

Értekezések

Szerves maradvány-vizsgálatok magyarországi kőolajokban

TOMOR JÁNOS

Az olaj keletkezésének kérdése az első nyersolajlelőhelyek felfedezése óta foglalkoztatja a kutatókat, és az olajnak a világgazdaságban fokozódó jelentőségével együtt nő a tudomány és gazdasági élet részéről az érdeklődés a kőolajkeletkezés és a képződési feltételek iránt. A kőolaj keletkezésének rendkívüli bonyolult útja részleteiben még tisztázatlan. Ennek az útnak felderítése pedig nagy fontossága miatt nemcsak a tudomány érdeklődésére tarthat számot, hanem rendkívül nagy gyakorlati jelentősége van új olaj- és gázmezők felfedezése, bányászati leművelése, sőt az újabb vizsgálatok és baktériumkísérletek birtokában a fokozott mérvű termelés, illetőleg a termelési tényező növelése szempontjából is.

Az olajkeletkezés elméletei

Az olaj keletkezésére vonatkozólag, hosszú ideig, sőt bizonyos mértékig napjainkig lényegében két elgondolás volt ismeretes. Az egyik elmélet szerint az olaj szervesetlen úton keletkezett, a másik szerint szervezetek elbomlásából, teliat organogén úton jött létre.

Az első elmélet hirdetői, főleg vegyészek és fizikusok, számos magyarázatot találtak arra, miképpen keletkezhetett szervesetlen anyagokból kőolaj. Az általánosan ismert Mendelejeff és Berthelot elméletek a legrégebbek, ezeket számos más követte. Ezek közül figyelemreméltók azok, amelyek az állócsillagok spektrumában felfedezett szénhidrogénből indulnak ki, hangsúlyozva, hogy az ott adott körülmények között szerves élet nem lehetséges. Figyelemreméltó Lind megállapítása, aki hangsúlyozza, hogy a metánból való olajkeletkezés kísérleti úton igazolható rádióaktív anyagok alfa sugárzásának hatására. Az elmélet ellen szól, hogy a természetben előforduló szénhidrogéntömegekből a szabad hidrogén csaknem teljesen hiányzik, amellet, hogy az alfasugárzás nyomait más anyagokon is észlelni kellene.

Végül meg kell említeni, hogy a szervesetlen keletkezés hívei új támpontot nyertek a mesterséges benzinyártás felfedezésével. A kőszén hidrogénezése azonban nagy nyomás és hőmérsékleten történik. Ha el is lehet képzelni ritka fémek katalitikus hatását és a folyamathoz szükséges hidrogénnek rádióaktív bomlás útján való jelenlétét, a nagy hőmérséklet, a kőolajban lévő ritka vegyületek elpusztulását okozta volna, tehát ilyenek nem volnának bányászott olajainkban.

A szervesetlen olajkeletkezési elmélet hívei az olajelőfordulások földtani körülményeit, az ősföldrajzi viszonyokat, illetőleg a természetes környezetet, a kísérőjelenségeket és nem utolsósorban a kőolaj kísérőanyagait, nem vették tekintetbe. Számításon kívül hagyták, hogy az egyszerű szénhidrogénvegyületek mellett sok bonyolult szerves vegyület is van az olajban, amely az élő szervezetekre jellemző.

Meg kell említeni azt az irányzatot, amely a természetben lejátszódó olajkeletkezési folyamatot laboratóriumi úton igyekezett megismételni. Így egyes kutatók szerves anyagokból, zsír, olein, palmitin, gyanta, kauesuk stb.-ből állítottak elő a kőolajhoz hasonló anyagokat. Természetesen ezekkel a kísérletek-

* Előadta a Magyarhoni Földtani Társulat és az Országos Bányászati és Kohászati Egyesület szakülésén 1948. IV. 7-én.

kel nem az bizonyosodott be, hogy a kőolaj ilyen folyamatok útján keletkezett. Ahogy az említett olajsintézis, különleges katalizátor és nagy hőközlési követelményeivel eleve kizárja a kőolajnak ily módon való keletkezését, ezek a laboratóriumi kísérletek is csak lehetőségekre mutatnak rá. Abból, hogy ultrahanghullámokkal mechanikus úton, polimer-vegyületeket egyszerűbbekre lehet szétválasztani (például keményítőmolekulát cukormolekulákra), nem következik, hogy a répa cukortartalma ily módon keletkezett.

A természettudományi kutatás nem ismerhet el olyan elméleteket, amelyek nem megfigyelések rendszeres összekapcsolása útján keletkeztek, hanem ismeretlen, illetőleg nem jelenlévő erőket tételez fel. (22.) Számos kutató ezért a természetben jelenleg is képződő, olajhoz hasonló anyagok után kutatott, hogy azután a mai viszonyokból következetesen az elmúlt geológiai korszakokéra és ezzel az olaj keletkezésére.

Archangelski (1.) megállapította, hogy a Fekete-tenger jelenkori üledékei és a Grozny-i, szerinte, primer kőolajterület harmadkori üledékei között nagy egyezés van. A Fekete-tenger szapropejljében, kénhidrogénnel mérgezett, tehát fenéklakó élettől tökéletesen mentes helyen, 25—35% szerves anyag-tartalmat állapított meg. Ez az üledék az olajanyagokétnak mai képviselője.

Hasonló körülményeket említ Link (24.) a Mexikói öbölben, Luisiana és Texas partvidékein. Ezen olajterületek harmadkori üledékei hasonló leülepedési, hőmérsékleti stb. körülmények között képződtek, mint a jelenkoriak. A geológusok véleménye szerint ezeken a területeken a harmadkor óta folytonos volt az üledékképződés, mivel kisebb töréseken és sőtömzsképződésen kívül, lényeges mozgás nem történt, eltekintve az üledékgyűjtő medence lassú süllyedésétől.

Ilyen irányú vizsgálatokat számos kutató is végzett. Trask és Waterschoot van der Graacht a szárazföldek parti részein, mai üledékek szerves anyag-tartalmát vizsgálták. Azt találták, hogy partközéleben és nagyon egyenetlen, tagolt fenéktérszínen a víz szerves anyag-tartalma a legnagyobb. Teknők, tengervályuk és lefűződő medencék üledékei szerves anyag-tartalomban gazdagabbak, mint a tengerek közvetlen parti zónái. Fontos megállapítás még az hogy a parti övben a mélyből felszálló víz és a szerves anyag-tartalom között fontos okozati összefüggés van. A nyugatamerikai partszegély néhány helyén hideg vízáramlásokat lehet észlelni. Ezek úgy keletkeznek, hogy a szárazföld felől ható levegőáramlás következtében a víz távolodik a part felől és pótlására a mélyből víz száll fel. Ez a felszálló víz a vizsgálatok szerint hatalmas mennyiségű lebegő planktonikus élőlényt tartalmaz úgyhogy érthetővé teszi ezen partvidékek lerakódásainak a szokottnál nagyobb szerves anyag-tartalmát azokon a helyeken, ahol leglassúbb az üledékképződés.

Az olajkeletkezés folyamatára nézve jó utalást ad a coorongit keletkezésének lefolyása. Dél-Ausztráliában, Coorong közelében egy sósvízű laguna partján találtak először a coorongitnak nevezett sötétbarna, kaucsuk-szerű tömeget. Ausztrália ezen lagunájában egy gömbe, az *Elacophyton coorongiana* él, amelynek protoplazmájában sok a folyékony zsíressepp. A lebegő életmódot folytató maganos algák elpusztulásuk után a laguna fenékre kerülnek és megfelelő mélységű helyen oxigén nélküli övbe jutnak. Az itt elbomló szerves anyagok egyik bomlási terméke, a vízben oldott kénhidrogén, lehetetlenül teszi fenéklakó, iszappal táplálkozó állatok életműködését. Az így összehalmozódó algák, anaerob körülmények között, baktériumok hatására. S t a d n i k o f f szerint aigazsirok → hidrolízis = telítetlen zsírsavak → polimerizáció = ciklikus többázisú savak → dekarboxilizáció = szénhidrogének és ketonok biokémiai folyamatán mennek keresztül és keletkezik egy benzinen oldható anyag, amely a coorongit egy részét alkotja és amely kémiai szempontból közel áll a kőolajok összetételéhez.

Fenti folyamat azonban a coorongit keletkezése közben a természetben gyakran megszakad. A bomlásnak indult algatömegek időnként viharok következtében felszínre kerülnek; a levegővel való érintkezés folytán a még el nem bomlott zsírsavak oxidációs és polimerizációs folyamatok útján egy algás, ú. n. boghead-szénhez hasonló anyaggá alakulnak. Ez utóbbi rész a coorongitnak benzinen nem oldható része. Olajkeletkezés szempontjából csak a benzinen oldódó, anaerob körülmények között keletkező rész jelentős, amely kapcsolatot jelez az elbomló szerves anyag és a kőolaj között.

Jelenkori, főleg tengeri üledékek szerves anyag-tartalmát vizsgálva, Trask (47.) megállapítja, hogy igen kevés tengeri üledék tartalmaz 10%-nál több

szerves maradványt, de 0.5%-nál kevesebb is ritkán fordul elő. Általában megállapítható, hogy az üledékek annál több szerves anyagot tartalmaznak, minél közelebb vannak a parthoz és minél finomabb az üledék szemmagysága. Ez az okozati összefüggés valószínűleg a lebegő szerves anyag és a finom ásványos alkotórészek ülepedési gyorsaságának hasonlóságával magyarázható. Homoklerakódások helyein a víz mozgása a finomeloszlású szerves és szervesen lebegő anyagot nyugodtabb helyek felé sodorja.

A szerves anyag származása szárazföldi vagy tengeri lehet. A folyók által behordott, oldott szerves anyag lokálisan igen jelentős, Gripenberg az ílymódon tengerbe hordott szerves anyag mennyiségét évenként kétmillió métermázsára becsüli, ami 100 g/cm² lerakódásnak felel meg. Aschan számításai szerint Finnország területéről 1,400.000 tonna oldott humuszanyagot szállítanak a folyók a tengerbe. A Kongó folyó 450 km távolságig megváltoztatja a tenger vizének összetételét és színét. Az üledékek szerves anyagának főforrása azonban, a tenger plankontartalma. Partközeli területeken a növényi plankton gyorsan szaporodik, úgyhogy nedves állapotban szaporodása évi 1000 g/m², szárazon kb. 100–150 g/m²-nek felel meg. Állati plankton mennyiségét a víz oxigénfogyasztásából becsülik. Seiwel szerint az Atlanti-óceánban évi 560 g/m² a szaporulata. Trask szerint száraz állapotban 1000 g/m².

Figyelemreméltóak a Fekete-tengeren végzett hasonló irányú vizsgálatok. (1.) Az oxigéntartalom általában a felső 50 m-ben alkalmas növényi és állati életre, azonban lefelé rohamosan csökken, mert a felső rétegek alig keverednek az alsó víztömegekkel. 150 m alatt nincsen oxigén, a kénhidrogéntartalom viszont 500 m-ben kb. 4 cm³/lit. A lerakódó üledék partközében 10% szerves anyagot tartalmazhat. A szerves anyagtartalom változásából következtetve, a lerakódó üledék 1 cm-ének idejét kb. 50 évre becsülik ezeken a parti területeken. A Fekete-tenger nyugati felének legmélyebb részén kb. 0.3m vastagságú fekete agyag van, amely igen sok szerves anyagot tartalmaz és hasonlít a szapropélhez; s mint ilyen, az olajanyagközet mai equivalensének fogható fel.

Nagyjelentőségű az olaj keletkezésére irányuló kutatások között Treibs (49.) eredménye, aki nyersolajok, aszfaltok és bitumenes palák extraktumainak spektroszkópos vizsgálatakor a színekben abszorpciós sávokat talált a zöld és vörösben. Ezen a nyomon elindulva a vizsgált kőolajok többségében két klorofill- és két háminderivatúmot mutatott ki, a desoxyphyllerythroätioporphyrint (C₃₂H₃₆N₄) és a desoxyphyllerythrint (C₃₂H₃₅N₄COOH), a mezoätioporphyrint (C₃₂H₃₈N₄) és mezoporphyrint (C₃₂H₃₆N₄COOH₂). Ezen vegyületek jelenléte bizonyítja, hogy a kőolaj oxigénmentes közegben és 200° C alatti hőmérsékleten, elbomló szervezetekből keletkezett. A Treibs-féle eredmények, amellett hogy a szapropélképződés határozottan anaerob és vízalatti folyamatokra utalnak, rámutatnak arra is, hogy, ahol szapropélképződés helyett huminifikációs jellegű bomlás történik (tözegképződés), ott a klorofill maradék nélküli elbomlása következik be.

Az olajkeletkezés körülményeire és az olaj prezervatív hatására jellemzők Ascheim (2.) vizsgálatai, aki kőolajokban, östrogén hatóanyagokat talált, és Hohlweggel (2.) follicular-hormonokat vont ki az olajból, amelyek fiziológiailag aktívok voltak. Meg kell említeni, hogy ilyen hormonok mind az állati, mind a növényi szervezetekre jellemzőek. Marcusson és Engler a kőolaj optikai aktivitását koleszterin derivátumoknak tulajdonítja. Végül megemlítendő, hogy az olajok chinolinszarmazékokat is tartalmaznak, amelyek nagy hőmérsékleten elbomlanak és így ugyancsak az organogén keletkezési elmélet mellett szólnak.

A szapropélben lejátszódó, bonyolult biokémiai folyamatok magyarázata fontos adatokat nyert Ginsburg-Karagitschewa (9.) kutatásaival, aki az Apscheron-félsziget olajkútjainak rétegvizéből egy élő, desulfuráló, denitrifikáló és fehérjebontó formából álló anaerob-baktériumflórát mutatott ki. Ettől függetlenül Bastin (4.) az Illionois-i olajmezőkön és Kansasban is hasonló eredményre jutott. Megállapítható, hogy ezek a baktériumok rendkívül ellenállók hőmérsékleti és nyomási hatásokkal szemben. +75° C-t még kibírnak és 1–2 ezer m mély kútnak nagynyomású rétegeiből 1 atmoszféra nyomásra is főlhozhatók. Szintúgy nem érzékenyek a sókoncentráció ingadozásaisal szemben sem. Érdekes volna tudni, hogy a világ legmélyebb termelő

kútjának, a 4331,5 m mély Pure Oil Co. Well 1. olaja szintén tartalmaz-e élő baktériumflórat. Itt kb. 200° C hőmérséklet és kb. 450 atm. nyomás uralkodik.

Azóta az olajban számos anaerob-baktériumfajt mutattak és tenyésztettek ki, amelyek a kőolajat a tároló rétegekben napjainkban is bontják, alakítják, ami új, hatalmas távlatot nyit az olajtermelés, a mező kitermelés és a finomítás felé. A tengeri üledékekben élő baktériumkutatást ma már a kutatók hatalmas tábora végzi és mind nagyobb mértékben bontakozik ki szerepük az üledék legkülönbözőbb anyagainak átalakítása terén, Mennyiségükre nézve jellemző, hogy Russel a nápolyi öböl üledékének 1 cm³-ében 250—300.000-et talált! Drew az Andros-szigetekenél 1 cm³ iszapban 160 milliót mutatott ki.

A kőolajkeletkezés kutatása terén kiemelkedő eredményt ért el Orlov azzal, hogy a bitumenben cukrot mutatott ki, annak jeléül, hogy cellulóze is szerepel az olajkeletkezésnél. Wasmund (54.) szerint anaerob baktériumok hatására a cellulóze bomlása 50%, vagy több zsírsavat eredményez a végtermékben. Végül kiemelkedő értékű kutatásokat végzett még Sanders (34.) is a kőolaj keletkezésével kapcsolatos mikroszkópos olajvizsgálataival.

A kőolaj keletkezésével foglalkozó kutatók ma már túlnyomórészt organogén eredetűnek tartják az olajat. Jelenkori analógiák alapján a kőolaj keletkezésére legalkalmasabb a lezárt beltenger, mélyvízű laguna, vagy egyéb partközeli, nyugodt és mélyvízű szigettenger. Az olaj ősalapanyagának képződése ezekben a tengerrészekben vegetáló nagytömegű lebegve élő szervezetekből történik oly módon, hogy azok elpusztulásuk után lesüllyednek a lebegő iszapszemcsékkel együtt a medence fenekére. A lesüllyedést elősegíti az, hogy a vizes szuszpenziók lebegő, finom eloszlású iszapszemcséi csekély mennyiségű növényi vagy állati nyálkaanyagtól gyorsan lecsapódnak és a lebegő anyagok pelyhek alakjában az elpusztult organizmusokat is magukkal ragadva, lesüllyednek.

Számos kutató szerint a szapropél szerves anyagtartalma nemcsak a vízben élő sósvízi lebegő, növény- és állatvilágból származik, hanem igen jelentős szerepet játszhat a szárazföldről behordott szerves folyóhordalék, ezek között elsősorban a kolloidális huminvegyületek. Hlaushnek (16.) szerint egyes folyók 1,5—2 gramm/liter oldott szerves vegyületet visznek a tengerbe.

Megemlítendő, hogy egyes külföldi és hazai szerzők ismételten hangoztatják, hogy az olajkeletkezéshez ú. n. „katasztrófazonák“-ra van szükség. A fentebb már leírt ősföldrajzi körülmények közül, amelyek különösképpen alkalmasak eddigi ismereteink szerint olajkeletkezésre, kétségtelenül előnyös a folyótorkolatok közelében lévő terület. De ez korántsem jelenti azt, hogy folyótorkolatok zónáihoz kell kötni az olajkeletkezést, az ú. n. „katasztrófa“-elmélet alapján. Nem az édesvíz beömlése következtében történő gyors katasztrófális pusztuláson van a hangsúly, hanem a lebegő szervezeteknek partközeli, stagnáló vízi életkörülményein és a beömlő folyók édesvizének dús szerves anyagtartalmán. A víz kiédesülése következtében fellépő „katasztrófa“, vagy több megismétlődő katasztrófa is, csak jelentéktelen mennyiségű szapropéllé alakuló szerves anyagot jelentene.

A lerakódás mértékére nézve számos mérés és becslés áll rendelkezésre. Twenhofel (51.) 0,35 cm-re becsüli az 1000 év alatt lerakódott szedimentumot. Braun (51.) az Indiai-óceán üledékképződését 0,4—0,8 cm/1000 évre becsüli. Ha feltételezzük, hogy egy szigettengerben, vagy partközeli területeken ennél gyorsabban megy végbe az üledékképződés, akkor is nehéz elképzelni pl. egy 80—100 m vastag szapropélösszetnek katasztrófák során történő keletkezését, illetőleg azt, hogy ilyen hosszú ideig tarthat a katasztrófák sora.

Megemlíthető természetesen a katasztrófa-elmélet hívei által idézett közismert másik példa, a Kara-Bugas öböl, ahol a sivatagi éghajlat okozta nagyarányú párolgás következtében a víz sótartalma nagyobb a Káspi-tenger sótartalmánál. Az elpárolgó víz pótlására behatoló tengervíz magával hozza a maga planktonját és nektonját. Az elpusztuló szervezetek az öböl alján olajhoz hasonló anyaggá alakulnak. Kétségtelenül elképzelhető, hogy a világ olajmezői között van, amely ilyen módon keletkezett, de nem állítható ez általánosságban. A magyarországi kőolaj olyan ősföldrajzi körülmények között keletkezett, amelyek nem azonosíthatók a Kara-Bugas-éval.

A szapropéiek szerves anyagtartalma erőtetettség nélkül magyarázható, ha hosszú ideig tartó ülepedési ciklust tetelezzünk fel egy olyan területen, ahol lebegő szervezetek nagy tömegben optimális életkörülmények között élnek és elpusztulva a fenékre süllyedve, kóolajjá alakulhatnak. A medence nyugodt vízo gyakorlatilag oxigénmentes a fenék közelében. A bomlástermékként, bakteriális hatásra fehérjefélékből felszabaduló kénhidrogén, vízben oldódva, mérgező hatásával megakadályozza, hogy fenéklakó szervezetek éljenek és táplálkozásukhoz a lesüllyedő szerves maradványokat felhasználják; szapropél keletkezhet tehát, amely anaerob baktériumok útján megkezdí átalakulását. Az anaerob baktériumoknak energiaforrásai a szénhidrátok, zsírok, proteinek és származékaik bomlástermékei.

Az élő szerves lénytől a kóolajig részleteiben tisztázatlan, rendkívül bonyolult és hosszú út vezet. Ennek a folyamatsornak kutatása és tisztázása leghelyesebben úgy közelíthető meg, hogy a fito- és zooplankton összetételét vizsgáljuk és az összetevő vegyületek változását tanulmányozzuk az olajjává válás folyamata alatt.

Trask (45.) a kérdéssel kapcsolatban hangsúlyozza, hogy a felső vízzóna planktonjai főleg *Diatomák Dinoflagelláták és Copepodák*ból állnak és ezek tömegének jórésze az üledékek számára elvész, mert a tengeri élővilág táplálékaul szolgál. Az üledékben felhalmozódó szerves anyag már a lesüllyedés folyamán részben átalakul, úgyhogy főleg ellenállóbb maradék vegyületekből áll. A tengeri plankton összetétele általában 24% protein, 3% zsír, 73% szénhidrát és más nitrogénmentes vegyület. A most lerakódó szerves üledékekben 46% protein, 1% zsír és 59% szénhidrát és más nitrogénmentes vegyület az arány. A cellulóze, egyszerű proteinek és zsíroknak Trask (45.) nem tulajdonít nagy szerepet a kóolajjá válás folyamatában, mert szerinte aránylag kis mennyiségben vannak jelen a szapropélben és a zsírok telítetlen jellege szembenéll a kóolaj telített jellegével. A kóolaj alapanyagai a bonyolult proteinek és nitrogénmentes vegyületek.

Fontos megállapítása még Trasknak, hogy a biokémiai bomlás útján már kialakult folyékony szénhidrogének oldanak szerves anyagokat, az alkotórészek befolyásolják egymás összetételét mindaddig, amíg nem áll elő bizonyos egyensúlyi állapot. Az oldási folyamatok megismétlődése az olajjává válás lényeges része.

Említésreméltó ezzel kapcsolatban az, hogy a természetben nem ritka a szénhidrogénvegyületek jelenléte és keletkezése. A *Cera musoe* levele $C_{16}H_{34}$ összetételű folyadékot tartalmaz. A *Ficus ceriflua* az indiai gumi és viasz közötti $C_{18}H_{34}$ összetételű desztillációs terméket ad. Ide tartoznak a gumifélék szénhidrogénjei általában $C_{10}H_{16}$ és $C_{15}H_{24}$ összetételű terpének. *Euphorbia cerifera* Brooks szerint arid termőhelyén viasszal van bevonva. A viasz a növény 4–6%-a. Thomson ezeken kívül mintegy 15 féle parafintartalmú olajra utal, amelyek természetes úton, ma élő növényeken keletkeztek.

A szapropél anyagainak vegyi átalakulása.

A szapropélbe kerülő növényi és állati mikroorganizmusok, általános vélemény szerint, már a lesüllyedés folyamán részben elbomlanak, és csak az állandóbb jellegű vegyületeik kerülnek a medence aljára. (47.)

A proteinek mind az állati, mind a növényi szervezetek protoplazmájának lényeges alkotórészei. A jelenkori és fossilis szapropél-üledékek kén- és nitrogéntartalma nagyrészen proteinvegyületekből származik. Neuberger vizsgálatai szerint nitrogénlehasadás mellett a fehérjékben egy átmenet keletkezik az oxisavak felé, amelyek később zsírsavakká redukálódhatnak. A proteinek elbomlása a szedimentáció folyamán nagymértékben megtörténik, még mielőtt a szapropél alkotórészévé válhatnának, mert legegyszerűbb bomlástermékei, az aminok nem mutathatók ki az olajban. A proteinek szétbomlásának mértékére nézve a szén-nitrogén viszonyszám jellemző mind a szapropélben, mind a kóolajanyagokézetében. Egyes fehérjeszármazékok konzerválódva megmaradnak a kóolajban; ilyenek a fentebb már említett klorofill- és háminderivátumok is.

A proteinek olajjává válásának részleteit még nem ismerjük. Redukciójuknál, amikor CO_2 és H_2O hasadnak le molekuláikból, igen fontos szerepet játszanak a baktériumhatásra történő biokémiai reakciók. Treibs szerint a bak-

tériumok fermentáló hatása, az erősen redukált vegyületeknek szénhidrogénné való alakulásához vezetnek.

A zsírok és olajok átalakulásának folyamatát már részletesebben ismerjük. A természetben jelenleg is keletkező coorongit, az *Elaeophyton* moszat zsíreseppjeinek átalakulási terméke, anaerob körülmények között. Wasmund (54.) számos példát ír le mélyvizek anaerob viszonyai mellett keletkező anabituminás hullaviasz keletkezéséről. Erickson és Wells egy elsüllyedt halászhajón talált és halolajból átalakult szilárd anyagot írnak le, amely zsírsavak magnézium- és kalcium-sójának bizonyult. Ezek az anyagok az olajkeletkezés fele átmenetet, közbülső terméket jeleznek. A zsírok bomlási folyamata glicerintartalmuk elvesztésével kezdődik. A további átalakulás folyamán a zsírsavak CO_2 -t adnak le, majd baktériumműködés következtében folytatódik az olajjaválás részletekben eddig még nem ismert folyamata. Ginsburg és Karagitschewa szerint kísérletileg kimutatható, hogy zsírokból baktériumok útján nehéz szénhidrogének keletkeznek. Jelenkori tengeri üledékekből olyan baktériumokat tenyésztettek ki, amelyek zsírokat és zsírsavat bontva, a jódszámban csökkenést okoznak és szappanosító hatást fejtenek ki. (63.)

Aerob feltételek mellett tudjuk, hogy a zsírok 4 szénatommnál rövidebb láncból álló zsírsavakká lesznek, amelyek egyszerűbb vegyületekké oxidálódnak és végül CO_2 és H_2O -vé bomlanak. Anaerob-viszonyok között azonban, a már redukált szerves üledékben mikroorganizmusok végzik a szénhidrogénképződést.

Mai szapropélekben mind a zsírsavakat, mind az ezeket telített szénhidrogéneké átalakító baktériumokat megtalálták. A zsírok bakteriális hatóanyagok, lipaze-szerű fermentumok hatására, hidrolizálódnak és szabad zsírsavak keletkeznek. Hogy azonban ezen zsírsavakból kőolaj keletkezék, hidrogénforrásra van szükség, mert zsírokból elematmosortosítással még kőolaj nem keletkezhet. Porfiriev (30.) szerint elengedhetetlenül szükséges, ezért elegendő mennyiségű szénhidrát jelenléte. A legújabb kutatások a szénhidrátokból hidrogént fejlesztő mikroorganizmusokat is ismertetnek.

A szénhidrátok közül az olajképződésnél elsősorban a cellulóze jelentős egyes kutatók véleménye szerint. Az átlagos tengeri plankton cellulóze tartalma 14%, ez a mennyiség azonban jelenkori szapropél-jellegű üledékeinkben mindössze 1%-ra csökken, fosszilis üledékekben pedig ki sem mutatható. Ezt azzal magyarázzák, hogy a szapropélben tökéletesen átalakul, illetőleg jelentősége az olajképződés szempontjából területenként a fitoplankton összetételétől függően változó.

Trask vizsgálatai rámutatnak arra, hogy a *Dinoflagelláták* cellulóze tartalma 42%. Tekintve a *Peridineák* rendkívüli szaporaságát és ezen magános moszatok 2 naponkénti osztódását, elképzelhető, hogy jelentékeny mennyiségű anyag tömeggel kell számolni. Tolman, Copalis Beachben a víz egy literében 2 milliárd moszatsejtet számított.

A cellulózéból történő olajkeletkezést főképen Orlov hangoztatja. (29.) Szerinte az olaj alapanyaga a tengeri moszatok cellulózja. A bitumenben cukrot mutatott ki, annak jeléül, hogy a cellulóze jelentékenyen részt vesz az olajkeletkezésben. Figyelemreméltó Wasmund véleménye, aki szerint a cellulózebomlás anaerob baktériumok hatására végső termékként csaknem 50% zsírsavat eredményez. A zsírsavak további átalakulását telített szénhidrogéneké már részleteiben is vizsgálták és megerősítették.

A chitin komplex polyszacharid. A tengeri plankton lényeges alkotórésze, azonban természetes bomlási folyamatoknak redukáló, anaerob környezetben igen ellenálló. Egyes kutatók szerint azonban bakteriális úton elbomlik.

A cukrok igen könnyen elbomlanak még lerakódás előtt. Orlov szerint a bitumenben kimutatott cukor cellulózebomlás útján keletkezett a szapropélben: A keményítő ugyancsak lerakódása előtt elbomlik, de redukáló környezetben is csak metán keletkezik belőle.

Rendkívüli jelentőséget tulajdonítanak egyes kutatók olajkeletkezés szempontjából a ligninnek és bomlási termékeinek. A humuszanyagok, amelyeket hatalmas tömegben folyók szállítanak szárazulatokról a tengerbe, főleg ligninből keletkeznek. Trask egyes jelenkori üledékekben 30% humuszanyagot talált. Willstätter mesterséges úton és 250° C hőmérsékleten redu-

kálva a lignint ciklikus szénhidrogénvegyületeket kapott. A humuszanyagok átalakulásához ugyanezek redukáló viszonyok szükségesek, azonban bakteriális bontással szemben igen ellenállók. Hlauschek és Taylor szerint aránylag egyszerű katalitikus hatásra a szénhidrogénképződés megtörténik.

A szapropél mennyiségére nézve nem jelentős tartozékai a növényi viaszok és gyanták. Mindkét anyag — amint azt később ismertetendő vizsgálatok igazolni fogják — rendkívül ellentálló, és vegyi jellegű megváltozása nélkül eredeti összetételükben válnak az olaj tartozékaivá.

A baktériumtevékenység és a rádióaktivitás szerepe

A vázolt folyamatoknál csaknem kivétel nélkül szerepelnek anaerob baktériumok. Működésük elsősorban a redukáló viszonyok megteremtésében nyilvánul, és abban, hogy hatóanyagokat termelnek, amelyek az enzimekhez hasonlóan, bizonyos vegyi átalakulásokat idéznek elő. A működő baktériumok mennyiségére nézve jellemző, hogy Drew és Andros szigetekenél az iszap 1 cm³-ében 160 millió talált. A délkaliforniai szigetekenél az iszap 1 grammjában több millió volt kimutatható. A baktériumok fermentumainak aktíváló mechanizmusa csak általánosságban ismert, ezért a kutatók közvetlen bizonyítékok híján nem egyöntetűen vallják a bakterieid hatás szükségességét az olajjáváálás egész folyamata alatt.

A baktériumok szerepén kívül a legújabb kutatások a rádióaktivitás szerepére is rámutatnak az olajkeletkezéssel kapcsolatban. Lind hangoztatta először, hogy megfelelő földtani viszonyok mellett szénhidrogéngáz rádióaktív hatásnak kitelve olajjá válik. Whitehead és Sheppard laboratóriumi úton zsírsavakat alfarészcsekkkel bombázva n-pentadekánhoz hasonló szénhidrogént kapott. Ezidőszent még kevés adat és kevés kísérlet áll rendelkezésre ezzel a kérdéssel kapcsolatban, úgyhogy addig ez az elgondolás is a többi elmélet mellé sorolható.

Összefoglalásul tehát a szerves olajkeletkezés mellett a következő fontos érvek sorakoztathatók fel:

1. Földtani összehasonlítással kimutatható, hogy a legtöbb olajterületnél, a mező közelében, vagy a tárolókőzet alatt főleg hemipelágikus jellegű, szapropélből keletkezett pelites kőzetek vannak, amelyek az olaj anyakőzetéül tekinthetők.

2. Jelenkori szapropelitekben, felhalmozódott ritka fémek mutathatók ki, a nikkell, vanádium és molibdén. Ugyanezek az olajokban is megtalálhatók.

3. A kőolajban kimutathatók a hámín és klorofill származékai. Ezek élő szervezetekre jellemző vegyületek és oxigénnel átszellőzött vizek lerakódásaiban hiányoznak.

4. A kőolajokban számos ma is élő baktériumfajtát lehet kimutatni, ezek a baktériumok bizonyíthatóan ma is bontják, alakítják az olajat.

A magyar kőolaj mikroszkópi vizsgálata

A magyar kőolajra vonatkozó vizsgálataink Sanders kutatásai nyomán a következő elgondolásból indultak ki: ha valóban oxigénmentes tengerrészekben planktonszervezetek anaerob biokémiai elbomlásából keletkezett a kőolaj, úgy felmerül az a gondolat, nem maradt-e meg az elpusztult, egykori zoo- és fitoplankton el nem bomló, esetleg konzervált része az olajban.

Két év alatt nem várt bőségen tudtuk kimutatni dunántúli nyersolajainkban egykor élő állati és növényi szervezetek mikroszkópikus maradványait. A kísérletek és vizsgálatok két éve folynak, de a hatalmas anyag és az előkerült állati és növényi maradványok csaknem minden darabja külön vizsgálati problémát jelent, úgyhogy a kutatások még korántsem mondhatók befejezetteknek.

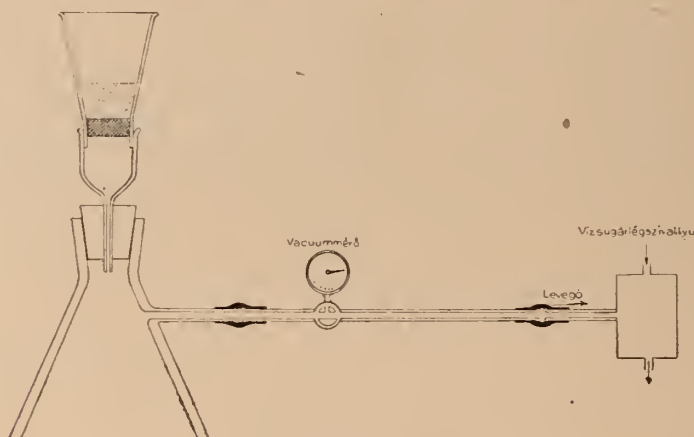
A vizsgálati eljárás ismertetése

Anyaggyűjtés.

Olajvizsgálat céljából egy kb. 10 liter űrtartalmú tartályba vett, a lehetőség szerint steril mintából kell kiindulni. Célszerű felszálló termelést adó kútból mintát venni, mert ott a zárt rendszerben történő, tehát csaknem teljesen steril, a külvilági szennyezésektől mentes mintavétel megoldható.

A termelőeső elágazása előzetes fuvatás után a tartály bevezető nyílására kapcsolható, ahol a gyűjtőtartály a felszökő olajjal megtölthető. Az olajjal együtt bekerülő gáz, a tartályban különválva az olajból egy másik vezetéken eltávozik. Mintavétel után az olajtartály csapjai lezárhatók.

Mintavételeink mind így történtek. Természetesen nem minden olajtermelő területen lehet fenti eljárással mintát venni. Szivattyús, vagy kanala zással termelő kutaknál, esetleg olyan területeken, ahol a tárolóközetből a külszínen szívárog az olaj, fokozottabb figyelmet kell fordítani a külső szennyezéstől mentes mintavételre. Ilyen termelési módok mellett ugyanis számos lehetőség van arra, hogy az olaj részben a kútba kívülről bekerülő anyagtól, részben a szabad levegőre kikerülve szennyeződjön. Az ilyen anyagok



1. ábra. Az olajszűrés elvi vázlata.

vizsgálatakor fokozott bírálattal kezelendők a vizsgált maradyányok. A szennyezésmentes minta vizsgálati munkálatai közben arra is gondolni kell, hogy a levegőből, ruháról stb. szennyezés ne kerülhessen a vizsgálati anyagba.

Az eszközök használat előtt gondosan megtisztítandók. Üvegeszközöket célszerű krómsavval, majd desztillált vízzel és alkohollal kezelni. Esetek és hasonló tárgyak alkoholban öblítendőek, majd mikroszkópon vizsgálandók, hogy mentesek-e a szennyezésektől.

A begyűjtött olajmintát lehetőleg vízmentesen termelő kútból ajánlatos venni. Az esetleg olajban maradt kevés víz, néhány napi állás után, a tartály alján lecsapolható.

Olajvizsgálataink a Déldunántúl három olajmezőjének kisvizskozítású, híg, alacsony frakciókban dús olajaiból készültek. Sűrű, viszkózus olajokat a gyűjtőtartályban a kőolaj párlataival fel kell hígítani, hogy a víz leülepíthető, és a szűrési eljárások keresztülvihetők legyenek.

Szűrés. A tartályban lévő olaj felkeverése után 0,5–0,75 litert használunk vizsgálatra.

A szűrés céljára porcellán szűrőfelületű üvegszűrőt használunk, amelybe előzőleg vegytiszta, igen finoman kristályos konyhasót rétegezzünk. A konyhasót 1 mm-nyi mennyiségben a szűrőbe töltve, szűrt és lehetőleg külön ledesztillált petróleummal lecséppentjük. A következő, ugyancsak petróleummal megnedvesített sőrétetet üveghenger lapos végével tömöttre döngöljük, mindezt folytatva addig, amíg egy 10–14 mm vastag sőrétég nem áll rendelkezésre.

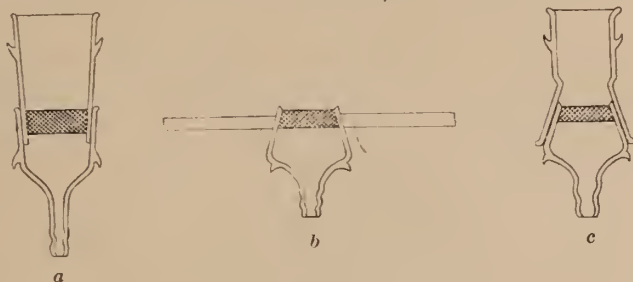
Az így elkészített szűrőt vákuumpalackhoz kapcsoljuk és lassan szivatjuk, közben egy üvegpálea felhasználásával desztillált petróleumot töltünk rá. Az ily módon előkészített és petróleummal átmosott szűrő felhasználható már kőolajszűrésre.

Állandó, lassú és egyenletes vákuumszívás közben az előkészített olajat lassan a még teljesen le nem szívott, tiszta petróleummal félig tele szűrőbe öntjük és az utántöltést folyamatosan végezzük, a szűrés befejezéséig.

A továbbiakban a konyhasó-szűrőfelületet ugyancsak lassú vákuumszívás mellett óvatosan átmosnk olajfrakciókkal; először petróleumot, majd benzint és gázolint lehet alkalmazni. A mosást mindaddig kell folytatni, amíg a szűrőfelület az olajtól teljesen megtisztul és a szűrlet tiszta marad átszívás után.

Más organikus oldószerek, így széntetraklorid, éther, kloroform stb. használata gyorsítja ugyan a szűrőfelület tisztulását, azonban egyúttal kioldhat olyan anyagokat, amelyek jellemzők lehetnek. A kőolajfrakcióknak mosásra, a konyhasónak pedig szűrőfelület készítésére történő felhasználása a fizikai és kémiai változások lehetőségét kiküszöböli. Mind a konyhasó, mind a kőolajfrakciók azon közeg tartozékai, amelyből a vizsgálandó anyagot kiszűrjük.

A szűrőréteg megtisztítása és meleg levegő átszívása útján történő szárítása után a konyhasó meleg, szűrt, desztillált vízzel átmosandó egy kis főzőpohárba vagy hengerüvegbe. A feloldódó konyhasóból tömény sóoldat keletkezik, amely opalizáló, híg, tejszerű a benne lebegő olajból származó anyagtól. Ha a só feloldása túl sok vízzel történik, és a híg oldatban a kiszűrt



2. ábra. Mikroszűrők.

anyag nem lebegne, úgy az oldat koncentrációját tetszőleges mértékben növelni lehet, túltelített konyhasóoldat hozzáadásával. Ha tömény oldatban minden a folyadék felszínén lebegne, úgy hígítással elérhető, hogy a kiszűrt anyagot fajsúlya szerint máris szelektáljuk.

Ezután következik a vizsgálati anyag elválasztása a konyhasótól. Fajsúly szerint, rétegenként a hengerüvegből leválasztjuk az oldatot a benne lebegő anyaggal együtt, és Schott szűrőfelületekből készített szűrőesővekbe mosva, lassú vákuumszívással leválasztjuk a konyhasót, majd desztillált vízzel mossuk az anyagot. Alapos átmosás után a vizsgálati anyagot megszabadítottuk a konyhasótól, úgyhogy a preparátumok elkészítésére kerülhet sor.

A preparátumkészítés legegyszerűbben úgy végezhető, hogy a vizsgálati anyagnak desztillált vízzel történő kimosása végén a folyadékot nem szívjuk le teljesen, hanem alkoholt adunk állandóan a folyadékhoz, mindaddig, amíg egy kismennyiségű alkohol marad a szűrőben a benne lévő maradványokkal.

Az így előkészített alkoholos anyag üvegfiolákban tárolható, vagy pedig finom borzeeset felhasználásával tárgylemezre vihető tetszőleges mennyiségben. A lemezről az alkohol elpárolog, a maradványok pedig az üveghez tapadnak. Ez az eljárás azután a többi fajsúlyfrakciókkal hasonlóképpen követhető.

Jó eredménnyel lehetett alkalmazni a kisfelületű szűrőlappal ellátott esőveket. Itt a vizsgálandó anyag desztillált vizes mosás után a szűrőlapon

kerül vizsgálatra a nélkül, hogy tárgylemezre vinnénk. A szűrő egy vékony kemény gumilemez nyílásába illeszthető és közvetlenül a mikroszkóp tárgyasztalára helyezve vizsgálható. Ez utóbbi eljárás főleg azon esetekben vált be, amikor oldási, festési vagy egyéb vegyi eljárásoknak kell a vizsgálati anyagot alávetni.

Ez utóbbi vizsgálati berendezésnek előnye még az, hogy a szűrőfelületre tapadt vizsgálati anyaggal ellenkező szűrőfelületi oldalra alkoholt, vagy desztillált vizet esepentve, és a szívócső felől levegőnyomást adva a tárgyak tapadási helyével ellenkező oldalról, a vizsgálati anyag fellazítható, és újra más tárgylemezre vihető.

Az olajban lebegő szerves eredetű maradványok nagy tömegének jelenléte természetszerűleg felhívja a figyelmet arra, hogy hasonló maradványokat a kőolaj tárolóközvetében is kutassunk. Az olaj mai tárolóhelyére kétségtelenül vándorlással került megfelelő szerkezeti formákba. A migrálás távolsága legtöbbször ismeretlen. Biztos azonban, hogy homokkőben történt mozgás közben a szerves maradványok tömege kiszűrődhetett az olajból, tehát indokolt azokat az olajhomokkövekben is kutatni.

Az olajtároló homokkövekből mindenekelőtt az olajat kell kiextrahálni. Legtöbbször itt is jól beválik az olajfrakciók alkalmazása. A teljesen kimosott homokkődarabokat meleg levegőben kiszárítjuk az oldószer eltávolítása céljából, majd tömény konyhasóoldatban szétáztatjuk. A homokkő ásványi szemeséj a hengerűveg alá süllyednek, a hézagokban lévő szerves maradványok pedig a konyhasóoldatban lebegő állapotban helyezkednek el fajsúlyuk szerinti más-más magasságban. Az egyes frakciók azután a már fentebb leírt módszerrel leválaszthatók és szűrhetők. A preparátumok elkészítése a már említett módon, vízzel és alkohollal való átöblítés után történik.

A szerves maradványok nagy száma és kiesínyése szükségessé teszi az azernali fényképezést illetőleg bizonyos esetekben, ha a fényképezésnek akadályai vannak, a rajzon való rögzítést. Fényképezésnél a tapasztalat azt mutatta, hogy szórt, nappali, tehát nem műfény a legalkalmasabb. A berendezés egy a mikroszkóp tubusára rögzített gyűrű felhasználásával könnyen és bármikor munkaközben a mikroszkópra esatolható. Egy oldalnézőkén a mikroszkóp lencserendszerével felvetődő kép tükörreflex útján vizsgálható, illetőleg a mikrométeresavarral élesre állítható.

A filmre történő fényképezéssel szemben jól bevált a nagy nagyításoknál különösképpen sikerrel alkalmazott lemez. Ajánlatos finomszemeséjű lemeznek és előhívónak a használata.

A gyakorlat folyamán kialakult munkamódszerrel, vizsgálat közben talált fényképezésre alkalmas tárgyról készült felvételt ajánlatos azonnal előhívni és a nem sikerült felvételt megismételni. A további műveletek folyamán gyakran előfordul ugyanis, hogy festési vagy oldási eljárások következtében a maradvány megsemmisül, illetőleg teljesen megváltozik.

A vizsgálatnál egyes esetekben ultraibolya fény használatára is sor került. A fényforrást egy anyagvizsgáló UV-készülék szolgálta oly módon, hogy a lámpa nézőnyílásán át fekete üvegesővel a tárgyra irányított ibolyántúli sugarakat alkalmazzuk.

Igen jó szolgálatot tesz egy polarizációs mikroszkóp, ha a maradványok esetleges bevonatát, illetőleg a sejtszerkezetek kitöltő anyagait vizsgáljuk.

Sok esetben a kérdéses tárgy detritusosomók között úgy helyezkedik el, illetőleg úgy tapad a tárgylemezre, hogy a mikrométer állandó mozgatásával lehet csak minden részletét megvizsgálni. Ilyen esetben fényképfelvétel nem készíthető, úgyhogy egy jó rajz, amely a jellemző tulajdonságokat feltünteti, értékesebb a fényképfelvételnél.

A fentebb leírt szűrési eljáráshoz felhasznált eszközök a szövegközötti ábrákon, hosszmetzetekben vannak ábrázolva. Az első ábra az olajszűrési eljárás elvi vázlata. Vákuumelőállítás céljára tökéletesen megfelel egy háziilag is készíthető, vízvezetékesapra szerelhető vízszugárlégszivattyú. Pontos a vákuummérő közbeiktatása, amennyiben a tapasztalat szerint kb. 15 Hg mm-nél nagyobb nyomás szűrésnél szükséges.

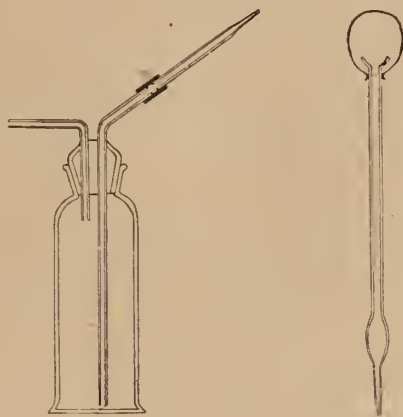
Ugyancsak fontos egy háromágú csap közbeiktatása is; a szűrést ugyanis felhasználásával félbeszakíthatjuk, anélkül, hogy az egész készüléket szét kellene kapcsolni.

A második ábra három szűrőt ábrázol. Az elsőn az egyes frakciók külön-külön való szűrését, majd a vízzel és alkohollal való átöblítését végezzük.

A második egy tárgyasztalba szerelhető mikroszűrőt ábrázol. Ennek alkalmazása festési, oldási stb. vegyi eljárásoknál vált be. Az anyag közvetlenül a szűrőfelületen kerül vizsgálatra és természetesen felső megvilágítással.

A harmadik az előbbi szűrő teljes képét adja metszetben. Mindhárom szűrő érintkező üvegfelületei pontosan összezsizoltak. A jó illeszkedést fokozzák az üvegalkatrészekben lévő tömör csapok, amelyek felhasználásával vékony gumiszalaggal az összetartozó alkatrészek összefűzhetők. A második rajzon ugyancsak ezen csapokkal lehet a tárgyasztalhoz erősíteni a mikroszűrőt.

Megemlítendő még, hogy sűrűn használt vegyszerek tárolása igen célszerű a 3-ik ábrán feltüntetett mosópalacskszerű üvegben, amelynek szűk



3. ábra.

kiömlő nyílásán a vegyszert erős sugárban lehet kifeeszkendezni. A második rajz egy gumigömböskével ellátott pipettát ábrázol, amely igen jól felhasználható a szűrletfrakciók leválasztására.

Minden üvegeszközt használat után krónisavban áztatjuk, majd desztillált vízben és alkoholban leöblítjük és üvegburák alatt tároljuk.

A kőolaj szerves maradványai

A mikroszűrési eljárással nyert anyag parányi ásványi szemeket is tartalmaz, amelyek legtöbbször a szűrési eljárás folyamán az edény aljára süllyednek, miután fajsúlyuk lényegesen nagyobb a többi olajban lebegő anyagnál. Az ilyen módon különválasztott anyag túlnyomórészt apró kvarezemekből áll, de ritkábban csillámpikkelyek és nehézásvány-törédkdarabkák is előfordulnak. Miután kétségtelen, hogy ez az anyag a tárolókőzetből származik, a kiáramló olaj hozta magával, szerepe az olajkeletkezésénél nem volt, és ezért mindössze a homokkő, illetőleg a tárolókőzet összetételére nézve ad üledékkőzettani adatokat.

A kőolaj tartozékát tevő lebegő anyag: 1. ásványi, 2. növényi és 3. állati eredetű lehet.

1. Ásványos anyag.

Pirit gömbök. Mindhárom olajmező termelő szinttájainak olajában meglehetősen nagy számban voltak apró, sárga, élénken csillogó fényű piritgömböcskék. Nagyságuk 5—30 mikron átmérő között változott. Leggyakrabban előfordult egy nagyobb gömbhöz tapadt 5—6 apró gömböcske formájában, amelyek enyhe nyomás hatására leváltak

A gömbök gyakran kidudorodásokkal díszített gömbös-vesés felületűek és gömbszegmentumokra esnek szét nyomás hatására. Ragyogó fémfényük miatt jó mikrófelvételt nehezen lehet róluk készíteni. Legjobban bevált a reflektált fényben való fényképezés.

Eredetüket illetően a pirítgömböcskék baktériumhatásra keletkeztek. Ismeretes, hogy az üledékek kénciklusára döntő hatással vannak egyes baktériumfajták, amelyek a kéntartalmú fehérjevegyületekből kénhidrogént szabadítanak fel. A keletkező kénhidrogén az üledékben mindig jelenlévő vassal reakcióba lép. Egy másik lehetőség szerint szulfát keletkezik, amely azután szulfátredukáló baktériumok hatására alakul piritté.

Az olajban lévő pirítgömböcskék inkább az első elgondolást látszanak igazolni. A szapropél oxigénmentes helyen alakul olajjá, tehát a fehérjebomláskor keletkező kénhidrogén nem oxidálódik szulfáttá, hanem az első folyamat megy végbe, t. i. az intracelluláris reakció kénhidrogén és vas között baktériumhatásra. Ezt az elgondolást támasztja alá az a körülmény, hogy az olajban talált piritszferoidok apró gömbökből, illetve gömbszegmentumokból vannak összetéve, tehát piritesedett kolóniáknak látszanak.

A különálló pirítgömbök közül az I. tábla 1. és 2. ábráján látunk jellemzőbb formákat ábrázolva. Az első ábra két közel egyforma nagyságú gömböt ábrázol, amelyeket alsó részükön tömegesen vesznek körül egészen aprók. Hasonló jelenséget ábrázol a IV. 14. ábra, ahol egy nagyobb szferoidot koszorúszerűen kisebbek szegélyeznek.

Jellemző megjelenési formáját lehetett félig elbomlott növényi szövetek konzerválódott néhány sejtjében megtalálni. *Alga*-thallus sejtjeit vizsgálva apró, át nem látszó testek vonták magukra a figyelmet. A mozzattörédeket oldószerral kezelve sikerült ezeket a fekete testecskéket kiszabadítani. Vizsgálatkor kitűnt, hogy ezek is piritszferoidok, amelyek a sejt protoplazmájának bomlásakor keletkező H_2S bakteriális átalakulása útján keletkeztek a sejtek belsejében. A moszatdarab későbbi konzerválódása a továbbomlást megakadályozta és megőrizte a növény elpusztulása után bekövetkező kezdeti bomlási periódus bakteriális termékét.

Kovaták. Gyakorikak a vizsgált olajok mindegyikében a különböző nagyságú és méretű, átlátszó, víztisztaszínű tűk és töredékek. A legtöbb egyenes, látszólag tökéletesen hengeralakú. Felszínükön sem rajzolat, sem bevágás, vagy nodus nem látszik. Vastagságuk 2–3 mikron, hosszúságuk változó. Néhol 4–5 db egymáson fekszik. Egyes tűkön mintegy ráragadt detritusesomókat lehet látni, amelyek azonban nem tartozékaik.

Fényképezésük nehéz, mert rendszerint nem fekszenek a tárgylemez síkjában ezek az amúgy is igen vékony átlátszó tűk, amellet gyakran detritusesomók sora burkolja őket. Egy jellemzőbb alakot a II. tábla 6. ábrája mutat be.

A legtöbb tű töredékdarab, rendszerint alsó és felső végéből is hiányzik egy rész. Anyaga: szilíciumdioxid; sósavban oldhatatlan, a fluorhidrogén oldja. Polarizált fényben homogénnek tűnik, tehát ninesen szó esetleges ásványi bevonatról, amelyet a további vizsgálatok folyamán gyakran lehet tapasztalni más esetekben.

Eredetüket illetően valószínűleg *Spongia* k covatúi. (Megjegyzendő, hogy nagyon emlékeztetnek egyes Foraminiferák, pl. *Globigeriná*-k tűihez, azonban nem képzelhető el, hogy az eredeti kalciumkarbonát összetétel ennyire tökéletesen kieserülődhetett volna szilíciumdioxiddal.) A tűk beható további vizsgálata értékes adatokat adhat az olajok keletkezési idejét illetően.

2. Növényi eredetű anyag.

Spórák, pollenek. Az előfordulás gyakoriságát tekintve a növényi maradványok közül első helyet a spórák és pollenek foglalják el. Amint azt az I. és IV. táblák megfelelő ábrái mutatják, alakjuk, megjelenési formájuk rendkívül változatos.

Nagyságuk változik 10 és 46 mikron között. Színük a lovászi és budafapusztai olajokban sárgásszürke, a hahóti olajban átlátszatlan feketésbarna. Az ábrázolt spórák kutinizált burkok; a legtöbb vizsgált példányból az egykori sejttartalom hiányzott. Néhányban azonban a sejttartalom maradványa megvan, és amint azt az I. 6. ábrán láthatjuk, az áttetsző burkolaton jól fényképezhető volt. A spóraburkolatok vastagsága változó. A vastagabb héjúak síma gömbfelületek, mint pl. I. tábla 4., 5., 6., 11. és 13. ábrákon, a vékony héjúak felülete viszont zsugorodott.

Alakjuk gömb, elliptikus, tetraeder lehet. Néhány jellemző formát az I. és IV. táblákon láthatunk. Kiténik ezek közül az I. 7., esőrszerű kiömlőnyílásával. Az I. 9. vastag héjúval és hálószerű felületi bordázatával, az I. 10. felületén lévő sűrűn egymás melletti apró pontszerű kiemelkedésekkel. Az I. 14. ábra burkolatának felületén nyolc radiálisan futó kiemelkedő borda van, a felület ezekkel a gerendákkal sejtszerűre osztott.

Az I. 15. ábra egy két félgömbre tört spórát ábrázol és igen jellemzően arra utal, hogy a héj kemény és üvegszerűen reped.

Az I. tábla 16. és 21. ábrák gombaspórát ábrázolnak. Valószínűleg gombaspóra az I. 12. is.

A IV. tábla ábrái közül figyelemreméltó a tetrád jelleget feltüntető felületi rajzolatral és peremi fátyollal ellátott *Lycopodium*-spórát ábrázoló 3. kép. A 10. kép valószínűleg *Pteridophita*-spórát ábrázol, ugyancsak jól megmaradt peremi röpitő fátyollal. Említésreméltó még a IV. 13. ábrán feltüntetett nyolcszögletes gombaspóra, az együttlmaradt, felszíni kiemelkedésekkel díszített spórákkal és a nyél egy darabjával.

A kőolajból gyűjtött spóraanyagban képviselve vannak a Potonié-féle csoportosítás szerinti *Aletes*- és *Triletes*-csoportok. Alakjuk szerint kör, ovális babalakú, polygonal, aequatoriális bórkoszorúval, háromsugarú dehiszenrepedéssel ellátott típusok. Felületük szerint az exospora síma, szemcsés, hálózatos stb. típusait lehet a spóraanyagban megkülönböztetni.

A vizsgált anyag tekintélyes mennyiségű spórát tartalmaz és amint már a képeken ábrázolt leggyakoribb típusokból is látható, eléggé változatos formákban. Egyelőre csak annyit lehetett megállapítani, hogy a hahóti olaj spóraanyaga kevésbé változatos, mint a budafapusztai és lovászi. túlnyomórésztben síma felületű, 18—20 mikron átmérőjű fekete, síma spóraanyag került ki belőle.

Valószínűnek látszik, hogy a jó megtartású és nagy egyedszámú spóraanyag felhasználásával lehet majd pontos kormeghatározást eszközölni. Sajnos, ezeitől szerint meghatározásuk még nem lehetséges. Zólyomi Bálint szerint azért, mert az alsópannon és miocén növényvilágának spóra- és pollenanyagát még nem ismerjük.

Egysejtű szervezetek, sejtes csoportok. A spórák mellett előfordultak a budafai és lovászi olajban vastagfalú kisméretű sejtestek, amelyek burkolata polarizált fényben szilíciumdioxidos impregnációt mutatott. Lehetséges, hogy tengeri moszatok coccoid alakjai ezek.

Az I. tábla 17. és 18. ábrái 6 db. tojásalakú, összefűzött, vastagfalú sejtet ábrázolnak. Ezek a hatos sejtes csoportok meglehetősen gyakoriak és mind a lovászi, mind a hahóti kőolajban előfordulnak. Színük a lovászi olajban sárgásbarna, a hahótiiban barnásfekete.

Ugyancsak figyelemreméltó, csak a lovászi olajmező alsó Rátka-szintjából több példányban előkerült kettős sejtesoport, amely 1050-szeres nagyításban az I. tábla 19. fényképén van ábrázolva. A két lapított gömbalakú sejttest tompa végénél összefügg, kihegyezett vége ellentétes irányok felé fordul. Felületük gyengén pontozott, színük barnássárga. Ugyancsak ennek a sejttestnek különálló, páratlan alakját ábrázolja a IV. sz. kép, amely két gyenge befűződést is feltüntet az aequatoriális irányval párhuzamosan.

Kovamoszatok. A vizsgált déldunántúli olajfajták közül eddig kizárólag a hahótiból kerültek ki *Diatomák* kovavázai, amelyek a II. tábla 13., 14. és 15. és a IV. tábla 19. sz. képein vannak ábrázolva. A talált példányok a *Pannale-k Cymbella* genusába tartoznak a II. tábla 15. kivételével, Szemes Gábor meghatározása szerint. A vizsgált kovavázak áttetsző, vékony szintelen SiO_2 -ből állnak. A vázak finom rajzai csak két fényesűrű és oldalmegvilágítás alkalmazásával voltak fényképezhetők.

Egyes kutatók a kovamoszatoknak jelentékeny szerepet tulajdonítanak a kőolajkeletkezés folyamatában. A sejttartalom %-os összetétele ugyanis 29% nyers protein, 8% éteres extraktum, 63% nitrogénmentes vegyület, szemben az átlagos plankton összetételével, amely 24% nyers proteinből, 3% éteres extraktumból, 73% nitrogénmentes vegyületből és 14% cellulózéből áll.

Algák és egyéb növények maradványai. Jelentékeny mennyiségben kerültek ki mindhárom termelő olajmező olajaiból barnás-színű növényi töredékdarabok, nagyrészt jól felismerhető sejtes szerkezettel. Feltűnő volt az egy sejtréteg vastagságú szövetdarabok tökéletes konzerválódása, zsugorodásmentes épségben.

Polarizált fényben való vizsgálattal ki lehetett mutatni, hogy a növényt, illetőleg a növény megmaradt részét SiO_2 -ből álló vékony burok védte meg az elbomlástól. Saválló bakelitdobozban sikerült néhány ilyen épségben megmaradt növénymaradványt fluorhidrogénnel kezelni és az SiO_2 burkot leoldani. Az oldási eljárás előtt a szokásos celulózereakciókat a növénymaradvány nem adta, 5—6 perces fluorhidrogéngázban való kezelés után viszont reakciót adott. Gyakori jelenség az, hogy a növénymaradványnak csak egy része van bevonva SiO_2 -vel, ezen a helyen ép és jó megtartású a sejtszerkezet; gyakran azonban a maradvány szélső részein a sejtek körvonala elmosódik és mindössze egy alaktalan tömeg látható mikroszkóp alatt. Néhányszor sikerült ezen maradványok szélső részein növényi festési eljárásokkal reakciót kapni, annak jeléül, hogy ott valóban hiányzik a kovaburok.

A vizsgált növényi maradványok tömegéből néhány a mikrofényképfelvételeken szerepel. Ilyenek a II. táblán az 1. ábra, amely *Alga* thallust ábrázol. A 8. ábra valószínűleg *Chara*-maradvány. A 9., 10., 11. és 12. kép egy-egy szövetdarabot ábrázol. A 10. sz. fényképen jól felismerhető a gödrös sejtfalvastagodás és a kép balszélén levő elmosódott, SiO_2 -vel nem bevont szövetrés. A 12. sz. kép egy szövetdarabot ábrázol, amelynek felületét kiálló kúpalakú díszítések borítják. A 11. kép vékony kutikulaszerű hártyát ábrázol, amely összezsugorodott és csavarodott. A II. tábla 5. és 7. sz. mikrofényképei orsóalakú, közelebből fel nem ismert maradványokat ábrázolnak. Viszonylag jó megtartású, valószínűleg algamaradványokat ábrázolnak a IV. tábla 23. sz., 24. sz., 25. sz. és az V. tábla 2. sz., 3. sz. és 6. sz. képei. Különösképpen figyelemreméltók a 23. képen jól kitűnő nodus és a 25. és 2-es képeken ábrázolt levélszerű többsejtrétegű sejtlemezek. Az V. tábla 2. és 6-os ábrái szilicifikált alga thallusok.

A IV. 22. kép mohá protonéma **B o h n s** Gábor meghatározása szerint.

Több példányban előkerült az I. tábla 22. képén ábrázolt körtealakú képlet, amely harántirányban részekre osztott és a legnagyobb valószínűség szerint antheridium.

A IV. tábla 16. képe csillagalakú epidermisképlet. A hozzá hasonló trichomák kivétel nélkül valamennyi vizsgált olajban előfordultak. Ezek a vékony, rendszerint egy sejtrétegvastagságú képletek azonban legtöbbször teljesen összegyűrődve kerülnek ki a szűrletből. Összegyűrődésük valószínűleg már a kovaburokkal való bevonás előtt megtörténhetett, únbár elképzelhető az is, hogy a lúgos kémhatású maradványra kiesapódó SiO_2 -gél, először vékony koesonyás hártyával borítja be a növényt, ezzel megvédi az elbomlástól, de csak később merevedvén meg, nem óvja meg attól, hogy mechanikai hatásokra alakját megváltoztassa.

Az epidermis képletek összegyűrűt, megváltozott alakjuk miatt csak igen nehezen fényképezhetők. Gyakoriságuk a kőolajkeletkezés partközeli körülményeire, illetőleg a szárazföldi eredetű hordalék fontos szerepére utal.

Az V. tábla 4. és 10. sz. képei víztisztaszínű, átlátszó SiO_2 -ből álló vázrészek. A 10. ik kép növényi szörképletet ábrázolhat, a 4-ik azonban elbomlott növényi test kovavázmaradványa.

A II. tábla 2. képe ugyancsak kovaimpregnációjú trichomát ábrázol, mégpedig Bohus Gábor szerint virágos növényét.

Gombamaradványok. A vizsgálati anyagban igen jelentékeny mennyiségben szerepelnek gombamaradványok, ezért indokolt külön csoportban való tárgyalásuk. Igen gyakoriak, főképen a hahóti olajban a maradványokat behálózó vékony gombahyphafonalak, amilyen a II. tábla 16. sz. képén van ábrázolva. A fonalak áttetszőek és színtelenek.

A spórák csoportjában letárgyalt gombaspórákon kívül figyelemreméltó az V. tábla 15. sz. képén levő *Ascomyces ascusa*.

Gombamaradványt ábrázolnak az I. 20., I. 23., IV. 17., IV. 18., IV. 20., IV. 21. közötti képek, a már fentebb tárgyaltakon kívül.

Gyantyszerű csepppek. Igen ritkán előfordultak a kőolajból kiszűrt anyagban 15—25 mikron nagyságú, alakatlan, cseppszerű darabok; színük a budafai és lovászi olajban világossárga, a hahótiban sötét méz-sárga volt. A törmelék és detritusdarabok tömegéből valamivel erősebb fénytörésükkel tűnnek ki ezek a maradványok és áttetsző anyagukkal. Kémiai összetételük ismeretlen és kicsinységük miatt még mikroreakciók elvégzésére is alkalmatlanok. Igen nagy valószínűséggel állítható azonban, hogy gyantyszerű, benzínben nem oldódó, cseppalakú testekről van szó, amelyek nem vettek részt az olajkeletkezés folyamatában, sőt a későbbi sorozatos oldási folyamatokban is elkerülték az átalakulást.

Alaktalan detritus. Az olajból gyűjtött szűrlet anyagának túlnyomó része vékony, színtelen, alakatlan és szerkezetnélküli darabkákból áll. Mintán ez a törmelékyszerű anyag jelentékeny mennyiségű, feltélenül megérdemli anyagának felismerésére irányuló vizsgálatokat.

Egy része állati eredetű. A növényi származású anyag a legtöbb esetben többé-kevésbé SiO_2 -vel bevont, amit poláros fényben lehet bizonyítani. Az anyag egy további része ásványi eredetű, igen finom elcszású iszap. A megmaradó színtelen áttetsző törmelékklapok *kolloidális humuszanyagok* megszilárdult, kiesapódott részei lehetnek, ahogy azt Sanders is feltételezi. A kérdés csupán az, miért nem vett részt az olajjávalás folyamatában a huminanyagoknak ez a része? Vagy ez is az elbomlást elkerülő anyagtöredék egy része csak, aminthogy a fentebb tárgyalt szerves maradványok esetében is bizonyos körülmények, konzerváló hatások megmentettek finomszerkezetű és könnyen bomló anyagokat az olajjávalástól?

3. Állati eredetű maradványok. A kőolajból szűrt maradványok között számbelileg ugyan a növényi eredetűek mögött maradnak, jó megtartás szempontjából azonban jeleatékony szerepet játszanak az állati eredetűek. Az állati eredet eldöntése sok esetben nem okoz nehézséget, ha a maradvány az egykori állat chitinpáncéljának nagyobb darabja, összefüggő, felismerhető testrészt, vagy függelék. A nehézségek akkor mutatkoznak, ha az eredetileg is lágytestű állat vékony, bőrszerű chitinváza összegyűrve, átlátszó vékony hártagomolyag alakjában kerül vizsgálatra, ahogy a III. tábla 11. és 14. sz. képein is látható.

Ez utóbbi eset természetesen a gyakoribb, ami érthető, ha a plankton-szervezetek túlnyomóan lágy testére gondolunk és arra, hogy maradványaink tekintélyes utat tettek meg, amíg az elsődleges migrálások a tárolókőzet hézagaiba, majd a hézagok hálózatán keresztül, a másodlagos migrálás folyamán, mostani akkumulációs helyükre kerültek. A kútból a termelőcsövön felszökő gyors olajáram intenzív mechanikai hatása után a szűrési eljárás már tulajdonképpen kíméletes kezelésnek mondható. Valószínűleg a maradványok igen kis méretei és nagy számuk miatt lehetséges, hogy a III. és V. táblákon ábrázolt formák épségben vizsgálatra kerülhettek.

Ha a maradvány morfológiai tulajdonságaiból nem lehet az eredetre következtetni és ha megközelítő statisztikai adatokra van szükség annak eldöntésére, hogy a maradványok között milyen arányban szerepelnek állati és növényi eredetűek, *chitinreakciókhoz* kell folyamodni. A növényi anyagoknak festési eljárásokkal való kimutatása ugyanis csak a legritkább esetben sikerül, valószínűleg az SiO_2 bevonat miatt.

Az ismert chitinreakciók közül legkönnyebben keresztülvihető a Schulze- és Kunike-féle. Eljárásuk lényege, hogy az anyagot ehlorodioxideeetsavval, az ú. n. diaphanollal előkészítik. Az előkészítés folyamán a chitinben lévő idegen vegyületeket szétroncsolva, kifehérik a kísérleti anyagot. Koncentrált kénsavval leeseppentve az anyag feloldódik. Ezután 50 százalékos alkohol alfa naftollal telített oldatából 1—2 cseppet adva a folyadékhöz, ibolyaszínződés áll elő. Ugyanakkor jól és cone. kénsav hatására az anyag csak sárgára színeződik és ebben különbözik a cellulozétól.

Az ilyen reakció elvégzése természetesen korántsem olyan egyszerű, parányi mikroszkópikus maradványokkal, mintha nagyobb darabokból álló vizsgálati anyagról van szó. Elvégzését a kis anyagmennyiség megnehezíti, azonban könnyítést jelent az, hogy a diaphanollal való kezelés elmaradhat.

Megemlítendő, hogy igen gyakran, a növénymaradványokhoz hasonlóan, legalább részleges SiO_2 burok tapad a chitinpáncélhoz. Ilyen esetben eredményes reakcióra csak az SiO_2 előzetes leoldása után számíthatunk.

Az állati maradványok szebb példányai a III. és V. táblán vannak ábrázolva. Meglehetősen gyakoriak mindhárom olajmező maradványai között az *Arthropoda*-pikkelyek, amilyenek a III. tábla 1., 2. és az V. tábla 13., 14. és 18. sz. képein vannak ábrázolva. A pikkelyek kisméretűek, teljesen színtelenek és átlátszók, úgyhogy fényképezésük rendkívül nehéz. Az V. tábla 13. és 14. képein feltűnik a hosszirányú finom rovátkoltság. Az V. tábla 18. képén levő rajz a III. tábla 1. sz. mikrofelvételével azonos pikkelyről készült. A pikkely, kanálszerűen domború és mély rovátkái következtében harántirányban hullámos. Vastagfalú chitintüskét ábrázol a III. 4. sz. és V. 12. sz. ábra. Említésreméltó, hogy mind a lovászi olajmező felső, mind a budafapusztai olajmező alsó termelőszintjájából előkerült *Arthropoda* szörképletek ép és töredékdarabjai is eléggé gyakoriak. A III. tábla 5. sz. és az V. tábla 23. sz. képe ábrázol két ép, kissé hajlott, finom,

rövid chitinszőrökkel borított képletet. Valószínűleg az V. tábla 20. sz. képén ábrázolt maradvány is chitinfüggeléket ábrázol. Rendkívül szép, épen maradt szörképlet került ki egy lovászi kút termelősövében lerakódott paraffinból. A maradvány finom szerkezetét valószínűleg a termelőcső lágy paraffinrétegének fékező hatása óvhatta meg a sérüléstől. Mikrofelvétel a III. tábla 7. ábráján.

Két ugyanesak rendkívül finom szerkezetű szörképletet ábrázol a II. tábla 3. és 4. sz. mikrofényképe. Mindkét maradvány vékony, finom szerkezetű, elágazó formákat mutat be. Mind az ábrázolt példányok, mind számos töredékdarabjuk eddig kizárólag a lovászi olajmező alsó termelőszüttájának olajából kerültek elő.

A III. tábla 6. fényképe ugyanesak jó magtartású, ép *Arthropoda* chitinvárdarabot ábrázol egy épségben maradt végtaggal. A chitintüskék, nem eredeti helyzetben ugyan, de jól megmaradtak.

Ugyanesak termelősövben lerakódott paraffinból került elő a legszebb és legépebb maradványok egyike, egy izeltlábú csaknem teljes épségben. Polarizált fényben a fej és végtagok körül SiO_2 bevonatot lehetett megállapítani. A III. tábla 8. sz. mikrofelvételen jól látható az abdomen szelvényezettsége, és az egyik ép végtag részei, nemkülönben a fej egyes függelékei.

A III. tábla 9. sz. és az V. tábla 21. képei ugyanesak *Arthropoda* maradványát ábrázolják. A kép egyik része oldalnézetben, a másik keresztmetszetben ábrázolja a chitinpáncélt. A hullámos lefutású szelvények jól megfigyelhetők.

A III. tábla 10. sz. fényképe *Acarinát* ábrázol. A vékony végtagoknak mindössze töredékei maradtak meg, végükön SiO_2 esomókkal. A többi izeltlábú maradványtól eltérően nem áttetsző, hanem sötétbarna, átlátszatlan ez a maradvány; belseje sötétbarna tömeggel van kitöltve.

Az V. tábla 16., 19. és 24. képei *Arthropodák* leszakadt végtagdarabjait ábrázolják. A 22. sz. kép egy többé-kevésbé összegyűrt chitinbórt ábrázol, részben épségben maradt végtagokkal. A maradvány hasonlít a *Collenbola* sp.-hez.

Az V. tábla 17. sz. képe egy tracheás izeltlábúnak légzőcsőrészletét mutatja be, a tracheát kifeszítő chitinspirálissal és a légzőnyílás egy részletével.

Megemlítendők az V. tábla 7., 8. és 9. sz. képei. Az ábrázolt maradványok hengeralakú két végén kihegyesedő, hajlott testalkatúak, amelyek kizárólag a lovászi olajmező alsó termelőszintjének olajából kerültek elő. Testalkatukból következtetve a *Vermes*-ekhez tartozhatnak. Belsejük sárgásbarna át nem látszó anyaggal kitöltött, külsejük SiO_2 -vel egyenetlenül bevonva.

Végül az V. tábla 25. sz. és a III. tábla 3. sz. képei tollmaradványt, horogtöredéket ábrázolnak.

A vizsgálati eredmények bírálata.

Fenti vizsgálati adatok alapján mindenekelőtt felvetődik az a kérdés, vajjon valóban biztosító erejűek-e eredményeink abban a kérdésben, hogy a kőolaj keletkezése szervezetek elbomlásából, tehát organogén úton történt? Vajjon magyarországi kőolajainkból kiszűrt lebegő organizmusmaradványok valóban jelen voltak-e az olajjáválas folyamán és az anyakőzetből elsődleges migrációkor kerültek az olajjal együtt hézagos tárolókőzetbe, onnan mai gyűjtőhelyükre, majd feltáráskor a felszínre? Vagy pedig időközben a másodlagos vándorlás folyamán kerültek mint bekebelezett anyag az olajba?

A mai üledékképződési folyamatokat vizsgálva bebizonyosodott, hogy psammitok leülepedése olyan helyen történik, ahol intenzív vízmozgás

miatt nem lehetséges a szapropélképződéshez szükséges redukáló, oxigénmentes környezet, másrészt a psammitos üledékek szemcséinek fajsúlya lényegesen nagyobb az elpusztuló lebegő organikus szervezetekénél. A szervezetek leülepedése semmiesetre sem történik a psammitokéval egy időben és helyen.

Ezen tapasztalati tények ellenére azonban feltételezhető, hogy rendkívül ellenálló maradványok a homokszemcsékkel együtt azokhoz tapadva leülepedtek és a szedimentum szemcséi közé kerültek, sőt a kompaktáció folyamán a szemcsékhez rögzítődtek. Elképzelhető, hogy ezek az alaposan rögzített maradványok az átvándorló olaj hatására részben felszabadultak és az olajba kerültek, mint másodlagos, bekebelezett anyagok.

Bizonyosnak látszik azonban, hogy az így útközben felszedett maradványok száma elenyészően csekély lehet csak. Bizonyítható ez az elgondolás azzal, hogy a termelt kőolajfajták és tárolóközet-magnintákon kívül olyan homokkőből fűrt magot vizsgálunk, amely olajat sohasem tartalmazott és olyan szinttájából való, amelyben olaj nincsen és nem is vándorolt keresztül.

Az olaj- és magvizsgálatokkal azonosan végrehajtott szűrési eljárás ezen meddő homokokban főleg igen apró ásványszemeket, amorf detritus csomókat és kevés szerkezetnélküli, apró, hártyaszerű képletet eredményezett. Bizonyító erejű az a tény, hogy a hahóti olaj, amely mezcson és részben miocén mészkőrepedésekben van, a homokkőből termelt lovászi és budafapusztai olajokhoz hasonlóan szintén bőséges mennyiségben tartalmaz lebegő maradványokat.

Bizonyos az, hogy a kőolaj tartozékát tevő mikroorganizmus maradványok jelentékeny része, migrálás közben inkább lemaradt az olajat mintegy megsűrítő psammitokban, amelyeken átvándorolt.

A hahóti kőolaj fekete, síma felületű, kitöltött belsejű spórái is azt bizonyítják, hogy nem migrálás közben felvett maradványokról van szó. A spórák szén- és tőzegtelepekben gyakoriak, de itt összelapított, üres zsákok. Kőolajainkban lévő törékeny és vékonyfalú spórák csak úgy tarthatták meg eredeti alakjukat, ha folyadékban lebegtek és belsejüket is folyadék tölthette ki. Nem lehetséges az sem, hogy egy vízzel kitöltött spórából az olajbakerülés után a víz eltávozzék és helyét olaj foglalja el.

Az észlelt finom szerkezetű növényi és állati szörképletek hasonlóképpen azt bizonyítják, hogy az olaj tartozékai. Elképzelhetetlen, hogy a II. tábla 3., 4. és a III. tábla 5. és 7. sz. maradványai homokkal rakódtak volna le és a mozgásban lévő, majd később a tömörülés folyamán újra mozgó szemcsék között épségben megmaradhattak volna.

Fenti érvek mellé több hasonló volna sorolható; azonban az eddigiekből is bizonyosnak látszik, hogy kiszűrt és leírt maradványaink eredetileg már az olaj tartozékai voltak.

Az őslénykutatók munkaterülete ezideig nem terjedt ki hasonló lágystű mikroszkópikus kiesinységű szervezetek vizsgálatára, amelyek az alsópannoniai emeletben és miocén időszakban éltek. Egyedül a kőolaj őrizte meg ezeket a szervezeteket és ad lehetőséget arra, hogy elmúlt geológiai korszakok ilyen mikroszkópikus élővilágát megismerhessük.

Összefoglalás.

Az eddigi vizsgálatokból a következő megállapítások adódnak:

1. A Magyarországon termelt kőolajban jelentékeny mennyiségben vannak egykori szervezetek mikroszkópikus kicsinyiségű maradványai.
2. A kőolajban lévő organizmus-maradványok túlnyomó többsége az olaj tartozéka, tehát már a keletkezés folyamatakor jelen volt. Részben az elbomlásnak ellentálló anyagnak, részben védőburok keletkezésének köszönhető, hogy elkerülte a hozzá hasonló szervezeteket elbontó, olajjávávávási folyamatot.
3. Az olajat tároló kőzet, az olajhomokkő, az olajban levőkkel azonos, jellemző maradványformákat tartalmazza, amelyek az olajból kerültek a tárolókőzetbe.
4. Víztartó homokok és komokkővek, amelyek olajat sohasem tartalmaztak, rajtuk keresztül szénhidrogének nem vándoroltak, nem tartalmazták ezeket a maradványokat.
5. A maradványokból ítélve megállapítható, hogy az olajkeletkezés folyamatában mind állati, mind növényi szervezetek szerepet játszottak. Hogy melyik csoportnak jutott nagyobb szerep, annak eldöntése semmi jelentőséggel nem bír a planktonikus szervezeteket felépítő anyagok vegyi hasonlósága, sőt, csaknem azonossága miatt. Az olajban talált maradványok között a növényiek vannak túlsúlyban. A kőolajkeletkezésnél betöltött szerepre azonban ebből semminemű következtetés nem vonható.
6. Egyes spórafajok feltűnően nagy mennyisége, ízellábú pikkelyek gyakorisága és tollmaradványok azt látszanak bizonyítani, hogy az anyakőzet lerakódásának és az olajképződésnek színhelye szárazulat-közeli, nyugodtvízü szigettenger volt.
7. Az olajkeletkezés szárazföld, közeli körülményeire utal egyes spóraféleségek röpitő bőrkoszorúja, *Pteridophyta* és *Lycopodium* maradványok, szárazföldi növények epidermisképletei és gyantaeseppek jelenléte az olajban.
8. Számos *Arthropoda* maradvány és vízi növényrészek jelenléte a lebegő planktonikus szervezetek jelentős szerepét bizonyítják.
9. Egyes finom szerkezetű maradványok épsége és gyakorisága azt látszik bizonyítani, hogy nagy távolságról történő olajvándorlást nem tételezhetünk fel.
10. Az eddigi vizsgálati eredmények alapján úgy látszik, hogy megkülönböztethető maradványok felhasználásával a lovászi mélyebb termelő szinttáj olaja a felsőbbtől, ill. a budafapusztaitól.
11. A hahóti kőolaj egyes maradványai azonosak a lovászi mélyebb termelő szint maradványaival, annak ellenére, hogy a lovászi olaj az alsó pannóniai alsó részén lévő homokkőből, a hahóti pedig mezozoos és miocén mészkő repedéseiből származik.

A fentebb ismertetett vizsgálatok természetesen csak kezdeti eredményeket adtak. A kutatások folytatásától a következő kérdések eldöntése várható:

1. Az olaj által másodlagos migráláskor elhagyott maradványok alapján remélhető, hogy követni lehet a migrálás irányát és megállapítani a vándorlás távolságát.
2. A nagy és változatos spóraanyag felhasználásával remélhető, hogy sikerül az olajkeletkezés korának, a paleogeográfiai viszonyoknak és az akkor uralkodó éghajlatnak exakt megállapítása.

Исследование органических остатков в венгерской нефти.

Янош Томор:

Автор, перед ознакомлением со своими исследованиями в области происхождения нефти на территории Венгрии, дает критический обзор литературы занимающейся с этой областью.

Схожим с методом Сандерса способом доказал наличие остатков микроскопических организмов в венгерской западной нефти.

После детального ознакомления с методом проведения исследования, автор сфилтрованное из нефти вещество классифицирует на три группы: 1. Вещество, состоящее из ископаемых веществ; 2. вещество растительного происхождения и 3. вещество животного происхождения. Наиболее характерные формы промальной массы остатков веществ, авиденных в венгерской нефти, иллюстрируется таблицей № 5, микрофотографиями, а частично рисунками.

В нефти, добываемой в Венгрии, имеется значительное количество микроскопических остатков вымерших организмов, преобладающее количество которых является составной частью нефти. Водонепроницаемые пески и песчаники, которые никогда не содержали нефти, через которые непроникали углеводы, этих остатков не содержат.

На основании имеющихся остатков делают вывод, что в процессе образования нефти играли роль как животные, так и растительные организмы.

Бросающееся в глаза исключительное большое число отдельных видов спор, часто встречаются и остатки перьев дают повод к утверждению, что местом вторичного образования материнской породы и скопления нефти было островное море, расположенное возле суши.

На обстоятельства скопления нефти возле суши указывают факты присутствия в нефти некоторых разновидностей спор, остатков псилофита и ликодия, эпидермические формулы растительности суши и капель канифола.

Значительное число Артофодных остатков и присутствие водорослей доказывают значительную роль взвешенных плактонических организмов.

Из-за целостности и большого количества имеющих тонкое стоение отдельных остатков не можем предполагать движение нефти с большого расстояния.

Органические остатки могут быть использованы для определения различных эквипотенциальных горизонтов.

Использование большого количества и большого разнообразия спор, можно предположить, что возможно определить эру образования нефти, а также определение условий древней географии земного шара, а в особенности условий климата образования нефти.

RESTES ORGANIQUES DANS LE PÉTROLE HONGROIS.

par J. Tomor.

Avant de procéder à l'exposition de ses recherches concernant l'origine du pétrole hongrois, l'auteur passe en revue critique les oeuvres de la littérature mondiale concernant l'origine du pétrole.

Au cours de la présentation des théories concernant l'origine du pétrole, il énumère les réfutations de l'origine anorganique et les preuves qui parlent pour l'origine organique, adoptée par la plupart des chercheurs.

Il fait connaître les résultats les plus importants des chercheurs étrangers qui ont eu pour but surtout d'éclaircir le mode de formation de la matière première du pétrole, dans les temps passés, en étudiant le mode de formation sédiments récents.

Ensuite l'auteur donne un résumé des matières organiques du sapropèle et de nos connaissances concernant leurs transformations chimiques.

Pour la formation organogénique du pétrole on peut faire valoir les arguments suivants:

1^o L'on peut démontrer par une comparaison géologique basée sur la statistique que, dans la plupart des terrains pétrolifères, il y a généralement sous la roche formant le toit, ou dans la proximité du terrain productif, des roches péliques, à caractère hémipélique, contenant des matières organiques, qui se sont formées de sapropèle, et dont on peut souvent démontrer qu'elles sont les roches — mères du pétrole.

2^o On peut démontrer dans les pétroles la présence de métaux rares, qui s'accablent aussi dans les sédiments sapropélitiques récents.

3^o Dans le pétrole on trouve des corps chimiques rares et se formant exclusivement dans les organismes vivants. Ce sont des dérivés de la chlorophylle et de l'hémine, la cholestérine, certains hormones de la reproduction qui se sont révélés actifs physiologiquement, qui manquent dans les eaux aérées, et se décomposent à des températures dépassant 200^o C.

4^o Dans le pétrole on peut démontrer la présence de nombreuses bactéries, actuellement vivants, qui décomposent et transforment encore aujourd'hui le pétrole.

Selon nos connaissances le pétrole a pour matière d'origine le sapropèle formé au fond de parties marines non aérées, à eau dépourvu d'oxygène, par l'accumulation prolongée d'organismes morts et de vase.

L'idée qui sert de fond aux recherches de l'auteur est: Si le pétrole s'est formé en effet dans des parties de la mer dépourvues d'oxygène par la décomposition anaérobie des organismes du plankton, l'on peut se demander, est-ce que la partie du plankton ne se décomposant pas n'est pas conservée dans le pétrole? Si cette supposition est juste, l'on peut en séparer et soumettre à l'examen ces vestiges.

Par un procédé analogue au procédé de filtrage de Sanders l'auteur a pu démontrer la présence abondante d'anciens organismes microscopiques dans les pétroles transdanubiens de la Hongrie.

L'article fait connaître le procédé employé, la prise d'échantillons aussi aseptique que possible, les instruments, leur préservation et nettoyage, ainsi que les réactifs à employer et les microréactions.

Après dilution du pétrole à grande viscosité l'on peut procéder au filtrage de l'huile reposée, exempt d'eau. Pour le filtrage l'auteur s'est servi d'un entonnoir en verre muni d'une plaque filtrante en porcelaine, dans lequel on a placé une couche de sel marin chimiquement pure, très finement cristallisé, humecté de pétrole distillé et pressé contre la plaque avec un bâton de verre. La couche de sel a une épaisseur de 10 à 15 mm.

À travers le filtre ainsi préparé l'on fait passer tout doucement du pétrole distillé; ensuite on procède au filtrage du pétrole de la même manière.

Après le filtrage on lave avec précaution la plaque filtrante de sel, en faisant passer par succion des fractions de pétrole jusqu'à ce que la fraction à la plus basse température d'ébullition ait complètement enlevé le pétrole de la surface de la plaque et le filtrat passe clair.

L'emploi du sel pour le filtrage, et des fractions de pétrole pour le dilution et le lavage élimine la possibilité de changements physiques et chimiques. Le sel et les fractions de pétrole font partie du milieu, dont nous avons séparé les échantillons à examiner.

Après le nettoyage de la couche filtrante, et après l'avoir séché, en faisant passer de l'air chaud, on transvase, à l'aide d'eau distillée chaude, le sel avec la matière qui y adhère, dans un cylindre en verre.

La solution concentrée de sel est laiteuse, opalisante, de couleur jaunâtre, par suite de la matière suspendue. L'on peut changer à volonté la concentration du liquide par l'addition d'une solution de sel marin concentrée ou de l'eau distillée. Le but est d'obtenir les échantillons à examiner à l'état, flottant, et par suite, sélectionnés dans une certaine mesure, en conséquence de leurs poids spécifiques.

Pour l'examen, il faut séparer du sel la matière extraite du pétrole. On prélève cette matière par couches, qu'on place dans des tubes filtrants faits de plaques filtrantes de Schott, et l'on sépare le sel par lavage avec de l'eau distillée sous une faible succion, en ayant soin que le tube soit toujours plein d'eau.

Pour faire une préparation on remplace l'eau, sur le filtre de la figure 2, par de l'alcool. On peut conserver cette matière alcoolique dans des fioles en verre ou on la transporte sur un porte-objet à l'aide d'un pinceau fin. Après l'évaporation de l'alcool, l'on peut examiner au microscope et photographier les échantillons adhérents au verre.

L'auteur a rangé la matière obtenue par le filtrage du pétrole en trois groupes: 1^o matières à composition anorganique; 2^o matières d'origine végétale; 3^o matières d'origine animale.

Les figures des cinq tableaux annexes représentent les formes les plus caractéristiques trouvées parmi les vestiges obtenus en grande masse du pétrole hongrois (microphotographies et dessins).

Quoique les investigations ne sont pas encore terminées, on en peut tirer les conclusions suivantes:

1^o Dans le pétrole exploité en Hongrie il y a un grand nombre de vestiges microscopiques d'anciens organismes.

2^o Une part prépondérante des vestiges trouvés fait partie du pétrole, elle y était présente déjà pendant le procès de la formation du pétrole. C'est à des substances résistantes à la décomposition et à la formation de couches protectrices, qu'il faut attribuer que ces vestiges ont échappé aux changements, qui ont transformé en pétrole les anciens organismes.

3^o La roche contenant le pétrole, le grès pétrolifère, contient les mêmes formes caractéristiques, qui y sont parvenues du pétrole.

4^o Ces vestiges manquent dans les sables et les grès, imperméables, qui n'ont jamais contenu du pétrole.

5^o De ces vestiges l'on peut établir que, dans la formation du pétrole, ont pris part des organismes animales, ainsi que des organismes végétales. Lequel des deux groupes a joué un rôle prépondérant, n'a pas, d'importance, vu la similitude ou la presque identité chimique des matières composant les organismes planktoniques. Parmi les vestiges trouvés dans le pétrole dominent ceux d'origine végétale. Mais on n'en peut tirer aucune conclusion concernant le rôle qu'ils ont joué dans la formation du pétrole.

6^o La très grande quantité de certaines espèces de spores, la fréquence d'écaillés d'arthropodes et de fragments de plumes, semblent indiquer que le lieu de la décomposition de la roche-mère et de la formation du pétrole, a été un archipel à eau tranquille au voisinage du continent.

7^o Le voisinage du continent est encore indiqué par la présence dans le pétrole d'anneaux de cuir servant à faire envoler certaines espèces de spores, par des fragments de *Ptéridophytes* et de *Lycopodes*, des parties d'épiderme de plantes terrestres et des gouttes de résine.

8^o Ce nombreux fragments d'*Arthropodes* et de plantes aquatiques prouvent rôle important des organismes planktoniques flottants.

9^o L'état bien conservé de certains vestiges à structure délicate et leur abondance semble indiquer, qu'on ne peut pas supposer une migration du pétrole à grande distance.

10^o Selon les résultats obtenus jusqu'ici, il semble qu'on peut distinguer le pétrole de l'horizon productif plus profond de Lovászi, de celui de l'horizon situé plus haut, resp. de celui de Budafapuszta.

11^o Certains vestiges du pétrole de Hahót sont identiques avec les vestiges de l'horizon productif profond de Lovászi, nonobstant que le pétrole de Lovászi provient d'un grès situé à la partie inférieure de l'étage pannonien inférieur, tandis que le pétrole de Hahót provient de fissuras de calcaires mésozoïques et miocènes.

Les recherches décrits n'ont donné naturellement que des résultats initiaux. De la continuation de ces recherches l'on peut attendre l'élucidation des questions suivantes:

1^o L'on peut supposer que les vestiges déposés pendant la migration secondaire du pétrole permettront de suivre la direction et la distance de la migration.

2^o Les spores variées, trouvées en abondance, nous permettront peut-être d'établir d'une manière précise l'âge de la formation du pétrole, les conditions paléographiques et le climat prévalent à cette époque.

Fontosabb irodalom

1. Archangelski: Die Entstehungsbedingungen d. Erdöls im nördl. Kaukasus-USSR.
2. Asehheim u. Hohlweg: Über das Vorkommen östrogenen Wirkstoffe im Bitumen. Med. Wochenschrift. Germ.
3. Augener: Unempfindlichkeit von *Arenicola* gegen Fäulnis. Senckenbergiana G. Germ.
4. Bastin: The problem of the nature reduction sulphates. Bull. A. A. P. G. 10.
5. Brooks: Origin of Petroleum: Chemical and Geochemical Aspects. Bull. Amer. Ass. 20. USA.
6. Brujeviz: Les carbonates dans les Dépôts de Fond de la Mer Caspienne Ae. Sc. USSR. LIV.
7. Erdtman u. Pollenanalytische Untersuchungen von Torfmooren u. marinen Sedimenten in SW. Schweden. Ark. Bot. 17. Upsala.
8. Fash: Theory of Origin and Accumulation of Petroleum. Bull. A. A. P. G. 28. USA.
9. Gingsburg—Karagitschewa: Die Probleme der Petroleum Mikrobiologie. USSR.
10. Gingsburg—Karagitschewa: Zur Frage d. Erdölenstehung. Priroda 22.
11. Häntzschel: Tidal flat deposits. USA.
12. Hecht: Der Verbleib der org. Substanz der Tiere bei meerischer Einbettung. Senckb. 15. Germ.
13. Hecht: Grundzüge der chemischen Fossilisation. Erd. M. Germ.
14. Hentze: Beobachtungen über rezente Bildungen erdölähnlicher Bitumina. Petroleum 21. Germ.
15. Hlauschek: Romanian erude oils. Bull. A. A. P. G. 34. USA.
16. Hlauschek: Naphten u. Methanöle ihre geol. Verbreitung u. Entstehung. Eneke. Germ.
17. Kalitzki: Geologie des Erdöls. USSR.
18. Kertai: Az olajanyagkézet. (Előadás a Földtani Intézet 1948. IV. 7. előadójelentésén.)
19. Khomelevskaya: L'Hydrogène et son rôle dans la Génèse du Pétrole. Bull. As. Sc. USSR. 4.
20. Klingner: Sedimentation u. Erdölmuttergesteine. Petr. XXX. Germ.
21. Krejci—Graf: Zur Bildung bituminöser Sedimente Germ.
22. Krejci—Graf: Geochemie der Erdöllagerstätten, Abh. prakt. Geol. 20. Germ.
23. Krejci—Graf: Grundfragen der Entstehung des Erdöls. II. Cong. Mond. du Pétrole. Paris.
24. Krynine: Sediments and the Search for Oil. Prod. Monthly IX.
25. Link: Approach to Origin of Oil Bull. Amer. Ass. of Petroleum Geologists. USA.
26. Lengerken: Über Widerstandsfähigkeit organischer Substanzen gegen nat. Zersetzung. Biol. Z. 546. Germ.
27. Lundquist: Bodenablagerungen u. Entwicklungstypen der Seen Germ.
28. Marcusson: Algenfett u. seine Bedeutung für die Frage der erdölbildung. Petr. 21. Germ.
29. Mrazec: Vorlesungen über die Lagerstätten d. Erdöls. Petroleum 22.
30. Orlov: Einige neue Gesichtspunkte zur Frage der Erdölenstehung. USSR Priroda 22/12.
31. Porfiriev: Les possibilités pétrolifères de la Cuvette Dnepr-Donéc. Ae. Sc. USSR.
32. Potonie: Neues zur Erdölenstehung. Naturwiss. 20. Germ.

33. Potonie: Der mikrochemische Nachweis fossiler kutinisierten u. verholzter Zellwände sowie fossiler Zellulose etc. J. Preuss. Geol. Landesanstalt. XLI. Germ.
34. Rudolf: Mikrofloristische Untersuchung tertiärer Ablagerungen im nördl. Böhmen. Botan. Zentr. LIV. Germ.
35. Sanders: The Microscopical Examination of Crude Petroleum, Journ. Petr. T. London.
36. Schott: Rate of sedimentation of recent deep-sea sediments. USA.
37. Schulze: Über Beziehungen zwischen pflanzlichen u. tierischen Skelettsubstanzen und über Chitinreaktionen. Biol. Zentralblatt. 388. Germ.
38. Schulze u. Kunike: Zur Mikrochemie tierischer Skelettsubstanzen. Biol. Zentr. 556. Germ.
39. Shepard a. Whitehead: Formation of Hydrocarbons from Fatty Acids by Alpha Particles bombardment. Bull. A. A. P. G. 30. USA.
40. Stahl: Die Ablagerungen von Salzwasserfaulschlamm in Russland u. Persien. Petr. 26. Germ.
41. Stahl: In welcher Beziehung stehen die Diatomeen zur Erdölbildung. Petr. 24.
42. Steinbrecher: Das Fehlen höherer Temperaturen bei der Entstehung des Erdöls unserer Erdöllagerstätten.
43. Storm: Land-locked water and deposition of black muds. USA.
44. Takahashi: Preliminary report on the origin of California petroleum. Econ geol. USA.
45. Thomasson: Diatomaceenökologie u. die Quartärgeologie. Geol. Fören. F. Stockholm.
46. Trask: Inferences about the origin of oil es indicated by the composition of the organic constituents of sediments. USA.
47. Trask: Origin and environment of source sediments of petroleum. USA.
48. Trask: Recent Marine Sediments. USA.
49. Trask a. Patnode: Source Beds of Petroleum. A. A. P. G. USA.
50. Treibs: Pflanzensubstanz als Muttersubstanz des Erdöls. Germ.
51. Treibs: Entstehung des Erdöls. Erd. u. Kohle. 4—6. Germ.
52. Twenhofel: Principles of sedimentation. Graw Hill Book. USA.
53. Vinogradov: Études sur la composition chimique du plancton Trav. labor biogeochem. Ac. sc. USSR.
54. Waterschoot: Sind jetzt Muttergesteine künftiger Erdöllagerstätten in Bildung begriffen? Petr. 25. Germ.
55. Wasmund: Die Bildung von anabituinösem Leichenwachs unter Wasser. Germ.
56. White: Metamorphism of Organic Sediments etc. Bull. A. A. P. G. 5.
57. Woolnough: Sedimentation in barred Basins and source Rocks of Oil. Bull. A. A. P. G. 21.
58. Wolansky: Beiträge zur Frage der Erdölmuttersubstanz und ihrer Umwandlung nach Untersuchungen russischen Geologen.
59. Wolansky: Untersuchungen über die Sedimentationsverhältnisse des Schwarzen Meeres stb. Germ.
60. Zalessky: Über einige fossile Sapropelite. Geol. Batsch. 2.
61. Zimmerman—Schneider: Die botanische Mikrotechnik. Germ.
62. Zobeil: Recent Marine Sediments. USA.
63. Zobeil: Bacteria as geological Agents with particular Reference to Petroleum, Petr. World. 46. USA.
64. Zobeil: Influence of Bacterial Activity on Source Sediments, Oil, Weekly 109. USA.

I. tábla

Abraszám		Hánszoros nagyítás
1.	Piritgömbesoport	Lovászi Felső sz. 360
2.	Piritgömb	Budafa 600
3—12.	Spóratípusok	Lovászi és Budafa 600
13.	Spóra	Hahót 600
14.	Pollen	Budafa 360
15.	Spóra, két félgömbre törve	Lovászi 600
16.	Gomba spóra	Hahót 900
17.	Sejtesoport (6-os)	Hahót 900
18.	Sejtesoport (6-os)	Lovászi Alsó sz. 600
19.	Sejtesoport (2-es)	Lovászi Felső sz. 1050
20.	Gomba termőtest	Lovászi Felső sz. 150
21.	Gomba spóra	Budafa 360
22.	<i>Antheridium</i>	Lovászi Alsó sz. 600
23.	Gomba maradvány	Budafa 360

II. tábla

Abra szám		Hánszoros nagyítás
1.	Alga maradvány	Lovászi Felső sz. 360
2.	<i>Trichoma</i> , <i>Cermophitáról</i>	Lovászi Felső sz. 600
3.	Chitin szörképlet	Lovászi Alsó sz. 600
4.	Chitin szörképlet	Lovászi Alsó sz. 600
5.	Ismeretlen maradvány	Budafa 360
6.	Kovatú	Lovászi Felső sz. 600
7.	Orsóalakú növénymaradvány	Budafa 360
8.	<i>Chara</i> sp.	Hahót 600
9.	Növénymaradvány vastagodott sejtfallal és szilicifikált bevonattal	Lovászi Felső sz. 600
10.	Növényi szövetdarab gödrös sejtfalvas- tagodással	Lovászi Felső sz. 600
11.	Kutinizált növénymaradvány	Budafa 360
12.	Növénymaradvány kúpos felszíni kiemel- kedésekkel	Lovászi Felső sz. 600
13.	<i>Cymbella</i> sp.	Hahót 600
14.	<i>Cymbella</i> sp.	Hahót 600
15.	<i>Diatoma</i>	Hahót 600
16.	Gomba hyphafonalak	Hahót 600

III. tábla

Abraszám		Hánszoros nagyítás
1.	<i>Arthropoda</i> pikkely	Lovászi Alsó sz. 360
2.	<i>Arthropoda</i> pikkely	Hahót 360
3.	Tollhorog	Lovászi Felső sz. 600
4.	Chitintüske	Budafa 600
5.	<i>Arthropoda</i> szörképlet	Lovászi Alsó sz. 900
6.	<i>Arthropoda</i> úszó végtag	Lovászi Felső sz. 360
7.	<i>Arthropoda</i> szörképlet	Lovászi Felső sz. 600
8.	<i>Arthropoda</i> , paraffinlerakodásból	Lovászi Alsó sz. 600
9.	<i>Arthropoda</i> páncél és töredéke	Lovászi Felső sz. 600
10.	<i>Acarina</i> sp.	Lovászi Alsó sz. 360
11.	<i>Arthropoda</i> összegyűrt chitinváza	Budafa 360
12.	<i>Arthropoda</i> vázmaradvány	Lovászi Felső sz. 600
13.	Chitin vázmaradvány	Lovászi Alsó sz. 360
14.	<i>Arthropoda</i> összegyűrt chitinváza	Budafa 150

IV. tábla

Abraszám

Hányszoros
nagyítás
kb.

1., 2., 5..	Spóratípusok	Lovászi és Budafa	1000
6., 7., 8.	<i>Lycopodium</i> spóra	Lovászi Felső sz.	1000
3.	lásd I. tábla 19. kép	Lovászi Felső sz.	950
4.	Petehalmaz	Lovászi Alsó sz.	300
9.	<i>Pteridophyta</i> spóra	Budafa	1000
10.	Fátyolos szaporítósejt	Lovászi Felső sz.	1000
11.	Petehalmaz?	Lovászi Alsó sz.	300
12.	Nyeles gombaspóra	Lovászi Alsó sz.	600
13.	Piritgömbök	Budafa	600
14.	Egysejtű algamaradvány	Lovászi Felső sz.	800
15.	Növényi epidermisképlet	Lovászi Alsó sz.	300
16.	Gomba hypha	Budafa	600
17.	Gombamaradvány	Lovászi Felső sz.	500
18.	<i>Cymbella</i> sp.	Hahót	1000
19.	Gombamaradvány	Lovászi Alsó sz.	500
20., 21.	Moha protonéma	Hahót	400
22.	Alga thallusok	Budafa és Lovászi Felső	150
23., 24., 25.	Ismeretlen maradvány	Hahót	300
26.			

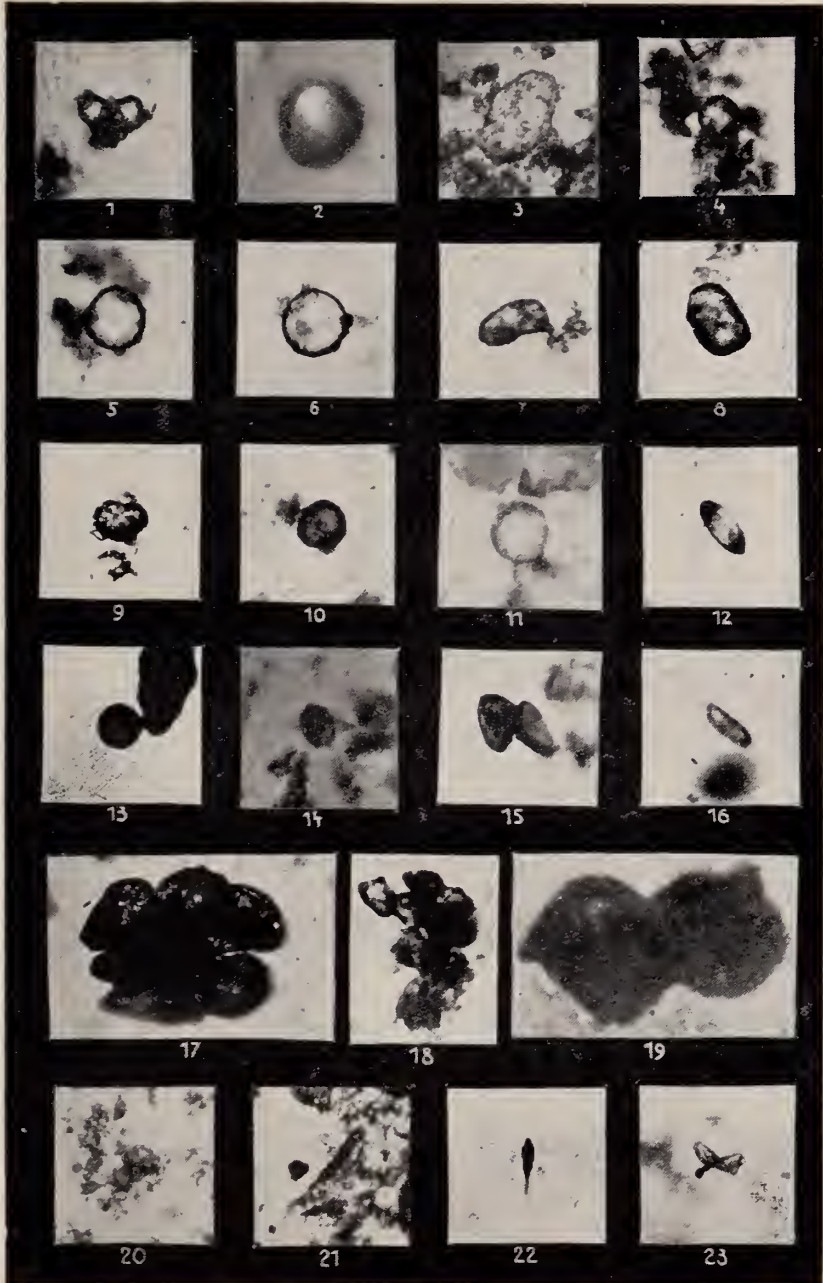
V. tábla

Abraszám

Hányszoros
nagyítás
kb.

1.	Gombaspóra	Budafa	1000
2.	Algamaradvány	Lovászi Felső sz.	850
3., 5., 6.	Növénymaradványok	Lovászi Felső sz.	850
4.	Kovaváz	Lovászi Alsó sz.	800
7., 8., 9.	Vermes ? maradványok	Lovászi Alsó sz.	600
10.	Növényi szörképlet	Budafa	600
11.	Kovatüske	Lovászi Felső sz.	600
12.	Chitintüske	Budafa	1000
13., 14., 18.	Arthropodapikkelyek	Lovászi	1000
15.	Ascus Ascomyceteachból	Lovászi Alsó sz.	360
16.	Arthropoda chitinfüggelék	Budafa	600
17.	Arthropoda tracheájából chitinspirális	Lovászi Felső sz.	800
19., 24.	Arthropodavégtagok	Lovászi Alsó sz.	600
20.	Chitinfüggelékdarab Arthropodáról	Lovászi Felső sz.	1000
21., 22.	Arthropoda chitinvázak	Lovászi Felső sz.	600
23.	Szörképlet Arthropodáról	Lovászi Alsó sz.	600
25.	Tollmaradvány, horogtöredék	Lovászi Felső sz.	600

I. TABLA.



II. TABLA.



III. TABLA.



IV. TABLA.



V. TABLA.

