

ESTONIAN POLICE AND INVESTIGATION DEPARTMENT

V-33990

A. OPARIN
G. DEBORIN

KAASAEGNE
TEADUS
ELU
TEKKIMISEST
MAAKERAL

V-33990
EESTI NSV POLIITILISTE JA TEADUSALASTE
TEADMISTE LEVITAMISE ÜHING

A. I. OPARIN,

AKADEEMIK

G. A. DEBORIN

KEEM. TEAD. KANDIDAAT

KAASAEGNE TEADUS ELU TEKKIMISEST MAAKERAL

*(Kokkuvõte 19.—24. aug. 1957. a. Moskvas toimunud
rahvusvahelise sümposiooni tulemustest elu tekkimise
küsimuses)*

№ 17(265)

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS · TALLINN, 1959

Originaali tiitel:

А. И. Опарин

Г. А. Деборин

СОВРЕМЕННАЯ НАУКА
О ВОЗНИКНОВЕНИИ ЖИЗНИ
НА ЗЕМЛЕ

Vene keelest tõlkinud

Г. Лоогна

SISSEJUHATUS

Küsimus elu tekkimisest maakeral on üks tähtsamaid probleeme loodusteaduses. Erinevatel epohhidel ja erinevatel kultuuriastmetel on seda küsimust lahendatud mitmeti, kuid alati on selle ümber toimunud äge võitlus idealismi ja materialismi vahel.

Idealistlike arusaamade kohaselt on materia iseene-
sest elutu. Ta on ainult materjaliks, millest hing, vaim, maailmamõistus või teiste sõnadega mingi üleloomulik jõud ehitab loomseid ja taimseid organisme ning annab neile seejärel kuju, teeb nad elusaiks. Järelikult sellelt seisukohalt lähtudes seisneb elu olemus mingis vaimses alges, mis ei ole tunnetatav.

Vastandina sellele aga arvab materialism, et elu, nagu kogu muugi maailm, on oma olemuselt materiaalne, et ta ei vaja selle tõestamiseks mingisuguste mittemateriaalsete algete tunnustamist ning et kogemus ja vaatlus elusas looduses on selleks kindlaks teeks, mis viib meid elu tõelise olemuse tunnetamisele.

Sel printsiipiaalsel seisukohtade erinevusel elu olemuse suhtes pole mitte ainult suur metodoloogiline tähtsus, vaid tal on ka ulatuslik praktiline väärtus. Tõepoolest, kui elu tekkimine on seotud mingi hinge toimega, tunnetamatu algega, siis võib elu ainult passiivselt vaadelda ja vaimustuda tema looja tarkusest. Sellelt seisukohalt ei saa mitte mingisugusest vahelesegamisest elusasse loodusesse ega mitte mingisugusest looduse ümberkujundamisest juttugi olla. Vastupidi, kui elu on oma olemuselt materiaalne, siis on võimalik ja vajalik tema teadlik, sihikindel ümberkujundamine, elusa looduse muutmine inimese hüveks.

Bioloogia — elusat loodust uuriva teaduse kogu ajalooline arenemine osutab materialistliku seisukoha üle-

olekule idealistliku üle. Bioloogia ajalugu näitab, kuidas teadlased-materialistid, olles õigetest metodoloogilistel seisukohtadel, on kogemuse teel elu üksikuid külgi järjekindlalt dešifreerinud ja tunnetanud.

Kuid bioloogiateaduses püsis kaua aega üks valdkond, mis esimesel pilgul näis nagu mitte alluvat materialistlikule käsitusviisile, valdkond, kus idealism pühtses võitu. Selleks valdkonnaks oli elu tekkimise probleem.

Tõepoolest, kust sai alguse, kuidas tekkis meid ümbritsev orgaaniline maailm, kuidas kujunes meid ümbritsev elav loodus?

Igaüks, isegi see, kes pole tuttav bioloogiaga, vastaks sellele küsimusele niimoodi: mistahes elusolendid tekkivad sündides omataolistest. Järelikult kõikide meie praegu looduses tuntud elusorganismide tekkimise ainsaks mooduseks on juba olemasolevate indiviidide paljunemise protsess.

Aga kuidas tekkisid siis maakerale kõikide meid praegu ümbritsevate elusolendite esivanemad? Sellele küsimusele ei leia meie vaadeldavas looduses otsest vastust, sest inimese eluiga on lühike, ta võib jälgida ainult väikest lõiku sellest hiiglaslikust ahelast, mille üksikuteks lülideks on elusolendite loendamatud põlvkonnad. See tõttu pole midagi imestada, kui me ei leia meid ümbritsevas looduses selle ahela algust.

Tänapäevani kasutavad seda asjaolu iga liiki idealistid, kes õpetavad, et kõikide meie planeedil asuvate elusolendite esivanemad tekkisid kunagi jumaluse loova tahte tulemusena ehk, teisiti öeldes, mingi vaimse alge mõju tagajärjel elutule materiale. Vaimse alge tekkimise küsimus aga langeb ära, sest see protsess on igavene.

Teatavasti on sellised kujutlused kõikide religioossete õpetuste aluseks, mille järgi praegu maakera asustavad taimed ja loomad on loodud jumala poolt niisugustena, nagu meie näeme neid praegu. Jumal olevat loonud ka inimese, kelle ta voolinud savist ning puhunud siis sellesse elutusse kujusse hinge.

Kuid juba peaaegu 100 aastat tagasi löödi nendesse idealistlikesse kujutlustesse sügav lõhe Darwini poolt, kes tõestas veenvalt, et meid ümbritsev taimne ja loomne maailm on alalises muutumises, et kauges minevikus, Maa eksisteerimise varastel epohhidel, asustasid meie

planeeti teistsugused elusolendid kui praegu, et oli aeg, mil maakeral ei olnud inimest ega mitmeid kõrgeltarenenud loomi ja taimi.

Darwini õpetus, mille kohaselt kõrgemad elusorganismid ei tekkinud järsku, mitte kohe ühtse loomisakti tulemusena, vaid järk-järgult, lihtsamalt organiseeritud elusolendite arenemise tulemusena, põhineb eeskätt just maa-koore kihtidest väljakaevatud, kunagi meie planeeti asustanud organismide jäänuste uurimisel.

Tõepoolest, mida kaugemale me läheme tagasi aegade sügavikku, mida ürgsemat Maa eksisteerimise perioodi me uurime, seda lihtsamana, primitiivsemana ja vähem mitmekesisena kerkib meie vaimusilma ette maakera elanikkond. Viimaks jõuame oma ettekujutuses meie planeedi väga kaugesse minevikku (millest meid lahutavad miljardid aastad ja veel rohkemgi), kui teda asustasid ainult lihtsaimad olendid, kes olidki kõige elava esivanemaiks maakeral.

Ja siin tekib tahtmatult küsimus: kui inimene põlvneb lihtsama ehitusega imetajatest, need omakorda roomajatest, viimased kahepaiksetest, kes said alguse kaladest jne., siis kuidas tekkisid need kõige lihtsamad elusolendid, kes on kõige elava esivanemaiks meie planeedil? Teiste sõnadega — kuidas tekkis elu?

Olles arvamusel, et materialismil ei tule selles valdkonnas kunagi võitu pühitseda, rääkisid ja kirjutasid igasuguste idealistlike suundade esindajad: las darvinism seletab pealegi meile, kuidas primitiivsematest olenditest tekkisid keerukamad organismid, niikuinii materialistlikult seisukohalt ei õnnestu kunagi tõestada, kuidas see elu tekkis, sest tema olemus on mittemateriaalne ja inimese mõistus selleni ei küüni.

Ja tõepoolest, möödunud sajandi lõpu ja käesoleva sajandi alguse loodusteadus ei olnud võimeline seda probleemi lahendama. Isegi paljud materialistlikult meelestatud loodusteadlased loobusid oma seisukohtadest, väites, et elu tekkimise probleemi tuleb nähtavasti lugeda mitte teaduse, vaid usu valdkonda kuuluvaks.

Selgus aga, et niisuguseks pessimismiks ei ole mingisugust alust, ja see on ainult elu tekkimise probleemile metodoloogiliselt ebaõige lähenemise tulemus.

Sajandi vahetusel valitses bioloogias elu tunnetamise alal mehhanistlik, metafüüsiline suund. Seda suunda

toetavad teadlased arvasid, et elu tekkimist võib mõista ainult siis, kui kusagil looduses avastatakse isetekkimine, s. t. elusolendite äkiline tekkimine elutust materiaast. Need õpetlased ignoreerisid seejuures aga seda asjaolu, et niisugune nähtus nagu elu tekkimine võib toimuda ainult seoses materia üldise arenemisega. On arusaadav, et seda laadi katsed osutusid asjatuiks, ja see viis õpetlasi pessimistlikele järeldustele, et teaduse jõududega on elu tekkimise probleemi võimatu lahendada.

Hoopis teised perspektiivid avanesid selle probleemi lahendamiseks siis, kui küsimusele läheneti dialektiliselt. Dialektiline materialism õpetab, et elu on oma olemuselt materiaalne, kuid ta ei ole mingi materiaast lahutamatu nähtus. Elu on omane ainult elusolenditele, anorgaanilise maailma objektidel ta puudub.

Dialektilise materialismi seisukohalt ei ole materia kunagi rahuolekus, ta areneb pidevalt, liigub ning läbib oma arenemise, liikumise protsessis rea etappe. Elu tekib materia arenemise protsessis täpselt samuti nagu tema liikumise teisedki lihtsamad või keerulisemad vormid. Kuid elu erineb kvalitatiivselt materia teistest liikumisvormidest; ta tekib materia arenemise protsessis kui uus kvaliteet ja allub seetõttu teistsugustele seaduspärasustele, mis puuduvad anorgaanilises maailmas.

Nii nagu ei saa endale ette kujutada inimese järsku tekkimist isesündimise teel anorgaanilisest loodusest, vaid seda nähtust tuleb vaadelda ainult kui pikaajalise evolutsiooni, paljude elusorganismide järkjärgulise arenemise tulemust, — täpselt samuti tuleb ka elu tekkimist, s. o. kõige algelisemate elusolendite, kõige elava esivanemate põlvnemist maakeral ette kujutada kui materia järjekindla ja kauaaegse arenemise tulemust, mis leidis aset meie Maa formeerumise protsessis ja tema olemasolu järgnevatel perioodidel.

Sellelt seisukohalt on tähtis tundma õppida neid materia järkjärgulise arenemise etappe, mis eelnesid elu tekkimisele ja viisid lõpuks esmaste elusolendite tekkimisele.

Seda pilti materia üldisest arenemisest, mis viis esmaste elusolendite tekkimisele meie planeedil, läks korda üles tähendada tänu sellele, et kasutati kaasaegse loodusteaduse poolt kogutud suurt faktilist materjali.

Nüüd püüavad õpetlased juba eksperimentaalselt, katsetelisel teel veenduda nende ettekujutuste tõepärasuses. Olgu märgitud, et tänapäeval ei mõtle me selle all enam lootusetuid katseid saavutada isetekkimist, vaid ühtede või teiste nähtuste ning protsesside täiesti reaalseid esilekutsumisi.

Tänapäeval, XX sajandi teisel poolel, on sellised katseted laialt levinud, sest elu tekkimise probleemile, mida varem peeti lahendamatuks, pööratakse suurt tähelepanu mitte ainult meil, vaid ka välismaal. Praegusel ajal tegeleb paljudes maades rida väljapaistvaid teadlasi ühtede või teiste küsimuste lahendamisega, mis on seotud selle loodusteaduse põhiprobleemiga. Enamik selles suunas töötavaid teadlasi püüab eksperimentaalselt esile kutsuda neid järjestikulisi nähtusi, mis toimusid kunagi kauges minevikus materia arenemise üksikutel etappidel, mis lõppude lõpuks viisid elu tekkimisele.

Meie päevil leidub vaevalt tõsist loodusteadlast, kes ei tunnistaks elu tekkimise evolutsioonilist teed. Kuid nagu arvata võib, leidub selle lahendusviisi üksikute detailide käsitluses veel rida tõsiseid lahkuminekuid.

See asjaolu sai ajendiks, et Rahvusvahelise Biokeemikute Liidu Peaassamblee, mis tuli kokku 1955. a. augustikuus, avaldas soovi organiseerida Rahvusvaheline Sümposioon, mis oleks pühendatud elu tekkimise probleemile ning kus võiks teha kokkuvõtteid kogutud faktilisest materjalist ja ära märkida edaspidiste uurimiste suunda. Hinnates teenitult nõukogude teadust, mis on andnud olulise panuse elu tekkimise probleemi läbitöötamise, tehti ettepanek korraldada sümposioon Nõukogude Liidus.

Vastu tulles sellele initsiatiivile kutsus NSVL Teaduste Akadeemia 1957. a. augustis Moskvast kokku Rahvusvahelise Sümposiooni maakeral elu tekkimise küsimuses. Sellest sümposionist võtsid kõrvuti nõukogude uurijatega osa üle 40 tuntud välismaise teadlase mitmesugustelt erialadelt 16 maailma riigist. Need teadlased on andnud teatud panuse elu tekkimise probleemi läbitöötamise.

Peale sümposionist osavõtjate külastasid istungeid paljud õpetlased, kelle arv mõnel päeval ulatus 500 inimeseni.

Sümposioni programm, mis kõikide osavõtjate poolt eelnevalt läbi arutati ja vastu võeti, oli koostatud materia järjestikulise evolutsiooni põhimõttel ja koosnes viiest peamisest lõigust:

1. Lihtsaimate orgaaniliste ainete esmane tekkimine maakeral.
2. Esmaste orgaaniliste ainete muundumine maakeral.
3. Valkude, fermentide ja nukleoproteiidide tekkimine.
4. Struktuuri ja ainevahetuse tekkimine.
5. Ainevahetuse evolutsioon.

Üldse esitati 56 ettekannet ja teadaannet. Diskussioonist võttis osa rohkem kui 100 inimest. Sümposioonil avaldati uusi eksperimentaalseid faktilisi andmeid ja tähelepanekuid, arutati läbi mitmesugused seisukohad üksikutes küsimustes ja kavandati teed edaspidisteks uurimusteks.

LIHTSAIMATE ORGAANILISTE AINETE ESMANE TEKKIMINE JA NENDE MUUNDUMINE MAAKERAL

Tänapäeva teaduses valitsevate ettekujutuste kohaselt toimus Maa moodustumine võrdlemisi madalate temperatuuride juures, umbes niisuguste juures, nagu neid täheldatakse meie planeedil käesoleval ajal. Oma eksisteerimise kõige varasematel perioodidel oli Maal tahke pealispind, veest ja gaasist koosnev kest (hüdrosfäär ja atmosfäär). Maa kõva kesta temperatuur olenes tunduval määral temas kulgevast radioaktiivsest lagunemisest, mis algul toimus ühe kaaliumi ja aktiinouraaani isotoobi, hiljem aga uraani ja tooriumi isotoopide arvel. Selle tagajärjel Maa sisemus soojenes, kusjuures temperatuur tõusis üksikutes punktides 1000°C ja veel kõrgemale. Siin valitsevate kõrgete rõhkude juures toimus ainete kihistumine: raskemad, rauarikkamad pangakesed vajusid alla, kergemad (silikaatühendid) tõusid pinnale. Sellistes tingimustes kulges kogu meie planeedi geoloogilise ajaloo vältel maa-koore (litosfääri) kujunemine. See toimus vedelas olekus olevate kergemate kivimite planeedi pinnale surumise teel. Seda protsessi ei saa pidada lõppenuks ka käesoleval ajal.

Litosfääri kujunemisega on tihedalt seotud hüdrosfääri ja esmase atmosfääri edasine ümberkujunemine. Maa ole-

masolu esimestel perioodidel leidis tema pinnal tunduvalt vähem vett kui praegu. Vee hulk suurenes järkjärgult hüdraatide lagunemise ja maapõue konstitutsioonilise vee vabanemise arvel.

Esmaste ookeanide ja merede vesi erines praegusest olulisel määral ka keemiliselt koostiselt — ta oli vaesem anorgaaniliste soolade poolest. Alles vähehaaval, peamiselt vee ringluse tulemusena looduses, toimus migratsioon — nende soolade koostisse kuuluvate elementide ümberpaigutumine. See migratsioon osutus elu tekkimise protsessis väga tähtsaks ettevalmistavaks etapiks.

Veel 30 aastat tagasi arvati, et isegi lihtsaimate orgaaniliste ainete esmane tekkimine on nüüdisaegsetes looduslikes tingimustes võimatu.

Niisugust seisukohta toetasid isegi üsna nimekad looduseuurijad ja selle kinnituseks öeldi, et orgaanilised ained moodustuvad maakeral käesoleval ajal peamiselt biogeenselt, s. t. taimsete ja loomsete organismide elutegevuse tagajärjel, peamiselt fotosünteesi protsessis. Rohelised taimed, neelates päikeseenergia arvel anorgaanilist süsihappe süsinikku, muudavad ta orgaaniliste ühendite süsinikuks. Nii tekivad taimede rohelistes osades need ained, mis on vajalikud taime eluks ja kasvatamiseks.

Loomad saavad neid orgaanilisi aineid taimedelt, süües neid või taimesööjaid loomi. Seega nii taimse kui ka loomse maailma olemasolu tagatakse orgaaniliste ainete poolt, mis moodustuvad biogeenselt.

Tõsi küll, hiljem avastati ka teine protsess, niinimetatud kemotsüntees¹, mida teostavad spetsiaalsed bakterite liigid. Kuid kemotsüntees ei etenda orgaaniliste ainete loomises maapinnal suurt osa. Kvantitatiivses mõttes ei ole ta fotosünteesiga mingil määral võrreldav, ent ta on nagu fotosünteeski bioloogiline protsess, mida teostavad elusorganismid.

Isegi need orgaanilised ühendid, mis esimesel pilgul võivad näida mineraalidena, nagu näiteks kivisüsi või nafta, on samuti seoses organismide eluga, sest nad moodustusid nende orgaaniliste ainete lagunemise tule-

¹ Erinevalt fotosünteesist toimub kemotsüntees keemiliste reaktsioonide energia ärakasutamise arvel.

musena, mis kauges minevikus tekkisid fotosünteesi protsessis.

Niisiis kõik meie planeedil leiduvad orgaanilised ained tekkisid ja jätkavad moodustumist organismide elutegevuse tagajärjel. Seega saame nagu nõiaringi: selleks, et mõista, kuidas tekkis elu maakeral, on vaja selgitada, kuidas moodustusid looduslikes tingimustes kas või kõige lihtsamad orgaanilised ained, need aga, nagu selgub, võivad tekkida ainult organismide elutegevuse tagajärjel. Selles suletud ringis eksles teadlaste mõte, leidmata väljapääsu.

Kuid niisugune olukord kujuneb ainult sel juhul, kui uurimised piirduvad ainult meie maakera tingimustega, s. o. kui me teostame vaatlusi ainult selles piiratud ulatuses. Kui me hakkame uurima neid nähtusi teistel taevakehadel, laiendades ühtlasi oma uurimisi kogu universumile, siis jõuame veidi teistsugusele järeldusele.

Tõepoolest, me võime praegu väga üksikasjaliselt uurida päikese ja tähtede atmosfääri keemilist koostist, samuti suurte ja väikeste planeetide ning rea teiste universumi objektide atmosfääri koostist. Taolised uurimised näitavad, et seal toimub orgaaniliste ainete moodustumine abiogeenselt, mitteorgaanilisel teel, s. t. olenemata organismide elutegevusest.

On kindlaks tehtud, et kõige kuumemate O või B klassi kuuluvate tähtede atmosfääris valitseb temperatuur 28000—25000 kraadi piirides ning seal puuduvad mistahes süsinikuühendid. Viimane on seal esinenud peamiselt üksikute aatomite või isegi süsiniku ionide näol.

Külmemate tähtede, eriti meie Päikese uurimine, mille pinna temperatuuri hinnatakse 6000° ringis, on võimaldanud spektroskoobi abil avastada süsinikust ja vesinikust koosnevate ühendite molekule, need on lihtsaimad orgaanilised üendid, niinimetatud süsivesinikud. On täiesti selge, et päikese pinna niisuguse temperatuuri juures ei saa juttugi olla mingisuguste organismide olemasolust. Järelikult tekivad süsivesinikud seal anorgaanilisel teel, abiogeenselt.

Süsivesinikkude olemasolu on avastatud ka suurte planeetide — Jupiteri, Saturni, samuti nende kaaslaste, näiteks Titaani pinnal. On kindlaks tehtud, et seal leidub tohutul hulgal süsivesinikku metaani. Kuid ka nendel taevakehadel on võimatu eeldada mingisuguse elu olemasolu,

sest seal valitseb erakordselt madal temperatuur: Jupiteril näiteks 140° alla nulli, aga Saturnil on temperatuur veelgi madalam. Järelikult võisid süsivesinikud seal tekkida ainult anorgaanilisel teel.

Suurt huvi pakub tähtedevahelise gaasilis-tolmulise materia uurimine. Kaasaegse astronoomia andmetel pole kogu universumi materia koondatud mitte ainult tähtedele või planeetidele. Tunduv osa, umbes pool sellest materias on hajutatud külma gaasilis-tolmulise aine näol tähtedevahelises ruumis. Gaasidest on siin esindatud peamiselt vesinik, mis tegelikult on universumis domineeriv element: umbes 90% kogu universumist koosneb vesinikust. Peale gaaside on gaasilis-tolmulises materias ka tolmuühendeid — peeni tahkeid osakesi, mis koosnevad ligikaudu samadest elementidest, mida me kohtame Maal, sealhulgas metallidest, nende oksüüdidest, veest jää kujul jne.

Uurimine on näidanud, et see külm, väga madala temperatuuriga (läheneb miinus 200°) tähtedevaheline materia sisaldab ka süsivesinikke, mis on seal moodustunud loomulikult abiogeenselt, täiesti olenevatest organismide elutegevusest.

Väga suurt huvi pakub meteoriitide, «taevakivide» uurimine, mis aeg-ajalt lendavad Maale planeetidevahelisest ruumist ja mille keemiline ning mineraloogiline koostis on seega vahetult määratav. Meteoriitide uurimine näitab, et mõnikord sisaldavad nad samuti tunduvalt hulgal süsivesinikke, mis sageli on üsna keerulise ehitusega. Kuid ka siin ei saa süsivesinikkude teke kuidagi seoses olla bioloogilise protsessiga — pole läinud korda avastada mingisuguseid elu tunnuseid ühelgi meteoriidil. Järelikult meteoriitidest eraldatud süsivesinikud on samuti abiogeense päritoluga.

Niisiis kõikjal meid ümbritsevas maailmas — tähtede, suurte planeetide ja nende kaaslaste atmosfääris, külmas gaasilis-tolmulises materias, meteoriitides, leiame me lihtsamaid orgaanilisi aineid süsivesinikkude näol, mis on tekkinud anorgaanilisel teel.

Kas siis tõesti meie planeet on absoluutseks erandiks üldisest reeglist? Teiste sõnadega, kas on tõenäoline eeldada, et kõikjal universumis võisid süsivesinikud moodustuda abiogeenselt, aga meie planeedil nad sel teel tekkida ei saanud? Kas pole mitte õigem arvata, et Maa

geoloogilise ajaloo teataval etapil võisid ta pinnal nagu teistelgi taevakehadel abiogeenselt moodustuda süsivesinikud ja teised lihtsaimad orgaanilised ained? See olukord muutus põhjalikult alles hiljem, kui tekkisid elusolendid ja orgaanilised ained hakkasid moodustuma peamiselt organismide kaudu.

Praegu leiab üldist tunnustust seisukoht, et meie planeet on tekkinud gaasilis-tolmulisest materias. Ühtne arvamus puudub vaid küsimuses, kust on pärit gaasilis-tolmulise materia pilv, millest kujunes päikesesüsteem. O. J. Šmidti arvates haaras juba varem kujunenud päike oma liikumisel ümber meie tähtedemaailma — Galaktika tsentrumi — selle gaasilis-tolmulise pilve enesega kaasa. Teine, võrdlemisi laialt levinud arvamus seisab selles, et päike ja planeedid tekkisid üheaegselt peaaegu samasugusest gaasilis-tolmulise materia pilvest. Kuid millist seisukohta me ka ei pooldaks, oleme sunnitud tunnistama, et Maa tekkimise materjaliks oli tähtede vaheline gaasilis-tolmuline materia.

Maa kujunemisel püsis süsinik peamiselt ühendite näol metallidega või niinimetatud karbiitidena. Taolisi aineid on leitud ka meteoriitide koostises, kus nad esmakordselt avastatigi. Me leiame neid ühendeid maakera koostises, kõige sügavamates kivististes, mis mõningatel juhtudel tulevad maa pinnale.

Juba D. J. Mendelejev näitas, et karbiitide ja veeauru vastastikusel toimel moodustuvad süsivesinikud. Väljapaistev keemik töötas selle põhjal välja isegi oma originaalse teooria nafta tekkimisest, kuid see leidis rohkem arvulisi vastuväiteid geoloogide poolt, kes arvavad, et nafta põhimass moodustus organismide lagunemise tagajärjel. Kuid sellegi peale vaatamata on Mendelejevi põhiseisukoht väljaspool kahtlust. Me võime tõepoolest tema meetodit kasutades kerge vaevaga esile kutsuda süsivesinikkude moodustumise laboratoorsel teel. Kuid seejuures tekib küsimus: kas see protsess võis aset leida Maa kujunemisel?

Viimasel ajal on sagenenud geoloogilised leiud, mis näitavad, et süsivesinikkude abiogeense moodustumise protsess toimub ka praegu, kuigi väga piiratud ulatuses. Nii näiteks on korda läinud avastada süsivesinikke aluselistes kivimites, mis paiknevad settekivimite asukohtadest eemal. Graniitmassiivide lõhedes avastatakse nii-

suguseid gaase nagu metaan, etaan, propaan, samuti vähesel hulgal vedelaid süsivesinikke, mis võisid seal tekkida ainult anorgaanilisel teel.

Järelikult osutavad ka Maa tekkimise ajalugu ja kaas-egsed geoloogilised uurimised sellele, et meie planeedi kujunemise protsessis pidid siin, samuti nagu teistelgi taevakehadel, tekkima süsivesinikud anorgaanilisel teel, abiogeenselt. See protsess toimub ka praegusel ajal, kuigi väga vähesel määral, kuna nüüd tunduv osa süsini- kust on lülitatud ringlusesse elusas looduses, võtab osa organismide ainevahetusest.

Neid küsimusi arutati sümposiooni programmi esimeses osas. Oma ettekandes meie planeedi algseisundist püüdis akadeemik V. G. Fesenkov luua ettekujutust nendest esialgsetest tingimustest, mis iseloomustavad Maa esmast seisundit tema kõige varasematel ajastutel pärast tekkimist. Näidates, et elu tekkimiseks on peale päikese- kiirguse ja vee vajalikud ka keemilised elemendid, mis kontinendi uhtudes võisid rikastada ookeanide vett, teeb Fesenkov järelduse, et Marsil puuduvad vajalikud tingi- mused elu tekkimiseks.

Kõneldes Maa esmasest seisukorrast, tuleb märkida, et veel tänapäeval esineb tunduvaid lahkuminekuid vaade- tes esmase atmosfääri koostise suhtes. See küsimus muu- tub komplitseerituks selle tõttu, et meie ajal Maad ümbrit- sev õhust kest koosneb peamiselt hapnikust ja lämmas- tikust, kusjuures kaasaegse atmosfääri hapnik on kõigi andmete kohaselt biogeense päritoluga, s. t. ta tekkis organismide elutegevuse tagajärjel ja esmajoones tai- mede fotosünteesilise talitluse kaudu. On pikemata selge, et küsimuse selgitamine, kas Maa esmases atmosfääris leidis hapnikku, s. t. kas atmosfäär oli oksüdeeriva ise- loomuga, on väga tähtis selleks, et dešifreerida lihtsai- mate orgaaniliste ühendite abiogeenset tekkimist ja nende edaspidist metamorfoosi Maal.

Sellele küsimusele oli muuhulgas pühendatud professor H. Urey (USA), ühe kaasaja tuntuima füüsiku-kosmo- gonisti ettekanne. Suurele faktilisele materjalile tugine- des tuli autor järeldusele, et Maa esmane atmosfäär pidi oma tunduva vesinikusisalduse tõttu olema taandava ise- loomuga. Kuid aegade jooksul atmosfääri koostis järk- järgult muutus, tema hapnikusisaldus kasvas ja ta oman- das hapendava iseloomu.

Analoogilisel seisukohal oli oma ettekandes ka professor V. A. Sokolov, kelle arvates vesiniku ja selle ühendite puudumine päikesesüsteemi väikeste planeetide atmosfääris ja selle olemasolu suurtel planeetidel viitab sellele, et Maa esmase õhkkesta taandav iseloom edaspidi muutus; pikaajalise ja keerulise protsessi tulemusena kujunes sellest kaasaegne atmosfäär, mis sisaldab peamiselt lämmastikku ja hapnikku.

Professor B. J. Levin tõi terve rea andmeid selle kohta, et juba gaasilis-tolmulises materias, millest moodustus meie planeet, pidid leiduma mitmesugused keemilise struktuuriga orgaanilised ühendid. B. J. Levini arvates kaasnes gaaside ja aurude eraldumisega maa sügavusest, mis viis õhk- ja vesikesta moodustumisele, orgaaniliste ühendite paiskumine Maa pinnale, kus nad allusid edasistele muundumistele.

Suur tähtsus on ka Maa vanuse ja temal elu tekkimise aja määramisel.

Radioaktiivsete isotoopide uurimised näitavad, et Maa üldine vanus tema kui planeedi formeerumise momendist arvates ulatub 5—6 miljardi aastani. Ühed teadlased hindavad Maa vanust 5,5, teised 3—4 miljardi aastale. Siin ei ole muidugi suur täpsus mõeldav, kuid võib pidada tõenäoliseks, et Maa vanus ulatub mitmesse miljardisse aastasse.

Ühtlasi on väävli isotoopide uurimine näidanud, et Maa atmosfäär läks esmasest taandavast seisundist üle hapendavasse umbes 700—800 miljonit aastat tagasi. Mitmete teiste andmete alusel võib oletada, et selleks ajaks oli meie planeet asustatud elusolendite poolt, temal eksisteerisid mitte ainult lihtsaimad organismid, vaid ka fotosünteesiks võimelised taimed. Nimelt fotosünteesi tekkimine lõi tingimused Maa atmosfääri üleminekuks taandavast seisundist hapendavasse.

Sel viisil võib saada teatava ettekujutuse nende etappide kestusest, millest oli juttu eespool.

Elu tekkis umbes miljard või poolteist miljardit aastat tagasi. Maa aga eksisteerib mitu miljardit aastat. Järelikult suuremal osal Maa olemasolu ajast temal elu ei olnud. Sel perioodil muutusid lihtsaimad orgaanilised ained, süsivesinikud keerulisteks orgaanilisteks ühenditeks. See oli väga pikaajaline järk-järgult komplitseeri-

tumate ühendite moodustumise protsess. Need ühendid said edaspidi elusolendite kujunemise materjaliks.

Oma ettekandes «Keemiline evolutsioon ja elu tekkimine» püüdis väljapaistev ameerika keemik professor M. Calvin luua pilti kestvatest keemilistest ümberkujunemistest, mis viisid algul keerulisemate süsteemide tekkimisele, aga seejärel nende orgaaniliste struktuuride ilmumisele, mis on omased kaasaegsetele elusatele süsteemidele.

Akadeemik A. P. Vinogradov tuli oma ettekandes biosfääri tekkimisest järeldusele, et orgaaniline maailm, mis on meie planeedi kogu geoloogilise arenemiskäiguga ette valmistatud, tekkis 2 või isegi 3 miljardit aastat tagasi.

Erilist huvi pakub küsimus, kuidas esmase Maa tingimustes võisid moodustuda valkained, mis on elusorganismide peamiseks ehitusmaterjaliks, kõikide eluprotsesside koostisosaks, juhtijaks ja reguleerijaks.

Seepärast ongi nii tähtis teada, kuidas Maa esmase atmosfääri tingimustes võisid lihtsaimaist süsivesinikku-dest, veest ja ammoniaagist moodustuda valkained. Viimaste aastakümnete jooksul on keemia teinud valkude uurimise alal suuri edusamme. On teada, et valgu molekul koosneb üksikutest lülidest — amiinhappelistest jääkidest, mis on omavahel niinimetatud polüpeptiidsete seoste kaudu ühendatud enam või vähem pikkadeks ahelateks. Kaasaegsete valkude koostisse kuulub umbes 25 mitmesugust amiinhapet, s. t. on olemas 25 sorti «telliskive», millest on ehitatud mitmesugused valgumolekulid. «Telliskivide» eneste arv molekulis kõigub mõnest sajast mitmete tuhandeteni.

Järelikult, selleks et mõista, kuidas tekkis valgu molekul, tuleb kõigepealt kindlaks teha, kuidas moodustusid esimesed amiinhapped — selle ahela üksikud lülid, mis on valgu molekuli aluseks.

Seoses selle küsimusega pakkus suurt huvi noore ameerika keemiku professor S. Milleri ettekanne. Lähtudes eeldusest, et Maa esmane atmosfäär oli taandava iseloomuga, korraldas S. Miller järgmise katse. Ta valmistas segu neljast gaasist — ammoniaagist, vesinikust, metaanist ja veeaurust, — ainetest, mis oletatavasti kuulusid Maa esmase atmosfääri koostisesse, ja laskis sellega segust läbi elektrilaengu. Pärast seda avastati reakt-

sioonisegus niisuguseid hästi tuntud amiinhappeid, nagu glütsiin,alaniin, asparagiin- ja glutamiinhape jt., samuti rida teisi orgaanilisi happeid. Autor märkis ühtlasi, et elektrilaeng ei ole ainuke energiaallikas amiinhapete sünteesiks, sest analoogilisi tulemusi võib saada ultraviolettkiirguse kasutamisel. S. Milleri katsed kinnitavad täielikult ettekujutuste õigsust, et keerulised orgaanilised ühendid võisid Maa esmases atmosfääris tekkida abiogeensel teel.

Professor A. G. Passõnski kordas S. Milleri katseid, asendades reaktsioonisegus vesiniku süsinikoksüüdiga. Ta näitas, et ka sel juhul elektrilaengu toimel moodustuvad amiinhapped. See andis talle alust järeldada, et Maa evolutsioonilises arenemiskäigus kujunesid arvata-vasti soodsamad tingimused amiinhapete tekkimiseks juba sellel staadiumil, kui tunduv osa vesinikust oli kaduma läinud ja atmosfäär, säilitades taandava ise-loomu, võis sisaldada suuri koguseid süsinikoksüüdi.

Palju suurema võimsusega energiaallikaks kui elektrilaengud osutus orgaaniliste ainete sünteesiks Maa esmas-es atmosfääris päikesekiirgus ja eriti ultraviolettkiirgus. Käesoleval ajal täheldatakse looduslikkudes tingimustes Maa pinnal ainult piiratud ulatusega keemilisi protsesse, mis kulgevad ultraviolettkiirguse mõjul, sest tema kõige aktiivsem osa — lühilainelised ultraviolettkiired — neeldu-vad peaaegu täiesti osoonikihis, mis asub atmosfääri ülemistes kihtides.

Selles suhtes äratasid suurt huvi andmed, mida esitasid akadeemik A. N. Terenin ja professor A. G. Passõnski.

A. N. Terenin esitas muuhulgas rea uusi eksperimen-taalseid andmeid, mis kõnelevad sellest, et võimsatel ultralühilainetel on Maa esmase atmosfääri gaasidele sünteesiv toime. Selles katsete seerias täheldati samuti aldehüüdide ja amiinhapete tüüpi keeruliste orgaaniliste ühendite sünteesi.

Analoogilistest tulemustest teatasid T. E. Pavlovskaja ja A. G. Passõnski, näidates amiinhapete tekkimise võimalust ultraviolettkiirte toimel formaldehüüdi ja ammoo-niumkloriidi või -nitraadi segule.

Professor I. E. Elpiner kõneles oma katsetest, kus tal õnnestus kindlaks teha niisuguse tähtsa orgaanilise aine nagu sinihappe tekkimist ultraheli võngete laskmisel läbi vesiniku, lämmastiku ja süsinikoksüüdiga küllastatud vee.

Kokkuvõttes annavad esitatud materjalid tunnistust sellest, et keeruliste orgaaniliste ühendite sünteesis esmase Maa tingimustes avaldasid toimet kõige mitmekesisemad energiaallikad, mis nähtavasti pidid etendama väga tähtsat osa meie planeedi olemasolu algperioodidel, tagades süsivesinikkude muundumist, mis tol ajal kujutasid endast süsinikühendite peamist vormi. Süsivesinikkude keemiline evolutsioon võis toimuda juba nende eneste energeetiliste võimaluste arvel, kuid need võimalused kasvasid väga kiiresti, sest olid olemas täiendavad energiaallikad: Ultraviolettkiirgus, elektrilaengud ja kosmiline kiirgus põhjustasid orgaaniliste ainete molekulide kindlasuunalisi ümberkujunemisi, mis kulgesid astmeliselt, rea vahestaadiumide kaudu.

Huvitava ettekande «keeruliste» amiinhapete ja porfüriinide abiogeense moodustumise ühest võimalikust teest tegi professor A. E. Braunstein.

Suur prantsuse õpetlane Louis Pasteur märkis esimesena, et orgaaniliste ainete süntees elusas looduses kulgeb alati optiliselt elektiivselt ehk valivalt. Selle põhjal tegi ta eksliku oletuse, et see tunnus on võib-olla ainukeseks teravaks piirjooneks, mida võib tõmmata eluta ja elusa looduse keemia vahel. Hiljem, kui sünteesiti suur hulk looduslike produkte ainetest, millel ei ole seost elusorganismidega, sai selgeks, et ka keemilise sünteesi produktidel võib olla molekulaarne asümmeetria ja mitte vähemal määral kui elava looduse produktidel.

Kuidas tekkis siis esmane orgaanilise maailma asümmeetria?

Vaadeldes asümmeetria osa elu tekkimise küsimuses esitasid professorid A. P. Terentjev ja E. I. Klabunovski rea uusi fakte selle seisukoha kinnituseks, et orgaanilise maailma esmase asümmeetria tekkimist ei saa lugeda juhuslikuks nähtuseks, vaid seda tuleb pidada tsirkulaarselt polariseeritud valguse ja kristallide asümmeetrilise võre erakordse osa tulemuseks. Nende arvates suunasid orgaanilised asümmeetrilised katalüsaatorid reaktsioonid optiliselt puhaste produktide moodustamisele.

Suurt huvi pakkusid mõnede teadlaste eksperimentaalsed andmed mõningate orgaaniliste ainete absoluutselt asümmeetrilisest sünteesist; need katsed sooritati optiliselt aktiivsete kvartsikristallide abil.

Mainitud andmete arutelu käigus märgiti vajadust läbi viia mõningad täiendavad katsed, samuti peeti soovitavaks teostada rida termodünaamilisi ja energeetilisi arvestusi keemiliste protsesside osas, mis on seotud keeruliste orgaaniliste ühendite sünteesiga.

Tehes kokkuvõtteid ülalöeldust, võime tulla järeldusele, et Maa esmases atmosfääris moodustusid võrdlemisi lihtsatest ühenditest, nagu metaan, ammoniaak, veeaurud, elektrilaengute ja ultraviolettkiirguse mõjul rohkearvulised, mitmekesised ja keerulised orgaanilised ained. Koos vihma ja muude sademetega läksid need ained üle Maa esmasesse hüdrofääri, kus jätkus nende ümberkujunemine ja järkjärguline keerulisemaks muutumine.

Milline võis siis olla orgaaniliste ainete kontsentratsioon esmase Maa vetes? Mõnikord avaldatakse arvamust, et Maa pinnal tekkinud süsivesinikkude ja nende derivaatide hulk pidi olema mõõtmatult väiksem vee hulgast esialgses Ookeanis ning järelikult nende ainete kontsentratsioon selles pidi olema üsna tühine. Seetõttu orgaaniliste ainete edasine muundumine Maa hüdrofääri vetes poleks tulnud enam peaaegu üldse arvesse, sest üksteisest väga kaugel paiknevatel molekulidel ei olnud praktiliselt võimalik omavahel kohtuda.

Kuid professor H. Urey arvutas välja, et isegi sel juhul, kui ainult pool praegu Maa pinnal olemasolevast süsinikust esineks lahustuvate orgaaniliste ainete kujul, isegi siis kujutaks esialgne Ookean endast nende ainete 10%-list lahust. Seega orgaaniliste ainete kontsentratsioon ürgse Ookeani vetes oli küllalt kõrge selleks, et toimuksid orgaaniliste ühendite järkjärguliselt keerulisemaks muutmise protsessid.

VALGUTAOLISTE AINETE, POLÜNUKLEOTIIDIDE JA FERMENTIDE TEKKIMINE

Materia järgmiseks, veel kõrgemaks evolutsiooniastmeks on niisuguste keeruliste ühendite nagu valgutaoliste ainete, polü nukleotiidide ja fermentide tekkimine.

Valkude esmase tekkimise probleem on väga segane mitte ainult sellepärast, et ta on tõepoolest väga keeruline, vaid ka selle tõttu, et tänaseni ei ole ühtset arvamust selle suhtes, mida tuleb mõista sõna «valk» all.

Esiialgu nimetati valgus kanamuna sisaldist, mis soojendamisel kalgendus valgeks klombiks. Seejärel hakati valkude hulka lugema ka teisi muna-albumiini-dega sarnanevaid ühendeid.

Esiialgu ei omistatud sellele mõistele mitte mingisugust üldbioloogilist sisu. Vastupidi, arvati, et munavalk ja teised taolised ained on ainult mõnedele loomsetele organismidele spetsiifilised ained, taimedel aga puuduvad need täielikult. Kuid elusas looduses esinevate ainete edasisel uurimisel süvenes õpetlastel üha enam idee, et valgud on levinud kõigis organismides ja et need ühendid etendavad eluprotsessides erakordselt tähtsat osa.

Veel XIX sajandil olid andmed valkude keemiast üsna napid. Valgud kõitsid peamiselt bioloogide tähelepanu, kes üha sagedamini hakkasid neis nägema prevaleerivat ja juhtivat koostisosa selles sültjas rakusisaldises, mida nimetati «protoplasmaks» ja mille osatähtsus elu materiaalse kandjana muutus järjest selgemaks.

Kooskõlas tollaegsete bioloogidega kasutas F. Engels oma töödes samuti sageli termineid «protoplasma» ja «valkkeha» kui võrdtähenduslikke. Seetõttu ei tohi Engelse töödes esinevat mõistet «valk» mingil määral samastada nende keemiliselt individuaalsete valkudega, mida me teataval määral oleme käesoleval ajal õppinud eraldama elusolenditest, või isegi puhastatud valgu preparaati-dega, mis kujutavad endast puhaste valkude segu. Ennetades tunduvalt oma kaasaegsete teadmisi, pööras Engels, kõneldes valkudest, peatähelepanu asja keemilisele küljele, rõhutades valkude tähtsust ainevahetuse protsessis. Alles nüüd võime me vääriliselt hinnata Engelse erakordset teaduslikku ettenägelikkust.

Möödunud sajandi lõpul ja käesoleva sajandi algul, kui valkude keemia oli alles vähe läbi töötatud, oletasid mõningad õpetlased, et valkudes leidub mingisugune eriline saladuslik alge, et on olemas mingisugused spetsiifilised aatomite rühmitused, mis olevatki elu kandjaiks. Sellelt seisukohalt näis valkude tekkimine väga mõistatuslikuna ja isegi vähe tõenäolise nähtusena. Kui aga läheneda sellele küsimusele, lähtudes kaasaegsetest teadmistest valgu molekuli kohta, siis paistab see meile hoopis teises valguses.

Kaasaegne valkude keemia veenab meid selles, et Maa olemasolu kaugel mineviku-epohhil pidid tema veekihis

amiinhapetest ja nende eelkäijatest moodustuma valgutaolised ained. Muidugi, «esmased valgud» ei võinud olla täiesti sarnased mingisuguste praegu olemasolevate valkudega, kuid nad sarnanesid nendega. «Esmased valgud», nagu kaasaegsedki, koosnesid hiiglamolekulidest ja neil olid suured keemilised potentsid. Nimelt nende potentside tõttu omandasid valgud erakordselt tähtsa, keskse koha elava looduse edasises arenemises.

Väga tähtsad on selles küsimuses tuntud jaapani biokeemiku professor Š. Akabori uurimised, mille põhjal ta väidab, et esmased valgud ei pidanud moodustuma tingimata valmis amiinhapetest. Š. Akabori koos oma abilistega näitas laboratoorsel teel, et «eelvalgud» võisid tekkida ka niisugustest orgaanilistest ühenditest, nagu formaldehüüd, ammoniaak ja tsüaanvesinik. Nende ühendite vastastikusel toimel moodustuvad ained polümeriseeritakse savi pinnal, mille järel hüdrolüüsi, s. t lagunemise tulemusena vee toimel võivad tekkida polüpeptiidid, muuhulgas ka polüglütsiin. Need professor Š. Akabori poolt sümposioonil esitatud andmed valgustavad uutmoodi küsimust polüpeptiidide ja eelvalkude esmase tekkimise teedest.

Professor O. Hoffmann-Ostenhof (Austria) peatus oma sõnavõtus fermentide esmase tekke võimalustel. Ta rõhutas, et fermente võib vaadelda kui tavaliste keemiliste katalüsaatorite komplitseerumise tulemust. Need katalüsaatorid ilmusid elu tekkimisele eelnevatel perioodidel. Biokatalüsaatorid erinevad oma eelkäijatest esmajoones selle poolest, et nad sisaldavad valku, mille tõttu ühelt poolt kasvab spetsiifilisuse aste, teiselt poolt aga suureneb kümneid ja sadu kordi aktiivsus. Fermentide tekkimist tuleb O. Hoffmann-Ostenhofi arvates lugeda sellesse perioodi, kui toimus lähtekatalüsaatorite — vesiniku ja hüdroksüüdi ionide, metallide ionide, väiksemolekulaarsete ainete ühinemine valkudega või nende eelkäijatega.

Sellega seoses pakkusid huvi professor L. A. Nikolajevi uued andmed fermentide mudelite uurimise alalt, kus aktiivsete rühmadena kasutati metallide kompleksseid ühendeid.

Nobeli preemia laureaat, väljapaistev biokeemik professor R. Synge (Suurbritannia) esitas palju faktilist materjali vabade ja seotud amiinhapete leviku kohta

looduses. Need andmed rõhutavad kõigi Maad asustavate elusorganismide keemilise suguluse tähtsust; nad viitavad ühtlasi sellele, et valgu keemiline evolutsioon leidis aset peamiselt kauges minevikus, kusjuures püsima jäid ainult need organismid, kes saavutasid teatava keemilise koostise.

Professor S. Fox — Floriida Okeanograafia Instituudi direktor — osutas võimalusele, et biokeemiliste vaheproduktide, eriti valgutaoliste ainete esmane moodustumine toimus kuumades looduslikes allikates.

Väljapaistev õpetlane, Nobeli preemia laureaat professor L. Pauling (USA) peatus nende jõudude olemusel, mis võtavad osa bioloogilistest protsessidest. Professor L. Paulingi arvates võtavad paljunemise ja teistest bioloogilise iseloomuga protsessidest osa mitte ainult aatomitevahelised jõud, mida tuntakse keemiliste seoste nime all, vaid ka üsna nõrgad jõud — vastastikused toimed van-der-Vaalsi mõttes —, elektrostaatilised ja vesinikseosed. Ta eeldab, et bioloogilised nähtused on seotud kõigepealt nende vastastikuste toimete avaldumisega.

Suurt tähelepanu pöörati sümposionil nukleiinhapete bioloogilise osa ja viiruste olemuse vaatlemisele.

Kaasaegses bioloogiaalases kirjanduses toimuvad suured vaidlused nukleiinhapete osa kohta valgu bioloogilise sünteesi protsessides. On vaieldamatult tõestatud, et valkude sünteesiks on vajalik nukleiinhapete olemasolu. Ühtlasi nukleiinhapete eneste süntees, samuti nagu protoplasma teistegi ühendite biosüntees, teostub keerulise fermentide süsteemi abil, s. t. lõppkokkuvõttes väga spetsiifiliste valkude osavõtul. Sellest annavad tunnistust prantsuse biokeemiku M. Grunberg-Manago poolt sümposionil esitatud andmed. Reas katsetes läks tal korda sünteesida polünukleotiidi, mis on lähedane ribonukleiinhappele (RNH); seejuures kasutas ta spetsiaalset, mikroorganismidest eraldatud fermenti.

Oma ettekandes nukleiinhapetest kui bioloogilise informatsiooni kandjatest käsitles tuntud biokeemik, Kolumbia Ülikooli professor E. Chargaff suure eksperimentaalse materjali alusel raku üksikute koostisosade vastastikuse seose küsimust. Ta tuli järeldusele, et käesoleval ajal ei ole küllaldast alust omistada mistahes ainete klassile erilist osatähtsust elusa materia tekkimisprotsessis.

Puudutades küsimust bioloogilisest informatsioonist, märkis professor E. Chargaff seda, et tuleb teha veel tublisti tööd, kui jõutakse teha samm valkude, nukleiinhapete, polüsahhariidide spetsiifilisuse kindlaksmääramise juurest selle mooduse dešifreerimiseni, mille abil neis sisalduv informatsioon mitte ainult püsib, vaid ka kandub ainete ühelt klassilt teisele. Ta rõhutas edasiste uurimiste vajadust viiruste nukleoprotsiidide alal, vajadust selgitada antikehade väljatöötamise mehhanismi, vallandajate osa suuremolekulaarsete ühendite fermentatiivses sünteesis jne.

Professor A. N. Belozerski jutustas oma töödest desoksüribonukleiinhappe (NH) ja ribonukleiinhappe (RNH) nukleotiidse koostise määramisest bakteritel. Nende katsete alusel tuli ta järeldusele, et ribonukleiinhape on nähtavasti elutegevuse üldisemaks avalduseks ja on tekkinud elusa looduse arenemise varasemal etapil, desoksüribonukleiinhape aga on kitsamate funktsioonide avalduseks ja ilmus organismide arenemise tunduvalt hilisemal etapil.

Tuntud ameerika biokeemik professor A. Mirski avaldas tuuma nukleiinhapete koostise uurimise alusel arvamust, et raku evolutsioon viis samaaegsele molekulaarsele evolutsioonile, mille tagajärjel polünukleotiidide molekulid, mis lakkamatult komplitseerusid, omandasid uue funktsiooni, mis on seotud pärilikkuse edasiandmisega.

Sümposionil rõhutati viiruste olemuse lahtimõtestamise suurt tähtsust elu tekkimise probleemi suhtes. Nendele küsimustele olid pühendatud professorite W. Stanley, G. Fraenkel-Conrati (USA) ja G. Schrammi (SFV) ettekanded.

Väljapaistev ameerika virusoloog G. Fraenkel-Conrat teatas sümposionil oma katsetest tubaka mosaiikhaiguse viiruse jaotamisest valguks ja nukleiinhappeks ning sellele järgnevast viiruse taasloomisest bioloogiliselt aktiivsel kujul. On eriti tähtis, et viirusest eraldatud nukleiinhape säilitab võime taimedel haigust esile kutsuda pärast valkude täielikku eemaldamist ja tingib taimses rakus pärast selle nakatamist spetsiifiliste viiruse valkude tekkimise.

Selle hämmastava nähtuse seletus seisab väljapaistva saksa virusoloogi G. Schrammi arvates, kes kirjeldatud fenomeni esimesena tähele pani, selles, et nukleiinhape

kujutab endast justkui matriitsi, mille pinnal toimub amiinhapete spetsiifiline korrastamine. Elu tekkimisega seoses olevatest protsessidest võisid osa võtta ained, mis etendasid matriitsi osa: seda funktsiooni võisid täita aktiivsed pinnad, mis suunasid polümerisatsiooni protsessi. Schrammi arvates omandasid nukleiinhapped matriitsi omadused alles edasise arenemise protsessis.

Schramm eeldab, et viirused ei ole elusorganismide eelkäijad, kuna viiruste paljunemise eelduseks on elusate rakkude olemasolu nende äärmiselt keerulise fermentatiivse aparaadiga.

Nobeli preemia laureaat, Kalifornia Ülikooli Virusoloogia Laboratooriumi direktor professor W. Stanley oli seisukohal, et viirused kujutavad endast lihtsamaid elusaid molekule, mis on võimelised reproduktsiooniks ja mutatsiooniks. Lähtudes geenide ja viiruste keemilise koostise ühtsusest ja mõningatest teistest tunnustest, arvab Stanley, et viirused võivad teatud tingimustes esineda geenidena ja geenid viirustena. Osutades nukleiinhapete erakordselt tähtsale osale elutegevuse protsessides, tõstab Stanley eriti tähtsa kaasaegse teadusliku probleemina esile nukleiinhapete struktuuri selgitamise.

STRUKTUURI JA AINEVAHETUSE TEKKIMINE

Materia evolutsiooni tähtsaimaks etapiks elu tekkimise protsessis on see aeg, millal toimus valgutaoliste ainete, polünukleotiidide ja teiste keemiliste ühendite muutumine keerukaiks hulkmolekulaarseteks süsteemideks, millede edasine evolutsioon viis elu tekkimisele; see periood on aga kõige vähem uuritud ja kõige vaieldavam.

Juba F. Engels rõhutas, et elu tähtsaimaks tunnuseks, selleks kvalitatiivseks erinevuseks, mis iseloomustab elu kui üht materia liikumise vormi, on ainevahetus, organismi ja väliskeskkonna vastastikune mõjustamine. Kaasaegne biokeemia kinnitab seda Engelsi seisukohta täielikult.

Tänu märgitud aatomite kasutamisele teame me nüüd, et elusas organismis ei jää midagi püsivaks, muutumatuks. Iga organism võtab väliskeskkonnast toidu, vee ja hingamisprotsessi kaudu vastu rida orgaanilisi ja mineraalseid aineid, millest ta loob oma keha

valgud ja teised ühendid, mis on vajalikud tema kasvamiseks ja arenemiseks. Kuid samaaegselt sünteesiga toimub organismis pidev lagunemine. Valgud ja muud ained loomses organismis ei jää muutumatuks: need muutuvad pidevalt, lagunevad, ning nende lagunemisproduktid viiakse väliskeskkonda.

Süntees ja lõhustumine, ülesehitamine ja lagunemine, assimilatsioon ja dissimilatsioon — need ainevahetuse kaks külge on omavahel väga hästi kooskõlastatud; nimelt nende harmoonilise kombineerumise tõttu jääb inimesele mõnikord mulje, et tema organism on midagi muutumatut. Kuid see näiline muutumatus kajastab mitte meie keha koosseisu püsivust, vaid temas kulgevate protsesside püsivust.

Niisiis, elusale organismile on iseloomulik mitte ainult üks või teine vorm, s. t. teatav organisatsioon ruumis, vaid kõigepealt teatav organisatsioon ajas, ainevahetuse protsesside teatav kombineerumine.

Praegu on meile tähtis mõista, kuidas võis tekkida see elusa materia karakterseim omadus, mida me nimetame orgaaniliseks ainevahetuseks.

Valgud, nagu teisedki hulkmolekulaarsed orgaanilised ühendid, võivad olla vesilahuses, kus valgu osakesed on lahustaja kogu massis ühtlaselt jaotatud. Kuid mitmesuguste valkude segunemisel omavahel häiritakse selle ühtlase jaotumise normaalset kulgemist ning valkained eralduvad kergesti sellest lahusest, kontsentreerudes teatavates punktides niinimetatud koatservaat-tilkade näol.

Nende tilkade moodustumise mehhanismi tuntakse käesoleval ajal hästi. See seisab selles, et varem kogu lahustaja massis ühtlaselt jaotunud osakesed ühinevad omavahel ruumi teatavates punktides molekulaarseteks parvedeks ehk kogumiteks. Ja kui niisugune kogum saavutab küllalt suured mõõtmed, eraldub ta koatservaat-tilga näol. Taolist valkainete, lipoidide ja muude orgaaniliste ainete eraldumist koatservaat-tilkadena võib hõlpsasti katseliselt esile kutsuda ja neid vaadelda.

Eksperimendid näitavad, et valguline koatservaat-tilk võib olla vastastikusel mõjustusel väliskeskkonnaga: ümbritsevast lahustajast temasse saabuvad ained võivad reageerida koatservaat-tilga ainetele. Sellisel viisil võib viimases toimuda uute keeruliste ainete süntees. Kuid

kõrvuti sünteesi, uuesti moodustumise protsessiga võib täheldada ka vastupidist nähtust — koatservaat-tilga ainete lagunemise protsessi.

Mistahes koatservaat-tilgas kulgevad samaaegselt nii ülesehitus- kui ka lammutusprotsessid, kusjuures nende kiirused võivad oluliselt erineda olenevalt iga koatservaat-tilga sisemisest koostisest. Ühes tilgas võivad toimuda kiiremini ülesehitus-, teises lammutusprotsessid. Selle toimumise kiiruste vahekord on väga tähtis koatservaat-tilga enese olemasoluks. Kui lammutusprotsessid kulgevad tilgas kiiremini kui ülesehitus, siis seda laadi moodustis on dünaamiliselt ebapüsiv: mingi ajavahemiku möödudes ta tingimata laguneb, kaob. Ja vastupidi, kui ülesehitusprotsessid toimuvad kiiremini kui lammutus, siis niisugune moodustis on dünaamiliselt püsiv, s. t. ta võib eksisteerida piiramatu aja.

Kõik andmed, mis on praegusel ajal meie käsutuses, viitavad sellele, et esmaselt moodustunud orgaanilised polümeerid, ja esmajoones kõrgemolekulaarsed valgutaolised polüpeptiidid ja polünukleotiidid, pidid süsinikühendite evolutsiooni teataval perioodil eralduma ühtlasest lahusest hulkmolekulaarsete agregaatide näol nii nagu laboratooriumi tingimustes saadavad koatservaat-tilgadki. Nimelt kõrgemolekulaarsete ühendite lahjendatud lahustes täheldatav koatservatsiooni nähtus kujutab endast nende kontsentratsiooni võimsamat vahendit.

Koos sellega osutus koatservaatide moodustumine esmase Ookeani vetes üsna tähtsaks etapiks maakeral elu tekkimise protsessis, sest sel viisil kujunesid individuaalsed süsteemid, milledest igaühel oli ainuüksi temale omane ehitus.

Komplekssed koatservaadid, mida saadakse kunstlikult kahe erinimeliselt laetud kolloidi lahuste lihtsal segamisel, osutuvad moodustisteks, millede püsivusel on staatiline iseloom. Nende enam või vähem kestev olemasolu on seotud süsteemi omaduste püsivuse säilimisega ajas.

Kuid materia evolutsioonis, tema teel elu tekkimisele etendas otsustavat osa teist laadi püsivus. See evolutsioon võis toimuda ainult süsteemi ja ümbritseva väliskeskkonna vastastikusel mõjustusel, s. t. niinimetatud avatud süsteemide moodustumise alusel. Maa esmase Ookeani tingimustes ujusid koatservaat-tilgad mitme-

suguste ainete lahuses. Need ained võisid koatservaatilka-tilkadesse tungida ja nad võisid teineteisele neid moodustavate ainete kaudu vastastikust mõju avaldada; seetõttu pidid nad tingimata omandama avatud süsteemide iseärasused. Nimelt niisugused süsteemid saidki aluseks organiseeritud materia evolutsioonile.

Juba nende lähtesüsteemide evolutsiooni algstaadiumidel jätsid iga üksiku koatservaatilga füüsikalise-keemilise organisatsiooni iseärasused teatava jälje neis toimuvatele keemilistele reaktsioonidele. Teisest küljest ei olnud ühes või teises tilgas toimuv kas või iga üksik keemiline protsess, aga veel enam nende protsesside üks või teine kombinatsioon, mõjuta nende edasisele saatusete. Ühed neist soodustasid tilga dünaamilise püsivuse tõusu, teised, vastupidi, rikkusid seda püsivust ja tingisid koatservaatsüsteemi kadumist.

Niisiis juba materia evolutsiooni sellel astmel tekkis individuaalsete hulkmolekulaarsete süsteemide teatav «valik»; see toimus nende organisatsiooni vastavuse järgi antud süsteemi säilitamise ülesandete selle ja ümbritseva väliskeskkonna lakkamatu vastastikuse mõjustuse tingimustes. See «valik» oli muidugi väga primitiivse iseloomuga ja seda ei saa samastada loomuliku valikuga selle sõna rangelt bioloogilises mõttes, kuid siiski nimelt tema toimetel kulges koatservaatide lähtesüsteemide edaspidine evolutsioon, mis selle tõttu omandas täiesti kindla suunitluse.

Selle suunitletud evolutsiooni tulemusena muutus kõigepealt printsiipiaalselt lähtesüsteemide püsivuse iseloomise. Koatservaatseisund ja tilgas toimuvate protsesside organisatsioon võisid esialgu eksisteerida teineteisest olenemata. Kuid ülalnimetatud põhjustel pidid need organisatsiooni kaks külge suunitletud evolutsiooni protsessis järk-järgult üha rohkem ja rohkem kombineeruma ühtses süsteemis nii, et süsteemi olemasolu sõltuks kõigi temas kulgevate reaktsioonide rangest kooskõlastatusest ja vaheldumisest ajas; neid reaktsioone võib vaadelda ka võrguna, kusjuures see võrk ise on määratletud süsteemi organisatsiooni poolt tervikuna.

Niisuguse kooskõlastatuse puudumisel, kuid alalise vastastikuse mõjustuse korral väliskeskkonnaga peab see süsteem kui individuaalne moodustis väga kiiresti kaduma. Kui mõjustus süsteemi ja keskkonna vahel mille-

gipärast lakkab, siis sellega lülitubki niisugune staatiline süsteem välja üldisest evolutsiooniprotsessist. Seega kujunesid koatservaat-tilgad suunitletud evolutsiooni protsessis ümber süsteemideks, mille olemasolu ise antud väliskeskonna tingimustes olenes neis toimuvate protsesside organisatsioonist.

Teiste sõnadega, tekkisid niisugused alaliselt iseuuenevad süsteemid, mis olid võimelised püsivaks olemasoluks vastastikuse mõjutuse alusel väliskeskonnaga.

Koatservaatide, isoleeritud rakuliste struktuuride laboratoorsed uurimised ja kaasaegsete organismide võrdleva biokeemia andmed lubavad ära märkida järgmise korra koatservaatide lähtesüsteemide organisatsiooni komplitseerumises nende suunitletud evolutsiooni protsessis.

Selle evolutsiooni esimeseks tulemuseks oli süsteemide tekkimine, mis on võimelised püsivaks olemasoluks väliskeskonnaga alalise vastastikuse mõjustuse tingimustes.

Teiseks sammuks samas suunas oli süsteemide tekkimine, mis on võimelised mitte ainult kaua eksisteerima, vaid ka oma massi suurendama ümbritseva keskkonna ainete arvel, s. t. on võimelised kasvama.

Kolmandaks sammuks elu tekkimise teel oli see, et lähtesüsteemid muutusid suunitletud evolutsiooni tagajärjel mitte ainult püsivamaks, vaid ka dünaamilisemaks, s. t. neis toimuvad reaktsioonid hakkasid kulgema üha kasvava kiirusega.

Lõpuks neljandaks — koatservaatide lähtesüsteemide kiire ja massilise kasvu korral toimus loomulik valik edasiseks evolutsiooniks ainult nende süsteemide jaoks, kus lagunemise ja sünteesi reaktsioonid olid omavahel kooskõlastatud nii, et tekkisid statsionaarsed, alaliselt korduvad ahelad ja tsüklid, mis tingisid teatava ainevahetuse produkti uuestimoodustumise. Sellest omavahel seotud ja koordineeritud ühtse reaktsioonide süsteemi püsivusest ja korduvusest kujuneski elusolevustele iseloomulik taastekitamise võime.

Sellest momendist peale võib juba rääkida elu tekkimisest Maal. Nimelt sellel materia evolutsiooni staadiumil omandas loomulik valik täiel määral oma bioloogilise mõtte. Selle alusel hakkas välja kujunema elusorganismide üha kõrgem kohanemisvõime olemasolu tingimustele, nende sisemise organisatsiooni kõikide detailide peen vastavus teostatavatele elufunktsioonidele.

A. I. Oparini ja T. N. Jevreinova poolt esitati sümposionil uusi eksperimentaalseid materjale keeruliste koatservaatsüsteemide ja neis kulgevate biokeemiliste protsesside uurimise alal, mis süvendavad ja arendavad edasi ülalmainitud seisukohti.

Selleks, et lähendada kunstlike koatservaat-tilkade organisatsiooni protoplasma organisatsioonile, on vajalik neis tilkades esile kutsuda ühtesid või teisi keemilisi protsesse, mis rikuksid nende püsivuse staatilist iseloomu. Seda läks korda saavutada sel teel, et koatservaat-tilkadesse lülitati fermentvalgud, mis katalüseerivad tilgas leiduvate ainete muundumist.

Uurides koatservaat-tilkades tärklise lagunemist suhkruks ferment beeta-amülaasi osavõtul, õnnestus A. I. Oparinil ja T. N. Jevreinoval kindlaks teha, et koatservaatides toimub reaktsiooni produktide moodustumine kontsentreeritult. Sel juhul võib koatservaate vaadelda süsteemidena, milles morfoloogiline struktuur mõjub oluliselt neis kulgevate protsesside iseloomule.

Rumeenia Teaduste Akadeemia Biokeemia Instituudi direktori E. Makovski sõnavõtt oli pühendatud samadele probleemidele.

NSVL Teaduste Akadeemia korrespondeeriv liige N. M. Sisakjan kõneles struktuursete elementide osast raku biokeemilistes funktsioonides. Ulatusliku eksperimentaalse materjali põhjal tuli autor järeldusele, et struktuursete elementide osatähtsus avaldub esmajoones nende peamises lokalisatsioonis ühtse bioloogilise ainevahetuse üldise ahela üksikutel lüüdel. Biokeemiliste funktsioonide tekkimine raku mistahes eraldi võetud struktuuris on vastastikusel seoses teiste struktuuride ja rakusiseste komponentide keemilise loomuse ja ensümaatilise aktiivsusega.

G. A. Deborin rääkis oma sõnavõtus valgu komplekside, nukleiinhapete ja lipiidide biokeemilisest aktiivsusest. Autori poolt läbiviidud eksperimentaalsed uurimised lubavad oletada, et esmaste valkude komplekside moodustumine omavahel ja teiste orgaaniliste ainetega võis põhjustada ühendite ja keemiliste protsesside suure mitmekesisuse, mis edasise evolutsioonilise arenemise tulemusena viisid mitmesuguste proteiidide ja kogu fermentatiivsete protsesside kompleksi ilmunisele, protsesside ilmunisele, mis on vajalikud elutegevuse tagamiseks.

Väljapaistev inglise füüsik J. Bernal püüdis oma ettekandes luua üldise pildi elu tekkimisest, milles ta vaatles kasvava sisemise komplitseerituse staadiume, mis vahelduvad üksteisega ajas. J. Bernal rõhutas üldisi jooni, mis eksisteerivad materia organisatsiooni komplitseerimise järjestikuste astmete ja tema arenemise teatavate staadiumide vahel. Suurt huvi pakub Bernali skeem, mis seob bioloogilistes struktuurides täheldatavaid agregatsioonistaadiume neid ühendavate jõudude loomusega.

Vaadeldes küsimust rakulise struktuuri seosest valgusünteesiga tuli professor R. B. Hesin järeldusele, et valgude sünteesi katalüüsib keemiline süsteem, mis kujutab endast valgust ja nukleiinhappet koosnevat kompleksi, kusjuures see süsteem võib olla morfoloogiliselt mitte vormistunud. Raku struktuur on aga Hesini arvates vajalik kõigepealt sünteetiliste protsesside varustamiseks energia ja materjaliga.

Vastupidiselt Hesinile näitas tuntud ungari biokeemik professor F. Straub, kes uuris spetsiifiliste valguliste fermentide tekke mehhanismi, eksperimentaalselt, et valgus — amülaasi eelkäija moodustumine toimub ainult lammutamata valgus, aga selle valgusmuundumine ferment amülaasiks võib aset leida ka rakkudeta süsteemis. Professor F. Straub avaldas arvamust, et ainevahetus tekkis evolutsiooniprotsessis hiljem kui elusaine isetekkimine.

Nendes ettekannetes esitatud andmeid tervikuna võttes tuleb öelda, et need tõid palju uut arusaamadesse esmaste bioloogiliste struktuuride tekke protsessidest ja nende osast organismide elutegevuses.

Suurt huvi pakkus professor I. Prigoçine (Belgia) ettekanne evolutsiooniprobleemidest ja mittetaandarenevate protsesside termodünaamikast.

Professor A. G. Passõnski kõneles oma uurimiste tulemustest mõningate fermentatiivsete protsesside alal stationaarsetes lahtistes süsteemides. Oma katsete põhjal tuli autor järeldusele, et evolutsiooniprotsessi käigus olid teatavate struktuuride raames toimivad keemilised lahtised süsteemid vajalikuks etapiks materia arenemises, staadiumil, mis eelnes elu tekkimisele.

Kõrvuti vaadete ühtsusega paljudes probleemides ilmnesisid sümposionil ka printsipiaalsed lahkarvamused küsimuses, kas elu tekkis materia arenemise molekula-

laarsel staadiumil või ta ilmus hulkmolekulaarsete orgaaniliste süsteemide evolutsiooni tagajärjel, mis kujutavad endast evolutsiooni kõrgemat astet.

Ameerika geneetik professor N. Horovitz, püüdes anda määrangut mõistele «elu», avaldas arvamust, et esimeseks elusolendiks Maal oli nukleiinhappe molekul, mis viibis keerulises hulkmolekulaarses keskkonnas. Analoogilisi vaateid arendas ka professor W. Stanley.

Akadeemik A. I. Oparin rõhutas oma sõnavõtus, et ei ole õige mõelda, nagu oleks evolutsiooniprotsessis tekkinud esmaselt valgud, nukleiinhapped ja protoplasma muud keerulisemad ained, mille molekulidesisene ehitus oli erakordselt hästi kohanenud teatavate bioloogiliste funktsioonide täitmiseks, ja seejärel nende ainete ühinemise alusel tekkis elus protoplasma ise. Esmase Maa tingimustes võis elusolenditele omase organisatsiooni ilmumine toimuda ainult evolutsiooni teel. See võis toimuda primitiivsete, kuid terviklike hulkmolekulaarsete süsteemide alusel. Oma kujunemise momendil polnud neil süsteemidel elu mõttes spetsiifilisi iseärasusi. Alles edaspidi, kestva evolutsiooni ja loomuliku valiku tulemusena muutusid nad kõrgemajärgulisteks süsteemideks — valkudeks, nukleiinhapeteks ja teisteks keerulisteks aineteks, mis on iseloomulikud elusorganismidele.

Professor A. E. Braunstein väitis oma sõnavõtus täiesti õigesti, et elusaks võib pidada ainult seda individuaalset molekuli, mis leidub elusas süsteemis.

Mõnevõrra erineval seisukohal oli professor N. Pirie (Suurbritannia), kes käsitles küsimust keemilisest mitmekesisusest ja selle seost elu tekkimise probleemiga. N. Pirie puht-spekulatiivsed arutlused paistsid silma küll oma originaalsuse poolest, kuid sellelegi vaatamata ei leidnud vastukaja sümposionist osavõtjate hulgas.

Nagu märkis oma sõnavõtus professor L. Pauling, määrab teaduslike sümposionide tähtsuse see, et siin ei lahendata vaieldavaid teaduslike küsimusi hääletamise teel; edaspidine eksperimentaalne töö ja loomuline arvamuste vahetamine aitavad leida tõde küsimustes, mis pole veel selged.

AINEVAHETUSE EVOLUTSIOON

Esmaste organismide kujunemisega oleks võinud lõpetada maakeral elu tekkimise küsimuse käsitlemise. Pärast seda astus materia uude, kõrgemasse bioloogilise arenemise etappi, algas elusolendite evolutsioon esmastest primitiivsetest organismidest kuni kõrgeltarenenud taimede ja loomadeni, mis praegu asustavad meie planeeti. Kuid selle puht-bioloogilise evolutsiooni tähelepanelik uurimine võib anda väga palju selleks, et mõista elu enese tekkimist, tema esialgset kujunemist.

Meil ei ole võimalik seda protsessi vahetult looduses jälgida, sest kõik tema vahepealsed lülid — elumateria kõige primitiivsemad, mittetäiuslikud organisatsioonivormid — on maakera pinnalt loomuliku valiku teel ammugi minema pühitud. Kuid uurides protoplasma organisatsiooni kaasaegsete elusolendite juures, kes asuvad evolutsiooniredeli mitmesugustel astmetel, võime saada teatava ettekujutuse elu kõige varasematest vormidest maakeral.

Selles suhtes võib eriti palju anda ainevahetuse uurimine, mis oli omane esmastele organismidele ning mis evolutsioonilise arenemise käigus muutus ning täiustus. Seejuures tekkisid üha uued ja uued biokeemiliste reaktsioonide kombinatsioonid ja neid tingivad keemilised mehhanismid protoplasmas. See võimaldas organismidel kasutada üha rohkem lähteaineid ja energiaallikaid, mis on vajalikud eluks, alaliseks taasuenemiseks ja isetekkimiseks. Ainevahetuse võrdlev uurimine algelistel ja kõrgeltarenenud organismidel lubab meil mõista selle keemiliste protsesside organisatsiooni iseloomulikke jooni, mis olid elu aluseks ning tekkisid selle kujunemise protsessis eneses.

Sümposiooni programmi viimases osas arutati biokeemia probleeme, mis on seoses elusorganismide ainevahetuse edasise evolutsiooniga.

Põhiettekande teemal «Biosfääri tekkimine ja biokeemiline evolutsioon» tegi Rahvusvahelise Biokeemikute Liidu president professor M. Florcen (Belgia). Ta tõi oma ettekandes rea näiteid võrdleva biokeemia alalt, mis demonstreerisid orgaanilise maailma biokeemilise evolutsiooni uurimise meetodite suuri võimalusi.

Puudutades lämmastiku-ainevahetuse evolutsiooni, märkis professor A. E. Braunstein, et amiinhapete biogeneesi teede ja fermentsete mehhanismide hämmastav ühetaolisus praegu elavatel auto- ja heterotroofsetel organismidel annab tunnistust sellest, et need teed on väga ürgsed; nende algeid tuleb otsida ürgsetest elussüsteemidest, mis omastasid abiogeense sünteesi orgaanilisi produkte. Järgnevalt arendas A. E. Braunstein rea näidete varal tema poolt juba varem avaldatud mõtet lämmastiku assimilatsiooni ja dissimilatsiooni mitteotseste mehhanismide esmajärgulisest tähtsusest.

Professor V. L. Kretovitš esitas uusi eksperimentaal-seid andmeid, mis näitavad, kui tähtsat osa etendab ammoniaak organismide lämmastiku-ainevahetuses nende organismide juures, kellel evolutsioonilise arene-mise protsessis tekkisid mitmesugused mehhanismid ammoniaagi sidumiseks ja tema reserveerimiseks eri-suguste orgaaniliste ühendite näol.

Jaapani biokeemikud M. Ichimoto ja F. Egami rõhu-tasid oma sõnavõtus, et energiat produtseerivate süstee-mide evolutsiooni tunnetamiseks on tähtis uurida nit-raatide ja sulfaatide taandamisreaktsioone. Autorid avas-tasid nitraatide ja sulfaatide taandamisest osa võtvate ferment-süsteemide sarnasuse hingamisprotsessist osa võtvate ferment-süsteemidega.

Andes mitmesugustele organismide rühmadele seoses nende evolutsiooniga oksüdeerivate süsteemide võrdleva iseloomustuse, tuli professor B. A. Rubin järeldusele, et lõpuleviivate oksüdaasisüsteemide ehituse selgelt väljen-dunud heterogeensust ja liikuvust, mis on iseloomulikud rohelisele taimel, tuleb vaadelda tähtsa kohanemisevõi-mena, mis vastab nende kudede spetsiifilistele iseärasus-tele ja väliskeskkonna tingimustele.

Anaerobioosilt aerobioosile ülemineku probleemile, s. o. elult vaba hapnikuta keskkonnas elule keskkonnas, mis sisaldab vaba hapnikku, pühendasid oma sõnavõtud tun-tud prantsuse biokeemik professor E. Aubel ja jaapani bio-keemik I. Oda. Professor Aubeli arvates lubab anaeroobsete fermentatiivsete protsesside laialdane esinemine oletada, et nad tekkisid elusa materia väga varastel evolutsioonietap-pidel; neid protsesse võib vaadelda orgaaniliste ainete ainevahetuse algusena, mis annab eluks vajalikku ener-giat. Professor I. Oda arvab, et hüdrogenaasne ferment-

süsteem etendas anaerobioosi staadiumil tähtsat osa mitmesuguste bioloogiliste taandamisprotsesside kujunemisel kui kõige madalama potentsiaaliga taandaja.

Professor A. A. Krasnovski pühendas oma ettekande organismide fotokatalüütiliste süsteemide arenemisele. Rikkaliku katselise materjali alusel tegi ta oletuse, et esmaste organismide pigmendid eksisteerisid «mono-meersel» inaktiivsel kujul, adsorbeerituna lipoproteiinidel (lipoidi ehk rasvataolise aine kompleks valguga). Vastavalt organismide võime arenemisele biosünteesiks ja pigmentide kogumiseks hakkasid prevaleerima pigmentide korrastunud vormid sõmerates.

Kanada füüsikalise keemia professor K. Reed avaldas arvamust, et vaatamata sellele, et evolutsiooniprotsessis tekkisid mitut tüüpi molekulid, mis võtavad osa neeldumisest ja kiirgusenergia ärakasutamisest, ometi iga niisuguse molekuli tihe seos tsüstiini molekuliga või mingi muu väävlit sisaldava aktiivse süsteemiga viitab sellele, et nimelt niisugused ühendid võtsid osa esmastest fotokeemilistest protsessidest.

Olles seisukohal, et elu esimesteks vormideks olid heterotroofse ainevahetusega organismid, tõi professor T. N. Godnev mõningaid fakte selle tõestuseks, et kahest tähtsamast looduses esinevast pigmentist on ürgsem hemiin, aga mitte klorofüll, hoolimata mõlema pigmenti esialgse kujunemise staadiumi ühetaolisusest kuni protopfüriinini.

Puudutades fototroofse toitumise tüüpi (mis toimub valgusenergia neeldumise arvel) tekkimise ja evolutsiooni probleemi, püüdis professor D. I. Sapožnikov näidata, kuidas esmased, anaeroobsete heterotroofide omadustega olendid jõudsid oma arenemises fotosüntetikumide kujunemisele, mis on iseloomulikud kaasaegsetele eluvormidele. Sellega seoses esitas ta ainevahetuse tüüpide evolutsiooni skeemi olenevalt väliskeskkonna tingimuste muutumisest.

J. I. Sorokin avaldas oma sõnavõtus arvamust, et kemosüntees ei ole fotosünteesi suhtes paralleelne protsess, vaid sellele järgnev, sest lõpuks kemosünteesi energiaallikaks on orgaaniliste ainete anaeroobse lagunemise saadused, mis tekivad fotosünteesi puhul.

Ettekannete arutelu lubab teha mõningaid järeldusi, mis on tähtsad elu tekkimise probleemi suhtes, ning ühtlasi osutab sellele, mis suunas peab seda küsimust uurima võrdleva ja evolutsioonilise biokeemia valdkonnas.

Sümposiooni lõppistungit juhatanud professor M. Calvin rõhutas, et kaasaegsed teadmised keemias võimaldavad teatavate tingimuste ja vastavate energiaallikate olemasolul sünteesida kõiki ühendeid, mis esinevad praegu maakera asustavates organismides. Seega orgaanilise evolutsiooni arenemine on peaaegu täiesti läbi uuritud ja jätab vähe võimalusi spekulatiivseteks oletusteks.

Kõige tähtsamad küsimused, mis tema arvates nõuavad uurimist esmajärjekorras, puudutavad makromolekulide formeerumise korda, valkude ja nukleiinhapete vastastikusi seoseid, makromolekulide olemust ja nende vahel toimivaid jõude, nende vastastikuste toimete osa bioloogilistes nähtustes, samuti nende jõudude loomuse selgitamist, mis toimivad koatservaatides. Mitte vähema tähtsusega on uurimised elusa raku biokeemiliste protsesside ja ainevahetuse alal.

Üldises diskussioonis, mis arenes kogu sümposiooni programmi ulatuses, pühendati erilist tähelepanu küsimusele, kas esmased organismid olid autotroofid või heterotroofid, samuti elu tekkimise võimalusele kuumades allikates.

Märkides tunnustavalt nõukogude teadlaste välja paistvat osa elu tekkimise probleemi läbitöötamisel tänas professor M. Calvin kõigi osavõtjate nimel NSVL Teaduste Akadeemiat sümposiooni organiseerimise eest ja avaldas veendumust, et see töö on tähtsaks panuseks nii antud probleemi lahendamisel kui ka teadlaste rahvusvahelise koostöö tugevdamisel.

*

*

*

Rahvusvaheline sümposion elu tekkimise kohta näitas täiesti veenvalt, et materialistlik evolutsiooniline lähenemine probleemile on selle välja viinud ummikust, kus see on olnud pikemat aega. Mitmesuguste erialade õpetlastele, kõigepealt biokeemikutele on nüüd selged teed,

mida mööda tuleb arendada eksperimentaalseid uurimisi elu tekkimise probleemi alal. Võib loota, et lähematel aastatel saavutatakse selles suunas uut edu. Selle pan-diks on juhtivate teaduslike probleemide kompleksne läbi-töötamine, loominguline arvamuste vahetamine ja mitme-suguste maade teadlaste tihe koostöö.

SISUKORD

Sissejuhatus	3
Lihtsaimate orgaaniliste ainete esmane tekkimine ja muundumine maakeral	8
Valgutaoliste ainete, polünukleotiidide ja fermentide tekkimine	18
Struktuuri ja ainevahetuse tekkimine	23
Ainevahetuse evolutsioon	31

Опарин Александр Иванович
Деборин Гаврил Абрамович

СОВРЕМЕННАЯ НАУКА О ВОЗНИКНОВЕНИИ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

На эстонском языке

Эстонское Государственное Издательство,
Таллин, Пярнуское шоссе 10

*

Toimetaja V. Tarnaste. Tehniline toimetaja H. Kohu, Korrektor M. Juske

Ladumisele antud 14. I 1959. Trükkimisele antud 11. III 1959. Paber 54×84, 1/16.
Trükipoognaid 2,25. Formaadile 60×92 kohaldatud trükipoognaid 1,85. Arvutuspoognaid 1,99. Trükiarv 3000. Tellimise nr. 206.

Hans Heidemanni nimeline trükikoda, Tartu, Vallikraavi 4.

Hind 75 kop.

75 коп.