vonulatok alakultak ki. Ilyeneket tárt fel a végardói bányászati kutatás. Ezekben a zsákokban stb. az alunit is feldúsulhat, elérheti a kőzet 50–70%-át. Az alunit kísérő ásványa a kaolinit.

A hidrotermális alunitosodás a Tokaji-hegység területén a vulkáni működés későbbi szakaszában folyt le.

Az alunitdúsulás optima vertikálisan ott alakul ki, hol a felszálló alkálikus és H_2S -tartalmú redukív jellegű vizek találkoztak a leszálló, savas, erősen oxidatív jellegű felszíni vizekkel.

Magasabb szinteken az alunit felett erősebben kaolinos a kőzet.

A laterálisan kiterjedtebb kovásodás is a felszálló és a leszálló vizek kölcsönhatására vezethető vissza.

Így alakult ki az oxidációs öv jellegzetes ásványával, az alunittal és a redukációs öv a pirittel.

Az alunitosodás alkalmával a Si kisebb, a Na, Ca és Fe igen nagy mennyiségben mobilizálódik. Az Al_2O_3 és a K_2O értékek viszont lényegesen nem változnak. A SO_3 -ban 15–23%-os növekedés elég általános. (6).

Az összes megmaradt vas hematitban van jelen (6).

Az erősen alunitosodott kőzet majdnem hófehér. Észrevehetően nehezebb, mint a kevésbé átalakult. Az alunitosodás alatt térfogatváltozás nincs (6).

A Tokaji-hegység DNY-i részén kiterjedt epigenetikus alunitosodás is felismerhető.

Ez ott jött létre, hol a hidrotermális folyamatok agyagásványosodásához tekintélyes piritesezés kapcsolódott. A pirit hintve jelent meg.

Ezek a kőzetek későbbi tektonikai mozgások során több helyen, így Mád környékén a Bombolyon és a Királyhegyen, továbbá a sárospataki Cinegésen és a Királyhegyen kiemelkedtek.

A felszíni vizek a porózus kőzetben könnyen és nagyobb mélységbe közlekedhettek. A korzsköves riolittufa szerkezetét ugyanis az agyagásványosodás után is megtartotta. A stagnáló vizek elbontották a piritet és így végső fokon megteremtették az alunitképződés feltételét.

A szekunder alunitosodás későbbi erózióbázis-szintjének közelében érte el optimumát. Ez a szint a jelenlegi erózióbázisnál valamivel magasabban van.

Az epigenetikus alunitosodás laterális kiterjedése a Tokaji-hegység területén igen nagy lehet, mert a felszínen hosszan nyomozható az illitben és az illites allevarditos tufában hintve megjelenő nagyobb mennyiségű pirit.

A szekunder alunitosodás tehát rétegszerű, de felismerhető gócban, elnyúlt lencsékben a felsőbb szinteken is — a felszíni vizek mindenkori mozgásától függően.

A szekunder alunitképződés a szarmata végétől a mai napig tarthat. Legintenzívebb szakasza azonban minden valószínűség szerint a

szarmata végén és a pannon elején volt, mivel a hegység vulkáni képződményei képződésük után meglehetősen hosszú ideig lefedetlenek maradtak, s a puha vulkáni törmelékben mély völgyek rágódtak be. Ezt bizonyítja a hegység peremén hatalmas tömegben található áthalmozott vulkáni kőzetanyag — és a mély, ma már fiatal üledékekkel eltakart — völgyek. A hegység peremén pannoniai és negyedidőszaki képződmények nyomait találjuk a vulkanitokon, melyből arra következtethetünk, hogy a pirités vulkanitok legalább egy része fedett helyzetbe került, s ezzel az utólagos alunitosodás folyamata korlátozódott.

Az alunittelepek igen szabálytalanok, mind méretdimenziójukat, mind pedig anyagi összetételüket tekintve. Az átalakult vulkanitokban góccok, zsinórok formájában fordul elő, másutt viszont lencsékben, vagy kisebb-nagyobb tömszökben található.

A teléres (öves) típus mélységi kiterjedését tektonikai vagy genetikai okok, avagy a kálidús anyakőzet elterjedése határozza meg.

A harmadidőszaki vulkáni területeinken a törések lefelé zárulnak, felül szétéprűződnek.

A Maryvelley-i lelőhelyen 2300 m hosszú, 610 m pillérmagasságú telért ismernek. A Cerro de Pasco bányában 640 m mélységben termelik az alunitot (2).

A White Horse-i előforduláson az alunit a törések csapásában egymás mellett felsorakozó lencsékben jelenik meg. A lencsék hossza néha többszáz méter, szélességük pedig 30 méter körül van. Az alunittömegeket kaolin és kaolino-sodott latit veszi körül (6).

A mélységi kiterjedés igen eltérő lelőhelyenként. Ez nemcsak a lepusztulás következménye, hanem az alunitosodás lelőhelyeként, sőt egy lelőhelyen belül is, eltérő a kialakulására vezethető vissza. Ugyancsak változó a telérek vastagsága.

Tolfa-i (Olaszország) előfordulás telére meredek lefutású, szélessége általában 0,5—1,5 m, helyenként eléri a 10 m-t is. A 0,8 m-nél keskenyebb teléreket nem tekintik műreérdeemesnek.

Utah-ban ismernek olyan alunittelért, melynek vastagsága 1,8—7,6 m között változik (átlag 3 m), hossza 1000—1100 m, s az alunit 30 m mélységig hatol le.

Borissowa szerint a centrális alunitos öv vastagsága a Simin-vulkán kráterében 100—110 m. Ebben két zóna ismerhető fel: opál-alunit-szulfidos és opál-alunit-anhidrites öv.

Az in situ alunittömegek közelében áthalmozott lelőhelyek is előfordulhatnak.

A Tokaji-hegység területén a posztvulkánikus hidrotermális működés befejező szakaszában, a felsőszarmata zárójelensége intenzív gejzirműködés volt. Ennek eredményeként kiterjedt tőrendszerek alakultak ki. Ezek a tavak üledékgyűjtői voltak a hidrotermális működés első szakaszában képződött hirdotermalitoknak: agyagoknak, alunitoknak stb.

Áthalmozott alunitrétegeket ismertünk meg a Szerencsi-öböl kutatása során az Ond határában levő Kassa-hegy Gárdony tetőrészén, a

nyeregben mélyített On 12. sz. fúrás felső szakaszán, mely 45,80 m-ig halad áthalmozott anyagban. Egyes minták SO_3 -tartalma 15,3—20,7⁰/₀ volt.

Erősen alunitosak voltak az 1959 előtt a bányaudvar felett lemélyített kutatóaknákból kikerült kőzetek is. Ezeket alunitra, sajnos nem vizsgálták.

Áthalmozott alunittelepet tárt fel a Sárospatak 29. számú fúrás. Mátyás Ernő közlése szerint a fúrás 8,0—24,8 méterközéből vett minták izzítási veszteségértékei 22,22—43,53⁰/₀ között változtak. A 30⁰/₀-nál nagyobb izzítási veszteségű összevont rétegvastagság 13 méter. Innen a Bányászati Kutató Intézetbe küldött vagonnyi mennyiségű minta SO_3 -tartalma 25,8⁰/₀, mely kb. 60⁰/₀ alunitnak felel meg. Az alunit mellett 30—40⁰/₀ kaolinit volt még jelen. (F. 2)

Az ondi és a sárospataki indikációk mutatják, hogy a primer alunitos kőzetek felett áthalmozott alunitelőfordulásra számíthatunk még akkor is, haz az — mint az ondi Kassa-hegyen — kiemelt helyzetben van. Másodlagos alunittelepek megismerése érdekében kutatni kellene az elsődleges alunitok felett elhelyezkedő erőzios csapdákat.

Az áthalmozott alunit kutatása hangsúlyozott figyelmet érdemel, mindennek előtt az áthalmozódás során bekövetkezett, illetve előállható alunitdúsulás miatt. Az elsődleges lelőhellyel szemben viszont a másodlagos telepek ásványvagyona nagyságrendekkel kisebb.

(A függelékben a beregszászi alunitosodás teleptani és minőségi jellemzését adjuk, mert az földtani korban, vulkanológiai ciklusban, anyakőzetben, genetikai folyamatokat és a teleptani típust tekintve teljesen megegyező a Mád melletti Bomboly—Királyhegy és az Ond melletti Kassa-hegy alunitosodásával.)

Dúsítási szempontból külön kell kezelni a puha kaolinos és a kemény kovás alunitféléseket. (Ezért ezt a két típust vettük elsőként a tájékoztató nemesítési kísérleteknél munkába.)

Az alunitdúsulás alapfeltétele az optimális mechanikai fellazítás (felaprítás), mely lehetővé teszi a kisebb alunitkristályok elválasztását is.

A tokajhegységi kaolinok dúsítását 1959-ig lehetetlennek tartották, mivel ezek a kaolinok nem agyagszerűek, hanem kemények. Az ún kaolinkőben a kaolin nagyobb SiO_2 -tartalmú vázban finomabb, vagy durvább diszperzióban van jelen. 1958—59-ben több mintát vizsgáltam, melyek vékonycsiszolati szerkezete mutatta, hogy optimális mechanikai feltárás esetén a kaolingócok anyaga elválasztható a váz anyagától. Ezen vizsgálati eredmény alapján javasoltam a tokajhegységi kaolinok dúsítási kísérleteinek megkezdését. A kísérletek azonban — az előzőekben említett finomszemű kvarc miatt — csak korlátozott alumíniumnövekedést értek el. Az alkalmazott hidrociklonokkal ugyanis a kvarc egy része nem volt elválasztható a kaolintól. Ez a probléma az alunitdúsításnál is jelentkezhet.

Az alunitos kőzet az anyakőzetet adó horzsakőlapilliss riolittufa szerkezetét jól tükrözi. Az alunit egyrészt a druzákban, azok falán,

másrészt az alapanyagban különféle — sokszor igen finom — diszperzióban található. Ez utóbbi szorosan összenőtt a finomszemű (2—10 μ nagyságú) kvarccal, s a közet vázát alkotó egyéb kristályos (főleg agyagásványos) és amorf fázisokkal. Mint várható volt, az alapanyagban lévő alunit dúsítása nehezebb feladat. Ennél nélkülözhetetlen az optimális mechanikai feltárás. Azok a közetek, melyekben az alunit ilyen megjelenésű, külön típusonként kezelendők, s a földtani kutatás során külön ásványvagyongatégoriákként veendő számításba.

Az őrlési finomság fokozásának határt szab a sokszor nagy mennyiségben jelenlevő másodlagos kvarc granulometriája, továbbá a kvarc-szemek illeszkedése egymáshoz és az alunithoz. Ezt a témát a földtani kutatás során ugyancsak részletesen kell vizsgálni.

A Szerencsi-öböl területén végzett finomkerámiai ásványnyersanyag-kutatás sok új típusú anyagot tárt fel. Az értékelés során olyan vélemény hangzott el, hogy hiányosságának tekinthető a kis Al₂O₃-tartalom. Ennek kiküszöbölése érdekében javasoltam a feltűnően kis szennyezettségű alunitok, többek között finomkerámiai felhasználását is.

Az elvégzett kísérletek beigazolták, hogy a tokajhegységi dúsított alunitokból nagy (50, 60, 70%) Al₂O₃-tartalmú alu-termékek állíthatók elő, melyek sajátosan kedvező tulajdonságú kerámiai nyersanyagok.

Ezzel a finomkerámiai masszák Al₂O₃-tartalma kívánt szintre állíthatók be.

Lehetővé válik, hogy ugyanazon anyaközetből (riolit), ugyanazon folyamattal (hidrotermális) képződött ásványi nyersanyagokkal a kerámiai massa minden (soványító, vázképző, plasztikus és olvadékképző) igényét kielégíthessük. Ez azzal az előnnyel járhat, hogy az égetés alatt lejátszódó folyamatok (olvadás és rekristalizáció) ellentmondás nélkül, dinamikus homogenításban következnek be. Így a rendszerben levő feszültségek — melyek a legtöbb bajnak okozói — teljesen kiküszöbölhetők, vagy minimálisra csökkenthetők.

Kívánság szerint kézbentartható a rekristalizáció és ezen keresztül kedvezően alakítható a kerámiai termék minősége.

Az alunit egyes, például kerámiai, töltőanyagipari és tűzállóipari felhasználásánál fontos követelmény a fehér szín és a vasmentesség. Nemesítés szempontjából ilyen vonatkozásban ki kell térni arra a kedvező adottságra, hogy a tokajhegységi alunitok vastalanítása igen könnyen — már feltűnően kis savkoncentráció mellett — eredményesen végezhető el. Ilyen módon század % Fe₂O₃-tartalmú anyag is előállítható.

IRODALOM

1. Borissowa, V. N.: Alunitizacija v rikraternoj csaszi vulkana Zimina. (Moszkva) Sconremenny Vulkanism Rezenter Vulkanismus 1, 192—197 Moskau (Nauk) 1966.
2. Callaghan, E.: Preliminary report on the alunite deposits of the Maryvalley region, Utah, U. S. Geol. Surv. Bull. 886—D, 1937.
3. Konek F.: Egy magyar kálitragya. Term. Tud. Közl. XLIX. k. 743—748 old. 1917.

4. Kulay, Gy.: Beregszászi hegyek kőzettani viszonyairól. Földt. Közl. LXVI. k. 7—9 f. 161. o., 1936.
5. Lányi B.: A beregszászi alunitról. Földt. Közl. 1959. o. 1943.
6. Max E. Willard and Paul Dean Proctor: White Horse alunite deposit, Maryvalley, Utah. Econ. Geol. Vol. XLI No. 6. 1946. szept.—okt.
7. Schréter Z.: A beregszászi alunit Földt. Közl. 10. o. 1939.
8. E. Nemezc, Gy. Varjú and J. Barna (1963): Allevardite from Királyhegy, Tokaj Mountains, Hungary: International Clay Conference 1963, Stockholm.
9. Varju Gy.: Ásványtelepeink földtana. Nyersanyag-lelőhelyeink. 8. Nemércs ásványi nyersanyagok. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1966.
10. Barna J.: A mád-királyhegyi alunitok felhasználása finomkerámiai célokra. Bányászati Kutató Intézet, 4—21—66—503. számú Kutatási zárójelentés⁹ 1966. december 31.
11. Mátyás E. (1966): A Mád-környéki felsőszarmata vulkáni utóműködés. Földt. Kut. IX. 2.
12. Csillag Zolt: A hazai alunitok vegyipari hasznosítási technológiájának kidolgozása. I. A nyers alunitos érc dúsítási technológiájának kidolgozása. Bányászati Kutató Intézet. 22—7/69 K. sz. Kutatási jelentés. 1969. szeptember 30.
13. Szücs Zoltán—dr. Takács Pál: A hazai alunitok vegyipari hasznosítási technológiájának kidolgozása. II. Nyers, illetve dúsított érc pörkölési és káliumszulfát mentesítési technológiájának kidolgozása. Bányászati Kutató Intézet. 22—7/69 K. számú Kutatási részjelentés, 1970. augusztus hó.
14. Szücs Zoltán—dr. Takács Pál: A hazai alunitok vegyipari hasznosítási technológiájának kidolgozása. III. Komplex vegyi feldolgozás kutatása melléktermék hasznosítása és termékbővítés céljából. Bányászati Kutató Intézet 22—7/69 K. számú Kutatási részjelentés. 1971. május hó.
15. Takács Pál: A hazai alunitok vegyipari hasznosítási technológiájának kidolgozása. IV. Döntéselőkészítő tanulmány. Bányászati Kutató Intézet 22—7/69 K. számú Kutatási jelentés, 1972. január hó.

FÜGGELÉK 1.

A beregszászi alunitlelőhely főbb teleptani és minőségi adatai

A beregszászi területen 1750-es évek óta készítenek az alunitos közetekből malomkövet, az 1760-as évek óta pedig timsót.

A lelőhely geológiájával Richthoffen, Szabó József, Konor Frigyes, Lányi Béla és Schréter Zoltán foglalkoztak magyar részről, újabban intenzív kutatás folyik a szovjet geológusok részéről.

A beregszászi alunit, miként a tokajhegységek, a harmadkori vulkáni folyamatokhoz kapcsolódik.

Az alunitosodás a riolitvulkanizmushoz kötött, zömmel a riolit piroklasztikumokat alakította át.

A terület erősen tektonizált és ez kedvező preformációt jelentett a hidrotermák intenzív elbontási és alunitosodási működéséhez.

A beregszászi Derakaszegei bányában az alunitosodott közetek vastagsága 25 m-nél nagyobb. A régi bányászati művelet 20—25 m vastagságban tárta fel. Felül kaolin, alul az alunit dominál. Az alunittal magasságát 10 m-re becsülték. Egy 48 m hosszú táró elején csekély szélességben alunitot, majd kaolint harántolt. A Szarvasbányában a jó minőségű alunit 15—20 m vastag Schréter Zoltán szerint.

A beregszászi alunit anyakőzete plagioklász riolit, helyenként dacitos riolit.

Az alunitos kőzet, illetve alunit fehér, szürkésfehér, néha gyengén rózsaszínes, vagy enyhén sárgás kőzet. Többnyire szemcsés, tömött, gyakran több-kevesebb likacsot és odort találunk benne. A likacsok falait apró, fényes alunit

romboéder kristályok vonják be. Az alunitkőzet a bánya alsó részén nagyobb likacsokat tartalmaz, feljebb apró likacsos és szép fehér színű, legfelül pedig egészen aprószemű és cukorszövetű.

Az anyakőzet eredeti szerkezete jelentős az alunitdúsulás tekintetében, mert az anyakőzet porozitása az alunit befogadását (kristályosodás), valamint az oldatok mozgását segíti elő.

A vegyi elemzések adatai:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
SiO ₂	61,19 ⁰ / ₀	37,77 ⁰ / ₀	58,95 ⁰ / ₀	30,10 ⁰ / ₀	44,47 ⁰ / ₀	49,00 ⁰ / ₀
TiO ₂	0,07	0,08	0,06	0,09	0,11	0,06
Fe ₂ O ₃	0,30	0,22	0,26	0,53	0,56	0,21
Al ₂ O ₃	16,19	24,36	29,01	27,29	21,62	21,08
CaO + MgO	nyom.	nyom.	nyom.	nyom.	nyom.	nyom.
BaO	0,12	0,18	0,11	0,22	0,14	0,15
K ₂ O	3,95	5,98	0,42	6,82	5,90	5,65
Na ₂ O	0,22	0,52	0,05	0,32	0,28	0,31
SO ₃	15,68	25,83	3,17	27,82	21,51	20,43
H ₂ O a különbüzetből számítva	2,28	5,06	7,97	6,81	5,41	3,11
Összesen:	100,00⁰/₀	100,00⁰/₀	100,00⁰/₀	100,00⁰/₀	100,00⁰/₀	100,00⁰/₀

	Beregi Nagy-hegy (21 minta átlaga)	Alsó-Szarvas-hegy bányája (7 minta átlaga)	A Beregi Nagy-hegy (átlag)
SiO ₂	39,50 ⁰ / ₀	28,08 ⁰ / ₀	33,8 ⁰ / ₀
Al ₂ O ₃	23,53	27,67	25,60
Fe ₂ O ₃	0,06	0,27	0,16
TiO ₂	0,08	0,08	—
GaO	0,10	0,38	—
BaO	0,14	0,22	—
Na ₂ O	0,63	0,61	0,6
K ₂ O	5,69	7,30	6,5
SO ₃	22,86	26,72	24,8
H ₂ O	7,41	8,67	8,0

SiO₂ min. 20,4⁰/₀, max. 80,0⁰/₀. A régi előírás szerint a SiO₂ max. 35—45⁰/₀ lehetett. A kőzetben Al-főléleg van, K egy részét (1/6-át) Na helyettesíti.

A Kárpátukrajnai beregovói (beregzászi) körzetben található lelőhelyen begyűjtött mintaanyag részletes vizsgálatát a MEHANOBR végzettte el.

A Beregovo környéki alunitos ércelőfordulásban több lelőhely található, egymástól néhány km távosságra. Ezek: a beregovói, begani, dobroszeljei, muzsiji és a kvaszovói. Legjelentősebb a begani. Az ércet összetétele bonyolult, mert bennük aluniton kívül barit és polimetallikus ásványok is fellelhetők. Elhelyezkedésük sémája: felülről lefelé haladva először alunit, alatta barit és alul polimetallikus ásványok található. A barit az alunitoz kapcsolódik. Feltehető, hogy a magyar alunitos ércet tartalmaznak baritot. (Vizsgálatunk szerint a Ba, mint nyomelem a tokajhegységi hidrotermákban gyakori, pl. a Mád—koldúti kvarcitbányában.) A fenti lelőhelyek közül legjelentősebb a begani. Ennek ásványvagyona — a Szovjetunió Geológiai Minisztériumában kapott információk szerint — 30 millió tonna alunit (a beregovói 15—20 millió t).

A Beregovo környéki alunitos ércet morfológiailag három típusba oszthatók:

1. Az anyakőzetben egyenletesen eloszlott, „behintett”, finomszemcsés alunit.

2. Az üregeket kitöltő aprószemcsés alunit.

3. Teléres, kis „csövecskéket” alkotó alunit.

Ezekon kívül előfordulnak durvakristályos módosulatok is (pl. a dobroszeljei), ezek azonban csak egyes darabok.

A lelőhelyeken kb. 70 ásvány mutatható ki. Az ásványtársulásokat alkotó egyedi ásványok: alunit, kaolinit, kvarc, opál. Az alunitot szennyező fontosabb anyagok:

- agyagásványok; pl. halloysit
- vulkáni üveg; ez azonban itt nem tipikus
- barit, anglesit (PbSO₄)

Az érchen az alunittartalom 10 és 90⁰/₀ között változik, az átlagminta max. 40⁰/₀-ot tartalmaz.

Begani alunitos nyersérc és különböző flotált koncentrátumainak vizsgálati adatai

Összetevő	Nyersérc	koncentrátum			
		1*	2**	3**	4°
Alunit	31,17 ⁰ / ₀	72,50 ⁰ / ₀	79,20 ⁰ / ₀	82,00 ⁰ / ₀	83,80 ⁰ / ₀
H ₂ O	0,38	—	11,27	11,04	7,80
Al ₂ O ₃	14,43	26,82	30,90	30,50	33,00
Al ₂ O ₃ *	13,17	26,82	—	—	—
SiO ₂	60,02	18,44	12,30	10,60	13,38
SiO ₂	8,50**	2,02	—	—	—
Fe ₂ O ₃	4,34	1,00	nyom.	2,57	5,19
K ₂ O	3,40	—	8,10	8,20	8,31
Na ₂ O	0,11	—	0,16	0,16	0,04
S	5,38	11,39	—	—	32,32
SO ₃	—	27,97	30,57	31,63	32,32
SO ₃ (alunit)	12,20	—	—	—	—
CaO	0,15	—	0,20	0,10	—
MgO	0,39	—	0,065	0,10	—
BaO	0,78	—	3,80	3,83	0,41
TiO ₂	0,32	—	0,10	0,10	—
ZnO	0,025	—	0,018	0,026	—
PbO	0,118	—	0,230	0,280	—
P ₂ O ₅	—	—	0,29	0,26	—

* = MEHANOBR-ban dúsítva (MEHANOBR — közlés)

** = MEHANOBR-ban dúsítva (VAMI közlés)

° = savas feltárás alapanyaga

* = 10⁰/₀-os Na-lúgban oldható Al₂O₃

** = aktív (lúgban oldható) SiO₂

A kárpátaljai területek közei helyenként sok opált (amorf SiO_2 -t) tartalmaznak az alunithez társulva. Beépülnek az alunit kristályok közé nagyon finom diszperzióban agyagásványok is. Ezek főként a kristálynövekedés közbülső rétegeiben találhatók.

Kísérő a finomszemcsés kvarc, amely 20% körüli mennyiségben található. Előfordulhatnak olyan esetek is, hogy az ilyen típusú kvarcszennyezés miatt nem dúsítható az érc.

48—52% alunittartalmú anyagokkal végeztek flotációs kísérleteket, amelyek eredményeként 75—80% alunittartalmú koncentrátumot kaptak. Dúsításnál azonban először a meddő

távozik el, főleg a durva, kristályos kvarc. Ilyenkor az alunit finomkristályos kvarcban dúsul.

A begáni nagykristályos alunitban 7 alapvető kristályforma található. Dúsítás szempontjából a nagykristályok kedvezők, mert jól elválaszthatók az agyagásványoktól.

Ezek az alunitok főleg kaolinitből képződtek. K_2O -ban leggazdagabb szovjet alunit-féleség a beregovói.

Az alábbi összeállítás egy beregovói eredetű minta dúsítási anyagmérlegének alakulását mutatja.

Megnevezés	Súlykihozatal %	Alunittartalom %	Lúgoldható SiO_2 %	Alunit kihozatal	Lúgoldható SiO_2 %
Koncentrátum	41,9	72,49	2,52	85,6	12,5
Meddő	58,1	8,76	12,75	14,4	87,5
Nyersérc	100,0	34,23	8,46	100,0	100,0

A VAMI-ban önálló mintákat is kaptak a begáni alunitos ércből vizsgálatra. Ezek alunittartalma 30 és 50% között változott. Előkísérleteikben lúgos feltárást próbáltak ki. A mintákban a SiO_2 legnagyobb része opál formájában van jelen, így a kihozatal igen kicsi volt.

Az a vélemény alakult ki, hogy dúsítás az ércek feldolgozása esetén nem kerülhető el.

Függelék 2.

Sárospatak 29. számú fúrás
a Botkő ÉNy-i kőfejtőjében MátyásErnö által
telepített fúrás

Mélységköz	Al_2O_3	Fe_2O_3	K_2O	Izz. veszt.
6 — 8 m	32,83%	0,04%	1,47%	19,22%
8 — 9 m	34,06	0,68	2,32	24,29
9 — 10 m	35,26	0,64	1,74	22,22
10 — 11 m	35,54	0,21	5,14	37,49
11 — 13 m	35,91	0,95	6,44	43,53
13 — 14 m	37,04	0,15	2,24	33,34
14 — 15 m	36,89	0,07	3,54	39,42
15 — 16 m	36,61	0,11	2,70	33,26
16 — 16,80 m	36,20	0,09	1,98	34,76
16,80 — 18,5 m	35,20	0,64	0,75	29,28
18,5 — 19,0 szennyezett	—	—	—	—
19 — 20,0 m	35,53	0,07	1,91	30,63
20 — 21 m	31,06	0,04	2,49	32,54
21 — 22 m	31,87	0,11	1,29	31,60
22 — 23 m	32,04	0,09	2,98	32,65
23 — 24,20 m	28,31	0,14	2,17	28,88
24,20 — 24,80 m	24,95	0,09	2,13	21,91
24,80 — 26,0 m	14,28	0,11	1,42	12,01
26,0 — 27,80 m	22,12	0,19	0,09	9,03

Dr. Варю Дьюла:

ВОЗМОЖНОСТИ ПОИСКОВ И ДОБЫЧИ АЛЮНИТОВ В ВЕНГРИИ

В Венгрии на территориях третичного вулканизма, особенно в Токайских горах известны многочисленные проявления алюнитов.

Перспективные запасы оцениваются на около миллион тонн.

На территории залива Серенч проведены поисково-разведочные работы, при которых установлены условия образования алюнитов и некоторые причины обогащения.

Статья занимается вопросами генезиса и залегания, на которые следует обратить особое внимание при отечественных поисково-разведочных работах на алюниты.

Было установлено, что в отношении добычи наиболее интересные месторождения алюнитов залегают в туфовых горизонтах, содержащих риолитовые туфы, богатые калием. Эти залежи имеют региональное распространение.

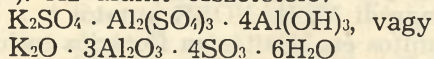
Проводились сравнительные изучения венгерских алюнитовых залежей с заграничными залежами одинаковых генетических типов. Цель этих работ было выявление наших возможностей.

При этом было установлено, что поисково-разведочные работы на алюниты, проводимые в настоящее время в горах Токай, представляют собой актуальную задачу с точки зрения их использования в керамической промышленности, при изготовлении огнеупоров и заполнителей. Следует указать на благоприятные свойства алюнитовых пород и алюнитовых производных, т. е. на отсутствие в них железа и возможность их использования при изготовлении керамических изделий и огнеупоров.

Laboratóriumi kutatások a Tokaj-hegységi alunitos kőzet feldolgozására szilikátipari alapanyagká

Irták: Szücs Zoltán—Dr. Takács Fál

Al₂O₃-ban dús, vasban szegény szilikátipari alapanyagokban világszerte hiány mutatkozik. E szükséglet fedezésére mint Al₂O₃-hordozók szóba jöhetnek az alunitos ércek is, amelyeket a bauxit után a legfontosabb alumínium-kőzetként tekintenek. Az alunit a kálium és az alumínium bázikus szulfátja, amelyben a káliumot néha nátrium is helyettesítheti (nátro-alunitok). Az alunit összetétele:



Az alunit elméletileg 37% Al₂O₃-ot, 38,6% SO₃-ot és 11,3% K₂O-t tartalmaz. Hevítéssel kisebb hőmérsékleten (350—500 °C) elveszíti kristályvizét és molekulája az összetevők molekuláira bomlik. Nagyobb hőmérsékleten (630—850 °C) az alumínium-szulfátból SO₃ hasad le, és különböző szerkezetű Al₂O₃ módosulatok keletkeznek. Az alkáli szulfátok csak jóval magasabb hőmérsékleten (1100 °C) bomlanak el.

A természetes alunitokat az anyagközet, vagy annak mállástermékei (kvarc, kaolin) szennyezik.

Külföldön az alunitot elsősorban timföld alapanyagként tekintik és a melléktermékként kinyerhető káliumszulfát és SO₃ egyidejű hasznosításával az Al₂O₃ meddőtől való teljes elválasztására törekednek. Az alunit-bázisú újabb timföldgyártási eljárásokat költségek tekintetében a bauxitból kiinduló Bayer-eljárással versenyképesnek tekintik, mert a 10—15% Al₂O₃-tartalmú nyersérből 99% tisztaságú timföld, továbbá értékes műtrágyák nyerhetők (1, 2, 3, 4).

A hazai alunitos nyersércek, amelyek főleg a Tokaji-hegység területén fordulnak elő, kísérőásványai vasban szegény kvarc és kaolin. Timföldipari hasznosításuk a bauxitvagyton nagysága miatt nem célszerű. A Központi Földtani Hivatal (Dr. Varju Gyula) felvetette speciális — mindenek előtt nagy Al₂O₃-tartalmú — szilikátipari nyersanyagként való felhasználását. Az ilyen célú kutatást hangsúlyozta, hogy a Tokaji-hegység riolit származékú finomkerámiai ásványi nyersanyagai genetikai okok miatt viszonylag kis Al₂O₃ tartalmúak.

Ilyen célú felhasználáskor értelemszerűen nem szükséges az Al₂O₃-nak más, szilikátipari szempontból hasznos komponensektől való teljes elválasztására törekedni, és így a feldolgozás a timföldipari feldolgozáshoz viszonyítva egyszerűsíthető. A Mád—királyhegyi alunitelőfordulás 4 kismintájára támaszkodva a Bányászati Kutató Intézetben 1966-ban a KFH megbízásából és finanszírozásával folytatott tájékoztató kutatások során dr. Barna János az alábbi főbb lépcsőkből álló technológiát alakította ki (5):

1. Nyers, esetleg dúsított alunitos érc pörkölése az alumíniumhoz kötött SO₃ eltávolítása céljából;
2. A pörk vizes lúgozása a kálium-szulfát eltávolítására;
3. Az alkáli- és kéndioxid-mentesítés maradék szárítása és finom őrlése;
4. A káliumszulfát-tartalmú vizes oldat feldolgozása kristályos káliumszulfátra bepárlás és kristályosítás útján.

I. táblázat

Nyers, izzított és kilúgozott alunitminták kémiai összetétele
1966. évi kísérletek

Minta megnevezése		Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	K ₂ O %	Na ₂ O %	CaO %	MgO %	SO ₃ %	Izz. veszt. %
Eredeti	I.	26,86	31,80	0,02	4,60	0,04	—	3,06	27,35	32,95
	II.	23,79	36,78	0,02	7,90	0,25	0,21	0,35	26,77	29,92
	III.	36,70	22,60	0,54	4,45	ny.	0,19	0,07	20,60	34,71
	IV.	15,24	61,10	0,09	3,20	ny.	0,03	0,06	15,20	20,38
Kiizzított	II.	32,38	49,83	0,02	9,36	0,27	0,24	0,62	4,22	5,57
	III.	52,90	34,50	0,61	5,65	0,48	0,29	0,03	4,06	5,43
	IV.	18,63	71,90	0,11	4,15	ny.	0,30	0,05	3,61	4,01
Kiizzított és kilúgozott	I.	43,53	50,29	0,03	1,24	0,04	—	1,72	—	2,16
	II.	37,70	56,33	0,02	1,84	0,24	0,22	0,55	—	1,93
	III.	55,78	34,00	0,68	2,15	ny.	0,28	0,08	0,58	2,11
	IV.	20,10	76,90	0,13	0,80	ny.	0,34	0,11	0,24	1,27

Megjegyzés: A III. minta 53,5% alunitot és 46,5% kaolint tartalmaz.

Amint dr. Barna kísérleteinek I. táblázatban összefoglalt alapanyag és végtermék minőségi adatai mutatják, az eredetileg 15—37% Al₂O₃-tartalmú nyersanyagokból 20—56% Al₂O₃-tartalmú végtermékek voltak előállíthatók, amelyek közül a nagyobb Al₂O₃-tartalmúak — a SZIKKTI bevonásával végzett tájékoztató vizsgálatok szerint — alkalmasnak mutatkoztak

a finomkerámiai célokat szolgáló kaolinok Al₂O₃-tartalmának dúsítására. Az eredmények alapján indokoltnak látszott a technológia részletesebb kidolgozása és szélesebb körű vizsgálatokra elegendő mintaanyag legalább laboratóriumi léptékű előállítására. A NIM Műszaki Fejlesztési Főosztálya megbízásából 1969—71. években a kísérleteket folytattuk (6, 7).

II. táblázat

Az 1969—71 évi kísérletekben felhasznált nyers alunitos érc kémiai összetétele

Eredet	Mád-Királyhegy VI. táró	XV. táró	Bomboly	Ond—Kassahegy	Sáros-patak Cinegés
Al ₂ O ₃ %	15,4	17,9	12,7	12,7	14,3
SiO ₂ %	58,2	58,1	68,2	63,0	61,8
Fe ₂ O ₃ %	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
K ₂ O %	4,2	4,3	2,8	3,3	3,5
SO ₃ %	16,0	14,7	12,0	12,0	13,3
CaO %	0,3	0,8	0,2	1,2	1,1
MgO %	ny.	0,05	0,1	ny.	0,1
Na ₂ O %	—	0,03	0,05	0,5	0,5
Számított alunit %	41,4	38,1	31,1	31,1	33,5

A Tokaji-hegységből kísérletek céljára begyűjtött, egyenként 50—100 kg-os minták vizsgálati adatait a származási hely megjelölésével a II. táblázat tartalmazza. A minták Al₂O₃-tartalma 12—18%, számított alunit-koncentrációja 30—40%. Gyengébb minőségűek, mint az 1966-ban vizsgált mintasorozat I—III. mintája. Fon-

tos eltérés még, hogy az oxidos összetételből számítva a meddő főleg kvarc, a hivatkozott régebbi minták — különösen a III. minta — kaolinos meddőjével szemben.

Mind a meddő jellege, mind az Al₂O₃-koncentráció tekintetében a mintaanyag a beregovói előfordulás alunitos ércével, azaz genetikailag és ásványtanilag megegyező.

A nagy meddőtartalom szükségessé teszi feldolgozása előtt az érc dúsítását. Dúsításra több lehetőséget vizsgáltunk, így a kvarc és az alunit eltérő szilárdságán alapuló szelektív őrlést, elektrosztatikus szeparálást, valamint flotációt.

A legkedvezőbb eredményeket flotációval értük el. Megjegyezzük, hogy a Szovjetunióban tett tanulmányutunkon szerzett értesülések szerint a leningrádi MEHANOBR kutatói is a beregovói alunitos érc dúsítására flotációs technológiát javasolnak (8).

A flotációs dúsítás kidolgozását végző Csillag Zsolt bányamérnök kísérleteinek részleteire vonatkozóan utalunk (7) jelentésünkre. E kísérletsorozatban a gyűjtőreagens Tall-olaj szappan volt, és a flotáció pH = 9 körüli alkalitású közegben történt.

III. táblázat

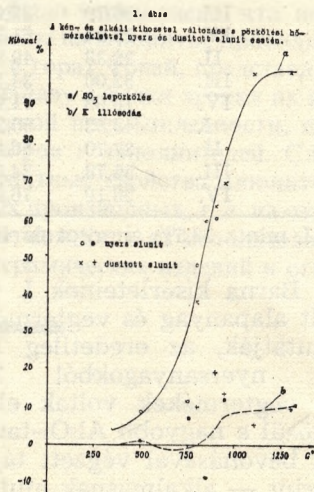
Sáros-patak—cinegési érc flotációs dúsítása

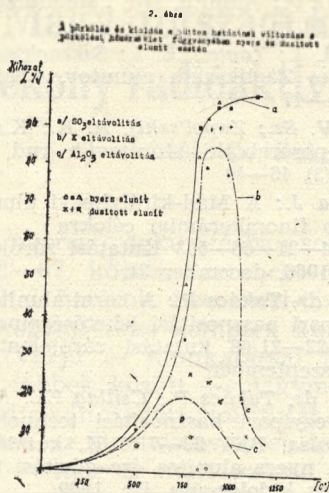
Frakció	Koncentrárum	4. közép-termék	3. közép-termék	2. közép-termék	1. közép-termék	Kontroll flotálás meddője	Vég meddő
Alunittartalom %	96,4	90,0	83,5	82,1	63,5	38,1	7,5
Súlyarány %	10,05	2,90	5,70	4,70	13,05	2,20	61,40
Kumulatív súlyarány %	10,05	12,95	18,65	23,35	36,40	38,60	100
Koncentrárum alunittartalma %	96,4	95,0	91,5	89,6	80,3	77,9	34,7
Meddő alunitart. %	27,8	25,7	21,7	17,9	8,6	7,5	—
Alunitkihozatal %	27,9	35,4	49,2	60,3	84,4	86,7	100,0
Előkészítés hatásfoka %	27,4	34,5	46,8	56,6	73,5	73,6	∅
Oxidok összetétel:							
Al ₂ O ₃ %	36,7	32,8	31,1	30,9	24,2	15,5	5,7
SiO ₂ %	3,9	7,5	17,8	17,6	37,6	57,6	88,4
Fe ₂ O ₃ %	0,11	0,52	0,24	0,25	0,50	0,74	0,55
K ₂ O %	9,2	9,4	8,2	8,1	6,7	4,6	0,96
SO ₃ %	37,2	34,7	32,2	31,7	29,5	14,7	2,5

A Sáros-patak—cinegési alunit-flotálásnak termékvizsgálati és kihozatali adatait a III. táblázat foglalja össze.

Amint a táblázat adataiból kitűnik, az adott mintából 80% alunittartalmú koncentrátumot 84% kihozattal lehetett nyerni, 90% alunittartalmú koncentrátum esetén a kihozatal 60%-ra csökkent. A vizsgált mintáink közül a Sáros-patak—cinegési előfordulás érce volt legjobban flotálható, és a mintasorozat egészére 90% alunitkihozattal, átlag 72—73% alunittartalmú koncentrátummal számolhatunk.

A feldolgozás következő lépcsőjét az érc alumínium-szulfát-tartalmának megbontását célzó pörkölés képezi. Az optimális pörkölési hőfok megállapítására 500—1200 °C hőmérsékleten végeztünk 50 kg anyagmennyiséggel pörkölési kísérleteket, anyagmérlegszerűen érté-





kelve az SO_3 lehasadásán kívül a K_2O -tartalom változását is. A pörkökből ezután forró vizes kioldást is végeztünk és ugyancsak anyagmérlegszerűen értékeltük az SO_3 -, a kálium-eltávolítás, továbbá az alumíniumvesztés szempontjából a pörkölési hőfok és szulfát-kioldás együttes hatását.

Az 1. és 2. ábrán grafikusán feltüntetett kísérleti eredményekből kitűnik, hogy az érc SO_3 -tartalmának lepörkölése 500°C -on kezdődik, de csak kb. 1000°C felett közelíti meg a teljességet. 950°C körül az alumíniumhoz kötött SO_3 -nak kb. 75%-a, 1100°C -ig a kéntartalom 98%-a távolítható el. A visszamaradó SO_3 azonban kisebb-nagyobb mértékben oldható szulfát formájában van jelen, így a pörkölést követő kioldás együttes hatásfoka — 900°C -os pörkölési hőmérséklet esetén — meghaladja a 95%-ot.

A pörkölési folyamatban a kálium 800°C felett kismértékben illósodik. 900°C -ig 4–5%, 1000°C -ig 7–9% a káliumvesztés. Az alkáli kioldásának szempontjából optimálisnak a 850 – 900°C közötti hőmérséklet-tartomány mutatkozik. E felett, a káliumszulfát részleges bomlása miatt, a kálium oldhatósága csökken.

A pörkölési hőmérséklet nemcsak a kén- és kálium-mentesítést, hanem az alumínium-oxid szulfát formában történő oldódását is befolyásolja. Az utóbbi maximum 700°C pörkölési hőmérsékleten érhető el, de 900°C körüli hőmérséklet esetén is kb. 15–20% Al_2O_3 oldódik az alkáli-mentesítés során.

A kísérleti eredményekből egyértelműen kitűnt, hogy a pörkölési hőmérséklet megválasztásával nem lehet az egyes részfolyamatokat élesen elválasztani, és vizes kioldással az alumíniumszulfát oldódása miatt Al_2O_3 -vesztés lép fel. Ez a veszteség azonban elkerülhető, ha a kioldást forróvíz helyett 5% ammóniatartalmú vízzel végezzük, amikor is az alumíniumszulfátból az

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{NH}_4\text{OH} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
reakcióegyenlet szerint alumíniumhidroxid és ammóniumsulfát képződik. Az így melléktermékként képződő ammóniumsulfát a szovjet szakirodalom szerint a káliumsulfáttal együtt kettős műtrágya formájában is értékesíthető, de

ismert módon mézsvizes reagálással is megbontható és a fejlődő ammóniagáz a folyamatba visszavezethető.

Az ammóniavizes kezeléssel azonban az Al_2O_3 egy része hidrát formába kerül és nehézségbe ütközik nagyobb anyagmennyiségek esetén — vizes kioldás alkalmazásakor is — a maradék szulfáttartalom eltávolítása. Ezért a technológia befejező lépcsőjeként a kilúgozott pörk 1000°C hőmérsékleten történő kalcinálását iktattuk be. A kalcinálás egyben a szilikátipari felhasználáskor zavaró utózsugorodás csökkentése szempontjából is kedvező, sőt ezért célszerű magasabb — kb. 1400°C hőmérsékletet alkalmazni.

Végeredményben tehát az általunk vizsgált, alunitban szegény és kvarcdús érc feldolgozására az alábbi lépcsőkből álló technológiát alakítottuk ki:

1. Az érc elötörése és 100 mikron szemnagyság alá őrlése;
2. Flotációs dúsítás Tall-olajszappan gyűjtő reagens alkalmazásával, 9 körüli pH-értéken (1 alap + 2 tisztító + 3 kontrollcella);
3. A víztelenített flotált koncentrátum, ill. közép termék pörkölése 850 – 900°C hőmérsékleten;
5. A lúgozási maradék 1400°C hőmérsékleten történő kalcinálása.

Ipari megvalósítás esetén a fenti lépcsőkhöz a pörkgáz SO_2 -tartalmának — célszerűen kén-savgyártásra történő — hasznosítása és a káliumszulfát kinyerés járul, mely technológiai lépcső kialakításában az alunitok timföldipari feldolgozásakor alkalmazott szovjet megoldások látszanak alkalmazhatónak.

A vázolt technológia szerint 3–5 kg-os anyagmennyiségekkel végzett temekelőállítási kísérleteink során különböző minőségű flotációs dúsítványok esetén elért termékminőségekről a IV. táblázatban közölt elemzési adatok tájékoztathatnak. Az összeállítás egyben támpontot nyújt az alunitos érc feldolgozása révén kialakítható termékválasztékre is. A teljesség érdekében az esetleg ugyancsak értékesíthető flotációs meddő elemzési adatait is közöljük.

A IV. táblázatban az oxidos elemzéseken kívül a végtermékek tűzállóságára és fehérségére vonatkozó adatokat is megadjuk.

A táblázatban összefoglalt termékminőségekkel kapcsolatban azonban megjegyezzük, hogy az „Extra” jelzésű kalcinált terméknek megfelelő, kb. 93% alunitot tartalmazó flotált koncentrátum viszonylag csak kis kihazatallal nyerhető és nagyüzemben — átlagosan 35% alunitot tartalmazó érc feldolgozása esetén — a „közép termék” és a „II” jelű flotált koncentrátum között álló átlagminőség várható. A koncentrátum és a közép termék arányának változtatásával azonban természetesen mód van különböző Al_2O_3 -tartalmú sorték kialakítására, pl. az alábbi variációk szerint:

- a) 240 kg/t „ALU—50” minőség
- b) 120 kg/t „ALU—40” minőség
- c) 120 kg/t „ALU—40” minőség

60 „ „ALU—50” „
 50 „ „ALU—70” „

(A szorte jelzésnél megadott szám az Al₂O₃-koncentrációra utal.)

IV. táblázat

Kalcinált timföldkoncentrátum laboratóriumi próbagyártásához felhasznált flotált alapanyagok és a nyert végtermékek vizsgálati adatai

	Flotált alapanyagok				
	I. konc.	II. konc.	Középter-mék	Anyag-flotátum	Flotációs meddő
Oxidós elemzés (%)					...
Al ₂ O ₃	34,4	31,4	24,2	27,4	5,7
SiO ₂	7,2	14,8	39,0	24,3	88,4
Fe ₂ O ₃	0,1	0,3	0,3	0,4	0,6
K ₂ O	1,0	6,7	8,7	7,3	8,8
SO ₃	36,0	32,3	24,9	28,0	2,5
Számított alunittartalom (%)	93,3	83,6	64,0	72,5	6,5
	Kalcinált timföldkoncentrátumok				

Szorte jelzés	Kalcinált timföldkoncentrátumok				
	ALU—Extra	ALU—60	ALU—40	ALU—50	
Oxidós elemzés (%)					
Al ₂ O ₃	77,5	59,2	40,6	49,9	
SiO ₂	13,3	35,3	52,1	43,7	
Fe ₂ O ₃	0,3	0,5	0,7	0,6	
K ₂ O	1,0	2,0	2,1	2,1	
SO ₃	1,1	1,9	2,6	2,2	
Tűzállóság (SK)	36	35	34	35	29
Fehérség ^x (%)					
kék szűrővel	102	101	83	92	100
zöld szűrővel	103	102	89	95	101
piros szűrővel	105	103	99	101	102

x = Barit etalonhoz viszonyítva

Mindhárom variáns esetén melléktermékként 57 kg/t kálszulfát és 90 kg/t kénsavnak megfelelő mennyiségű kénes pörkgáz képződik, valamint 570 kg/t kvarcdús meddő örlemény.

A vázolt kihozatalok természetesen kedvezőbb alakulnak, ha feldolgozáskor 35%-nál dúsabb alunitérből indulunk ki. Kerámiaipari termék előállításánál kedvezőbb, ha a kőzet nem kvarcos, hanem kaolinites.

IRODALOM

1. Parkinson, G.: Alunite ore, though low grade, can now be treated to yield alumina and fertilizers. Engng Mining J. 172, (6) 108—109 (1971.)

2. Labutin, G. V.: Alunitü. Izd. „Metallurgija” Moszkva 1965. 99. p.
 3. Lajner, A. I.; Tagiev, E. I.: Szernokiszlotnaja pererabotka Zaglikszkih alunitov. Cvet. Metal. 1970 (1) 44—47
 4. Szaszin, V. Sz.; Zapol'szkij, A. K.: Kiszlotnűj szposzob pererabotki alunitovűh rud. Cvet. Metal. 1968 (3) 46—49
 5. Dr. Barna J.: A Mád-királyhegyi alunitok felhasználása finomkerámiai célokra BKI 4—21—66—503 Kutatási zárójelentés Budapest, 1966. december 31.
 6. Szűcs Z.; dr. Takács P.: A hazai alunitos előfordulás vegyipari hasznosítási lehetőségeinek áttekintése. BKI 22—21/68 kutatási zárójelentés. Budapest, 1968 szeptember
 7. Szűcs Z.; dr. Takács P.; Csillag Zs.: A hazai alunitok vegyipari hasznosítási technológiájának kidolgozása. BKI 22—7/69 K. kutatási jelentések.
 I. A nyers alunitos érc dúsítási technológiájának kidolgozása. Bp. 1969.
 II. Nyers, ill. dúsított érc pörkölési és káliumszulfát mentesítési technológiájának kidolgozása, Bp. 1970 augusztus
 III. Komplex vegyi feldolgozás kutatása melléktermék-hasznosítás és termékbővítés céljából Budapest, 1971 május.
 IV. Döntéselőkészítő tanulmány. Budapest, 1972 január.
 8. L. c. (7) III. p. 2—21.

Суч Золтан—др. Такач Пал:

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРАВЛЕННЫЕ НА ПЕРЕРАБОТКУ АЛЮНИТОВЫХ ПОРОД ИЗ ГОРЫ ТОКАЙ В ИСХОДНЫЙ ПРОДУКТ СИЛИКАТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Базируясь на ориентировочные исследования, проведенные в 1966 году в Научно-исследовательском институте по горному делу, авторы проводили детальные лабораторные исследования алюнитовых руд из Токайских гор, направленные на переработку этих руд в исходный продукт силикатной промышленности, с низким содержанием железа и высоким содержанием глинозема. Было установлено, что из руды, имеющейся в распоряжении в период исследований, содержащей прибл. 35% алюнита и кварцсодержащей пустой породы, флотацией, обжиганием продукта флотации, выщелачиванием аммиачной водой и кальцинацией остатка получается продукт со средним содержанием Al₂O₃ в 50%, в количестве 240 кг/тонн. Путем дополнительной обработки промежуточного продукта флотации и концентрата возможно получение сортов с содержанием Al₂O₃ в 40—70%, очень хорошей белизны.

Magyarországi klinoptilitos kőzetek vizsgálata folyékony radióaktív hulladék megkötése szempontjából

Irtók: Dr. Kakasy Gyuláné—Pallós Imréné—Ádám László

A hazai nyersanyagkutatásban sok újat hozott az 1958—62. között Szerencs—Mád—Ond helységek által határolt Szerencsi-öböl területén folyt perspektívikus komplex kutatás, melyek során (Varjú és munkatársai Mátyás és Zelenka) — többek között — nagymennyiségű szarmata-kori zeolitosodott riolittufát tártak fel.

Ugyancsak az ötvenes években terelődött a figyelem a — már a múlt század hetvenes-nyolcvanas éveiben megemlített — Mecsek-hegységbeli miocénkori riolittufára, amely később elsősorban az építőanyagiparban könnyű-beton-adalékként jött tekintetbe.

A Magyar Állami Földtani Intézet 1963-as „Évi jelentés”-ében már felhívta a figyelmet arra, hogy az építőanyagipari hasznosítás mellett meg kellene vizsgálni a nagyobb klinoptilolit-tartalmú hazai ioncserélőket, így elsősorban a mecseki riolittufákat más területen, főleg radioaktív szennyvizek tisztításában való felhasználásra.

Ezt követően 1967-től folyamatosan a Nehézipari Minisztérium, Központi Földtani Hivatal, majd az Országos Vízügyi Hivatal megbízásából foglalkozik a Bányászati Kutató Intézet a hazai riolittufák ilyen irányú kutatásával, melynek célja kezdetben elsősorban laboratóriumi minősítés, majd később a nyersanyag felhasználásával alkalmazandó szennyvíztisztítási technológia volt. Eddigi kutatási jelentések a szakirodalmi jegyzékben találhatók [1—12].

A vizsgálatok a Tokaji-hegység területéről a mád—subai és rátkai, Észak-Mecsek vidékéről a mázai, váraljai és nyárádi előfordulásokra terjedtek ki. Mindezen helyeken — részben papíripari, de túlnyomórészt építőanyagipari felhasználásra — már termelés is folyt, illetve jelenleg is folyik.

Laboratóriumi vizsgálatok

A laboratóriumi minősítő vizsgálatokhoz az általánosan ismert és az iparban adszorbensként

alkalmazott istenmezejei (Bükk és Mátra-hegység előtere) bentonitot használtuk, amely montmorillonit-tartalmánál fogva nagy fajlagos felületű és jelentős ioncserkapacitású, bár mint bentonit gyenge—közepes minőségűnek értékelhető.

Kutatásaink eredményeit az említett előfordulások egy-egy jellemző mintáján kívánjuk bemutatni.

Az ásványi összetételek megállapításához a röntgendiffraktométeres meghatározások mellett — a kőzetüveg jelenléte miatt — derivatográfus és mikroszkópos kiegészítő vizsgálatokra is szükség volt. A kísérletekhez felhasznált kőzetek közepes minőségű, nem kimagaslóan jó nyersanyagok. A Mecsek-vidéki és rátkai tufák 40—55%—ban tartalmaznak klinoptilolitot és nagy százalékban földpátot és kőzetüveget, a Mád—subai csak 10% klinoptilolitot, de emellett 25% montmorillonitot is, ami ioncsere és adszorpciós szempontjából szintén hasznos ásvány.

I. táblázat
Ásványi összetétel

Megnevezés	Klinoptilolit %	Montmorillonit %	Kvarc %	Krisztobalit %	Földpát %	Kőzetüveg %	Egyéb %
<i>Mecseki</i>							
Mázai	45	—	10	3	15	27	—
Váraljai	50	—	—	10	20	20	—
Nyárádi	55	—	—	2	25	18	—
<i>Tokaji</i>							
Rátkai	55	3	6	6	4	26	—
Subai	10	25	2	60	1	—	2
<i>Istenmezejei bentonit</i>							
	—	53	8	18	8	—	13

Munkánk első fázisában a radioaktív megkötőképesség és a tufák egyéb fiziko-kémiai tulajdonságai — kationcserkapacitás, fajlagos felület — közötti összefüggések feltárására törekedtünk.

II. táblázat

0,06 mm alá tört minták eredete	T-érték	Lecserélhető ionok			Na+	Fajlagos felület m ² /g	Radioaktív modellvíz		
		Ca ²⁺	Mg ²⁺ mg.e./100 g	K+			1 n SrCl ₂ 1 g/100 ml	0,1 n SrCl ₂ által kivont	0,01 n SrCl ₂ súly %
<i>Mecseki</i>									
Mázai	13,5	6,6	0,7	3,8	1,3	35,3	77,4	91,4	93,1
Mázai									78,0+
Váraljai	14,4	6,6	0,7	5,5	1,5	40,1	—	—	78,6+
Nyárádi	16,3	10,6	0,5	3,1	1,3	36,2	—	—	80,8+
<i>Tokaji</i>									
Rátkai	16,1	4,6	6,4	2,9	2,2	50,4	78,8	89,6	90,8
Subai	36,7	12,1	9,9	0,9	2,6	181,6	78,1	91,7	93,9
<i>Istenmezejei bentonit</i>									
	70,1	40,1	16,1	1,0	4,2	287,2	92,9	92,9	93,0

+ technológiai megfontolásból 0,5 mm alá aprított, 2 g/100 ml anyagra vonatkozó adatok

A kationcserekapacitás-értékeket (T mg.e./100 g) az általánosan elterjedt Mehlich-módszerrel határoztuk meg [13] (2. táblázat).

Kitűnik a tufák közül a mád—subai minta montmorillonit-tartalmából eredő nagyobb T-értékével, de telítetlenségével is. A lecserélhető pozícióban lévő ionok — a mázai és váraljai kivételével — nagyobbrészt kétvegyértékűek, míg ezeknél a két és egy vegyértékűek aránya közel azonos.

A fajlagos felület nagyságát (m^2/g) metilénkék adszorpciós eljárással mértük [14]. Az így megállapított mérőszám nemcsak a rendszer diszperzitásfokára ad felvilágosítást, hanem méri mindazokat a szabad felületeket, amelyek az anyagban vizes közegben történő felázása folytán keletkeznek. Mivel a radioaktív megkötőképesség-vizsgálatok vizes közegben történnek, a fajlagos felület meghatározására — lehetőségeink közül — ezt a módszert tartottuk a legmegfelelőbbnek.

Látható (2. táblázat), hogy a három mecseki tufa fajlagos felülete közel azonos és valamivel kisebb, mint a rátkaié, viszont a subai nagyobb értéke jól egyezik az ásványi összetétellel.

A laboratóriumi radioaktív megkötési alkísérleteket kis fajlagos aktivitású (10^{-6} Ci/1) modell-szennyvízzel végeztük, mely Sr/Y—90 izotópot és különböző koncentrációban $SrCl_2$ inaktív sótt tartalmazott. Az aktivitás méréseket 1 g anyagnak 100 ml oldattal való reagáltatása és a szilárd anyagtól 10 percig 2500 fordulat/perces centrifugálással történő elválasztása után VA—Z 430 típusú kehely GM-csővekkel végeztük el. Az eredmények azt mutatták, hogy az általunk alkalmazott koncentrációviszonyok és folyadék—szilárdanyag arány mellett a 60 perces keverés elegendő, a reagáltatási idő továbbnövelésével a megkötött ionok mennyisége alig emelkedik.

Az anyagok terhelhetőségének megismerésére különböző töménységű — 1 n, 0,1 n, 0,01 n — inaktív sótt tartalmazó oldatokkal végeztünk méréseket az ugyancsak 2. táblázatban található eredményekkel, amelyekből megállapítható, hogy — 0,1—0,01 n koncentráció esetén — a velük reagáltatott szennyezés legnagyobb részét — általában 90%-át — megkötötték. Nagyobb töménységnél már az istenmezejei bentonit jobbnak bizonyult mint a zeolitos tufák. (A táblázatban közölt subai zeolitos mintán kívül vizsgáltuk az előfordulás agyagos típusú anyagát is, mely mindhárom koncentrációnál 93—94%-át vonta ki a szennyezésnek.)

A megkötött radioaktív ionok mennyiségét összehasonlítva az azonos koncentráció (0,1 n) viszonyok mellett meghatározott Mehlich-féle kationcserekapacitás értékekkel, megállapítottuk, hogy sokszorosan nagyobbak annál. Az ionok az ioncserepozíciókon felül nagy mennyiségben kötődnek meg a klinoptilolit csatorna-rendszerében, illetve a szemcsék felületén adszorpciós erővel. A szennyvíztisztításra kidolgozandó technológiánál ez utóbbi kedvező értékeket kívánatos érvényre juttatni.

Meghatároztuk több minta különböző szemcseméretű frakcióinak előbbieken tárgyalt fiziko-kémiai jellemzőit is. Megállapítottuk, hogy csökkenő szemcseméretük felé haladva a fajlagos felület növelésével a kationcserekapacitás és a radioaktív megkötőképesség nő. Aprítással tehát fokozni lehet az anyagok hatékonyságát.

A matematikai statisztika módszerével feldolgozott adatok értékelése azt mutatta, hogy a szemcsemérettel a kationcserekapacitás a természetes alapú logaritmus, a fajlagos felület $\frac{1}{x}$ -es kapcsolat szerint változik, míg a radioaktív megkötőképességre mindkét kapcsolat ugyanolyan szorosnak adódott. Ez alátámasztja matematikailag is azt a megállapításunkat, hogy a radioaktív megkötésben a kationcsere és a felületi erők egyaránt szerepet játszanak.

A kidolgozandó technológiához előkísérletként készített különböző szemcseméretű — 1 mm-nél durvább, 1 mm-nél finomabb és 0,06 mm-nél finomabb szemcséket tartalmazó — örlmények Sr^{2+} -megkötőképességében — a mázai, de bizonyos mértékig a rátkai tufáknál is — jelentős különbségek észlelhetők, elsősorban a nagy (1 n) koncentrációnál. Ezeket az anyagokat megfelelő tisztító hatás eléréséhez feltétlenül 1 mm-nél finomabbra kell aprítani. Ugyanakkor a mád—subai minta különböző finomságú örlményeivel közel azonos kivonási hatásokot értünk el, ami azzal magyarázható, hogy az 1 órás reagáltatás alatt az anyag nagy része felázott, s így ténylegesen a szárazon megállapítottnál sokkal finomabb szemcsézettel vett részt a reakcióban. Egyéb — ioncsereelő oszlopon végzett — méréseink is megerősítik ezt a következtetést. A darabos subai anyagban makroszkóposan is megkülönböztethető két anyag típus: az egyik a sokkal könnyebben felázó, szép fehér szemcsék, nagyobb fajlagos felülettel, kationcserekapacitással és radioaktív megkötőképességgel; a másik a lassabban felázó, előbbi jellemzők tekintetében gyengébb világos sárga szemcsék. A mád—subai és bizonyos mértékben a rátkai zeolitos közeteknek vízben történő felázása azonban — elsősorban szűrési, szeparálási stb. nehézségek miatt — korlátozza alkalmazási lehetőségüket. Ezért kísérleti munkánk későbbi szakaszában vizsgálataink az Észak-Mecsek-vidéki tufákra szorítkoztak.

A Máza mellett megindult külszíni fejtési üzemből nagyobb mennyiségű anyagot gyűjtöttünk be. Laboratóriumi előkísérletekkel — melyeket 1 : 1000 léptékű technológiai modellkísérleteknek is tekintettünk — a riolittufa és a szennyezett oldat arányát, valamint a korábbi kísérletek továbbfinomításával a megfelelő szemcseméretet kívántuk megállapítani.

A fajlagos felület és a szűrhetőség együttes mérlegelésével 0,5 mm alá aprított tufa 0,3 mm fölötti, 0,1—0,3 mm közötti és 0,1 mm alatti frakciókból különböző mennyiségeket reagáltatunk — a gyakorlati feltételeket megközelítő — 0,01 n $CsCl$, $Sr Cl_2$ és $(UO_2) \cdot (NO_3)_2$ oldatok 100—100 ml-ével. Előbbi kettőt 10^{-6} Ci/1

Cs—137, illetve Sr/Y—90 izotóppal jeleztük, míg az utóbbi 30 napos vizoldatnak megfelelő egyensúlyú természetes aktivitású volt.

III. táblázat

Kezelt 100 ml-es oldat	Szemcse- frakció	Egy művelettel kivont szennyeződés % ^o -a		
		1 g mázai riolittufával 100 ml-enként	2 g	3 g
0,01 n CsCl 10 ⁻⁶ Ci/1 Cs—137	I.	22,0	35,0	41,7
	II.	22,3	35,1	46,9
	III.	29,2	42,1	52,4
0,01 n SrCl ₂ 10 ⁻⁶ Ci/1 Sr/Y—90	I.	89,0	91,9	93,0
	II.	90,0	92,3	92,8
	III.	92,7	93,7	93,9
0,01 n (UO ₂) · (NO ₃) ₂	I.	63,7	64,7	66,5
	II.	63,8	66,7	73,6
	III.	73,2	73,7	83,1

Szemcsefrakciók:

- I.: 0,3 mm feletti,
- II.: 0,1—0,3 mm közötti,
- III.: 0,1 mm alatti.

Amint látható a mázai tufa legjobb hatásfokkal a Sr/Y—90-et vonja ki és a megkötőképesség alig változik az alkalmazott mennyiséggel és szemcsemérettel. A Cs—137 esetében a hatásfok a szemcseméret csökkenésével, illetve a riolittufa mennyiségének növelésével jelentősen javítható. A kettő között helyezkednek el az uránra vonatkozó mérési adatok.

Kiterjesztettük kísérleteinket az alábbi — különböző ionátméretet és kémiai karaktert képviselő — radioizotópok eltávolítási hatásfokának mérésére is: Na—22, Cs—137, Zn—65, Co—60, Fe—55, Cl—36, J—131, P—32 és urániumra.

Vizsgálatainkat a már ismerttetett módszerrel végeztük. Az alkalmazott fajlagos aktivitás 10⁻⁶ Ci/1, kivéve a Fe—55, amelynél — a rosszabb hatásfokú detektálhatóság miatt — 10⁻⁴ Ci/1. Az inaktív sók koncentrációja 0,01 n, az alkalmazott tufakoncentráció 2 g/100 ml, mivel a 0,5 mm alá aprított mintáknál ezt találtuk a legmegfelelőbbnek (a 4 és 8 g/100 ml bekeverési aránnyal végzett méréseknél pl. csak lényegtelen emelkedés volt tapasztalható).

IV. táblázat

Radioaktív izotóp 10 ⁻⁶ Ci/1	Inaktív só 0,01 n	2 g/100 ml által megkötött s ^o / _o		
		mázai tufa	váraljai tufa	nyáradi tufa
Na—22	NaCl	10,0	13,1	15,4
Cs—137	CsCl	23,8	25,0	27,1
Sr/Y—90	SrCl ₂	88,9	89,2	89,3
Zn—65	ZnSO ₄	32,4	33,3	34,0
Co—60	Co (NO ₃) ₂	16,7	16,1	17,0
Fe—55	FeCl ₃	27,6	27,3	28,0
Cl—36	NaCl	0	0	0
J—131	KJ	10,1	9,7	9,9
P—32	Na ₂ HPO ₄	34,5	33,6	33,9
természetes	(UO ₂) · (NO ₃) ₂	59,3	63,6	65,7

A 4. táblázat mérési adataiból megállapítható, hogy a különböző izotópok megkötött mennyisége igen eltérő. Mindhárom tufa minta a Sr/Y—90-et vonja ki legnagyobb százalékban, s igen nagy arányban az urániumot. Közepesnek mondható az eredmény a P—32, Fe—55 és Zn—65 izotópoknál. Feltűnő, de magyarázható a nagyobb ionsugarú Na—22 viszonylag kisebb és az anion Cl—36 teljesen negatív értéke.

Foglalkoztunk néhány inaktív, de koncentrált (50—200 mg/l) ipari mérget oldott állapotban tartalmazó szennyvíz tisztításával is. Megállapítottuk, hogy 30 perc után a keveréssel befolyásolható felvétel gyakorlatilag nem változik. Lényeges különbségek adódtak azonban a keverést követő állás során, mivel a tufák lassan telítődtek. 20 g/l tufa — a fém-ion koncentrációtól függően — 48 órai állás után az ólom-ionok 85—95 %^o-át, a higany- és arzén-ionok 20—40, illetve csak 5—15 %^o-át vonta ki. Az As₂O₃-dal készített oldatnál az arzénnek csak kis hányada volt jelen kationként, nagy része negatív töltésű hidro-komplex ion alakjában. A tufák anioncserélő kapacitása viszont lényegesen kisebb; ennek tudhatók be az alacsony értékek.

Mindhárom tufamintával végzett laboratóriumi mérések azonban azt bizonyítják, hogy — megfelelő mennyiségi arányokat választva — ipari mérgek eltávolítására is felhasználhatók.

Technológiai kísérletek és megfontolások

A célkitűzés az volt, hogy viszonylag nem nagy berendezés- és munkaigényes eljárással úgy vonjuk ki a radioaktív szennyeződést, hogy az biztonságosan, szilárd halmazállapotú terméként legyen elszállítható és az izotóptemetőben egyszer s mindenkorra a környezetre nézve veszélymentesen megőrizhető.

Az összegyűlt szennyvíz ioncserélő oszlopon, illetve oszlopsoron történő átbocsátása — akár a szennyeződés nagy részének előzetes kiülepítése, vagy kicsapása után — hátránynak bizonyult, egyrészt a drága ioncserélő műgyanta többszöri felhasználása, másrészt a műveletek munkaigényessége és szennyeződés veszélyessége miatt. További hátránként jelentkezett a radioaktív anyaggal telítődött ioncserélő műgyanták cseréjével, megőrzésével, illetve eltemetésével kapcsolatos technológiai és biztonságtechnikai problémák hazai megoldatlansága.

Miután a hazai természetes ioncserélőkkel olcsó anyag áll rendelkezésre (megfelelő szemcseméretre aprítva sem haladja meg áruk a 100 Ft-ot tonnánként), szóba jöhetett az egyszerű felhasználás és — mivel gyűjtőtartályaink keverő berendezéssel is el vannak látva — a tisztítandó szennyvízbe való bekeverés. E technológia fontos láncszemként meg kellett oldanunk azonban a szennyvízbe kevert — általában 20 kg/m³-nyi — természetes ioncserélő utólagos eltávolítását oly módon, hogy az közvetlenül, vagy későbbi időpontban betonadalekként felhasználható legyen.

Laboratóriumi modellkísérleteink — egyzöen az Építéstudományi Intézet korábbi megállapításaival — arra az eredményre vezettek, hogy e riolittufák már 1/10 súly-% 500-as Portland-cementtel megfelelő szilárdságú betont eredményeznek, ezért technológiai kísérleteink az ilyen betontestekbe került radioaktív anyag visszaoldhatóságának vizsgálatára is kiterjedtek. Ugyancsak megvizsgáltuk, hogy a mosó-, áztató- és tisztítószerként jelenleg használatos korszerű készítmények, a radioaktív munkahelyek szennyvizeiben várható koncentrációban miként befolyásolják a riolittufák szennyeződés megkötőképességét.

A bekevert riolittufák utólagos kiszűrésére vonatkozó üzemi méretű technológiai kísérleteinket 1971-ben végeztük és arra a megállapításra jutottunk, hogy akár szűrőpréssel, akár nedves szeparátorral elvégezhető e művelet, de egyrészt célszerű a riolittufa fő tömegének előzetes kiülepítése, másrészt a munkahely szempontjából általában rendszertelenül, szakaszosan ismétlődő feladat szintén meglehetősen munkaigényes és szennyeződés veszélyes. Emellett ez a technológia kizárja a vízzel nagyon duzzadó montmorillonitos, agyagos kőzetek alkalmazását és korlátozza a szemcseméretet, holott — amint az laboratóriumi vizsgálatainkból világosan kiderült, különösen az egyszeri felhasználásnál — az ioncserélő-képességen kívül jelentős szerep jut az anyag minél nagyobb aktív felülete által megszabott adszorpciós megkötésnek is.

Mindezt egybevetve, a riolittufák legcélszerűbb alkalmazási technológiája a kis- és

közepes szennyvízhozamú munkahelyeken a regenerálás nélküli, oszlopban, megkötő anyagként történő alkalmazás, az alábbi kétféle megoldásban:

a) Közvetlenül a szennyező anyag keletkezési helyén, azaz még fel nem hígított, nagy fajlagos aktivitású folyékony radioaktív hulladékok, vagy koncentrált ipari mérgek esetében nem áteresztő oszlopban, a riolittufa teljes vízfellevő-képességét kihasználva;

b) Nagyobb térfogatú és kisebb fajlagos aktivitású, általában zárt berendezés-, illetve csővezeték-rendszerben áramló folyékony radioaktív hulladék esetében áteresztő- és megkötőképességre nézve telítéssig kihasznált, cserélhető oszlop formájában.

Mindkét esetben célszerű a telített riolittufák azonos tartályban történő elszállítása a központi izotóp temetőbe és ott egységes technológia szerinti bebetonozása.

A felhasználást korlátozó körülmények

Megvizsgáltuk egyrészt, hogy többféle szennyező komponens együttes jelenlétében, valamint az izotóplaboratóriumokban használatos dekontamináló szerek jelenlétében milyen eltolódás tapasztalható a kivonási hatásokban, másrészt különféle vízmodellekkel (csapadék-, karszt- és tengervíz) mennyi idő után, milyen mértékű visszaoldódás várható a radioaktív szennyeződést megkötött riolittufákkal készített beton próbatestekből. E kísérletek eredményeit az 5. és 6. táblázatban mutatjuk be.

V. táblázat

Kezelt 100 ml-es oldat	Jelző izotóp	2 g/100 ml-es kivonás, %
0,01 n CsCl + 0,01 n SrCl ₂	10 ⁻⁶ Ci/1 Cs-137	25,9
0,01 n CsCl + 0,01 n SrCl ₂	10 ⁻⁶ Ci/1 Sr/Y-90	92,2
0,005 n CsCl + 0,005 n (UO ₂) · (NO ₃) ₂	5.10 ⁻⁷ Ci/1 Cs-137 + U	48,4
0,01 n CsCl + 0,01 n (UO ₂) · (NO ₃) ₂	U	69,2
0,005 n SrCl ₂ + 0,005 n (UO ₂) · (NO ₃) ₂	5.10 ⁻⁷ Ci/1 Sr/Y-90 + U	84,6
0,01 n SrCl ₂ + 0,01 n (UO ₂) · (NO ₃) ₂	U	63,4
0,01-0,01 n CsCl, SrCl ₂ és (UO ₂) · (NO ₃) ₂	U	68,6
0,01 n CsCl + 0,1 g ULTRA	10 ⁻⁶ Ci/1 Cs-137	35,4
0,01 n CsCl + 0,1 g KOMPLEXON	10 ⁻⁶ Ci/1 Cs-137	0
0,01 n SrCl ₂ + 0,1 g ULTRA	10 ⁻⁶ Ci/1 Sr/Y-90	91,4
0,01 n SrCl ₂ + 0,1 g KOMPLEXON	10 ⁻⁶ Ci/1 Sr/Y-90	0
0,01 n (UO ₂) · (NO ₃) ₂ + 0,1 g ULTRA	U	97,1
0,01 n (UO ₂) · (NO ₃) ₂ + 0,1 g KOMPLEXON	U	13,9
0,01 n SrCl ₂ + 0,1 g ULTRA + 0,1 g KOMPLEXON	10 ⁻⁶ Ci/1 Sr/Y-90	0

VI. táblázat

	Feltöltés: Oldásidő:	1. kioldás				2.		3.
		1 h	24 h	48 h	72 h	144 h	24 h	24 h
Esővíz	Cs-137	0,12	0,29	0,31	0,26	0,31	0,17	0,15
	Sr/Y-90	0,05	0,28	0,29	0,29	0,30	0,18	0,16
	Urán	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01 ^x	< 0,01 ⁺
Karsztvíz	Cs-137	0,11	0,29	0,31	0,27	0,29	0,22	0,16
	Sr/Y-90	0,04	0,33	0,51	0,54	0,53	0,24	0,21
	Urán	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tengervíz	Cs-137	0,37	1,37	1,39	1,38	1,44	1,13	0,93
	Sr/Y-90	0,10	1,27	2,77	2,72	2,87	0,39	0,40
	Urán	< 0,01	< 0,01 ^x	< 0,01 ^x	< 0,01 ^x	< 0,01 ^x	< 0,01	< 0,01

+; legkisebb értékek: 0,0007%

x; legnagyobb értékek: 0,009 %

E kísérletek egyik feltűnő eredménye az, hogy az izotóplaboratóriumokban jelenleg kötelező dekontamináló készletként előírt KOMP-LEXON B jelenlétében a riolittufák teljesen elveszítik megkötőképességüket, míg egyéb mosó-, áztató- és tisztogató szerek jelenlétében (az ULTRÁ-n kívül FLÓRÁ-val, OPTIMÁ-val, LUNA—68-al, IDEÁL—69-el és BIOPON-nal, tehát lényegében hatóanyagra nézve mindenféle típusal vizsgálva) kedvezőtlen irányú változással nem kell számolnunk. Ugyancsak feltűnő a tengervíznek a betonra gyakorolt nagyobb visszaoldó hatása, ami műszakilag megerősíti a tengervízben történő radioaktív hulladékok temetés ellen kibontakozó egyre szélesebb körű tiltakozást.

Az egyes kationokkal és különböző anionokkal szemben mutatkozó csökkent mértékű megkötőképesség, illetve annak teljes hiánya nyilvánvalóan a kémiai előkezeletlen nyersanyag felületi szerkezeti tulajdonságaival van szoros összefüggésben és e természetes ioncserélők alkalmazási körének, illetve előírásainak tekintetbe kell ezeket venni, illetve — vagy a riolittufák, vagy a szennyvíz megfelelő kémiai előkészítésével — ki kell dolgozni az alkalmazási körük kiterjesztését biztosító kiegészítő eljárásokat.

SZAKIRODALMI JEGYZÉK

- [1] Nagyvárad A.: Egyes hazai riolittufák hasznosításával kapcsolatos vizsgálatok. BKI 21—15/69. kutatási jelentés, Bp. 1969.
- [2] Nagyvárad A.: Az ajkai szénbányák meddőhányó anyagának hasznosítása és a mázai riolittufa vízzáró betonadalekként való alkalmazása. BKI 21—3/70. kutatási jelentés, Bp. 1970.
- [3] Dr. Kakasy Gyné—Pallós Iné: Riolittufák kationcseré kapacitásának és fajlagos felületének meghatározása. BKI 21—3/68. K. kutatási részjelentés, Bp. 1968.
- [4] Dr. Kakasy Gyné: Hazai zeolittartalmú riolittufák felhasználási lehetőségének vizsgálata. BKI 21—1/69. kutatási részjelentés, Bp. 1969.
- [5] Dr. Kakasy Gyné—Pallós Iné: Hazai zeolitok felhasználási lehetősége. BKI 21—3/68. K. kutatási zárójelentés, Bp. 1969.

- [6] Dr. Kakasy Gyné—Pallós Iné: Hazai zeolittartalmú riolittufák felhasználási lehetőségének vizsgálata. BKI 21—1/69. kutatási zárójelentés, Bp. 1969.
- [7] Ádám L.: Radioaktív szennyvizek tisztítása hazai természetes ioncserélőkkel. BKI 24—2/70. kutatási jelentés, Bp. 1970.
- [8] Ádám L.: Radioaktív szennyvizek tisztítása hazai természetes ioncserélőkkel.
- [9] Ádám L.: Radioaktív szennyvizek tisztítása hazai természetes ioncserélőkkel. BKI 24—2/70. kutatási zárójelentés, Bp. 1971.
- [10] Ádám L.: Radioaktív szennyeződés és koncentrált mérge eltávolítása ipari szennyvizekből betonba köthető hazai természetes ioncserélőkkel. BKI 24—21/72. kutatási részjelentés I. Bp. 1972.
- [11] Ádám L.: Radioaktív szennyeződés és koncentrált mérge eltávolítása ipari szennyvizekből betonba köthető hazai természetes ioncserélőkkel. BKI 24—21/72. kutatási részjelentés II. Bp. 1972.
- [12] Ádám L.: Radioaktív szennyeződés és koncentrált mérge eltávolítása ipari szennyvizekből betonba köthető hazai természetes ioncserélőkkel. BKI 24—21/72. kutatási zárójelentés, Bp. 1972.
- [13] Mehlich A.: Determination of Cation and Anion Exchange Properties of Soils. (1948.)
- [14] Juhász Z.—Kakasy Gyné: Agyagféleségek fajlagos felületének és dezagregációs fókának meghatározása metilénkék adszorpció mérésével. Építőanyag, 1958. 10—11. sz.

INVESTIGATION INTO CLINOPTILOITIC ROCKS IN HUNGARY FROM THE POINT OF VIEW OF BONDING LIQUID RADIOACTIVE WASTE

BY

(Dr. Kakasy Gyné; Pallos Iné; and Ádám L.)

There are described by the authors the investigations into bonding radioactive isotopes contaminating with rocks containing zeolite from the areas of Tokaj-Hegyalja and Észak-Mecsek performed with 10 different waters, but mainly with those containing isotope Sr—Y 90 and inactive salts in different concentrations of 10^{-6} Ci/l activity. The relations between the radioactive bonding capacity of zeolites and other physical-chemical characteristics are discussed on the one hand determining the theoretical relations and on the other hand outlining the considerations and measurement results necessary for the technology to be developed. There are justified by the technological experiments the application as collecting reagent and the concreting of the rhyolite tuff with cement in a ratio of 10 : 1 that would solve the problem of collecting the liquid wastes of the Hungarian small and middle sized work places and their safe conservation in the central isotope burial-ground to be established.

Fehér bentonit-töltőanyag előállítása a golopi bentonitból

Írta: Dr. Barna János

Bevezetés

A Központi Földtani Hivatal megbízására foglalkoztunk a golopi bentonittal, mint fehér bentonit-töltőanyaggal. Jelen esetben a golopi fehér bentonit feketeszínű biotit szennyeződésének az eltávolítása volt a feladatunk.

Ez a szép fehér bentonit, a biotit szemcsék miatt, szennyezettség benyomását kelti. Finomra örölt állapotban is feltűnő, hogy a fehér anyag tele van fekete részecskével.

A golopi bentonittal már 1957. évben kutatási zárójelentésben foglalkoztunk [1]. Elvégzett vizsgálataink szerint a golopi bentonit csak látszólag egyenletes minőségű, mert vízben való felázóképesség szempontjából nagy különbségeket találtunk. Azok a minőségek, amelyek + 60 mikronos részeket 10% alatti mennyiségben tartalmaznak, kitűnő kolloid tulajdonsággal rendelkeztek, a 25–55%-ban + 60 mikronos részeket tartalmazó minták azonban csekély duzzadóképeséget mutattak.

Valószínűleg kovasavas cementálódás akadályozza a vízben való felázást, de helyenként az agyagásványodás is változó.

Töltőanyag szempontjából sok esetben nem igényelik, hogy az anyag jó kolloid tulajdonságú legyen. Ajánlatos lenne kétféle fehér bentonit-töltőanyagot rendszeresíteni: jól duzzadó és kevésbé duzzadó minőséget.

Hátrányos tulajdonsága a golopi bentonitnak a fekete biotit szemcsékkel való behintés. Jelen kutatásunknak az volt a célja, hogy megállapítsuk, milyen módon lehetne gazdaságosan eltávolítani a biotit szemcséket; lehetőség szerint e műveletnek a szokásos előkészítési eljárások közé való beiktatásával.

A vizsgálatok mintaanyaga és leírása

A mintaanyagot 1966. március 26-án vettük ki a Központi Földtani Hivatal képviselő jelenlétében a Golop község határában lévő erdő szélén található bentonit kibúvásból. A kibúvás egy domb alján lévő gödörben kb. 1 m vastag fedőréteg alatt volt elérhető. A legfelső rétegből kb. 20 kg mintaanyagot vettünk ki.

A minta bányanedves állapotban áttetsző, kékes-zöldes árnyalatú fehéres gél, mely késsel jól faragható és kézzel nagyobb részt össze-morzsolható.

Vízben nedves állapotban is nehezen ázik széjjel. A + 60 mikronos részek meghatározása körülményes, mert vízben részben kocsonyát alkot, részben ujjal is nehezen diszpergálható.

A szokásos szabványos eljárással 6%-os diszperziót sem bányanedves, sem levegőn kiszáritott anyagból nem tudtunk készíteni, mert rázással és felázattal az anyag legnagyobb része üledékben maradt.

Vizsgálati adatok

Meghatároztuk az anyag kémiai összetételét és az 1. sz. táblázatban közöljük az említett kutatási zárójelentésben [1] lévő három mintaanyag kémiai összetételével együtt.

Megvizsgáltuk röntgen útján az agyagásvány-tartalom minőségét és diszperziót készítettünk nyírásos feltárással.

I. táblázat

Kémiai összetétel	140 °C-nál szárított állapotban			
	1.	2.	3.	4.
SiO ₂ %	78,70	69,92	78,00	78,89
Al ₂ O ₃ %	13,24	19,80	13,26	13,10
Fe ₂ O ₃ %	1,45	2,41	1,53	1,58
TiO ₂ %	0,15	0,15	0,08	0,08
CaO %	1,29	1,69	1,30	1,30
MgO %	0,58	0,35	3,90	3,95
K ₂ O %	0,65	0,30	1,62	1,06
Na ₂ O %	ny.	0,25	0,25	0,37
Izz. veszt. %	5,00	4,75	3,90	3,95

A minták jele:

1. 1966. március 26-án kivett minta
2. 1957. évi kutatási zárójelentés II. sz. mintája
3. 1957. évi kutatási zárójelentés III. sz. mintája
4. 1957. évi kutatási zárójelentés IV. sz. mintája

Agyagásványtartalom

Dr. Nemezz Ernő röntgenvizsgálata szerint a goloppit bentonit agyagásványa montmorillonit.

Vizes diszperzió készítése nyírásos feltárással

Az agyagásványok legfontosabb tulajdonsága a vízben való felázóképesség. Igen gyakori eset, hogy a lemezkeaggregátumok vízben való szétlazulását a cementáció megnehezíti vagy megakadályozza. Ilyen esetekben az ún. ütközéses nyírásos eljárásunk [2] igen jó eredményekre vezet.

Álló és nagy sebességgel forgó tárcsa rései közé vezetjük a diszperziót, amikor is a szemcséket ütköztetjük és meglazítjuk a széleiken összecementált lemezeket. A következő fázisban fellépő nyírással elcsúsztatjuk a lemezeket egymáson, s így szétválasztjuk őket. Ezáltal a diszperzításhoz lényegesen megnövekszik.

Hat %-os diszperzió, 5% szoda jelenlétében, 5 percig tartó nyírásos kezeléssel nem ülepedő diszperziót adott, amelyből centrifugálással sem lehetett vízelválásos elkülönülést elérni.

A diszperzió vizsgálati adatai a következők voltak:

6 ⁰ / ₀ -os diszperzió	
viszkozitás	8—12,5 cP
vizelbocsátás	22 ml

A vizsgált gopli bentonit 13,24⁰/₀ Al₂O₃-tartalmú anyag és ennek ellenére tartós diszperziót lehetett ütközéses nyírással elérni. A viszkozitás állás közben emelkedett. A gopli 13⁰/₀ Al₂O₃-tartalmú bentonit kicsi vizelbocsátó-képessége öblítőiszap készítésére nem megfelelő.

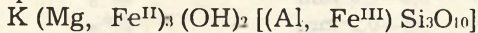
Megvizsgáltuk a 6⁰/₀-os diszperzió viselkedését 150 °C-on is. A hat órás hőkezelés alatt a viszkozitás csak 22,5 cP-ra emelkedett, ami igen kedvező nagymélységű fűrésoknál, mert a bentonitok általában ilyen nagy hőmérsékleten erősen besűrűsödnek és több száz din/cm² rugalmas határfeszültséget érnek el.

A vizelbocsátó-képesség a 150 °C-os kezelésnél romlott: 29,5 ml értékű lett.

Amennyiben a vizelbocsátó-képességet javítani lehetne például allevarditos anyagok adagolásával, a gopli anyag is számításba vehető nagymélységű fűrésok öblítőiszapjaiként. De mivel erre a célra jobb minőségű bentonitok nagy tömegben található Magyarországon, a gopli bentonitot inkább más célra, mindenekelőtt töltőanyagként érdemes felhasználni.

A biotitzsemcsék eltávolítása

A biotitzsemcsék eltávolítására egyetlen megoldásnak a nagyterintenzitású mágneses szeparálást tekintettük. A biotit Mg—Fe csillám és képlete a következő:



Az FeO-tartalom 19,5⁰/₀, az Fe₂O₃ 8,7⁰/₀. Ezen felül a MgO-t csaknem teljesen FeO helyettesítheti és az Al₂O₃ helyébe is Fe₂O₃ léphet.

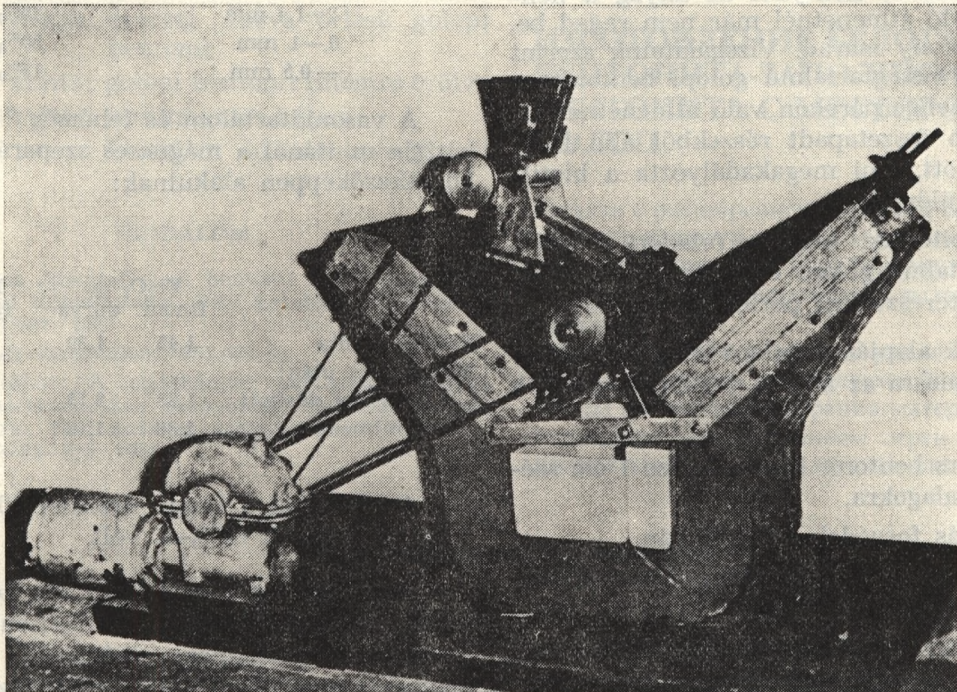
Tehát kétségtelen, hogy különösen nagyterintenzitású mágneses mezőben ilyen nagy Fe-tartalmú szemcsék mágnesezhetők. Az elvégzett próbák is igazolták a biotitzsemcsék mágnesezhetőségét, mert esés közben irányukat a mágnes felé vették.

A nagyterintenzitású permanens mágneses szeparátor

A szeparátort osztályunk munkatársai készítették modell méretben [3]. Ennek jellemzője, hogy mágneskörét nem elektromágnes, hanem nagy koercitív erejű permanens mágnes hozza létre. „Az elérhető legnagyobb térerősség a munkatérben 20 000 Gauss. (Az eddig rendelkezésünkre álló szovjet gyártmányú elektromágneses szeparátor max. térerőssége 12 000 Gauss.) A térerősség 100—20 000 Gauss-ig folyamatosan szabályozható. A mágneses anyag olyan, hogy a várható térerősségcsökkenés 5 évenként max. 10⁰/₀. Természetesen az újra mágnesezés szükség esetén megoldható.

A szeparátor mechanizmusát tekintve felső adagolású dobszeparátor. A dobról a mágneses (M) és a nem mágneses (NM) terméket lehullás közben terelőlemez választja el és vezeti két külön tartályba. Az adagolás hengeres adagolóval történik, amely az anyagot surrantón keresztül juttatja 40/perc fordulátú dobra. A munkatérben a tér optimális inhomogenitását kell biztosítani, ami az összes nagyterintenzitású mágneses szeparátoroknál elsődleges kritérium. Ennek egyik módja a dobnak a tengelyre merőleges síkban történő barázdálása (pl. fűrészfogprofil kialakítása).”

A nagyterintenzitású permanens mágneses szeparátort felhasználták osztályunkon a rudabányai pátvasérc dúsítására, továbbá homo-



1. ábra

kok vastartalmának csökkentésére finomüveggyártás céljából. Megemlítjük, hogy pl. a hochenbockai üveghomok 0,025⁰/₀ vasoxidtartalmát 0,015⁰/₀-ra is le lehetett csökkenteni.

A szeparátort az 1. ábrán fényképen is bemutatjuk.

A golopi bentonit előkészítése mágneses szeparálással

A száraz mágneses szeparálásra csak száraz, porított anyag használható. Azonban a mágneses szeparálás technológiája elősegíti, hogy a nem mágnesezhető finom szemcsék a mágnesezhető szemcsékkel együtt essenek le és így csökkenti a kimágnesezett részek koncentrációját. Tehát csak olyan anyagot adhatunk fel a szeparáló adagolójába, amely finom szemcséket kisebb mértékben tartalmaz.

További követelmény, hogy úgy aprítsuk a mágnesező anyagot — jelen esetben a golopi bentonitot —, hogy eközben a szennyezést okozó biotitszemcsék aprítása ne következzen be. Ezt csak úgy érthetjük el, hogy a megfelelően kiszárított golopi bentonitot hengerpáron engedjük át, amelynek réstávolsága 1 mm volt. Ezáltal a bentonitdarabok csak zúzó-dást szenvedtek és a biotitszemcsék nem törtek össze.

A hengerpáron való átengedéshez azonban a bányából kikerülő anyagot szeletelni kell, hogy a szárítás gazdaságosan történjen. Mivel a golopi bentonit kemény kvarcos darabokat nem tartalmaz, a szeletelés kb. 1 cm vastag rétegben megfelelő.

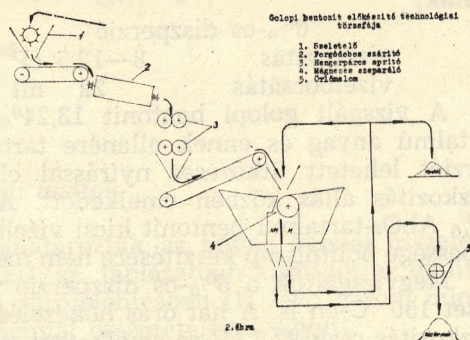
Szárítás céljaira a forgódobos szárító a legalkalmasabb. A szárítás fokát megszabja az a nedvességtartalom, amelynél az anyag a hengerpáron való átmenetnél már nem ragad be, hanem porlékony marad. Vizsgálataink szerint a 12,5⁰/₀ nedvességtartalmú golopi bentonit az 1 mm résű hengerpáron való átmenetnél kisebb-nagyobb összetapadt részekből álló lepedényeket alkotott, ami megakadályozta a biotitszemcsék elkülönítését.

Megállapítottuk, hogy a feladott 8—10⁰/₀ nedvességtartalmú golopi bentonit a hengerpáron való áteresztésnél porlékony maradt.

A fentiek alapján a golopi bentonitot mágneses szeparálásra az alábbi módon készítettük elő:

1. a nyers bentonit felszeletelése 1 cm széles szalagokra,
2. szárítás forgódobos szárítóban,
3. hengerpáron való átengedés; réstávolság 1 mm,
4. nagyterintenzitású permanens mágneses mezőben való szeparálás.

Az előkészítés technológiai törzsfáját vázlatosan a 2. ábrán mutatjuk be.



2. ábra

A mágneses szeparálás eredményei

Kétféle finomságra aprított golopi bentonit mintán mutatjuk be a mágneses szeparálás eredményeit a biotitlemezek eltávolításával kapcsolatban. A finom, 1 mm szemnagyságú anyagot dörzscsészében óvatos szétzúzással állítottuk elő. A durva őrlésű anyagot úgy kaptuk, hogy gyorsan forgó, 1 mm réstávolságú hengerpáron engedjük át. A két anyag szemcseeloszlását a 2. sz. táblázatban ismertetjük.

II. táblázat

Finom őrlésű golopi bentonit:	
+ 1 mm	15 ⁰ / ₀
0,5—1 mm	30 ⁰ / ₀
0,2—0,5 mm	20 ⁰ / ₀
0,1—0,2 mm	25 ⁰ / ₀
— 0,1 mm	10 ⁰ / ₀
Durva őrlésű golopi bentonit:	
+ 1,4 mm	10 ⁰ / ₀
1—1,4 mm	25 ⁰ / ₀
0,— 1 mm	50 ⁰ / ₀
— 0,5 mm	15 ⁰ / ₀

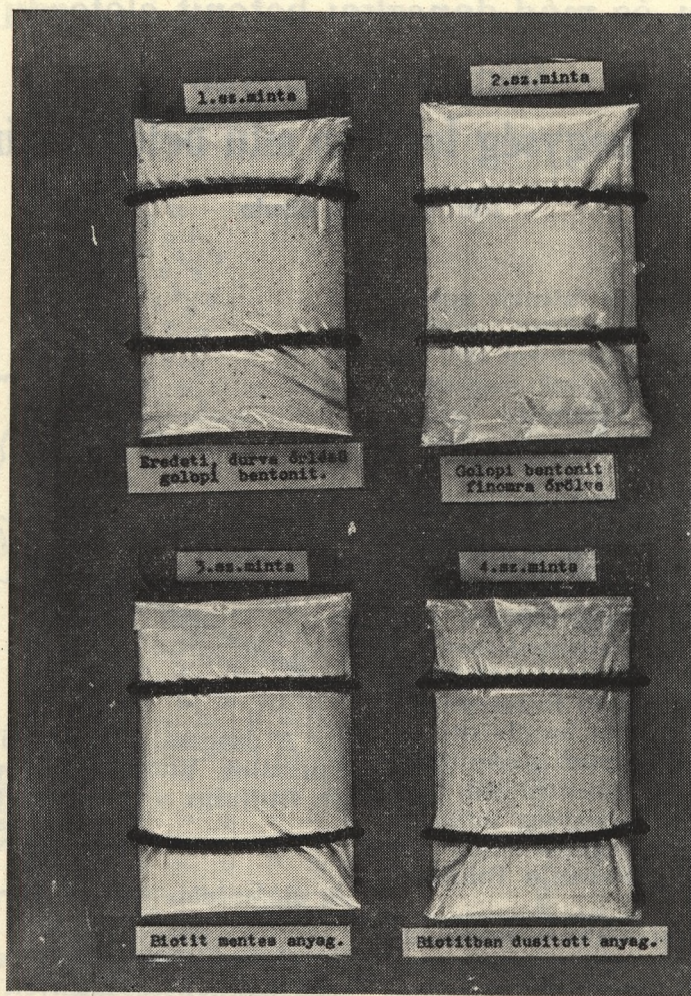
A vasoxidtartalom és fehérség ⁰/₀ értékei a kétféle mintánál a mágneses szeparálás után a következőképpen alakulnak:

III. táblázat

	Fe ₂ O ₃ ⁰ / ₀		Fehérség ⁰ / ₀	
	finom	durva	finom	durva
Eredeti minta	1,45	1,39	93	93
Mágnesezés után:				
biotitban dúsított	1,83	2,15	92	84
biotitmentes	1,36	1,16	95	103

A kihozatal a finom őrlésnél 50⁰/₀-os, míg a durva őrlésnél 80⁰/₀-os volt.

Összefoglalva: megállapítottuk, hogy a megfelelő szemcseeloszlású golopi bentonit nagyterintenzitású permanens mágneses szeparátor mágneses mezejében való átengedéssel a biotitszemcséktől megszabadítható és ezáltal fehér bentonit töltőanyag állítható elő belőle.



3. ábra

A mágneses szeparálás eredményeit a 3. sz. ábrán is bemutatjuk.

1. sz. minta: eredeti, durva őrlésű golopi bentonit
2. sz. minta: golopi bentonit finomra őrlve
3. sz. minta: biotitmentes anyag
4. sz. minta: biotitban dúsított anyag.

IRODALOM

- [1] dr. Barna János: Golopi bentonit iparilag használható tulajdonságai. BKI kutatási zárójelentés. 0201/1/037. 1957.
- [2] Szolgálati szabadalom: 151.083 sz.
- [3] Tóth Gábor: A rudabányai pátvasérc dúsítása nagyterintenzitású permanens mágneses szeparátorral. BKI kutatási zárójelentés. 1—V—62—1/b. 1963.

Др. Барна Янош:

ИЗГОТОВЛЕНИЕ БЕЛОГО БЕНТОНИТА-ЗАПОЛНИТЕЛЯ ИЗ БЕНТОНИТА С МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГОЛОП

В связи с расширением сырьевой базы силикатной промышленности для изготовления белого бентонита-заполнителя избран бентонит с месторождения Голоп. Этот заполнитель вызвал интерес и заграницей.

Цвет бентонита с месторождения Голоп белый, сильно загрязнен пластинками биотита.

Путем магнитной сепарации материала с соответствующим распределением зерен удалось почти полностью удалить пластинки биотита.

A golopi és mád-danczkai betonit-előfordulások földtani viszonyai.

A Tokaji-hegység felső in situ betonit-szintjei

Irta: Dr. Varjú Gyula

Az 1959. évben megindult intenzív agyag-ásvány-kutatás a Szerencsi-öbölben egymás után újabb és újabb bentonittípusokat tárt fel. Ezek, az előző évek kutatásaival megismert bentonitféleségekkel, igen változatos igényű ipari felhasználásokra gazdag választékot kínálnak.

A golopi bentonit több tulajdonsága miatt külön típusnak számít. A feltűnően jó diszperzió-stabilitás miatt az első minták nagy érdeklődést váltottak ki. Másik figyelmet keltő adottsága a fehér szín, mely töltőanyagként való felhasználásnál értékes. Több felhasználásnál viszont hátrányt jelent a hintve megjelenő biotit.

1960-ban a mádi ásványörlő tőszomszédságában, a Danczka Ny-i oldalán lemélyített fúrások a golopi közzel megegyező bentonitokat tártak fel. A későbbiek során ismertté vált, hogy ez a bentonittípus a Tokaji-hegység területén több helyen igen nagy tömegben fordul elő. Ilyen anyagot kutattunk 1956-ban a Tolcsva-Rány területén is. (1)

A golopi bentonit-előfordulásra Barna József hívta fel a figyelmet, aki a háború előtt több alkalommal járt a Somos-hegy ÉNy-i oldalán lévő kb. 100 m hosszú 140° csapásirányú pincében, melyet végig bentonitban vájtak ki. A pince számunkra már csak 80 m hosszúságban volt járható. 1957-ben Varga Gyula vállalati geológussal felderítő kutatást végeztünk. A felderítő kutatás a Szerencsi-öböl komplex kutatási program keretében Zelenka Tibor közreműködésével folytatódott.

A háború után a külkereskedelem több ízben érdeklődött fehér bentonit töltőanyag iránt. Ezért a Központi Földtani Hivatal a Bányászati Kutató Intézetnek témát adott 1966-ban azzal a célkitűzéssel, hogy derítse fel a biotit gazdaságos eltávolításának lehetőségét. A kísérletek sikerrel fejeződtek be.

A golopi bentonit-előfordulás földrajzi helyzete és kiterjedése

A Szerencsi-szigethegység K-i, ÉD-i vonulatának É-i részén Golop község mellett, a Szerencs—abaújszántói vasútvonaltól kb. 1,2 km-re találjuk a golopi bentonit-előfordulást. A danczkai bentonit-előfordulás pedig Mád községtől DNy-ra, az ásványörlő tőszomszédságában helyezkedik el.

A golopi bentonit a Som-hegy ÉK-i lejtőjén kb. 600 000 m² kiterjedésű területen ismert. Az előfordulás pontos lehatárolása még nem történt meg.



A danczkai lelőhely kiterjedése ugyancsak ismeretlen. Vulkanológiai megfontolások alapján nagysága a golopinak többszöröse is lehet.

Az előfordulás földtani környezete

Golop környékén a felsőmiocén szarmata emeletének képződményeit találjuk. A térszín felett a szarmata bázisriolittufa-összlet felső részének, főleg piroklasztikum-képződményei helyezkednek el.

A Somos önálló riolitkúp. Magassága 284,1 méter. A tetején sapka módjára riolit-lávaközegek vannak változatos kifejlődésben (perlites, lithofizás, miemites, porfiros, babérces, slires, kovásodott és agyagásványosodott riolitok). Ilyen sokféle riolitféleséget együtt s ilyen kis területen másutt a hegység területén nem ismerek. Ezért jó adottságot jelent a riolit köztüfáciési tanulmányozására. A riolitüregekben nem egyszer jól kifejlett tridimitkristályok ismerhetők fel.

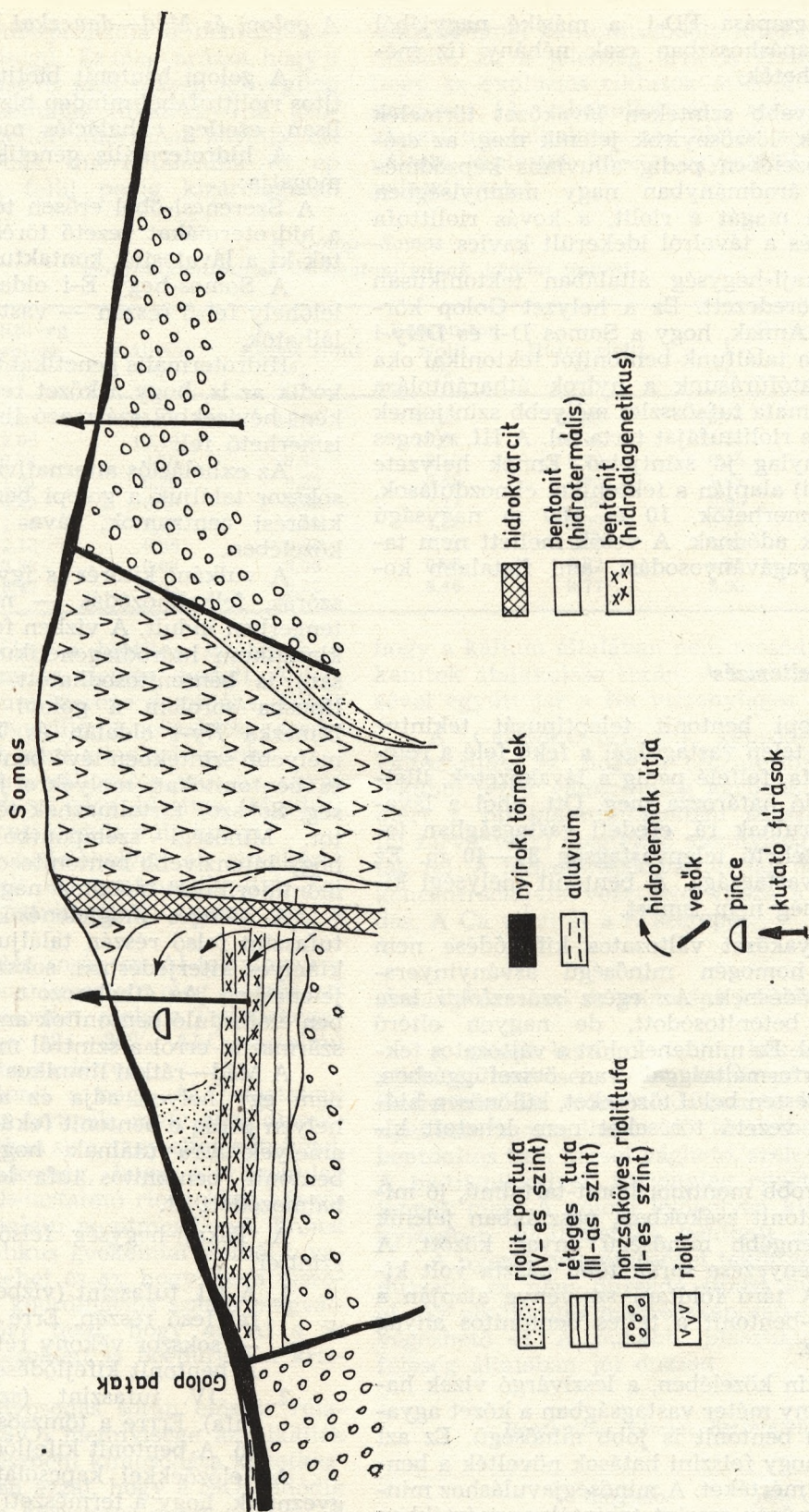
A bentonit anyaközetét adó riolitportufa — mely helyenként összeálló, kismértékben cementált — a mélység felé több biotitot tartalmaz. A laza riolit proklasztikumoknál több helyütt volt megfigyelhető hármaskőzetkifejlődés: alul biotitot, középen legtöbbször csak üvegtörmeléből vagy kevés porfiros földpátot tartalmazó vulkáni üveg, felül pedig perlit-lapilis riolit-portufa (1).

Mivel a biotit az agyagásványosodás során lényegileg nem bomlik el, a bentonit is erősebben biotitos a mélység felé.

A Somos-hegy É-i oldalán az erózióbázis közelében sok biotitot tartalmazó bentonitos tufa rétegfeje figyelhető meg.

DK

ÉNY



2. ábra

A szárazföldi piroklasztikum felhalmozódásra a rétegnélküliség, sokszor a kaotikus jelleg jellemző. Különösen a kis anyagmennyiséget szolgáltató s nyugalmi időkkel megszakítottan hosszabb ideig tartó kitörés eredményez változatos kőzetanyag felhalmozódást. Ez a helyzet a golopi Somoson s különösen annak felső részén.

A vulkáni működés sekély vízmélységű tengerben indult meg. A kiszórt törmelék szilggetté formálódott, melyet a sapkaként kialakult riolit-lávakőzet védett meg a lepusztulástól.

A Somos felső részén riolit-lávakőzet és bentonitos tufa környezetben két viszonylag széles kvarctelér található. Ezek könnyen felismerhetők, mert az erózió jól kipreparálta őket.

Az egyik csapása ÉD-i, a másiké nagyjából KNY-i. Csapáshosszban csak néhány tíz méterig követhetők.

A mélyebb szinteken lávakőzet törmelék alatt nyirok, löszönyirok jelenik meg, az erózióbázis közelében pedig alluviális képződmények. Az áradmányban nagy mennyiségben képviselteti magát a riolit, a kovás riolittufa törmeléke és a távolról idekerült kavics.

A Tokaji-hegység általában tektonikusan erősen feltöredezett. Ez a helyzet Golop környékén is. Annak, hogy a Somos D-i és DNY-i oldalán nem találtunk bentonitot tektonikai oka lehet. Kutatófúrásunk a nyirok átharántolása után a szarmata tufaösszlet mélyebb szintjeinek horzsaköves riolittufáját tárta fel. A III. réteges tufa viszonylag jó szintjelző. Ennek helyzete (s kibúvási) alapján a tektonikai elmozdulások, vetők felismerhetők. 10 és 100 m nagyságú diszlokációk adódnak. A vetők mellett nem találtunk agyagáványosodást, ami fiatalabb korukra utal.

Teleptani jellemzés

A golopi bentonit teleptípusát tekintve tömzsös. A telep vastagságát a fekü felé a réteges riolittufa, felfelé pedig a lávakőzetek, illetve az erózió határozza meg. Ott, ahol a lávakőzetek borulnak rá, eredeti vastagságban találjuk. Feltehető telepvastagság 30—40 m. Ez a portufa vastagsága. A bentonit mélységi kiterjedése még nem ismert.

Az anyakőzet változatos kifejlődése nem kedvezett homogén minőségű ásványinyersanyag-képződésnek. Az egész szárazföldi laza tufatömeg bentonitosodott, de nagyon eltérő intenzitással. Ez mindenekelőtt a változatos tektonikai performáltsággal van összefüggésben. A bentonittesten belül töréseket, különösen hidrotermákat vezető töréseket nem lehetett kimutatni.

A nagyobb montmorillonit-tartalmú, jó minőségű bentonit zsákokban, pásztákban jelenik meg a gyengébb minőségű anyag között. A pince szelvényezése során több pászta volt kijelölhető. A táró földtani szelvénye alapján a duzzadó, F-bentonit a teljes bentonitos anyag kb. $\frac{1}{5}$ -része.

A felszín közelében, a leszivárgó vizek hatására néhány méter vastagságban a kőzet agyagosabb, s a bentonit is jobb minőségű. Ez azt jelentené, hogy felszíni hatások növelték a bentonitosodás mértékét. A minőségjavuláshoz minden valószínűség szerint tekintélyes mértékben járult hozzá az alkáliák és földalkáliák kimosódása.

A golopi bentonit-előfordulás jellemzője az eltérő agyagáványosodás, a biotit jelenléte és annak viszonylag nagymérvű változása, a magnézium és a kálium lokális feldúsulása.

Eddigi megfigyeléseim szerint úgy tűnik, hogy az előzőekben jellemzett minőségváltozás e genetikai típusnak általános adottsága.

A golopi és Mád—danczkai bentonit genetikája

A golopi bentonit biotitos riolitból és biotitos riolittufából minden bizonnyal hidrotermálisan, esetleg exhalációs módon is képződött.

A hidrotermális genetikai alternatívát támogatja:

A Szerencsi-öböl erősen tektonizált területén a hidrotermákat vezető törések sokszor alakultak ki a lávatestek kontaktusában.

A Somos-hegy É-i oldalán — a bentonit-lelőhely felső részén — vastag kvarctelések találhatók.

Hidrotermális genetikai típus mellett tanúsodik az is, hogy a kőzet repedéseiben helyenként hévizekből származó limonitfelhalmozódás ismerhető fel.

Az exhalációs alternatíva mellett szól, hogy sokszor találjuk a golopi bentonit típusanyagát kitörési centrumok, láva- vagy tufakráterek közelében.

A vulkáni kitörés s így a piroklasztikum-szórás, felhalmozódás — mint említettük — tengerben indult. A vízben felhalmozódott piroklasztikum hidrodigenetikusan (halmirolitikusan) is bentonitosodhatott. Ebbe a genetikai típusba sorolom a golopi Somoson, a mádi Danczka Ny-i oldalán és Tolcsva—Rányon a mélyebb szintekben lévő bentonitos riolittufákat és bentonitokat, melyekre jellemző a rétegeség. Sokszor tartalmazznak több-kevesebb biotitot. Minőségi szempontból hangsúlyozandó, hogy intenzívebb bentonitosodás esetén ennek a montmorillonit-tartalma nagy, 60—70%.

A réteges megjelenésű bentonitot a III. tufaszint felső részén találjuk több helyütt tekintélyes kiterjedésben, sokszor regionális megjelenésben. Az áthalmozott, szekundér telepekben előforduló bentonitok anyaga zömmel ebből származik, erről a szintről mosódott át.

A Mád—rátkai limnikus terület fekkőzetét nem egy helyen adja ez a bentonit; számos helyen pedig e bentonit fekjét jelentő kőzetek, amelyek arra utalnak, hogy a felettük lévő bentonit, bentonitos tufa lepusztult, máshová halmozódott át.

A Tokaji-hegység felső in situ bentonit szintjei:

1. A III. tufaszint (vízbehullott réteges tufa) feső részén. Erre jellemző a réteges — sokszor vékony réteges — teleptípus. A bentonit kifejlődése regionális.
2. A IV. tufaszint (szárazföldi, tömeges tufa). Erre a tömzsös teleptípus jellemző. A bentonit kifejlődése lokális.

Az előzőekkel kapcsolatban meg kell jegyeznünk, hogy a természeti folyamatok nem a mi merev logikai kategóriánkként folynak le; egymásba áthajló, időben lejátszódó, bonyolult, többször megismétlődő eseményként jelennek meg rövidebb, vagy a földtörténet hosszabb periódusaiban. Az exhalációs hatást követhette a hidrotermális, s ezekhez térben szorosan kapcsolódhat a vízbehullott piroklasztikumok hidrodigenetikus bentonitosodása.

Az említett genetikai folyamatok lelőhelyenként eltérő szerepet kaphattak.

Az anyakőzet diszpozíciója a bentonitosodásnál nagy jelentőségű. Ez magyarázza, hogy a réteges III. sz. tufaszint alsó részén lényegileg ugyanazon környezethatás (üledékgyűjtő geokémiai adottsága) mellett miért nem következett be agyagásványosodás, miért találunk itt ép piroklasztikumokat; felül pedig kizárólagosan

vagy zömmel bentonitosodott tufákat és bentonitokat. Ez a jelenség arra is visszavezethető, hogy az exploziós ciklusok átfedik a rétegtani szinteket. (A vízbehullott és a szárazföldi piroklasztikum-felhalmozódás idején az anyagszolgáltató exploziók közei egymástól sokszor elválaszthatók.)

*A Golop—Somos
riolitvulkanitjainak és bentonitjainak kémiai típusai*

	Riolitüveg	Káliriolit	Kovás riolit	Bentonitos	Hidro. riolit	Bentonit	
	mienites					1	2
	%	%	%	%	%	%	%
SiO ₂	70,60	75,40	84,60	76,80	69,80	78,70	69,92
Al ₂ O ₃	12,06	12,70	6,99	10,61	12,16	13,24	19,80
TiO ₂	0,70	0,70	0,30	0,10	0,10	0,15	0,15
Fe ₂ O ₃	1,31	0,36	0,22	0,68	1,05	1,45	2,41
K ₂ O	4,42	8,76	5,52	3,11	2,09	0,65	0,30
Na ₂ O	1,60	1,86	0,30	1,18	2,09	0,25	0,25
CaO	2,18	0,56	0,28	1,51	2,90	1,29	1,69
MgO	0,50	0,06	0,06	0,08	0,22	0,58	0,35
Izz. veszt.	6,27	0,91	0,82	5,46	9,77	5,00	4,75

A mélyebb, főleg a biotitos szinteken a Mg-mennyisége némileg megemelkedett. A felső szinteken a kálium szerepe domináns. Tehát jól duzzadó montmorillonit képződése szempontjából a középső szint a legkedvezőbb.

Golpon annyira változatos volt az anyakőzet, hogy a táró szintjén biotitos (Mg-dús) és kálidús kőzet is előfordult váltakozva.

A golopi bentonitlelőhelyen az anyakőzet csak részben alakult át montmorillonittá. Ezt mutatják a röntgenvizsgálati adatok és a + H₂O is.

A bentonitosodás során az Al-tartalom relatíve dúsul. Golpon ismertem meg először azt az in situ bentonitosodást, mely a Tokaji-hegységre jellemző nagy (24—26%) Al₂O₃-tartalmú bentonit-féleséget hozta létre.

A golopi bentonit a nagy Al₂O₃-tartalmú bentonitok típusába tartozik, mely nem dicsekzik világviszonylatban sem nagy elterjedtséggel.

Genetikai érdekesség, hogy a viszonylag kis (12—14%) Al₂O₃-tartalmú riolitokból képződik nagy Al₂O₃-tartalmú montmorillonit. Ennek oka az erősen alkálikus geokémiai millió kovásvat oldó hatása lehet és az, hogy ilyen viszonyok között az Al koordinációs száma megváltozik, mely lehetővé teszi, hogy az Al a Si izomorf helyettesítéseként is beépüljön a kristályba (5).

Az agyagásványosodás során először relatíve emelkedik a SiO₂ mennyisége az alkáliák és a földalkáliák részbeni kimosódása következtében; majd csökken azzal, hogy a SiO₂ oldódik az erősen alkálikus környezet miatt.

Az előbb említett izomorf helyettesítésre vezethető vissza, hogy a 100% montmorillonitra dúsított golopi bentonit kationcseréje, más tokajhegységi montmorillonitokhoz hasonlítva, kiemelkedően nagy.

A golopi bentonit agyagásványa Ca-montmorillonit.

A golopi bentonitosodás genetikai sajátossága a Ca megkötődése és a K kimosódása. A Tokaji-hegység geokémiai jellegzetességét adja,

hogy a kálium általában nem mosódik ki a vulkanitok átalakulása során. A kálium növekedésével együtt jár a Na viszonylagos csökkenése.

A Ca-montmorillonit képződésének oka valószínűleg az, hogy a hidrotermák a mélyfeküdből (ezek valószínűleg karbonátos kőzetek, mert a piroklasztikumokban sokszor lehetők fel zárványaik) megfelelő mennyiségű Ca-t hoztak fel. A hidrotermák viszonylag nagyobbnak koncentrációjára vezethető vissza a K-kimosódás. A Ca veszi át a K szerepét.

Asványközettani és minőségi jellemzés

A golopi bentonit fehér, kékes-zöldes árnyalatú, nedvesen géles, kiszáradva földes. A bentonitosodás előrehaladásával a kőzet könnyebben morzsolható. A kezdetben kemény bentonitos tufa késsel vágható, szeletelhető lesz. A biotit-pikkelyek viszonylag egyenletesen jelennek meg. A golopi lelőhelyen kisebb mennyiségben biotitmentes bentonit is található.

A nyersanyagminőséget tekintve két típust: duzzadó és nem duzzadó típust különítettünk el. Az elkülönítés makroszkóposan nem mindig végezhető el. A puhább, plasztikus bentonit-féleség általában jól duzzad.

Bentonitok kémiai összetételei

	duzzadó	nem duzzadó	
	1	1	2
SiO ₂	69,65%	77,33%	76,65%
TiO ₂	0,10	0,10	0,10
Al ₂ O ₃	19,16	14,43	12,91
Fe ₂ O ₃	1,99	1,56	1,36
FeO	0,14	0,02	1,30
CaO	1,56	1,32	1,31
MgO	1,14	0,43	1,16
K ₂ O	0,30	1,62	1,06
Na ₂ O	0,25	0,25	0,75
Izz. veszt.	5,85	3,46	3,75

A duzzadó bentonitos kőzet nagyobb montmorillonit-tartalmú. A nagyobb MgO- és a K₂O-tartalom kedvezőtlen a duzzadás szempontjából.

Az előzőekből arra lehet következtetni, hogy jó minőségű bentonit csak intenzív agyagásványosítási hatás eredménye, mely az Mg és K kimosódásával és az Al-tartalom növekedésével jár.

A golopi bentonit kationcsereképessége (4.)

	Ca	Mg	K	Na	H	„S”	„T”
	mg.e.é 100 g					értéke	
Duzzadó 1 minta	49	15	0,6	2,7	4,5	66	73

Golopi fehér bentonit nyomelemtartalma

Cu	0,0008 ⁰ / ₀
Mn	0,0007 ⁰ / ₀
Ni	0,001 ⁰ / ₀
Zn	?

Kis mennyiségben jelentkezett még: Ag, As, An, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Ga, Ge, In, Nb, Pb, Sb, Sn, V, W.

A golopi bentonit montmorillonit-tartalma

Duzzadó típus	60—70 ⁰ / ₀
Nem duzzadó típus	35—42 ⁰ / ₀

Az agyagásvány mellett kvarc, kvarcit, földpát és biotit fordul elő. A biotit sokszor mállott. Nem egyszer figyelhető meg benne kloritosodás.

A golopi bentonit elektronmikroszkópiai képei



16 000-szeres nagyítás

A bentonitos kőzetben riolitbombákra emlékeztető ugyancsak bentonitos gócek, tömzsök vannak. Genetikai szempontból érdekes, hogy ezek jobb minőségű bentonitok; mutatva az anyakőzet diszpozícióinak jelentőségét a bentonitosodásra.



16 000-szeres nagyítás

Az agyagok legfontosabb állapotjelzője a koaguláltság. A telepen minden agyag, de a bentonit különösen koagulált állapotban van.

Nagyobb mértékű koaguláltságra utal a golopi bentonit granulometriája.

Súlyszázalék

	—60	—50	—40	—30	—20	—10	mm
Duzzadó 1.	92,0	83,8	75,3	66,0	50,7	10,4	%
Nem duzzadó 1.	70,0	70,0	65,0	28,4	9,2	4,2	%
Nem duzzadó 2.	70,0	69,0	68,0	50,2	22,6	3,5	%

Az erősebben koagulált állapotra utal a jó viszkozitás (8—12,5 cP) és a nagy (22 ml) vízleadás is (+).

Az erősebb koaguláltság minden valószínűség szerint a nagyobb mennyiségű Ca-ra vezethető vissza. A golopi bentonit ezért nehezebben ázik fel.



26 000-szeres nagyítás

(A felvételeket Arkossy Klára készítette)

Technológiai vizsgálatok eredményei (3.)

Enslin-készülékkel mérve 1 óra alatt felvett víz mennyisége:

Duzzadó	1 minta	1,48 ml/g
Nem duzzadó	1 minta	1,18 ml/g
Nem duzzadó	2 minta	1,17 ml/g

A duzzadó 1 típus optimális szódaigénye 4,5‰ (igen éles maximummal).

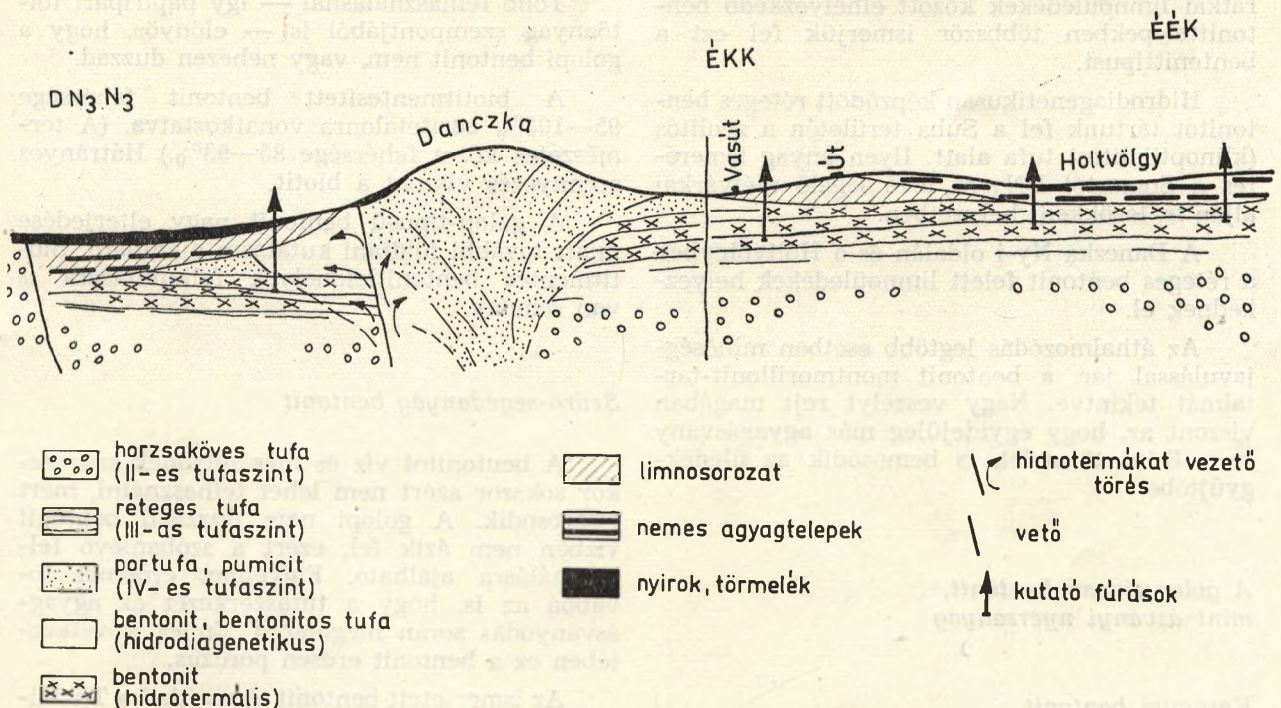
6‰-os szuszpenzió esetén optimális szódánál:

	Viszkozitás 600 for./p	Viszkozitás 1 ford. p	Vízleadás ml/30 p
Duzzadó			
1 minta	25,1	19,0	15,0
Nem duzzadó			
1 minta	4,5	5,6	—
Nem duzzadó			
2 minta	3,5	4,2	—

Az öntödei célra vizsgálva a golopi bentonitokat, a tokajhegységi bentonitra jellemző kis nyers- és jó szárazszilárdsági értékeket kapunk.

	eredeti kőzet nyomó nyíró szilárdság		3‰ szódaival nyomó nyíró szilárdság	
Duzzadó 1 minta	g/cm ²		g/cm ²	
	8600	2450	8410	2300

Mád község határában lévő Danczka Ny-i oldalán lemélyített Ond 21. sz. fúrás szürke agyag alatt 27 m-től +40 m vastagságban fehér, kissé biotitos bentonitot harántolt.



3. ábra

A természetes kőzet montmorillonit-tartalma 65%. Ezen kívül 30% kvarcot és 5% földpátot találunk még benne. Az iszapolt minta

(17% veszteség, választás 60"-nál) montmorillonitja 70%-nak adódott, mely mellett 30% kvarc volt kimutatható.

A természetes kőzet K_2O -tartalma 2,04%.

A Mád—rátkai limnoüledékek alatt több helyen tárták fel fúrásaink a réteges bentonitot. Úgy tűnik kifejlődése regionális, melyet a hidrodigenetikus származás is valószínűsít.

Helyenként szürke, redukált a kőzet. Ebben néha kevés pirit is megfigyelhető.

A Danczka területén megtaláljuk a III. sz. tufaszint réteges tufájából lett bentonitot, valamint a IV. sz. tufaszint tömeges tufájából képződött bentonitot is.

A lepusztulástól függően jelentkezik a réteges bentonit felett a tömzsös fehér bentonit.

A réteges bentonit a redukációs szinten szürke színű. Az oxidációs övben viszont szép fehér. A baritetalonra vonatkoztatott fehérség 75—85%.

Az eddigi adatokból úgy tűnik, hogy a hidrodigenetikus genetikával képződött bentonit montmorillonit-tartalma általában nagyobb, mint a hidrotermálisan képződött bentonité. A jelenlegi bányászat során sokszor okoz problémát a kis montmorillonit-tartalom (a Mád—hercegekvesi bánya a limnoüledékes rétegsorból termel). A fennálló minőségi problémák felszámolására lehetőséget nyújt a III. tufaszint bentonitja, ezért ezt a további kutatásnál érdemes figyelembe venni.

Figyelni kell viszont arra, hogy ebben a szintben nagyobb K_2O - és MgO -tartalmú bentonitok is előfordulnak, melyek rontják a bentonit duzzadóképeségét.

A felszínhez közellévő teleprészek jó minőségi anyagot adnak, a golopi lelőhelyen már említett utóhatások eredményeként. A Mád—rátkai limnoüledékek között elhelyezkedő bentonitlepekben többször ismerjük fel ezt a bentonittípust.

Hidrodigenetikusan képződött réteges bentonitot tártunk fel a Suba területén a zeolitos (klinoptilolitos) tufa alatt. Ilyen anyag ismeretes a Somostól DNY-ra lévő legelő mélyárkai alján is, lezökent helyzetben.

A Danczka Ny-i oldalán és a Holtvölgyben a réteges bentonit felett limnoüledékek helyezkednek el.

Az áthalmozódás legtöbb esetben minőségjavulással jár, a bentonit montmorillonit-tartalmát tekintve. Nagy veszélyt rejt magában viszont az, hogy egyidejűleg más agyagásvány és vulkáni törmelék is bemosódik az üledékgyűjtőbe.

A golop-típusú bentonit, mint ásványi nyersanyag

Kerámiai bentonit

Előnyös adottság a nagy Al_2O_3 -tartalom. Juhász Zoltán utalása szerint ezek a bentonitok 1200 °C-on főleg mullit- és kevés spinell-képződéshez vezetnek, abban az esetben, ha kicsi az

MgO -tartalom. A nagy MgO -tartalmú montmorillonitokban enstatit figyelhető meg kevés spinell mellett.

Kerámiai felhasználásnál nagyon veszélyes a kőzetben lévő biotit.

A biotitmentes bentonit Fe_2O_3 -tartalma 0,9—1,45% között változik.

A rosszul duzzadó bentonit kerámiai szempontból előnyös, mert növeli a masszák plaszticitását és nyersszilárdságát anélkül, hogy vízleadási, tixotropiai és száradási nehézségeket támasztana.

A biotitmentes golopi bentonittípus nagyobb K_2O és MgO esetén kiváló minőségű kerámiai bentonit.

Mélyfúrási és vízepítési bentonit

A golopi bentonit 60% montmorillonit-tartalom esetén kiváló minőségű fúrós és vízepítési bentonit, különösen ennek könnyen aktiválható félesége. Kiemelhető még a kiváló minőségű kolloidtulajdonság.

Töltőanyag bentonit

Erre a célra a fehér színű bentonitok használhatók fel. Kedvező a golopi bentonit szép fehér színe a biotitmentesítés után. Töltőanyag szempontjából előnyös, hogy a golopi bentonit Cu -t és Mn -t gyakorlatilag nem tartalmaz.

Több felhasználásnál — így papíripari töltőanyag szempontjából is — előnyös, hogy a golopi bentonit nem, vagy nehezen duzzad.

A biotitmentesített bentonit fehérsége 95—103% baritetalonra vonatkoztatva. (A természetes kőzet fehérsége 85—93%.) Hátrányos szennyezés viszont a biotit.

A golop-típusú bentonit nagy elterjedése miatt további földtani kutatásra ajánlható. Biotitmentes bentonitlelőhelyek felkutatására is van remény.

Szűrő-szegédanyag bentonit

A bentonitot víz és más folyadék szűrésekor sokszor azért nem lehet felhasználni, mert elsárosodik. A golopi nem duzzadó bentonit vízben nem ázik fel, ezért a szóbanlévő felhasználásra ajánlható. Figyelmet érdemel továbbá az is, hogy a tufaszervezet az agyagásványodás során megmarad. Ennek következtében ez a bentonit erősen porózus.

Az ismertetett bentonit típusokból a Tokaji-hegység III. és IV-es tufaszintjeiben nagy tömegek fordulnak elő. Ez lehetővé teszi, hogy kívánt mennyiségben tárjunk fel olyan ásványvagyont, mely biztonságos bányászatnak alapjait adhatja.

1. *Varjú Gy.*: Tolcsva környéki földtani térképezés. M. Állami Földtani Intézet évi jelentése 1955—56. pp. 375—403.
2. *Varga Gy.*: Összefoglaló jelentés a golopi Somoshegy földtani felvételezéséről. Kézirat 1957.
3. *Juhász Z.*: Golopi bentonitminták fizikokémiai tulajdonságainak vizsgálata. Ásványbányászat. X. jelentés. 1957.

Др. Варю Дьюла:

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ БЕНТОНИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГОЛОП И МАД-ДАНЦКА

Верхние бентонитовые горизонты Токайских гор

Бентонитовые и монтмориллонитовые породы в Венгрии встречаются на многих местах, в больших количествах и разнообразных качествах. Bentonиты с месторождений Голоп и Мад-Данцка представляют специфическое качество, следовательно являются отдельными типами.

В верхней части толщи сарматских туф в Токайских горах выявлена гидродиagenетическая (галмиролитическая) и гидротермальная бентонитизация. Эти бентониты слагают, в основном месторожде-

4. *Barna J.*: Fehér bentonit töltőanyag előkészítése a golopi bentonitból. Kutatási jelentés, Bányászati Kutató Intézet 1966.
5. *E. Nemez, Gy. Varjú*: Sodium Bentonitization, Clinoptylolitization and Adularization in the Rhyolitic Tuffs on the Szerencs Piedmont Area. Acta Geologica Tom VI. Fasc. 3—4. 1962.
6. *Dr. Nemez E.—Dr. Varjú Gy.*: Sárospatakit (hidrotermális illit-montmorillonit) kémiai és szerkezeti sajátságai. Földtani Közöny 100 k. 1. sz. 1970.

ния, залегающие вблизи поверхности и их переложенное вещество встречается и между пресноводными осадками.

Для бентонитов, образовавшихся под влиянием гидродиagenеза (III горизонт туф) характерно завышенное содержание монтмориллонитов (+ 60%), а для гидротермальных бентонитов т. е. их монтмориллонитов — более высокое содержание Al_2O_3 (24—26%). Коллоидные свойства этих бентонитов даже на мировом уровне отличные, поэтому представляют собой минеральное сырье отличного качества.

Гидротермальные бентониты IV. горизонта туф белого цвета, что в случае их применения в качестве минеральных наполнителей является хорошим качеством.

Для гидротермальных бентонитовых залежей характерно изменение качества, поэтому благоприятные качества этих видов сырья можно достичь только при селективной добыче.

A tokajhegységi bentonit és illit értékelése pelletezés szempontjából

Irták: Kovács Zoltán—Dr. Varjú Gyula

A pelletezés a kohászatban mindig nagyobb és nagyobb mértékben térhódító előkészítő technológia lesz. 1950-ben 15%-ban volt az agglomerált (szinterelt és pelletezett) vasércfelhasználás az USA-ban. 1960-ra ez a szám 52%-ra emelkedett. 1970. évben az USA vasércfelhasználása pedig már 37%-ban történt pelletezett formában. Ez nem meglepő, ha arra gondolunk, hogy egy nagyolvasztó kemence építésének költsége meghaladja a 60 millió dollárt. Pelletérc felhasználásával a kohókapacitást 30%-kal, vagy még ennél is nagyobb mértékben lehet emelni. Ezzel oly nagy mértékben megnő a kohászat kapacitása, hogy több helyen ki sem tuják használni. Új kohók építése szükségtelenné válnak. Egyúttal a termelési költségek is erősen csökkennek.

A pelletezés a gyenge minőségű ércek felhasználását is segíti. Ugyanis ezek dúsítása csak finomra őrölt állapotban történhet. Felhasználásukra tehát csak agglomeráció után kerülhet sor.

Köztudott, hogy pelleték készítéséhez bentonitot használnak. A vasércporhoz kokszept, égetett meszet és bentonitot kevernek, aztán nedvesítik, extrudálják vagy mángorlás útján szemcsékké alakítják. Ezt követően pörkölik 30—100 °C-on, majd égetik 450—550 °C-on.

A pelleték készítéséhez nem minden bentonit felel meg, sőt kevés azon bentonitféleségek száma, melyek jók pelletezésre.

Alapvető követelmény, hogy lehetőség szerint minél kevesebb bentonittal legyen elérhető a kívánt szilárdság. A bentonit ugyanis szennyező és ballasztanyag, növeli a salak mennyiségét.

Az USA első kísérleteinél a wyomingi Na-bentonitra esett a választás, mert már az öntödei kísérletek és felhasználás során szerzett tapasztalatokból tudták, hogy ez a bentonitféleség igen nagy száraz- és melegszilárdsággal rendelkezik, mely tulajdonságok értékesek a pelletezésnél is.

A pelletezésre azok a bentonitok jók, melyek jól peptizálhatók, jó filmképzők, továbbá nagy száraz- és kielégítő nedvesszilárdsággal rendelkeznek.

A pelletezésnél felhasznált bentonit mennyisége — az irodalom szerint — igen változó. Jó minőségű bentonitból a nyersérc súlyára vetítve 0,5—2,0% bentonitot használnak.

Magyarországon nagyon sokféle bentonit található. Részben ez a kedvező földtani adottság, másrészt az állandóan növekvő igény indokolta olyan kutatás elvégzését, mely a hazai bentonit típusainkat komplex módon megvizsgálja és a pelletezés szempontjából értékeli.

Az USA, valamint a hazai öntödei tapasztalatok alapján elsőként mi is azokat a bentonitokat vizsgáltuk meg, melyek nagy száraz- és meleg-

szilárdságúak. Ilyen bentonitféleségeket a Tokaji-hegységben ismerünk. A Mád—koldui, valamint a Mád—hercekkövesi bentonitok száraz- és melegszilárdsága világviszonylatban is kiemelkedő.

Pelletezés szempontjából előnyösek a kísérletbe vont bentonitféleségek alábbi tulajdonságai, illetve adottságai:

1. A mádi bentonit montmorillonitja vegyes (Ca, Mg, Na és kevés K) kationú.
2. A mádi bentonitok, s általában a tokajhegységi riolitbentonitok montmorillonitja igen könnyen aktiválható, alakítható át Na-bentonitá.
3. Morfológiai adottságuk és felületi tulajdonságaik igen jó kolloidtulajdonságokat kölcsönöznek. Könnyen készíthetők belőlük diszperziók s a diszperziók stabilitása nagy.
4. Kiemelkedőek a Mád-környéki bentonitok filmképző tulajdonságai is (2).

A kiválasztás további szempontja volt, hogy a bánya öntödei-bentonit ásványvagonának csak tört részét tudja értékesíteni. Jelenleg ez a bentonitféleség a többi (mélyfúrási, vízépítési, kerámiai stb.) bentonit kitermelésével zömmel megsemmisül. Ásványvagon-gazdálkodási szempontból is elsőrendű érdekünk fűződik tehát felhasználásához.

A kísérletbe vont anyagok és jellemzésük

A kísérlethez krivojzrogai vasérc-koncentrátumot (az OKÜ Ércsugorító Művének készletéből) vettünk.

A koncentrátumok kémiai összetétele

Nedv.	9,21%	MgO	0,53%
SiO ₂	10,04%	Össz. S	0,02%
Fe ₂ O ₃	58,35%	P ₂ O ₅	0,07%
FeO	20,65%	CO ₂	0,55%
MnO	0,04%	Hidr. víz	0,38%
Al ₂ O ₃	0,41%	Össz. Fe	56,86%
CaO	0,16%	Mn	0,03%
		P	0,03%

I. táblázat

A pelletezéshez felhasznált vasérc-koncentrátum szitaelemzése

	Szemmagyság mm-ben							
	2,5	2,5—2,0	2,0—1,6	1,6—1,0	1,0—0,63	0,63—0,50	0,50—0,315	0,315—0,20
%	0,80	1,70	2,10	3,60	2,50	1,20	3,40	2,90
	Szemmagyság mm-ben							
	0,20—0,10	0,10—0,08	0,08—0,071	0,071—0,063	összesen			
%	2,60	3,50	3,20	4,30	68,20	100,0		

Vizsgálatainkhoz az alábbi bentonitféleségeket használtuk fel:

1. „ON” örölt bentonit (üzemi gyártás)
2. Mád—herceggövesi „ON”-típusú természetes bentonit
3. Füzérradványi illit (II. osztályú az Fe₂O₃-tartalom alapján)

Az agyagféleségek minőségi jellemzése

Kémiai összetétel	Mád—herceggövesi bentonitok		Füzérradványi illit
	1	2	3
SiO ₂	74,50 ⁰ / ₀	77,40 ⁰ / ₀	57,90 ⁰ / ₀
Al ₂ O ₃	12,60 ⁰ / ₀	12,20 ⁰ / ₀	26,35 ⁰ / ₀
TiO ₂	0,84 ⁰ / ₀	0,64 ⁰ / ₀	0,23 ⁰ / ₀
Fe ₂ O ₃	1,89 ⁰ / ₀	2,02 ⁰ / ₀	2,16 ⁰ / ₀
CaO	0,64 ⁰ / ₀	0,82 ⁰ / ₀	0,65 ⁰ / ₀
MgO	0,12 ⁰ / ₀	0,55 ⁰ / ₀	1,17 ⁰ / ₀
Na ₂ O	0,20 ⁰ / ₀	1,60 ⁰ / ₀	0,27 ⁰ / ₀
K ₂ O	0,80 ⁰ / ₀	0,72 ⁰ / ₀	5,45 ⁰ / ₀
+ H ₂ O	6,20 ⁰ / ₀	5,95 ⁰ / ₀	5,90 ⁰ / ₀

Ásványtani összetétel	Mád—herceggövesi bentonitok		Füzérradványi illit
	1	2	3
Montmorillonit	35 ⁰ / ₀	40 ⁰ / ₀	—
Illit	—	—	63 ⁰ / ₀
Kaolinit	15 ⁰ / ₀	12 ⁰ / ₀	—
Kvarc	44 ⁰ / ₀	38 ⁰ / ₀	30 ⁰ / ₀
Földpát	6 ⁰ / ₀	10 ⁰ / ₀	7 ⁰ / ₀

Az 1. sz. minta üzemi „ON”-bentonit 3⁰/₀ szódát (Na₂CO₃-at) tartalmaz. Az adagolást diszperzitás-növelés céljából végzik.

Kationcsere-vizsgálatok

	Kationcserekapacitás (m. e. é./100 g)						
	Ca	Mg	Na	K	H	„S” értékek	„T” értékek
1.	32,8	18,2	2,9	2,5	1,2	56,4	57,6
2.	39,8	20,3	3,2	2,7	1,8	66,0	67,8
3.	13,5	12,6	2,6	2,0	1,0	30,7	36,0
pH-értékek:			1	2	3		
			6,2	6,8	—		

Barna János közlése szerint (1) a Mád—koldui és herceggövesi bentonitok melegsziárdsági értékei kétszeresei az istenmezejai, bándi és ténylegi bentonitoknál talált értékeknek. 1200 °C-nál 5⁰/₀ bentonit adagolás mellett 12 000 g/cm².

Kiemelnénk, hogy a Mád—herceggövesi bentonit melegsziárdsága a wyomingi bentonit melegsziárdságát is meghaladja, sokszor annak kétszerese. (1).

A kísérletek ismertetése és a termékek minősítése

Elegyélőkészítés

Egy-egy bentonitféleségből 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 és 2,5⁰/₀-nyi mennyiséget adagoltunk a koncentrátumhoz. Hogy a viszonylag kis mennyiségű bentonit a koncentrátummal jól elkeveredjen, előkeveréket készítettünk 45 kg száraz koncentrátumból és 5 kg bentonitból, mely így 10⁰/₀ ben-

tonitot tartalmazott. Az előkeveréket a következőképpen készítettük el:

A bemért anyagokat egy 800 mm átmérőjű, 600 mm hosszú és 13 fordulat/perc fordulatszámú keverődobban kevertük meg. 15 perces keverés után megfelelő homogenitású keveréket kaptunk, melyet tároló edényben helyeztünk el.

A pelletek előállítása

A pelletkészítést két szakaszban végeztük. Először száraz egyenlősítést végeztünk, majd az így megkevert elegyet pelletetűztük.

A szovjet koncentrátum és az előkeverék homogenizálását keverődobban végeztük el. Az előkísérletek alapján 2 perces száraz keverés bizonyult legkedvezőbbnek. Az elegyösszetételt a következő táblázat tartalmazza.

II. táblázat

Elegyösszetétel

Sorozatszám elegy jele	Elegyösszetétel százalékban					Bentonit-tartalom % ⁰ -ban
	Szovjet koncentrátum	Bentonit	I. sz. előkeverék	II. sz. előkeverék	III. sz. előkeverék	
0	100	—	—	—	—	0,0
I. előkev.	90	10	—	—	—	10,0
I/a	95	—	5	—	—	0,5
I/b	90	—	10	—	—	1,0
I/c	85	—	15	—	—	1,5
I/d	80	—	20	—	—	2,0
I/e	75	—	25	—	—	2,5
II. előkev.	90	10	—	—	—	10,0
II/a	95	—	—	5	—	0,5
II/b	90	—	—	10	—	1,0
II/c	85	—	—	15	—	1,5
II/d	80	—	—	20	—	2,5
II/e	75	—	—	25	—	2,5
III. előkev.	90	10	—	—	—	10,0
III/a	95	—	—	—	5	0,5
III/b	90	—	—	—	10	1,0
III/c	85	—	—	—	15	1,5
III/d	80	—	—	—	20	2,0
III/e	75	—	—	—	25	2,5

A két perc elteltével az elegyet a doból kiszedtük, kb. 40—45⁰/₀-át a pelettányérra öntöttük, megmaradt részét pedig a pelettépítés közben a tányérba adagoltuk.

A pelettépítést a pelettányéron végeztük, melynek főbb adatai a következők:

átmérő	1300 mm
oldalmagasság	170 mm
dőlésszög	32°
fordulatszám	16/perc

A pelettányér beindítása után a rajta levő elegyet szórórózsával nedvesítettük, hogy egyenletes vízelosztást biztosítsunk. A vízadagolás hatására laza szerkezetű és szabálytalan alakú csomócskák alakultak ki. A csomócskák megjelenése után — további nedvesítés közben — a még megmaradt 55—60⁰/₀ száraz elegyet

lassan, fokozatosan a forgó tányérba adagoltuk, miközben a laza szabálytalan csomócskák pelletké alakultak.

A pelletelési időt minden elegyre 10 percen határoztuk meg. Minden elegyet azonos körülmények között pelleteltünk. Így egyetlen változó tényező maradt, a bentonit kötőképesége, melyet a nyers pelleték ejtőszilárdsági vizsgálatával határoztunk meg.

A pelletelés után szitaelemzést végeztünk,

III. táblázat

A pelletek szitaelemzési adatai %-ban

Sorozatszám Elegyjelzés	Szemnagyság százalékban					Pellet nedvesség- tartalma
	25	25—15	15—10	10	Összesen	
„0”	9,80	59,90	10,40	19,90	100,00	8,0
I/a	—	68,62	7,53	23,85	100,00	7,5
I/b	—	60,62	19,23	20,15	100,00	8,0
I/c	—	51,22	38,15	10,63	100,00	7,9
I/d	—	6,12	79,75	14,13	100,00	7,6
I/e	—	1,95	62,05	36,00	100,00	7,8
II/a	—	55,45	16,15	28,40	100,00	8,1
II/b	12,53	34,20	21,00	32,27	100,00	8,0
II/c	3,70	55,20	15,30	23,80	100,00	8,0
II/d	—	62,90	25,57	11,53	100,00	7,8
II/e	—	3,77	79,40	16,83	100,00	8,0
III/a	2,83	64,47	15,50	17,20	100,00	7,5
III/b	—	57,50	25,93	16,57	100,00	7,5
III/c	—	25,60	61,77	12,63	100,00	7,7
III/d	—	26,92	63,25	9,83	100,00	7,6
III/e	—	0,85	70,02	29,13	100,00	7,8

Az ejtőpróba adatai

Sorozatszám Elegyszám	Ejtések száma				Ejtési szám átlag
	Ø 14 mm	Ø 15 mm	Ø 16 mm	Ø 17 mm	
0	4 4 3 3 4	3 2 3 3 4	3 3 2 3 3	4 3 2 3 3	3,10
I/a	3 3 3 2 2	3 3 3 4 4	4 3 4 3 4	4 4 5 4 4	3,45
I/b	4 3 4 3 4	5 3 4 4 5	5 5 4 4 5	4 5 5 5 5	4,30
I/c	6 3 6 5 5	4 6 5 4 6	5 6 5 6 4	5 6 5 5 4	5,05
I/d	5 5 5 5 7	5 5 4 5 5	4 5 5 4 4	4 4 5 5 4	4,75
I/e	4 4 5 7 7	6 5 5 4 6	4 5 6 6 5	5 5 5 6 6	5,25
II/a	3 4 2 3 4	4 4 3 3 3	4 4 3 3 2	3 3 3 2 4	3,20
II/b	6 4 4 3 3	4 6 5 5 5	6 4 6 5 3	3 5 3 5 4	4,45
II/c	4 5 3 4 5	4 5 6 4 5	6 4 7 4 5	5 5 6 7 6	5,00
II/e	8 9 10 11 11	7 8 11 7 9	10 10 5 9 8	9 7 7 8 9	8,65
III/a	6 5 5 4 6	4 4 6 4 5	5 4 3 4 4	3 5 6 5 3	4,55
III/b	4 6 6 7 5	6 7 6 5 6	6 7 6 7 6	5 5 5 4 7	5,80
III/c	8 6 5 6 7	6 6 6 7 7	6 6 4 5 4	5 4 6 6 5	5,75
III/d	6 6 7 7 5	6 7 5 6 6	7 6 6 5 8	7 5 5 5 5	6,00
	Ø 12 mm	Ø 13 mm	Ø 14 mm	Ø 15 mm	
III/e*	10 9 9 7 7	5 7 8 7 6	6 7 6 7 7	6 10 7 7 6	7,20

* A III/e elegynél 15 mm-nél nagyobb Ø-jű pelletek nem képződtek.

melynek adatait a 3. sz. táblázatban foglaltuk össze.

A kísérletek során egy érdekes — ellentmondásosnak látszó — jelenséget tapasztaltunk. A bentonit részarányának növelése az elegyen ugyanis nem segítette elő a pelletek szemnagyságának növekedését, inkább a közepes méretű 10—13 mm Ø-jű pelletek keletkeztek túlnyomórészt (3. sz. táblázat). Ha a pelletek növekedését az optimálisnál több vízzel akartuk elérni,

akkor azt tapasztaltuk, hogy a pelleték egy része széttöredezett és másodlagosan képződött pelleték alakultak ki, melyek ovális alakúakká váltak. A legkedvezőbb nedvességtartalomnak a 7,5—8,0% közötti érték bizonyult. A nedves pelleték szilárdságát ejtőpróákkal határoztuk meg.

Ejtőszilárdsági vizsgálatok

Az ejtőszilárdságot úgy vizsgáltuk, hogy minden egyes elegyből 20—20 db pelletet 30 cm magasról vaslapra ejtettünk. Az ejtést mindaddig ismételtük, amíg a pellet szét nem tört. A reális összehasonlítás céljából minden elegynél azonos átmérőjű és számú pelletet vizsgáltunk.

A vizsgálat során azt tapasztaltuk, hogy a nagyobb nedvességet tartalmazó pelleték több leejtést bírtak ki, de ennek magyarázatát képlekenységben, könnyű alakváltozásában vélelmezzük. Mivel ez technológiai szempontból hátrányos, további vizsgálatokkal kell az optimum feltételeit meghatározni.

Az ejtőszilárdsági vizsgálat eredményeit a 4. számú táblázatban foglaltuk össze.

Az adatok alapján megállapítható, hogy a bentonit 0%-os növekedésével a pelleték ejtőszilárdsága is növekedett egy bizonyos fokig.

IV. táblázat

A pelletek kiégetése

Eredetileg a pelleteket a kísérleti zsugorító üstben akartuk kiégetni. Azonban az erre a célra készült propán-bután gázgyújtófej nem tudta biztosítani a kiégetéshez szükséges 1200—1300 °C hőmérsékletet.

A pelleték kiégetését két szakaszban végeztük. Először előszáritottuk, majd szilitrudas elektromos kemencében 1200—1300 °C hőmérsékleten égettük ki.

A kiégetés céljára kiválasztott kb. 6 kg pelletet a szárítószekrénybe raktuk és 200 °C hőmérsékleten 48 órán keresztül szárítottuk. Erre azért volt szükség, hogy a pelleték károsodás (lapulás, törés) nélkül a felfűtött elektromos kemencébe adagolhassuk.

A szárítás során az eltávozó víz romboló hatást nem fejtett ki.

A pelletéket szárítás után az Ózdi Kohászati Művek Metallográfiai Osztályán kisméretű, elektromos hőkezelő kemencéjében égettük ki. Ez a pelleték égetése számára nem a legideálisabb mód, mert a sugárzó hőt a pelleték csak felülről kapták. Más laboratóriumi berendezés, mellyel 1250 °C-t elő lehet állítani nem áll rendelkezésünkre.

Az égetéshez 4 db 200×300×100 mm-es krómlemez dobozt készítettünk, amelybe a szárított pelletéket elegyként külön-külön beraktuk.

A kiégetést a következőképpen végeztük:

A kemencét 1250 °C-ra fűtöttük fel. Ezután a 2 db krómlemezdobozokba rakott kb. 6—6 kg pelletet a rakólapáttal a kemencébe csúsztattuk. A hőmérséklet ekkor kb. 850 °C-ra süllyedt. 20 perc múlva a kemencetérben ismét 1250 °C hőmérséklet uralkodott, s ezután a pelletéket további 30 percig izzítottuk. Ezt követően a dobozokat kiszedtük, a pelletéket hűtőtálba borítottuk.

A pelleték felső rétege acélkék színű volt, kissé hajsza-repedéses, a középső és alsó rész szürke színt kapott, azonban ezeken a pellet-részekén felületi repedéseket nem észleltünk.

V. táblázat

A nyomószilárdsági vizsgálatok adatai kg/pellet

Próba-szám	I/a	I/b	I/c	I/d	I/e
1.	175	145	154	265	65
2.	213	156	142	123	160
3.	266	145	125	120	150
4.	180	168	178	168	92
5.	151	156	156	156	109
Átlag	195	156	149	142	131

Próba-szám	II/a	II/b	II/c	II/d	II/e
1.	157	192	152	185	164
2.	208	155	160	148	128
3.	256	220	193	135	150
4.	150	225	169	229	155
5.	145	135	170	117	178
Átlag	183	186	169	163	155

Próba-szám	III/a	III/b	III/c	III/d	III/e
1.	83	181	165	202	175
2.	121	115	171	143	175
3.	99	161	98	109	155
4.	179	121	169	165	213
5.	157	154	204	117	107
Átlag	128	146	161	165	147

Nyomószilárdsági vizsgálatok

A nyomószilárdsági vizsgálatokat az Ózdi Kohászati Művek Metallográfiai Osztálya szakítógépén végeztük el. Minden kiégetett pellet-fajtából 5—5 db-ot választottunk ki átlagolások mintavételi módszerrel. A nyomószilárdsági vizsgálatok eredményét az 5. sz. táblázat mutatja be.

Meg kell említeni, hogy a 120 kg/pellet alatti szilárdságú pelleték repedezettek voltak. Ezekben az esetekben a törés is két lépcsőben következett be, először a repedezett burok ropant szét, majd a nyomógép tovább dolgozott, míg a pellet — viszonylag alacsony értéken — teljesen szét nem tört.

Egyébként irodalmi adatok szerint 80 kg/pellet szilárdsági értékig alkalmasak a pelleték nagyolvasztókban való felhasználásra.

Értékelés

1. A bentonitok, tehát a montmorillonit-tartalmú anyagok az illitnél jobb minőségű pelletező kötőanyagok. A füzerradványi illit nem is beszélve a montmorillonit agyagokról, jóval meghaladják az előírt nyomószilárdsági érték alsó határát. Mivel Magyarországon a Tokaji-hegységben hatalmas tömegben (több tízmillió tonnás mennyiségben) található pelletezésre felhasználható bentonit (ON-típusú bentonit), az illit felhasználása nálunk nem javasolható.
2. Egy 0% bentonit adagolással igen jó pelletező elegyet lehet készíteni. Megjegyzendő, hogy a kísérletre igénybe vett bentonit és az ún. ON-típusú bentonit montmorillonit-tartalma 30—35% volt, mivel a jelenleg meddőként kezelt agyagtömeg értékesítésének lehetőségét kutattuk. Abban az esetben, ha nagyobb montmorillonit-tartalmú bentonit kerül felhasználásra a bentonitszükséglet lényegesen kisebb, feltehetően a jelenlegi felére is csökkenthető. A mádi bentonitban lévő montmorillonit kiemelkedően jó adottságokkal rendelkezik pelletezés szempontjából.
3. Az alkalmazott bentonitmintáknál megfigyeltük, hogy a bentonitadagolást 1,5% fölé nem volt érdemes emelni, mert ez nem vezetett nagyobb mérvű pelletképződéshez és nem nőtt a kiégetett pellet szilárdsága sem.
4. A kísérletek során beigazolódtott, hogy a tokajhegységi riolit-bentonitok ún. koldúi típusa igen jó, mondhatnánk kiváló minőségű pelletező kötőanyag. A montmorillonit-tartalom megfelelő szinten (60%) tartásával elsőosztályú, speciális minőség (80% körüli montmorillonit-tartalom) szelektív termelésével pedig szuperminőségű pellet-bentonit biztosítható.

IRODALOM

1. Barna J.: A magyar bentonit. Magyar Technika 1953. 6. sz. p. 339.
2. Varjú Gy. (1966): Ásványtelepeink földtana. Nyersanyag-lelőhelyeink. 8. Nemérces ásványi nyersanyagok. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.

ОЦЕНКА БЕНТОНИТА И ИЛЛИТА ИЗ ТОКАЙСКИХ ГОР С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОКАТЫШЕЙ

Изготовление окатышей из железных руд и порошков различных видов минерального сырья постоянно увеличивается в мировых масштабах. Для изготовления окатышей применяются огромные количества бентонитов. В США для этих целей ежегодно используется 8—900 000 тонн бентонита. Использование бентонитов в 1970 году возросло на 14%

по сравнению с 1969 годом. В Венгрии известны бентониты весьма различного качества и имеются большие ресурсы. В Венгрии выявлены значительные количества бентонитов с высокой прочностью на отсутствие влаги и на тепло. В задачи настоящих исследований входит изучение и оценка наших бентонитов с точки зрения изготовления окатышей. Первые испытания проводились бентонитами Токайских гор и иллитом с месторождения Фюзерадвань. При этом было установлено, что бентониты с территории Мад весьма пригодны для производства. При добавлении 1% бентонита к порошкам железных руд можно изготовить окатыши с прочностью на сжатие в среднем 183—195 кг.

Szerves agyagásványok a magyar kőszekben

Írta: Dr. Barna János

A Bányászati Kutató Intézetet a Központi Földtani Hivatal megbízta a „Kis fűtőértékű (agyagos, palás) kőszek dúsítása kolloid módszerrel” című kutatással. Jelen tanulmányunkban eddigi eredményeinket fogjuk ismertetni. A kutatást folytatjuk.

Három jelentős kőszmedencében található nagy hamujú széntelep anyagát: a nógrádi, a borsodi és a tatabányai kőszeket vizsgáltuk meg. Ezeket — mint ismeretes — a szokásos szénelőkészítési eljárásokkal dúsítani gyakorlatilag nem lehetett (1, 2).

A — 60 mikron szemcsenagyságra örölt kőszmintákat az intézetünkben kidolgozott ütközéses nyírásos eljárással (3) dezaggregálás közben vízben diszpergáltuk és a nyert diszperziókat centrifugálással centrifugátumra (meddőréz) és iszaprészre (dúsított szén) különítettük el.

Elsősorban a kolloidkémiail diszpergálás szempontjából szükséges néhány vizsgálatot végeztünk el: a szemcsenagyság eloszlást, a peptizálható részek mennyiségének meghatározását, a fajsúly szerinti osztályozást és az egyes frakciók kémiai elemzését.

Részletesebben a nógrádi kőszminták vizsgálati adatait közöljük.

Fajsúly szerinti osztályozás

Osztályozást végeztünk széntetrakloritban, továbbá ennek és bromoform keverékében való diszpergálással és centrifugálással.

Megállapítottuk, hogy a nógrádi kőszén 1,6 fajsúlyú CCl_4 -ben úszó elkülönülést 10,8%-ban ad. A borsodi kőszén 2,0 fajsúlyú közegben süllyedő része 6%- volt.

Részletesebb fajsúly szerinti osztályozással a nógrádi mintát vizsgáltuk meg és az eredményeket a 3. táblázatban az 1., 2., 3., 4 sorszámok alatt ismertetjük.

Az 1,40 fajsúlyú 7,65% hamujú és 0,5% mennyiségű vitrites anyagot az egyes mintákban található 1—2 mm-es vastagságú, fényes fekete színű, rideg anyagú rétegekből vettük.

A vizsgált nógrádi kőszéninta a mizserfai bánya Gusztáv lejtakna 3. telep fejtése, 2. eresze közeléből származott.

Peptizálható részek

A peptizáció meghatározását az intézetünkben kidolgozott módszer szerint (4) végeztük el. Jelen esetben 1 g, achát mozsárban készített finom örleményt kevés vízzel vízfürdön besűrítettünk, majd 2 liter forró vízben diszpergáltunk és 30 percig forraltuk. Megvártuk, míg a szol tiszta lett, ezt leöntöttük, a maradékot kis mérőedénybe bemostuk, bepároltuk, szárítottuk, mértük.

A lemért anyagra számítva 3—8% szódát is adtunk az optimális peptizálhatóság biztosítására.

Meghatároztuk a peptizációs maradék hamutartalmát is. A hamuk nagymértékben voluminózusak voltak, vagy a Na-ionnal való telítés, vagy a forralt vízzel való kezelés plasztifikálást okozott. Kisebb mértékben a nem peptizálható részek is dezaggregálódtak.

Az eredményeket az 1. táblázat tartalmazza.

Meglepő, hogy a nógrádi és a borsodi minta nagy része peptizálható.

A kőszek diszpergálása kolloidkémiail módszerrel

150 g kőszénport 200 ml desztillált vízben, laboratóriumi dezaggregálógépből kb. 5000 sec^{-1} nyírás sebességgel 5 percig diszpergáltunk. A diszperziót kiengedtük, a készüléket 100 ml vízzel kimostuk. A nyert diszperziót

I. táblázat

Minta neve	+ 60 mikron %	Fajsúly szerinti osztályozás		Peptizálható %	Hamutartalom %	
		— 1,6 %	+ 2,0 %		eredeti	peptizált maradék vízmentes
Nógrádi szén	1,85	10,8	0	47,8	51,8	48,7
Borsodi szén	2,00	0	6	50,2	44,8	41,7
Tatabányai szén	1,10	0	0	27,22	43,7	47,8

II. táblázat

	Centrifugátum szárazanyag-tartalma, %			Iszaprészt szárazanyag-tartalma, %
	I.	II.	III.	
Nógrádi szén	28,6	19,4	1,6	50,4
Borsodi szén	42,0	—	—	58,0
Tatabányai szén	41,0	—	—	59,0

centrifugában kb. 2500 ford/perc centrifugálásal 30 percig kezeltük. A peptizált részt leöntöttük, ez volt a centrifugátum, az iszaprészt 100—100 ml vízzel a dezaggregálóban újra-kezeltük. Az eredményeket a 2. táblázatban tüntettük fel.

A nógrádi szénél az iszaprészt háromszori dezaggregálása világosan mutatja, hogy tökéletes kipeptizálás történt.

Osztályozott szén frakciók, dezaggregálás utáni peptizált és iszaprészek száraz anyagának vizsgálati adatai

Sorszám	A minta neve	Osztályozás fajsúly szerint		Eredeti elemzés						Súly			Atom %					
		Fajsúly	Mennyiség %	C	H	S	O	N	C	H	O	C	H	O	C/O	C/H		
1	„	1,4	0,5	59,4	4,1	0,8	14,6	1,0	13,4	6,7	76,1	5,2	18,7	49,7	41,0	9,3	5,34	1,21
2	„	1,5—1,6	10,3	51,9	3,8	0,1	18,8	1,0	7,7	16,7	69,7	5,0	25,3	46,8	40,3	12,9	3,63	1,16
3	„	1,6—1,8	16,8	35,2	3,0	0,2	19,4	0,8	6,9	34,5	61,3	5,2	33,5	41,2	41,9	16,9	2,44	0,98
4	Meddő Dezaggregált kőszén	1,8—2,0	72,4	9,5	1,9	0,2	20,2	0,2	6,9	61,1	30,1	6,0	63,9	20,0	48,0	32,0	0,63	0,42
5	Centrif. I.	—	28,6	9,5	1,9	0,2	7,9	0,2	4,1	74,3	44,4	8,9	46,7	23,9	57,4	18,7	1,28	0,42
6	Centrif. II.	—	19,4	21,2	2,6	0,5	11,2	0,5	3,8	60,2	60,3	7,4	32,1	36,0	50,3	13,6	2,65	0,71
7	Centrif. III.	—	1,6	—	—	—	—	—	5,0	52,9	—	—	—	—	—	—	—	—
8	Iszaprész dús. szén	—	50,5	44,5	3,4	0,6	15,3	1,0	4,8	30,4	70,3	5,3	24,4	46,5	41,7	11,8	3,94	1,12

Folyamatban van az ásványianyag-tartalom és szilikáthidrátvíz meghatározása

Az egymásután következő vízzel való kioldásnál nyert peptizált részek hamutartalma lényegesen csökkent és így a szerves részek mennyisége növekedett. Ezek szerint a ki-peptizálható részeket további frakciókra lehet bontani. Az adatokat a 3. táblázat 5., 6., 7. sorai ismertetik.

Számos próbával megállapítottuk, hogy az iszaprész hamuban 30,4⁰/₀-ánál kisebb értéket érlelyesebb dezaggregálással sem tudunk elérni (lásd: 3. táblázat, 8. sorszám).

Kimutattuk, hogy erélyesebb, több percig tartó dezaggregálással egyszeri vízadagolással is kinyerhetők a peptizálható részek. Jelentősen növelhető a gyors peptizálás melegítéssel.

A centrifugátumok, azaz a peptizált részek szárazanyaga nagy hamujú, kagylós törésű, enyvszerű anyag, a nem peptizálható része feketébb színű és szárazon porszerű.

Összehasonlítás kedvéért a 3. táblázatban az eredeti nógrádi kőszénre és ennek dezaggregáltjára vonatkozó adatokat egymás alatt közöljük.

Megállapíthatjuk, hogy dezaggregálással olyan vízben peptizálható részeket különítettünk el, melyek nagyobb hamut adnak, hidrogén- és oxigéntartalmuk is nagyobb, mert a szerves részek nagymennyiségű agyagásványt kötöttek meg.

Ez lehet a magyarázata, hogy a vizsgált mintánál a hamutartalmat 30,4⁰/₀ alá nem lehetett csökkenteni. Igen valószínű, hogy a szerves anyagok által létrehozott, vízben peptizálható szerves-agyagásványhoz meghatározott mennyiségű agyagásvány tartozik.

A ki-peptizált rész és a dúsított szén, továbbá a kiválogatott vitrit hamutartalmának kémiai elemzését a 4. táblázat közli. Jellegzetes, hogy a peptizált rész és a vitrit hamuja 33, illetve 31,8⁰/₀, a dúsított szén 22,3⁰/₀ Al₂O₃-tartalmat adott.

IV. táblázat

A peptizált rész, dúsított szén és vitrit hamujának kémiai összetétele 1100 °C-on kiizzított állapotban

	Peptizált rész százalékban	Dúsított szén	Vitrit G. A.
SiO ₂	58,5	65,5	60,2
Al ₂ O ₃	33,2	22,3	31,8
Fe ₂ O ₃	4,6	5,5	3,5
TiO ₂	1,0	1,3	—
CaO	8,0	0,8	0,85
MgO	0,2	0,2	0,2
Na ₂ O	0,9	1,8	1,45
K ₂ O	0,7	1,4	0,80
SO ₄	0,3	0,3	0,3

A peptizált rész anyagának röntgenvizsgálata

A röntgenvizsgálatokat intézetünk soproni petrográfiai osztálya végezte el.

Nógrádi szén: Kaolinit és montmorillonit (beidellitszerű) nagyjából egyforma mennyiségben. *Kivülük igen kevés kvarc és kalcit gyanítható!*

Borsodi szén: monmorillonit (beidellitszerű) kevés gipszen, kvarcon és dolomiton kívül még némi kaolinit, pirit és kalcit is mutatkozik.

Tatabányai szén: kaolinit, a montmorillonit bizonytalan. Kevés pirit mellett nyomokban kvarc és kalcit gyanítható!

A peptizálható meddőrészek szeretlen része csak agyagásvány. Egyéb ásványokat csak nyomokban tartalmaznak. Ez várható volt, mert az igen kis mennyiségben jelenlevő más ásványok viszonylag nagy szemcseméretűek, ezért a durva részben különültek el.

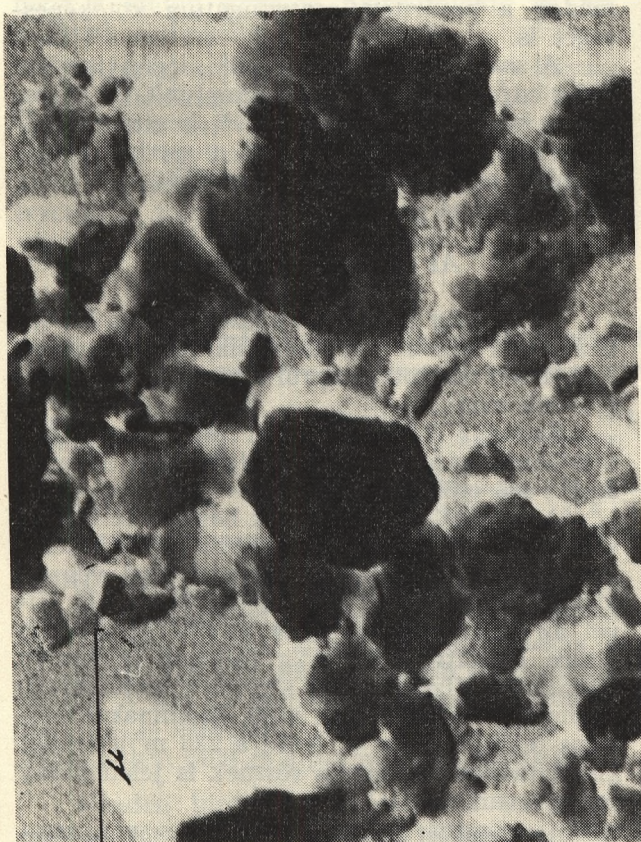
Legújabbán Eirisch és Treťakov (5) állapította meg, hogy a nagy molekulájú festékanyaggal képzett ún. rodamin-montmorillonit kirstálylemezkéinél az „a” és „b” dimenziókban növekedések, torzulások keletkeznek és ezek a rodamin mennyiségével nagyobbodnak. Ez teljesen ellentétben áll a fémkationok viselkedésével. A publikációjukban közölt fényképen igen jól láthatók a torzulások.

Felkérésünkre dr. Ákosi Klára foglalkozott a nógrádi szénből készített diszperziók meddő és dűsített részének elektronmikroszkópos vizsgálatával.

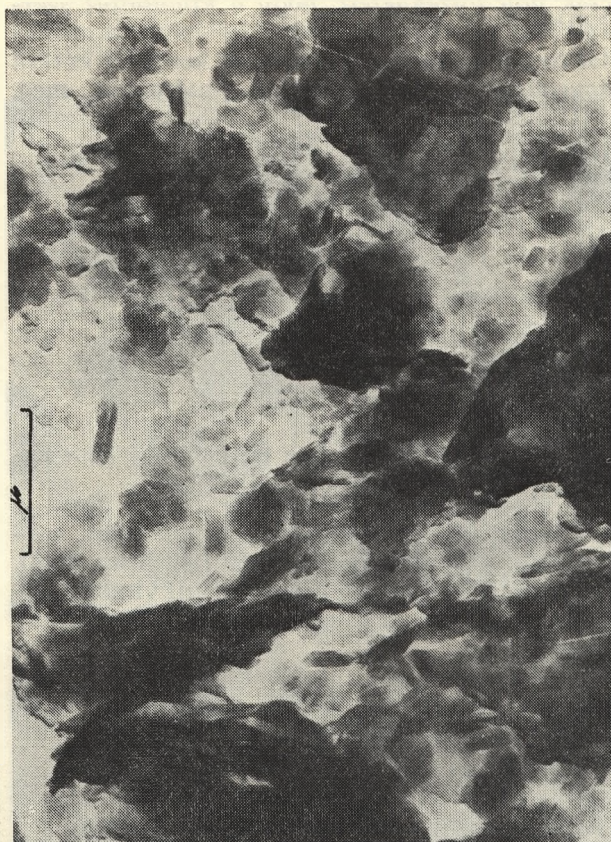
A felvételek Zeiss E F₄ és japán mikroszkóppal készültek, 10 000—100 000 nagyításúak voltak.

A lemezes szerkezetű ásványok jól felismerhetők előbb közölt röntgenvizsgálatoknak megfelelően.

Úgy tűnik, hogy egyes hatszögű lemezkéken és lemezke töredékeken is, plasztikusan ható szőrös bevonat (1. ábra) és nagyobb nagyságokon bizonyos orientálódás is észlelhető.



1. sz. ábra
Nógrádi kőszén peptizált rész
bevonatos felület



2. sz. ábra
Nógrádi kőszén peptizált rész
torzulásos kristályok

Nógrádi kőszének peptizálhatóságának vizsgálata

A peptizálható részek meghatározásánál láttuk, hogy 1 g kőszénporból 2 liter vízben 50% peptizálódott, azaz 0,05%-os diszperziót kaptunk.

A Buzágh—Szepesi montmorillonit meghatározásánál, mint ismeretes 1% koncentrációt írnak elő, és ebben az esetben a montmorillonitnak ki kellene peptizálódni.

Vizsgálatokat végeztünk annak a megállapítására, hogy hány %-os kolloid diszperziót készíthetünk a kőszénből (4). Az eredményeket az 5 táblázatban közöljük.

V. táblázat

Allevardit, dűsített	4,00%
Rátka—herceggövesi bentonit dűsített	2,50%
Wyoming bentonit	0,58%
Füzérradványi illit, dűsített	0,56%
Mezőtúri agyag	0,43%
Bombolyi kaolin, dűsített	0,00%
Nógrádi kőszén, meddő	18—26%

A nógrádi kőszénmeddő 18,25%-os peptizációja több, mint egy évig figyelve stabilis maradt. Szárazanyagának hamutartalma 74,57%

A fentiek szerint tiszta agyagásványok vízben ilyen nagymértékben nem peptizálhatók hosszú ideig. Ez a rendkívüli peptizálóképesség

Más felvételeken (2. ábra) az Eirisch által említett és bemutatott torzulást is feltételezem. Kétségtelen, hogy ezzel kapcsolatban méretbeli aggályok merülhetnek fel, ezért a bizonyítást új felvételekkel folytatjuk.

csak úgy történhetett, hogy a kimutatott szerves rész az agyagásvánnyal komplex kapcsolatot tart fenn és így egy szerves komplex kötésű agyagásvány peptizálódását határoztuk meg.

Reológiai vizsgálatok

Nógrádi centrifugátum

VI. táblázat

Koncentráció:	18,25 ⁰ / ₀
Száraz anyag, hamu:	74,57 ⁰ / ₀
Viszkozitás:	
Storner 25 °C:	20 cP
1 év múlva:	35 cP

Tixotropia:

1 cm átmérőjű csőben összerázáskor könnyen folyó, 48 óra múlva megdermed

Megtörténtek a folyásgörbe-felvételek, melyek már azonosításra is alkalmasak lesznek (6).

Igen jellegzetes az állás közbeni viszkozitás-növekedés, mely a diszperzításhoz növekedését jelenti.

A tixotropikus tulajdonságok közismerten iparilag igen hasznosíthatók, mint az agyagásványok vizes diszperzióinál, mind az organofil bentonitoknál szerves oldószerekben.

A folyásgörbe felvétele

A folyásgörbét a Marchalkó-féle rotációs reoviszkoziméterrel határoztuk meg. A nyírási sebesség függvényében felmenő és lemenő ág-

VII. táblázat

Nógrádi kőszén centrifugátuma

Koncentráció: 25,4⁰/₀
Hamutartalom: 76,0⁰/₀

Sorszám	Nyírási sebesség sec ⁻¹	T _b	T η dyn/cm ²	T δ
1	0,68	241,93	65,98	175,93
2	6,79	219,93	131,95	87,98
3	81,43	153,96	79,18	74,78
4	196,80	105,57	46,15	59,38
5	407,17	120,97	63,79	57,18
6	814,34	138,56	76,98	61,58
7	1 194,35	149,56	94,58	54,98
8	2 117,26	191,35	140,76	50,59
9	4 885,99	263,92	197,94	65,98
10	9 093,37	391,49	329,91	61,58
11	13 527,20	472,88	422,28	50,59
12	21 715,52	615,83	567,44	48,39
13	30 266,00	836,77	792,79	43,98
14	22 529,85	629,03	585,05	43,98
15	13 572,20	426,68	382,70	43,98
16	8 686,21	303,52	261,73	41,79
17	4 750,27	219,19	175,95	43,98
18	2 062,97	153,96	112,17	41,79
19	1 221,50	105,57	91,59	43,98
20	776,83	112,17	70,30	41,79
21	420,27	101,12	57,14	43,98
22	181,87	109,97	52,79	57,18
23	67,90	153,99	74,78	79,18
24	40,70	175,95	92,37	83,58
25	2,74	120,97	22,00	98,97
26	0,27	98,97	—	98,97
27	0,027	24 óra múlva		171,55
28	0,027	48 óra múlva		195,74

ban mértük a viszkozitás ($\tau\eta$) és a rugalmas határfeszültség ($\tau\delta$) értékeit (7). A 7. táblázatban közöljük azokat a mérési adatokat, amelyeket a nógrádi kőszén 25,4⁰/₀-os centrifugátumának a vizsgálatakor nyertünk a nyírási sebesség 0,027 sec⁻¹—30 000 sec⁻¹ tartományában.

Megállapítottuk, hogy a nagy nyírási és centrifugális hatás ellenére semmiféle elkülönülés nem áll elő, a szerves komplex agyagásvány egynemű, homogén anyagként viselkedett.

A táblázat adatai híg agyagásvány-diszperzióra jellemzőek. Ismeretes vizsgálataink alapján (6), hogy az agyagásványok diszperziói a nyíráshoz behatásra tovább dezaggregálódnak, új nagyobb vázszilárdságú diszperzió alakul ki, aminek a rugalmas határfeszültsége pihenés közben még jelentékenyen, kb. 1 nagyságrenddel is növekedhet.

Kötőképesség vizsgálata

Az előbbieken megállapítottuk, hogy a nógrádi kőszén centrifugátuma vízfürdőn bepárolva kagylós törésű, kemény anyagot ad. Ezért megvizsgáltuk az öntödei bentonitra előírt módon a besűrített centrifugátum kötőképességét is.

A szabványos homokkal 5⁰/₀ mennyiségben 600 g/cm² nyomószilárdságot kaptunk. Ez lényegesen kisebb, mint pl. a mádi bentonit kötőképessége, kétségtelen, hogy a szerves anyag jelenléte csökkenti a kötőképességét.

Az iszapréz jellemzése

Mindeddig a nógrádi kőszén vízben kipeptizálható részével foglalkoztunk részletesebben. A szénben dúsított iszapról a következőket állapítottuk meg:

Fajsúlya 1,35—1,8 közé esik. A vizsgált mintáknál a hamu mennyiségét nem lehetett 30,4⁰/₀ alá csökkenteni.

A peptizálási maradékok hamuja feltűnően voluminózus volt, tehát nagyobb fajlagos felülettel kell rendelkeznie. Metilénkékkel végzett vizsgálataink szerint ez az érték 71,3 m²/g. Mivel az iszap hamutartalma 31,4⁰/₀, az ásványi részre számítva 228 m²/g fajlagos felületnek tekinthető. Vizsgálataink szerint a legfinomabb szemcséjű kaolinunk, a szegi kaolinnak a fajlagos felülete 29 m²/g, tehát a 228 m²/g felület kialakításában a szerves résznek is jelentékeny szerepe van.

Az elemzési adatok szerint a 3. táblázatban 8. sorszám alatt láthatjuk, hogy szénben jóval dúsabb, mint a meddő centrifugátum, de hidrogénben és oxigénben szegényebb.

A dúsított szén szeretlen része hamujának elemzési adatai szerint (9. tábla, 14. sorsz.) valamilyen alumínium-hidroszilikátnak felelhet meg.

Ezt tapasztaltuk a vízzel kipeptizálható természetes komplex kötésű szerves-agyagásványál is, a nógrádi kőszén esetében. A táblázat adatai

szerint a 20. sorszámú értéktől kezdve, azaz a τ^0 41,79 din/cm²-től számítva, a τ^0 -érték 48 óra alatt 195,74 din/cm² értékre emelkedett.

A folyásgörbe tehát újabb bizonyítékot szolgáltatott a szerves és agyagásvány közötti komplex kötés létezésére és azt is kimutatta, hogy a szerves rész diszperziójának reológiai viselkedése az agyagásványokra jellemző. Ez megegyezik a kémiai és röntgenvizsgálatok eredményeivel is.

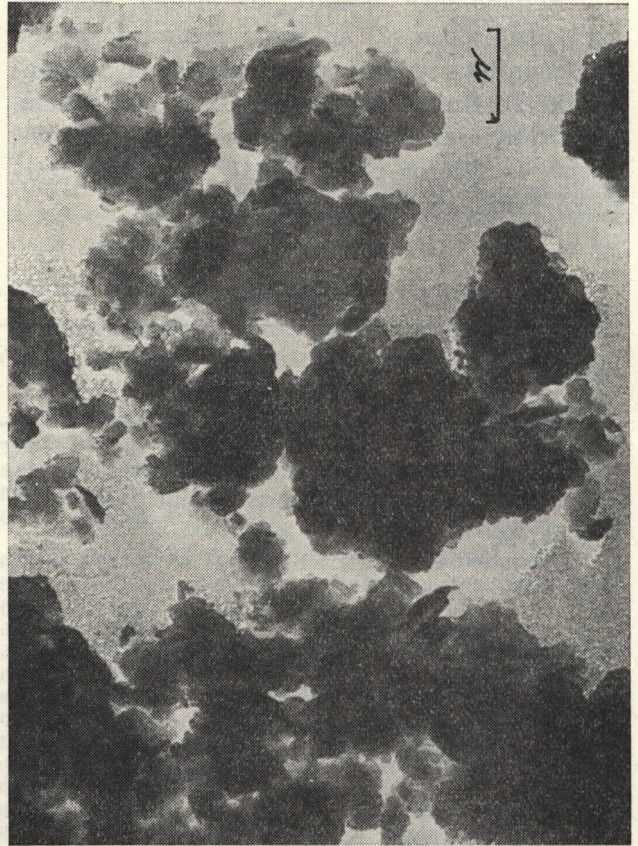
Diszpergálás és diszperzió-stabilitás

Feltűnő eredmény, hogy egyes hazai, nagy hamujú kőszeneink fele mennyiségben vízben peptizálhatók, nagy részben az intézetünkben kidolgozott ütközéses nyírásnak köszönhető, mely aggregátumokat bont le, de elemi részeket nem aprít.

Ez az eljárás tulajdonképpen mechanokémiai aktiválás, mely alatt jelen esetben hidratálást értünk. Lényegesen hidratáltabb lesz a bentonit-diszperzió, annyira, hogy a — 1 mikron szemcséjű diszperzióból ki lehetett centrifugálni a mádi bentonit kb 15⁰/₀ mennyiségű kaolinját, mert a kaolin kevésbé hidralizálható és így nagyobb a diszperz rész fajsúlya.

Végül az a megállapításunk, hogy a folyásgörbe-felvételnél alkalmazott hosszabb ideig tartó 30 000 sec⁻¹ nyírási sebesség és a centrifugális erő együttes hatása sem bontotta meg a 25,4⁰/₀-os peptizált rész homogenitását, döntően bizonyítja, hogy a szerves anyag és az agyagásványok komplex kötésben vannak.

Elektronmikroszkópos felvételen (3. ábra) a fűrtös, pamacsos szemcsék durva törmeléknek mutatkoznak.



3. sz. ábra
Nógrádi kőszén dúsított szén

VIII. táblázat

Nógrádi Gusztáv akna dúsított szénének fajsúlyszerinti frakciói és ezek hamuja

Dúsított szén hamu %	— 1,25 menny. %		— 1,35 fs. menny. %		— 1,45 fs. menny. %		Dúsított szén — 1,55 fs. menny. %		+ 1,55 fs. menny. %	
	hamu %	menny. %	hamu %	menny. %	hamu %	menny. %	hamu %	menny. %	hamu %	menny. %
31,6	0	4,3	4,37	41,4	10,3	51,0	13,9	49,0	50,2	

A röntgen diffrakciós vizsgálat szerint „röntgen diagrammja eléggé gyenge, vonalakban szegény és már minőségi kiértékelésük is nehézséget okozott, több-kevesebb bizonytalansággal. A két fő szerves rész *metahalloysit* és a *kristobalit* lehet. Rajtuk kívül még kevés kvarc, pirit és gipsz jelenléte gyanítható”.

Minden bizonnyal a jelenlevő szerves rész is amorf, ugyanis 31,4⁰/₀ kristályos szerves résznek a nagymennyiségű amorf szén mellett is reflexiót kellett volna adni.

A tiszta szén rész meghatározása céljából fajsúlyuk szerint osztályoztuk és meghatároztuk az egyes frakciók hamutartalmát. Az adatokat a 8. táblázatban közöljük.

Megállapítható, hogy — 1,25 fajsúlyú részeket nem tartalmaz, — 1,35 fajsúlyú is kevés, 4,3⁰/₀ és ennek a hamuja 4,37⁰/₀, tehát tiszta szén

nincs! — 1,45 fajsúlyú már 41,4⁰/₀, de a hamu mennyisége is emelkedik 10,3⁰/₀-ra, a — 1,55 fajsúlyúnál tovább nő a hamutartalom és a + 1,55 fajsúlyúnál eléri az 50,2⁰/₀-ot.

Tehát igen nagyszámú szerves kötésű komplex alkotja a dúsított szenet, a jelen vizsgálat szerint 4,37⁰/₀-tól 50,2⁰/₀-ig terjedő hamutartalommal.

Tekintettel arra, hogy a szerves rész amorf anyag, úgy látszik, hogy a nagyobb molekulájú szerves vegyületeket szerves amorf anyagok szűrték ki.

Megjegyzem, hogy hasonló széles skálájú komplexeket kaptam 52,9⁰/₀ hamutartalomtól 74,3⁰/₀ hamutartalomig (3. tábl. 5., 6., 7. s.) a vizsgált szénminta peptizált részénél is!

Megkíséreltük a dúsított szenet organikus oldószerekben duzzasztani, ezideig nem sikerült.

Nógrádi szénminták, termékeik hamuinak
kémiai összetétele

Belláné már idézett igen értékes kutatási zárójelentésében (2) az általa megmintázott 33 db szénminta hamujának kémiai elemzési adatait közli. Ezeket a 9. táblázatban ismertetem, hozzávettem az általam megmintázott Gusztáv-, Szept. 6.- Szoros patak aknák mintáiból származó hamu elemzési adatokat is.

A hamu elemzési adatok világosan mutatják a geokémiai környezet jellemzőit: savas, ezért kevés az alkália és a kovasavszint állandó. Az Al_2O_3 nagymérvű változása utal a helybeli agyagásvány-képződésre és a transzformációra. Az Al_2O_3 -tartalom ingadozását a 10. táblázatban ismertetem. Ennek jellemzője, hogy az aknaszenek peptizált részénél az Al_2O_3 31,3—33,5% között van, míg a dúsított szeneknél 15,8—22,5% között, tehát a két elkülönített termék szervesetlen anyaga lényegesen különbözik egymástól.

Nógrádi szénminták, peptizált és dúsított szénrészek hamuinak kémiai összetétele

IX. táblázat

Sorszám	Minták származása	Minták száma db	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃
1.	Kányás Béke A.	15	64,65	18,75	8,00	2,12	1,73	1,57	1,42	1,41
2.	Tökés L. A.	7	65,03	23,24	4,76	1,70	0,84	1,93	1,37	0,18
3.	Csurgó táró	5	63,65	24,64	4,34	1,52	1,11	1,06	1,76	0,28
4.	Kistelepek III.	8	68,70	19,00	3,44	2,13	1,19	1,36	1,50	0,32
5.	L. A.									
5.	Szeptember 6, Vitrit 1	1	54,20	16,60	14,30	6,50	0,30	1,10	1,10	6,90
6.	Szeptember 6. A.	1	68,50	24,00	3,40	0,60	0,20	1,50	1,17	0,70
7.	„ peptizált	1	58,50	33,50	3,00	0,60	0,40	1,30	1,80	0,30
8.	„ dúsított szén	1	69,50	22,50	3,80	0,70	0,10	1,60	0,50	0,50
9.	„ vitrit 2	1	53,50	17,50	13,30	6,50	0,30	1,10	1,10	6,90
10.	„ „ pept.	1	52,90	22,50	7,98	3,60	0,30	0,80	0,60	1,40
11.	„ „ dúsított szén	1	55,40	15,80	15,00	6,70	0,30	0,80	0,87	3,68
12.	Gusztáv A.	1	62,20	28,00	4,90	0,85	0,20	1,45	0,80	0,30
13.	„ peptizált	1	58,50	33,20	4,60	0,80	0,20	0,70	0,90	0,30
14.	„ dúsított szén	1	65,30	22,30	5,50	0,80	0,20	1,80	1,40	0,30
15.	„ vitrit	1	60,20	31,80	3,50	0,85	0,20	1,45	0,80	0,30
16.	Szoros patak A.	1	65,50	21,20	7,70	0,80	0,80	2,40	1,35	0,40
17.	„ peptizált	1	61,70	31,30	3,09	0,51	1,20	2,90	1,00	0,30
18.	„ dúsított szén	1	67,20	16,50	0,65	0,80	0,70	1,64	1,50	0,40

Nógrádi szenek és elkülönített részeik hamujának Al_2O_3 tartalma

X. táblázat

Minta jele	Szeptember 6. akna		Szeptember 6. akna		Gusztáv akna		Szoros-patak akna	
	Al_2O_3	Mennyisége	Al_2O_3	Mennyisége	Al_2O_3	Mennyisége	Al_2O_3	Mennyisége
	%	%	%	%	%	%	%	%
Eredeti szén	24	—	17,5	—	28,0	—	21,2	—
Peptizált rész	33,5	38	22,5	16,8	33,2	49,5	31,3	32,8
Dúsított szén	22,5	62	15,8	83,2	21,3	50,5	16,5	67,2

Következtetések

A nógrádi kőszénből készített diszperziók részletes vizsgálataiból arra a megállapításra jutottunk, hogy mind a centrifugátum, mind az iszaprészt a kőszének hamut adó részének túlnyomó többsége, agyagásványai a szerves anyagokkal komplex kötésben vannak és kolloidkémiailag jól definiálható típusra oszthatók: vízben peptizálhatókra és vízben nem peptizálhatókra. Megállapítottuk, hogy ezek sajátos tulajdonságú ásványi nyersanyagok lehetnek.

Természetes szerves agyagásványok keletkezése

Jordan (7) mutatta ki, hogy az agyagásványok szoljai, ha főképpen nitrogéntartalmú szerves vegyületek oldataival találkoznak, azonnal reakciók jönnek létre és a keletkezett ter-

mékek 200 °C-os gőzzel sem bonthatók meg. Megállapította, hogy a 6 szénatomnál nagyobb lánccal szerves vegyületek már oly terméket hoznak létre, melyek vízből kicsapódnak és szerves oldószerekben duzzadnak.

Jordan vizsgálatai alapján nagyszabású organofilbentonit gyártás fejlődött. A gyártás lényege a következő: koncentrált montmorillonitból híg szolt készítenek és keverik szerves vegyület oldatokkal. A kicsapott terméket szűrik, mossák, szárítják, őrlik.

Mi szempontunkból jellemző a termékek hamutartalma:

Amerikai organofil bentonit:

Magyar Igelit gyártmány:

56,0% hamutartalom
72,0% hamutartalom

A természetes kipeptizálható szerves agyag-
ásványok a fentiekhez hasonló nagymennyiségű
szerves anyagot adszorbeálhatnak. Erre utalnak
vizsgálataink is.

Természetes organofil agyagásványt kimu-
tatnunk eddig még nem sikerült, de nem lehe-
tetlen, hogy a peptizálható szerves agyagásvány
mellett a kőszénben ilyen is előfordul. A nem
peptizálható kőszénalkotók szétválasztása a
folyamatban lévő kísérlet feladata.

Mindezeket ismertetnünk kellett, hogy a
természetes szerves agyagásványok keletkezését
megmagyarázzuk, kétségtelen ugyanis, hogy
ehhez több folyamat egyidejű találkozása
szükséges.

Először is a szénülés előtti időben növényi
eredetű szerves bomlás termékek híg vizes olda-
ta álljon rendelkezésre. Közvetlen szomszédsá-
gában nagy mennyiségű alumínium-hidroszili-
kát szol is létezzen. A kettőnek találkozni és
intenzíven keveredni kell egymással.

Észrevételek a Nógrádi-kőszénmedence kőszénanyagának genetikájához

Ezt a fejezetet *Varju Gyulával* közösen
dolgoztuk ki

Az agyagos, palás kőszének esetében a
szerves anyag felhalmozódásával egyidejűleg
tekintélyes mennyiségű szerves anyag behor-
dás és ezek között minden valószínűség szerint
vulkáni törmelék-felhalmozódás is történt.

A Salgótarjáni-medencében a széntelepek
közeliében vulkáni tufák és ezek bentonitosodott
féleségeit, a széntelepek fekvőjében pedig klin-
ker és saválló agyagként termelt teresztrikus
illitagyagokat ismerünk.

Kézenfekvő annak feltételezése, hogy ezek
adták az agyagos kőszének szervesetlen kompo-
nenseit.

Köztudott, hogy a szénképződés erősen sa-
vas pH-jú geokémiai környezetben kaolinképző-
déshez vezet. A kaolinit vagy földpátokból, vagy
vulkáni üvegekből közvetlenül, avagy más
agyagásványok traszformációja útján képződik.

Enek a folyamatnak fennforgásáról egy-
értelműen tanúskodik a peptizált rész nagy
(32—33%) Al_2O_3 -tartalma, valamint a röntgen-
vizsgálat, mely kaolinitet mutatott ki.

Ilyen földtani környezetben nagy mennyi-
ségű nem kristályos alumínium-hidroszilikát és
amorf SiAl-vegyületek jelenléte magától érte-
tődő (a dúsított szénben a röntgenvizsgálattal
kristályos szervesetlen anyagot nem mutattak ki).

A szilikátok lebontódása úgy tűnik igen
intenzív volt, a kaolinképződés viszont szerény.
Ezért helyenként sok az amorf SiAl-vegyület a
kőszénekben. Lokálisan felismerhető az illit és
a montmorillonit.

Agyagásvány és amorf szilikát-szokok igen
finom diszperzióban találkoztak a szénülés előtt
a szerves kolloid anyagokkal. A kisebb moleku-
lájú, 6 C-atomnál kisebb láncú vegyületek víz-
ben peptizálható, a nagyobb és hosszabb láncú
vegyületek vízben kicsapódó szerves szilikátok
képződéséhez vezettek.

Az első esetben főleg agyagásványok, azaz
krisályos, a másik esetben zömmel amorf szili-
kátok vettek részt a szerves vegyületekkel való
reakcióban.

A kaolinit a peptizálható részben koncent-
rálódik. Az agyagásványok és az amorf SiAl-ve-
gyületek a szerves anyag részeinek (alkotóinak)
elkülönülését, szelektálást eredményezik. Ebből
arra lehet következtetni, hogy a kristályosság
a szerves anyag adszorpciója szempontjából
specifikus. A kristályos alumínium-hidroszilikát
a kis molekulájú, az amorf szervesetlen anyag a
nagy molekulájú szénvegyületeket köti le és
szűri ki.

Ez a felismerés elvezethet olyan módszer
megismeréséhez, amely lehetővé teszi az amorf
és kristályos agyagásvány kőzetalkotók szét-
választását. Esetleg a kaolinit és szmektit típusú
agyagásványok elkülönülését. (Ezek kutatása a
következő évek feladata.)

Belláné kimutatja, hogy „az uralkodó szén-
fajták fatörmelék eredetűek, kevésbé alárendel-
tebb szerepű a kéreg törmelékes szénkőzet és
csak helyenként jelenik meg a levél kőszén”.
„A faszöveti eredetű kőszénanyagra általában
a nagyfokú szénültség jellemző.”

Organikus kőzetalkotó Belláné szerint leg-
inkább a vitrit-féleségek (xylo-, gyantás-, pál-
mafa-, fillovitrit, vitrit detritus) továbbá telinit,
kollinit, fuzit, szuberinit, periblinit.

A vitritek igen finom erekben, ritkábban
fészkesen fordulnak elő.

Visszatérve a két híg kolloid oldat találko-
zásához, a reakció azonnal megindul a kisebb
szerves molekulák vízben peptizálható, a na-
gyobbak vízben nem peptizálható és statu nas-
cens kicsapódó komplex vegyületeket eredmé-
nyeznek.

A kicsapódók *occludáltak magukkal rántot-
ták a vízben peptizálhatókat és megkezdődött az
ülepedés és a rétegek kialakulása.*

A két anyag kolloidálisan összekeveredett.
Ha a kolloid agyagásvány hiányzott, tiszta
kőszénréteg képződött.

Szénülés előtt és folyamán a vízben pep-
tizálható és nem peptizálható szerves agyag-
ásványok és a tiszta szénanyagok elkeveredtek
és a rendszer diszperzitásfokától függően finom
eloszlású homogén anyagként száradtak be, vagy
koagulált szemcsés, göcös struktúrájú heterogén
üledékként csapódtak ki. (Ez a szerkezet rend-
kívül fontos a kutatás célját jelentő kőszén-
dúsítványok előállítás szempontjából.)

Ezek az anyagok a reakcióban részt nem
vett szerves anyagokkal homogénnek tűnő,
millió tonnákban előforduló műrevaló, vagy
nem műrevaló ásványvagyományokat eredmé-
nyeztek.

Igen jellemző az ismertett természetes
komplex kötésű szerves alumínium-hidrosziliká-
tokra, hogy nitrogéntartalmuk csekély, legfel-
jebb 1,5%. Ismeretes, hogy az organofil bento-
nitok gyártásánál elengedhetetlen a quaternár
nitrogén-gyök jelenléte.

A peptizálható szerves agyagásványok min-
den bizonnyal nem vehettek részt a szénülés
folyamatában. Ha ez így van, alkalmasak lehet-

nek a szénülés előtti geokémiai és földtani információ szerzésére. (Ilyen célú kísérletek is folyamatban vannak.)

A szénülés folyamán a rendszert nem érhetette olyan hőhatás, amely tönkretette volna a hőmérsékletre rendkívül érzékeny peptizálhatóságot.

A szénülés és epigenetikus folyamatok során a hőmérséklet nem haladhatta meg a 80–100 °C hőmérsékletet, mert ezen a hőfokon kiszáritott szerves agyagásványok már elvesztik peptizálhatóságukat.

Ez a téma lehetővé teszi, hogy szerves—vizes rendszerek üledékföldtanához kolloidkémiai ismeretekkel járuljunk hozzá.

A vízben peptizálható szerves agyagásványok jelenlétével hozható kapcsolatba Szádeczky—Kardoss Elemér véleménye (8):

„Nemcsak utólagos ... hamuadó elegyrészképződés, hanem utólagos elegyrész-kioldás is van ... A hamutartalom csökkenése annál inkább figyelemre méltó, mert szénüléskor az organikus anyag abszolút mennyisége is csökken, ha tehát az organikus rész kimosása nem volna igen jelentékeny, úgy viszonylagosan mennyiségének a szénüléssel nem csökkennie, hanem növekednie kellene.”

A vízben peptizálható szerves agyagásványok a telepből való kimosódása nagyon plauzibilis.

A szerves agyagásvány rendkívül nagy peptizálhatósága megmagyarázza a hamutartalom csökkenését.

Természetes szerves agyagásványok gyakorlati felhasználása

Az utóbbi időben megpróbálták mezőgazdasági célokra értékesíteni az agyagos, nagy hamujú kőseneket. Ismeretes olyan eljárás, mely durván aprítja, kiszőrja és beszántja. A leírás szerint 30⁰/₀-kal nőtt a kukorica termése. Az agyag és a szenes rész humin anyagának együttes bevitelével úgy vélik, nő a talaj termelékenységé.

Kimutattuk, hogy a háromféle hazai, nagy hamujú kőszénből csak rendkívül erélyes dezaggregálással nyerhető ki a jelentős mennyiségű, vízben peptizálható természetes agyagásvány, mert a vízben nem oldhatóval igen finom kolloid diszperzításban fordul elő.

Ezzel kapcsolatban utalunk arra a legújabb eljárásunkra, mely a bentonit talajjavítási felhasználásának új módját adja.

Ismeretes, hogy az utóbbi időben számos próbálkozás történt sikertelenül. Ennek okát abban is látjuk, hogy a darabosan vagy vizes, viszkózus diszperzióban bevitt bentonit rendkívül nehezen oszlik szét és hosszú idő alatt kerül olyan állapotba, hogy egyrészt megkösse a homokot, másrészt a növényzet rendelkezésére is álljon „akár mint víztartó, akár mint táp-

anyag megőrző”. Ezért olyan eljárást dolgoztunk ki, mely kolloid diszperziót készít és ezt öntözéssel viszi be a talajba (9).

Ezt az eljárást találjuk alkalmasnak a természetes vízben peptizálható szerves agyagásványok felhasználására talajjavítási célokra. Talajtani szempontból „minden agyagásvány annyit ér, amennyi szerves anyagot tartalmaz komplex kötésben.” (10)

További felhasználásokra irányuló kutatás folyamatban van.

A következő tanulmányomban a nógrádi „Szeptember 6” akna vitrit mintájának, válogatott meddőjének, a „Szoros patak akna” jelenlegi termelési, továbbá a borsodi, tatabányai, bükkábrányi és pécsi nagy hamujú szénminták vizsgálatáról szeretnék beszámolni.

Ismertetném a tenyészedény-kísérletek eredményét a kinyert termékek mezőgazdasági adagolásával kapcsolatban.

Vizsgálati eljárást mutatok be a szenek ki-peptizálható részének meghatározására.

A nagyhamujú szenek dúsítását kolloidkémiai módszerekkel Varju Gyula vetette fel és javasolta. Genetikai kérdéseket és az új termékek értékesítési lehetőségeit közösen tanulmányoztuk.

IRODALOM

1. *Csillag Zsolt*: Dél-nógrádi szenek előkészítési lehetősége gazdaságosság szempontjából vállalati és népgazdasági szinten. Diplomaterv. 1963.
2. *Bella Lászlóné, Nagyvárad Árpád*: Nógrádi szénmedence kőszénanyagának komplex minőségi vizsgálata. Kutatási zárójelentés, 4—66—01. 21. 1967. BKI. Budapest.
3. *Barna J.—Demeter L.*: Aufbereitung von Dispersionen tonmineralhaltiger Gesteine durch Scherbehandlung. Periodica Politechnica Vol. 11. Nr. 3—4. 365—368. Budapest, 1967.
4. *Barna János*: Agyagféleségek peptizációja. Építőanyag, 1956. 8. sz. 308—310.
Barna János: Clay Minerals Bulletin, Vol. 3. No. 19. 212—213 London, 1958
5. *Eirish M. V., Tret'yakova L. I.*: The role of sorptive layers in the formation and change of crystal structure of Montmorillonite. Clay Minerals, Vol. 8. No. 3. 1970.
6. *Barna János, Marschalkó Béla*: Vizes bentonit diszperziók reológiai tulajdonságainak vizsgálata. Földtani Közöny. 1963. XCVIII. 109—126.
7. *Jordan J. W.*: J. Phys. Colloid Chem. 53. 294—306. 1949.
8. *Szadeczky-Kardoss Elemér*: Szénkőzetan. 1952. 82. 150.
9. *Barna J., Stefanovits P., Varjú Gy.* magyar szabadalom.
10. *Page J. B.*: Role of properties of Clays in soil Science. Proc. First National Conferenc on Clays and Clay Technology. San Francisco. 1955.

ГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ ОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ВЕНГЕРСКИХ КАМЕННЫХ УГЛЯХ

При испытании на обогатимость тонкоизмельченный каменных углей с высокой зольностью, полученных из трех венгерских каменноугольных бассейнов, было установлено, что эти каменные угли с помощью водяной диспергации с последующей центрифугацией можно разделить на пептизованную часть (центрифугат) и на шламовую часть, пептизованная часть содержит 15—25% сухого вещества. После высушивания пептизованная часть была прочной, с повышенной зольностью, поверхность разлома раковинный, а шламовая часть превратилась в пыль повышенным содержанием угля.

С помощью химических, рентгеновских, инфракрасных, электронмикроскопических, петрографическо-минералогических и реологических испытаний было установлено, что центрифугированная часть пептизируется в воде, а шламовая часть представляет собой комплексные органические глинистые минералы и комплексные органические гидросиликаты алюминия, которые в воде не подвергаются пептизации.

До образования углей коллоидные дисперзии органических растительных веществ и алюминийевые гидросиликаты смешивались. Образовались комплексные химические и физические гидросиликаты алюминия, которые и в дальнейшем сохранили свою значительную способность к пептизации.

Излагается описание неизвестного до сих пор минерального сырья, которое встречается в объемах в несколько миллион тонн.

Hazai természetes nyersanyagokra alapozható zeolitelőállítás

Írták: Dr. Elek Sarolta—Dr. Nemezc Ernő—Dr. Varjú Gyula

A zeolitásványokat különleges viselkedésük alapján Cronstedt különítette el a XVIII. század közepén az ásványvilág többi tagjaitól. Daumor (1840) megállapítja, hogy a zeolitok hidratációja reverzibilis folyamat. Way (1852) elsőként ismeri fel a zeolitok ioncserélő képességét, Eichorn (1858) pedig a cserélőképesség reverzibilis voltát.

Granz (1905) használta először a zeolitot vízlágyításra. Weigel és Steinhoff (1925) vizsgálták a természetes zeolitok szelektív adszorpciós tulajdonságait és a chabazit vizsgálata során megállapították, hogy nemcsak a vízgőzt, hanem a metil-, etilalkoholt, hangyasavat is megköti, de az acetont, étert, benzolt nem. E szelektív szorpciós tulajdonságok felismerése alapján használja Mc-Bain először a „molekulaszűrő” kifejezést a zeolitokra. Megindul a természetes zeolitok adszorpciós tulajdonságainak a kutatása. Barrer és munkatársainak a 30-as években végzett szisztematikus kutatásai, majd az ezekhez világszerte kapcsolódó kutatások alapján megteremtődik a lehetősége a zeolitok gyakorlati alkalmazásának.

A molekulaszűrők technológiai felhasználásának növekedésével arányosan megnőtt a kereslet a zeolitok iránt. A természetes ásvány-előfordulások már nem tudták kielégíteni az igényeket, megindult a kutatás a zeolitok mesterséges előállítására.

Elsőként Fuchs 1918-ban szintetizált zeolitot, de ipari méretekben csak 1950 óta állítanak elő — a Linde cég kezdeményezése nyomán — kifogástalan minőségű kristályos zeolitot.

Az ipar a technológiai folyamatoknál adszorpciós célra, ioncserére és katalitikus célra használja elsősorban a zeolitokat. A kőolajfeldolgozó és petrokémiai ipar, valamint a gázipar a legnagyobb felhasználó. Molekulaszűrőkkel viszonylag egyszerűen oldható meg a kis és nagy poláros organikus molekulák szétválasztása, ipari gázok olcsó és tökéletes szárítása. Pl. levegőnek a szárítása molekulaszűrővel sokkal gazdaságosabb oldható meg, mint aktivált Al_2O_3 -dal annak ellenére, hogy a molekulaszűrő ára kb. négyszerese az Al_2O_3 -énak. Ennek magyarázata az, hogy a molekulaszűrő adszorpciós kapacitása kb. ötszöröse az Al_2O_3 -énak, adszorpciós kapacitásának csökkenése pedig sokkal kisebb.

A zeolitok széles körű ipari hasznosítása szelektív adszorbeáló-képességükön alapszik. A zeolitok korábbi technológiai eljárásoknál intenzívebbek, szelektívebbek s ennek következtében gazdaságosabbak. Az eltérő szelektív adszorbeáló sajtság eltérő kémiai összetételű és szerkezetű molekulaszűrők előállításával biztosítható. Különböző típusú zeolitok közül ipari célra leginkább a Linde—A és Faujasit típusú molekulaszűrők különböző kaionnal telített változatait használják.

A zeolitok iránt mutatkozó egyre nagyobb kereslet miatt eltolódott a felhasználási arány a szintetikus úton előállított zeolitok javára.

Szintetikus zeolitok előállítási lehetősége

1. Barrer és munkatársai szerint (1) semleges vagy gyengén lúgos kovasav-szuszpenziók és nátrium-aluminát szólok $100^\circ C$ körüli hőmérsékleten történő hidrottermális kristályosításával állíthatók elő molekulaszűrők.

A módszer előnye, hogy a $Na_2O : Al_2O_3 : SiO_2 : H_2O$ arány tetszés szerint változtatható, s így különböző típusú zeolitok nyerhetők.

2. Nátrium-szilikát és nátrium-aluminát oldatokból megfelelő molarányok beállításával (2). A módszer érzékeny a kiinduló oldatok koncentrációjára és keverési sorrendjére.

3. Metakaolinit és nátrium-hidroxid reakciójával (japán kutatók) Linde—A típusú zeolittal megegyező termék nyerhető.

A szintetikus zeolitok előállítási költségeinek csökkentése érdekében kísérleteket folytatunk zeolitok előállítására hazai nyersanyagokból. Kísérleteinkhez elsősorban különböző lelőhelyről származó kaolinitet használtunk, másodsorban bányászati lag feltárt agyagásványtelepek anyagait.

Laboratóriumi kísérletek a kaolincsoport ásványaival.

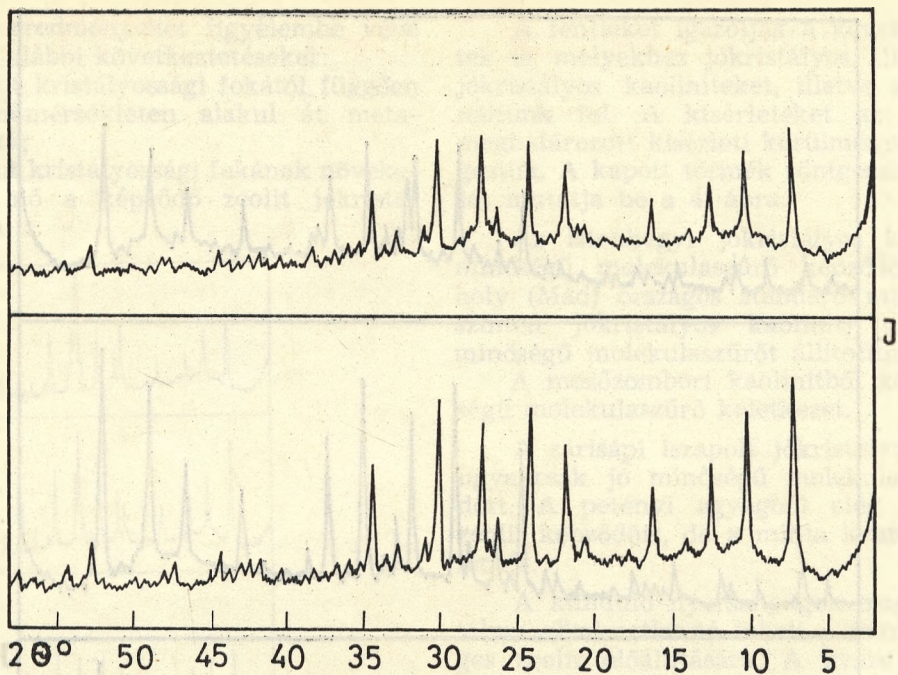
Szegi papírkaolin

Ez a nyersanyag bizonyos mértékig szerkezetileg rendezetlen a kaolinit. Feltételeztük, hogy a szerkezeti rendezetlenség kedvező feltételeket teremt a zeolitképződés szempontjából.

A hőkezeletlen kaolinit, mint azt már egy korábbi kísérletünknel is tapasztaltuk (3) nátrium-hidroxiddal $86^\circ C$ -on részben szodalittá alakul, részben változatlanul marad.

Ha a kaolinitet $620^\circ C$ -on 2 óráig hőkezelettel metakaolinité alakítjuk, s ezt kezeljük nátrium-hidroxiddal, akkor már 86 — $110^\circ C$ közötti hőmérséklet-tartományban 13 óráig tartó idő mellett viszonylag jó kristályos Linde—A típusú zeolitot kapunk. Az 1. ábrán láthatjuk a $86^\circ C$ -on és a $110^\circ C$ -on előállított zeolitok röntgendiffraktogramjait.

A $110^\circ C$ -on előállított minta kristályosságja foka jobb, mint a $86^\circ C$ -on előállított mintáé.

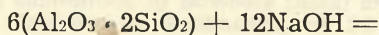


1. ábra. a) 13,50 g metakaolinit + 50 ml 100 g NaOH/l tartalmú lúgoldat, 86 °C-on 13 óráig kezelve
 b) 13,50 g metakaolinit + 50 ml 100 g NaOH/l tartalmú lúgoldat, 110 °C-on 13 óráig kezelve

Képződés idejének és a kísérlethez használt lúg koncentrációjának meghatározása

A reakcióidő meghatározására 100 °C-on 1—3—5 órás kísérleteket végeztünk. 1 és 3 órás reakcióidő alatt nem észleltünk zeolitképződést. 5 órás hőkezelés már jelentős zeolitképződéshez vezetett. E tapasztalatok alapján a reakcióidőt 6 órának választottuk.

A nyersanyaghoz szükséges lúgmennyiséget a



$= \text{Na}_{12}(\text{AlO}_2)_{12}(\text{SiO}_2)_{12} \cdot 27\text{H}_2\text{O}$ egyenlet alapján számítottuk ki.

280 g NoOH/l töménységű lúggal is folytattunk kísérletet (100 °C-on 6 óra), de a keletkezett termék már nem volt tiszta Linde—A zeolit, a röntgenfelvételen megjelentek a szodalit vonalai is. E kísérletből megállapítottuk, hogy alacsonyabb koncentrációjú lúggal kell a kísérleteket folytatni.

Az optimális lúgtöménység 50—100 g NoOH/l-nek, a reakcióhőmérséklet 100 °C-nak, a szintézisidő 6 órának adódott.

A fenti kísérleti körülményeket szem előtt tartva további kísérleteket végeztünk több hazai előfordulású kaolinnal.

Bombolyi gránit típusú kaolin.

A minta jókristályos kaolinit mellett nagy mennyiségű kvarcot tartalmaz. Metakaolinná alakítva — a kvarc kivételével — a minta nagy része a fenti kísérleti körülmények között zeolittá alakult.

Bombolyi (Mád) Al_2O_3 -dús kaolin

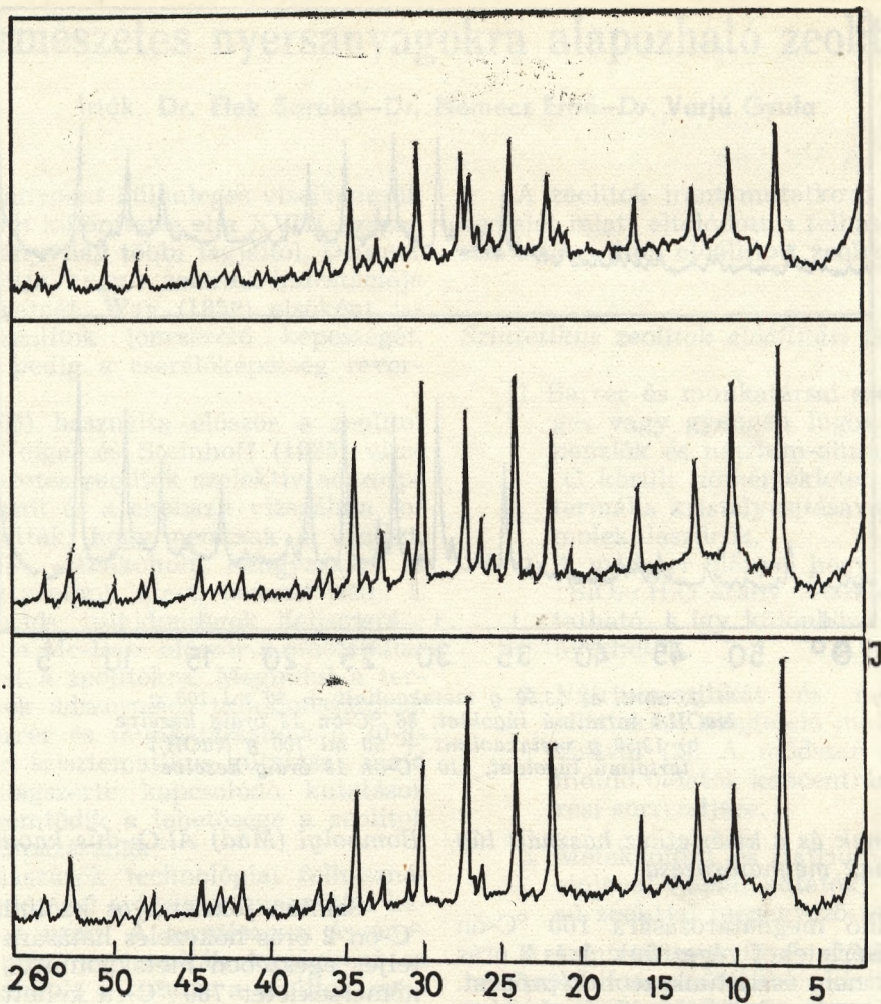
Szintén jókristályos kaolinit. A minta 620 °C-on 2 órás hőkezelés hatására nem alakult át teljes egészében metakaolinná, a dehidratálás hőmérsékletét 780 °C-ra kellett emelni. A 780 °C-on 2 órán át dehidratált és metakaolinná alakult 13,5 g anyaghoz 50 ml 100 g NoOH/l koncentrációjú lúgoldatot adva és 100 °C-on 6 órán át hidrotermális körülmények között tartva a keveréket a minta csaknem teljes egészében átalakult zeolittá.

A finom frakció kitűnően kristályos Linde—A zeolittal megegyező röntgendiagramot adott (2 ábra b). A durva frakció (2 ábra a) kristályossági foka valamivel kisebbnek bizonyult. Összehasonlításképpen közöljük a Linde—A 10 Å-ös molekulaszűrő röntgendiffraktogramját is (2. ábra c).

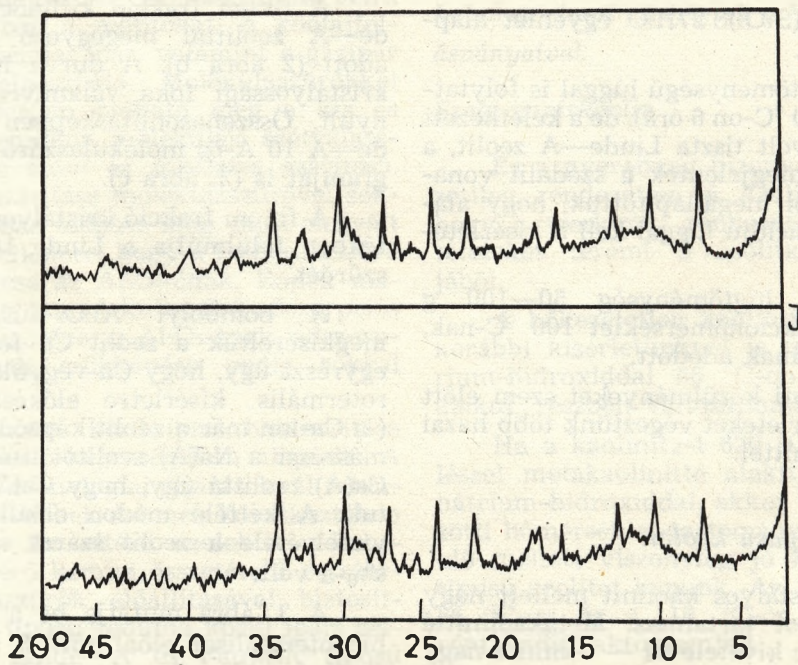
A finom frakció kristályossági foka kismértékben felülmúlja a Linde 10 Å-ös molekulaszűrőét.

A bombolyi Al_2O_3 -dús metakaolinitből megkíséreltük a zeolit Ca formáját előállítani egyrészt úgy, hogy Ca-vegyületet adtunk a hidrotermális kísérletre előkészített keverékhez (a Ca-ion már a zeolit képződésekor jelen volt), másrészt a Na(A) zeolitot utólag alakítottuk át Ca(A) zeolittá úgy, hogy CaCl_2 oldatban tartottuk. A kétféle módon előállított Ca(A) zeolit vízfelvétele a zeolit száraz súlyának közel 14 %-a volt.

A 3. ábra mutatja be a CaO jelenlétében hidrotermálisan előállított (3. ábra a) Ca(A) és a CaCl_2 -ban (3. ábra b) Ca(A) zeolittá alakított minták röntgendiffraktogramjait.



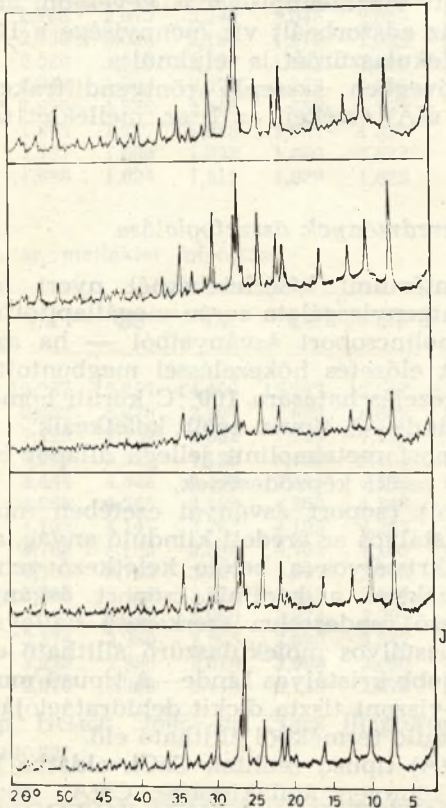
2. ábra. Bombolyi Al_2O_3 -dús kaolintból előállított
molekulaszűrő diffraktogramja a) durva frakció, b)
finom frakció, c) Linde 10 Å-ös molekulaszűrő



3. ábra. Bombolyi Al_2O_3 -dús metakaolinitből előállított
Ca(A) zeolitok röntgendiffraktogramja

Az eddigi eredményeket figyelembe véve levonhatjuk az alábbi következtetéseket:

1. a kaolinit kristályossági fokától függően eltérő hőmérsékleten alakul át meta-kaolinitá;
2. a kaolinit kristályossági fokának növekedésével nő a képződő zeolit jókristályossága is.



4. ábra. Különböző lelőhelyekről származó mintákból készített zeolitok röntgendiffraktogramjai. a) Istenhegyi kaolinitből, b) Bomboly (Mád) országos standard c) Mezőzombori kaolinitből, d) Sárísápi iszapolt kaolinitből, e) Petényi agyagból

A fentieket igazolják a következő kísérletek is, melyekhez jókristályos, illetve kevésbé jókristályos kaoliniteket, illetve agyagot használtunk fel. A kísérleteket az optimálisnak meghatározott kísérleti körülmények között végeztük. A kapott termék röntgendiffraktogramját mutatja be a 4. ábra.

Az istenhegyi jókristályos kaolinitből jó minőségű molekulaszűrő képződött. A Bomboly (Mád) országos standard mintából (mely szintén jókristályos kaolinit) ugyancsak jó minőségű molekulaszűrőt állítottunk elő.

A mezőzombori kaolinitből közepes minőségű molekulaszűrő keletkezett.

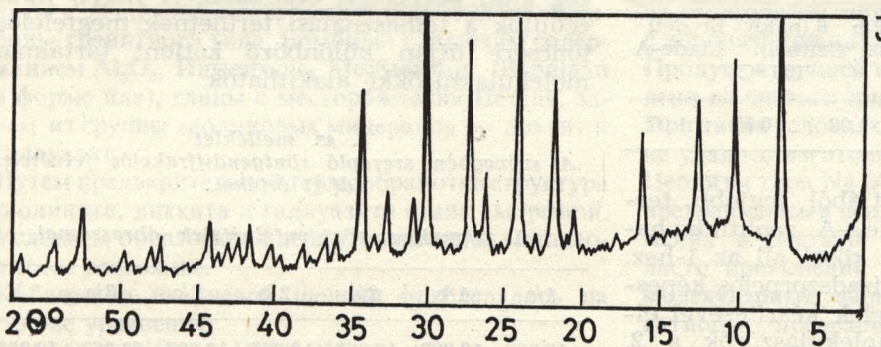
A sárísápi iszapolt jókristályos kaolinitből ugyancsak jó minőségű molekulaszűrő képződött. A petényi agyagból elég jó minőségű zeolit képződött, de a minta kvarctartalma jelentős.

A kiinduló nyersanyagok magas kvarctartalma alkalmatlanná teszi a mintát mesterséges zeolit előállítására. A kvarc a képződött zeolit mellett ballasztként jelentkezik.

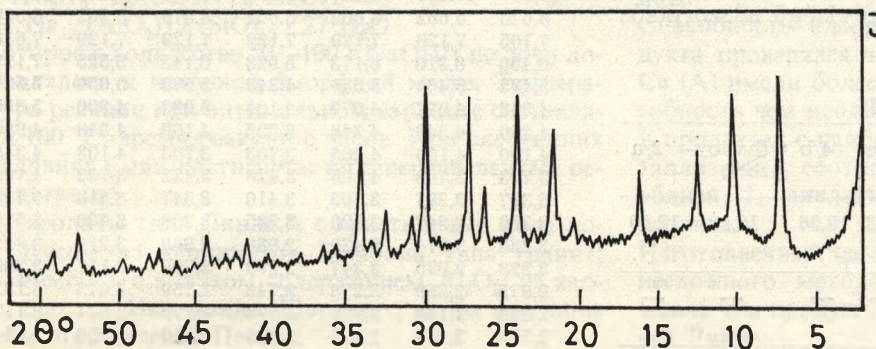
Kísérletek egyéb kaolinit csoportbeli agyagásványokkal

Dickit (Ouray)

A kiinduló kaolinit ásvány s a belőle képződött zeolit kristályossági foka közötti összefüggés további vizsgálatára a következő kísérlethez nagyszemcsés jókristályos Ouray-i dickitet használtunk. A hidrotermális kísérletet az előzőekben már meghatározott optimális feltételek mellett végeztük. A keletkezett termék kitűnő kristályossági fokkal rendelkező Linde-A zeolit volt, melynek röntgendiffrakciós felvételét az 5. ábrán mutatjuk be.



5. ábra. Dickitből előállított Linde-A típusú zeolit röntgendiffraktogramja.



6. ábra. Halloysitből előállított Linde-A típusú zeolit röntgendiffraktogramja.

Halloysit (Bedford Utah)

A kaolinit csoport ásványai közé tartozó, bizonyos fokig rendezetlen szerkezetű halloysitból a dickithez hasonló kísérleti körülmények között szintén jókristályos Linde—A zeolitot kaptunk. Röntgendiffraktogramját a 6. ábrán mutatjuk be.

Kísérletek egyéb agyagásványokkal

Háromrétegű (illit, bentonit) agyagásványok felhasználásával ugyancsak megkíséreltük a zeolitok előállítását.

Illit (Füzérradvány)

Az illit szerkezeti vizének 500—650 °C körüli hőmérsékleten történő eltávozásával nem alakult ki a metakaolinithez hasonló amorf állapot, a szerkezet ezen hőfoktartományban még nem omlott össze, a hevített minta röntgendiffraktogramja alapján a szerkezet bizonyos fokú rendezettsége volt észlelhető. Ez a jelenség a minta 1000 °C-ra való felhevítése után is észlelhető volt. Az optimális kísérleti feltételek mellett a hevített termékből megkíséreltük a zeolit előállítását. A lúgos hidrottermális kezelés eredménytelen volt. Nem képződött zeolit.

Bentonit (Tétény)

Az illites kísérletnél tapasztalt eredményre jutottunk ennél a kísérletnél is. A 920 °C-on hőkezelt és amorffá alakult anyagból itt sem keletkezett zeolit.

Az eddigi kísérletek során előállított zeolitok mikroszkóp alatt kocka alakúak voltak, benük a SiO₂/Al₂O₃ arány kissé változott. E változás mértékét mutatja be az 1. táblázat.

I. táblázat

Kísérleti termék	1/a 86 °C	1/b 110 °C	2/a 100 °C	2/b 100 °C	6 (haloy- sitből)	Eredeti Linde-A 100 °C
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	1,5	1,2	1,2	1,08	0,95	1,07

Kristályosság szempontjából legjobb termékekben az eredeti Linde—A zeolithoz hasonlóan a SiO₂/Al₂O₃ arány közel áll az 1-hez.

A keletkezett termék vízadszorpciós képességét derivatográfiai felvételek készítésével ellenőriztük. A légszáras molekulaszűrők a 2. táblázatban feltüntetett mennyiségű adszorpciós vizet tartalmazták.

II. táblázat

Kísérleti termék	Linde-A eredeti	4/a	4/e	4/b	6 (halloy- sitből)	2/a
H ₂ O s ⁰ / ₀ 500 °C-ig	17,82	10,43	13,48	19,56	16,08	12,60
Kvarc	—	sok	köze- pes	—	—	—

A 2. táblázat adataiból látható, hogy jókristályos (és tiszta) anyagok esetén is változik az adszorpciósan kötött víz mennyisége. Ennek az a magyarázata, hogy a Linde—A szűrő kivételével az általunk előállított és itt bemutatott zeolitok Na-típusiak voltak, eltekintve a nyersanyagban meglévő több-kevesebb Ca-szennyezéstől. Ahol a Ca-szennyezés csekély (2/a), ott a megkötött víz mennyisége is kevesebb, ahol sok (1/b) az adszorbeált víz mennyisége a Linde—A molekulaszűrőét is felülmúlja.

A szövegben szereplő röntgendiffrakciós felvételek d(A) értékeit az I. sz. melléklet tartalmazza.

Kísérleti eredmények összefoglalása

Laboratóriumi kísérleteinknél nyert termékek röntgenvizsgálata során megállapítottuk, hogy a kaolincsoport ásványaiból — ha azok szerkezetét előzetes hőkezeléssel megbontottuk — lúgos kezelés hatására 100 °C körüli hőmérsékleten Linde—A típusú zeolit keletkezik.

Az amorf metakaolinit jellegű állapot előfeltétele a zeolit képződésének.

Kaolinit csoport ásványai esetében minél jobban kristályos az eredeti kiinduló anyag, annál jobb kristályos a belőle keletkező zeolit.

Ugyanakkor a kaolinit csoport ásványai közé tartozó rendezetlen szerkezetű halloysitból is jókristályos molekulaszűrő állítható elő.

A legjobb kristályos Linde—A típusú molekulaszűrő viszont tiszta dickit dehidratációjával nyert kiinduló termékből állítható elő.

A Na(A) típusú zeolitok CaCl₂ oldatba helyezéssel könnyen átalakíthatók Ca(A) típusú zeolitokká, s így az adszorbeálható víz mennyisége is jelentősen megnövekszik.

Az általunk alkalmazott eljárás egyszerűsége miatt feltételezhető, hogy a Linde—A típusú zeolit olcsóbban állítható elő, mint a Linde cég által bevezetett eljárással. A Na(A) típusú zeolitok a felhasználási területnek megfelelően ioncsere útján különböző kationt tartalmazó molekulaszűrőkké alakíthatók.

1. sz. melléklet

A szövegben szereplő röntgendiffrakciós felvételek d(A) értékei.

A számok a röntgenfelvételek ábraszámjai.

1/a	1/b	2/a	2/b	2/c	3/a	3/b
12,267	12,267	12,267	12,267	12,267	12,267	12,267
8,670	8,662	8,662	8,662	8,670	8,662	8,668
7,105	7,120	7,129	7,129	7,129	7,129	7,610
6,450	6,318	6,173	5,523	6,143	5,525	7,129
5,485	5,464	5,530	4,348	5,530	5,050	5,525
4,348	4,977	4,977	4,105	5,033	4,390	5,080
4,250	4,348	4,348	3,895	4,109	4,348	4,980
4,100	4,100	4,265	3,703	3,703	4,108	4,348
3,703	3,703	4,105	3,420	3,422	3,703	4,109
3,397	3,397	3,703	3,410	3,347	3,518	3,716
3,330	3,347	3,520	3,285	3,298	3,420	3,529
3,280	3,274	3,420	2,980	2,980	3,270	3,422
3,228	2,975	3,347	2,899	2,899	3,117	3,298
2,975	2,899	3,278	2,743	2,759	3,075	3,182
2,898	2,743	3,075	2,679	2,679	3,034	3,117
2,743	2,679	2,978	2,618	2,610	2,980	3,054

1/a	1/b	2/a	2/b	2/c	3/a	3/b
2,679	2,618	2,890	2,505	2,505	2,899	2,990
2,618	2,505	2,743	2,452	2,465	2,776	2,899
2,560	2,452	2,679	2,365	2,365	2,743	2,776
2,505	2,365	2,618	2,240	2,240	2,618	2,759
2,458	2,240	2,505	2,168	2,178	2,452	2,695
2,368	2,168	2,452	2,138	2,145	2,273	2,625
2,240	2,138	2,365	2,105	2,110	2,168	2,439
2,198	2,110	2,280	2,073	2,082	2,138	2,273
2,168	2,073	2,240	2,046	2,053	2,100	2,178
2,138	2,046	2,168	1,915	1,923	2,020	2,138
2,080	1,915	2,138	1,893	1,900	1,835	2,110
2,046	1,893	2,073	1,823	1,835		2,046
1,920	1,828	2,046	1,756	1,737		2,020
1,895	1,737	1,915	1,737	1,690		2,012
1,737	1,690	1,893	1,690	1,673		1,923
1,688	1,624	1,815	1,628	1,629		1,900

1. sz. melléklet folytatása

4/a	4/b	4/c	4/d	4/e	5	6
12,267	12,267	14,400	12,267	12,267	12,267	12,267
8,662	8,670	12,267	8,662	8,662	8,662	8,670
7,129	7,129	8,662	7,129	7,129	7,129	7,129
6,503	5,525	7,129	5,465	5,464	5,532	5,530
5,464	4,348	5,490	4,348	4,478	5,033	4,348
4,265	4,265	4,100	4,260	4,348	4,348	4,147
4,105	4,147	3,703	4,105	4,265	4,265	4,108
3,765	4,105	3,399	3,703	4,105	4,105	3,704
3,703	3,703	3,347	3,397	3,703	3,895	3,420
3,397	3,415	3,274	3,347	3,502	3,703	3,280
3,347	3,347	2,980	3,274	3,397	3,529	2,979
3,274	3,280	2,895	2,980	3,347	3,420	2,899
3,228	2,980	2,810	2,899	3,280	3,347	2,750
2,978	2,899	2,743	2,743	2,975	3,281	2,679

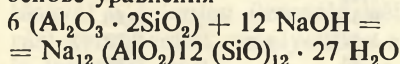
Др. Немец Эрнэ—др. Элек Шаролта—др. Варю Дьюла:

ИЗГОТОВЛЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЦЕОЛИТОВ ИЗ СЫРЬЯ ВСТРЕЧАЕМОГО В ПРИРОДЕ

При наших исследованиях использовались каолиниты с различными месторождений (Сегилонг, Бомболь-гранитного типа, Бомболь-с высоким содержанием Al_2O_3 , Иштенхедь, Мезэомбор, Шаришап в форме ила), глины с месторождения Петень, затем из группы каолиновых минералов — диккит и галлуазит.

Путем предварительной термообработки структура каолинита, диккита и галлуазита стала аморфной. Условием образования цеолитов является метацеолитное состояние.

Количество натриевой щелочи определялось на основе уравнения



которое в количестве 50—100 г NaOH/1 щелочи добавлялось к исходной аморфной массе. Температура реакции при оптимальном варианте составляла 100 °С, время реакции 6 часов. При следующих условиях были достигнуты нижеперечисленные результаты:

— цеолиты типа Линде-А с кристаллами иода получены из каолинитов Бомболь типа гранит; Бомболь с высоким содержанием Al_2O_3 , из каолинитов Иштенхедь, Шаришап, затем из глины месторождения Петень;

4/a	4/b	4/c	4/d	4/e	5	6
2,890	2,743	2,664	2,618	2,899	3,075	2,618
2,743	2,679	2,618	2,505	2,743	2,975	2,518
2,679	2,618	2,452	2,452	2,618	2,899	2,452
2,618	2,505	2,168	2,365	2,505	2,743	2,365
2,574	2,452	2,046	2,284	2,452	2,679	2,240
2,505	2,385	1,915	2,229	2,365	2,618	2,168
2,452	2,284	1,893	2,168	2,284	2,505	2,138
2,365	2,240	1,731	2,138	2,240	2,456	2,110
2,284	2,168	1,684	2,110	2,168	2,401	2,073
2,240	2,129		2,082	2,129	2,365	2,046
2,168	2,100		2,046	2,046	2,284	1,923
2,129	2,073		1,915	1,978	2,240	1,893
2,073	2,046		1,893	1,915	2,168	1,835
2,046	1,978		1,828	1,893	2,138	1,737
1,978	1,920		1,815	1,815	2,105	1,690
1,915	1,893		1,737	1,737	2,075	1,629
1,893	1,815		1,684	1,684	2,046	1,598
1,820	1,737		1,677	1,673	2,020	1,523
1,731	1,690		1,624	1,624	1,923	

IRODALOM

1. Barrer, R. M.—Bayuham, I. W. stb.: Journ. of the Chem Soc. 195—208, (1959).
2. Molekuláris szűrők előállítás laboratóriumi és nagylaboratóriumi méreteken NEVIKI Veszprém (1962). Jelentés.
3. Elek Sarolta: Tiszta agyagásványokból Bayer-feltárás szerint előállított nátrium-alumínium-hidroszilikát szerkezeti-kémiai tulajdonságai. Műszaki doktori értekezés. Veszprémi Vegyipari Egyetem Ásványtan Tanszék (1966).
4. A zeolitok technológiai felhasználása és hazai nyersanyagokra alapozható zeolit-előállítás. Jelentés. Veszprémi Vegyipari Egyetem Ásványtan Tanszék (1970).

— цеолиты среднего качества получены из каолинитов Сегилонг и Мезэомбор;
— продукт полученный из глины Петень и каолинита типа Бомболь-гранит имел высокое содержание кварцита.

Было установлено, что при лучшей кристаллизации исходного каолинита метакаолинитовое состояние достигается при более высокой температуры и получается более качественный цеолит. В то же время из галлуазитов получается молекулярный фильтр с хорошей кристаллизацией.

Продукт с лучшей кристаллизацией было изготовлено из чистого диккита.

При таких условиях из монтмориллонита и иллита не удалось изготовить цеолит.

Цеолиты типа Na (A) полученные при этих опытах превращались в цеолиты типа Ca (A) путем погружения в раствор $CaCl_2$. В зависимости от области применения эти цеолиты превращались в молекулярные фильтры содержащие различные катионы, превращение проводилось ионообменом.

Способность адсорбции воды полученного продукта проверялся дериватографом. Цеолиты типа Ca (A) имели более высокую адсорбционную способность чем цеолиты типа Na (A).

В продуктах с наиболее удовлетворительной кристаллизацией соотношение $SiO_2 (Al_2O_3)$ находится вблизи 1, аналогично оригинальным Линде-А цеолитам.

Изготовленный нами цеолит типа Линде-А, из-за несложного метода изготовления, вероятно дешевле чем продукт изготовленный по методу фирмы Линде.

A hazai neutrális-bázisos és üledékes kőzetek petrurgiai vizsgálata

Írta: Dr. Kubovics Imre

I. táblázat

Az ömlesztésre alkalmas magmás (metamorf) kőzetek
átlagos kémiai összetétele

	Voldán J. %	Pirogov—Pirogova szerint %
SiO ₂	43,5—47,0	43,5—49,0
TiO ₂	2,0— 3,0	
Al ₂ O ₃	11,0—13,0	11,0—20,0
Fe ₂ O ₃	4,0— 7,0	2,0— 7,0
FeO	5,0— 8,0	5,0—13,0
MnO	0,2— 0,3	
CaO	10,0—12,0	9,0—16,0
MgO	8,0—11,0	5,0—11,0
Na ₂ O	2,0— 3,5	1,2— 5,5
K ₂ O	1,0— 2,0	
P ₂ O ₅	0,5— 1,0	

A polirozható holokristályos mesterséges magmás burkolólapok laboratóriumi előállítására irányuló kőzetolvasztási-kristályosítási kísérleteket 1967 őszén kezdtük meg, az ÉVM Kőfaragó és Épületszobrászipari Vállalat támogatásával. A magmás kőzetek petrurgiai kutatását — a kezdeti eredmények alapján — 1968-tól jelentős részben a Központi Földtani Hivatal (1969-ben az ÉVM Műszaki és Fejlesztési Főosztálya) megbízásából végeztük.

A tudományos célkitűzésű bazaltolvasztás gyökerei a 18. századba nyúlnak vissza. V. Neveux (1825) leírásából ismeretes, hogy 1777-ben d'Arcet porcelánégető kemencében bazaltot olvasztott. A skót J. Hall 1801-ben megállapította, hogy a bazalt gyakorlatilag az öntvényekkel azonos hőmérsékleti tartományban olvad. Ebben az időben G. Watt, F. Fouqué és Michel-Lévy is foglalkozott bazaltolvasztással.

G. Bischof (1837) a főleg gömb alakú agyagformákba öntött olvadékban elsősorban a hőeloszlást, illetőleg a hőmérsékletváltozást tanulmányozta a hűlési sebesség függvényében.

A természetes bazalt kiváló fizikai-kémiai tulajdonságai (keménysége, szilárdsága, kopási ellenállóképessége, sav- és lúgállósága stb.) vetették fel azt a gondolatot, hogy a nehezen megmunkálható, ezért csak korlátozottan használható bazaltból olvasztással — ömlesztéssel — újrakristályosítással különböző, de az eredeti tulajdonságokat megőrző, esetleg azokat meghaladó minőségű alakos termékeket hozzanak létre. Ennek a gondolatnak képviselője, úttörője és gyakorlati megvalósítója: F. Ribbé (1909) francia orvos volt. Nevezett megállapította, hogy a metallurgiában alkalmazott hőmérsékleti tartományban a bazalt higfolyós, az öntvényekhez, vasolvadékhoz hasonlóan önthető. A Ribbé által szabadalmaztatott eljárás gyakorlati kivitelezése, illetőleg továbbfejlesztése L. Drin (1920, 1922) nevéhez fűződik.

Az ipari feldolgozásra (ömlesztésre) alkalmas bázisos magmás kőzetek kémiai összetételében az irodalmi adatok szerint — néhány minta kivételével — nincs lényeges eltérés. Voldán J. szerint a petrurgiai feldolgozható magmás kőzetek kémiai összetétele viszonylag szűk határok közé esik. Pirogov B. I.—Pirogova V. V. a jól önthető kőzetek csoportjának kémiai összetételében lényegesen nagyobb különbséget állapított meg (1. táblázat). Ez abból adódhat, hogy a Szovjetunióban a petrurgiai üzemek nyersanyagként a bázisos vulkanitváltozatokon kívül egyéb magmás és metamorf kőzeteket is felhasználnak.

A fentiekből, valamint a kísérleteinkből egyértelműen kitűnik, hogy a kémiai összetételből az olvadék fizikokémiai tulajdonságai közvetlenül nem állapíthatók meg.

Egyes azonos, vagy igen hasonló kémiai összetételű, de eltérő szövetű és ásványos összetételű, azaz eltérő genetikájú kőzetek olvadékanak viszkozitásában, ebből adódóan a kristályosodásban, illetőleg a kristályosodási képességben (a „spontán kristályosodás”-ban, a kristályosodás sebességében stb.) jelentős különbség tapasztalható. Erre jellegzetes példaként két hasonló kémiai összetételű, de különböző genetikájú kőzetet, az ömlesztésre alkalmas jellegű bazaltot és az 1250 °C-on üveggé dermedő, nehezen kristályosítható Pay Saint Hippolyte-i tefritet (2. táblázat) említhetjük meg.

II. táblázat

	tefrit Pay Saint Hippolyte (Franciaország)	bazalt Jalleyrac (Franciaország)
SiO ₂	43,28	42,80
TiO ₂	3,46	3,63
Al ₂ O ₃	9,80	11,02
Fe ₂ O ₃	7,37	6,26
FeO	6,48	7,04
MnO	—	—
MgO	10,79	10,04
CaO	12,18	11,12
Na ₂ O	2,27	2,57
K ₂ O	1,45	1,79
P ₂ O ₅	0,53	0,68
H ₂ O+	1,47	2,73
H ₂ O-	0,96	0,40
CO ₂	—	0,20
Izz. veszt.	—	—
	100,04	100,28

Eszerint az olvadék viszkozitása a kőzet ásványos összetételétől is függ. Például, az inkongruensen olvadó ásványokból kilépő szilícium-dioxid, valamint a nehezen, csak magasabb hőmérsékleten olvadó szilárd tag egyaránt növeli

az olvadék viszkozitását, és ezzel rontja a kristályosodási képességét. E jelenség az „ömlesztett bazalt” temperálási, hűtési időtartamát — ezáltal az önköltséget is — jelentősen befolyásolja.

A kristályosodási képességet növelő tényezők közül nem hagyhatjuk ki egyes kisebb koncentrációjú elemek (részben nyomelemek) szerepét sem.

A különböző ipari laboratóriumok és üzemek mikro-kriptokristályos, de főleg mikrokristályos-üveges anyagot szolgáltatnak. Kísérleteink célja — a fentiekkel ellentétben — holokristályos, részben fanerokristályos anyag előállítására volt.

A kőzetolvadék tisztulását, kristályosodását számos tényező befolyásolja. E tényezők (paraméterek) ismerete leegyszerűsítheti, meggyorsíthatja a kísérleteket, illetőleg lehetővé teheti a folyamat tökéletesebb szabályozását, irányítását. Ezért az olvadék különböző fizikokémiai paramétereinek mérésére, a nyersanyag és a kristályosított termék fizikai—kémiai—kőzet-tani sajátosságainak meghatározására, azaz komplex vizsgálatára törekedtünk. A célnak megfelelő olvasztó-kristályosító berendezéseket (kemencéket), viszkozimétereket, elektromos vezetőképességmérő eszközöket stb. hosszas kísérletezés, többszöri átalakítás-módosítás után többnyire házilag állítottuk elő. A kísérleti — mérési módszerek is ennek megfelelően alakultak ki.

A kísérleti program megállapítása céljából az olvasztás előtt a nyersanyag zsugorodás-, olvadás- és folyáspontját is meghatároztuk, Zeiss gyártmányú fűthető mikroszkóppal.

Az olvasztási-kristályosítási mechanizmus jelenlegi stádiumában hosszas kísérletezés után jutottunk el. A kísérleteink kezdetén alkalmazott elektromos ívkemencét szabályozható, ellenállásos csökemencével váltottuk fel, amelynek 1550—1600 °C-ig üzembiztosan fűthető, 67 mm-es belső átmérőjű crusilite-csőve 160—200 g-nyi mennyiségű anyag megolvasztására-kristályosítására alkalmas. Ez a kemencetípus azonban egyes paraméterek meghatározását, a kristályosodási folyamatok pontos követését nem teszi lehetővé. Ezért hosszadalmas kísérletezés után, többszöri módosítással jelentős — a tapasztalatokat is tartalmazó — anyagi ráfordítással mintegy 10—15 dm³ összterfogatú, 5—6 kg-nyi mennyiségű anyag megolvasztására alkalmas kemencetípust alakítottunk ki. Ebből fejlesztettük ki az olvasztó- és kristályosítótér elválasztásával a jelenleg üzemelő kétszintes (kétkamrás) kemencéket, amelyekben az olvadék öntése is lehetővé vált.

A crusilite-csőves kemencék elektromos szabályozó-vezérlő (programozó) rendszere is hosszas és költséges kísérletsorozat után érte el a mai — véglegesnek nem tekinthető — formáját.

Az ismertett kemencetípusokból adódóan a laboratóriumi kísérletek során kétféle technológiával dolgoztunk:

a) A megfelelően előkészített anyagot 10 cm Ø-jű, 10 cm magasságú tűzálló tégelyben,

vagy 20×15×5 cm-es méretű tálban egy térben olvasztottuk, pihentettük és határozott időtartamig az adott hőmérsékleten kristályosítottuk. A nagyobb — 8—10% feletti — CaO-tartalmú olvadék feltárolása az 1400—1450 °C körüli pihentetési hőmérsékleten igen jelentős, ami gyakran a kísérlet meghiúsulását eredményezte. Ezért a csökemencében többek között grafitgellyel is kísérleteztünk. A grafit redukáló hatására azonban az olvadékban Fe-gömbök keletkeztek, amelyek erősen rontották a kristályosított anyag minőségét. Hosszú tapasztalat alapján legjobbnak a kis hézagterfogatú korund- vagy sillimanitanyagú olvasztótégely, illetőleg olvasztótál bizonyult.

b) A kétszintes kemence felső terében, 5—6 literes úrtartalmú tölcserben végződő sillimanit-tégelyben olvasztott és pihentetett anyagot a tölcserészbe illesztett sillimanit- vagy korund-dugó kihúzásával az alsó térbe átöntöttük és kikrisztályosítottuk. Az öntés az anyag kitisztulását („kigázosodását”), esetleg a homogenizálódását is jelentősen elősegíti. Az alsó tér hőmérsékletét a kristályosítási hőmérsékletre, vagy 300—500 °C-ra állítottuk be, azaz a „meleg-” és „hidegöntést” egyaránt alkalmaztuk. Ez az öntési módszer a kristályosodási folyamat pontosabb szabályozását is lehetővé tette.

A viszkozitás a különböző technológiai, fizikokémiai folyamatokat alapvetően befolyásolja, ezáltal a további kísérletek irányát lényegében meghatározza. Ezért az adott nyersanyagok (különböző összetételű magmás és üledékes kőzetek stb.) viszkozitásának meghatározásában legalkalmasabb módszer kiválasztására törekedtünk. Több kísérlet tapasztalatai szerint a kőzetolvadékok viszkozitásának mérésére a Lőcsei B., Reuter C., és Kocsis G. által módosított Endell-féle golyókihúzos (mérleges), valamint a tanszéki tervezésű-, kivitelezésű elektrovibrációs viszkoziméter mutatkozott a legalkalmasabbnak. Az utóbbi nagy előnye, hogy a viszkozitással arányos feszültség és az olvadék hőmérséklete többcsatornás kompenzográffal párhuzamosan rögzíthető.

Ismeretes, hogy az olvadék viszkozitása a kristálygőcképződéssel párhuzamosan növekszik. A kristálygöcök mennyiségének növekedésével csökken a töltéssel rendelkező ionok száma, mobilitása, és ezzel arányosan az olvadék elektromos vezetőképessége is. Eszeirnt az olvadék kémiai összetétele, viszkozitása és elektromos vezetőképessége között határozott összefüggés van. Ezen összefüggés törvényszerűségeinek megállapítására vezettük be az elektromos vezetőképesség-méréseket.

Az olvadási-kristályosodási folyamatokat a kísérleti anyag szövete, valamint ásványos és kémiai összetétele egyaránt jelentősen befolyásolja. Azonban, mivel a különböző magmás kőzetből holokristályos ömlesztett termék még viszonylag jól kristályosodó olvadék esetén is csak hosszadalmas tisztítással-kristályosítással állítható elő, a porított vulkanit-hoz (magmatit-hoz) a tisztulási folyamatokat elősegítő és a kristályosodást gyorsító, a kristályosodási hajlalmot növelő anyagokat (adalékokat) kevertünk.

Az olvasztandó magmatit ásványközettani-kémiai sajátosságainak, továbbá a különböző adalékanyagok, valamint az adalékok és az alapanyag (magmatit) kölcsönhatásának ismeretében az olvasztás-kristályosítás folyamata előre meghatározható, ezáltal a kísérlet meggyorsítható. Ezért a petrugiai kísérleteinket a magmatit-(vulkanit-)alapanyag és az adalékok részletes ásványközettani termikus vizsgálata, valamint kémiai elemzése előzte meg.

A petrugiai kutatásaink során ez ideig a szarvaskői gabbró-diabáz, a Balaton-felvidéki (badacsonyi, gulácsi) bazalt, továbbá a cserhádi — mátrai üreges és mikroandezit olvasztásával, újrakristályosításával kísérleteztünk.

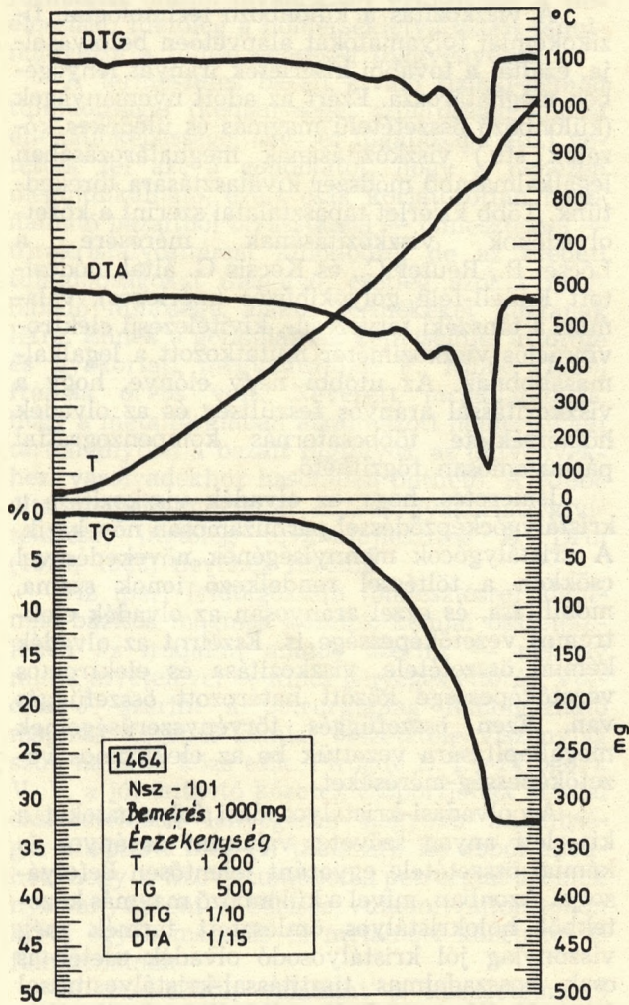
Adalékanyagként különböző vegyszereket (nátrium-kloridot, nátrium-karbonátot, lítium-karbonátot, kálium-karbonátot, kálium-hidroxidot), ásványokat (kriolitot, fluoritot, földpátot, kvarcot, szideritet, rodokrozitot) továbbá üledékes és magmás kőzeteket, többek között dolomitot, mészkövet, bauxitot, agyagot, riolittufát, andezittufát, gránitot, fonolitot, wehrlitet stb. alkalmaztunk.

Az adalékanyagokkal az olvadáspontot, az olvadék tisztulását, kristályosodását, továbbá a termék színét és a polírozott felület fényét kívántuk befolyásolni. E célból első lépésként

meghatároztuk az előzőleg kémiailag, valamint ásványközettanilag már megvizsgált, vagy az irodalomból ismert tulajdonságú adalékanyagok termikus sajátosságait és a különböző adalékok kölcsönhatását a hőmérséklet függvényében. A derivatográfiai vizsgálatokból az alábbi — a petrugiai kutatások szempontjából alapvető — általános következtetéseket vonhatjuk le:

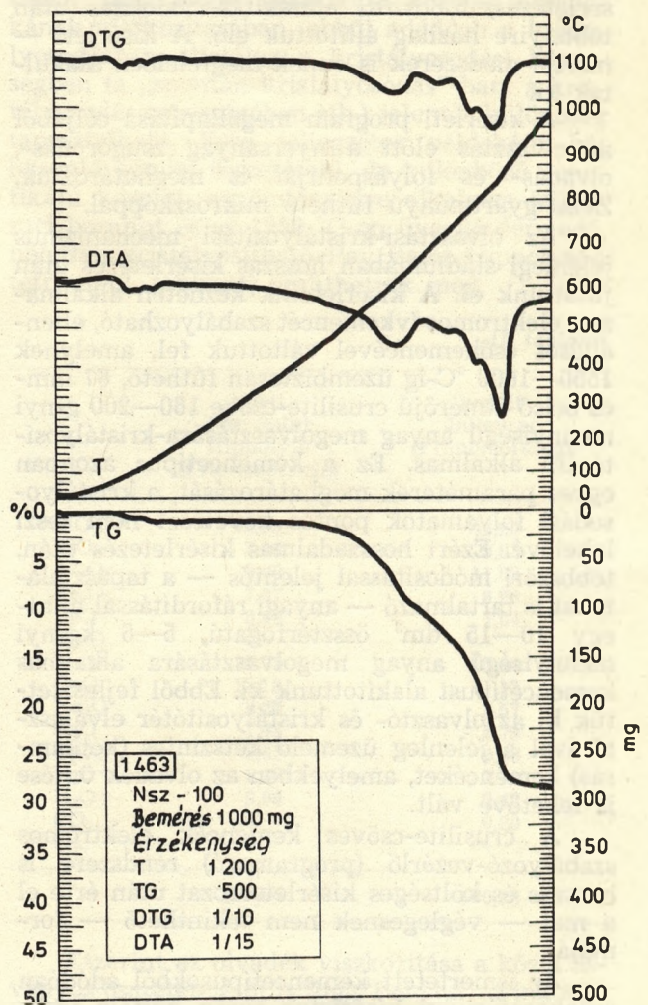
A hőmérséklet növelésével a karbonátok bomlásának reverzibilitása erősen csökken, de még 1200 °C-on is jelentős CO₂-tartalommal számolhatunk, ami az anyag olvadására is hatással lehet. A leggyakoribb adalékanyag, a nátrium-karbonát vagy kálium-karbonát hatására a dolomit, valamint a mészkő, illetőleg az MgCO₃ és a CaCO₃ hőbomlása több lépésben megy végbe. Az MgCO₃ disszociációja már 400 °C körül megkezdődik, s kb. 600 °C-on eléri az első maximumát. Ez a jelenség a nátrium-karbonát mennyiségének növelésével erősen fokozódik (1—3. ábra). A nátrium-karbonát hatására a mészkő bomlása is némileg kisebb hőmérsékleten kezdődik, s mennyiségétől függően kettő vagy három lépésben megy végbe. Ez arra utalhat, hogy a CO₂ a rácson belül többféle energiával kötődhet.

A hőbomlási folyamatokat egyes adalékanyagok jelentős mértékben megváltoztatják.



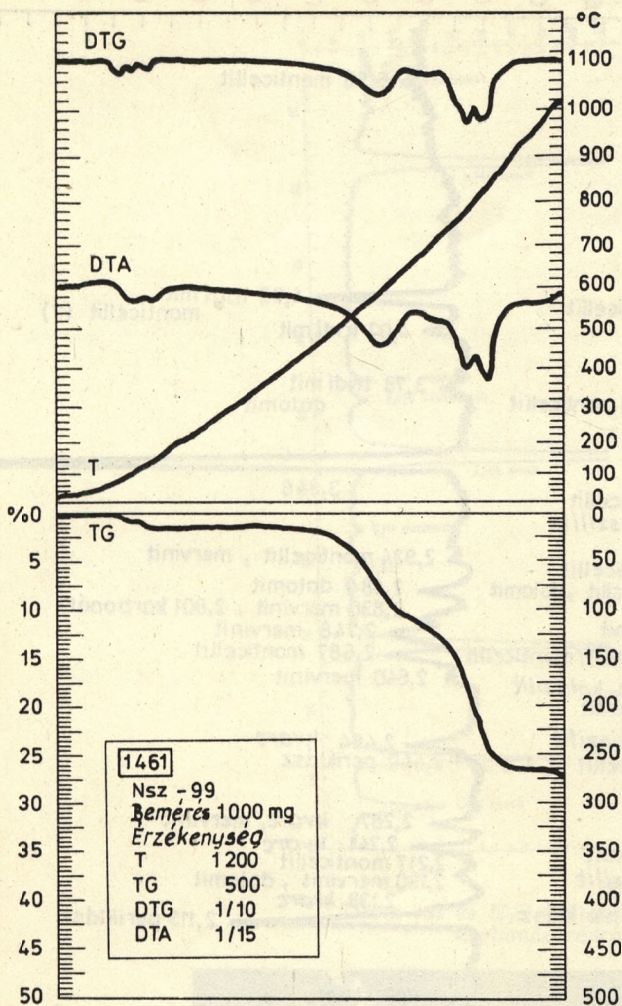
1. ábra

Fehérvársurgói homok, tatabányai dolomit és nátrium-karbonát 44,0:54,7:1,3 arányú keverékének derivatogramja



2. ábra

Fehérvársurgói homok, tatabányai dolomit és nátrium-karbonát 43,9:51,9:4,2 arányú keverékének derivatogramja



3. ábra

Fehérvárcsurgói homok, tatabányai dolomit és nátrium-karbonát 44,34:48,08:7,58 arányú keverékének derivatogramja

A nátrium-klorid, nátrium-karbonát, lítium-karbonát, kálium-karbonát, kálium-hidroxid, a kriolit stb. hatására a termikus reakciók általában lényegesen alacsonyabb hőmérsékleten mennek végbe, és emellett rendszerint a folyamatot gyorsítják. Ezt az olvadás-tisztulás szempontjából előnyös jelenséget a kristályosodást többnyire fékező hatásuk csökkenti.

A különböző adalékanyagok kölcsönhatásaképpen az összetétel, valamint a hőmérséklet függvényében változó szilárdfázisú reakciók mennek végbe. Dolomit és kvarc 65 : 35 arányú keverékéből, a növekvő hőmérséklet függvényében diopszid, monticellit, illetve periklász és mervinit keletkezik (4/a ábra). (A kvarc és tridimit jelenléte arra utal, hogy a rendszer az egyensúlyi állapotot még nem érte el.) A magnézium-oxidnak önálló — az adott viszonyok között stabil — ásványként (inaktív MgO-ként) való megjelenése megváltoztatta a CaO : MgO arányát, s ez eredményezte a monticellit (CaMgSiO_4) mellett a viszonylag jelentős mennyiségű mervinit — $\text{Ca}_2\text{Mg}(\text{SiO}_4)_2$ — keletkezését. A telítetlen ásványok mennyisége a hőkezelt anyagban a keverék kvarctartalmának növelése esetén is jelentős. A kvarcnak gránittal történt helyettesítésével egyéb elemek mellett

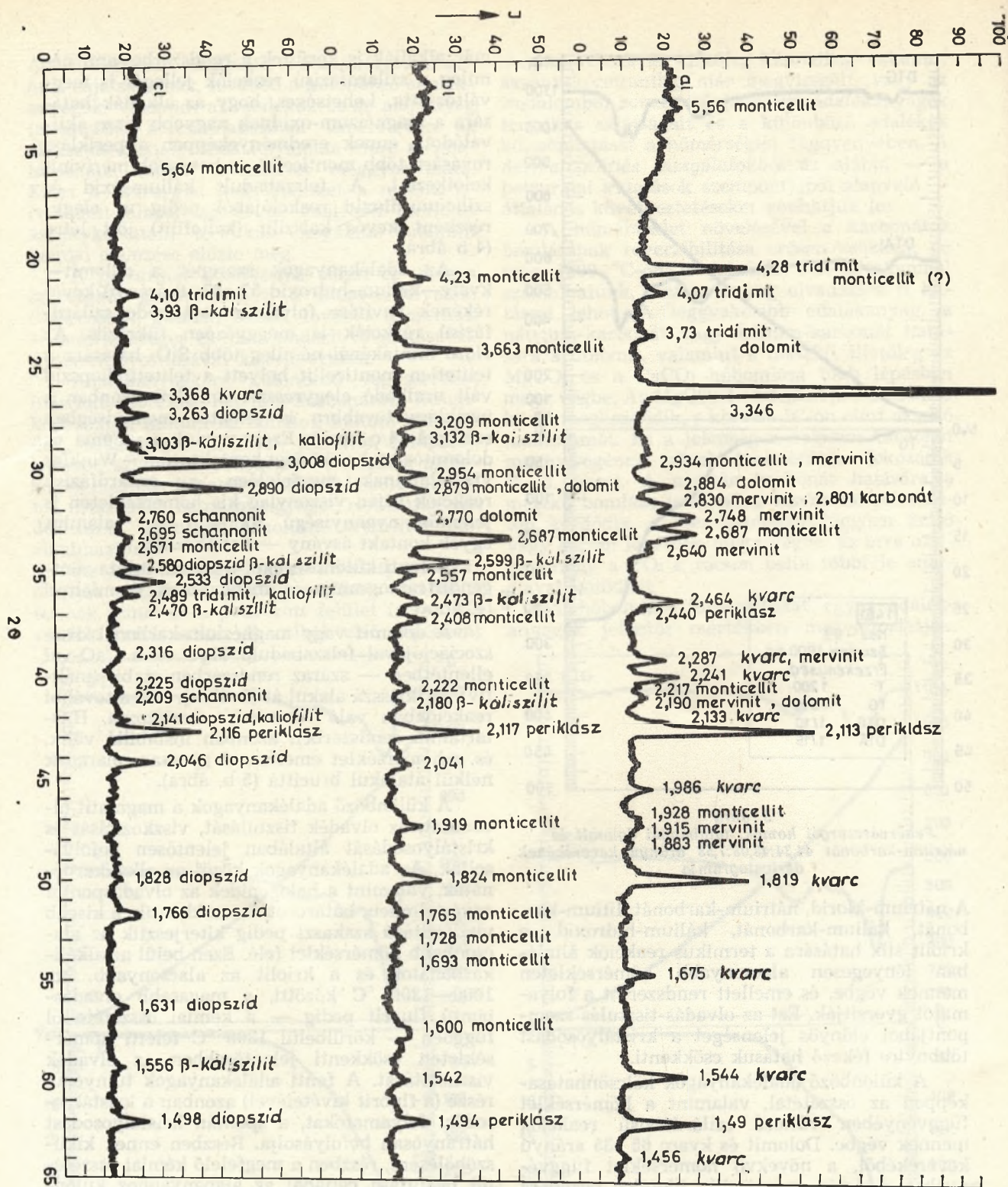
már alkáliák is kerültek a rendszerbe, ami némileg a szilárdfázisú reakciók jellegét is megváltoztatta. Lehetséges, hogy az alkáliák hatására a magnézium-oxidnak nagyobb része aktíválódott, ennek eredményeképpen a periklász rovására több monticellit és kevesebb mervinit keletkezett. A felszabadult kálium-oxid és szilícium-dioxid reakciójából pedig új elegyrészként kevés kalszilit (kaliofilit) jött létre (4/b ábra).

Az adalékanyagok szerepét a dolomit—kvarc—kálium-hidroxid 57 : 37 : 6 arányú keverékének hevítése folyamán lejátszódó szilárdfázisú reakciók is meggyőzően tükrözik. Az előző mintáknál némileg több SiO_2 hatására a telítetlen monticellit helyett a telített diopszid vált uralkodó elegyrésszé. Emellett azonban a periklász továbbra is jelentős mennyiségben szerepel (4/c ábra). Ezek szerint a magma és dolomitos karbonátkőzet kontaktusán — Winkler vizsgálatainak megfelelően — szilárdfázisú reakciók útján viszonylag kis hőmérsékleten is jelentős nyennyiségű diopszid — valamint egyéb kontakt ásvány — keletkezhet.

A fenti különbségeket a három minta röntgendiffraktogramja is meggyőzően szemlélteti (4. ábra).

A dolomit vagy magnézium-karbonát disszociációjával felszabaduló MgO — a CaO-val ellentétben — száraz rendszerben stabil (inaktív) periklásszá alakul át (5. ábra), ami a további reakciókban való részvételét korlátozza. H_2O -tartalmú rendszerben azonban instabillá válik, és a hőmérséklet emelésével gyorsan, maradék nélkül átalakul brucittá (5/b. ábra).

A különböző adalékanyagok a magmatit olvadását, az olvadék tisztulását, viszkozitását és kristályosodását általában jelentősen befolyásolják. Az adalékanyagok közül az alkálikarbonátok, valamint a halogenidek az olvadáspontot egyértelműen, határozottan csökkentik, a kisebb viszkozitású szakaszt pedig kiterjesztik az alacsonyabb hőmérséklet felé. Ezen belül az alkálikarbonátok és a kriolit az alacsonyabb, kb. 1000—1300 °C közötti, a magasabb olvadáspontú fluorit pedig — a kémiai összetételtől függően — körülbelül 1300 °C feletti hőmérsékleten csökkenti jelentősebben az olvadék viszkozitását. A fenti adalékanyagok túlnyomó része (a fluorit kivételével) azonban a kristályosodási folyamatokat, a spontán kristályosodást hátrányosan befolyásolja. Részben ennek kiküszöbölésére, részben a megfelelő kémiai összetétel beállítása céljából az alapanyaghoz különböző ásványokat, üledékes és magmás kőzeteket is adagoltunk. A földpáttal a kristályosodási folyamatot (a spontán kristályosodást) kívántuk befolyásolni. Amennyiben az adagolt ásvány és az olvadék összetétele közel azonos, vagy pedig az olvadék az ásvány komponenseit nagy koncentrációban tartalmazza, az adagolt szilárd fázis továbbnövekedésével (6. ábra) magasabb hőmérsékleten megkezdődik és meggyorsul a rendszer kristályosodása. Ez a kristályosítás különösen neutrális vagy gyengén savanyú, továbbá nagyobb alkáliatartalmú alapanyag esetén alkalmazható előnyösen. A dolomit az olvadást,

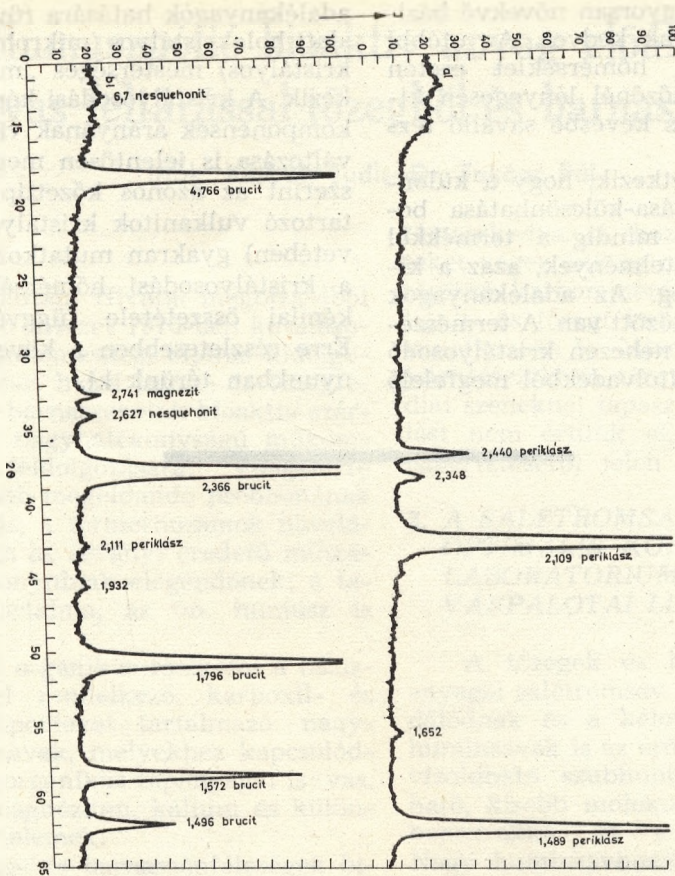


4. ábra

Az 1050—1100 °C-on izzított keverékek röntgen-diffraktogramja. a — dolomit és kvarc 65:36 arányú — 1050 °C-on izzított — keverékének röntgen-diffraktogramja; b — dolomit és gránit 70:30 arányú — 1100 °C-on izzított — keverékének röntgen-diffraktogramja; c — dolomit, kvarc és kálium-hidroxid 57:37:6 arányú — 1100 °C-on izzított — keverékének röntgen-diffraktogramja Megjegyzés: β -kálszilit helyesen: β -kalszilit.

továbbá az olvadék fizikokémiai sajtságait kedvezőbben befolyásolja mint a mészkő, ami a derivatográf-felvételeken is tükröződik. A kristályosodási képesség, továbbá a kristályok növekedési sebessége — magmás alapanyag esetén — dolomit vagy mészkő és bauxit együttes adagolásával jelentősen növelhető. E kőzetek

adagolásával az olvadékban növekszik a bázisos plagioklaszt alkotó komponensek mennyisége, ami a földpát kiválását, növekedési sebességét meggyorsítja. Riolittufával (gránittal) az alkáliás kovasavtartalmat, a fonolittal pedig elsősorban az alkáliák, kisebb részben a kovasav koncentrációját kívántuk szabályozni. A wehrlit



5. ábra
Tiszta (a) és H_2O -val átitatott (b) izzított magnézium-
karbonát röntgen-diffraktogramja



6. ábra
Továbbnövekedett plagioklász. + N. Nagyítás: 140x

nagy vas- és magnéziumtartalma az alapanyag olvadását, valamint az olvdék kristályosodását egyránt kedvezően befolyásolja, emellett a termék reflexióját is növeli. Wehrlittel azonban — a dolomit, mészkő, bauxit hatásával némileg ellentétben — elsősorban finomkristályos, de

közel egyenlő szemcseméretű, homogén szövetű termék keletkezését segíthetjük elő.

Az alkália — főleg a nátriumtartalom koncentrációjának a növelése — elsősorban finomszemcsés, nagy nyomó- és hajlítózilárdságú, saválló termék, a CaO -, valamint az Al_2O_3 -tarta-

lom emelkedése pedig a gyorsan növekvő bázisos plagioklász kiválásának kedvez. Az utóbbi megfelelő kristályosítási hőmérséklet esetén durvakristályos, de az előzőnél lényegesen kisebb nyomószilárdságú és kevésbé saválló terméket eredményez.

A fentiekből is következik, hogy a különböző adalékanyagok hatása-kölcsönhatása bonyolult. Alkalmazásukat mindig a termékkel szemben támasztott követelmények, azaz a kitűzött cél határozza meg. Az adalékanyagok összmenyisége 5—20% között van. A természetes állapotban többnyire nehezen kristályosodó bázisos-neutrális magmatitolvadékból megfelelő

adalékanyagok hatására rövid idő — 30—60' — alatt holokristályos (mikroholokristályos-fanero-kristályos) mesterséges „magmás kőzet” keletkezik. A kristályosodási képességet a különböző komponensek arányának viszonylag kismértékű változása is jelentősen megváltoztathatja. Ezek szerint az azonos kőzettípusba (kőzetcsaládba) tartozó vulkanitok kristályosodási fokában (szövetében) gyakran mutakozó eltérés elsősorban a kristályosodási hőmérséklet és az olvadék kémiai összetétele függvényének tekinthető. Erre részletesebben a következő (II.) tanulmányunkban térünk ki.



Humuszpótló bioaktív anyag előállítása salétromsavas feltárással tőzegeből és barnaszénfeleségekből

Irták: Korbuly Judit—Dr. Takács Pál

1. Bevezetés

A Központi Földtani Hivatal megbízásából a Bányászati Kutató Intézet 1970-ben kutatásokat indított oly szén-nemesítési eljárás kidolgozására, mely alkalmas hazai lignit- és tőzeféleségeink, valamint barnaszeneink bioaktív szerves anyagban dús, nagyhatékonyságú műkomposztta történő feldolgozására. Világszerte ugyanis egyre inkább megoldandó problémának látszik a talajjavítás, a terméshozamok növelése, amelyre azonban az ásványi eredetű műtrágyák már nem bizonyulnak elegendőnek; a talaj szervesanyag-tartalma, az ún. humusz is pótlásra szorul.

A talajhumusz organikus főalkotói a bázis-kicserélő-képességgel rendelkező, karboxil- és fenolos-hidroxil-csoportokat tartalmazó nagy-molekulájú huminsavak, melyekhez kapcsolódnak a növények anorganikus tápanyagai is: vas, foszfor, kalcium, magnézium, kálium és különféle bioaktív nyomelemek.

A lignit-, tőzeg- és barnaszénfeleségek biológiai hatékonyságának fokozása, illetve kialakítása elsősorban a szerves szénanyag huminsavtartalmának növelésével érhető el. Az oxigénfunkciós csoportokkal rendelkező huminsavak mennyisége a szén huminanyagainak oxidációjával növelhető. Előnyösen használható ágens a salétromsav, ez ugyanis a szénanyag feltárással és oxidációján túlmenően még nitrogéndúsulást is eredményez [15]. A szakirodalomban régóta ismert vegyületcsoportot alkotnak a „nitrohuminsavak” amelyek salétromsav szénanyaggal, ill. az abból képződő huminsavakkal történő reagálásának terméke [2, 14]. E nitro- és nitrozócsoportokat tartalmazó huminsavak, illetve az ammóniával, kalciummal, vagy magnéziummal semlegesített nitrohumátok képezik a szénalapú műkomposztok szerves hatóanyagát [1, 3, 16, 20].

A 3 éven át folytatott, [6—13] jelentéseinkben részletezett kutatómunkánk során az [5] szakirodalmi áttekintésre támaszkodva laboratóriumban tanulmányoztuk a nitrohuminsav keletkezésének optimális kísérleti körülményeit, majd egy olyan módszernél állapodtunk meg, mely tömegyártásra alkalmas technológia kialakítását teszi lehetővé. Ezen eljárással részint laboratóriumban végigvizsgáltuk fontosabb hazai tőzeg- és szénfeleségeinket, részint — folytonos üzemenetet lehetővé tevő — félüzemi technológiát dolgoztunk ki, melynek kipróbálása során az intézetünk által tervezett és legyártott berendezésben várpalotai lignitből több tonna műkomposztot állítottunk elő és bocsátottunk a mezőgazdaság rendelkezésére vizsgálatok és minősítés céljából.

Megjegyezni kívánjuk, hogy 1970/71. évi kutatásaink során indiai kutatók [17] közlésére

támaszkodva, tájékoztató laboratóriumi kísérleteket végeztünk az oxidatív ammonizálás útján történő karbominerális műtrágyagyártás hazai lignit- és tőzeféleségekre történő adaptálására vonatkozóan is. Mivel vonatkozó [6, 8] és [10] jelentéseinkben tárgyalt kísérleteinkben az indiai szeneknél tapasztalt kedvező nitrogéndúsulást nem értünk el, e kutatások részletesebb ismertetéséről jelen közlésünkben eltekintünk.

2. A SALÉTRONSÁVAS KEZELÉS OPTIMÁLIS KÖRÜLMÉNYEINEK LABORÁTORIUMI VIZSGÁLATA VÁRPALOTAI LIGNITNÉL [6, 8]

A tőzegek és barnaszénfeleségek huminanyagai salétromsav hatására igen könnyen oxidálódnak és a keletkező, vízben nem oldódó huminsavak is az erőteljesebb kezelésnél részint vízoldható szubhuminsavakká, részint vízoldható, kisebb molekulájú alifás és aromás karbonsavakká és széndioxiddá bomolhatnak. Nagy huminsavhozam elérése érdekében ezért meg kell találni azokat a kísérleti körülményeket, melyeknél a szénanyag eredeti, nem savjellegű huminanyagait minél nagyobb mértékben lehet huminsavakká alakítani, de kíméletesen azok további leépülése nélkül.

A huminsavaknak salétromsavas kezeléssel történő előállításánál továbbá törekedni kell arra is, hogy a nitrogén is huminsav-molekulába épüljön be karbon-nitrogén kötés kialakításával, tehát a salétromsav ne csak adszorbeálódik, vagy mellékvegyértékekkel kötődjék, mint pl. az oxónium-vegyületek esetében.

Nagyobb nitrogéntartalom elérése érdekében továbbmenően kívánatos a karboxil-csoportok számának növelése, ily módon ugyanis ammóniás semlegesítéssel nitrogénben dúsabb ammóniumhumát állítható elő, vagy más talajtanilag hasznos elem (pl. Mg) köthető a huminsavhoz.

Mindezen némileg ellentétes kísérleti körülményeket igénylő szempontokon túlmenően az eljárás kialakításánál figyelembe kell venni azt is, hogy a fajlagos salétromsav-felhasználás gazdasági okok miatt kicsi és az eljárás technológiailag jól kivitelezhető legyen.

Nehezítette az adaptáló kutatásokat, hogy a hozzáférhető publikációk eltérő és az esetek többségében nem kellően definiált szénfeleségekkel folytatott kutatások eredményeit ismeretik és az alkalmazott kísérleti körülmények is rendkívül széles skálán változtak. Így pl.:

- a [18] közlés tömény salétromsavval történő feltárással,
- a [17] és [20] közlések kb. 12 normál salétromsavval történő feltárással, míg
- a [19] közlés híg (2 normál) salétromsavval történő feltárással foglalkozik.

Laboratóriumi kutatásaink során ezért először — elsősorban Kinney [4] munkájára és az [1] prospektusra támaszkodva — a salétromsavas kezelés háromféle megoldását vetettük össze:

- lignitpor adagolása 5 °C-on tömény salétromsavba,
- lignitpor adagolása 50 °C-os hígabb salétromsavba,
- tömény salétromsav adagolása a lignitporhoz 60—75 °C-on.

E kísérletekhez alapanyagként eredeti állapotában alacsony huminsavtartalmú várpalotai lignitet használtunk fel.

Kísérleteinket a jég-hűtés melletti, + 5 °C-on történő kezeléssel indítottuk, részint biztonságtechnikai okokból, részint azért, mert feltételeztük, hogy a tömény (65% = 14,5 n) HNO₃ túlzottan oxidálja a szenet, hígabb salétromsavval viszont kérdéses volt a huminsav nitrogénfelvétele. A felhasználandó sav minimális mennyiségét a savas zagy keverhetősége szabta meg, ami 100 g lignitpornál 200 ml oldatnak adódott.

Kísérleteink során a szárított 0,6 mm alatti lignitport keverés közben, kis részletekben fél óra alatt adtunk a -5°-ra hűtött HNO₃-ba, majd a hőmérsékletet 0 és + 5 °C között tartva 6 órán át kevertük a reakciós elegyet. Bár nitrózusgázok igen kis mértékben távoztak, a sűrű zagy mégis igen erősen habosodott. Ioncserés vízzel történő hígítás után szűrtük és savmentesre mostuk (pH: 4—5) a terméket.

Vizsgálataink szerint ezen kíméletes kezelésnél a várpalotai lignit ballasztanyagmentes szerves szénanyagának eredeti 20%-nyi huminsavtartalma teljes egészében lúgoldhatóvá alakul, anélkül, hogy tovább bomlana vízdoldható szubhuminsavakká. Elementárvizsgálati adatok alapján megállapítható, hogy a széndioxidként távozó karbonveszteség is csekély. A huminsav eredeti 1,5%-nyi nitrogéntartalma a nitrohuminsavban 3,8—4,0%-ra dúsul. A savazott és mosott termékekből tömény vizes ammóniaoldattal 87—89%-os hozammal extrahálható 10,0—11,0% összes nitrogént tartalmazó ammónium-nitrohumát.

Az eljárás hátránya a nagy salétromsavfogyasztás (33,6 kgmol/1000 kg száraz lignitfeladásra), ami ugyan nem stöchiometriai igény, hanem részben oldó közegként jön számításba, de körfolyamatban történő visszajáratás esetén is feltétlenül jelentősen töményíteni kellene a savat, mert hígultabb salétromsavval a huminsavhozam ezen kísérleti körülmények mellett csökken.

Munkánk következő lépéseként igyekeztünk a salétromsavfogyasztást visszaszorítani oly módszer kialakításával, hogy hígabb salétromsavval, de magasabb hőmérsékleten (50 °C-on) dolgoztunk az előzővel egyebekben megegyező kezelés szerint. Az 50 °C-os hőmérséklet úgy adódott, hogy a lignitpornak a salétromsavba szobahőfokon történő adagolásakor a hőmérséklet az exoterm reakció következtében kb. 50 °C-ra nőtt, mely értéket azután a továbbiakban melegítéssel stabilizáltuk. E kísérletsorozatnál

a salétromsav koncentrációját fokozatosan 9-ről 4,2 normálra csökkentettük, ami a salétromsavfogyasztásnak 16,8-ről 4,2 kgmol-ra való csökkentését tette lehetővé 1000 kg száraz lignitfeladásra vonatkoztatva.

Vizsgálataink szerint 9 n HNO₃ felhasználásával még csak 64,3%-os huminsavhozamot értünk el, mert az 50 °C-os kezelésnél a szénanyag egyrésze fokozottabban oxidálódott kisebb molekulásúvízoldható terméké és széndioxidá. A salétromsav hígításával azonban a huminsavkitermelés rendre nőni kezd, úgyhogy 4,2 n HNO₃ esetében és 4,2 kgmol fajlagos savfogyasztásnál megközelítettük a 100%-ot. Mivel a nitrohuminsav kötött nitrogéntartalma a salétromsav hígításával viszont 4,2-ről 3,0%-ra csökkent, ezzel a módszerrel — megfelelő kitermelést szem előtt tartva — kevésbé nitrált huminsav állítható el, mint jég-hűtési eljárással. Az ammóniával kivont ammónium-nitrohumát összes nitrogénje is kissé csökkentebb volt: 9,0%.

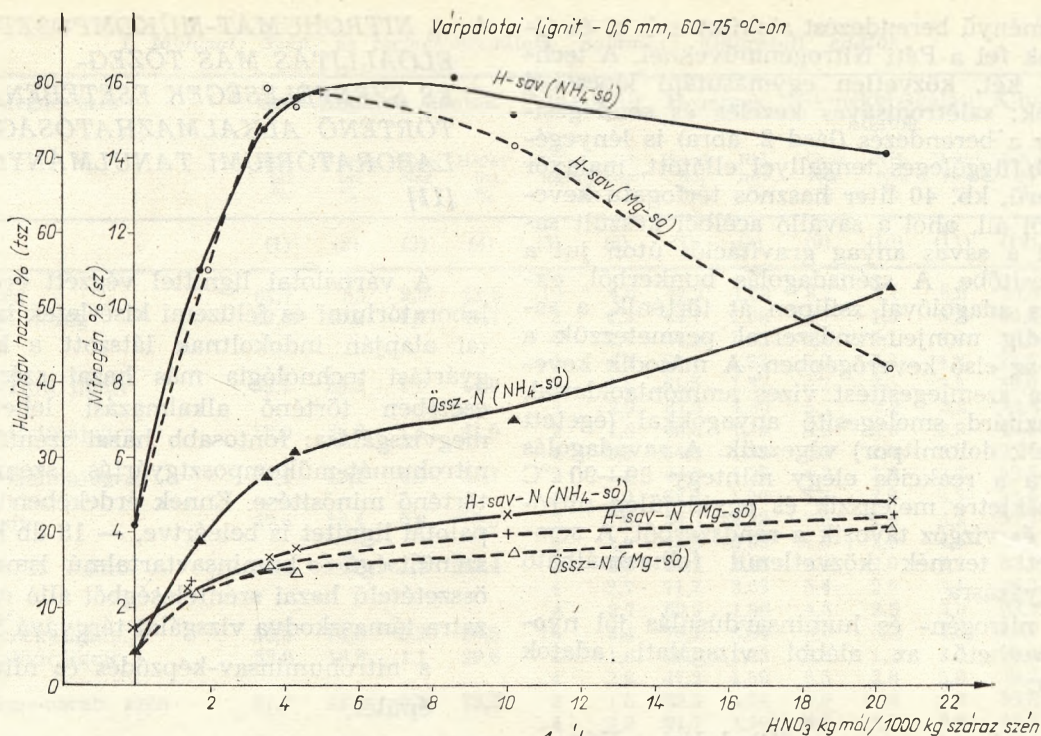
A harmadik kísérleti variáció kidolgozásánál az volt a célunk, hogy egyrészt hatékony nitrálás mellett az oxidáció kíméletes legyen a maximális huminsavhozam elérése érdekében, másrészt olyan kis savfelhasználást igénylő módszert alakítsunk ki, melynél gondolni lehet egyszerű tömeggyártásra alkalmas, lehetőleg folyamatos anyagáthaladást lehetővé tevő technológia kialakítására is.

E kísérleteinkhez támpontot adott a japán „Azumin” prospektusban vázolt technológia-törzsfá, mely szerint a salétromsavval kezelt egész reakciós elegyet — tehát szűrés és mosás nélkül — közvetlenül semlegesítik, pl. égetett szerpentinnel magnéziumnitrohumát hatóanyag-tartalmú műkomposzt előállítására [1].

Laboratóriumi kísérleteinknél úgy jártunk el, hogy az első két módszerhez képest most megfordítottan a 14,5 n tömény HNO₃-at csepegtettük a lignitporra pár perc alatt, miközben a hőmérséklet 60—75 °C-ra emelkedett. A salétromsav hozzáadása után kb. 1/4 órával ugyancsak folyamatosan adagoltuk a semlegesítésre szolgáló koncentrált ammóniumhidroxidot, ill. magnéziumoxid- (vagy dolomit-) port. A folyamat gyors, nitrózusgázok és a reakcióhő eredményeként vízgőz távozik és így a reagáló tömény sav nem hígul, ami által az eljárás folyamatos szénáthaladású technológiává alakítható ki.

Az 1. ábrából láthatóan a vizsgált várpalotai lignithez optimálisan felhasznált salétromsav mennyisége 3—4 kgmol-ra tehető; kevesebb sav a maximálisan 75—80%-os huminsav-kihozatalhoz még nem elegendő, több sav adagolása viszont a vízdoldható szubhuminsav-képződés miatt a hozamot csökkenti. A huminsav nitrogéntartalma 3,5—4,0%, amit a salétromsav mennyiségének az optimális értéken felüli adagolása sem növel már tovább. Több savval csupán a termék összes-nitrogénje dúsul a melléktermékként keletkező ammóniumnitrát miatt.

A két első, batch-rendszerű, szűrést és beparlást igénylő komplikáltabb eljárás jellem-



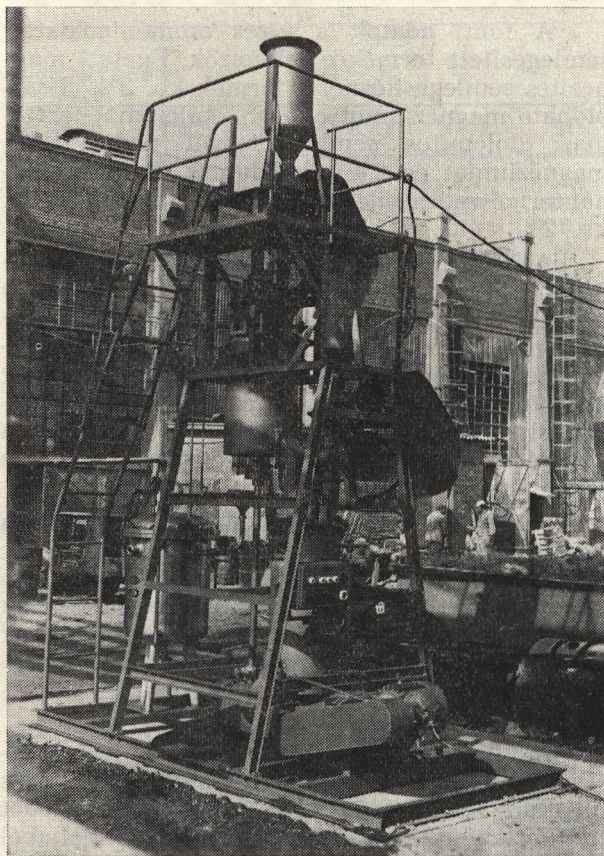
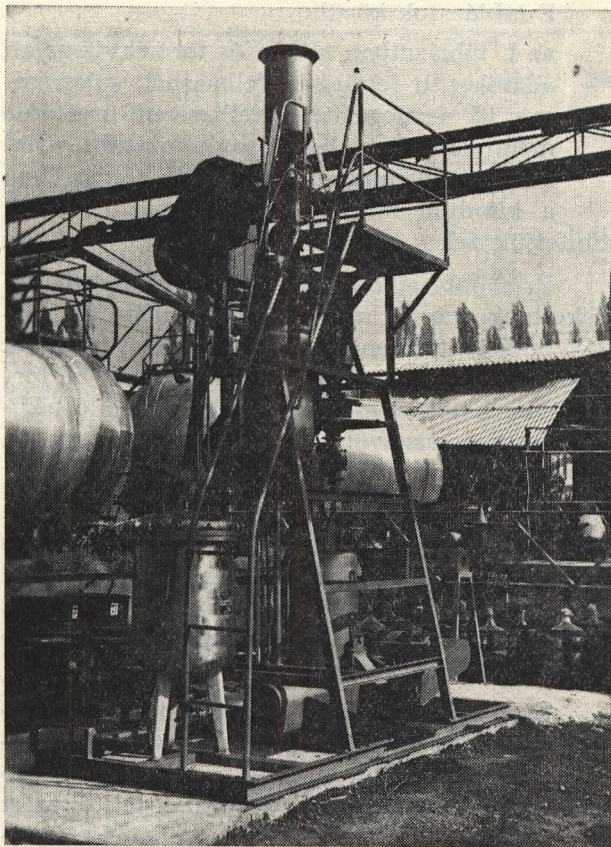
1. ábra.

Különböző salétromsav-adagolás mellett végzett feltárási kísérletek jellemző értékei várpalotai lignit esetében

zót is figyelembe éve, mindenképpen arra a következtetésre kell jussunk, hogy az utóbbi, folyamatossá tehető eljárás az ún. nitrohumát műkomposzt-előállítás a legalkalmasabb tömeggyártás céljait szolgáló technológia kifejlesztésére, noha az elérhető huminsavhozam itt talán az előzőknél kissé alacsonyabb.

3. FÉLÜZEMI KÍSÉRLETEK VÁRPALOTAI LIGNITBŐL TÖRTENŐ NITROHUMÁT MŰKOMPOSZT ELŐÁLLÍTÁSÁRA [7, 9, 10, 12, 13]

A laboratóriumban kidolgozott eljárás félüzemi léptékben történő kipróbálásához egy folyamatos szénáthaladással működő 100 kg/ó.



2. ábra: Félüzemi szénfeltárási és semlegesítő berendezés

teljesítményű berendezést alakítottunk ki és állítottunk fel a Péti Nitrogénműveknél. A technológia két, közvetlen egymásutáni lépcsőből áll, ezek: salétromsavas kezelés és semlegesítés. Így a berendezés (lásd 2. ábra) is lényegében 2 db függőleges tengellyel ellátott, malaxőr rendszerű, kb. 40 liter hasznos térfogatú keverőgépből áll, ahol a saválló acélból készült savazóból a savas anyag gravitációs úton jut a semlegesítőbe. A szénadagolás bunkerből, excenteres adagolóval zsilipen át történik, a savat pedig monjeu-rendszerrel permetezzük a szénre az első keverőgépben. A második keverőben a szemlegesítést vizes ammóniaoldattal, vagy szilárd szemlegesítő anyagokkal (égetett magnezit, dolomitpor) végezzük. A savadagolás hatására a reakciós elegy mintegy 80—90 °C hőmérsékletre melegszik és egyidejűleg nitrózusgáz és vízgőz távozik a rendszerből. A semlegesített termék közvetlenül felhasználható műtrágyázásra.

A nitrogén- és huminsavdúsulás jól nyomonkövethető az alábbi vizsgálati adatok alapján:

Megnevezés	Kiindulási anyag	Késztermék
Összes nedvesség	40 %	40 %
Huminsavtartalom	12 %	27 %
NaOH-ban nem oldódó	43 %	24 %
Vízoldható 100 °C-on	3 %	20 %
Összes nitrogén	0,3%	3,3%
Huminsav-nitrogén (szárazra számolva)	1,4%	3,3%

A fenti adatok a vizes ammóniaoldattal semlegesített termékre jellemzők. Égetett magnezites semlegesítésnél a termék kb. 2% citrátoldható magnéziumot és 1,5% kalciumot tartalmaz; dolomitos semlegesítésnél pedig 1,2% magnéziumot és 2,4% kalciumot. E termékek-nél természetesen az összes nitrogén kisebb, kb. 2%.

A félüzemi kísérletek során elért huminsavhozam a laboratóriumban hasonló szénrel és hasonló szemnagysággal kapott értékekhez képest némileg elmaradt, aminek oka főként abban rejlik, hogy a prototípus készülékben még nem tudtuk megvalósítani az optimális tartózkodási időt. Az anyag túl gyorsan haladt át a keverőgépen és így a reakció nem zajlott le tökéletesen.

A reakcióidő hosszabbításán túlmenően a huminsavhozam növelése várható a továbbiak során, amennyiben az alkalmazott 1—4 mm szemnagyságról kisebb szemnagyságra térünk át. Ez esetben azonban az anyag betapadásának elkerülésére inkább vízszintes tengelyű kényszermozgást biztosító keverőberendezés alkalmazása lesz célszerű.

Mindenesetre, a lefolytatott félüzemi kísérletek a folyamatos salétromsavas szénfeltárás műszaki lehetőségét már igazolták és módot nyújtottak mezőgazdasági kipróbálás céljából több tonna műkomposzt előállítására.

4. A NITROHUMÁT-MŰKOMPOSZT-ELŐÁLLÍTÁS MÁS TÖZEG-ÉS SZÉNFELESÉGEK ESETÉBEN TÖRTÉNŐ ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK LABORATÓRIUMI TANULMÁNYOZÁSA [11]

A várpalotai lignittel végzett eredményes laboratóriumi és félüzemi kísérletek tapasztalatai alapján indokoltnak látszott a kialakított gyártási technológia más hazai szénfeleségek esetében történő alkalmazási lehetőségének megvizsgálása; fontosabb hazai szénfeleségeink nitrohumát-műkomposztgyártás szempontjából történő minősítése. Ennek érdekében — a várpalotai lignitet is beleértve, — 18 db különböző szénültségű és huminsavtartalmú, ismert hamuösszetételű hazai szénfeleségből álló mintasorozatra támaszkodva vizsgálat tárgyává tettük

a nitrohuminsav-képződés és nitrogén beépülés,

valamint

a salétromsav-kihasználás

számszerű értékeinek alakulását különböző mennyiségű koncentrált salétromsavval történő kezelés esetén.

E vizsgálati széria tanulmányunk szempontjából fontos adatait az I. és II. táblázatban közöljük.

E táblázatok közül.

az I. táblázatban a szén és termékvizsgálati adatokat, a feltáráshoz felhasznált salétromsav, ill. semlegesítésre felhasznált ammónia mennyiségét, a huminsavkihozatait, valamint nitrogénhasznosítást, a II. táblázatban a kiinduló minták hamuvizsgálati adatait tüntetjük fel.

Ez utóbbi adatok közlését azért tartjuk indokoltnak, mert a már említett oxidáló, ill. nitráló hatáson túlmenően a salétromsav nitrátokat képez a savas anyaghoz komplexen vagy só formájában kötött fémionokkal, ill. a meddő bázikus komponenseivel, így a hamuösszetétel a nitrogén „fixálását” befolyásolja.

A mintaanyag a tözeg stádiumától a kokszenstádiumig gyakorlatilag felöleli a teljes szénülési skálát és a lépésképződési differenciákra visszavezethető huminsavtartalomban, valamint hamutartalomban és hamuösszetételben is széles spektrumot mutat.

Ez a körülmény lehetőséget nyújt a technológiai tapasztalatok általánosításán kívül elméleti szempontból is érdekes szénkémiailag tapasztalatok levonására. Indokoltnak látjuk ezért eredményeink szénkémiailag, ill. technológiai vonatkozásait külön értékelni.

I. táblázat: Szén- és termékvizsgálati, valamint kihozatali adatok

Megnevezés	Szénvizsgálati adatok				Felhasznált HNO ₃	NH ₃	Hozamok		Termékvizsgálati adatok					Kihhasználás
	Illó tsz %	Hamu tsz %	Össz Nsz %	H-sav tsz %			H-sav tsz %	Rel. növ. %	Össz Nsz %	NH ₃ Nsz %	H-sav Nsz %	HNO ₃ N %	Össz N %	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	
Pötrétei tőzeg	67,7	7,5	2,5	22,2	10	4,8	42,2	1,80	8,2	4,1	5,8	20,0	40,8	
Nádasladányi tőzeg	63,8	40,2	1,8	40,7	2	1,3	44,1	1,08	4,1	1,3	3,2	39,5	47,2	
					4	2,7	54,3	1,33	5,4	2,1	3,4	38,3	50,1	
					6	4,0	50,1	1,23	6,2	3,2	4,3	25,5	50,0	
Kerecsend—Tard lignit	59,1	23,3	1,0	44,8	2	1,6	61,5	1,37	4,2	2,5	2,5	36,0	70,0	
					4	2,9	67,5	1,50	5,7	2,9	3,2	39,4	56,8	
Karácsond—Halmajugra, nyers lignit	58,0	30,6	1,1	41,5	2	1,6	49,6	1,19	4,2	2,0	2,9	46,3	67,8	
Karácsond—Halmajugra, mosott lignit	56,1	12,1	0,9	32,7	4	2,9	54,8	1,32	5,2	2,9	3,3	25,6	47,2	
Visonta, lignit	57,4	13,4	0,6	15,0	2	1,6	44,9	1,37	4,2	1,9	2,7	53,8	70,2	
					4	2,9	62,3	1,90	5,2	2,6	3,3	33,8	49,5	
					2	1,6	34,3	2,28	3,5	1,6	3,2	53,7	61,6	
Várpalota, S. II. lignit bányanedves ua. légszáraz	52,4	16,8	1,0	35,4	4	2,9	45,5	3,03	4,9	2,5	4,5	35,8	49,4	
					4	2,7	71,7	2,02	5,4	2,8	3,1	36,0	56,1	
					4	2,7	69,3	1,96	4,5	2,5	3,0	23,3	45,3	
Várpalotai kockalignit	50,8	14,6	0,9	20,8	10	3,4	76,1	3,64	8,0	3,2	4,5	32,7	44,3	
Várpalotai ahidr.lignit	53,8	18,3	1,1	29,6	2	1,6	36,6	1,23	3,8	1,7	2,7	42,0	59,1	
					4	2,9	47,2	1,59	5,5	2,6	3,6	39,2	53,0	
Dudar, kocka—darab. szén	61,6	12,2	0,7	73,7	2	1,6	69,3	0,94	3,9	1,9	1,8	53,8	69,3	
					4	2,9	81,7	1,10	5,6	2,8	2,5	45,0	56,7	
Oroszlány, darabos szén	57,2	15,1	0,7	67,3	2	1,6	75,1	1,10	3,4	1,6	1,9	48,5	60,2	
					4	2,9	78,1	1,16	4,8	2,3	2,4	38,7	49,1	
Tatabánya, X/A aknaszén	54,0	8,7	1,0	42,3	2	1,6	55,8	1,31	3,7	1,6	2,2	47,1	60,1	
					4	2,9	69,5	1,64	5,1	2,6	2,7	34,7	51,5	
Balinka, 10—20 mm szén	52,5	20,7	0,8	54,7	2	1,8	73,3	1,34	3,5	1,7	2,1	57,0	59,7	
					4	3,6	79,7	1,45	4,9	2,7	2,9	32,2	47,0	
Balinkai porszén	52,4	21,2	0,9	66,7	10	3,4	84,5	1,27	7,9	3,5	3,6	28,8	42,3	
Edelényi mosott szén	48,5	12,7	0,9	13,1	4	2,9	41,9	3,19	4,6	2,5	3,8	25,0	42,9	
					6	4,3	47,9	3,65	4,7	3,2	4,1	23,3	38,6	
Ajka, kocka, darabos szén	40,3	12,8	1,0	8,7	4	2,9	36,6	4,21	4,7	2,0	3,5	36,6	43,9	
					6	4,0	46,6	5,37	5,8	3,0	4,0	27,4	39,2	
					10	3,4	71,0	5,07	8,6	3,2	4,3	37,0	47,7	
Pécsi koncentrátum	20,7	12,0	1,2	—	4	2,9	—	—	4,2	1,9	—	30,0	38,3	
					6	4,3	—	—	4,1	2,5	—	9,3	27,1	

II. táblázat: Hamuelemzési adatok

Megnevezés	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃
Nádasladányi tőzeg	32,1	7,5	11,8	29,8	4,2	1,1	0,8	10,6
Kerecsend—Tardi lignit	31,4	11,0	15,4	17,4	3,9	0,7	0,3	19,6
Karácsond—Halmajugra, lignit	43,7	12,6	18,7	9,5	3,1	1,1	0,3	10,6
Karácsond—Halmajugra, mosott lignit	19,3	11,7	10,6	22,6	6,7	0,4	0,4	27,0
Visonta, XIV/15 lignit	26,3	21,6	7,1	15,7	4,3	0,4	0,3	22,5
Várpalotai kockalignit	20,8	14,8	8,6	21,5	5,1	0,8	0,8	28,5
Várpalotai ahidrált lignit	22,0	10,3	10,6	22,4	4,4	1,1	0,6	28,3
Dudar, kocka, darabos szén	4,9	3,2	8,6	29,7	6,4	0,2	0,9	43,4
Oroszlány, darabos szén	22,6	7,7	19,4	18,5	3,1	0,6	1,8	25,2
Tatabánya, X/a akna szén	32,4	3,0	5,2	18,7	6,6	0,5	5,5	27,6
Balinka, 10—20 mm szén	30,0	10,8	20,4	13,0	4,0	0,9	1,5	18,9
Edelény, mosott szén	30,0	13,6	18,4	14,1	2,9	1,1	1,0	19,9
Ajka, kocka, darabos szén	17,5	12,4	15,2	21,9	4,0	0,4	0,3	26,8
Ajka, darabos szén	20,1	12,5	19,2	18,8	3,8	0,4	0,2	21,1
Pécsi koncentrátum	38,7	30,5	19,2	2,4	0,8	1,9	0,5	2,0

5. SZÉNKÉMIAI ÉRTÉKELÉS

Ha adatainkat a felvetett problémák tükrében vizsgáljuk, az alábbi következtetésekre jutunk:

Az elérhető nitrohuminsavhozam (I. táblázat 7. és 8. oszlopok) szempontjából az adatokból nyilvánvaló, hogy ezt elsősorban az alkalmazott salétromsav mennyisége, valamint az alapanyag szénültése, másodsorban a szén kiindulási huminsavtartalma befolyásolják.

A salétromsav :szén arány (I. táblázat 5. oszlop) szerepével, a salétromsav túladagolásával kapcsolatosan rá kívánunk mutatni, hogy az a különböző szénültésű szénfeleségeknél eltérő hatást vált ki.

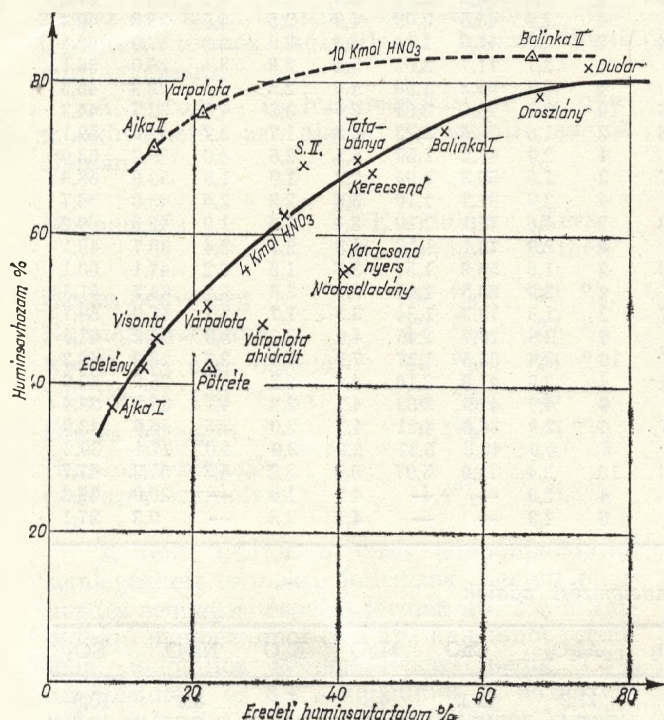
Legérzékenyebb a túladagolásra a tőzeg, mely alapanyagánál az optimális 4 kgmol körüli salétromsavdagolással is csak 55 %-át tudtuk a szerves anyagnak huminsavvá alakítani.

Lignitnél az elérhető konverzió 70—80%, idősebb barnaszénenél 80—85%, míg a vizs-

gált, idősebb feketeszeneknél (pécsi kokszszén-nél) egyáltalában nem nyertünk huminsavjelle-gű lúgoldható terméket.

A túladagolás a tőzegnél, valamint a fiatalabb barnaszénknél a hozam csökkenésében, az idősebb barnaszénknél — legalábbis az általunk vizsgált 2—10 kgmol adagolási tartomány-ban — a kezdetben gyors növekedés lelassulá-sában jelentkezett.

E szénülési differenciára visszavezethető jellegzetességek mellett az elérhető nitrohuminsav-tartalomban az eredeti huminsavtartalom (I. táblázat 4. oszlop) nagysága játszik még fontos szerepet. Ennek demonstrálására a 4 kgmol salétromsavadagolás, valamint a 10 kgmol salétromsav-adagolás mellett nyert adatokat a 3. ábrán grafikusán tüntettük fel.



3. ábra: A huminsavképződés változása az eredeti huminsav-tartalommal

Látható, hogy a huminsavképződésnek az eredeti huminsavtartalommal való kapcsolata határértékhez közeledő trendet mutat. E határérték kézenfekvő, hiszen a barnaszén teljes szénanyaga már csak azért sem alakítható huminsavvá, mert barnaszéneink alifás jellegű anyagokat — A és C bitument — is tartalmaznak. Ezek mennyisége a nagy huminsavtartalmú dunántúli eocén szeneknél 10—15%-ra becsülhető, mely érték a kb. 85%-ra extrapolálható elméleti huminsavhozammal jól egyező.

A diagramból jól látszik a salétromsav-növelés huminsavhozam emelő hatása is.

A diagram trendvonala alatt a két — könnyen lebontható — tőzegen, valamint a várpalotai ahidrált ligniten kívül csupán a nyers karácsond—halmajugrai lignit helyezkedik el. Ez utóbbi esetben nyilvánvalóan a meddő fel-tárást gátló hatásával van dolgunk, hiszen a mosott lignit jól illeszkedik a trendvonálhoz. A

várpalotai ahidrált lignit kisebb, illetve a trend-vonal felett elhelyezkedő S. II. lignit nagyobb nitrohuminsav hozamára vonatkozó elgondolá-sunkra a későbbiek folyamán még visszatérünk.

Vizsgáljuk ezután azt, hogy az egyes szén-féleségeknél a salétromsav nitro-, illetve nitrózó csoportok formájában mily mértékben kötődött a huminsavhoz. Ennek mértékéül azt a nitro-géntartalmat vettük alapul, melyet a lúggal ki-oldott, majd savasan újra kiejtett és kimosott szabad nitrohuminsavból határoztunk meg. Erre vonatkozóan rendelkezésünkre álló, az I. táblá-zat 11. oszlopában már szereplő adatainkat a III. táblázatban a jobb áttekinthetőség kedvéért külön is megadjuk.

III. táblázat: A nitrohuminsavban kötött nitrogén mennyiségi változása a szénüléssel

Salétromsav g/mol/kg szárazanyag	Huminsav N -tartalma %			
	2	4	6	10
Pötrétei tőzeg	3,2	4,9	—	5,8
Nádasdlányi tőzeg	3,2	3,4	4,3	—
Visontai lignit	3,2	4,5	—	—
Karácsondi mosott lignit	2,7	3,3	—	—
Kerecsend—tardi lignit	2,5	3,2	—	—
Várpalotai lignit (S. II.)	—	3,6	—	—
Várpalotai kocka, darabos	2,5	3,6	—	4,5
Várpalotai ahidrált lignit	2,7	3,6	—	—
Edelényi barnaszén	—	3,8	4,1	—
Ajka barnaszén	—	3,5	4,0	—
Balinkai barnaszén	2,1	2,9	—	—
Balinkai barnaszén	—	—	—	3,6
Dudari barnaszén	1,8	2,5	—	—
Tatabányai barnaszén	2,2	2,7	—	—
Oroszlányi barnaszén	1,9	2,4	—	—

A III. táblázat adataiból nyilvánvaló, hogy a salétromsav növelésével növekszik a keletkezett nitrohuminsav nitrogéntartalma. Elméletileg a [2] közlés szerint a nitrohuminsav 4,8%-os nitrogént tartalmaz, mely elméleti nitrogéntartalmat a pötrétei tőzegnél már 4 kgmol salétromsav adagolással kismértékben, 10 kgmol salétromsav adagolással jelentősen túlhaladtuk. Ennek oka a pötrétei tőzeg eredetileg is nagy nitrogéntartalmában keresendő.

A tőzeg eredeti nagy nitrogéntartalma ellenére is úgy véljük, hogy a nitrogénbepülés a fiatal képződményeknél a legintenzívebb, mivel a szénültebb képződmények felé haladva, minden vizsgált salétromsavarány esetében csökkenő, mégpedig a kísérleti hibák határain belül szabályosan csökkenő nitrogéntartalmakkal találkozunk. Ha csak 4 kgmol salétromsav adagolást veszünk tekintetbe, a visontai lignit huminsavnitrogén-tartalmának 4,5%-os értékével szemben a várpalotai lignit 3,6% körüli, a dunántúli barnaszén pedig 2,4—2,9% közötti nitrogénértéket mutatnak.

Szénkémiai érdekességeként megemlítjük, hogy az észak-magyarországi lignitvonulatnál Visonta—Karácsond—Kerecsend irányában kelet felé haladva, határozott szénülésfok-növekedés észlelhető és a dunántúli eocén szeneknél pedig kimutatható a balinkai szén legkevésbé szénült volta. Úgy véljük, a huminsav-nitrogén-

tartalom alapján történő rangsorolásnál az edényi és ajkai barnaszén is szénülési fok szempontjából őket megillető helyre került.

Mint az előzőekben már említettük, a salétromsav egyik funkciója a szénanyag oxidatív feltárása. Noha ez a reakció is annyiban hasznos, hogy a biológiailag hatékony komponensek mennyiségét növeli, a reakció folyamán képződő és távozó nitrogén-oxid, mint nitrogénforrás, értelemszerűen a továbbiakban már nem hasznosul. Technológiai, de elméleti szempontból is érdekes, hogy a különböző szénfeleségeknél, illetve salétromsav adagolásoknál miként alakul a produktumban fixált, illetve a mellékreakciók folyamán távozó nitrogén aránya.

A fixált nitrogén mennyiségét úgy határoztuk meg, hogy az ammóniával semlegesített minták összes nitrogénjéből (I. táblázat 9. oszlop) levontuk az ammónia formájában kötött nitrogént (10. oszlop), valamint a kiinduló nyersanyag eredeti nitrogéntartalmát (3. oszlop) és az így nyert számot viszonyítottuk a kihozatal figyelembevételével a felhasznált salétromsav nitrogénjének mennyiségéhez.

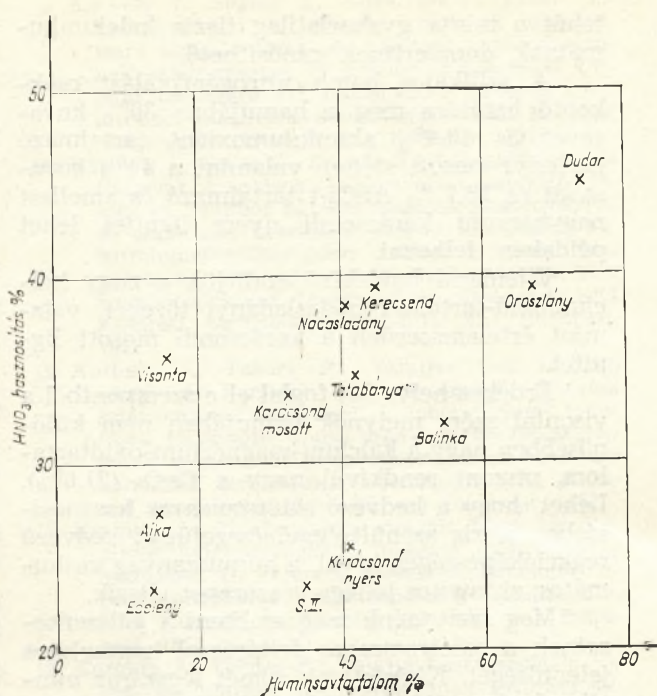
Az elmondottakból értelemszerűen következik, hogy az I. táblázat 12. oszlopában „salétromsav-nitrogén” hasznosítási számként feltüntetett érték nemcsak az organikus anyag által megkötött nitrogént, hanem az anorganikus anyag által megkötött nitrogént is tartalmazza és alakulását befolyásolja, hogy az alapanyag mennyi oxidatív lebontás útján könnyen bomló terméket tartalmaz, illetve a szén huminanyaga huminsavvá milyen mérvű oxigénfogyasztással alakítható.

Lényegében tehát a szénülésszinttel, az elegyrészek szerinti összetétellel, valamint az anorganikus komponensekkel egyaránt kapcsolatban álló komplex tulajdonsággal van dolgunk, így az előző két vizsgált kapcsolathoz hasonló világos összefüggéseket a vizsgált számú minták alapján még nem várhatunk. Néhány következtetést azonban — úgy véljük — módunk van megtenni. Így a 10 kgmol salétromsavval végzett négy kísérletünkben, valamint a pécsi koncentrátummal 6 kgmol salétromsavval végzett kísérletünkben a nitrogénhasznosítás az alábbiak szerint alakult:

pötrétei tőzeg	20,0%
várpalotai lignit	32,7%
ajkai barnaszén	36,6%
balinkai barnaszén	32,2%
pécsi feketeszen	9,3%

Nagy salétromsavfelesleg esetén tehát, amikor a hamuhatást már elhanyagolhatjuk, a salétromsavfixálás a szénülésszinttel maximum-görbe szerint változik, ahol a maximum az elméleti megfontolásoknak megfelelően a közepesen szénült barnaszénenél jelentkezik.

További következtetések levonására a 4. ábrán a kiindulási szenek huminsavtartalma és a 4 kgmol salétromsav-felhasználás mellett elért salétromsav-hasznosítási értékek kapcsolatát tüntetjük fel. Az ábrán azonban magát a trendvonalat nem húztuk be, mivel a rendelkezésünkre álló mintaanyag megoszlása aránytalan



4. ábra: A salétromsav-hasznosítás változása a huminsav-tartalommal

volt: a nagy eredeti huminsavtartalmú anyagoknál csak egy-egy mintát, a kis és közepes huminsavtartalmú szeneknél — hasonló kiindulási értékek mellett — viszont három-négy mintát is vizsgáltunk. (Erre vezethető vissza az értékek „legyezőszerű” eloszlása.)

Az elmondottak figyelembevételével lényegében azt kell megállapítanunk, hogy a salétromsav hasznosítási értékek kb. 15%-nyi intervallumnak megfelelő emelkedő trendsávban helyezkednek el. A trend kétségtelen követi a huminsavtartalom százalékos növekedését, ebben azonban nem kizárólag a huminsavakba beépülő nitrogén, hanem a huminsavakhoz kötött kationok lecserélésével fixált salétromsav is szerepet játszik.

Ez különösen nyilvánvaló a dunántúli eocén szenek esetében. E szenek az ún. karszt-köszén típusba tartoznak, melyeknek közismerten messzes a hamujuk és a hamvasztás során szulfát formában az organikus anyagból ként kötnek meg. A szulfáttartalom százalékos értékét felhasználhatjuk a hamu bázicitásának jellemzésére. Ez érték — mint a II. táblázatban közölt huminvizsgálati adatokból kitűnik — a tatabányai és az oraszlányi szénnél gyakorlatilag egyező — 27,6, illetve 25,2% — volt. E közepesnek tekinthető értékkel szemben a dudari szén hamujának szulfátként tartalma 43,4%, a balinkai szén pedig csupán 18,9%. Ha tehát az eocén szenek átlagára érvényes trendet a tatabányai és oraszlányi szén értékein átvezető egyenessel jellemeznénk, a szilikátosabb hamujú balinkai szén relatíve alacsonyabb, a meszesebb dudari szén magasabb salétromsav-hasznosításának magyarázata kézenfekvő.

Érdemesnek tartjuk a dudari szénél még megjegyezni, hogy annak 12,2% hamujában mindössze 4,9% a kavasav, 8,6% az Al_2O_3 —

tehát a minta gyakorlatilag tiszta kalciumhumátnak, doppleritnek minősíthető.

A szilikátos hamu nitrogénfixálást csökkentő hatására még a hamujában 30% kovasavat és 18,4% alumíniumoxidot tartalmazó edelényi mosott szenet, valamint a 44% kovasavat és 18,7% Al_2O_3 -t tartalmazó és amellet nagyhamujú karácsondi nyers lignitet lehet példaként felhozni.

Ellenkező hatásként említjük a nagy kalciumoxid-tartalmú nádasladányi tőzeget, valamint értelemszerűen a karácsondi mosott lignitet.

Érdekes helyzetet foglal el e szempontból a visontai szén, melynek hamujában nem különösebben nagy a kalcium-magnézium-oxidtartalom, viszont rendkívül nagy a Fe_2O_3 (21,6%). Lehet, hogy a kedvező salétromsavas hasznosításban a kis szénültséggel összefüggő kedvező reakcióképességen kívül, a humuszanyag vashumátos, zittawitos jellege is szerepet játszik.

Meg szeretnénk még említeni a gélszerkezetnek a salétromsavas feltárással kapcsolatos jelentőségét. Kísérleteink zömét légszárász mintákkal végeztük, de a várpalotai lignit esetében beható vizsgálatokat folytattunk a szárítás, illetve ahidrálás hatásának tisztázására is. Az I. táblázatban közölt adatainkból egyértelműen kitűnik, hogy a bányanedves szénanyag feldolgozása a kedvezőbb, feltehetően azért, mert itt a szénanyag gélszerkezete még érintetlen.

A vizsgált S. II. aknai lignit légszárász mintájának huminsavhozama is nagyobb volt — mint arra a 3. ábra kapcsán már a figyelmet felhívtuk —, mint az a huminsavtartalom alapján a trendvonal szerint várható lett volna. Ennek oka feltehetően az, hogy ez a mintánk állt legkevesebbet a kísérleti feldolgozás előtt és így az említett gélszerkezeti folyamatok még nem mentek végbe és nem öregedett, nem decarboxileződött a lignit.

Fentiek alapján a várpalotai ahidrált lignitnek (trend alatti) huminsavhozama ugyancsak gélszerkezetváltozással magyarázható.

6. ÖSSZEFOGLALÓ TECHNOLÓGIAI ÉRTÉKELÉS

Összefoglalóan és most már technológiai szempontból értékelve az elmondottakat, vizsgálatainkból egyértelműen kitűnt, hogy a tőzegek és barnaszénfélések huminsav- és nitrogéntartalma a salétromsavas kezeléssel egyaránt növelhető és így — a feketekőszének kivételével — gyakorlatilag az összes hazai humuszképződésmény potenciális nitrohumát-műkomposzt-alapanyagként tekinthető.

Közelebbről vizsgálva az adatokat azonban kitűnt az is, hogy a kezelés hatására könnyebben bomló tőzeféléseknél a nitrohumát-képződés közepes szint fölé nem emelhető és a salétromsav nitrogéntartalmának hasznosítása — fixálása — is itt kedvezőtlenebb, mint a lignitek és barnaszének esetén.

Tekintetbe véve, hogy a tőzegek huminanyagai salétromsavas kezelés nélkül is közismerten bioaktív tulajdonságúak, úgy véljük,

hogy a viszonylag kis többlethuminsav-képződést és nitrogénmegkötést eredményező salétromsavas kezelés e nyersanyagoknál szükségtelen és érdektelen. A tőzegkomposzt mezőgazdasági hasznosítási hatékonyságának növelésére elégséges és gazdaságosabb a nitrogén-, esetleg foszfor- és kálium-hatóanyagok kész műtrágyákkal való bekeverés útján történő dúsítása.

A huminsavtartalom-növelés szempontjából legkiemelkedőbb eredményeinket a kis eredeti huminsavtartalmú ligniteknel és barnaszéneknel — Visonta, Várpalota, Edelény, Ajka — kaptuk, mely képződmények mezőgazdasági hasznosítás szempontjából véleményünk szerint igénylik is a beavatkozást.

Kedvezőnek minősíthető még a dunántúli eocén barnaszének salétromsavas kezelése is, mely szénfésüléséknél ugyan az eredetileg nagy huminsavtartalom (a huminsavszegény lignitekhez és szenekhez viszonyítva) kevésbé nőtt, de az abszolút érték nagy volt és általában kedvező volt a nitrogénfixáció.

E szénfésüléséknél feltehetően az oxidatív kezelés a gélszerkezetet is kedvezően befolyásolja és így bioaktivitás szempontjából is előnyös lehet.

Vizsgálataink továbbá minden típusú humuszképződéménynél rámutattak a hamuképzők jelentőségére. A hamuképzők a folyamat szempontjából nem tekinthetők inert hígítóanyagoknak, hanem részben akadályozzák a feltárási reakciókat, részben pedig elősegítik a salétromsav (pl. kalciumnitrát formájában történő) megkötését. Mivel ez utóbbi folyamat végeredményben savfogyasztó reakcióként jelentkezik, még az erősen bázikus hamuképzőket sem tekinthetjük — különösen, ha nagyobb mennyiségben vannak jelen — előnyös komponenseknek.

Nitrohumát-műkomposzt gyártásra tehát legalábbis meddőszegény szénanyagot célszerű feldolgozni.

Fontos technológiai megállapításként kell megemlítenünk, hogy kedvezőbb nitrohuminsav-kihozatalokat kaptunk, ha bányanedves, vagy legalább kiméletesen szárított és friss, azaz gélszerkezeti változásokon még át nem esett nyersanyagokat használtunk fel.

Az elmondottak alapján úgy véljük, hogy a nitrohumát-műkomposztgyártás lignitekre és barnaszénekre univerzális technológiai eljárásnak tekinthető és alkalmazását huminsavszegény ligniteknel és barnaszéneknel biztosan, közepes, illetve nagyhuminsav-tartalmú, idősebb barnaszéneknel pedig várhatóan előnyösnek kell tartanunk. Ez utóbbi szénfésüléségre való alkalmazás indokoltságát elsősorban a bioaktív sajátságokban mutatkozó javulás döntheti majd el.

Meg kívánjuk még említeni, hogy nitrohumát műkomposztgyártás optimális kiviteli formáira vonatkozó kutatásainkat nem tekintjük lezártnak, a technológiát a KFH és a Péti Nitrogénművek támogatásával mind gyártásművelti, mind receptúra kidolgozás vonatkozásában tovább kívánjuk fejleszteni, célul tűzve ki a nitrogénen kívül a káliumot, valamint citrátoldható foszfor- és nyomelem-komponenseket is

Tokajhegységi meddő kőzetek és kőzetalkotók felhasználási lehetőségének kutatása

Irta: Kiss Lajos

A Tokaji-hegységben 1957-ben Varjú Gy. vezetésével megindult széles körű, intenzív és módszeres földtani kutatás iparilag hasznosítható számos új ásványi nyersanyag-telep, illetve kőzettípus megismerését eredményezte.

A kerámikusok nagy érdeklődést tanúsítottak a riolitszármazékú, főleg piroklasztikus telepek agyagásványosodott kőzettípusainak újonnan megismert anyagai iránt. Finomkerámiai célra megfelelőnek vélt, különféle minőségű számos kőzettípus ásványkőzettani, laboratóriumi és kisüzemi szintű dúsítási és finomkerámiai technológiai kutatását végezték el.

A tokajhegységi kerámiai nyersanyag típusok komplex vizsgálata következetesen bizonyította azoknak számos specifikus — gyártástechnológiai jelentőségű — előnyös tulajdonságát. Ezeket a sajátosságokat elsősorban a hidrotermális genetikájú ásványi alkotók minősége és mennyisége determinálja.

A terület nyersanyagainak általános jellemzéseként a legfontosabb tulajdonságok közül ez alkalommal is helyénvaló néhányat hangsúlyozni:

— A hidrotermális eredetű, kaolinit csoportba tartozó ásványok kristályai jól fejlettek és többnyire összetapadt szemcsehalmazokat alkotnak. Az ilyen anyagokat kis fajlagos felület jellemzi, kerámiai szempontból sovány anyagok. A hidrotermális eredetű kaolinit rendkívül hajlamos égetéskor primér mullittá és krisztobalittá átalakulni.

— Az illit- és az allevardit-tartalommal arányosan nő az anyagok plaszticitása és száraz szilárdsága. Égetésükkor az üvegfázis 900 °C körül megjelenik és 1150 °C-on az anyagok teljesen betömörödnek. A szövetszerkezetet bőséges üvegfázisba beágyazott, jól fejlett, túalakú, másodlagos mullitkristályok jellemzik.

— Az illi- vagy allevardit-tartalmú nyersanyagokból készített formatestek felületén a lamináris agyagásványok orientáltan tömörülnek. Ennek következményeként az optimális betömörödés égetési hőmérséklettartomány 30—40 °C-ra korlátozódik. A felületen keletkezett olvadék a test belsejébe zárt levegő, gőzök és gázok eltávolítását meggátolja. Az égetési hőmérséklet további emelése a formatestek duzzadását, azok deformálást okozza.

— A hidrotermális eredetű kerámiai nyersanyagokban lévő nagy diszperzitású szabad SiO₂ — epigén kvarcsczemcsék, esetenként kalcedon és amorf kova — a szabványos kerámiai masszák, ill. termékek szövetszerkezetének vázképző kvarcsczemcséitől merőben eltérő, specifikus tulajdonságúak. Az alkáliszegény masszák ége-

téskor a fent említett SiO₂-változatok, azok közül is főleg az amorf kovasav, 1250 °C körüli hőmérsékleten teljes egészükben krisztobalittá alakulnak át. A monotrop átalakulást az alkáliák mérséklék, sőt azt meg is gátolhatják. Aránylag kevés — 1,5—2% — alkália jelenlétében a finom kvarcsczemcsék is megolvadnak, az olvadék mennyiségét és annak viszkozitását növelik, a formatestek égetés alatti állékonysága fokozódik, illetőleg a deformáció veszélye csökken.

— A nagy diszperzitású kvarcot és alkáliát hordozó agyagásványokat tartalmazó tokajhegységi kerámiai nyersanyagok egyik legértékesebb tulajdonsága, hogy kiegészítően azok hajlítási- és szilárdsága a klasszikus porcelánokét több száz kp/cm²-el is felülmúlhatja.

A Tokaji-hegységben elvégzett eddigi kutatások alapján felmért finomkerámiai nyersanyagvagyon nagyon jelentős. A finomkerámiai célra közvetlenül felhasználható, tehát szennyeződésmentes és megfelelő mennyiségű hasznos ásványt tartalmazó nyersanyagtelepek bőven találhatóak éppen úgy, mint előkészítéssel — dúsítással — arra alkalmassá váló kőzettelepek.

A hidrotermális környezet, egyfelől az ásványgenetikára visszavezethető specifikus és előnyös nyersanyag tulajdonságok keletkezésének kedvezett (Varjú Gy. 1965, 1966), másfelől, nagyobb kiterjedésű, összefüggő, anyagukban homogén nyersanyagtelepek kialakulásának nem.

A törések mentén megnyilvánuló erőteljes hidrotermális működés nagy kiterjedésű agyagásvány-lelőhelyeket, primér telepeket hozott létre. A hidrotermális centrumok környékén az egyes agyagásványfajták öves, zónás kifejlődésében törvényszerűség mutatkozik. Övenként egy, esetenként kettőnél is több agyagásványfajta vált uralkodóvá (Varjú Gy. 1963, 1965, 1966; Mátyás E. 1966, 1973). Ha azok koncentrációja eléri a 25—30%-ot, olyan finomkerámiai alapanyagként vehető számba, amelyekből dúsítással iparilag hasznosítható nyersanyag típusokat lehet előállítani. Sajnos, többször az öves kifejlődésű primér előfordulásokon belül is, az elszínező és egyéb káros komponensektől mentes, finomkerámiai célra alkalmas haszonanyag, meddő kőzetekben zártan, lencsés, tömbös kifejlődésű (Mátyás E. 1966).

A hegységperemi, egykori limnikus medencékben leülepedett, tehát áthalmozódott, másodlagos agyagtelepek agyagásványtartalma az elsődleges telepekenél nagyobb. Az üledékgyűjtő medencékben az agyagásványokkal egyidejűleg finomkerámiai szempontból inert, vagy éppen káros ásványok, kőzettörmelékek is felhalmo-

zódta. Ezek mennyisége és minősége az egykori medence partszegélyi, a behordott törmelék minőségi, mennyiségi és áramlási viszonyaitól függően változott. Ennek következményeként, a másodlagos agyagtelepek sem homogén kifejlődésűek, összetételük vertikális és horizontális irányban egyaránt ingadozó.

A finomkerámia ipari minőségű haszonanyag kitermelése csak szelektív bányászattal lehetséges, ami minden esetben nagytömegű meddőkőzet megmozgatásával jár együtt és az az önköltséget növeli.

A közvetlenül vagy csak előkészítés után (dúsítással) hasznosítható kőzetek mennyiségét a káros komponensektől terhelt kőzettípusok mennyisége többszörösen meghaladja. Ezeknek, a finomkerámiai szempontból meddő kőzeteknek, valamint a dúsításkor visszamaradt anyagoknak (dúsítási meddők) ipari hasznosításához népgazdasági érdek fűződik, mert hasznosításuk esetén a hazai nyersanyagválaszték bővülne és a finomkerámiai minőségű haszonanyagok kitermelése is gazdaságosabbá válna. Ez indokolta ezeknek az anyagoknak közelebbi vizsgálatát.

A Központi Földtani Hivatal kutatásokat végeztet a nem műre érdemes ásványi nyersanyagok gazdaságos felhasználási lehetőségeinek megismerésére. Ennek a programnak keretében kapott megbízást a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet a tokajhegységi ásványi nyersanyag mellék- és meddőkőzeteinek vizsgálatára, valamint a felhasználási lehetőségek felderítésére.

A meddőkőzetek vizsgálata a több évtized óta működő bányák különböző kőzettípusaival kezdődött:

1. Bonbolyi kaolinbánya meddőkőzettípusai;
2. A Füzérradvány melletti Koromhegy kavicsos, homokos, illites meddőkőzettípusai.

Ezeket követően sor került az újabban megismert finomkerámiaipari nyersanyagokat magukba foglaló telepek meddőkőzettípusainak vizsgálatára:

3. Mád melletti Királyhegy Dobozi oldal dúsítható kőzetének dúsításakor visszamaradó része, dúsítási meddő.
4. Mád melletti Királyhegy Töröktanya környéki kaolinites-allevarditos, vasoxidos szennyeződésű kőzettípusai.
5. Ond melletti Bábavölgy kaolinites—illites, vasoxidos szennyeződésű kőzettípusai.

A vizsgálati eredmények rövid összefoglalása

1. A bonbolyi kaolinbánya finomkerámiai szempontból meddő kőzettípusai.

A bonbolyi kaolinbánya kovasavas kaolin-tartalmú, finomkerámiai célra megfelelő két nyersanyagtipusának (kemény vagy Zsolnay-

típus, puha vagy Gránit-típus) kitermelése mindenkor tekintélyes mennyiségű meddőkőzet megmozgatását igényelte. Egyrészt, a kovasav megnövekedett aránya miatt tekintik meddőkőzetnek az egyébként kis vasoxiddtartalmú anyagot, másrészt, a kovasavtartalom és kaolintartalom miatt megfelelő lehetne, de vasoxid mennyisége a megengedettnél nagyobb.

A nagy kovasavtartalmú, vasoxidban szegény kőzettípussal elvégzett vizsgálatok alapján megállapítást nyert, hogy ez a kőzettípus fehér-cementgyártásra alkalmas. A vizsgálatok eredményeként nemcsak a fejtésből folyamatosan kikerülő kőzetet tudták értékesíteni, hanem az évtizedek óta felhalmozódott hányó anyagának átválogatásával is fehér-cement gyártására megfelelő nyersanyagot kaptak.

A vasas szennyeződésű kőzettípust 1965-ben vizsgálták azzal a céllal, hogy a kályhacsempegyártásnál felmerült samoththiánt ezzel pótolják. Az üzemi szinten elvégzett kísérletek bebizonyították, hogy a kályhacsempe-öntőmasszában a samott 50⁰/₀-át helyettesíteni lehet ennek az anyagnak megfelelő szemcseösszetételű örleményvel.

2. Füzérradványi kavicsos, homokos, illites meddőkőzet.

A Füzérradvány melletti Koromhegy—Emberkő vonulat illites kőzettelap a finomkerámiaipar legjelentősebb hazai plasztikus nyersanyagelőfordulása. Az iparilag jelenleg hasznosított I. és II. osztályú nyersanyagtömbök meddőként kezelt homokos és kavicsos típusú kőzetek közé ékelődnek, mely utóbbiaknak agyagásvány-tartalma 30—40⁰/₀, vasoxiddtartalma pedig 0,5⁰/₀ körüli.

A jelentős agyagásványvagyoni ipari értékesítésének lehetőségét a szerző javaslatára megvizsgálták. Az agyagásványfrakció kinyerésére 20 mikron szemcsehatárnál elválasztó hidrociklonos eljárás megfelelőnek bizonyult. A módszer hatékonyságát az alábbi adatok szemléltetik:

	Eredeti anyag	Dúsított anyag súly %	I. o. illit átlaga
SiO ₂	74,5	60,9	56,7
Al ₂ O ₃	15,8	25,0	26,8
Fe ₂ O ₃	0,44	0,47	0,68
K ₂ O	4,0	5,8	7,9
Izz. veszt.	2,9	4,8	5,0
Illit	38	65	
Kvarc	49	26	
Földpát (egyéb)	13	9	

Szemcseösszetétel:

+ 20 mikron Ø	2,4
+ 10 mikron Ø	6,3
+ 5 mikron Ø	19,8
+ 2 mikron Ø	41,4
— 2 mikron Ø	58,6
Hasznos súlykihozatal	kb. 40

Összehasonlítási célt szolgálnak 28 I. osztályú illit szállítmány (Pécsi Porcelángyár 1963. év) kémiai elemzésének átlagértékei.

A fent közölt adatokból kitűnik, hogy a kőzet 40%-a hircociklonos eljárással értékes, Európa-szerte keresett plasztikus finomkerámiai nyersanyagként értékesíthető.

Figyelemre méltó tény, hogy a dúsított anyag vasoxidtartalma 0,5% alatti értékkel a 28 db I. osztályú illitéhez képest kedvezőbb.

Az illites dúsítmány vizes szuszpenzióinak gazdaságos víztelenítését nyersanyagkeverékek készítésével oldották meg. Az illites anyag híg szuszpenziójához ülepitéssel könnyen besűrűsödő kaolinites iszapot adagoltak, pl. királyhegyi dúsított sovány kaolint (Barna J., Kiss L.).

Megállapítást nyert, hogy a fűzerradványi meddőközetek dúsíthatók, így a finomkerámiai plasztikus nyersanyagvagyton tetemesen megnövelhető. Nyersanyagkeverékek készítésével a víztelenítés is gazdaságosan megoldható és a finomkerámiai céloknak legmegfelelőbb összetételű, közel állandó minőségű, nagyobb vagy kisebb képlékenységgű nyersanyagok állíthatók elő.

Az ipmort—export áruforgalomban, a devizamegtakarításon túlmenően, exportra is komoly lehetőség kínálkozik.

3. Királyhegyi dobozi oldal dúsítható köze- teinek dúsításból visszamaradó rész, dúsítási meddő.

A királyhegyi kaolinites dúsítható közettípusból 24—28% hasznos súlykihozattal finomkerámiai célra megfelelő anyagot lehet hasznosítani (Barna J., Kiss L.).

A dúsítási folyamatból, a termelési veszteséget is figyelembe véve, az eredeti kőzetnek 65—70%-a dúsítási meddőként terhelné az önköltséget.

Kutatásokat végeztünk a dúsítási meddő hasznosítására. A 3—0,02 mm Ø szemcsézetű anyagot nagy kvarctartalom, figyelemre méltó kaolinitmennyiség és 0,5%-nál kevesebb Fe₂O₃-tartalom jellemzi.

A dúsítási meddő összetétele:

SiO ₂	80 —85 %	Kvarc	70—80%
Al ₂ O ₃	9 —11 %	Kaolinit	15—20%
Fe ₂ O ₃	0,3— 0,5%	Alunit	0— 2%
SO ₃	0 — 2 %		

Szemcseösszetétele:

3,00—1,40 mm Ø	35—40%
1,40—0,20 mm Ø	15—20%
0,20—0,03 mm Ø	7—10%
0,03—0,02 mm Ø	5— 6%
—0,02 mm Ø	3%

Az anyag hajszálrepedéses rideg szemcséinek őrlése a kvarchomokénál kevesebb energiát igényel. Égetéskor a benne lévő kvarc 1250—1350 °C közötti hőmérsékleten krisztobalittá alakul. A fehérre égő anyag, az eredeti kaolintartalomtól függően, 12—15% mullitot tartalmaz. A dúsítási meddő ipari hasznosítását több irányban megvizsgálták.

a) Laboratóriumi, majd a Pécsi Porcelángyárban elvégzett üzemi kísérletek, amelyek a kályhacsempe-öntőmasszában a samottörlemények dúsítási meddővel való helyettesítését célozták, kedvező eredménnyel végződtek. Megállapítást nyert, hogy a kályhacsempe-gyártáshoz szükséges és nehezen beszerezhető samottörlemény 50%-át dúsítási meddővel lehet helyettesíteni.

b) Laboratóriumi kísérletek alapján megállapították, hogy műszaki porcelánmasszában a királyhegyi dúsítási meddő a plasztikus komponensek égetési zsugorodását csökkenti, a massa optimális hőmérséklettartományát megnyújtja, a próbatetek hajlítózilárdságát növeli és annak fehérségi értékét is javítja.

További kutatásra lenne szükség annak megállapítására, hogy a királyhegyi dúsítási meddő örleménye vázképző masszakomponensként milyen optimális arányban használható fel és főleg szükséges lenne az optimális granulometria megállapítására.

c) Szaniter öntőmasszában 10% súlyarányban keverhető vázképzőanyagként a királyhegyi dúsítási meddő finom örleménye.

Az eddigi vizsgálati eredmények arra utalnak, hogy egy esetleges dúsítómű önköltségének csökkentésére van lehetőség, amennyiben a dúsítási maradék is, a dúsítási meddő, hozzájárulhatna a haszonanyagválaszték bővítéséhez.

4. Királyhegy—Töröktanya környéki kaolinites-allevarditos, vasoxidos szennyeződésű közettípus.

A Királyhegy—töröktanyai területen lemélyített hét kutató akna anyagainak dúsítási vizsgálatokor ismertté vált, hogy a finomkerámiailag hasznosítható, kis vasoxidtartalmú nyersanyag típusokat itt is nagy vasoxidtartalmú — finomkerámiai szempontból meddő — közet-
tömegek veszik körül.

Mint az ásványbányászat, mint a finomkerámiaipar részéről felmerült a töröktanyai közettípusok természetes állapotban való felhasználásának igénye.

A hét kutatóakna közettípusainak 1 : 1 arányú keverékét 90 mikronos finomságra megőrítették és az örleményből padlóburkolólapokat sajtoltak. A megfelelő granulometriájú és nedveségtartalmú présorból megfelelő szilárdságú, jól kezelhető formatestek készíthetők.

A hét kutatóakna összevont anyagának oxidos összetétele:

Izz. veszt.	4,05%	MgO	0,15%
SiO ₂	78,43%	CaO	0,57%
TiO ₂	0,15%	Na ₂ O	0,06%
Al ₂ O ₃	13,20%	K ₂ O	2,41%
Fe ₂ O ₃	1,25%	SO ₃	0,17%

Az 1150 °C-on kiégetett formatestek jellemzői:

Teljes zsugorodás	5,9 %
Térfogatsúly	2,29 gr/cm ³
Vízfelvétel	2,50%
Látszólagos porozitás	5,54%

A laboratóriumi kísérletek alapján megállapították, hogy a Királyhegy—töröktanyai kaolinitesedett-allevarditosodott riolittufa típusainak keveréke padlóburkolólap gyártására megfelelő.

A vizsgálatok alapján valószínűnek látszik, hogy a töröktanyai kőzetek masszakomponensként külső burkolólapok gyártására is alkalmasak.

A laboratóriumi vizsgálatok a töröktanyai terület anyagainak épületkerámiai hasznosíthatóságára utalnak, de finomkerámiaipari jelentőségük is van, amennyiben a vasas szennyeződéstől kevésbé terhelt részek szelektív bányászata gazdaságosabbá válna.

5. Ond melletti Bábavölgy kaolinites, illites, vasoxidos szennyeződésű kőzet-típusai.

A bábavölgyi területen mélyített három kutatóakna anyagai vasoxid-szennyeződés szempontjából eltérő minőségűek voltak. Az 1,8—2% körül Fe₂O₃-ot tartalmazó kőzettípusokból hidrociklonos dúsítással kinyert frakció Fe₂O₃-tartalma 2%-ot is meghaladhatja. A kedvező kerámiai tulajdonságokkal rendelkező anyag (plaszticitás, önthetőség, betömörödés stb.) vizsgálatának szükségessége épületkerámiai szempontból is felvetődött.

A három akna anyagának átlagosított keverékét 90—60 mikronos finomságú őrleményből öntéssel, plasztikusan és különösképpen sajtolással jól megmunkálható masszát lehet készíteni. A kiszáritott anyag hajlítószilárdsága 30 kp/cm² körüli.

A sajtolat formatesteket 1200—1250 °C-on kiégették. Az égetett anyag betömörödött, annak hajlítószilárdsága 350—600 kg/cm², térfogatsúlya 2,20 g/cm³, látszólagosporozitása 9—5%.

Az égetés folyamán kialakult szövetszerkezet felépítésében kristályos fázisként mullit, kvarc és kraisztobalit mutatható ki.

A kiégetett anyag színe, a vasoxid- és a titánoxid-tartalomtól, valamint az égetési hőmérséklettől és a kemenceatmoszférától függően, tetszetős, zöldesszürke.

A kísérletek eredményeiből arra lehet következtetni, hogy a bábavölgyi kaolinites-illites, vasas szennyeződésű kőzettípus a hazai épületkerámiaipar egyik jelentős nyersanyagbázisává válhat.

Összegezve a fent vázolt kísérleti eredményeket, azokból arra lehet következtetni, hogy a Tokaji-hegység területén sok millió tonna különböző ásványi összetételű, mindezideig iparilag nem hasznosított, olyan „meddő kőzet”-vagy van, amely épületkerámiai termékek gyártására alkalmas.

Az épületkerámiai nyersanyagok hasznosítása elősegítené a kisebb tömegű finomkerámiaipari nemes nyersanyagok termelését. Ez utóbbiak az agyagásványos nyersanyagtömegeknek csak tört részét képezik, abban beagyazottan fordulnak elő. Önálló művelésük gazdaságossága kérdéses. A gazdaságos termelésére reális lehetőség nyílna, ha a beagyazó nagytömegű, termelési önköltséget terhelő, mindezideig „meddő”-nek nyilvántartott, épületkerámiai minőségű nyersanyagokat a kerámiaipar felhasználná.

Az épületkerámiai minőségű nyersanyagok nagyvolumenű hasznosításával, minden valószínűség szerint gazdaságossá válna a finomkerámiai célra dúsított nyersanyag-típusok előállítása is, így a felhasználó ipar jó és közel állandó minőségű, importot helyettesítő nyersanyagokhoz juthatna. A tokajhegységi hidrotermális genetikájú ásványvagyon a megérdemelt rangra emelkedve, annak egyedülálló, sajátos, kerámiai szempontból rendkívül értékes tulajdonságait az ipar értékesíthetné.

Az érdeklődés, az időálló, higiénikus és dekoratív jellegű padló-, külső és belső felületeket burkoló, a monotoniságot megszüntető épületkerámiai termékek iránt világszerte növekszik, az igény már Magyarországon is jelentkezik. Várható, hogy ez az igény a közeljövőben, a lakáshiány felszámolása felé közeledve, mindegyre fokozódik. Népgazdasági érdek fűződik ahhoz, hogy a lakótelepek és a középületk felületeit ne az olcsó, de nem időálló vakolat, hanem a hosszabb távlaton kifizetőbb és mindenképpen jobb, változatosabb és barátságosabb hangulatot keltő kerámiai elemek burkolják.

A tokajhegységi kutatások eddig elért eredményei feljogosítanak annak feltételezésére, hogy a területen számos finom- és épületkerámiai minőségű nyersanyagtelep felfedezésre vár. Indokolt az összes reményteljes területen a felderítő kutatások első fázisainak elvégzése. Ezt követné az ásványi nyersanyagok minőségi

és mennyiségi, valamint a bányászati adottságok és számítási viszonyok megfelelő szintű mérlegelése a legjobb előfordulások kiválasztása céljából.

A Tokaji-hegységet hazánk gazdag kerámiai nyersanyagbázisának lehet tekinteni, amely fokozottabb nyersanyagexport szempontjából is reményt keltő.

IRODALOM

1. *E. Nemezc, Gy. Varju and J. Barna (1963):* Allevar-dite from Királyhegy, Tokaj Mountains, Hungary. International Clay Conference 1963, Stockholm.
2. *Varju Gy. (1965):* A Tokaji-hegység hasznosítható szilikátipari nyersanyagai. Magyarhoni Földtani Társulat 1965. évi vándorgyűlésének kirándulás-vezetője 1965.
3. *Varju Gy. (1966):* Ásványtelepeink földtana. Nyersanyag-lelőhelyeink. 8. Nemércei ásványi nyersanyagok. 8. 12. Kaolin pp 92—106. Műszaki könyvkiadó, Budapest.
4. *Mátyás E. (1966):* A Mád-környéki felsőszarmata vulkáni utóműködés. Földt. Kut. IX. 2.
5. *Mátyás E. (1973):* Mád környékének földtani-teleptani viszonyai. Bányászati és Kohászati Lapok. Bányászat 106. évf. 1. sz.

Кишш Лайош:

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПУСТЫХ ПОРОД И ПОРОДООБРАЗУЮЩИХ В ТОКАЙСКИХ ГОРАХ

При реализации каолин из Токайских гор значительную роль может иметь использование пустых пород и других породообразующих. Путем комплексного использования месторождений возможно экономически эффективно использовать новые виды минерального сырья, обнаруженные в результате геологоразведочных работ.

Целью этих исследований является использование керамического сырья из окрестности Мад, Фюзерадвань и Онд-Бабавельдь.

Было установлено, что имеющиеся в значительных количествах пустые породы, оставшиеся после обогащения, могут быть использованы для различных целей и являются источником качественного минерального сырья.

Особенно для строительных керамических изделий были здесь найдены хорошие виды минерального сырья.

Наличие больших количеств минерального сырья для строительных керамических изделий дает возможность добычи сырья для качественных керамических изделий, отвечающего более высоким качественным требованиям.

Токайские горы можно считать сырьевой базой нашей керамической промышленности, из которого возможна поставка на экспорт.

A sárvár-rábasömjéni termásvíz ásványi alkotóinak komplex hasznosítása

Irták: Horváth Albert—Dr. Takács Pál

A magyar gyógyszeripar brómigényének biztosításával kapcsolatos importnehézségek újlag felvetették a hazai ásványvizekből történő jód- és brómkinyerés szükségességét, melynek előkészítését célzó kutatások megindítását a Ritkafém Tárcaközi Bizottság már a korábbi években szorgalmazta. (7)

Az I. táblázatban összefoglalt 1971. évi helyzetfelmérésünk (3) szerint kb. 800 t elemi brómot és brómvegyületet, valamint

45 t elemi jódot és jódvegyületet importáltunk, jórészt kapitalista országokból, mely import (1971. évi dollár-, illetve rubel-

I. táblázat

A bróm- és jódimport mennyiségének és értékének megoszlása a tőkés és szocialista szektorok között 1971. évben

Megnevezés	Tőkés			Szocialista		
	tonna	%	viszonylat ezer \$	tonna	%	ezer \$
Elemi bróm	600	100	295,2	—	—	—
Ammóniumbromid	—	—	—	75	100	—
Káliumbromid	20	25	73,0	60	75	—
Nátriumbromid	—	—	—	60	100	—
Összes brómvegyület	20	—	73,0	195	—	101,1
Elemi jód	5	17	14,5	25	83	54,55
Káliumjodid	14	100	—	—	—	—
Nátriumjodid	—	—	—	—	—	—
Összes jódvegyület	14	—	40,0	—	—	—
Bróm és vegyületei összesen:	620	—	368,2	195	—	100,1
Jód és vegyületei összesen:	19	—	54,5	25	—	54,55
Összes érték	—	—	422,7	—	—	155,65

II. táblázat

Az 1971-ben mintázott ásványvíz-előfordulások alapadatai

A vizsgált előfordulás		A mintavétel során felvett adatok				Összetétel			Megjegyzés
helye	tulajdonosa	jelenlegi hasznosítása	víz-hozam l/min.	víz-hőmérs. °C	Össz. sótart. g/l	Br— mg/l	J— mg/l	altot fo-	
Rábasömjén	Sárvári Városi Tanács	—	3000	85	46,0	103,5	23,9	7,64	1.
Győr—Szabadhegy	Búzakalász Tsz	kertészet	750	53	2,6	6,5	2,7	8,40	
Zalakaros	Megyei Tanács	fürdő	1500	96	11,2	30,5	15,5	8,37	
Kiskörös	Közseggazd. V.	fürdő	650	58	7,7	13,6	6,1	8,09	2.
Karcag	Városi Tanács	idényfürdő	1250	75	6,5	16,4	8,1	8,36	
Földes	Rákóczi Tsz	fürdő és hajtatóház	750	67	14,6	32,3	4,3	7,96	
Kaba	Közs. Tanács	fürdő	800	60	5,0	11,6	2,5	8,62	
H.-szoboszló	Fürdő V.	fürdő	3500	65—75	2,3	5,8	2,0	9,21	3.
H.-böszörmény	Városi Tanács	fürdő és kertészet	360	62	13,5	22,9	4,0	8,10	

1. A mintavétel idején 300 lit./min. vízkivételre fojtva üzemelt
2. A kút azonosítása bizonytalan
3. A minta, az elfolyó kevert vízből véve

paritáson számolva) kb. évi 32 millió forinttal terheli devizamérlegünket.

A NIM Műszaki Fejlesztési Főosztály, valamint a KFH támogatásával megindult kutatásokban régebbi ismereteken alapuló geológiai és hidrológiai szakvéleményekre (8, 1) támaszkod-

va, újlag tanulmányoztuk a jelentősebb bróm- és jódtartalmú ásványvíz-előfordulásokat. Munkánk keretében rögzítettük

— a rábasömjéni, győr-szabadhegyi, zalakarosi, kiskörösi, karcagi, földesi, kabai, hajdúszoboszlói, hajdúböszörményi

kutak műszaki adatait, jelenlegi állapotát és saját mintavételezésünk alapján meghatároztuk az egyes ásványvizek kémiai összetételét.

A II. táblázatban összefoglalt adatok szerint jód- és brómkinyerés szempontjából a jelenleg hozzáférhető termálvizek közül a rábasömjéni előfordulás mutatkozik a legkedvezőbbnek, sőt vízhozama, valamint koncentrációja alapján potenciális ipari bázisnak egyedül ez tekinthető.

1. A SÁRVÁR RÁBASÖMJÉNI TERMÁLVÍZ-ELŐFORDULÁS ISMERTETÉSE ÉS MINŐSÍTÉSE

Az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt Rábasömjén mellett a kutató fúrást 1964-ben a szénhidrogénkutató program keretében létesítette. A kút, e szempontból meddőnek bizonyult, ezért a Vizkutató és Fúróvállalat a VITUKI véleménye alapján a kutató fúrást hévízkúttá képezte át, majd 1966—67-ben végzett vizsgálatait során megállapította, hogy az nagy mennyiségű sós víz termelésére alkalmas (10).

A vízhozamra, a víz hőmérsékletére és kémiai összetételére kiterjedő vizsgálatok szerint az előfordulás lényegében állandó konyhasó-, valamint bróm- és jódkoncentrációt mutatott és

a vízkövesedés csökkentésével vízhozama is állandósult. A termálvíz

konyhasótartalmát 30 kg/m³-ben
jódtartalmát 24 g/m³-ben
brómtartalmát 100 g/m³-ben és a
vízhozamot 180 m³/órában

felvéve, az adott kút évi

60 000 t konyhasó

150 t bróm

36 t jód

teoretikus ásványvagyont reprezentál.

Tekintetbe véve, hogy szakértői vélemények szerint az előfordulás területén több kút létesítése és egyidejű üzemeltetése is lehetséges, a lelőhely népgazdasági jelentősége nyilvánvaló. Az is nyilvánvaló azonban, hogy a rábasömjéni termálvíz nyersanyagkénti hasznosításának fő terméke nem a bróm és jód, hanem a — bár kisebb értékű, de több, mint két nagyságrenddel nagyobb mennyiségű — konyhasó. E főtermék hazai kinyerését indokolja, hogy a jó minőségű asztali só importból történő biztosítása ugyancsak növekvő nehézségekbe ütközik.

A jó minőségű asztali só előállítását azonban nehezíti, hogy — mint az a III. táblázatból kitűnik — a termálvíz száraz maradéka 12,6% egyéb — étkezési sónál szennyezőnek tekinthető — oldható sót is tartalmaz, ezért pl. a nyers só-oldat frakcionált kristályosításával kielégítő

A Sárvár—Rábasömjén-i termálvíz kémiai összetétele
(Száranyag-tartalom: 45,5 g/lit.)

III. táblázat

Anionok		Kationok		Számított sóösszetétel		
Alkotó	mg/l	Alkotó	mg/l	Alkotó	g/l	%
Cl ⁻	24,040,0	Na ⁺	16,680,0	Ca (HCO ₃) ₂	0,50	1,10
Br ⁻	103,5	K ⁺	460,0	Mg (HCO ₃) ₂	0,30	0,65
J ⁻	23,9	Ca ⁺⁺	124,0	(NH ₄) HCO ₃	0,30	0,65
S ⁻	2,6	Mg ⁺⁺	64,0	NaHCO ₃	2,40	5,34
SO ₄	1097,0	(Nem disszociáló alkotók)		NaCl	39,60	87,00
F ⁻	56,5	Fe ₂ O ₃	9,2	NaBr	0,13	0,29
HCO ₃	2695,0	SiO ₂	92,0	NaJ	0,03	0,07
PO ₄ ⁻	0,25	B ₂ O ₃	97,0	NaF	0,12	0,26
				Na ₂ SO ₄	0,80	1,76
				K ₂ SO ₄	1,00	2,20
				Na ₂ B ₄ O ₇	0,14	0,32

tisztaságban csupán a konyhasótartalom 60—70%-a nyerhető ki. Különösen kellemetlen szennyezésnek tekinthető az 5,3%-ot kitevő nátriumhidrogén-karbonát-tartalom, de kristályosítási szempontból az együttesen 0,4%-ot kitevő (NaJ + NaBr)-tartalom is zavaró.

Az étkezési sókinyerés szokványos nyersanyagai az említett szennyezőket nem, vagy legfeljebb kisebb koncentrációban tartalmazzák, ezért pl. a tengervízből történő sókinyerési technológia a rábasömjéni vízre közvetlenül nem adaptálható.

Az elmondottak szem előtt tartásával alakítottuk ki laboratóriumi kísérleteinkben a rábasömjéni termálvíz komplex feldolgozási technológiáját, melynél a konyhasótartalom étkezési só formájában történő hasznosításának hatásfokjavítását, ill. a bróm- és jódkinyerésnek az étkezési só előállítási technológiába tisztítási műveletként történő bekapcsolását tűztük ki célul. (4)

2. A JÓD- ÉS BRÓMKINYERÉS LEHETŐSÉGEINEK KÍSÉRLETI VIZSGÁLATA

Az ásványvízből és tengervízből történő jód és bróm kinyerésére számos eljárást dolgoztak ki, melyek közül igen előnyösnek és korszerűnek tartható a jód- és brómtartalom ioncsere útján történő kinyerése. Ilyen módszert a Karvin Osztrava-i bányavizek jódtartalmának kinyerésére az Ustav Nerostnich Surovin (Kutná Hora, ČSSR) kutatóintézet is kifejlesztett, mely módszerrel a Központi Földtani Hivatal régebbi megállapodása alapján módunk volt közvetlenül megismerkedni és a módszernek a Sárvár—Rábasömjén termálvízre történő adaptálására közös kutatásokat lefolytatni. (5, 6)

Csehszlovákiában kísérleti üzemben kipróbált ioncseres technológia részei a következők:

— a víz kénsavas savanyítása 3 pH-értékig

- a savanyított víz klóros oxidációja 550 mV redoxpotenciál értékig (szelektív jódoxidáció)
- az oxidált, elemi jódot tartalmazó oldatból a jód megkötése ioncserélő oszlopon (Ostion ATP erősen bázikus ioncserélő-gyantával)
- a megkötött jód eluálása kénessavval (SO₂-gázzal)
- az eluátum újbóli klóros oxidációja
- a kivált nyers jód szűrése.

Brom kinyerésénél a jódmentesített vizet 1050 mV redox potenciál értékig klórral tovább oxidálják, majd az elemi bromot ugyancsak anioncserélő-oszlopon kötik meg. Kénessavval történő eluálás után, újbóli oxidációval nyers brom állítható elő.

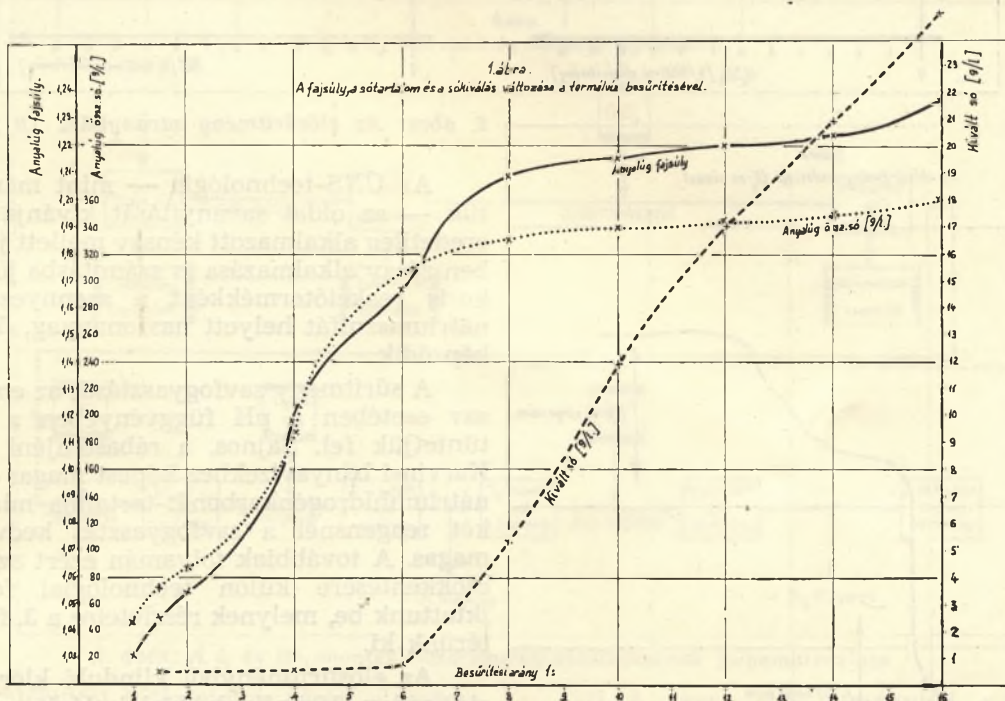
Az UNS által vizsgált bányavizeknél a jódon és bromon kívül más értékesíthető komponens nem volt, ezért a feldolgozás előkoncentráció nélkül történt. Mivel az adott termálvíznél a só kinyerése érdekében a nyersvíz amúgyis bepárlásra kerül, célszerű a jód- és bromkinyerést is sűrítmenyből végezni. A besűrités jód-brom szempontjából optimális mértékének meg-

állapítása céljából különböző sűrítési arányok mellett végeztünk bepárlási kísérleteket. Az oldat fajsúlyának, sótartalmának és a sókiválás mértékének változását a besűrités függvényében az 1. ábrán tüntetjük fel.

Mint a diagramból látható, kb. 6 : 1 besűritési arányig a sókiválás jelentéktelen és összetétel-vizsgálatunk szerint elsődlegesen a keménységi sók leválásából adódik. A konyhasókiválás ez arány felett kezdődik meg és a besűritéssel közel leineárisnak tekinthető.

A konyhasóval együtt kisebb mértékben, jód, nagyobb mértékben brom is kiválik, így a jód- és bromkoncentrációk valamivel kisebb mértékű, mint a besűritési arányból számítható.

A nagyobb mérvű jód-, brom- és konyhasó-vesztés elkerülése céljából célszerűnek látjuk a jód és brom kinyerés előtti elősűritésére a 7,5 : 1 arányig történő bepárlást választani, amikoris elhanyagolható haszonanyag-vesztés mellett a keménységi sók már biztonsággal leválaszthatók. Az így nyert elősűrítmeny ionos elemzését, valamint ebből számított sóösszetételét a IV. táblázatban mutatjuk be. Ez az elősűrítmeny az anyagmérleg figyelembevételével az eredeti



1. ábra: A fajsúly, a sótartalom és a sókiválás változása a termálvíz besűritésével.

Elősűritett Sárvár—Rábasömjén-i termálvíz kémiai összetétele.
(Száranyag-tartalom: 3289 g/lit.)

IV. táblázat

Alkotó	Anionok	mg/l	Alkotó	Kationok	mg/l	Alkotó	Számított sóösszetétel	g/l	%
Cl ⁻		179,700,0	Na ⁺		123,400,0	NaHCO ₃		10,42	3,20
Br ⁻		735,0	K ⁺		324,0	Na ₂ CO ₃		3,75	1,15
J ⁻		175,0	Ca ⁺⁺		19,5	Na ₂ SO ₄		5,61	1,70
SO ₄ ⁻		7950,0	Mg ⁺⁺		20,0	NaCl		296,00	90,30
F ⁻		380,0	B ₂ O ₃		690,0	NaBr		0,95	0,29
HCO ₃ ⁻		7580,0				NaJ		0,21	0,07
CO ₃ ⁻		2105,0				NaF		0,84	0,27
						K ₂ SO ₄		7,20	2,20
						CaSO ₄		0,10	0,03
						MgSO ₄		0,10	0,03
						Na ₂ B ₄ O ₇		1,00	0,31

konyhasótartalom 99⁰/₀-át

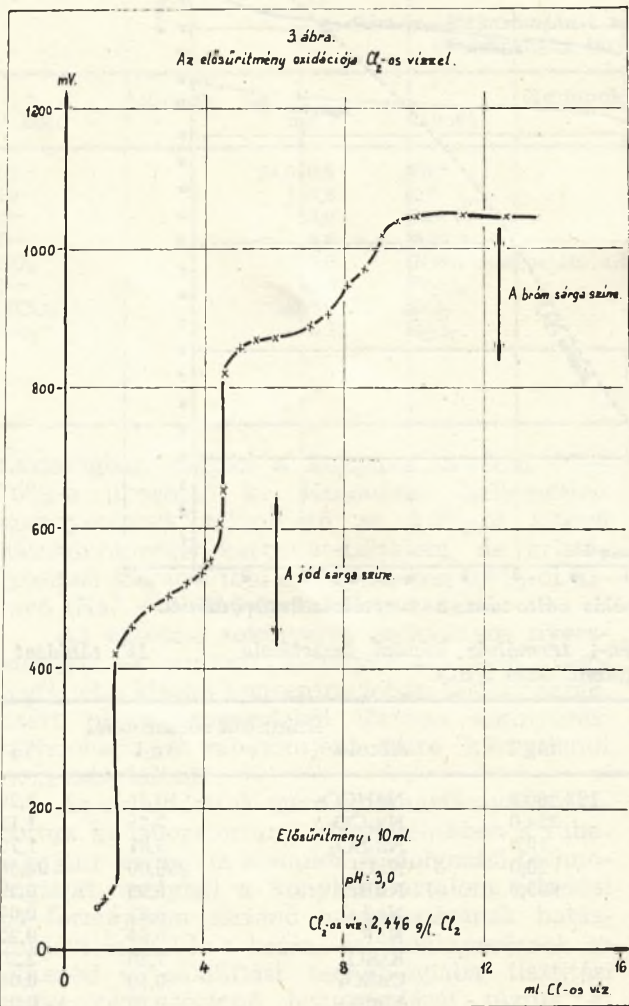
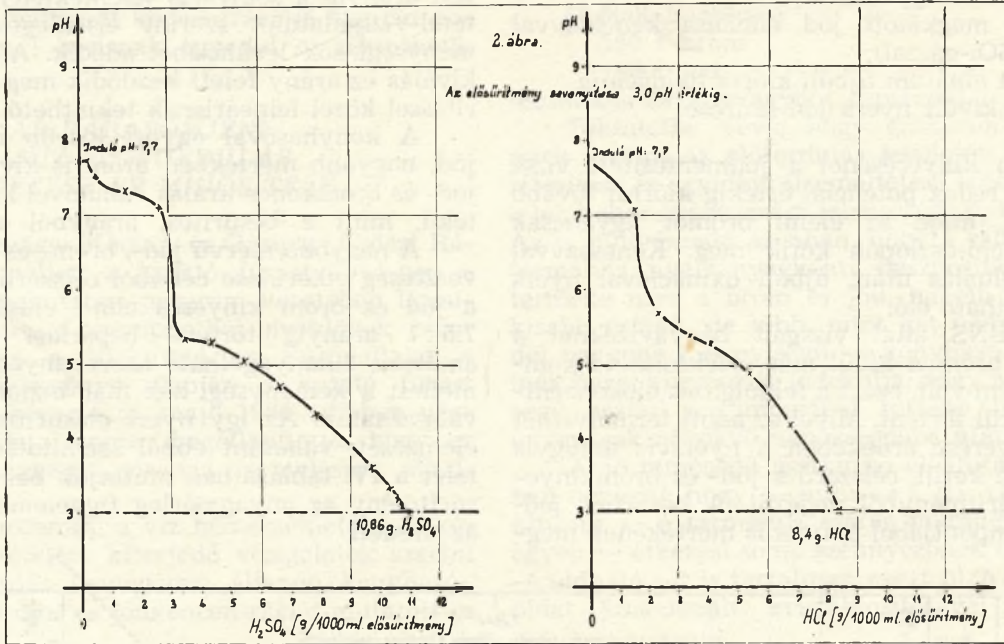
bromtartalom 94⁰/₀-át

jódtartalom 98⁰/₀-át

koncentrált formában tartalmazza.

A bepirálás folyamán — mint az az elemzési adatokból kitűnik — a nátriumhidrogénkarbo-

nát széndioxid lehasadás mellett részben nátriumkarbonáttá alakul. Ezen anyagvesztés, valamint a keménységi sók leválása következtében a szennyező sótartalom százalékosan mintegy 9,3⁰/₀-ra csökken, vagyis az elősűrités egyben tisztító műveletet is jelent.



3. ábra: Az elősűritmény oxidációja Cl₂-os vízzel

2. ábra: Az elősűritmény savanyítása 3,0 pH értékig

Az ÜNS-technológia — mint már említettük — az oldat savanyítását kívánja meg. Az eredetileg alkalmazott kénsav mellett jelen esetben sósav alkalmazása is számításba jöhet, amikor reakciótermékként a szennyező jellegű nátriumszulfát helyett haszonanyag, (konyhasó) képződik.

A sűritmény savfogyasztását az említett két sav esetében a pH függvényében a 2. ábrán tüntetjük fel. Sajnos, a rábasömjéni víznek a Karvin-i bányavizekhez képest magas szóda, ill. nátriumhidrogénkarbonát-tartalma miatt mindkét reagensnél a savfogyasztás kedvezőtlenül magas. A továbbiak folyamán ezért az alkálitás csökkentésére külön technológiai folyamatot iktattunk be, melynek részleteire a 3. fejezetben térünk ki.

Az elősűritményből kiinduló klóros oxidáció redox lépcsőinek kialakulását a 3. ábra szemlélteti. E technológiai műveleti szakasz a rábasömjéni termálvízre lényegében változtatás nélkül adaptálható, mert az oxidáció ezen alapszintnél is élesen elkülönülő potenciállépcsőkben folyik le.

Az ismertetett eredmény birtokában laboratóriumi ioncserélő oszlopon vizsgáltuk a jódtartalom megkötését, amely 543,4 mg jód/ml gyanta kapacitással volt elvégezhető. E kedvező eredmény alapján a jód kinyerésére az ÜNS-technológia átvehetőnek ítéltető.

Vizsgáltuk a jódkinyerés után a brómkivonás lehetőségét is az ÜNS-módszerrel. Ennek során az elemi brómot tartalmazó (a tovább oxidált) anyalúgot is adszorbeáltuk Ostion ATP műgyantán. Mivel azonban eluálás után a gyan-

takapacitást meghatározva mindössze 210 mg/ml értéket értünk el, brómkinyerésre az ismert — levegővel történő kifúvatáson alapuló — Down-eljárás alkalmazását kedvezőbbnek látjuk, ugyanis az elősűrített oldat 7—800 mg/liter brómkoncentrációja e technológia alkalmazását már lehetővé teszi (9).

Saját kísérleteink szerint is az adott jódmentesített elősűrítmenyből klóros oxidáció után a bróm 20 mg/liter maradék brómtartalomig volt kifúvatható.

3. AZ ELŐSŪRÍTMÉNY ALKALITÁSÁNAK CSÖKKENTÉSE

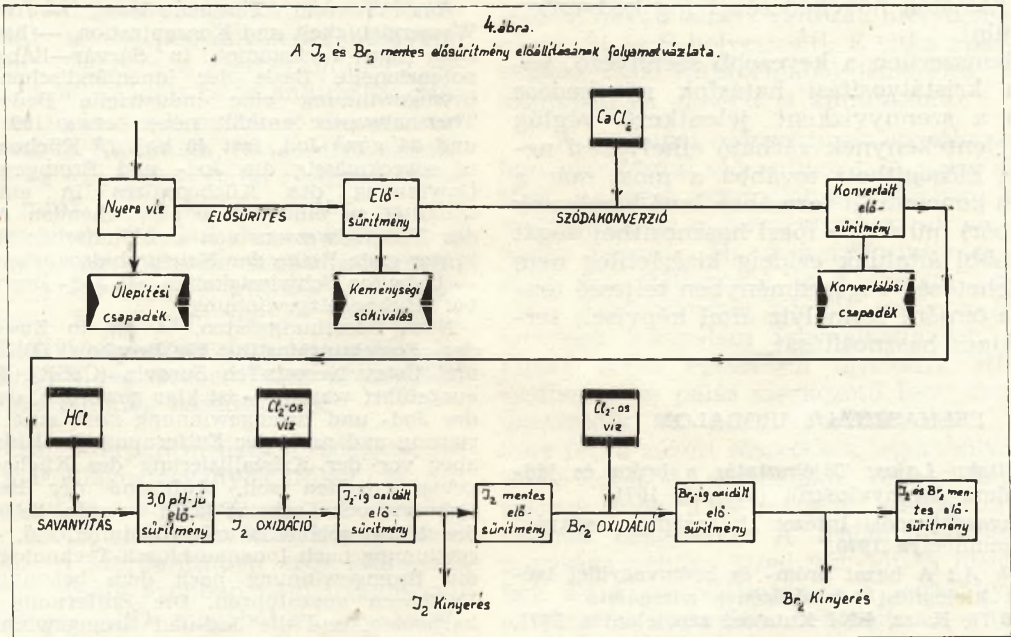
Mint arra már az előző fejezetben rámutattunk, a Sárvár—rábasömjéni termásvíz nagy szódataralma nemcsak a konyhasó kikristályosodásánál zavar, hanem jód és bróm kinyeréséhez szükséges savszükségletét is a gazdaságosság határán túlmenően növeli. Szükséges ezért a savazási lépcső előtt a szóda- és szódabikarbona-tartalom legalább részbeni eltávolítása.

4. A JÓD- ÉS BRÓMKINYERÉS ÖSSZEKAPCSOLÁSA AZ ÉTKEZÉSI KONYHASÓ ELŐÁLLÍTÁSÁVAL

Az előző fejezetekben foglaltak szerint a végbepárlás alatti jód- és brómvesztés elkerülésére a jód- és brómtávoltást célszerű a konyhasó kikristályosítása előtt az elősűrítmenyből végezni. Ugyancsak célszerű a savfogyasztás csökkentése érdekében a szóda konvertálási lépcsőt a jód- és brómkinyerési lépcső elé beiktatni. A 4. ábrán részletezett technológiai folyamat szerint a konyhasó a jód-, bróm- és szódamentes elősűrítmenyből kerül (további bepárlás után) kikristályosításra.

A kristályosítási lépcső megvalósításánál azonban további technológiai problémát vet fel a szóbanforgó közbelső termék savas pH-ja, ezért erre vonatkozóan három lehetőséget vizsgáltunk:

- I. A savas elősűrítmeny mészpórral történő semlegesítése;
- II. A savas elősűrítmeny szódás közömbösítése;



4. ábra: A I_2 és Br_2 mentes elősűrítmeny előállításának folyamatvázlata.

Laboratóriumi kísérleteink során először a hidrogénkarbonát szódává történő átalakítását és a koncentrált szóda mélyhűtéssel történő kikristályosítását vizsgáltuk, azonban kielégítő hatásfokú eredményt e módszerrel nem értünk el. Ezért kalciumkloridos konvertálási módszert dolgoztunk ki, amely reagenssel az elősűrítmeny lúgossága úgy csökkenthető, hogy a konyhasókinyerésnél hasznosuló nátriumklorid mellett az oldatból kalciumkarbonát csapadék válik ki, mely termék (leszűrés, mosás és szárítás után) precipitált krétaként értékesíthető.

A laboratóriumi kísérleti eredmények szerint az elősűrítmeny kb. 7 g/liter kalciumklorid-adagolással semlegesíthető és egyúttal a 3 pH-ig történő savanyítás eredeti 8,4 g/l sósavszükséglete 3,6 g/l értékre csökken.

- III. A savas elősűrítmenyből a konyhasó semlegesítés nélküli leválasztása és a sózagy szűrés utáni szódás neutralizálása.

Véleményünk szerint iparilag mindhárom változat megvalósítható; a választást a további, most már nagyobb léptékű kísérleteknek kell a gazdaságossági szempontok figyelembevételével eldönteni.

Rá kell mutatnunk végül, hogy a szóda-, bróm- és jódeltávolítás, illetve -hasznosítás a konyhasókinyerés szempontjából hatékony lúgtisztítási folyamatnak tekinthető, mert mint azt az V. táblázatban összefoglalt adataink mutatják, a kristályosítást zavaró szennyezők mennyisége a nyers elősűrítmeny hasonló komponenseihez képest közel felére csökken. Nagyüzem-

Szóda-, bróm- és jódmentesített elősűrítmények
szennyezőtartalma.
(Az össz sótartalomra vonatkoztatva)

Technológiai variáns	I. a	I. b	II.	III.
Savkomponens	kénsav	sósav	sósav	sósav
Semlegesítő komponens	CaO	CaO	Na ₂ CO ₃	—
a) Eredeti szennyezők %				
K ₂ SO ₄	2,00	2,10	2,20	2,20
MgSO ₄	—	0,04	0,05	0,05
Na ₂ SO ₄	1,20	1,52	1,90	1,90
NaBr + NaJ	0,02	0,02	0,02	0,02
Na ₂ B ₄ O ₇	0,30	0,30	0,30	0,30
b) Vegyszeres kezeléssel bevitt szennyezők %				
CaSO ₄	1,90	—	—	—
CaCl ₂	—	1,20	—	—
HCl	—	—	—	0,90
Összes szennyező %	5,42	5,18	4,47	5,37

ben a nagyobb lúgtisztaság várhatóan a kristályosítási hatások növekedésével fog kedvezően érvényesülni.

Értelemszerűen a kevesebb szennyező, valamint a kristályosítási hatások növekedése csökkenti a szennyvízként jelentkező végül enélkül jelentékenynek várható elhelyezési nehézségeit. Elősegítheti továbbá a most már a végül koncentrált formában levő bioelemek (kálium, bór) műtrágya ipari hasznosíthatóságát is. Ez utóbbi általunk ezideig kísérletileg nem vizsgált lehetőség végeredményben teljessé tenné a rábasömjéni termálvíz által képviselt természeti kincs hasznosítását.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. Dr. *Bélteky Lajos*: Tájékoztató a bróm és jód-tartalmú ásványvizekről (kézirat) 1971.
2. Energiagazdálkodási Intézet „Rábasömjéni sógyár” c. tanulmánya 1970.
3. *Horváth A.*: A hazai bróm- és brómvegyület igények kielégítési lehetőségének vizsgálata 22—3/71. K. sz. BKI Kutatási zárójelentés. 1971.
4. *Horváth A.—Dr. Takács P.*: Laboratóriumi kísérletek a Sárvár—Rábasömjén-i termálvíz ásványi alkotóinak komplex hasznosítására. 22—5/72 BKI Kutatási jelentés 1972.

5. *J. Pelikán—F. Nekvasil*: Über Gewinnungs möglichkeit von I und Br von Rábasömjén. UNS kutatási jelentés, Kutna Hora 1971.
6. *J. Pelikán—F. Nekvasil*: Bericht über die Laborforschung der Isolation von Jod und Brom aus der Mutterlauge auch der Kochsalzkristallisation aus dem Mineralwasser von Rábasömjén—Sárvár UNS Kutatási jelentés, Kutna Hora, 1972.
7. OMFB ismertető tanulmány: Ritka- és szórványfémek távlati szükségletének elemzése és hazai kinyerésének vizsgálata III. rész. A hazai természetes ásvány és termálvizek ritkafém-tartalmának kinyerési lehetőségei. Budapest, 1968.
8. *Dr. Varjú Gyula*: A jód és bróm geológiájáról (Kézirat tanulmány, 1971.)
9. Veszprémi Vegyipari Egyetem Kémiai-technológiai Tanszék: Jód és bróm kinyerésének lehetőségei ásványvizekből. Kutatási jelentés, 1971.
10. Vízkutató és Fűró Vállalat: A Sárvár—Rábasömjén-i hévízkút vizsgálata. Jelentés 1970.

DIE KOMPLEXE BENÜTZUNG DER MINERALISCHEN BESTANDTEILE
DES THERMALWASSERS VON SÁRVÁR—
RÁBASÖMJÉN

von A. Horváth—Dr. P. Takács

Aus unserem Thermalwasser, — wegen seine Wassergiebigkeit und Konzentration, — hat ausschließlich das Vorkommen in Sárvár—Rábasömjén als potenzielle Basis der innenländischen Jod- und Bromgewinnung eine industrielle Bedeutung. Das Thermalwasser enthält neben etwa 100 g/m³ Brom und 24 g/m³ Jod, fast 40 kg/ m³ Küchensalz, darum ist zweckmässig die Jod- und Bromgewinnung zur Gewinnung des Küchensalzes in entsprechender Qualität zu binden. Die abweichenden Analysedaten des Thermalwassers von ausländischen Rohstoffe, — in der erste Reihe der Natriumhidrokarbonat — gehalt, — bedeuten Schwierigkeiten bei Jod- Brom- und auch bei Küchensalzgewinnung.

Nach Forschungsdaten, — die in Zusammenarbeit der „Forschungsinstitut für Bergbau” (BKI) Budapest; und Ústav Nerostných Surovin (ČSSR). Kutná Hora; ausgeführt waren, — ist klar geworden, dass die Stufe der Jod- und Bromgewinnung nach eine Präkonzentrierung und nach der Entfernung der Hydrokarbonate, aber vor der Kristallisierung des Küchensalzes eingebaut werden soll. Aufgrund der Resultate der Laborversuche scheint fähig zu sein, die Abscheidung des Hydrokarbonates mit Kalziumchlorid, — die Jodgewinnung nach Ionenaustausch-Technologie der UNS; die Bromgewinnung nach dem bekannten DOWN-Verfahren auszuführen. Die Entfernung der Hydrokarbonate, und die Jod- und Bromgewinnung können wir als ein Prozess der Laugreinigung behandeln, welcher die Ausbeute des Endproduktes verbessert, aber die Abführungsprobleme der Endlauge, — welche als Abwasser anwesend ist, — auch vermindern wird.

Magyarországi serpentinek mineralógiai vizsgálata

Írta: Dr. Erdélyi János

A magyarországi serpentinek vizsgálatával négy féleven át foglalkoztunk. A nyugat-magyarországi serpentinek kivételével az összes magyarországi serpentin (Perkupa, Helesfa, Gyód, Ófalu) mikromineralógiai vizsgálatát elkészítettük. A vizsgálatok röntgen-diffraktométer, derivatográf, teljes közetelemzés, színkép-elemzés (32 alkatrésze) és mikroszkópvizsgálat útján készültek. Minden előfordulásról átlag 10–12 minta vizsgálatát végeztük el.

I. Perkupa

A perkupai serpentinittel Szabényi Lajos, Mészáros Mihály és két dolgozatban Nemezc Ernő foglalkozott. Vizsgálataink Nemezc megállapításait megerősítették: az originális közet nagy olivintartalmú diabáz, melyet hidrotermális hatások alakítottak serpentinitté. Véleményünk szerint a serpentinítés mélyebb rétegben ment végbe és a serpentin-tömeg sódiapír módjára préselődött be az anhidritbe. Hasonló eseteket ír le a serpentinek diapirizmusáról Milanovič és Karamata. Nevezettek szerint a serpentinek ez esetben fiatal szedimentekbe préselődtek, mint hideg szilárd testek. A perkupai serpentin jól láthatók mindenütt a préselés nyomai, legtöbbszörre összetöredezettek, morzsoltak. A 11-es mintánk kifejezetten dörzsbreccsa jellegű. E serpentinekben helyenkint zárványként olivindiabázdarabok találhatók, jeleül annak, hogy hideg serpentinest préselődött az anhidrit-gipsz-tömeg hasadékaiba.

A felpréselt serpentin összetöredezett; repedéseiben másodlagos ásványok (főleg krizotil) képződtek, azonban a felpréselt serpentin maga is, lizarditon kívül, elektronmikroszkópi méretű krizotilból áll. A serpentinben erős kloritosodás észlelhető, amely azonban nem nagymérvű, így a szükséges Al_2O_3 magából az anyaközetből származtatható. [Az Al-serpentinek (szep-tekloritok) átalakultak valódi kloritokká.] Rendszerint repedésekben képződtek. A dörzsbreccsa-szerű mintában jelentős szerepet játszó szaponit (hektorit) utólagos átalakulás eredménye. (A „serpentinésedett agyagpala” feltevése azonban kizárt, mert az agyagpala nem serpentinésedik, a serpentin Mg-ásványokból képződik.)

Megvizsgáltunk 11 serpentin mintát és repedésekben előforduló 4 ásványmintát. A vizsgált közetminták serpentinásványok keverékei. Ezek: lizardit, orto- és klinokrizotil, s egy új monoklin krizotilásvány, melynek vizsgálata elkészült, publikálása folyamatban van. Az új krizotilásvány a perkupai serpentinben a lizardit mellett legtöbb esetben uralkodó ásvány, s a közet repedéseiben tisztán is előfordul. Kísérő ásványok: gipsz, magnetit és szaponit, a repedé-

sekben helyenkint brucit. Egyes minták röntgen-diffraktogramjain a monoklin kloritok nagyszámú reflexiója látható. A csaknem fekete serpentinminták 4–6% magnetitet tartalmaznak. A vegyelemzések kimutattak Cr_2O_3 -tartalmat a magnetitet kísérő kromitból származik. Talk nem, de igen kevés muszkovit egyes mintákban kimutatható; helyenkint a röntgen-diffraktogramon az apatit reflexiói is észlelhetők.

Vizsgáltuk a Földtani Intézet régebbi gyűjteményeiből származó egyik tömött, látszólag homogén serpentinmintát, amely tisztán ultramikroszkópi méretű krizotilból áll, lizardit jelenléte nélkül. E minta kevés mangánitot is tartalmaz a magnetit mellett. A dörzsbreccsában kalkopirit szemcsék mikroszkóp alatt jól felismerhetők. E minta feltűnően nagy Li-tartalma (60 ppm) a hektoritból származik. Az apatit wilkeit néven ismert változat, melyben a P nagy részét Si és S helyettesíti. E ritka apatitféleség ezideig csak Kaliforniából ismeretes. Ebben a mintában az ankerit is kimutatható.

A perkupai serpentinek egyetlen mintájában sem fordul elő antigorit. A palás szerkezetűek az orsó vagy lencse alakban különböző serpentin. Ez a *serpentin-diapirek első megjelenési formája*. Ha a serpentin-tömeg nyomás alatt van (Milanovič és Karamata szerint) és nincs tektonikusan kijelölt irány a kitérésre, melynek irányában felemelkedhetne, akkor a tömeg teljes egészében igyekszik áttörni, ez esetben nem palás szerkezetű lesz, hanem összezúzódik és konglomerátum-szerű szövetet vesz fel: a zúzott részecskék legömbölyödnek és többé-kevésbé gömbalakú testek képződnek, melyek finomra szétmorzsoltszerű serpentin-tömegbe vannak beágyazva. A legömbölyödött részek nagysága néhány tized mm-től $\frac{1}{2}$ m-ig terjedhet. Ez a serpentin-tömeg a legkönnyebb felemelkedés irányában behatolt az antiklinális-magba, felemeli azt és összetöri, miközben néha a mellékközet jelentős méretű darabjait sodorja magával, így ún. „serpentin-dóm” képződik. Ez a *serpentin-diapirek második formája*. Perkupán a túlnyomóan palás szerkezetű mintákkal szemben a 11. minta, II. szint É-i l. haránt, 16. kamra, szövete megfelel az itt elmondottaknak. E minta helyén tehát nagyobb serpentin-tömeg valószínűsíthető a mélyben, amely azonban feltételezhetően teljesen zúzott. E zúzott serpentin természetesen könnyebben átalakul és így szaponit képződik.

Elkészült 4 ásványminta vizsgálata is, amelyek a perkupai serpentinek repedéseiben fordulnak elő:

- I. A 2. mintát bekérgező halványzöld és sárga tömött anyag, főleg lizardit és o-krizotil keverék, de az új krizotil-féleséget is bőven

tartalmazza. Kísérő ásványok illit és gipsz. A sárga színű repedéskitöltés, fentiekén kívül klinokrizotilt is tartalmaz.

II. A 3. szerpentinminta repedéseit kitöltő zöldes-fehér amorf bekérgezés — II. szint D-i kerület, D-i főszállító vágatban a kerülő vágat utáni 5 m-ben — helyenkint krizotilba megy át. Az amorf tömött anyag lizardit, a rostos anyag klinikrizotil és az új krizotil-féleség keveréke. Emellett kevés muszkovit és klorit figyelhető meg.

III. Világoszöld, szálkás, kemény anyag — akna 1040—1050 mélységéből — túlnyomórészt klinikrizotil, lizardit, valamint az új krizotil keveréke (ELTE Ásványtani Tanszék).

IV. Az aknában — 726,70—727,20 méterben — selyemfényű, lágy, zöldesfehér krizotilér van tömött szerpentinben. (A minta az ELTE Ásványtani Tanszékről származik.) Benne tömött, halványzöld lizarditlencsék láthatók. Az ásvány fő tömegében újkrizotil. Részletes vizsgálatok külön közlemény témája. Röntgen-diffraktogramja és derivatogramja teljesen eltér más serpentinekétől.

Mecseki serpentinek.

II. Helesfa

A helesfai serpentinek két fúrásból (H—1 és H—2) kerültek elő. Ezeket áttekinthetőség kedvéért mélység szerinti sorrendben dolgoztuk fel. A vizsgálat mikroszkópi, kémiai, szinképelemzési, derivatográfiai és röntgen-diffraktométeres módszerekkel történt. Genetikai vizsgálatunk új eredményt hozott. Vékonycsiszolatban finom túszerű ásványok, illetve azok sugaras, pamacszerű halmazai láthatók. Megjelenésük és optikai viselkedésük alapján e pamacsokat Mg-turmalin, drávit alkotja. A minták röntgen-diffraktogramjában is nagyszámú turmalinreflexió látható. A 2. minta (mélység 134,60 m) B-tartalma szinképelemzés alapján 95 ppm. A mélység felé a B-tartalom csökken. Serpentinek turmalintartalmát Verhoogen és Turner spilittekkel hozzák kapcsolatba. A spilittek keletkezésénél nátrium-metaszomatózis érvényesül az áttört nedves üledékekbe abszorbeált tengervíz nátriumtartalmának hatására.

A mecseki kristályos övezet serpentinje a prekambriumi kőzetsorozatban elnyúlt „párkánykőként” helyezkedik el. (L.: Wein György; A. A. E. A. Ghanem—L. Ravasz—Baranyai.) E serpentin magmatogén eredetű. Jelenleg a zöldpala facieshez tartozik.

III. Gyód

Gyódon a turmalin a serpentinből hiányzik. A nagy hőmérsékletű kontakt hatások során a B a kőzetből elillant.

Magasabb szintekben (70 m) nincs a serpentinben magnetit. Hiessleitner szerint a magnetit az olivin vastartalmából származik; a serpentinnesedő peridotitokban magnetit-újraképződés látható, Helesfán ez általánosan megfigyelhető. Gyódon csak 80 m-nél mélyebb szintben jelentkezik. A serpentinnesedés hőmérséklete 200—400°. Ez 1—2 km-től 10—12 km mélységig lehetséges. A serpentin tehát itt is, mint Perkupán, valószínűleg nagyobb mélységben képződött és tektonikus hasadékok mentén préselődött fel. A helesfai serpentin fő tömegében lizardit, amelyben számos idegen ásvány foglal helyet. A gyódi serpentinben azonban tipikus kontakt hatások érvényesültek.

A helesfai fúrásokból 9 minta, a gyódi fúrásokból 6 minta vizsgálatát készítettük el. A helesfai minták 121—400 m-ről, a gyódi minták aránylag kis mélységből: 70—125 m-ről kerültek ki.

A helesfai mintákban, legtöbb helyen uralkodó ásvány a lizardit, azonban magasabb szintekben (121 m) a krizotilok (krinokrizotil és a monoklin újkrizotil) uralkodnak. A minták sok monoklin kloritot tartalmaznak, amelyek mennyisége a mélység felé nő. A magnetit sok (6⁰/₀-ig) mennyisége a mélység felé szaporodik, a mélyebb szintekről származó serpentinminták színe csaknem fekete, mágnesvasércre emlékeztető. A mintákban mindenütt kimutatható a Mg-turmalin (drávit), amelynek mennyisége magasabb szintekben nagyobb. Jelenléte kontakt metaszomatózisra utal. A mélyebb mintákból származó, csaknem fekete minták sok kloritot tartalmaznak emiatt a vizsgálat sok tapadó vizet jelez; repedésein kékesfehér opálszerű anyag van, valószínűleg alumogén, mert a röntgenkép diaszport és böhmítet is mutat. A magnetit oxidációjából hematit és lepidokrokit is képződött. A mintákban itt-ott karbonát is jelentkezik (kalcit, magnezit, valamint sziderit, ankerit), de inkább csak a repedésekben. A repedésekben néha a burcit is megjelenik. A böhmít egyes mintákban, mint repedéskitöltés jelenik meg. A szinképelemzés jelentős Mn, Ni és Cr-t (Mn = 1000 ppm, Ni = 600—400 ppm és Cr = 1600—100 ppm) mutatott ki.

A gyódi serpentin vizsgálata

A gyódi serpentin a prekambriumi regionális metamorfózis során, ultrabázisos kőzetből képződött. A nagyobb fajsúlyú olivinerek a mélyebb szintekben koncentráálódtak. 80-m-től a mélység felé a magnetittartalom nő, mert a magnetit az olivin Fe-tartalmából képződött. A gyódi serpentin fő tömegében lizardit, amelyet valamilyen bázisos kőzet későbbi feltörése igen nagy hőmérsékleten kontaktmetamorfizált. E kontaktkőzet hőmérséklete legalább 1200 °C volt. A nagy hőmérséklet hatására a serpentin elvesztette vizét és 800° felett forszterit, részben ensztatit alakult. Az ensztatitból 1140°-on klineensztatit képződött (L.: Barth—Correns—Eskola, 29. old.). A 90,5 m-ről kikerült minta elválási lapján lévő 2—3 cm-es kristályok

vizsgálata szerint a kloritot vízfelvétellel 500—600°-on kloritá, majd további vízfelvétellel 400° alatt lizarditá alakult, de a röntgenvizsgálat változatlan kloritot is kimutató. Tehát a kloritot vízfelvétellel, a külső alak megtartása mellett visszaalakult egy ásványparamorffá. A 70 m-ről kikerült minta lágy, szintelen pikkelyes kloritnak bizonyult. Legtöbb talk (80—90 m-ből) került elő. A kloritot a 70 és a 104 m-ről vett mintát kivéve mindenütt kimutatható. Kloritot és talk Bowen és Tuttle szerint kloritból képződhet 700° felett, 5000 lb/in² nyomás alatt, vízgőz hatására. Ugyanígy olivin és kloritot együtteséből is képződhet talk, ha a hőmérséklet 800° alá süllyed, 400° alatt csak serpentin képződik. Tekintettel arra, hogy a kloritot-tartalmú minták 80—90-es és 115—125 m-es kismélységből kerültek elő, a tektonikus hasadékok mentén felprésozott serpentin itt utólagos hőhatásoknak kellett érní, melynek következtében 1140° felett kloritot képződött, 500° alatt Al₂O₃ jelenlétében Al-serpentinek képződtek (szepetkloritok, telérkloritok), amelyek lassan valódi kloritokká alakultak. A serpentinekben fellépő plagioklászok, ún. „mélyplagioklászok”, melyek a serpentin originalis kőzetének relikvumai.

A gyódi serpentinminták ásványtársulásai igen változatosak: a 70 m-ről kikerült minta uralkodó ásványa a lizardit; brucitszemek és kalciterek jól felismerhetők. Magnetit kevés. Talk nincs. A talkszerű ásvány szintelen klorit; sok sötét kloritot és dolomitot tartalmaz. Röntgen-diffraktogramon a dolomit 100-as csúcsa egybeesik a kloritot 100-as csúcsával, azonban itt a többi kloritotcsúcs hiányzik, tehát az az erős csúcs a dolomit 100-as csúcsa. A sok apatitvonal alapján a karbonátapatit van jelen. Az újkloritilféleség nagyszámú reflexióval jelenik meg. A böhmít és montmorillonit legerősebb reflexiói is megjelennek. Van 2M muszkovit is. A 82 m-ről származó darab fekete színű az igen sok magnetittől. Fő tömegében lizardit, benne fekete színű pikkelyes kloritot és beágyazásként halványzöld, igen lágy, pikkelyes talkkal. A benne helyenként megjelenő prizmás ásvány az optikai és röntgenvizsgálat szerint kloritot. Jól láthatók mikroszkóp alatt a turmalintűk is. A minta a kémiai elemzés alapján számítva 5,5% dolomitot tartalmaz. Jelen van a 2M muszkovit és kevés albit is. Kezeliéséről a genetikai részben szoltunk.

A 90,50 m-ről előkerült palás szerkezetű sötétzöld serpentin fő tömegében lizardit. Benne idegen ásványzomok tömege ismerhető fel. Egyik elválasztási lapján 2—3 cm-es halványzöld sugaras prizmás borítókotok vannak, amelyek közelebbi vizsgálattal kloritot utáni forszteriteknek bizonyultak. Jól látható a sötétzöld pikkelyes klorit, lágy pikkelyes talk, helyenként a repedésekben lágy, finomszemű újkloritilféleség, amely átmege néha rostos kloritilbe. Itt ott megjelenik a brucit is. A kloritot prizmás borítókotból röntgen-diffraktogram készült. Kiderült, hogy magjuk kloritot, azonban fő tömegükben visszaalakultak lizarditá. Szín-

képelemzés igen kevés B-t mutat, mert a magas kontakt hőmérsékleten a B nagy része elillant. Sok a magnetit (kb. 5%). (Arra utal, hogy az eredeti kőzet nagy olivintartalmú ultrabázit volt.) Kimutathatók gyengén a diaszpor, 2M-muszkovit, biotit, brucit és 1M-illit. Kisérő ásványok az albit és bytownit.

A 104 m-ről kikerült minta sötétzöld lizardit sok fekete ércszemcsével (magnetittel) számos kloritilercskével. Szintelen csillámpikkelyek (muszkovit) és nagy mennyiségű kloritnyalábok is láthatók. Kloritot a mintákban nincs. A repedéseket, teléreket böhmít, ankerit vagy kalcit tölti ki. Röntgen-diffraktométeres vizsgálattal a turmalin számos, kis intenzitású reflexiója is kimutatható.

115,20 m-ről az előbbihez hasonló sötétzöld serpentin került elő (lizardit, magnetittel, benne 2M-muszkovit pikkelyei, olivin, finom kloritilercskékkel és sok leveles klorithalmazzal. A turmalin nagyszámú, de gyenge vonallal jelentkezik. Kevés böhmít is van. A 2M muszkovit és az albit összes vonala arra utal, hogy eredeti kőzet olivindiabáz volt.

Végül a 125 m-ről származó sötétzöld serpentin lizardit sok magnetittel, helyenként olivinnel. Sok klorit van, de talk nincs. A mintákban a mélység felé a klorit mennyisége nő. A minta röntgen-diffraktométeres vizsgálat szerint sok muszkovitot és kalcitot tartalmaz. A kloritok közül uralkodó ásvány az új serpentin, az uralkodó lizardit mellett. Kevés dolomit, muszkovit, albit, lepidokrokrit és böhmít is kimutatható.

Ófalusi serpentin Erdőmecske közelében (Aranyos völgy)

Az ófalusi serpentin két mintáját (6. és 7. minták) vizsgáltuk. A kőzetet a gyódihoz hasonló kontakt behatások érték. A kontakt hatást valószínűleg a közeli szpilitok hozták létre. A vizsgálat a derivatográfia és röntgen-diffraktometria módszereivel történt.

A serpentinben uralkodó ásvány a lizardit, antigorit nincs. A kloritok közül o-kloritot alig van, kloritot kevés, de itt is nagy mennyiségben jelenik meg az új kloritotféleség (publikálás alatt). A 6. minta sok ércásványt tartalmaz, ezek: magnetit, magneziokromit, kalkopirit, pentlandit és kimutatható a pirrotin is. Nagy számban jelentkezik kontakt ásványok (forzterit, kloritot, kloritot); és csillámszerű pikkelyeket alkotó monoklin kloritot. Ugyancsak jellegzetes kontakt ásvány a γ -Al₂O₃, amely böhmítből 800—1000°-on keletkezett. Míg azonban Gyódon csak kb. 100 m mélységben fordul elő a kloritot, Ófalun már a felszín közelében megtalálható. A 6. mintából vegyelemzés és szinképelemzés is készült. Az elemzés 6% Fe₂O₃-ja magnetitből ered. A kevés Mn a 6. mintában mangánit, a 7. mintában piroluzit alakban van jelen. A jelentős (2500 ppm) króm-tartalom magneziokromitban van. A szinképelemzés 160 ppm Cu-tartalma kevés

kalkopiritből ered. A kevés kalcit (kb. 13%), dolomitot, illitet, albitot is tartalmaz, és kimutatható. A kőzet nagy magnetittartalmából arra következtethetünk, hogy az eredeti kőzet olivin-tartalmú (peridotit) volt.

A 7. minta mindenben hasonlít a 6. mintához. Belőle vegyelemzés és színképelemzés is készült. A magnetit itt kevesebb, mint a 6. mintában. A Mn pirokloritban, a Cr magnezio-

Др. Эрдели Янош:

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ВЕНГЕРСКИХ СЕРПЕНТИНОВ

Из венгерских серпентинов изучались месторождения Перкупа и в горе Мечек Хелешфа, Офалу, Мариадьюд. Исследования проводились микроскопическими, химическими, дериватографическими, рентген-дифракционными и спектральными методами. Кроме определения минералогического состава проводилось и изучение происхождения этих серпентинов.

1. Серпентины *месторождения Перкупа* похожи на серпентиндиапиры, описанные Миланович-Карамата. Из оливин-диабазов образовавшихся на глубине серпентин в холодном состоянии формировались интрузивы в гипс-ангидритовую массу, и местами в антиклиналь. Поэтому на месторождении Перкупа можно обнаружить все виды серпентиндиапиров. По своему минералогическому составу представлены лицардитами, хризотилами очень тонкой зернистости. Хризотилы представлены клинохризотилами и древними хризотилами. Местами встречается вилкеит, очень редкий вид апатита, в котором P замещается S и Si.

II. *Серпентины горы Мечек*. Мечекские серпентины залегают в докембрийских породах как «нисходящий выступ». Магматические серпентины образовались из ультраосновных пород (перидот), которые подобно серпентинам с месторождения Перкупа, образуют интрузивы в тектонических трещинах. В результате этого имеют вид «вытянутых выступов».

1. *Серпентин с месторождения Хелешфа* в основной своей массе представлен тонкозернистыми лицардитами и хризотилом. Характерные сопровождающие минералы турмалин (дравит), появляющийся в виде тонких жил и комков. Предполагается последующее влияние контактных пневматолитов.

кромитбан van. A monoklin klorit közepes mennyiségű. A repedésekben sok kvarc és helyenkint brucit mutatkozik, a röntgenelemzéssel a maghemit is kimutatható. Ugyancsak gyengén jelentkeznek a goethit és lepidokrokrit vonalai is. A maghemit lepidokrokritből 300°-on képződik. Az ércek a szerpentinben helyenkint erekben jelennek meg. Az előfordulás tehát érc-kutatás szempontjából figyelmet érdemel.

Количество их уменьшается с глубиной. В серпентинах Мариадьюд и Офалу доказан диаспор и клиноэнстатит.

2. Серпентин с *месторождения Мариадьюд* представлен также лицардитом и хризотилом ультрамикроскопической зернистости. В серпентине местами выявлен клиноэнстатит призматической структуры. Эти серпентины под влиянием последующих гидротермальных процессов превратились в лицардит и хлорит. В глубине серпентины с месторождения Мариадьюд (на глубине свыше 70 м) содержат значительные количества магнетита, на более высоких горизонтах магнетита мало. В серпентине Хелешфа местами наблюдается большие количества хризотила. В трещинах пород залегают диаспоры, бёмит, кальцит, доломит, сидерит, анкерит, магнетит, брусит. В результате окисления магнетита местами образовался гематит. Спектральным анализом выявлено наличие Mn, Ni и Cr. Из акцессорных минералов серпентина Мариадьюд очень значительным является хлорит, с глубине 70 м найден тальковидный хлорит, затем доломит и магнетит (6%). Под влиянием магнетита порода в больших глубинах похожа на черные руды. В трещинах залегают карбонаты, как на месторождении Хелешфа.

3. *Серпентин месторождения Офалу* подвергался также контактным влияниям, характерные контактные минералы уже выявлены на поверхности. Присутствие спилитов указывает на то, что интрузивы спилитов образовались позднее вблизи серпентинов. Преобладает лицардит, антигорита нет. Клинохризолитов и древних хризолитов мало, имеются большие количества более молодого хризолита. Местами завышено содержание рудных минералов (магнетит, магниевый хромит, халькопирит, пентландит). Наряду с форстеритом, энстатитом, клиноэнстатитом характерно содержание Al_2O_3 . Минералы Mn: манганит и пиролюзит. Из высокого содержания магнетитов предполагается, что исходной породой был перидот. Кроме того выявлены гётит, леписидокрокит и маггемит, в виде жил в серпентинах.

Szerkesztői közlemény

Lapunk színvonalának emelése, a felesleges többletmunka elkerülése és a szerkesztés megkönnyítése érdekében az alábbiakban adunk tájékoztatást a szerkesztés irányelveiről és a kéziratok elkészítési módjáról.

A cikkek kívánatos *terjedelme* (ábrákkal együtt) 3–6 nyomtatott (15–30 gépelt) oldal. Nagyobb terjedelem csak kivételes esetekben fogadható el, de ilyenkor a szerkesztő bizottság fenntartja magának a jogot, hogy a cikket több részben közölje. A szerző minden esetben a teljes cikket köteles beküldeni, akkor is, ha az esetleg több részletben fog megjelenni.

A beérkező cikkek *megjelenési sorrendjére*, általában azok beérkezési időpontja mérvadó, mégis — azok fontossága, aktualitása figyelembevételével — a szerkesztő bizottság egyes cikkeket előre sorolhat.

Lapunk általában csak *első közlésnek* ad helyet. A cikk beküldésével egyidejűleg a szerző nyilatkozni tartozik, hogy a cikk máshol még nem jelent meg. Másol már megjelent cikkek közlését csak egész különleges esetekben tesszük lehetővé.

Vállalati, vagy népgazdasági vonatkozásban *bizalmas adatok közléséért* a szerzőt terheli a felelősség. Kérdéses esetekben a szerzőnek feletteseitől a cikkhez írásbeli engedélyt kell mellékelnie. Más szerzők megállapításait, ábráit stb. csak a forrásmunka megjelölésével szabad közölni.

A cikk megjelenése nem feltétlenül jelenti azt, hogy a szerkesztő bizottság annak minden megállapításával egyetért, ezért lapunkban helyt adunk *szakmai hozzászólásoknak*, vitáknak is.

A szakirodalom rohamos mennyiségi növekedése következtében alapvető követelmény a *tömör, szabatos fogalmazás*. Célszerű a cikkeket alcímekkel tagolni, a legfontosabb gondolatokat kurzív szedéssel (a kéziratban aláhúzással) kiemelni. Levezetéseket nem közlünk teljes terjedelemben. Számítási módszereket célszerű — miként a levezetéseknél is — csak a kiindulást és a végeredményt megadva, számpéldával is szemléltetni. Prospektusokból vett adatok, elnevezések használatát lehetőleg kerülni kell, vagy hivatkozni kell a forrásmunkára.

A szerkesztőség fenntartja magának a jogot, hogy a nyelv helyessége érdekében a kéziratokban javításokat végezzen.

A cikkeket *két példányban* kell beküldeni. Csak géppel, 25 soros (2-es sorköz, egy-egy sorban 50 leütés, 3–4 cm-es margó) oldalakon írt, tisztán olvasható kéziratokat fogadunk el. A gépelt anyag első példányát és egy másolatot kérünk.

A *cikk címe* röviden, tömören jellemezze a tartalmat. A szerkesztő bizottság — szükség esetén — fenntartja magának a jogot a cím módosítására.

Egy-egy szakterületről teljes áttekintést csak kivételes esetben közlünk. Általában a tudományág már ismert tételeihez csatlakozóan kell a részletkérdéseket ismertetni.

Minden cikkhez — *külön oldalra gépelve* — legfeljebb 10–15 soros *összefoglalót* kell mellékelni. Mivel ezt idegen nyelvre fordítatjuk, itt különösen ügyelni kell a világos, rövid mondatokban történő fogalmazásra, valamint arra, hogy az összefoglalás jól fedje a tartalmat. (A tartalmi összefoglaló ne legyen a cím kibővített megismétlése!)

Különös gondot kell fordítani a *képletek* írására. A bonyolult képleteket jól olvasható kézírással célszerű beírni. A képletekben szereplő jelek értelmezése a képlet után is megadható, de több jel esetén célszerűbb a

jelek értelmezését (a mértékegységeket is feltüntetve) a cikk végén „JELÖLÉSEK” címmel külön lapon felsorolni. Képleteknél a törtvonal zárójelként nem alkalmazható; ezeket kérjük kézzel beírni. Ugyancsak különbséget kell tenni az „1” betű és az „1” szám között! Különös gondot kell fordítani az idegen (görög, gót stb.) betűk írására.

Mindenhol az SI rendszer *mértékegységei* használandók. („Fizikai mértékegységek neve, jele és mértékegysége” című szabvány MSZ 4900/I—11—70). Külföldi szerzők cikkeiben is a fenti szabvány mértékegységeit kell használni.

A terjedelmes *táblázatok* közlését kerülni. Minden egyes táblázatot kérjük *külön oldalra* gépelni és sor-számmal ellátni. A szövegben minden táblázatra hivatkozni kell és a táblázat helyét és számát a szöveg mellett a margón is fel kell tüntetni.

Az *ábrákat* lehetőleg a lapban kívánt méret 2–3-szorosára készítsük. Számuk lehetőleg ne legyen több mint nyomdai oldalanként 1–2. Az ábrákat is két példányban kell beküldeni, tusrajz megfelelő, fontos az éles, jól látható kivitel. Grafikonokra célszerű koordinátahálót rajzolni. Az ábrákat arab számjegű *sorszámmal* kell ellátni. Az *ábraalírásokat külön lapra* kérjük gépelni. Ha ábraalírás nincs, a rajzokat — azok számának taxative való felsorolásával — külön lapon fel kell tüntetni.

A szövegben minden ábrára hivatkozni kell. Az ábraszámot a kívánt helyen a margóra kérjük kiírni.

Fényképekből jól exponált, éles, tiszta másolatokat kérünk, ugyancsak két példányban, maximálisan 9 x 12 cm méretben. Felsorolásnál a fénykép is ábrának számít; a számozás folyamatosan történjen.

Az *ábrákat és fényképeket* nem szabad a szöveg közé beragasztani, hanem külön kell mellékelni.

Az irodalmi hivatkozásra vonatkozóan az alábbi részletes és feltétlenül megszívlelendő előírások betartását kérjük.

A cikk végén *külön kéziratban* IRODALOM cím alatt, szögletes zárójelbe tett számozással kell felsorolni a műveket, mindenkor a *mű eredeti megjelenési nyelvén*.

Példák:

a) *Könyvek esetében:*

[1] *Scheffer V.*: Geofizikai kutatómódszerek. Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat, 1951

Két vagy több szerző esetén a nevek között hosszú kötőjelet alkalmazunk.

[2] *Demeter J.—Szabady J.—Szandtner F.*: Villamosgép gyártás-technológiája. I. kötet. Tankönyvkiadó, 1952.

Idegen szerzők esetén a szerzők családneve után vesszőt teszünk.

[3] *Baekmann, W.—Schwenk, W.*: Theorie und Praxis der elektrochemischen Schutzverfahren. Verlag Chemie GmbH Berlin, 1971.

[4] *Bonnar, R. U.—Dimbat, M.—Stross, F. H.*: Number average molecular weights. Intersci. N. Y., 1958.

[5] *Éjgelesz, R. M.*: Razrusenie gornüh porod pri bureonii. Nedra Moszkva, 1971.

b) *Folyóiratok esetében* a szerzők neveit illetően a fentiek szerint kell eljárni. A cikk címét ez esetben is eredeti nyelven kell megadni, de az évszámot a leírás végén zárójelbe tesszük.

[6] Riley, H. G.: A short cut to stabilized gas well productivity. J. Pet. Tech. 5 537—42 (1970).

[7] Guszman, M. T.—Kuznecova, I. I.—Gel'man, A. B.: Turboburü dlja burenija almaznümi dolotami. Neftjanoe Hozjajsztvo 11 9—12 (1972).

Az orosz szövegeket betű szerint (nem kiejtés szerint) kell átírni. A kötetszámot kettős aláhúzással (3), a folyóirat számát egyes aláhúzással (11) adjuk meg. Az oldalakat lehetőleg -tól -ig ajánlatos feltüntetni hosszú kötőjellel (32—6, 46—52, 114—6, 118—22, 196—203).

Ha azonos nevű, de más-más országban megjelenő folyóiratról van szó, a folyóirat megnevezése után zárójelben meg kell adni a megjelenés helyét is, pl. Nafta (Zagreb), vagy Nafta (Katowice). Ha egy éven belül a folyóirat kötetszáma változik, pl. World Oil-ból egy évben két kötet jelenik meg 1-től 7-ig terjedő számmal, akkor legcélszerűbb a hónapot kiírva megadni. Pl. World Oil, December 39—46 (1972).

Egyes folyóiratokra a szakmailag ismert rövidítés is alkalmazható (IECh, JPT, Izv. AN SZSZSZR), úgyszintén a szabványos rövidítések a Bulletin, Journal, Zeitschrift, Zsurnal, Revue, Lepok megjelölésére (B., J., Z., Zs., R., L.).

c) *Egyéb kiadványok:*

[8] MSZ 13 802.

[9] Strádi G.: Jelentés a propán-butángáz tűzoltói kísérletekről. BM—TOP 2219/70. számú téma. Bp. 1970. IX. 17.

[10] Operating and service manual of vapor pressure osmometer. Hewlett-Packard.

Kérjük t. cikkíróinkat, hogy kézírataikat a jövőben az előbbiekből vázoltak szerint elkészíteni szíveskedjenek!

A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

14. Zsigmondovich...
15. ...
16. ...

...
...
...

17. ...

...

18. ...

...

19. ...

20. ...

21. ...

22. ...

23. ...

A SZAKMUNKÁSOK HÍVATALA

<i>Др. Варю Дьюла:</i> Цели технологических исследований в рамках Центрального геологического управления и информация о проведенных работах . . .	1
<i>Варга Имрене:</i> Поисково-разведочные работы на породы пригодные для изготовления искусственного удобрения	6
<i>Др. Альберт Янош:</i> Результаты испытания отечественного сырья для производства кирпичей	13
<i>Др. Варю Дьюла:</i> Возможности поисков и добычи алюнитов в Венгрии	21
<i>Сюч Золтан—др. Такач Пал:</i> Лабораторные исследования направленные на переработку алюнитовых пород из горы Токай в исходный продукт силикатной промышленности	29
<i>Др. Какаши Дьюлане—Паллош Имрене—Адам Ласло:</i> Испытание клиноптилолитовых пород с точки зрения связывания жидких радиоактивных веществ	33
<i>Др. Барна Янош:</i> Изготовление белого бентонита-заполнителя из бентонита с месторождения Голоп	33
<i>Др. Варю Дьюла:</i> Геологические условия бентонитовых месторождений Голоп и Мад-Данцка	42
<i>Ковач Золтан:</i> Оценка бентонита и иллита из Токайских гор с точки зрения изготовления окатышей	50
<i>Др. Барна Янош:</i> Глинистые минералы органического происхождения в венгерских каменных углях	55
<i>Др. Немец Эрнё—др. Элек Шаролта—др. Варю Дьюла:</i> Изготовление синтетических цеолитов из сырья встречаемого в природе	64
<i>Др. Кубович Имре:</i> Петрургические испытания отечественных осадочных нейтральных и щелочных пород	70
<i>Корбуль Юдит—др. Такач Пал:</i> Изготовление биоактивного вещества для замещения гумуса путем выщелачивания азотной кислотой из туф и бурых углей	77
<i>Киши Лайош:</i> Изучение возможностей использования пустых пород и породообразующих в Токайских горах	83
<i>Хорват Альберт—др. Такач Пал:</i> Комплексное использование минеральных компонентов термальных вод Шарвар-Рабашёмен	91
<i>Др. Эрдели Янош:</i> Минералогические испытания венгерских серпентинов	97
От редакции	101

The first part of the report deals with the general conditions of the country, and the second part with the details of the various districts. The first part is divided into two sections, the first of which deals with the general conditions of the country, and the second with the details of the various districts. The second part is divided into three sections, the first of which deals with the details of the various districts, the second with the details of the various districts, and the third with the details of the various districts.

The first part of the report deals with the general conditions of the country, and the second part with the details of the various districts. The first part is divided into two sections, the first of which deals with the general conditions of the country, and the second with the details of the various districts. The second part is divided into three sections, the first of which deals with the details of the various districts, the second with the details of the various districts, and the third with the details of the various districts.

The first part of the report deals with the general conditions of the country, and the second part with the details of the various districts. The first part is divided into two sections, the first of which deals with the general conditions of the country, and the second with the details of the various districts. The second part is divided into three sections, the first of which deals with the details of the various districts, the second with the details of the various districts, and the third with the details of the various districts.