



POPULAARTEADUSLIK SARI

V. SAFONOV

ELU MÕISTATUS



RK

"TEADUSLIK KIRJANDUS"



ARH

ARH A-16558

V. SAFONOV

ELU MÕISTATUS



RK „TEADUSLIK KIRJANDUS“

TARTU 1948

Tõlgitud teose järgi: В. Сафонов, Загадка жизни. Издательство
ЦК ВЛКСМ „Молодая Гвардия“, Москва, 1946.

Tõlkinud J. Mõttus.

Tartu Ülikooli Raamatukogu
ARHIIVKOGU

Eessõna eestikeelsele väljaandele.

Raamatu «Elu mõistatus» autor V. Safonov võrdleb väga kujukalt õpetlasi, kes uurivad elu kõigis tema mitmekesistes vormides, kunstnikkudega, kelledest igaüks maalib oma väikest pilti. Kui astuda kõrvale, et heita pilk kõikide kunstnikkude töödele korraga, siis näeme üht üldpilti, millesse on liitunud kõik üksikud pildid.

Just nimelt säärase pilguga katsubki autor oma raamatus vaadelda üksikute õpetlaste töid, mis on nii või teisiti seoses teadusega elust — bioloogiaga. Seejuures ei katsu ta näidata lugejaile mitte ainult pilti meie elutunnetustest sellisel kujul, nagu näeme elu tänapäeval. Ei, ta tutvustab lugejat järk-järgult aja jooksul toimunud muutustega selles pildis; teiste sõnadega, ta annab lühikese ajaloolise kokkuvõtte inimeste vaadete arenemisest selles küsimuses.

Autor ei esine selles raamatus mitte üksikõikse lektori osas, kes refereerib kuivalt raskesti seeditavaid fakte. Autor muutub ise sõnakunstnikuks, kes käsitleb teemat kaasakiskavas ja arusaadavas vormis. Mitte ainult noorsugu, vaid ka täiskasvanud ja koguni eriteadlased loevad seda raamatut mõnususetundega. Seda raamatut võib tõesti lugeda kergesti, katkematu hooga, nii-öelda ühe hingetõmbega. Ühtlasi pakub see raamat palju huvitavaid ja kasulikke fakte, milledega on vähe tuttav algaja lugeja ja koguni eriteadlanegi, kui muide see eriteadlane sarnaneb

kunstnikuga, kes maalib oma pilti, ilma et tal oleks mingit sidet oma kolleegide piltidega. Asi on selles, et see õpetlaste võrdlemine kunstnikkudega, nagu teeb seda autor, on vaevalt küll vastuvõetav. Teadus pole jaotatud tingimusteta, vaid just tingimuslikult distsipliinide reaks. Mitte ükski õpetlane, eeskätt just bioloog, pole suuteline tegema oma tööd, ilma et ta ei jälgiks kogu aja seda, mida tema ümber teevad ja kirjutavad teised. Veel rohkem, kaasagne uurimismetoodika peaaegu ei lubagi seda, et teatavat pilti maaliks ainult üks õpetlane-spetsialist oma kitsal erialal. Kujukaks näiteks võivad olla kasvõi biokeemilised tööd. Biokeemias kasutame füsioloogia, füüsika, orgaanilise ja analüütilise keemia meetodeid, s. o. meie ei tööta ega maali mitte üksi, vaid neljakesi, mõnikord koguni viiekesi, püüdes rakendada klinitsisti kogemusi ja teadmisi.

Kahjuks autori katse luua üldpilti meie kujutlustest elu üle ja ühtlasi demonstreerida üksikute «kunstnikkude» pilte (nii huvitav ja kasulik kui see katse ongi), on viinud teda vajaduseni emmata embamatut. Tõepoolest, mida küll ei kirjuta autor oma raamatus! Katsusin loetleda kasvõi üldteemasid, ja ma sain neid rohkem kui kümme. Siin on materialistliku ja idealistliku elukäsituse üldisi ideoloogilisi küsimusi, siin on ka loodusteaduse ajalugu, siin on küsimusi üldbioloogiast, zooloogiast, botaanikast, füsioloogiast, biokeemiast, mikrobioloogiast, viirusteõpetusest, kolloid- ja füüsikalisesest keemiast, stereokeemiast, astrofüüsikast, geoloogiast, kristallograafiast jne. jne.

On täiesti arusaadav, et kõik need küsimused koosvõetuna omavad suhteid autori poolt käsitletava teemaga, kuid nende hulgas on pea- ja kõrvalküsimusi ja lõppeks selliseidki, mis pakuvad üksnes ajaloolist huvi, kuid mitte üldist, vaid üksikalalist, milledest oleks võinud ka loobuda ilma asja kahjustamata.

Kaleidoskoopiline nime, vaadete ja faktide vaheldus annab väga kirju ja väga pinnalise pildi, mis pole hoopiski selge oma detailidelt ja seose iseloomult teiste probleemidega ja kahjuks selle kirevuse tulemusena on osalt ebaõigegi. Mõnel määral on need vead teost redigeerides parandatud. Uht-teist tuli lihtsalt maha tõmmata. Tegime seda väga ettevaatlikult, ilma et oleksime rikkunud teose üldkompositsiooni ja stiili. Ometi on veel mõndagi ebasoovitavat raamatusse sisse jäänud, vastasel korral oleks tulnud algteksti liialt muuta. Muide, mõned vead on seletatavad sellega, et autor lihtsalt unustas kirjutamata selle, mida ei oleks tohtinud jätta kirjutamata käesolevas raamatus. Lõppeks on kolmas kategooria vigu seletatav nähtavasti sellega, et venekeelne originaal on kirjutatud ja välja antud enne tähtsat bioloogilist diskussiooni V. I. Lenini nimelise Põllumajandusteaduste Akadeemia sessioonil 1948. aastal juulis-augustis. Bioloogiateaduse aktuaalsed küsimused, mida diskuteeriti mainitud sessioonil, pole muidugi leidnud valgustamist selles raamatus.

Kuid neist tuleb rääkida. Kahjuks pole lühikeses artiklis võimalik käsitleda neid küsimusi vajalikus ulatuses. Meie puudutame neid vaid niipalju, kuipalju on tarvis vigade parandamiseks, mida on teinud autor ja mis eriti reljeefsel esile kerkivad kõne all oleva diskussiooni foonil. Soovitame käesoleva raamatu lugejal eriti tähelepanelikult tundma õppida selle diskussiooni stenogrammi, mis on ilmunud ka eesti keeles RK «Teadusliku Kirjanduse» väljaandena.

Autor arutab väga üksikasjaliselt ja täiesti tänuväärset Louis Pasteur'i töid, mis andsid purustava löögi nn. «elu isetekkimise» teooriale. Sellega ühes aga räägib autor ummikust, millesse sattus Pasteur oma tööde tulemusena, kuid ei selgita selle ummiku olemust. Sellest oleks aga

tarvis olnud rääkida, seda enam, et see ummik on mõnel määral iseloomulik autori enese kohta, kui ta lubab endale ilma mingi reservatsioonita formuleerida Pasteur'i tööde kokkuvõtet järgmiselt: «Esiteks tõestas ta (Pasteur. — A. L.), et mädanemine ega ka käärimine ei toimu kunagi iseenesest, vaid nende tekitajaiks on elusolendid — seenekesed või bakterid» (lk. 74).

Kuid sellest õieti tulebki otsida Pasteur'i ummiku seletust. Sest kui ta tõestaski, et sterilisatsiooni puhul pole võimalik mingisugune, isegi mitte mikroorganismide tekkimine (need mikroorganismid kanduvad õhuga väljastpoolt), siis kinnitades, et käärimine ja mädanemine ei toimu kunagi ilma elusolenditeta, annab Pasteur võimaluse tõlgitseda elunähtusi vitalistlikult. Kõik elus tuleb elusast, s. o. lõppkokkuvõttes jumalast. Just Pasteur'i nende väidete külge jäidki ripnema möödunud sajandi vitalistid. See ummik kestis niikaua, kuni Büchner 1897. a. näitas, et käärimiseks on tarvis vaid fermente, mitte aga elusolendeid. Mädanemist ja käärimist ei ajenda tegelikult mitte bakterid, vaid needsamad fermentid — bakterite elutegevuse produktid. Nüüdisaja biokeemia muide oskab soetada neidsamu fermente ka teistest allikatest.

Büchner'i jt. biokeemikute töösaavutustega likvideeriti Pasteur'i ummik ja anti ühtlasi uus löök vitalistlikele vaadetele.

Oma raamatu paljudes kohtades räägib V. Safonov eesmärgi puudumisest looduses, saatuslikust juhuslikkusest elusolendite arengus. Autor kord võrdleb loodust laskuriga, kelle silmad on kinni seotud ning «kes ei tea, kus on märklaud, ja põmmutab, kuhu juhtub» (lk. 294), kord õnnemängijaga, kelle tegevus on vaid «lihtne täringute pildumine (Empedokles'e pime juhus)» (lk. 296). Muide «rahustab» autor lugejat perspektiiviga, et varem või hiljem kütt

«tabab tingimata märki» (lk. 296) ja et õnnemängija ikkagi kunagi võidab kogu panga.

Mehhanism, «tänu millele igal uuel täringute viskamisel kukub välja rohkem silmi» (lk. 297) — see ongi autori arvates otstarbekohasus looduses.

Ei, säärase pimeda «otstarbekohasusega» ei nõustu järjekindlad materialistid. Nagu teada, seisavad sellisel positsioonil just nimelt eluslooduse arenemiseaduste materialistliku käsituse vastased — idealistid, müstikud, igasugused veismannid, mendelid, morganid piiri taga, siinpool piiri meil ka nende õpilased ja järelkäijad Šmalgauzen, Koltsov, Zavadovski jt.

Nende arvates on looduse arenemine vaid muutumatute, kromosoomides asetsevate pärilike tunnuste põimumise lihtne juhuslikkus, kusjuures need tunnused pole sõltuvad ei «elusaine teisest kategooriast», ei keha «toitainest» ehk «trofoplasmast», ei ka mitte väliskeskkonna mõjust (Weismann¹). «...Tegurid, millega organism ei kohastu,» kirjutab Šmalgauzen, «kui nad üldse jõuavad organismi ja mõjustavad teda, võivad avaldada vaid ebamäärast mõju... Selline mõju,» kriipsutab jälle alla Šmalgauzen, «võib olla vaid ebamäärane». Niisiis mitte ainult pärilike tunnuste põimumise pime juhuslikkus, vaid ka väliskeskkonna ebamäärane juhuslik mõju organismi muutumisele, kui mainitud tegurid «üldse jõuavad organismi ja mõjustavad teda»².

Niisugune on idealistide ja müstikute vaatepunkt looduse arenemise jälgimisel. See vaatepunkt eitab väliskeskkonna mõjul elusorganismis toimuvate muutuste seaduspärasuste materialistlikku käsitamist, eitab organismi poolt

¹ А. Вейсман, Лекции по эволюционной теории, 1905, стр. 413.

² И. И. Шмальгаузен, Факторы эволюция, 1946, стр. 12.

individuaalse arenemise protsessis teatavates tingimustes omandatud uute tunnuste pärilikkust. Seepärast kaugeltki mitte naiivsetena ei tundu meile küsimused sellest, mis tekkis varem: kas kana muna või kana? (vt. «Elu mõistatus», lk. 19). Vastuses sellele küsimusele näeb meie kodukasvanud mendelist M. M. Zavodovski «Weismanni idee põhilist sisu». «... Sellele resoluutselt esitatud küsimusele andis Weismann selge ja kategoorilise vastuse: muna» — nii kirjutab edasi Zavodovski¹.

Kõik need «teoorjad» ja «ideed» ei oma midagi ühist asjade tõeliku seisukorraga looduses. Neid võib-olla ei oleks tarvitsenudki mainida, kui mitte nende ümber ei käiks äge võitlus kahe lepitamatu maailmavaate — progressiivse materialistliku ja oma aja äraelanud müstilise maailmavaate — vahel, milledest viimase usutunnistuseks on veendumus jumala poolt loodud eluvormide muutumatuses. Ei tarvitse seda unustada, nagu teeb raamatu autor, kõneldes sellest võitlusest ainult mineviku vormis. Niisugune unustuslikkus võrdub relvade mahapanekuga vaenlase ees.

Jah, kaasaja vitalistid, keda nii üksikasjaliselt kirjeldab autor, pesitsevad juba väljaspool Hans Driesch'i sfääre, väljaspool neid sfääre, millede pinnal Driesch'i pseudo-teooria järgi on võimalik asju ümber paigutada ilma energiat kulutamata. Oma kantsiks on kaasaegsed vitalistid valinud kromosoomid. Siin nimelt kulgebki piirjoon inimeste vahel, kes tahavad muuta loodust ja juba muudavadki seda, ja inimeste vahel, kes ise oma jõuetuses taganevad «tunnetamatu ja muutumatu» looduse ees ja kes kisuvad meid tagasi.

¹ М. Завадовский. Бюллетень Моск. об-ва испытателей природы, т. II, в. 3, 1947, стр. 86.

On võimalik, et kromosoomid on juba üheks nende viimastest kantsidest. Jälgige Safonov'i järgi, kuidas vitalistid meie teaduste arenemise ajaloolises protsessis on loovutanud ühe positsiooni teise järel. Kuid ei tule unustada, et see loovutamine polnud passiivseks kapitulatsiooniks — see kapitulatsioon toimus ja toimub ägeda võitluse teel. See võitlus on eriti keerukas praegu, kui mõnikord on väga raske kuhjunud näiliste vastuvaidlematute «teaduslike faktide» tõttu ära tunda idealisti tõelist palet. Arvan, et nende raskuste ohvriks on langenud ka raamatu «Elu mõistatus» autor ise. Ta on võtnud endale liiga üle jõu käiva ülesande — jutustada väikeses raamatukeses kõike ja kõigest. Tema tähelepanu lihtsalt eksles mitme-laadilise materjali ülikülluses, ja võib-olla just sellepärast korrutab ta ebakriitiliselt vööraid mõtteid. Minu arvates pole Safonov'ile omane idealistlik kontseptsioon, ja kui ta langes sellesse pattu, siis tõenäoliselt vaid juhuslikult, kuigi see ei ole andestatav. Iseenesest mõista ei saanud raamat selle tõttu paremaks. Siin on põhjus, miks peame mõnel määral parandama Safonov'it selles artiklis.

Kaasaegsed materialistid oleksid marksismi-leninismi klassikute halvad õpilased, kui nad oma vaidlustes idealistidega piirduksid ainult üldseisukohtadega ja ei kinnitaks sõnu tegudega. Materialistid ei sea idealistidele vastu mitte lihtsalt teooria, vaid sellise teooria, mis leiab kinnitust igal sammul meie rohkearvuliste teadusliku uurimise instituutide kogemustes ja — mis peasi — meie kolhoosipõldude kogemustes, nende rikkalikes viljasaakides, loomakasvatuse stimuleerivas kasvus. Mišurin'i deviis «Meie ei saa oodata armuande looduselt: meie ülesandeks on neid temalt võtta!» — see deviis täidetakse tänapäeval ausalt kolhoosnikute-katsetajate ja rohkearvuliste õpetlaste poolt eesotsas meie esimese mišurinlase, akadeemik T. D. Lõs-

senko'ga. Vaatame, kuidas sm. Lössenko formuleerib materialismi põhialuseid pärilikkuse küsimuses:

«Mitšurin'i õpetus lükkab puhtalt ümber mendelismi-morganismi põhiteesi, et pärilikud omadused olevat täielikult sõltumatud taimede ja loomade elutingimustest. Mitšurin'i õpetus ei tunnusta organismi kehast erineva pärilikkusaine olemasolu organismis. Organismi pärilikkuse või tema keha üksiku sektori pärilikkuse muutumine on alati elava keha enda muutumise tulemuseks. Elava keha muutumine aga toimub selle tõttu, et esineb kõrvalekaldumisi normaalsest assimilatsiooni- ja dissimilatsioonitüübist, et muutub normaalne ainevahetustüüp. Kuigi organismide või nende üksikute organite ja omaduste muutumist ei anta mitte alati või mitte täiel määral järglastele edasi, saadakse siiski uute tekkivate organismide muutunud sugemeid alati ainult vanemorganismi keha muutumise tagajärjel, elutingimuste otsese või kaudse mõju tagajärjel organismi või tema üksikute osade, sealhulgas nii sugu- kui ka vegetatiivsete sugemete arenemisele. Pärilike omaduste muutmine, uute omaduste omandamine ja nende tugevnemine ning kuhjumine reas järgnevais põlvkondades on alati tingitud organismi elutingimustest. Pärilike omaduste kompleks muutub ja tuisistub organismide poolt põlvkondade jooksul omandatavate uute tunnuste ning omaduste kuhjumise teel.

... Organismi loomupäraste nõuete ja tema väliskeskkonna tingimustesse suhtumise tundmine annab võimaluse selle organismi elu ning arenemist juhtida»¹.

Ja vaadake, millise järelduse teeb mitšurinlik õpetus veismannide-morganite ja nende pooltajate «teaduse» kohta:

«Mendelism-morganism on rajatud ainult juhuslikkusele

¹ Olukorrast bioloogiateaduses, RK „Teaduslik Kirjandus“, Tartu, 1948, lk. 26—27.

ning sellega eitab see «teadus» paratamatuid seoseid elavas looduses, määrates praktika viljatule ootamisele. Sellisel teadusel pole tõhusust. Sellise teaduse alusel pole võimalik plaanipärane töö, sihipärane praktika, pole võimalik teaduslik ettenägevus.

Teadus aga, mis ei anna praktikale selget väljavaadet, orienteerumisjõudu ja kindlust praktiliste eesmärkide saavutamises, ei ole väärt, et teda nimetataks teaduseks»¹.

Kuigi ma panin Safonov'i idealistlikud vead vaid juhuslikkuse arvele, ei piirdu ometi asi eespool toodud «juhuslikkustega». Autor on teinud veel ühe vea, millest ei saa mööda minna. Ta tunnistab õigeks Darwin'i selle seisukoha, mis just osutub tema õpetuse nõrgaks kohaks. Jutt on sellest, kuidas Darwin kandis üle bioloogiasse Malthus'e reaktsioonilise skeemi rahvastusest, olelusvõitluse kõigi poolt kõigi vastu. Vastavat kohta eestikeelses väljaandes ei ole, see on välja jäetud raamatu redigeerimisel. Siiski on sellega viga parandatud vaid poolikult, sest kui jätta rääkimata sellest ja ometi üksikasjaliselt arutleda Darwin'i evolutsiooniõpetuse olemust, siis tähendaks see nende vigade varjamist, mis on praegu kilbile tõstetud kaasaegsete idealistide poolt. Seepärast pean tarvilikuks kõnelda sellest siinses eessõnas. Malthus'e skeemi olemus seisneb selles, et elusolendid nagu paljuneksid kiiremini, kui seda lubab nende kasutuses olev toiduhulk. Sellega ongi seletatav Darwin'i seisukoht — olelusvõitlus kõigi poolt kõigi vastu loodusliku valiku meetodina.

Darwin ise oli mõnikord sunnitud tema enda poolt

¹ Olukorrast bioloogiateaduses, RK „Teaduslik Kirjandus“, Tartu, 1948, lk. 522.

kogutud faktide survele taganema oma seisukohalt. Siiski ei suutnud ta neist vigadest täiesti vabaneda. Need vead avastati marksismi klassikute poolt. Nendele vihjas omal ajal juba Engels, kuid tõeliselt on nad kummutatud praktikas vaid Lõssenko töötulemustega. Rohkete näidetega on Lõssenko tõestanud, et mingisugust liigisisest võitlust ei toimu. «...Liigi tekkimine,» ütleb Lõssenko, on kvantitatiiv-muunduste üleminek kvalitatiivseiks ajaloolises areemisprotsessis». «...Uue liigi moodustamist valmistab ette rea põlvete jooksul modifitseeritud elutegevus spetsiifiliselt uutest tingimustes». Edasi esitab Lõssenko terve rea fakte, mis on viinudki teda «liigisisese võitluse ja liigi piirides individide vastastikuse abistamise eitamisele ning liikide-vahealise võitluse ja konkurentsi, samuti aga ka eri liikide vahealise vastastikuse abistamise tunnustamisele»¹.

Asudes sellel liigisisese võitluse ekslikul seisukohal, kritiseerib Safonov kahjuks suure nõukogude õpetlase Talmud'i tervenisti materialistlikku käsitust selles osas, kus ta vaatleb valgu sünteesi kui elusraku algkuju võimlust maapealse elu tekkimise esimesel etapil.

Safonov kirjutab: «Kuid D. L. Talmud'i väga julgeis ja huvitavais oletustes on kahtlemata nõrku kohti. Jutt on ju sellest elu alusest, mis kujunes, täiustus ja koordus nihhasti keemia seaduste järgi kui ka selle tõttu, et koatservaatide «kehakesed» ning hiljem ürgorganismide ja organismide kehad sattusid loodusliku valiku karmi «praakimise» alla. «Väljapraagitud» organismid kadusid ja ühes nendega ka nende valgud. Need, mis püsima on jäänud ja mida me uurime, pole säilinud mitte lihtsalt sellepärast, et nad osutusid lugemata arvu tõenäoliste kombinatsioonide

¹ Olukorrast bioloogiateaduses, RK „Teaduslik Kirjandus“, Tartu, 1948, lk. 38–40.

hulgas ainukesteks «geomeetriliselt võimalikeks», vaid sellepärast, et nad jäid elama ja arenesid välja koos eluvõitluses pealejäänud organismide-võitjate kehadega» (lk. 292).

See, kes tähelepanelikult tutvub Talmud'i seisukohtadega ja akadeemik Oparin'i õpetusega elutekkimisest, see mõistab, et Safonov asjata kritiseerib Talmud'it. On ilmne, et ei võinud juttugi olla mingist «eluvõitlusest» koatservaatide vahel. Teisest küljest vaadatuna võisid ellu jääda (kui siin üldse on kohane see termin) ainult need koatservaadid, kes ainuüksi olid «geomeetriliselt võimalikud» kui kõige rohkem organiseeritud, samal ajal kui kõik teised keskkonna tingimuste mõjul kergesti hävisid. Niisiis olid geomeetrilise otstarbekohasuse füüsikalise-keemilised seadused koatservaatide — kui esimeste maaapealsete elusrakkude algkujude — bioloogilise progressi põhialuseks.

Seoses sellega on tarvis veel kord rääkida juhuslikkusest looduses. Kuni hilisema ajani arvas biokeemikute enamik, et valgu molekulis on võimalik tema komponentide — amiinhapete — juhuslik ja arvuta ühinemine. Talmud'i teened (muide mitte üksnes tema teened, peab mainima ka Bergmann'i) selles just seisnevadki, et seesugusele juhuslikkusele tehti lõpp. Osutus, et valgu molekul omab täiesti kindlat amiinhapete kindla hulga vahelduvat ühinemist. Selle ühinemise võimalus on piiratud, olgugi et veel seni meile teadmata piirideni. Nende piiride dešifreerimisele lähenebki Talmud, kui ta määrab valgu molekuli ehitamise geomeetrilise võimaluse. Amiinhapete ühinemise seaduspärasuste ja vormide tundmine valgus laseb meil veenduda selles, et oleme õigel teel valgu sünteesi kui elementaarse eluvormi juurde. Kui meie jätkaksime juhuslikkuse kaitsmist siingi, siis sarnaneksime kinniseotud silmadega laskuriga, ainult selle vahega, et meil pole ees miljoneid aastaid, mis olid looduse käsutuses selle sünteesi loomiseks.

Kuid kas see kõik tähendab seda, et tunnustame mingit teadliku eesmärgi olemasolu looduses? Muidugi mitte. Teadlik eesmärk on omane vaid inimesele. Eesmärk looduses — see on kõigepealt organismide võime kohanduda välistele tingimustele ja ühes sellega muuta ka neid tingimusi, kujundada kõige võimalikumad, selle hulgas ka geomeetrilised organismi vormid vastavais tingimustes. Kuid ühes Engels'iga ei eita me juhuslikkuse elemente, kuid ei tunnusta mitte seda «Empedokles'e pimedat juhust», millest oli juttu Safonov'i puhul, vaid nimelt säärast juhuslikkust, mis seaduspäraselt kuulub juhuslikkuse ja vajalikkuse dialektilisse ühtsusse. Juhuslikkus ise ilmub vajalikult väliste ja seesmistele tingimustele ühinemise mõjul. Kinnistage see juhuslikkus pärilikkusega ja see saab juba seaduspärasuseks. See aga pole enam juhuslik märki tabamine kinniseotud silmadega laskuri poolt.

Võib-olla teeb lugeja eespool toodust järelduse, et V. Safonov'i raamat on kahjulik raamat. Selline järeldus on liiga rutakas. On õige, et Safonov'il on mõnel määral õõtsuv kõnnak. Mitte ainult üks kord ei kaldu ta idealismi poole. Selle cest oleme teda juba tublisti kritiseerinud. Lopdame, et lugeja ei loe läbi mitte üksnes raamatu, vaid ka eessõna. Säärasel korral hellitame lootust, et lugeja saab põhijoontes õige kujutluse neist küsimustest, mida Safonov oma raamatus käsitleb. Suhteliselt kasina eesti-keelse populaar-teadusliku kirjanduse hulgas on laineid löövale eluprobleemile pühendatud Safonov'i raamat enim kaasaegne ja materialistlik raamat, seesugune raamat, mis äratas eesti noorsoos huvi elu bioloogiliste ja füüsikaliste-keemiliste põhialuste sügavamaks tundmaõppimiseks.

A. F. Lazarev,

bioloogiliste teaduste kandidaat,
Tartu Riikliku Ülikooli biokeemia kateedri juhataja.

Eessõna.

Võib-olla elame selle päeva koidikul, mil ilmub niisama hästi põhjendatud «Elu tekkimine», nagu oli omal ajal põhjendatud Darwin'i «Liikide tekkimine». Tulutu on mõistatada, kas see veel kirjutamata raamat ilmub ühe inimese sulest või loob selle paljude seltsimehelik koostöö. Kuid me teame, et see töö on jõukohane ainult tõelisele, järjekindlale, materialistlikule teadusele.

Ja õigustatud uhkusega ootame, et selle teostab nimelt meie maa teadus, kus on juba käsil selle suure probleemi kõiki külgi haaravad viljakaimad uurimused.

Tahangi jutustada just sellest kõige kütkestavamast loodusteaduse peatükist, milles mõistatatakse elu nähtuste olemust.

Meie teadus areneb hoogsalt ja katkestamatult. Me ei anna endale igakord arugi sellest, mis tähendab see hoogsus ja katkestamatus. Inimkond teab täna rohkem kui eile. Sel ajal kui ma neid ridu kirjutan, on avastatud jälle ühe valge laigu saladus meid ümbritseva universumi «kaardil». Kui inimese poolt tunnetatud maailma osa oleks võimalik märkida piiritulpadega, siis tuleks neid tulpi sealt, kus nad seisid tund aega tagasi, praegu juba edasi tõsta.

On võimalik ja tõenäoline, et selle raamatu trükist ilmus tema mõned leheküljed peegeldavad ainult teaduse eilset olukorda. On võimalik ja tõenäoline, et mõne aja möödudes

tuleb teisiti kirjutada terved peatükid. See ei toimu mitte sellepärast, et meie praegune teadus osutub kõlbmatuna kõrvaleheidetuks, vaid sellepärast, et tema asemele tuleb põhjalikum teadus.

See pole teaduse lüüasaamine, vaid uus võit.

Meie praegune teadus jääb seejuures tähtsaks etapiks teekonnal, mida mööda minnes inimkond läheneb üha rohkem täieliku töö kättesaamisele. Sest nimelt sellest, mis inimesed täna teavad, võrsub see, mis nad homme teada saavad.

Praegu ei uuri mitte üks, vaid paljud teadused elavat loodust. Nad vaatlevad ta avaldusi eri seisukohtadelt, ja igal teadusel on oma nurgake töötamiseks ning omad uuri-
misviisid. Neid teadusi võib võrrelda kunstnikega, kellest igaüks maalib oma väikesemõõtmelist pilti. Kuni seisame ühe kõrval nendest kunstnikest, näeme ainult tema väikest lõuendit. Kui aga astuda kõrvale ja seista nii, et on võimalik heita pilk korraga kõigi kunstnike töödele, siis näeme, et nende pildid sulavad kokku üheks üldiseks suureks pildiks, ja see pilt näitab, kuivõrd on inimesed edasi jõudnud elu suure mõistatuse mõistatamises.

See raamat ei pretendeeri sellele, et anda mingil määral purgivat ülevaadet teaduste poolt eluslooduse üle juba avastatu kohta (see ei oleks kerge!) või varustada lugejat säärase teadmiste pagasiga, mis võiks asendada õpikut. Teadusel on oma «rinne» ja oma «esiäär», mis kiiresti ja väsimatult nihkub ettepoole, veel tunnetamata aladesse. Kümned teised rohkem erialased raamatud ja ajakirjade järjekordsed numbrid viivad huvitatud lugeja sinna.

Mitte kõigi üksikteaduste «pildid» pole kujutatud siin ühesuguse täiusega. Selle raamatu ülesanne just selles seisnebki, et aidata lugejal otsekui eemalduda ja heita seesugune kogupilk, kus üksikpildid sulavad üheksainsaks

suureks kogupildiks. Ja mis veelgi tähtsam — anda edasi teaduse elusa kasvamise, edu poole püüdmise lakkamatu ja võimsa liikumise tundmust, aistimust inimese võimu kasutamisest elusorganismide üle.

Oma jutustusega pöördun ma eeskätt meie teadmis-
himulise noorsoo poole. Noorsoo keskelt tõusevad esile need, kes vanemalt põlvkonnalt päritud teadmisi omandades ise saavad selle teaduse ülesehitajaiks ja kelle osaks langeb võib-olla suurim avastus kogu looduseuurimise pikas aja-
loos.

1870
The first of these is the
fact that the population
of the country has
increased very rapidly
since the year 1850.
This is due to the
fact that the country
is very fertile and
the climate is very
pleasant. The
people are very
industrious and
the government is
very good.



„...Materia loomuses sisaldub see, et ta arendab mõtlemaid olendeid, ja seejärel toimub säärane areng vajalikul viisil alati, kui on olemas vastavad tingimused (sellest tingituna mitte paratamatult igal pool ja alati).“

Ф. Энгельс, Дialeктика природы
(К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч., т. XIV, стр. 446—447).

Sissejuhatus.

Suur mõistatus.

Kanapoeg väljub munast. Munad muneb kana. Aga kes munes esimese muna, kõige esimese?

Vili on pekstud, terad on kogutud kokku. Aga kõige esimene terake, kust see saadi?

Neid küsimusi on lapsepõlves igaüks esitanud isale, emale, õpetajale.

Saanud vanemaks, ei esita me enam küsimusi esimesest munast ja esimesest terast. Need küsimused näivad meile naiivseina. Koolis saame teada, et meie kanadel ja praegustel kõrsviljadel on väga pikk rida esivanemaid, kes on tänapäeva lindude ja tänapäeva taimedega seda vähem sarna-

sed, mida kaugemale tagasi me siirdume aegade sügavusse. Kuid peaküsimus, «küsimuste küsimus», jääb endiselt püsima. See on küsimus elu algusest.

«Mis siis on elu?» küsib nooruk. «Mis oleme meie ise? Millega ja mispärast erineb elav elutust? Millal tekkis maailmas esimene elusolend? Milline ta oli? Ja kuidas ta võis tekkida?»

Senikaua kui nooruk ei suuda endale selgeks teha kõiki neid küsimusi, ei ole tal selget kujutlust maailmast, kus ta elab.

Juba omal hallil muinasajal püüdis mõtleav inimene mõistatada elu mõistatust.

Aastatuhandete vältel on seda mõistatanud õpetlased ja filosoofid.

Ühed jõudsid veendumusele, et elu tekkis looduse loomulike seaduste kohaselt ja allub neile seadustele nagu kõik maailmas.

Teised toendusid elu «mittemateriaalsele loomusele». Nende arvates sellel, mis sünnib surnud looduses ja mis on seletatav loodusseadustega, ei ole midagi ühist elava looduse, organismide maailma nähtuste seletamatu olemusega.

Kas selles või teises tõlgenduses mängis elu mõistatus muutumatult täiesti erilist osa suures võitluses materialismi ja idealismi vahel, mis läbib kogu inimliku mõtlemise ajalugu.

Selles võitluses seisid vastamisi kaks kõige üldisemat ja vastandlikumat maailma seletust.

Millest siis lõppude lõpuks olenevad maailma nähtused? Mis kutsub neid esile, millest on nad tingitud? Kus on nende algpõhjus?

«See on vaim,» vastavad idealistid.

Kõik nähtused maailmas ja aine ise, materia, on idea-

listide arvates vaimu tegevuse produktid. Vaim oli enne materiat, enne loodust ja lõi viimase.

«See on materia,» vastavad materialistid.

Maailm on materiaalne ja allub kindlalt seadustele, mida võime teada saada ja tundma õppida. Loodus eksisteerib sõltumata igasugusest vaimust. Ja need nähtused, mida nimetatakse vaimseiks, on põhiliselt niisama materiaalsed ja neile on omased eriliselt kõrgemad materia liikumise ja arenemise vormid.

Materiaalne loodus on kättesaadav meie aistinguile, me tunneme teda kogu oma elu kogemustest. Vaim on kehatu ja kättesaamatu aistinguile. Millega siis tõestavad idealistid vaimu olemasolu? Nad toenduvad inimlikule teadvusele. Teadvuses avaldubki nende arvates inimese vaim. Analoo-giliselt inimlikule teadvusele, inimvaimule, kujutlevad nad «maailma vaimu», hinge. Idealistide seisukohalt on maailm «teadvuse», «maailma vaimu» või «absoluutse idee» kehatust.

Seltsimees Stalin oma tähelepanuväärses töös «Dialektilisest ja ajaloolisest materialismist» ütleb: «Vastandlikult idealismile, mis väidab, et reaalselt on olemas ainult meie teadvus, et materiaalne maailm, olemine, loodus on olemas ainult meie teadvuses, meie aistinguis, kujutlusis ja mõisteis, lähtub marksistlik filosoofiline materialism sellest, et materia, loodus, olemine kujutab objektiivset reaalsust, mis on väljaspool teadvust ja temast sõltumata; et materia on primaarne, sest ta on aistingute, kujutluste, teadvuse allikas, teadvus aga on sekundaarne, tuletatav, sest ta on materia peegeldus, olemise peegeldus; et mõtle-mine on oma arengult kõrgele täiuskraadile jõudnud materia produkt ja nimelt peaaju produkt, peaaju aga on mõtlemise elund; et seepärast ei tohi mõtlemist materiast lahutada, kui ei taheta teha jämedat viga.»

Niisiis on teadvus see, mis seisab igasuguse idealistliku filosoofia keskpunktis, millest ta lähtub. «Kas saab tuletada teadvust materia omadustest?» küsivad idealistid. Esitades säärase küsimuse, on neil vastus juba ette valmis: ei saa. Tähendab need, kes asuvad idealistlikul seisukohal, need, kes usuvad kõikvõimsasse maailma väimusse, kes on loonud looduse ja valitseb teda, eeldavad seda ja lähtuvad sellest, et igas teadvusega varustatud elusolendis peitub «mittemateriaalne algus».

On selge, et küsimus elu olemusest ja tekkimisest pole tähtis ainult eriteadlastele-bioloogidele. See osutub kogu meie maailmavaate ja meid ümbritseva universumi mõistmise põhiküsimuseks.

Mis on teadvus? Teadvus on omadus või võime, mis ilmneb kõrgele arenenud närvisüsteemiga elusolenditel.

Kas selline omadus on alati olnud? Kust ta on saadud? Kuidas tekkis inimese tunnetav aju? Neile küsimustele vastab evolutsiooniõpetus elu järk-järgulisest arenemisest Maa peal. See õpetus andis tugevaima hoobi idealistide katseile leida endile tuge eluavaldustes.

Evolutsiooniõpetus ütleb, et inimese aju pole alati eksisteerinud. Ta tekkis ja täienes järk-järgult inimese loom-esivanemate pikas reas. Nagu kõik tänapäeva loendamatult mitmekesised organismid, nii loomad kui ka taimed, on ka inimene arenenud pisitillukestest, oma ehituselt kõige lihtsamaist esivanemaist, esimestest elusolenditest, kes ilmusid Maa peale umbes kaks miljardit aastat tagasi. Tähendab, ka elu kõrgeimate vormide kõige keerulisemad ja imeväärsemad omadused, kaasa arvatud teadvus, pole alati eksisteerinud, vaid on välja arenenud elu esivanemate võrreldamatult lihtsamaist omadustest.

Nii räägib evolutsiooniteooria. Seepärast töötabki evo-

lutsiooni-idee oma olemuselt materialismi kasuks ja on sisuliselt materialistlik. Mitte asjata ei suhtunud kõik teadusealased reaktionärid Darwin'i «Liikide tekkimise» ilmumise puhul protesteerivalt selle teose idesse.

Just niisamuti võeti vastu viiskümmend aastat enne «Liikide tekkimist» 1809. aastal ilmunud Lamarck'i «Zooloogia filosoofia», mis sisaldas ka evolutsiooniteooriat, kuid palju vähemas ulatuses põhjendatult kui Darwin'il¹.

Lamarck suri pimedas ja naeruväärinud vanakesena. Kuid Charles Darwin'iga (1809—1882), XIX sajandi suurima loodusuurijaga, oli juba teine lugu. Pärast Darwin'it oli juba võimatu tagasi tõrjuda evolutsiooni-ideed. See oli saanud loodusteaduse aabitsaks.

Oli täiesti ilmne, et evolutsiooniõpetus viib järeldusteni, mis ähvardavad täielikult hävitada kujutluse elu «erilisest loomusest». Kui teadus suudab seletada, kuidas esimesed organismid — limaaine tombukesed — Maa peal muutusid loomulike ja meile mõistetavate looduseaduste põhjal meie kaasaegseks elusolendeiks kogu nende imetlusväärse keerukusega, siis pole ühtki põhjust peatuma jääda ka nende limaste tombukeste juurde, vastupidi, lihtne loogika sunnib meid järeldama, et nad isegi on tekkinud samade loomulike looduseaduste kohaselt elutust materias. Mitte asjata ei pidanud suurimadki darvinistid õpetust elu tekkimisest

¹ Jean-Baptiste Lamarck (1744—1829) on kuulus prantsuse naturalist, kolmeköitelise teose „Prantsusmaa flora“ (1778) autor. Ta annetas revolutsioonilisele Konvendile ja pühendas prantsuse rahvale oma teose „Uurimus tähtsaimate füüsiliste nähtuste põhjustest“. Lamarck tegutses ka meteoroloogia ja keemiaga. Tähtsad on ta ideed geoloogia alalt. Suurima kuulsuse tõid talle uurimused selgrootute zooloogia alal, mis omavad põhjanevat tähtsust. Termin „selgrootu“ on loodud Lamarck'i poolt.

anorgaanilisest maailmast vajalikuks täienduseks darvinismile. Nii mõtles meie suur õpetlane K. A. Timirjasev. Nii mõtles ka Lääne üks tähelepanuväärsem naturalist Ernst Haeckel. Darwin ise, olles väga ettevaatlik inimene, kes kõigiti oma teostes püüdis hoiduda asjatust «hanede narmimisest», tunnistas (kirjas Wallace'ile), et õpetus elu tekkimisest ürgajal näib temale olevat õige.

Need, kes, — kui nad oleksid elanud XVIII sajandil, — oleksid korranud Linné¹ aforismi «liike on niipalju, kui palju löi neid alguses Lõpmatu olend», olid nüüd ka sunnitud nõustuma evolutsiooniteoriaga. Kuid nõustumine tähendab ka selle teooria järelduste omaksvõtmist. Siis aga oleks idealismil teaduses tulnud eitada iseennast.

Niisiis lõikasid õpetlased-idealistid evolutsiooniteooria otsekui kääridega pooleks: nad eraldasid evolutsiooni mõiste tema seletusest. Evolutsiooni nad tunnistavad. Aga kuidas see toimus, on arusaadamatu, ütlevad nad.

Ometi teab iga koolipoisski, et darvinismi olemus seisneb just evolutsiooni seletamises. Kahest organismist on tugevamal ja kohanenumal suuremaid väljavaateid ellu jääda ja järeltulijaid soetada. Nii teostub põlvest põlve looduslik valik. Elava maailma pidev arenemine on ainult selle valiku järeldus. Evolutsioon ei toimu hoopiski mitte sellepärast, et ta tingimata, kõigest hoolimata peab toimuma, mitte sellepärast, et selline «vanne» lasuks elusolendeil, vaid sellepärast, et looduslik valik kui eksimatu praakija on miljonite aastate kestel hüljanud kõik vähem kõlvuliku ja ühes sellega ühe generatsiooni teiste hulgast

¹ Carl Linné (1707—1778) on rootsi looduseurija, kuulsate teoste „Looduse süsteem“ autor, tähtsat osa etendava loomade ja taimede klassifikatsiooni rajaja.

välja otsinud ja nagu kannatlik mosaiigikunstnik elusolendite endistele struktuurijoontele lisandanud need uued, sageli tähelepandamatud ja juhuslikud erinevused, mis osutusid kasulikeks. Sest niisuguste erinevustega organismid omasid just nende erinevuste tõttu suuremaid väljavaateid ellujäämiseks (arusaadavalt on jutt organismide pärilikest, järeltulijaile edasiantavaist erinevustest ja muudatusist).

See oli oma lihtsuselt rabav avastus. Darwin'i teoorias on võimatu lahutada evolutsiooni selle seletamisest. Tähen-dab neil, kes jätkasid eluliste nähtuste üleloomulikkuse jutustamist, tuli ümber lükata Darwin'i teooria, kui juba osutus võimatuks ümber lükata evolutsiooni fakti.

Omaval ajal oleksid nad meelsasti välja naernud Lamarck'i. Nüüd aga olid nad valmis osutama talle rõõmuga igasugust au. Lamarck'i vari pidi aitama neid hävitada darvinismi.

Looduse terane vaatleja Lamarck avastas, et elusolendid ei võinud jääda igavesti muutumatuks, kuid üldist seadust, mille järgi see muutumine sünnib, ei suutnud Lamarck kindlaks määrata. Ta esitas vaid oletusi. Nii oletas ta, et kui loom intensiivselt tarvitab või harjutab mõnda elundit, siis peab see elund mõne generatsiooni jooksul suurenema. Kaelkirjakute esi-isad sirutasid pea puulehtede järele ja «venitasid välja» oma kaela. Vastupidi, roomama harjunud maod unustasid käimise: neil kadusid jalad ja pikenes keha. Aga kuidas tekkisid üldse kael, pea, jalad? Kuidas ilmusid esmakordselt silmad ja kõrvad? Pime ei saa harjutada nägemist, kuni ta ei näe. Ei saa lennata, kui pole tiibade hakatistki. Ja Lamarck oletas, et evolutsioonis on kõige tähtsam pidev, iseenesest toimuv organismide komplitseerumine ja täienemine. Evolutsioon läks edasi sellepärast, et... ta edasi läks.

See oli juba midagi, mida võis kasutada võitluses Dar-

win'i vastu. Ilmus terve rida teooriaid poole sajandi eest tagakiusatud prantsuse looduseuuri ja vastilmunud kummar-dajate väljamõelduina. Evolutsiooni juhtis (nende teooriate järgi) eluslooduse mingi salapärane ja arusaamatu omadus, talutas «elujõud»; evolutsiooni¹ sundis tagant «püüd täius-likkusele», evolutsioon toimus «autogeneetiliselt», ise-endast¹.

Jälgides seda raevukat sõda maapealse elu arenemise teadusliku seletamisega, pidi teadust uuriv ajaloolane uuesti järeldama, et mitte õnneliku Arkaadia aedades jalutades, vaid karmis võitluses saavutatakse inimkonnale maailma tunnetus.

Kunagi antiikajal avaldasid kreeklased Demokritos, Epi-kuros ja roomlane Lucretius Carus² geniaalseid oletusi orgaanilise maailma evolutsiooni kohta. Siis see ei olnud veel katseliste andmete üldistus, vaid pigemini etteaima-mine, milles tõde oli segatud fantaasiaga. Sajanditega üks-teisest lahutatud vanaaja suured filosoofid-materialistid avaldasid ajavahemikest hoolimata sarnaseid mõtteid pea-aegu ühtede ja samade sõnadega. Kõrvuti nende vaadetega

¹ Darwinismi näilisest „kahest poolest“ võib lugeda paljudest raamatutest, näiteks S. Tšulok'i tuntud raamatust „Evolutsiooni-teooria“ (С. Чулок, Теория эволюции). Darwin tõestas evolutsiooni fakti, see on hea; ennäe, Darwin'i teooria „ei kõlba“.

Neis väidetes „kahest poolest“ ei räägita mitte Darwin'i vigadest (mida tal on), mitte sellest, et teadus on kaugele edasi jõudnud pärast inglise suure naturalisti surma, ei kõnelda üldse evolutsiooniteooria täiendamisest, vaid evolutsiooni lahutamisest evolutsiooni teaduslikust seletusest ja materialistlikust sisust.

² Demokritos elas V sajandi teisel ja IV sajandi esi-mesel poolel enne meie ajaarvamist; Epikuros sündis 341. aastal ja suri 270. aastal e. m. a.; Lucretius Carus on filosoof I sajandist e. m. a.

püsisid otse vastupidised. Tõlgitsedes seda meie oludes, oleks see umbes niiviisi, nagu ei oskaks kaasaegsed astronoomid tähistaevast ütelda midagi rohkem, kui ütles Galilei, ja nagu õpetataks meil rööbiti tänapäeva vaadetega veel Ptolemaios't.

Möödus rohkem kui poolteist tuhat aastat. Euroopas valitses katoliku kiriku õpetus, millele vastavalt Maale ja tema peal asuvale inimsoole anti eriline ja erandlik koht universumis. Selle õpetuse loogika kohaselt tuli Maa tingimata asetada maailma keskusse kui ainuke «maailma keha» nii oma mõõtmete kui ka tähtsuse poolest. Seda tõestas ka tolleaegne astronoomia (Ptolemaios'e õpetus). Ketsereid ähvardas tuleriit.

Kõigele sellele astus vastu Kopernikus. Meie maailma keskusse aetas ta hiiglasuure, tühja ja hõõgutulise Päikese. Maa osutus ainult üheks planeediks. See polnud vastuhakk mitte teisejärgulise tähtsusega erisusele, vaid tolleaegse valitseva maailmavaate olemusele endale. Nii hindasidki seda rooma paavstid. Poola astronoomi raamat «Taevakehade pöörlemistest» jäi paavsti poolt keelatud raamatute nimestikku («*Index librorum prohibitorum*») isegi XIX sajandil, mil kaabel läbi Atlandi ookeani ühendas juba Uut Maailma Vanaga.

Kuid edasi oli juba mõttetu visalt sellest kinni pidada, et Päike, suuruselt nagu seotud õhupall, käib ümber «universumi keskuse» Maa. Ja paavst «tunnustas» Kopernikust. Kuid leppimatus ei olnud sellega veel lepitatud. Kopernikust tunnustanud paavsti vaated ei muutunud teaduslikumaks tema raamatuid põletanud paavsti omadest: neid vaateid hakkas lihtsalt lõhestama veel üks seesmine vasturääkivus.

Tunnustamine oli peale sunnitud, seejuures väga haletsemisväärse taganemise näol.

Umbes nii on lugu evolutsiooni-ideega. Bioloogid-vitalistid¹ tunnustasid seda, sest teisiti ei saanud. Kuid selle ühendamine «elujõuga» on loomuvastane. See on evolutsiooniteooria võltsimine. Rääkida meie ühiste esi-isade, limatombukeste «hingest», selle asemel et otse toetuda inimlikele arusaamadele, kuna seda oli nii hõlpus teha vanal heal ajal enne Darwin'it, — see on pealesunnitud ja väga haletsemisväärne taganemine.

Evolutsiooni-idee on põhimõtteliselt materialistlik. Võimatu on teda lahutada tema teaduslikust materialistlikust sisust. Mitte asjata ei ütelnud K. A. Timirjasev: «Darviniste on teaduses niisama palju, kuipalju on tõelisi naturaliste.»

Õpetus elu tekkimisest elutust mateeriast on darvinismi (üldse evolutsiooniteooria) lõppmõtteks.

Teoreetiliselt on see küsimus täiesti selge.

Seda suuremat tähtsust omab tema praktiline lahendamine.

Mitte asjata ei arva idealistid elu tekkimist maailma mõistatuste hulka, mille kohta ütles seitsekümmend aastat tagasi Berliini füsioloog Emil Du Bois-Reymond: «Me ei tea seda ega saagi teadma.» Niiviisi muutub selle suure ülesande lahendamine nagu kontrollkatseks, — selleks, mida teaduses on hakatud nimetama *experimentum crucis* (otsustav katse).

Kaks maailmavaadet põrkavad siin kokku ja asetavad risti oma relvad.

See, mis tunnustab imet, mis võtab tõeks, et looduse asjusse segab ennast seletamatu ja üliloomulik, — see on

¹ Neid nimetatakse nii nende poolt leiutatud „elujõu“ nimetuse järgi — ladina keeles *vitalis*.

inimliku jõuetuse filosoofia — idealism. Ei ole võimalik maailma ümber teha ega luua oma õnne, vaid inimese osaks jääb ainult korjata looduse laualt kerjusepalakesi — nii järeldub sellest filosoofiast. Igavest looduse orjamist kuulutab ta inimkonnale.

Ja teine maailmavaade on see, mis eitab imet, kinnitades, et maailmas allub kõik looduse seadustele. See on inimliku võimsuse filosoofia — materialism. Inimene ise on oma õnne sepp, ütleb ta. Pole piire sellele, mida ta võib saavutada, pole piire tema võimul looduse üle, pole olemas midagi, mida ei suudaks mõista inimese mõistus. Uhket rõõmu maailma mõistmisest, vallutamisest ja kohandamisest sisendab see filosoofia inimkonnale — mitte orjale, vaid looduse isandale.



Esimene peatükk.

Võimsaim jõud.

Kui ütleme «elu», siis kujutleme harva hiiglasuurt, pea-aegu lõpmatut liikide ja vormide, faktide ja nähtuste mitmekesisust, mida väljendatakse selle lühikese sõnaga. Elusolendite hulgad ümbritsevad meid alati, igal maapinna ruutmeetril eluneb sadu tuhandeid organisme.

Mis tähendab siis — elu? Kõigepealt oleme seda ise. See on inimkond oma suure ajaloo, imestletavate teaduslike ja tehniliste saavutustega, mis on ümber kujundanud kogu maa välise ilme. Miljonid inimesi — miljonid individualiteete, lõpmatuseni erinevaid üksteisest... Ammendamatu harjumuste, kommete, eluviiside ja ideede küllus... Ühiskondlike vormide vaheldus ja igaühel neist oma, teistest erinev elukorraldus.

Miljonid raamatud jutustavad inimkonnast, kogu kunst on pühendatud inimeste, nende mõtete ja tunnete, töö, võitluse ja suure ajaloo kujutamisele. Ometi on inimene ja tema ühiskond ka üks elu vormidest Maa peal, ainult omapärane ja teistest erinev vorm, sest ta omab uut bioloogiale tundmatut sotsiaalset omadust.

Inimesed kujundavad ümber kogu nende poolt asustatud Maa välise ilme. Nad muudavad jõgede suunda, hävitavad kõrved, elustavad Arktise surnud avarused. Nad loovad Maakerale uue geograafia. Nende põllud ja aiad on teine loodus uue loomade ja taimede maailmaga. See uus tõrjub kõrvale enne inimesi olnud looduse. Praegu on juba võimatu kujutleda, kuidas näeksid välja mandrid inimesteta. Inimene on teostanud Maa peal muudatusi geoloogiliseski mastaabis. Hiigellinnade kasvamist võib võrrelda vahest ainult mägede tekkimisega looduses. Mitte asjata ei räägi õpetlased inimeslikust geoloogilisest ajastust Maa peal. Inimeste tegevuse tagajärgedel on juba kosmiline iseloom. Seda peaksid kindlasti märkama näiteks Marsi astronoomid. Ometi on inimkond ainult üks lugematuist eluvormidest, olgugi kõige suursugusem.

Veel enne inimese ilmumist ja ühel ajal inimesega on teised eluvormid järsult muutnud maakera välisilmet. Metsa- ja kaetud maa ja metsata kõrvetaoline maa erinevad teineteisest, nagu oleks tegemist kahe erineva Maaga.

Ja milline määratu sisu peitub lühikeses sõnakeses — mets! Kuused ja kased, tammed ja haavad, pöökpuu ja pukspuu, nende all rohi, maasikas, sõnajalad, sammal. Õhus oksalt oksale lendlevad linnud; ämblikud rändavad oma liimiseid võrke pidi segelevate kihulaste-parvede keskel. Need on metsaelu ülemised ja keskmised korrused. Aga vaatame ka keldrikorrusele. Langenud lehtede all on niiske maapind läbi põimitud lõngavihte meenutava seeneniidistikuga (mütseeliga), urgudega ja käikudega. Kogu mullastik on käinud läbi vihmaussi kõhu, on olnud taimedes; on kujunenud huumusest, sest aastasadu on langenud ja kõdunenud lehestik, on mädanenud langenud puud ja lagunened loomade laibad. Aga mööda samblast vaipa, lehti ja lilli

jooksevad sipelgad, maalutikad ja neist veel kümme korda pisemad olendid, mustad ja rohelised, tiivulised ja tiibadeta.

Põhjamaa pealtnäha armetu metsapinnase igal ruut-sentimeetril kerkivad taeva poole paljukorruselised elu pilvelõhkujad.

Võtame tiigist klaasiga vett. Vaatame vastu valgust. Vesi pole selge ja puhas. Ta on täis liikumatuid kiude, imepisikesi vetikaid ja vilkuvaid terakesi, mis näivad päikese-paistel kullakarvalistena. Iga veepiisk meie tiigist pole enam lihtsalt H_2O , vaid H_2O + vetikad + putukate tõugud + veesammal + tuhanded nähtavad ja silmale nähtamatud elusolendid.

Meie lõunapiirkondade paljaid soolasteppe peetakse harilikult poolsurnuks. Kuid päikesest kõrvetatud ja lõhes-tatud piiramatul avarusel leiame siiski halli, nagu vildiga kaetud koirohtu, kitsaid orasheina vars!, maltsu teede ääres, hapraid kibeda ja vähese mahlaga soolakutaimi ning halle, pruune ja kuivetonud loomariigi esindajaid: sisalikke, ritsikaid ja palvetaja-ritsikaid, kes meenutavad kuivanud rohukõrte tüükaid, leiame ämblikke ja skolopendreid, kes sarnanevad oma värvuselt maapinnaga ja maas kasvava kareda rohuga. Siin on kogu elu nagu liibunud maapinna vastu, omades päikesele ja kuivale savile kohanemise teravat pitsert. See on omamoodi elu, mida otsekohe eksimatult eristad meie põhjamaa põldude elust.

Ookean on kodumaaks mikroskoopilistele organismidele, vetikatele, läbipaistvatele, otsekuu klaasist vähjakeste müri-aadidele, loendamatutele kalaparvedele, korallidele nende tohutute ehitistega ja suurimatele hiiglastele, keda loomariik kunagi on tundnud, — vaaladele.

Meie talvise lume all on varjul miljonid elu eod: taimede seemned, varred, juured ja juurikad, putukate munad,

magavad, tardunud väikesed loomad. Nii talvituvad surnud esemetele sarnlevad, kuid ometi elusad konnad, sisalikud, putukad, puud ja põõsad, valmis uinakust ärkama esimeste soojade päevade saabudes.

Ja imelik on praegu lugeda paljude XIX sajandi õpetlaste raamatuid, kes arvasid, et elu on maakeral juhuslik ja haruldane külaline. Ainult mingi tuhandik osa hiiglasuure surnud maakera pealispinnast on asustatud eluga, kirjutasid nad. Kollased kõrvepaljakud lõikuvad metsadesse ja põldudesse. Ookeanide mõõtmatud soolased tühikud laiuvad mandrite ümber. Arktise ja Antarktise valged mütsid suruvad lõunast ja põhjast kokku «asustatava ala». Ja selleski alas, kui tungida natuke maasse, kaevame välja isegi kõige lopsakamalt kasvavas metsas külma kleepuvat savi. Aga kui lennata kõrgemale, näeksime suurt tühja planeeti tormamas tühjas maailmaruumis.

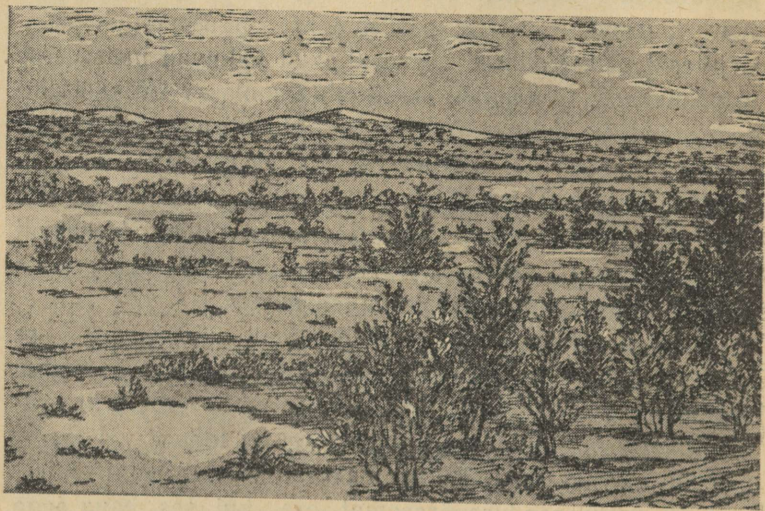
Hallitus, mis vaevalt on puudutanud juustupead, — see oli veel hiljuti armastatud võrdlus (seda võib leida ka inglise astronoomi James Jeans'i tuntud raamatus «Meid ümbritsev universum»). Muidugi said varemgi mõned väljapaistvad naturalistid aru, et elu maakeral etendab palju tähtsat ja palju seadusepärasemat osa, kui see kaua aega näis paistvat enamikule õpetlastest. Säärašte väljapaistvate naturalistide hulka tuleb arvata Alexander Humboldti (1769—1859), kelle pooleldi unustusse jäetud vaated pakuvad praegugi kaheldamatult huvi.

Kuid praegu ei tarvita enam ükski bioloog võrdlust hallitusega¹. Uurijate põlvkonnad on kannatlikult kogunud

¹ Veel rohkem — hallituses on elu. Ja meie kasutame praegu üht eriliste hallitusseenekeste elutegevuse produkti — suurepärasest arstimispreparaati penitsiliini. (Toimetus.)

uusi fakte. Pöörde vaadetes elu asendi ja osatähtsuse kohta kutsusid esile meie hiljuti surnud akadeemiku Vladimir Ivanovitš Vernadski (1863—1945) tähelepanuväärsed tööd.

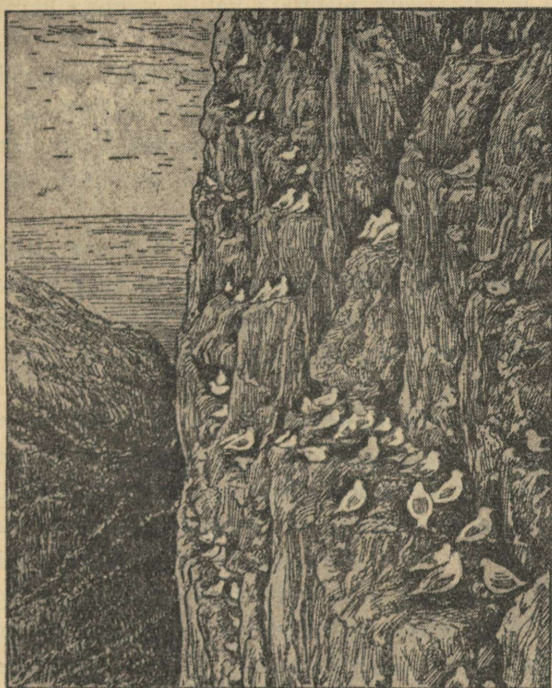
Elu maakeral pole osutunud mitte hallituseks ega külaliseks, vaid võimsaks, kõike ümberkujundavaks töötajaks.



Joon. 1. Maastik Kara-kumi keskosas.

Ons liivakõrved tühjad? Vaadake: jälgede ketikesed looklevad mööda liivaluhteid. Laineline lindike: siin on madu roomanud. Kitsad punktide vöödikeseid: siit on komberdanud kõhul liivakarva kollane ümarapealine sisalik, jooksnud väljaveninud jalgadel lilla kurgualusega agaam — «kõrve kameeleon». Kaugel kerkib tolmupilveke: seal kihutab kari kiireid antiloope. Kuid kõige ootamatum inimestele, kes kujutavad endale ainult raamatute järgi näiteks Kara-

kumi, on mets kõrves. Hallikassinised, saja-aastased, kõvera tüvega kummalised saksaulid — tüvedega, mis annavad kahel mehel ümbert kinni võtta, kõverad tüved,



Joon. 2. Tuhanded linnud pesitsevad Põhja saarte paljastel kaljudel.

kahekordse maja kõrgused puud, kummalised, mitte varjuandvad...

Arktise surnud valge müts! Kaugest põhjast tagasitulnud reisijad tõid kaasa mõnikord imelikke uudiseid. Nad

olid näinud lumevälju, mis olnud nagu verega üle valatud. Verekarva vöödid ja laigud sätendaval valendaval pinnal, kuid kümneid miile ümberringi mitte ühtki jälge elusaist olendeist! Need reisijad ei teadnud, et punane lumi oleks osutunud mikroskoobis pisimate vetika sferella kerakestega täis tuubituks.

Ja «lindude turg» polaarsaarte paljastel kaljudel, merihobude ja hüljeste laagrikohad laiadel liivaleededel valkjashalli vee ääres. Kangelaslikud papaaninlased avastasid päris põhjanaba läheduses nii sülekandjaid, vee- kui ka «maaloomi» (jäälagendike elanikke — karusid).

Ookeanid osutuvad sel määral täidetuks nähtamatu eluga, et akadeemik Vernadski arvates me isegi ei tea merevee täpset koostist: keemikuil tuleb seda uurida segatult elavate olenditega, kes lipsavad läbi peenimatestki filtri-
test¹.

Soolajärvedes elavad toredasti ujuvad ja ilusate narmastega ehitud ussikesed. Väävli- ja kuumaveeallikates leidub mikroorganisme. Neid leiti hiljuti ka igasugust elu hävitavas, Surnumereks nimetatud veekogu broomi sisaldavas soolvees. Musta mere väävelvesinikuga mürgistatud sügavuste kohal hõljub tihe väävlibakterite «kate».

Kõige sügavamate kaevanduste ja šahtide põhjast toodud mullas avastab mikroskoop silmale nähtamatu elu. Stratosfäärist toodud õhu proovides on leitud baktereid, nende idusid, taimede kergemaid eoseid.

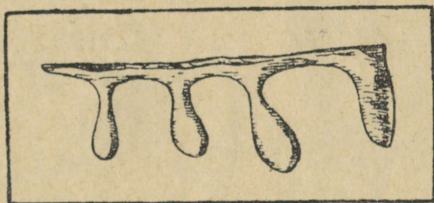
Nii tuli õpetlastel teha järeldus, et niikaua kui asume maakeral, ei pääse me elu eest. Planeedi kogu pealispind on elu poolt vallutatud. Ta on tunginud ka pinna sügavusse

¹ Keemikud muide vaidlevad vastu sellele V. I. Vernadski väitele.

juurte, ussikeste ja mikroorganismide näol. Elu on asustanud vee suurimad sügavused 9—10 kilomeetrit. Ka üles õhku on elu tõusnud, küll tiibade abil, mikroorganismidena ja saja meetri kõrguste eukalüptide ja mammutipuude tüvede näol.

Arktika lumisel pinnal leidub koos tolmuga sinna mahalangenud baktereid ja taimede õietolmu, mis on kandunud sinna isegi võib-olla troopika piirkondadest.

Akadeemik Vernadski tõi teadusse mõiste maakera elavast koorest. Nii omandas biosfäär kindla koha litos-



Joon. 3. Väävlibakterite kile osa (läbilõige, nõrk suurendus). Niisugune „vaip“ ujub kogu Musta mere väävelvesinikust mürgistatud sügavuste piiril.

fääri, hüdroosfääri ja atmosfääri — maakera kivi-, vee- ja õhkkonna kõrval.

Piirkondades, kuhu elu on «kuhjunud» kõige rohkem, täidab määratud mahte aina elav aine. Ühed organismid saavad elukeskkonnaks teistele ja need omakorda on nagu valmis elushooneks ning söögilauaks kolmandaile, just nagu Krõlov'i valmis. Primorje, Taga-Kaukaasia ja troopika metsad on läbi põimitud liaanidega. Iga leht on elamu, iga puu on terve riik nii kirju elanikkonnaga, et oleks tarvis tervet instituuti zoolooge ja botaanikuid, kes seda kirjeldaksid. Siin on iga elukorruse jaoks oma «maapind», maa ise on kõige

alumine korrus elusolendeile. Kaks kõige suuremat metsa maakeral on Siberi taiga ja Lõuna-Ameerika «hülea»; seal võiksid ülemise korruse elanikud, ahvid, sooritada teekonna, mis oma pikkuselt vastaks Moskva ja Sevastopoli vahekaugusele, ilma et neil tarvitseks laskuda maapinnale või et nad seda isegi näeksid.



Joon. 4. Troopilise metsa „põhjas”.
Hülea Amazonase lähedal. Metsahiiglase jalal kasvav hele
„puukene“ on 200 aastat vana.

Kui peaks leiduma kuski taeva laotuse sügavustes astro-
noome, kes suunaksid oma teleskoobid meie Maale, siis ei
näeks nad mitte surnud kõrvepinnaga taevakeha, vaid oliiv-
rohelistes udus planeeti kahe valge mütsikesega poolustel
ja ookeane tähistavaid tumedaid sametisi laiike.

Veel ei ole teada, kuipalju elusolendite liike on maa-
keral. Zooloogid oletavad, et siin on poolteist miljonit looma-

liiki. Aga taimeliike ei ole vähem kui viissada tuhat, võib-olla isegi miljon. Tõenäoliselt tuleb neid arve tulevikus märgatavalt suurendada. Peaaegu igal aastal toovad ekspeditsioonid kaasa kümnete seni tundmatute liikide kirjel-



Joon. 5. Elu tihedus.
Nulumetsa „põhjas“ Kaukaasias.

dusi. Inimese jalg pole veel astunud määratuile vealuseile pindadele, mis ootavad kõik alles oma Kolumbust.

Akadeemik Vernadski tegi katset määrata Maa peal leiduva elusa aine tõenäolist üldhulka, kaaluda «Elu Maa» elanikkonda. Ta sai hiiglasliku arvu — 10^{15} kvatriljoni

tonni¹. Kõigi maakeral elunevate organismide kehad võiksid moodustada ühe väikese nende asteroidide-taolise planeedi, milliseid ringleb ümber Päikese ning Marsi ja Jupiteri orbiitide vahel.

Sellel Elu Maal on laialdased ja nähtamatud piirkonnad. Me elame pisimate elusolendite pilvedes. Bakterid, kokid, spirillid, mikrokoopilised seened ja nende eosed küllastavad õhku, mida me hingame. Enda teadmata kanname oma kehas miljardeid meie võõraid elanikke.

Aga ka see elav tolm pole veel elu madalaim piir.

Mõnikümmend aastat tagasi sai inimkond teada olen-deist, kes võib-olla on hoopis iselaadsed. Neist saadi teada ainult nende tegevuse tagajärgede kaudu, sest enamikku neist ei saa näha ka kõige tugevama mikroskoobiga. Need on poolsaladuslikud olendid või ained (sest nende loomuse kohta vaieldakse teaduses ikka veel), nõnda nimetatud viirused ja bakteriofaagid, «bakterite õgijad»². Kasutades ultrafiltratsiooni, s. o. lastes viiruseid sisaldavat vedelikku näiteks läbi kolloodiumist valmistatud kile (mille pooride läbimõõtu on võimalik kindlaks teha), arvestati umbkaud-selt välja viiruste ja bakteriofaagide mõõtmed. Mõnede läbimõõduks osutus umbes 10 mikromikronit (kümme mil-jondikku osa millimeetrist). Nad on «keskmistest» bakteritest vähemad umbes niisama palju kui kärbes meist. See on veel uus elu aste, millega võrreldes bakteriaalse astme esindajad

¹Mõnede geokeemikute arvates tuleb seda arvu korrutada veel 100-ga. D. L. T a l m u d kirjutab (Д. Л. Талмуд, Строение белка, изд. Академии наук СССР, 1940, стр. 12): „Et saada kujutlust, kui-võrd suure tähtsusega on see mass, meenutatagu, et teda on 2^{1/2} korda rohkem kui maakera koostis leiduvat niklit, kroomi, vaske, tsinki, seatina, hõbedat ja kulda kokku“.

² Esimese viiruse (tubaka mosaiikhaiguse) avastas vene uurija Ivanovski 1892. a.

osutuvad kolossideks. Kuid tuleb arvata, et see on viimane aste, sest mõned neist üliväikestest «olenditest» lähenevad juba sellele mõeldavale piirile, milleni elu mõõtmised üldse võivad jõuda, sest elusolend ei saa igal juhul olla väiksem kui valgu molekul.

Ei ole (või peaaegu ei ole) säärast looduslikku keskkonda, milles ei osutuks kohanemisvõimeliseks see või teine eluvorm.

On teada kolme- ja neljaastmelisi parasitismi ahelikke. Nii toitub kilplutikas grafosoom taime mahlast, aga grafoosoomi munadesse paneb oma munad söödikvaablane; kireskägugaablane, entsürtus, otsib söödikvaablase poolt nakatatud grafosoomi mune: entsürtuse tõugud toituvad söödikvaablase tõukudest.

On sääraseid elu liike, mis saavad läbi õhuta. Ühele normaalne keskkond on teisele surmavalt mürgine. On baktereid, kes võivad elada boorhappe küllastunud lahuses ja kes kannatavad välja väävelhappe ning vitrioli lahused. *Besredka* katsed on näidanud, et mõned bakterid ja infusoorid elavad isegi sublimaadis.

Elu kohaneb säärase kuumuse ja külmaga, mida meie ei suuda isegi kujutleda. Ligikaudu 450°-ne temperatuuri vahe ei tapa veel mõningaid elu liike, nagu näitavad uusimad uurimused ¹.

¹ Mõningad eosed kannatavad kuni 180° kuumust. Teisest küljest loimurid ja kerilised (s. o. isegi keerulise kehaehitusega loomad) on kannatanud Rahm'i katsetes külma peaaegu kuni absoluutse nullini (—271,88°). *P. N. Kaptelev* il õnnestus ellu äratada tervet maailma vetikaid, algloomi, isegi koorikloomi, kes olid viibinud viis-kuus tuhat aastat külmunud olekus Jakuutia maakamaras.

Elu Maa on ennast laiutanud vaalast bakteriofaagini, linnust kuni tugevaimas mikroskoobis vaevalt nähtava taime eoseni, mida märkamatud õhuvoolud tõstavad atmosfääri kõrgemate piirideni, õpetlase juurdlevast mõistusest mesilase täpse, kuid pimedast instinktini, kes ehitab oma kärjed matemaatiliselt õigete kuustahukatena.

Ja siiski pole me seni veel nimetanud kõige tähtsamat Elu Maal. Tänapäeval teame, et elu on üks tugevam või kogu ühe kõige tugevam meie planeedil tegutsev jõud.

Elusad olendid kasvavad ja paljunevad. See tähendab, et nad muudavad oma keha ainele sarnaseks teisi väljastpoolt võetud aineid. Iga organism on keemiatehas, mis toodab sarnanevaid materjale nendele, millest ta ise on ehitatud. Juba ammu on välja arvatud, et mikroskoopiline keraspisilane (kokk) võiks mõne ööpäeva jooksul, kui miski ta paljunemist ei piiraks, luua Maa mahule vastava keraspisilaste massi ja vähem kui poolteise ööpäeva jooksul moodustada paksu, kogu maakera pinda katva kile.

Jutt on sellest, et mikroskoopiline elav tombuke võib kolmekümne kuue tunniga toota niipalju omataolist ainet, et sellega võiks katta kogu maakera. Jutt on määratu, peaaegu kujutlematu võimsusega keemilisest protsessist. Akadeemik Vernadski teene seisneb selles, et ta näitas nende vanade arvutuste taga (mis kõlasid ainult abstraktselt-aritmeetiliselt) peituvat hiiglaslikku «elu geokeemilist energiat».

Kas on mõeldav, et see kolossaalne energia akumulaator, transformaator ja tootja, mida nimetatakse «eluks», püüduks lihtsa «üürniku» osaga Maa peal?

Muidugi mitte. Juba ammu on avaldatud mõtet, et sõltuvus elu ja ta keskkonna vahel on vastastikune. Kuid ainult nüüd saavad teatavaks elu «vastumõjude» tõelised mõõtmised ümbritsevale keskkonnale.

Igas rohelises lehekeses igal sekundil, niikaua kui paistab päike, toimub kõige salapärasem protsess Maa peal — elava loomine elutust. Mida kujutab endast see protsess, foto-
süntees või «loomine valguse abil», nagu seda on nimetatud? Esmakordselt kergitasid selle küsimuse eest eesriiet K. A. Timirjazev'i tähelepanuväärivad uurimused. Paljud keemilised üksikasjad on juba tuntud sellest, kuidas taimed kõige lihtsamate vahenditega (süsinikuga, mida taimed ammutavad õhus leiduvast süsihappegaasist, veega ja soolade lahustega, mida saadakse juurte kaudu maapinnast) teostavad keemikute jultunuima unistuse.

Rohelised taimed ammutavad õhust süsihappegaasi ja eritavad asemele hapnikku. Atmosfääri hapnik on roheliste taimede elutegevuse saadus. Tagavarade alatise täiendamiseta kaoks keemiliselt väga aktiivne hapnik ruttu atmosfäärist, osutudes seotuks arvutus hulgas ühendites (hapendites) peaaegu kõigi maapinna keemiliste elementidega.

Vaba hapnikuta lakkaks toimumast äga Maa peal enamik keemilisi protsesse.

Akadeemik Vernadski arvab, et vaba lämmastik ilmusaamuti elu kaastegevusel.

Süsihappegaasi on atmosfääris kolm sajandikku protsenti. Orgaanilise aine kõdunemisel ja hingamisel tekib süsihappegaasi uuesti ja taimede poolt äravõetud süsinik läheb tagasi õhku. Nii toimub süsiniku ringkäik looduses. Kuid see ring pole suletud. Osa süsinikku jääb ringkäigust välja, maasse: gigantsed kivisöe lademed näitavad meile, mida see tähendab. Süsihappegaasi «bilanssi» hoiavad õhus tasakaalus peamiselt vulkaanid kui selle gaasi põhilised hankijad.

Võimalik, et inimese vahelesegamiseta tuleks oodata atmosfääri aeglast, järk-järgulist vaesumist süsihappegaasi

suhtes. Kuid ei räägita asjata uuest, inimeslikust geoloogilistest ajastust Maa peal.

Inimene andis sellele protsessile tagasi suuna. Linnad, tööstusrajoonid ja metsade laastamine on vähendanud «rohelist pinda» Maa peal. Ja ühes sellega süsinik, mis varem tagasipöördumatult kadus ringkäigust, hakkas ringkäiku tagasi tulema. Kreeka müüdil Prometheus'est on sügav sisu: ainult inimene on süüdanud ja vallandanud tule Maa peal; enne inimese olemasolu loodus peaaegu ei tundnudki põlemist. Inimese poolt põletatakse ära sütemäed ja naftajärved. Tulekolded, mootorid ja vabrikukorstnad purskavad aastas õhku umbes ühe viiendiku protsendi atmosfääri üldisest süsihappegaasi hulgast. Tähendab, viiesaja aastaga võib see kogus ainult tänu sellele kahekordistuda. Kuid söe hankimine ja põletamine kasvab hämmastava hooga.

Tagajärjed võivad kujuneda ootamatult suureks. Väga tõenäoliste oletuste kohaselt mõjub see järsult kliimale. Kui õhu süsihappegaasi sisaldavus väheneks kaks korda, siis tuleks mõnesuguste arvestuste järgi tagasi jääaeg; kui süsihappegaasi oleks aga kolm korda rohkem, siis tekiks tõenäoliselt kogu maakeral troopikakliima, mis oleks sarnane tertsiaarse või koguni kivisöe ajastu kliimaga.

Niisiis, seesama õhk, millela meie ei suuda endale kujutada oma planeeti ja millest nii suuresti oleneb tema seisukord, on loodud ja luuakse pidevalt ümber elu poolt.

Vesi lahustab lubjakive, uuristab maa-aluseid koopaid ja kannab meredesse lahustatud sooli. Vesi sooritab Maa peal hiiglasliku geoloogilise töö. Ta saab seda teha aga ainult oma lisandite, peamiselt hapniku ja süsihappegaasi tõttu. Täiesti puhas vesi oleks hoopis erinevate, meile tund-

matute omadustega vedelik. Keemiliselt on vesi peaaegu inertne (teguvõimetu); eriti puhas vesi on palju halvem lahustaja kui see vesi, millega meie oleme harjunud. Kuid keemiliselt puhast vett leiame ainult keemikute laboratooriumides. Looduses aga oleneb vees leiduva hapniku ja süsihappegaasi hulk vees elunevate miljardite elusolendite tegevusest. Nii selgub, et ka vee geoloogiline tegevus tuleb tunduval määral kanda elu arvele.

Rääkides «maast» kujutleme eeskätt pinnast, sedasama tavalist mulda, mille peal valmivad viljad, kasvavad metsad ja aiad ning mille peale ehitab inimene oma linnad. Aga see maa sai viljakandvaks pinnaseks alles pärast seda, kui ta oli käinud läbi miljonite vihmausside sooltoru, kui teda oli rammutanud haudunud lehekõdu ning kui ta oli ümber töötatud bakterite poolt. Kahe sõrme paksuse kihina leidub mikroorganisme põldude ja aasade igal hektaaril umbes 200 kilo. Kolmsada miljardit bakterit kaalub aga ainult üks gramm. Isegi kõigile tuntud maa niiskevõitu lõhn tekib maa sees elutsevaist baktereid. Meie mandrite pinnases on elutingimused kitsad; ta pole surnud ja tühi, vaid on täis elu; on elamu lõpmatuseni mitmekesise elanikkonnaga. Üheksa kümnendikku putukaist (s. o. sellest loomade klassist, millesse kuulub kaks kolmandikku kõigist loomade liikidest) veedab vähemalt teatava osa oma elust maa sees. Peaaegu kogu maismaa on üles kaevatud ja küntud väsimatute «kündjate» — igasuguste tõnguvate loomakeste poolt; nende eritused ja miljardid kehakesed rikastavad pinnast lämmastiku ja fosforiga, millela taimed ei saaks kasvada. Ka taimede maailm oleneb omakorda loomadest.

Niisiis on ka pinnas loodud elu poolt.

Lubjakivi mäed ja saared, terved lubjakivist maa-alad

koosnevadki ju ainult loendamatust hulgast kunagi elanud mikrooskoopilistest karploomadest¹.

Toome ainult ühe arvu, mis hästi illustreerib elu töö tagajärgi: on välja arvutatud, et meie planeedi veekogude põhja ladestub igal aastal poolteist miljardit tonni kaltsiumi lubjakividena, mis koosnevad elusolendite kilpidest ja luustikest.

Tuleb ainult kõrvaldada mikroorganismide maailm ja Maa peal katkestub hulk kõige põhilisemaid ja tähtsamaid keemilisi protsesse. Säilivad ju konservid aastakümneid oluliste muudatusteta.

«Soomaagid» moodustuvad rauabakterite kaastegevusel. Kuid mikroorganismide tööjälgi leiab geoloog uurides isegi vanimaid Minnesota rauamaake, Elsassi ja Lotringi hii-gellademeid või Kertši lähedal Kamõš-Burunis asetsevat «rauamaad», võib-olla suurimat rauamaagi tagavara maailmas. Sedasama võib ütelda Gruusia kuulsate mangaani-maakide kohta. Elu nähtamatu abiga tekkisid väävli-lademed. Nafta (kas kõik või peaaegu kõik) on miljoneid aastaid tagasi hukkunud loomade laipade maa-aluse destillatsioonitulemus, kusjuures nafta kujunemise protsess ise on, võib-olla, kuidagi seoses bakterite tegevusega.

On vetikaid, mis koguvad alumiiniumi, teised jälle püüavad joodi; on avastatud ka taimed-kullaötsijad. Kõige tavalisem lemmel kogub raadiumi tiigi veest (kust keemikud seda ei leia) ja annab selle sügisel surses jälle tagasi.

Elu paigutab pidevalt ümber maa pealispinna aineid,

¹ Pariis on ehitatud juurjalgsede kodadest koosnevast kivist Floriida poolsaar Põhja-Ameerikas, mis oma pindalalt on üle 100 000 ruutkilomeetri, koosneb korallirusudest ja jäänustest. Üldtuntud on Briti saarte kriidimäed (kust on pärit ka Inglismaa hüüdnimi „Albion“; *albus* tähendab ladina keeles valge) ja ka meie kriidimäed Belgorodi lähedal.

ühtlasi neid muutes. Lindude lugematute põlvkondade väljaheteist on kuhjunud Tšiili rannikuile terved mäed tuntud ja kallist väetist — guaanot. Merelinnud sõid kalu, kalad aga õgisisid mere väiksemaid elanikke. Ja nii on tšiili väetise mäed mere soolad, mis elusolendite pika aheliku poolt on kantud maismaale.

Lapsepõlves oleme kõik lugenud Mayne Reid'ist ameerika rändtuvi parvedest, kes varjutavad päikese. Igal aastal



Joon. 6. Sellest on ehitatud Egiptuse püramiidid.

Hiiglaslikud kivirahnud koosnevad ainuraksete nummuliitide lubjakivikodadest. Need ainuraksed elasid kunagi soojades meredes.

liiguvad rändtirtsude koletislikud pilved kümneid ja sadu kilomeetreid. 1889. aastal määras inglise loodusteadlane Carruthers kindlaks mõõtmed ühel säärasel pilvel (mitte suurimal), mis lendas üle Punase mere. See pilv oli 5967 ruutkilomeetrit. Selle pilve moodustanud putukad pidid kaaluma 44 miljonit tonni. «Seda rändtirtsude pilve,» märgib akadeemik Vernadski, «võib pidada analoogiliseks vaba energiat omava liikuva kivimiga».

Igal aastal asetavad ümber elavad organismid, kelle kaal on vaevalt üks tuhandik nende poolt asustatud maakera

välise koore (litosfääri) kaalust, ainete masse, mis ületavad mitmekordselt maakera koore kaalu.

Mis energia see on, mille jõul elu teostab oma hiiglaslikku tööd? See on Päikese energia. Müriaadid rohelisi taimi, imepäraseid päikesemasinaid, püüavad seda energiat, kujundavad ta ümber fotosünteesi protsessis ja juhivad ta kõikidesse organismidesse, kes asustavad Maad. Nemad sunnivadki Päikest teostama miljoneid peenimaid töid Maa igas pealispinna punktis poolustest ekvaatorini. Akadeemik Vernadski arvestuste järgi hoiab elav maailm pidevalt oma põlevais ühendes tagavaraks mitte vähem kui $\frac{1}{4}$ protsenti Maa peale langevast Päikese energiast. Iga elava aine osakest võime nimetada «päikesekonserviks». Päike on allikas, mis toidab elu, seda võimsaimat keemilist jõudu Maa peal. Võib-olla on veel ainult üks jõud, mis oma tähtsusest võib konkureerida eluga. Need on radioaktiivsed ained, ainukesed iseseisvad energiaallikad Maa peal, mis paljude geofüüsikute arvates peavad ülal kogu Maa kui planeedi «geoloogilist elu», moodustades seejuures veel vähema osa maakera kaalust kui elusolendid.

Kuid igal juhul on elul oma, mitte millegagi võrreldav osa meie planeedi üldises «majanduses».

Päikese kiirtest on tingitud soojenemine ja jähnenemine, õhu- ja veemasside liikumine, veevoolud ja vihmajärgid, kalaste uhtumine, tolmutused ja liivased kõrvesaamumid. Päikese mõju surnud Maale võiksime määratleda peamiselt füüsilisena, see oleks peaaegjalikult soojendamine ja ümberasetamine.

Maakera võib-olla võlgneb tänu radioaktiivsete ainete poolt eraldatavale energiale selle eest, et ta pole hoopis tarretunud, et ta pinnalt kerkivad mäed, et mered pikka-mööda vallutavad maismaad, et vulkaanid purskavad laavat ja aeg-ajalt toimuvad maavärinad.

Füüsilised jõud, kui võib nii väljenduda, tahusid ainult jämedais joontes meie planeedi pinda, samuti nagu ürginimesed kivikirvestega tahusid oma kivikujude nägusid. Kuid ainult elule on osaks antud Maa peal luua kogu varjundite-rikkus ja viia Maad õitsengule, pehmenada teravaid nurki ja murdjooni.

Kogu Maa väline pale on elu poolt kujundatud, on sees eluga. Raske on kujutleda, kuidas näeks välja Maa, kui tema peal poleks elu. Tõenäoliselt sarnaneks ta Kuuga: teravad, hambulised kaljud, vulkaanilise klaasi ja murenenud kivide lagendikud, pisut liiva ja eredad värvid — kollane, must, punane. Ei kostaks ojade vulinat, poleks mingisuguseid jõgesid; vesi voolaks kiiresti, peaaegu mitte midagi uhtumata mööda kive ookeanide sügavikesse. Ja kõige selle kohal ei midagi, mida saaks nimetada atmosfääriks, «hingamise keskkonnaks»: veeaur, süsihappegaas ja võib-olla pisut lämmastikku ning ammoniaaki. Nii s u g u s t maakera me ei tunneks ära. Ja hukkuksime silmapilkselt, kui satuksime temale ¹.

Ilma eluta oleks Maa, mille peal me praegu elame, hoopis teine Maa.

¹ Maakera algatmosfääri koostis pole lõplikult selge. Paljud geokeemikud arvavad, et ka süsihappegaas on biogeense (elust sõltuva) päritoluga. Näib aga, et astrofüüsika andmed räägivad sellele vastu. Akadeemik V. G. Fessenkov'i raamatust „Päikesesüsteemi kosmogoonia“ (В. Г. Фесенков, Космогония солнечной системы, изд. Академии наук СССР, 1944) loeme: „Süsihappegaas... tekib juba kosmilise keha tähelises staadiumis ja on planeetidele alggaasiks“ (lk. 52–53);... selle tulemusena pidi (Maa või Veenuse ümber) tekkima peamiselt süsihappegaasist ja veeaurust koosnev atmosfäär“ (lk. 54). Hiiglaslikud süsihappegaasi hulgid Veenuse peal pole ilmselt „elulise“ päritoluga.



Teine peatükk.

Kuidas tekkis elu iseenesest.

Ürginimene, keda ühiskondlik töötegevus (jahindus või põllundus) sundis kuidagi orienteeruma teda ümbritsevais nähtustes, hakkas loodust hingestama.

Usk nümfidesse, mere-, metsa- ja põllujumalustesse vastas kaua aega naturaalmajanduse ja antiikaja ühiskondlik-tootlikele vahekordadele.

Kuid aeg veeres. Ülemeresõidud laiendasid tublisti inimesele tuntud maade ringi. Vilkas kaubanduslikus Mileetos, kreeklaste Väike-Aasia koloonias, tekkis kõige vanem meie ajani jõudnud kreeka filosoofia.

See oli loodusefilosoofia, «natuurfilosoofia», nagu seda palju sajandeid hiljem hakati nimetama. Selles jutustati, kuidas on ehitatud maailm. Selles maailma seletamises oli materialistlik tuum. Meresõitjad-kaupmehed hakkasid vastu maaomanikele-aristokraatidele ja nende traditsioonilisele religioonile. Joonia¹ naturfilosoofide materialism oli

¹ Jooniaks nimetati piirkonda Egeuse mere Väike-Aasia rannikul ühes lähedaste saartega.

muidugi alles väga naiivne. Ta ei teinud veel lõppu looduse hingestamisele. Elu sünnitamist materia poolt seletati sellega, et kogu materia juba iidsest ajast alates oli elulisi omadusi. Seda õpetust nimetati hülozoismiks (hülo — materia, zoa — elu).

Sellest naiivsest vaatekohast polnud midagi keerulist üleminekuks «tardunud ainek» elavasse. Nõrgad teadusliku uurimusliku mõtte alged muidugi ei suutnud vahetult jälgida, kuidas tekivad mitmesugused eluliigid, milledest paljud näisid «surnud» looduses uinuvate eluliste jõudude otsese toodetena ja kondensatsioonina. Nii sai õpetus elu isetekkimisest loomulikuks vastuseks meie põhiküsimusele. Hülozoistide jälgedes võttis kogu antiikaja teadus selle õpetuse omaks.

Suurim kreeka filosoof ja õpetlane Aristoteles (384—322 e. m. a.) pidas endastmõistetavaks, et taimed tekivad maapinnast, angerjad ja teised kalad mudast ning et laipadest sünnivad ussid. Rooma õpetlase Pliniuse (23—79 p. m. a.) teostes, toleaegses loodusteaduse entsüklopeedias, on säilinud samad üldlevinud vaated: kapsalehele kogunenud kastest saavad röövikud, tolm sünnitab koidid ja tuli liblikaid, just samuti nagu Shakespeare'i «Suveöö unenäos» lilledest tekivad haldjad.

Ajalooteadlasele on äärmiselt huvitav jälgida teaduslike ideede saatust (kaasa arvatud idee, et elav tekib elutust), jälgida nende sisu muutumist, olenevalt sotsiaalsetest tingimustest ja klassijõudude võitlusest neis ühiskondades, kus neid ideid väljendati.

Naiivsed kujutlused isetekkimisest, millest meil on juttu, sisaldasid ühelt poolt idealismi elemente, teiselt poolt jämedat «empiirilist» mehhanitsismi, s. o. kõige primitiivsemad väär-füüsilisi seletusi, mis olid ammutatud pealiskaudseist

vaatlustest ja kogemustest. Nii imelik kui see ka meile näib, aga sageli seoti elu tekkimine igavese elu ideega. Konnad, angerjad ja ussid pidid tekkima mädanevais ainetes; uut elu sünnitasid endise elu laibad; mudase maa muudavad viljakandvaks vihmaveega kaasatoodud nähtamatud seemned või elustava jõuga päikesekiired: lõppeks veel maa, kõige ema, sünnitab elu kunagi temas tormiliselt keenud iidse tootva jõu jääkide abiga.

Siin on meelega vastandatud terve astmik vaateid. Nende hulgas võib ära tunda ka hülozoistide vaateid, kes veel fantastiliselt formuleerisid esimesi ebakindlaid materialistlikke kujutlusi. Sellepärast võimegi, kõrvale heites aganad («eluloova jõu», «nähtamatud seemned» ja muud), leida mõnedel muistseil mõtlejail materialistlikku tuuma kujutluses isetekkimisest (näiteks Demokritos'el). Kuid teisest küljest viidi seesama õpetus isetekkimisest «kirikuisade» Vassili Suure ja Augustinuse (IV—V sajandil p. m. a.) poolt kiriklikesse tõekspidamistesse, kusjuures isetekkimist tõlgitseti imena ja jumaliku vahelesegamisena looduse tavalisse asjade käiku.

Isetekkimise naiivne idee leidis endale koha ka piiblis (jutustus sellest, kuidas mesilased sündisid lõpnud lõvi siskonnas).

Kogu keskaega läbib usk isetekkimisesse. Ametlikuks maailmavaateks oli siis katoliku kiriku maailmavaade. Feodaalse ühiskonna kõrget püramiidi valgustas ja pühitses see inglivägede keerulise hierarhiaga, õndsate ja pühakute hulgaga, paradiisi ja puhastustule astmetega ning põrgu järkudega. Õpetatud munkade arvates on kogu loodus läbi imbutunud jumalikule täiusele kord-korralise lähenemise ideest. Alkeemikud on katsunud muuta «alamaid» metalle kullaks. Isetekkimine on ka «elutu» looduse täiustamise aste, mis

on ette nähtud jumalikust tarkusest. Alkeemikute laboratooriumides püüti hauataguste jõudude abiga kindlaks teha vanade raamatute šifreeritud saladust kunstlike inimeste, homunculuste loomisest. Goethe oma «Faustis» on kujutanud seda väga ilmekalt.

Elu tekib jumalikust elujõust läbiimbunud mateerist. Edasi areneb elu üha täiuslikumaiks olendeiks, tõustes nagu trepiastmeid mööda jumaliku täiuse poole.

On arusaadav, et ei tule kujutleda nende aegade maailmavaadet ühetaolisena ja ühetüübilisena. Ka keskajal käis terav ideeline võitlus. Teadus arenes. XV—XVIII sajandil tehti suurimaid avastusi ning leiutisi, mis muutsid inimese kujutluse maailmast (antiikmaailma kunsti ja filosoofia avastamine renessansi ajal, Ameerika avastamine, trükikunsti leiutamine, Kopernikus'e, Galilei ja Newton'i avastused, vereringvoolu avastamine ja palju muud). Inkvisitsiooni tuleriidad ei suutnud hävitada inimese kangekaelset mõistust.

Ka isetekkimise ideede sisu muutus, omandades mõnikord ikka uuesti ja uuesti enam või vähem materialistlikku värvingut. Kuid põhiliselt asetati nad siiski religioosse maailmavaate raamidesse. Isetekkimise võimaluse üle vaidlesid omavahel katoliku preestrid Needham ja Spallanzani, sest ka ilmselt materialistlikke mõtteid selles küsimuses oli sobiv peita religioossesse kesta. Nii peitiski oma vaated katoliku preestri musta kuue alla silmapaistev itaalia õpetlane Spallanzani (1729—1799). Ta vaated olid lähedased prantsuse suurte XVIII sajandi valgustusaja tegelaste Prantsuse revolutsiooni eelkäijate vaadetele.

Tol ajal ei nõudnud isetekkimise idee üldse evolutsiooni-idee tunnustamist.

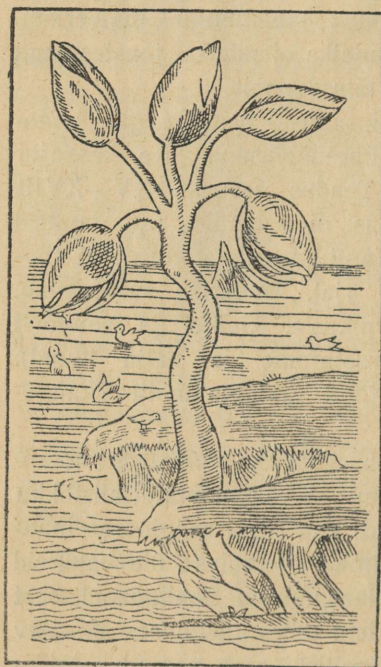
«Oletus, et uued elavad organismid võivad tekkida teiste organismide lagunemisest,» kirjutab Engels, «kuulub sisu-

liselt sellesse ajastusse, millal ei tunnustatud liikide muutumist. Siis osutus tarvilikuks tunnustada kõikide, ka kõige keerulisemate organismide primaarset tekkimist, ja kui taheti abiks võtta loovat akti, siis tuldi kergesti sellele

vaatekohale, et seda protsessi on kergem seletada juba orgaanilisest maailmast pärineva kujundava materjali oletamisega...»¹

Nii tõendas XVIII sajandi kuulus prantsuse õpetlane Buffon, et kõigi organismide kehad koosnevad jagamatuist elavaist üksustest, mis pärast surma tõlmuks pihustuvad, kuid hiljem üksteisega kokku puutudes sünnitavad uue organismi.

Kui halvasti kujutleti piiri reaalse ja imetaolise vahel bioloogiliste nähtuste vallas, näitab kasvõi laialt levinud muistend hanepuust ja taimsest tallekestest. Kaks reisijat, kapten Margeret ja purjemeister Jan Struys, kellede märkmed on jäänud väärtusli-



Joon. 7. Meripartide puu.
Joonis John Gerade botaanika-
raamatust, mis ilmus 1596. aastal.

keks tõendmaterjalideks Venemaa kohta XVII sajandi algul ja keskel, on jäädvustanud oma naiivses lihtsameelsuses ka

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс, Дialeктика природы. Соч., т. XIV, стр. 418.

need muistendid. Nad jutustavad, et Astrahani steppides võib leida roomava tüvega taimi, millel valmivad — otsekui kõrvitsad — lambatalled. Kapten ja purjemeister nägid nende karusnahku; säärase tallekese liha olnud õrna maitsega; rohi imepõõsaste ümber olnud tallekese poolt ringikujuliselt söödud ja tallatud.

Kuid kas see oli üldse ime? Nende kahe ränduri vaatekohalt polnud võib-olla taimne talleke mingi ime, vaid lihtsalt looduslik tähelepanuväärsus, muidugi naljakas ja töösturitele kasulik, kuid täiesti loomulik. Struys isegi kahtleb paljudes liiga muinasjutulistes üksikasjades, mida selle kujutletava tallekese kohta teati rääkida.

Kuid aeg-ajalt tuli ikkagi lühendada nende olendite nimestikku, kellele omistati isetekkimise õigus.

XVII sajand oli juba valmis hülgama isetekkimise teooriat. See oli tormilise ja üha hoogsama edasiliikumise aeg kõigis teaduseharudes. Loodi akadeemiaid; eri maade õpetlased tegid nagu võisteldes avastusi, mis liitusid võimsaks vooluks. Rajati alused meie praegustele teaduslikele vaadetele maailma kohta ja täpsed kujutlused temas valitsevaist seadustest. See sajand kuulus filosoofias Bacon'ile ja Descartes'ile, astronoomias ja füüsikas Kepler'ile, Galilei'le ja Huygens'ile. Kui sündis Newton (1642—1727), elas veel van Helmont; Paracelsus'e aegadest oli möödunud vaevalt sada aastat.

XVII sajandi suurim anatoom inglane William Harvey (1578—1658), kes avastas vereringvoolu, võttis oma loomade paljunemist käsitleva teose juhtlauseks: «*ex ovo omnia*» (kõik tuleb munast); kuid Harvey'd viisid segadusse veel putukad ja alamad loomad.

Kuid Jan Swammerdam (1637—1680) Hollandis ja hiljem Marcello Malpighi (1620—1694) Itaalias valmistasid kõige peenemad (meid veel praegu hämmastavad) prepa-

raadid putukate anatoomilise ehituse kohta. «Kõik Apelles'e (antiik-kreeka suur maalikunstnik. — V. S.) jooned on ainult jämedad palgid, võrreldes looduse õrnade joontega,» ütleb Swammerdam, kirjeldades ninasarvik-mardikat. Putukate arenemine oli läbi uuritud, mingisugusest nende isetekkimisest ei saanud olla juttugi.

Firenze akadeemia liige arst Francesco Redi (1626—1698) tegi paljude muude katsete hulgas ka järgmise väga lihtsa katse: ta kattis tülliga lihatükid ja pani tähele, et usse neis ei tekkinud. Ja Redi kuulutas otsustavalt: «*omne vivum ex vivo*» (kõik elu tuleb elust); ainult kõige harukordsemal juhtumel, seletust mitte leides, nõustus Redi veel eranditega...

On kõige tõenäolisem, et isetekkimiseteooriad ei oleks elanud üle XVII sajandit, kui mitte uus suur avastus poleks kõige ootamatul kombel küsimust uuesti keeruliseks ajanud. Olukord, milles see avastus toimus, osutus väga tagasihoidlikuks. Alates 1673. aastast hakkas saabuma Hollandist kirju Londoni Kuninglikule Seltsile. Autor ei osanud tol ajal kohustuslikku ladina keelt; ta nimi oli Antony Leeuwenhoek. Ta oli kaupmees, aga ta ei kirjutanud kalevikauplemisest, vaid sellest, mida ükski ei olnud näinud: asjadest, mis on vähemad kui mooni tera, ja maailmast veetilgas. 1675. aastal teatas ta igal pool kihavatest loomakestest: need olid infusoorid; kirjjas 1683. a. septembrist joonistas ta esimesi inimese poolt nähtud baktereid. «Minu suus,» hüüab ta, «on neid rohkem kui Ühendatud Kuningriigis inimesil!»

Leeuwenhoek (1632—1723) oli kirglikult teadusehimiuline ja kuldsete kätega inimene. 50 aasta kestel pühendas ta kogu oma vaba aja looduse vaatlemisele omaenda meisterdatud aparaatidega. On tähelepanuvääriv, et see suur optik ja naturalist-iseõppija tegi oma leiutise, mis tähen-

das uue teaduse — mikrobioloogia — algust, ilma mikroskoobita (mis oli siis juba olemas) lihtsate läätsede varal, mida ta ise imetlusväärse osavusega valas ja lihvis. Leeuwenhoek'i luubid suurendasid 160 korda.



Joon. 8. Harvey teose „Loomade tekkimisest“ tiitelleht.
Jupiter hoiab käes muna ladinakeelse pealkirjaga:
„Kõik tuleb munast“.

Samuti on tähelepanuvääriv, et Leeuwenhoek ise ei lasknud ennast ahvatleda kerge võimalusega seletada oma loendamatute «loomakeste» ilmumist isetekkimisega.

Isetekkimisesse ei uskunud ei Malpighi õpilane Antonio Vallisnieri (1661—1730), kes esimesena kategooriliselt väitis, et Redi seadusel pole ainsatki erandit, ei väsimatu ja julge katsetaja Spallanzani, kes ei kohkunud tagasi ka valusate ja ohtlike katsete ees enda kallal, ega ka mõned teised eesrindlikud tolle aja õpetlased.

Ja paraku pikendas mikroorganismide maailma avastamine rohkem kui poolteiseks sajandiks isetekkimise teooriate eluga.

Kuid pärast Redi't räägitakse isetekkimisest siiski ainult infusooride, «leotisloomade» suhtes («*infusum*» tähendab ladina keeles «tõmmis», «leotis»), s. o. nende suhtes, keda me nimetame algloomadeks ja mikroobideks.

Tähelepanelik lugeja on juba märganud, et XVIII sajandil oli isetekkimise idee pisut erilises olukorras. See oli valgustussajand, mil plejaad tähelepanuväärseid kirjanikke-filosoofe kõigutas feodaalse korra ja feodaalse ideoloogia aluseid ja valmistas ideeliselt ette Prantsuse revolutsiooni peatset plahvatust. Usule seadsid nad vastu mõistuse, mis pärast nimetatigi neid ratsionalistideks (ladina keeles tähendab *ratto* mõistust), skolastilisele dogmale — hariduse, idealismile — materialismi. Olgugi et see materialism oli ebatäiuslik, lihtsustatud ja mehhanistlik, kuid valgustajad kutsusid ikkagi üles õppima tundma tõelist loodust, tunnetama looduse seadusi. Loodusteadus omandas määratu tähtsuse neile endile ja nende järglastele. Selle vägeva liikumise eesotsas seisis Prantsusmaa. Kogu Euroopa kuulatas filosoofe valgustajaid. Sai moeasjaks määrata lilli Linné süsteemi järgi. Isegi saksa vürstikeste

kodades tegeldi mineraalide kollektsoonide kogumisega ja korrati Galvani ja Volta esimesi katseid loomse elekt-riga.

Paul de Kruif kirjeldab oma «Mikroobide küttides» Euroopas levinud vaimulaadi järgmiselt: «Ebausü naeruvääristamine ja kritiseerimine muutus niihästi lubatuks kui ka moodsaks tegevuseks. Loodusteaduste harrastamine hakkas tungima filosoofide üksildastesse kabinetidesse. Voltaire eemaldus mitmeks aastaks külakolkasse, et uurida Newton'i suuri avastusi ja neid hiljem Prantsusmaal populariseerida. Teadus tungis isegi hiilgavaisse, kergemeel-seisse ja ebamoraalsetesse salongidesse; ja koguni säärased kõrgema seltskonna toed nagu madam de Pompadour kum-mardasid oma päid keelatud entsüklopeedia kohale, et omandada minkide ja siidsukkade valmistamise kunsti».

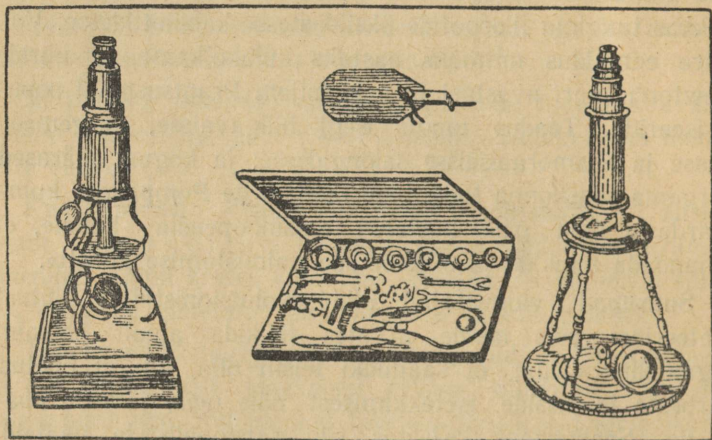
Suurimad valgustajad olid evolutsionistid¹. Elutust materiaalsust võis nende arvates tekkida ainult lihtsaim orgaaniline «idu»; ei saanudki teisiti olla, kui et õpetus kärbest ja usside isetekkimisest näis neile jämeda eba-usuna. Spallanzani kajastas siin ratsionalistide vaateid, võideldes Needham'iga ja koguni Buffon'i endaga, valgus-tusajastu loodusteadusliku piibli «Looduse ajaloo» auto-riga.

Kuid ainult vähesed bioloogid Lääne-Euroopas, nagu tol ajal nii ka hiljem, seisid silmapaistvate XVIII sajandi prant-suse materialistide ideelisel tasemel. Veel kaua kaitstakse isetekkimist kahe risti vastukäiva õpetuse esindajate poolt

¹ Eriti tähelepanevad on Denis Diderot' (1713—1784) vaa-ted. Tema materialistlikus looduse tunnetamises oli palju täht-said dialektilisi momente. Mõnel määral ennetas ta XIX saj. bioloogide-evolutsionistide vaated.

— loodust läbiva «ühtse idee» apostlite-idealistide poolt ja lihtsustatud, primitiivse materialismi esindajate poolt.

Lamarck, esimesi bioloogilise evolutsiooniteooria loojaid, uskus samuti isetekkimisesse. Lamarck mõtles, et inertset loodust valitsevad jõud loovad alguses orgaanilise idu ja siis hoiavad väljastpoolt ülal ta elu, kuni organism



Joon. 9. Vanemaid mikroskoobe.

ise saab «jalad alla»; siis välised jõud just nagu kontsentreeruvad temas, saades organismi sisemisteks jõudeks.

Saksamaal valitses sel ajal nn. natuurfilosoofiline kool. Oma peaõpetajaks pidasid natuurfilosoofid Schelling'it, üht väljapaistvamat saksa filosoofilise idealismi esindajat.

Natuurfilosoofia rakendas teaduses idealistlikke filosoofilisi süsteeme. Teadus lähtus siin oletustest ja hiljem koondati nende oletuste alla fakte.

Natuurfilosoofilise kooli tunnustatud juht Lorenz Oken

(1779—1851) andis välja ajakirja «Isis»: see oli sigitavat loodust kehaštava egiptuse jumalanna nimi; tuntud legendi järgi oli Isise kuhu nägu kaetud läbipaistmatu kattega. Oken otsis elavas organismis «jumalikku algkuhu» ja samal ajal kaitses tulisel elu tekkimist anorgaanilisest mateerias. Vahepealset astet elava ja elutu vahel, elu üldist ürgisa nimetas ta ürglimaks (Urschleim). Kuidas oli võimalik neid seisukohti ühendada?

«Surnud», «materiaalne» loodus polnud natuurfilosoofidel enam «surnud». Ta oli üheks «idee — vaimu» arengu vabastamisetapiks; seepärast ei ole üldse võrreldavad Okeni isetekkimiseteooria ja kaasaegsed elu tekkimise teooriad. Siiski oli natuurfilosoofide seas õpetlasi, kes oskasid koguda rea tähtsaid vaatlusi ja anda laiu üldistusi.

Fantastilise kesta all lõi natuurfilosoofia mõnikord sügavaid teooriaid.

Kuid ta osutus muidugi võimetuks lahendada elu mõistatust. Natuurfilosoofilised katsetused seletada elunähtuste omapära jäid puht-sõnalisteks ja enamasti sisutult ülespuhutuiks.

Prantsusmaal, kus peeti au sees kaine ja vilunud teadusliku uurimise traditsioone, töötas hulk tähelepanuväärivaid füsiolooge eesotsas François Magendie'ga (1783—1855). Kuid kogu Euroopas oli väga vähe looduseuurijaid, kes oleksid suutnud ümberlõkkamatult materialistlikult seletada elava looduse nähtusi. Eksperimentaalteaduste poolt pidevalt tehtud avastused andsid natuurfilosoofiale tugevamaid lõõke. Neljakümnendaiks aastaiks oli tekkinud juba silmanähtav vajadus anda loodusteaduse määratule materjalile uus materialistlik üldistus. Marx ja Engels töötasid materialistliku dialektika kallal. XIX sajandi keskel propageeris terve rida õpetlasi, peamiselt füsiolooge, Saksamaal

ja mujal materialistlike järelduste tegemist loodusteadusest. Need õpetlased seisid nagu kodanliku teaduse «äärmisel vasakul tiiival» ega jõudnud tõusta konsekvantse dialektilise materialismi kõrgusele ja jäid sageli maha sada aastat tagasi elanud prantsuse suurtest materialistidest. «Aju eritab just niisama mõtteid nagu maks sappi,» kirjutas üks neist füsioloogidest-materialistidest. See oli primitiivne «vulgaarne» (nagu seda nimetas Engels) materialism; tema pooldajad arvasid, nagu võiks ta kõige keerulisemaid nähtusi seletada lihtsate füüsika ja mehhaanika seadustega ja «päigutada» neid mehhaanika alla. Samuti ei lahendanud see materialism elu mõistatust. Mehhanistid kinnitasid, et säärast mõistatust lihtsalt polegi olemas; antagu neile ainult aega jõude koguda ja nad viivad tingimata kogu küsimuse mehhaanikasse. Siiski jäid need vaated püsima.

Eriti õpetlik on näide ühest suurimast hilisemast mehhanistist Ernst Haeckel'ist (1834—1919). Tuline, kuigi küllalt pealiskaudne Darwin'i pooldaja Haeckel, kes tugevasti rikkus idealistide närve (asi läks kuni Haeckel'i elu kallale kippumiseni), selleks, et seletada elu tekkimist, oli sunnitud meenutama muistseid hülozoiste ja laenama Oken'ilt tema «ürglima». Haeckel niisama nagu kunagi joonia filosoofid omistas üldse kogu materiale minimaalseid elulisi omadusi («potentsiaalset elu»): seega on üleminek elutust elavale ainult kvantitatiivne ja mitte kvalitatiivne.

Erinevalt natuurfilosoofidest ei piirdunud Haeckel teooriaga. Ta arvas, et ta on leidnud «ürglima» mudas, mis saadi ookeani põhjast Transatlandi kaabli panekul, Haeckel'i auks ristitigi selles mudas leiduvad kujutud ja liikuvad limatombukesed «*Bathybius Haeckeli*».

Kuid peatselt tõestas Moebius, et «*Bathybius Haeckeli*» on kipsisoolade sete. Need soolad tekivad katseklaasis, kui lisada sügavmere veele alkoholi. *Bathybiuse* eriline liiku-

vus pole midagi muud kui nõndanimetatud Brown'i liikumine. See on füüsikuile hästi tuntud, mikroskoobis nähtavate mateeria pisimate osade liikumine, mis «tantsivad» nähtamatute, mitte kunagi paigal püsivate molekulide juhuslike löökide all...

* *

*

Samal ajal, kui tujukad ja udused natuurfilosoofilised teoretiseeringud levivad Saksamaalt Euroopa ülikoolide kateedritele, oli siiski üks maa, kelle noor teadus osutus sellele väga vähe vastuvõtlikuks. See oli suur maa ja ta teadus kõrgesti arenenud. Sel teadusel oli oma, ainult temale omane ilme, ja võimatu on kujundada mingisugust maailma teadusliku mõtlemise ajalugu, arvestamata tema panuseid, tema looduse uurimise viise, töömeetodeid ja tema rajajate mõtteid.

Juba ammusest ajast, algusest peale kujunes välja vene loodusteaduse omapärane iseloom. Milles see väljendus?

Iga teadus taotleb looduse objektiivset tunnetamist, kuid tõe otsinguil võib ta valida erinevaid teid, eelistada isesuguseid liikumise viise neid teid pidi ja seada endale vähemaid või suuremaid, lähedasemaid või kaugemaid eesmärke. Niisiis, olgugi et ülemaailmsel teadusel on ühine eesmärk, on sellel eri maades rahvuslik iseloom. See kujuneb ajalooliselt, nagu ajalooliselt kujuneb rahvus isegi kõigi keeruliste, mitmekesiste ja mitte alati kergesti sõnul seletatavate, kuid siiski reaalsete, temale omaste rahvuslike iseärasustega.

Kui rääkida vene loodusteaduse iseärasustest, tuleb võibolla mainida hoidumist tühjadest abstraktsioonidest ja tooni-

tada tema laia, suurt, julget ja kainet mõtet, mis ei rahuldu pisitühise nokitsemisega, vaid peab alati silmas tervikut, põhilist, suure perspektiivi avarust.

Peeter I saatis välismaale noormehe, kelle nimi oli Peeter Posnikov ja kellele oli määratud osaks saada vene esimeseks füsioloogiks. Padua ülikool tunnustas ta «targimaks ja auväärseimaks meheks». Ja ennäe, millise füsioloogilise ülesande võtab endale Posnikov tolle aja duumadjakkide imestuseks ja meelehärmiks: «elusaid koeri suretada ja surnuid ellu äratada». Alles meie päevil, 250 aastat hiljem, on nõukogude teadus jõudnud Posnikov'i ülesande lahendamiseni.

Mõned aastakümned pärast Posnikov'i, Apteegi Prikaasi kuuluvat noormeest, jättis Holmogorõ kaluri Lomonossov'i jõuline entsüklopeediline geenius igavesed jäljed mitmesse loodusteaduse harusse.

M. M. Terehhovski tegi üheaegselt Spallanzani'ga samasuguseid katseid: niisama nagu Peterburi akadeemik Pallas ei pidanud Terehhovski võimalikuks isetekkimist. Ja kuulus, teaduslike auavaldustega hellitatud Spallanzani ise saatis oma töid Paduast Peterburi, taotledes Vene Akadeemiasse valimise au.

XVIII sajandi viimasel kolmandikul algatab akadeemik Ozeretskovski meie maal loodusteaduse uusimate saavutuste innukat ja veenvat propagandat. Ilmuvad D. A. Golitsõn'i ja V. F. Zujev'i tähtsad füsioloogilised uurimused. Kuulus filosoof ja vabaduse eest võitleja A. N. Radištšev kirjutab Ilimis asumisel olles: «Hariduse levimine ja üldine arusaamisele jõudmine on näidanud, et katsed on aluseks kogu looduse tunnetamisele». Ja ta räägib uue eksperimentaalteaduse võimsusest ning annab (õigusteta asumisele saadetuna, Siberi kolkasse elavalt maetuna) laialdase, julge ja selge ülevaate loodusteaduste poolt ammendatud tead-

miste filosoofilise tähenduse kohta, ülevaate, mis on täis novaatorlikke ja sügavaid mõtteid looduse ühtsusest, inimese ja loomariigi ning keha ja vaimu ühtsusest, mis «on ühtse olluse sünnitised...»

Katse — see sõna on juba kirjutatud vene eesrindliku teaduse lipule.

Noor professor Ilja Gruzinov (hukkus 1813. aastal lahingus, olles astunud vabatahtlikult Moskva maakaitsevähke) uurib «hääle sündi». Kaitstes hoopis uut seisukohta paneb ta hämmastavate katsete varal laibad «rääkima», häält tegema.

Moskva ülikooli trükikojas trükitakse ajakirja, mis kritiseerib teravalt «schellingiaanitsevate» meedikute ja füsioloogide kirjutisi.

Need olid Belinski, Lermontov'i, Herzen'i ja Ogarev'i üliõpilasaastad.

Kui keegi arst püüdis seletada koolera epideemiat magnetiliste mõjustustega inimese närvikavale, siis võeti ta Sõja-meditšiinilises Akadeemias vastu mitte väga aupakliku naeruga.

1835. aastal alustab Moskva ülikoolis oma õppetegevust A. M. Filomafitski (1807—1849)¹. Peab imestama, kuipalju jõudis see inimene korda saata oma lühikese eluaja jooksul. Ta kirjutas kolmeköitelise füsioloogia käsiraamatu, ühe paremaist tolle aja maailmas. Katse ja vaatlus on selle teose loosungiks, mis oli teravalt sihitud natuurfilosoofiliste harrastuste vastu, millistele on andameid toonud alati ainult tähtsusetu osa vene loodusteadlastest. Andekaim vene

¹ Ühes füsioloog A. M. Zagorski'ga ja kuulsa kirurgi N. I. Pirogov'iga valmistas ta ennast ette professoritegevusele Tartu Ülikoolis a. 1827—1835. (Toimetus.)

loodusteadlastest-natuurfilosoofidest oli Peterburi õpetlane Vellanski; kuid kolmekümnendate aastate lõpu poole oli tal juba väga vähe mõtteosalisi õpetatud ringides. «Tõde,» kuulutab Filomafitski, «kannab alati lihtsuse, lühiduse ja veenvuse pitsert.» Ta katsetab väsimatult. Ta laboratoorium on varustatud kõige moodsamate seadeldistega. Ta uurib närvide tööd enneolematute võtetega (nii nagu füsioloogid alles aastaid hiljem hakkavad uurima) ja lükkab ümber siis kehtinud mehhanistliku teooria, nagu oleks närvide erutus lihtsalt elektrilisu.

Edaspidigi teevad just vene õpetlased (professor V. J. Tšagovets, kes avaldas oma esimese teose 1896. aastal enne Loeb'i ja Nernst'i tööde ilmumist, ning hiljem akadeemik P. P. Lazarev) väga palju selleks, et lahendada selle olemust, mis toimub erutatud närvis (erutuse iooniteooria).

Filomafitski jõudis kolmkümmend aastat Lääne teadusest ette, väites, et hingamise põhilised, intiimsed protsessid ei toimu mitte kopsudes, vaid sügaval kudedes, kus moodustub ka elava keha «loomne soojus». «On silmanähtav,» kirjutab vene füsioloogia ajaloolane NSV Liidu Teaduste Akadeemia korrespondeeriv liige H. S. Koštojants, kelle suurepärasest raamatust olemegi võtnud need faktid, «et hingamise protsessi olemuse kui füsioloogia keskse probleemi lahendamisel osutusid meie maa õpetlased tõelikeks novaatoreiks». Lisame juurde, et nad on jäänud selleks kuni viimase ajani; meie sajandi piiril esitasid akadeemikud A. I. Bach ja V. I. Palladin väga põhjaliku seletuse taimede hingamise kohta ja veerand sajandit tagasi püstitas akadeemik G. P. Kostõtšev teooria, mis selgitas kudede hingamise mehhanismi õhuhapniku puudumise puhul, s. o. anaeroobsel teel, erinevalt aeroobsest ehk hapnikulisest hingamisest, ja osutas mõlemate protsesside seosele energia

vahetuse ja kasutamise suhtes loom- ja taimorganismide poolt.

Sada aastat tagasi kirjutas Filomafitski «Traktaadi vere ülekandest».

See kuulus füsioloog ei tegutsenud üksinda. Vellanski kateedri Peterburis päris Filomafitski kaasvõitleja ja mõtteosaline A. P. Zagorski. Nende kolmandaks seltsimeheks oli kirurgia geniaalne reformaator N. I. Pirogov. Harkovi ülikoolis tegi tähelepanuväärseid katseid talupoja poeg professor I. O. Kalenitšenko.

Nii näeme, kuidas nende ja kümnete teiste siin nimetamata, meist terve sajandiga lahutatud õpetlaste ennastsalgavate pingutustega kedrati vene teaduse arenemise katkestamatu niit, mis viib tema kõrgemaile ülemaailmseile saavutustele.

1842. aastal taotles V. A. Bassov, Filomafitski kaastöötaja Moskva ülikoolis, esimesena teaduseilmas luua püsivast mao-uurist koeral. Füsioloogia arenguloolase hinnangu järgi oli see omaette «ajastu teaduses». Sajandi lõpul viis see «kunstlik tee loomade makku» I. P. Pavlov'i suurtele avastustele seedimise alal.

K. A. Timirjazev'i karmides sõnades saksa natuurfilosoofia aadressil on kuulda kahekümnendate ja kolmekümnendate aastate salvava kriitika vastukaja füsioloogias esineva «müstilise natuurfilosoofia» suhtes: «Kui sfinks oleks rääkinud sääraseid mõistatusi, poleks Oidipus kunagi saanud kuulsaks oma vaimuteravusega.»

Elusolendist jäi tervenisti pool välja tõelisest teaduslikust uurimisest. Psüühiliste nähtuste maailma künnisel jäi looduseuurija abitult peatuma. See, kes oleks suutnud kõrvaldada selle «tabu» täpisteaduse huvides, ühendades kaheks osaks lõhestatud organismi ja tõestades kõrgema närvitegevuse ja psüühiliste nähtuste materiaalse loomuse

ja aluse, see oleks teinud ühe suurema avastuse kogu inim-mõtte ajaloos. See avastus tehti Ivan Mihhailovitš Setšenov'i poolt ja eriti veel Ivan Petrovitš Pavlov'i poolt. «Jah, ma olen rõõmus,» kirjutas Pavlov 1934. aastal, «et koos Ivan Mihhailovitšiga ja hulga oma kallite kaastöölistega oleme võitnud füsioloogilise uurimise vägevale võimule poole asemel kogu jagamatu loomse organismi. See on ter-venisti meie, tähendab vene vaieldamatu teene ülemaailm-sele teadusele, üldisele inimõtlemisele».

See oli, nagu väljendas I. P. Pavlov teisel, «tõelise ja konkreetse loodusteaduse kokkupuude elu äärmise pii-riga».

Ja samal ajal oli see vene füsioloogilise kooli sajan-deid kestnud püüdluste lõpuleviimine ja teostamine.

Setšenov, Pavlov, Timirjazev, rääkimata kümneist teis-test, kes tõid kuulsust meie teadusele XIX sajandi teisel poolel ja XX sajandil... Kuid poleks olnud Setšenov'i, Pav-lov'i ja Timirjazev'i avastusi ega nende poolt valitud töö-suunda ilma selle ideelise atmosfääriga, mis hällist peale ümbritses neid kodumaal, ilma «seesmise vabastuse imestle-tava ajastuta», nagu määratles Herzen kolmekümnendate-neljakümnendate aastate ideelist tõusu, ja ilma meie kuue-kümnendate aastate valgustusajastuta. Selleks, et tärkaks vene suur loodusteadus, oli tarvis Belinski, Herzen'i ja Tšer-nõševski suurt vene demokraatlikku mõtet. Ja veel oli tarvis, nagu nägime, kogu meie maa loodusteaduse eelkäivat aja-lugu.

Nüüd on selge, et see ajalugu läheb olulisima koostus-osana ülemaailmse teaduse ajalukku. Õigusega võime olla uhked selle üle. Kuid ainult meie nõukogude ajal ehitame ta uuesti üles tema õiges tähenduses, ja see töö pole kau-geltki veel lõpetatud. Paljude aastakümnete jooksul on vene teaduse ajalugu moonutatud ja surnuks vaikitud.

Tsaari-Venemaa juhtiv ladvik, olles suurel määral germaniseerunud või moele vastavalt «angliseerunud», pidas omavahelises läbikäimises võõrkeelt kohasemaks kui emakeelt, seadis ükskõik millise tavalise, mingisuguse «von»-prefiksiga välismaalase kõrgemale oma vene õpetlastest. Aastakümneid harrastati lõmitustraditsioone Lääne ees. Vene teadusel oli üks joon, mida ametnikest võimukandjad sihilikult ära kasutasid tema alandamiseks, — tema suurimate esindajate hämmastav ja muutumatu tagasihoidlikkus; vene õpetlased kirjutasid mitte enda, vaid teiste teenetest, isegi siis, kui nad jutustasid omist avastustest. See on niivõrd püsiv iseärasus, et teda ei saa jätta võtmata nende joonte hulka, mis iseloomustavad vene teaduse erilist rahvuslikku laadi.

Ja tsaari-Venemaa kohtles seda teadust halvasti. Teadusele kulutati ainult tühiseid summasid, võrreldes summadega, mis anti teaduse käsutusse eesrindlikes Lääne maades. Seda suurem on aga vene rahva saavutus, kes oskas sellistes tingimustes rajada kõrge teaduse.

Meie teaduse ametlikud «ajalookirjutajad» vaikisid surnuks Polzunov'i, kes ennetas Watt'i aurumasina ehitamises; suhtusid üleolevalt raadio leiutajasse Popov'isse, meie maa uhkusesse, loovutades loorberid ükskõiksel itaallasele Marconi'le; ei rääkinud midagi Jablotškov'ist ja Ladõgin'ist, kes panid elektrivalguse särama enne Edison'i lambikest; maailma ajaloos kõige tähelepandavama elava looduse ümberkujundaja Mičšurin'i töö oli tsaari-Venemaal ümbritsetud «vaikimise-vandega».

Lääne, eriti šovinistlikud saksa teaduslõolased kohtlesid väga halvaks panevalt seda, mis tuli Venemaalt. Nende korralikult ilmuvad paksud traktaadid püüdsid sisendada kogu maailmale mõtet, nagu oleks kogu inimlike teadmiste aja-

lugu Württembergi professorite ja Preisi privaatdtsentide pärisosa.

Iseäranis väljakannatamatu oli neile vene eesrindliku teaduse demokraatlik ja materialistlik iseloom. Asi läks anekdootideni, mida muuseas ei saa seletada palja juhuslikkusega. Tuntud Darmstaedter'i loodusteaduse ja tehnika käsiraamatus, mis on sõnastatud ajaloolis-teaduslikult ja koostatud ebatavalise täpsuse ja armastusega arhiivitolmu vastu, võib leida kedatahes: tühiseid magistreid, kes on kirjutanud mõnerealise sõnumi mingisuguse «teataja» lisas, imperaatoreid ja kuningaid, kes käskisid sillutada teid või ergutasid viinapruulimist, keskaegseid doktoreid, kes sajandeid on puhanud rahas ja üldiselt unustatud. Kuid asjatult otsime sealt näiteks XIX sajandi teise poole ja XX sajandi alguse ühe suurema naturalisti K. A. Timirjazev'i nime.

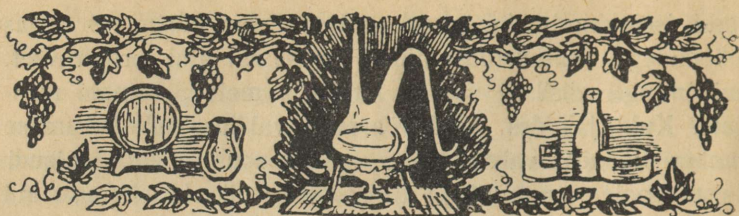
Ja säärane moonutatud, lonkav ja värdjaslik teaduse ajalugu kanti edasi õpikuisse. See ei andnud seletust teaduse tõelise arenemise ega ka selle kohta, kuidas sai võimalikuks, et vene teadus mitte kord või kaks ei avaldanud senikuulmatuid asju, mis kandusid üle kogu maailma ja tähendasid pööret kogu maailma teaduse käigus, — kuni meie päevini, mil stalinliku ajajärgu nõukogude teadus vaidlematult ja üldtunnustatult on asunud maailmas juhtivale kohale terves reas inimliku looduse tunnetamise ja looduse valitsemise tähtsamais valdkondades.

Eespool öeldu pole ainest kõrvalekaldumine. See kõik käsitleb ju elu mõistatust ja seda, kuidas inimesed teda on lahendanud.

Vene loodusteaduslik mõtlemine, tegeldes, nagu nägime, teaduse kardinaalsete ja põhiliste probleemidega elu kohta, ei astunud XIX sajandi esimesel poolel veel aktiivsesse vaid-

lusse isetekkimise küsimuse suhtes. Selles küsimuses endas oli midagi «natuurfilosoofilist» ja samal ajal primitiivset, mis mingil viisil ei võinud huvitada meie paremaid uurijaid. Kuid jälgides, kuidas arenes vaidlus selle küsimuse ümber Läänes, valmistus ka meie teadus ütleva sajandi teisel poolel oma uut ja tõsist sõna nii elu olemuse kui ka tekkimise kohta ¹.

¹ Palju väga tähelepanuväärivaid, vähe tuntud ja tähtsaid andmeid vene uurijate elukäigu ja leiutiste kohta leiab lugeja juba eespool nimetatud, uues meisterlikult kirjutatud H. S. Koštõjants'i raamatus „Ülevaade füsioloogia ajaloo kohta Venemaal“ (X. C. Коштыянци, Очерки по истории физиологии в России, изд Академии наук СССР, 1946).



Kolmas peatükk.

Kuidas Louis Pasteur lükkas ümber elu isetekkimise.

Redi, kattes liha kinni kärbeste eest, tuli järeldusele, et isetekkimine ei toimu nii lihtsalt, nagu tol ajal arvati.

Ettevõtlik prantslane Appert tegi Redi ja Spallanzani väidetest kõigepealt järelduse, et liha võib hakata töötleva tagavaraks: kui teda kuumendada tihedalt suletud nõus, ta ei rikne. Appert asutas maailma esimese konservivabriku ja rikastus ruttu. Keemik Gay-Lussac tegi selgeks, et Appert'i plekist konservikarpidest oli hapnik kadunud. Gay-Lussac surus elavhõbedaga täidetud kinnitunud nõus viinamarjad katki ja, lastes hapnikumullikese läbi elavhõbedaga, veendus eksimatult, et viinamarjamahl hakkas käärima. Nii tekkis küsimus, kas ei takista hapniku puudumine isetekkimist.

Zooloog Schwann (üks organismi rakulise ehituse teooria rajajaist) selleks, et kontrollida Gay-Lussac'i vastuväiteid, juhtis orgaanilisi aineid sisaldavasse nõudesse kuuma õhku. Schwann'i katsete tulemused olid üksteisele vasturääkivad: lihapuljong ei riknenud, kuid suhkrulahused hak-

kasid käärima. Ei saavutanud täpseid tulemusi ka Schulze, Schröder ja Dusch, kes lasksid nõusse, kus keetmise teel pidid olema hävitatud kõik elueod, õhku läbi vatikihi või väävelhappe ja olid sunnitud tunnistama, et puljongis ja õllemeskis ei toimu isetekkimist, kuid piimas ja lihas see toimub, milleks on tarvilik vaid hapniku juuresolek. Seda tuli tunnustada kolmel teadlasel vastu nende endi tahtmist, ja seda hoolimata suurest tööst, teravmeelsusest ja talendist, mis olid kulutatud selleks, et tõestada just vastupidist. Inglise füüsiku Tyndall'i katsete samasugune tulemus ja asjaolu, et tema oskus sooritada teaduslikku katset näis seisvat väljaspool kahtlust, andis Pouchet'le aluse resümee-rida väga mahukas traktaadis, mis ilmus 1859. aastal Pariisis, et isetekkimist tuleb pidada tõestatuks.

Kuid see oli vaid luigelaul. Nüüd lõppeks lavastus vana dramaatilise vaidluse viimne vaatus. Prantsuse Teaduste Akadeemia pöördus üleskutsega kogu teadusemaailma poole esitada ümberlökkamatud tõendid kas isetekkimise poolt või vastu. Teadus, mis oli juba loonud Darwin'i evolutsiooniteooria, oli tunginud loomade, taimede ja isegi mikroorganismide kehaehituse saladustesse ning oskas selektada paljusid kõige keerukamaid elulisi protsesse, see teadus pidi ju ometi lõppude lõpuks kindlasti otsustama, kas elavad olendid võivad tekkida iseenesest või mitte.

Vastuseks sellele üleskutsel avaldas 1862. aastal oma katsed Louis Pasteur (1822—1895), kes huvitatuna mõningaist veinitööstuse tehnika ja keemia küsimustest, oli just enne seda uurinud viinamarjadest pressitud mahla käärimist.

Pasteur'i katsete tulemused on üldtuntud. Ta tõestas ümberlökkamatult, et isetekkimist ei esine üheski meskis, lihapuljongis ega mädas munarebus. Kuid see kergus, millega nüüd, pärast tema katseid, ükskõik millises tehases

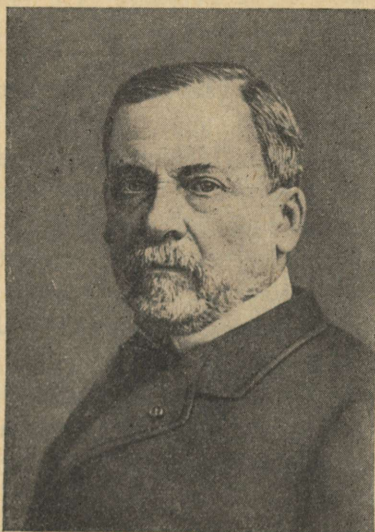
valmistatakse konserve garanteeritud säilivusega, pani unustama Pasteur'i poolt võidetud määratud raskused, tema leidlikkuse, vastupidavuse ja võrreldamatu katsetaja meisterlikkuse, mida ta üles näitas selleks, et jõuda oma järeldesteni. (Timirjazev ei nimetanud asjata Pasteur'i «eksperimentaalse meetodi geeniuuseks».) Oleme niivõrd harjunud tänapäeva desinfitseerimistehnika lihtsuse ja arusaadavusega, et meil on raske mõista, kuidas aastate vältel teadusliku avaliku arvamise kaalul võisid kõikuda Pasteur'i poolt või vastu. Pasteur'i poolt avastatud tõe selged tõendid ei pääsenud kohe kehtima ja isegi kõige eesrindlikumad liberaalselt ja materialistlikult häälestatud intelligentsi esindajad jälgisid põnevusega Pasteur'i vaidlust vastastega, lootes viimse minutini viimaste võitu.

Mida siis õieti tegi Pasteur?

Esiteks tõestas ta, et mädanemine ega ka käärimine ei toimu kunagi iseenesest, vaid nende tekitajaiks on elusolendid — seenekesed või bakterid¹. Teiseks selgitas ta, kust tuleb otsida kogu seda idude massi, mis põhjustab ainete riknemist, seda massi, mille olemasolus kahtlesid Pouchet ja kõik isetekkimise pooldajad. Neid on õhus, koos päikesekiirtes tantsisklevate tolmu-kübemete müriaadidega, loomade karvades, inimese riietes ja kehal. Siit Pasteur'i esimene järeldus: äärmine täpsus ja ettevaatus steriliseerimise katsete puhul; väiksem ettevaatamatus, ja kõik on rikutud. Nimelt olid säärastes ettevaatamatustes süüdi Schwann, Schröder, Dusch ja ka teised isetekkimiseteooria vastased.

¹ Seletades käärimise põhjusi, tegi Pasteur vea. Bakterid pole käärimise põhjusteks ja tingimusteks. Selleks on tarvis vaid erilisi valkaineid — fermente, bioloogilisi katalüsaatoreid. (Toimetus.)

Pasteur'i kinnijoodetud kolbides, mis enne olid läbi keedetud ja täidetud tulikumade torude kaudu juhitud õhuga, ei tärpanud kunagi elu. Kuid jätkus sellest, et asetada kolbi tükike vatti, millele oli enne seda kogutud eoseid õhust, ja kolvi sisu hakkas elama. Ilmselt ei seisnud asi



Joon. 10. Louis Pasteur.

«õhu rikkumises», milles Gay-Lussac süüdistas Appert'i.

Kuid võib-olla muudab õhu kuumendamine ta omadusi? Võib-olla jääb isetekkimise saladuslik võime kinni vatti, mille läbi Schröder ja Dusch juhtisid õhku?

Aga seda saab ju kontrollida. Pasteur võttis pika S-tähekujuselt väljavenitatud nokaga kolvi, keetis selle läbi ja jättis kinni jootmata. Selles kolvis riknes puljong niisama vähe kui Appert'i konservipurkides. Kuid jätkus sellest, et ära lõigata kolvi S-kujuline nokk või, veel lihtsa-

mini, kallutada kolb nii, et puljong puudutaks noka kool-
dudele asetunud tuhandeid eoseid, ja kolvis hakkas keema
tormine elu. Kuid siiski, kuidas võis uskuda, et üks hapniku-
mull — ainult üks! — tõi kaasa eoseid, mis panid elama
viinamarjamahla Gay-Lussac'i elavhõbedaga täidetud nõu-
des? Seda polegi tarvis uskuda: siin polnud tähtis hapniku-
mull, vaid elavhõbeda pealmine pind, mille Gay-Lussac oli
unustanud steriliseerimata.

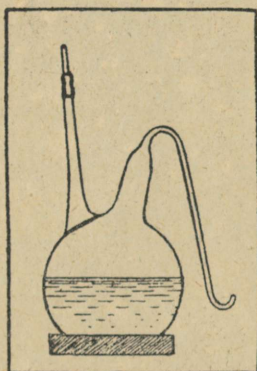
Pikkade, hoolikate ja vaevanõudvate uurimustega, mille
tähtsus sotsiaalhügieenile on hindamatu, selgitas Pas-
teur, kus ja millisel määral leidub mikroorganisme ja nende
eoseid. Neid pole mägede ja ulgumere puhtas õhus. Kuid
Pariisi õhu ühes kuupmeetris on neid $12\frac{1}{2}$ tuhat, 97 tuhat
Spree vee kuupsentimeetris allpool Berliini, $2\frac{1}{2}$ miljonit
Saksamaa pealinna roiskvee igas tilgas ja 19 miljonit
Pariisi kalmistute mulla igas grammis¹. Jääliustiku vesi
ja mägede õhk ei tekita läbikeedetud kolvis peaaegu kunagi
elu, kuid tilk vett või kuupsentimeeter elavhõbedat, mis on
seisnud linna laboratooriumis, toovad paratamatult kaasa
elu. See oli isetekkimise teooriale seda suuremaks löögiks,
et siin mitte üksnes ei lükatud ümber tema olemasolu või-
malus, vaid avastati Pasteur'i eelkäijate vigade juured, kelle
katseid peeti kõige veenvamaiks tõendeiks isetekkimise
kasuks.

Pasteur'i katsete pikas reas on huvitav veel järgmine:
ta võttis otse organismist kõige kergemini riknevaid vede-
likke, uriini ja verd. Organismis eneses pole mädanemise

¹ Puhta eluruumi õhus on harilikult vähe mikroobe. Kuid
koristamise ajal, kui tolmu üles keerutatakse, tõuseb nende arv
kuni kümnete tuhandeteni kuupmeetri kohta. Igal perenaisel tuleb
seda meeles pidada. Tolmu tuleb pühkida niiske lapiga ja koris-
tamise ajal ruume tingimata tuulutada.

ja käärimise mikroobe. Ja need vedelikud säilisid igasuguse keetmiseta ja töötlemiseta muutmatult hermeetiliselt suletud nõus.

Varsti murdis Pasteur ka oma viimase ja kõige tõsisema vastase, inglise uurija Bastian'i. Suurepärase katsetajana, omandanud oma oponendi kogu tehnika, väitis Bastian, et ikkagi on olemas üks aine, milles isetekkimine



Joon. 11. Kolvi S-kujuline nokk ei olnud kinni kaetud ega kinni joodetud, kuid kolvi läbikeedetud sisus ei tärganud kunagi elu.

nähtavasti on võimalik. See on heinaleotis. Kui seda ka keeta ja lasta sinna juurde kasvõi kolm korda läbikuumutatud õhku, ikkagi tekib selles elu. Bastian ei eksinud, kuid ta ei pööranud tähelepanu sellele, et läbikeedetud heinaleotises tekkis alati ja ainult heinabakter, mitte midagi muud. Järeldus (selle tegi Pasteur): pole tegemist mingi isetekkimisega, vaid sellega, et lihtne leotise keetmine ei tapa nimelt veel seda bakterit, tappes kõik teised. Õigemini öeldud, ellu jäävad tema paksu kestaga ümbritsetud eosed, eod, mis on «puhkava» ehk «varjatud» elu seisun-

dis. Kuid 120-kraadine kuumus surmab ka heinabakterite eosed.

Niisiis lahendas poleemika Bastian'iga isetekkimise küsimuse (tema naiivsel kujul) eitavas mõttes ning viis ka täpsemale ja üksikasjalisemale tutvumisele elu vormide ja



Joon. 12. Bakterite kolooniad Pariisi allmaaraudtee õhu proovides.

omadustega. Sellel olid vahenditud praktilised tulemused. Pasteur'i poolt ehitatud autoklaav 120°-se steriliseerimisvõimega sai iga bakterioloogilise laboratooriumi möödapääsmatuks riistaks. Katsed heinaleotiste lihtsa keetmisega panid aluse mikroorganismide puhtatele kultuuridele, s. o. nende liikide eraldamisele ja eraldi kasvatamisele, mida oli tarvis uurida. Milliste seitsmepenikoormaliste sammudega liikus bakterioloogia pärast seda edasi! Üldse on Pasteur'i tööde praktiline tähtsus hiiglaslik. Tema laboratooriumis sündis maailma kogu desinfitseerimise tehnika,

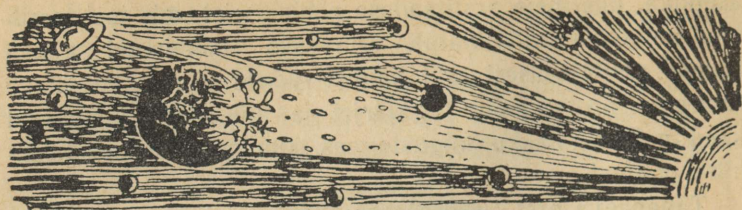
aseptika, üks meie arstiteaduse põhialuseist, mis teeb arstiteaduse enda mõõtmatus erinevaks mõõdunud sajandi alguse arstiteadusest, mil haiged võisid surra ka kõige tühisema operatsiooni tagajärjel ja mil arstid langetasid käed paljude nakkushaiguste ees, tundmata nende tekkimise põhjust.

Tänapäeva arst, asudes opereerima, desinfitseerib kõigepealt instrumendid kas neid kuumutades või neid pestes baktereid surmavais lahustes (piiritus, jood, sublimaat jne.), desinfitseerib oma käed ja haava. Nii kõrvaldatakse võimalus, et lahtisse haava võiks sattuda haigusi tekitavaid mikroobe.

Pasteur'i katseist sai alguse (Appert'i primitiivne kodukäsitöö võib jätta arvestamata) tänapäeva konservitööstus, mis varustab toiduainetega miljoneid inimesi.

Kõik see asetab Louis Pasteur'i nime XIX sajandi teaduse ja kultuuri poolt meile pärandatud suurimate nimede esirinda¹.

¹ Me ei puudutanud siin veel teisi kõige tähtsamaid Pasteur'i töid, mis ei käi otsekohe meie teema kohta. Tuletame vaid meelde, et nakkushaiguste ja neid tekitavate mikroobide täpne uurimine andis Pasteur'ile võimaluse rajada immuniteediõpetuse, s. o. õpetuse sellest, kuidas teha organism mittevastuvõtlikuks mikroobide laostavale mõjule. Pasteur'i instituudid, kus Pasteur'i poolt leiutatud marutõvevastaste süstimistega päästetakse igal aastal surmast tuhandeid inimesi, on teinud ta nime surematuks. Tema uurimustel käärimise kohta on määratu majanduslik tähtsus. Kuid Pasteur'i geenusele oli osaks antud mitte ainult üks kord mikrobioloogiat „pahupidi pöörata“. Tema oli ka see, kes avastas anaeroobid, organismid, kes ei vaja õhku, vaid kes ammendavad neile vajalikku energiat orgaaniliste ühendite lagundamise teel. Iseloomustav on veel see, et mikrobioloogia rajaja Pasteur polnud üldse bioloog. Ta oli keemik ja kristallograaf. Bakterioloogiks sai ta oma tööde protsessis.



Neljas peatükk.

Kuidas elu „kunagi ei tekkinud“.

Mida siis tõestas Pasteur? Seda, et kergelt, igal silmapilgul toimuvat isetekkimist pole olemas. Meie katseklaasides ja kolbides praegu maakeral valitsevais tingimustes me seda ei märka.

Niisugune on sisuliselt Pasteur'i katsete objektiivne tähendus. Kuid ainult vähesed taipasid tol ajal, et need järeldused ei kõigutanud materialistlikku elumõistmist, vaid ongi ainuüksi viimasest tuletatud ja omakorda kinnitavad teda.

Nende väheste hulgas oli Engels, Marx'i suur kaasvõitleja. Ta viitas sellele, et isetekkimise ideed oma olemuselt on ajaloo ja evolutsiooni vastased. Tema vaated selles küsimuses on väga tähtsad ja huvitavad. Engels puudutab kõigepealt isetekkimise pooldajate seas tavalist mõttekäiku, nagu võiksid elavate olendite lagunemisel tekkinud ained eriti kergesti «kujuneda» uuteks elavateks olenditeks. «Kuid säärane oletus,» kirjutab Engels, «käib risti vastu kaasaegse loodusteaduse seisukohale». Tegelikult toimub hoopis vastupidine. «Surnud orgaaniliste kehade lagunemisprotsessi kee-

miline analüüs tõendab, et see protsess, mida kaugemale ta läheb, loob seda rohkem surnud ja anorgaanilisele maailmale lähedasemaid aineid, mis ikka vähem kõlbavad kasutada orgaanilises maailmas, ja et sellele protsessile saab anda teine suund ning saavutada nende lagunemise produktide ärakasutamine ainult sel juhul, kui nad satuvad õigeaegselt ja selleks kõlvulikku, juba olemasolevasse organismi. Kõige tähtsam produkt, rakkude kujundamise kandja — valkaine, laguneb kõigepealt, ja seni pole õnnestunud saada teda sünteetilisel teel.

Vähe sellest. Organismid, millede ürgtekkimist orgaanilistest vedelikest käsitletakse selles uurimuses¹, kujutavad endast võrdlemisi madalaid, kuid juba tunduvalt diferentseerunud baktereid, pärmseeni jne., mis ilmutavad aga juba mitmesugustest faasidest koosnevat eluprotsessi; osaliselt on siin tegemist küllaltki arenenud elunditega varustatud infusooridega. Nad kõik on vähemalt üherakulised. Kuid... oleks mõttetu püüda seletada kas või üheainsa rakukese tekkimist otse surnud materiasst..., oleks absurdne püüda loodust sundida vähese hulga haiseva vee abil 24 tunni jooksul seda korda saatma, milleks vajas ta aastatuhandeid»².

Väärrib tähelepanu, et Engels'i hinnanguga langes ühte see hinnang, mille andis isetekkimateooriale ühel ajal Engels'iga siis veel noor vene õpetlane Timirjazev (1843—1920). «Looduse dialektikat» ta -i olnud lugenud ega võinudki 1875. aastal lugenud olla, mil 32-aastane Timirjazev kaitses oma doktori väitekirja «Taimede valguse omastamisest». Kuid väitekirjale lisas ta juurde «Teesid»,

¹ Engels nähtavasti vihjab Bastian'i traktaadile "Elu allikad", mis ilmus Londonis 1872. aastal.

² К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч., т. XIV, стр. 418—419.

milledes ta ühendas oma näiliselt kitsa ja spetsiaalse teema teaduse kõige üldisemate küsimustega elu kohta. Ja 19. «teesist» loeme: «Isetekkimise nähtuste avastamine neis tingimustes, nagu neid otsiti (Meie sõrendus. — V. S.), poleks krooninud Darwin'i teooriahoonet, nagu tavaliselt arvatakse, vaid oleks osutunud sellele isegi oluliseks takistuseks».

Et kirjutada nii viisi tol ajal, oli tarvis väga sügavalt mõista tõelise materialistliku seisukoha tähendust evolutsiooniteooria ja elu tekkimise küsimustes. Muidugi oli see vene teaduse uus sõna, ja et see on nii, ilmneb siis, kui võrrelda Timirjazev'i järelduste selgust Lääne bioloogide ja Pasteur'i enda arutlustega. Pasteur ei leidnud väljapääsu kujutletavast «ummikust», mis oli tekkinud, nagu talle näis, tema enda avastustega. Tema arvas, et elu tekkimise küsimus üldse pole lahendatav¹.

Selle aja Lääne kodanlikud bioloogid-materialistid kuulutasid, nagu juba öeldud, pealiskaudset, piiratud ja mehhanistlikku materialismi. Nad ei märganud eluliste ja isegi keemiliste protsesside määratud ja seejuures omapärast keerukust. Ja Pasteur'i võit viis nad segadusse². Kui elu ei teki surnud materias, siis... millest? Ja tõepoolest valmistusid idealistid juba triumfeerivalt vastama sellele küsimusele.

«Pasteur tõestas, et elu ei või tekkida elutust. Elava ja elutu vahel on kuristik».

Aga kuidas nii? Kust siis elu ikkagi tekkis?

¹ Selle „ummiku“ olemusest vt. raamatu eessõnast. (Toimetust.)

² Märgime ainult, et kui Pasteur'i suurimate vastaste hulgas Pouchet oli vitalist, siis Bastian oli materialist.

«Elavad olendid on loodud imekombel,» kuulutasid uuesti idealistid, nagu tehti kunagi enne Darwin'itki.

Kuid need, kes taipasid, et raudteede ja telegraafi sajan-dil muistendid loomise imest kõlavad kuidagi imelikult, valisid ettevaatlikuma «vormeli»:

«Elu on saladuslik nähtus. Ei saa midagi ütelda tema olemuse ega ka tema alguse kohta».

Need olid agnostikud, mis tähendab võrdlemisi täpses tõlkes «mitteteadjad». Nad kuulutasid agaralt, et teavad ainult seda, et nad midagi ei tea. Seejuures täitis neid mõte nende endi mõistuse armetusest ebatavalise uhkusega ja põlgusega kõigi vastu, kes oma mõistusest olid teisel arvamusel.

Kuid õpetlaste-idealiste hulgas olid veel kolmandad, kes väga hästi aru said, et agnostikud hooplevad sisuliselt mitte millegagi ja et nende «ettevaatlik» vastus pole üldse vastus. Ja need kolmandad mõtlesid välja kavala lahenduse:

«Elu polegi kunagi tekkinud. Ta on niisama vana kui maailm».

Kuid see väljamõeldis ei osutunud muuseas kaugeltki mitte uueks. Isetekkimise idealistlike teooriate seos igavese elu ideega oli püsinud juba aastatuhandeid, alates muinas-ajast ja läbides keskaegseid laboratooriume, kus valmistati «homunculus'i» maagilise «elu jõu» ehk «archeus'e» kaasabil, ja uhke markii Buffon'i elegantset salongi, kes uskus «jaotamatuid elu osakesi» ja inspireeris abti Needham'i. Varem räägiti nii: elu on igavene, seepärast tekib ta alatiselt. Nüüd hakati rääkima: elu on igavene, seepärast ei saa ta kunagi uuesti tekkida. Pärast Pasteur'i katseid võttis igavese elu idee nagu diametraalselt vastupidise kuju, kuid jäi ikka samaks. Ja see moondumine on ülimal määral õpetlik teaduslike ideede saatuste uurijale.

Igavese elu teooriate hulgas võib nende uue maski all eristada küllalt laia varjundite ulatust — müstilisest kuni mehhanistlikuni (sarnaselt sellega, nagu seda nägime isetekkimise teooriate puhul).

«Igavese elu» kõige levinuma ja kõige teadusepärasema versiooni kohaselt kandusid elavate olendite eod Maa peale teistest maailmadest ja andsid rikkalikku saaki pärast seda, kui Maa jahtus ning osutus neile külalishkeks. See teooria on tavaliselt seotud Richter'i, Helmholtz'i, lord Kelvin'i ja Arrhenius'e nimedega, kuid prantsuse autorid lisavad siia veel krahv de Montlivault' (kes avaldas oma vaated juba 1821. aastal) ja mõnede teiste nimed. Peale selle leidis juba XVIII sajandil inimesi, kes väljendasid samu mõtteid. Asi seisneb nimelt selles, et sellest teooriast kui sobivast «väljapääsust» hakkasid üheaegselt kinni paljud idealistlikult meelestatud õpetlased.

Kirjeldame siin igavese elu hüpoteesi sellel kõige rohkem läbitöötatud kujul, nagu laskis selle teaduslikult käibele kuulus rootsi füüsik ja keemik Svante Arrhenius (1859—1927) panspermia teooria nime all. Ühest maailmast kanduvad teise elavate olendite eod, mikroorganismide eosed, kes, nagu teame, on suutelised taluma igale teisele eluvormile surmavaid tingimusi. Valguse rõhk on see jõud, mis kannab eoseid edasi. Valguse rõhu olemasolu on vastuvaidlematult tõestatud suure vene füüsiku P. N. Lebedev'i (1866—1912) suurepäraste ja teravamõteliste katsete pika seeriaga käesoleva sajandi esimesel aastakümnel. Päikese valguse kiired rõhuvad Maa pinda 0,5-milligrammise raskusega ühele ruutmeetrile (Päikese enda juures on nende rõhk peaaegu 3 milligrammi ühele ruutsentimeetrile). Sellest on küllalt, et panna liikuma idusid, eoseid. Päikese kiired võivad kõige kergema vae-

vaga endaga kaasa kiskuda kübemekesi, millede läbinoot on 0,00015 (viisteistkümmed sajatuhandikku) millimeetrit, kuid paljude eoste läbimõõt on 0,0002 kuni 0,0003 millimeetrit, kusjuures on aga ka veel vähemaid eoseid. Tugev tõusev õhuvool (näiteks vulkaanilistel pursetel) võib kaasa kiskuda sääraseid kübemekesi kuni 100 kilomeetri kõrgusele. Aga elektripurged, mis on neis kõrgustes sagedased,



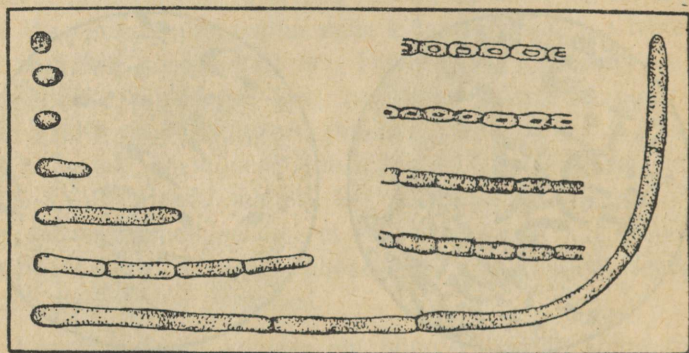
Joon. 15. Bakterite eosed.

heidavad kübemed — eosed — atmosfääri piirkonnast välja maailmaruumi.

Nii alustavad meie elavad kübemekesed oma teekonda, eemaldudes Maast ja Päikesest hiigla kiirusega. Arrhenius arvestas välja, et eos, mis lendab ära Maa pealt, läbib juba 20 päeva pärast Marsi orbiidi, 86 ööpäevaga on ta Jupiteril, 14 kuu pärast lahkub ta päikesesüsteemist ja 9000 aasta pärast jõuab ta lähimale tähele Tsentaauruse tähekogus. Elu kohanemisvõime on määratu suur. Aastasajad ja -tuhanded ei tohi meid, Arrhenius'e arvates kohutada. Terad säilitavad kümneid aastaid idanemisvõime. Seesama kehtib ka madalamate organismide idude kohta.

Planeetide-vahelise külma tingimustes, mis peatab kõik protsessid, pikenevad need tähtjad kahtlemata.

Enne Arrhenius't pidasid igavese elu pooldajad meteoroidide edasikandjaks. Nii näivsel kujul ei kannatanud «kosmozoismi» teooria (nii nimetati teda tol ajal) välja kriitikat. Meteoroidid on teatavasti taevakehade killud. Kuid on peaaegu uskumatu, et suur, elavatest organismidest



Joon. 14. Sattunud soodsasse keskkonda, hakkab bakteri eos kasvama.

asustatud planeet võiks puruneda meteoroidideks. Ükski pole näinud, et Maa «pommitaks» planeetide-vahelist ruumi. Meteoroidideks killustuvad võib-olla komeedid, võib-olla kõige väiksemate taevakehade elutud pangad (näiteks need, mis, omades ainult mõnekilomeetrist läbimõõtu, läbivad hulgakaupa maailmaruumi Marsi ja Jupiteri orbiitide vahel).

Seal pole ega võigi olla elu. Kuid kuidas isegi siis, kui seda mitte arvestada, oleks võimalik kujutleda, et meteoroidid toimetavad oma reisijad vigastamatult maakerale? Sööstes läbi atmosfääri suurema kiirusega kui kahurikuul,

läheb meteor hõõguvtuliseks. Kuid tohutus kuumuses peab hävima iga elu. Meteori sisse peitu pugeda nad ei saa. Meie juurde lendavate «taevaste kivide» koostis meenutab kõige sügavamate kihtide kivimeid. Meteoriidid on samade kivimite terveksjäänud tükid. Nende sisemus pole kunagi «avanenud» pärast seda, kui kujunes neid moodustav aine.

Tähendab, elu eod võiksid nende külge kleepuda ainult väljastpoolt, muutudes atmosfääri sisse lennates silmapilkselt tuhaks.

Kuid mõnda aega näis Arrhenius'e teooria olevat kõigutamatu. Teekond valgusekiirte peal, otsekui muinasjutus, ei ähvardanud nähtavasti reisijaid mingisuguste eriliste ebamugavustega.

Seda, et isegi absoluutsele nullile¹ lähedased temperatuurid ei ole midagi kohutavat mõnele elu madalamale vormile, juba teame. Kuid päikesekiirte oleks nagu võimalik lennata ainult Päikesest kaugemale, päikesesüsteemist välja. Kuidas siis need reisijad said lennata Maa peale? Kuid Arrhenius vastab ka sellele. Maailmaruum on täis kosmilist tolmu. Sada tonni seda tolmu laskub iga päev maakerale. Maakera «tolmub». Vähimalgi eosekesel tarvitseb ennast vaid haakida ükskõik millise, samuti mikroskoopilise, kuid temast endast suurema tolmu kübeme külge, mille läbimõõt on, ütleme näiteks, viisteist kümnetuhandikku millimeetrit, ja juba lendabki see eoseke mitte Päikesest eemale, vaid Päikese poole: tõmbejõud on niisuguste mõõtmetega kübeme jaoks suurem kui valguse rõhk. Säärane eoseke ühes oma tolmu kübemega müriaadide teiste tolmu kübemetega hulgas, tulnud kustki kosmilistest sügavustest, laskubki võib-olla Maa peale.

«Panspermist» kujutleb universumi kui Pasteur'i hiiglaslikku katset. Taevakehad on katsenõud. Nagu prantsuse

¹ Absoluutne null —273,24° C.

keemiku käes õhk nakatas elueostega iga nõu, kui neid ainult pisut avati, nii «nakatab» maailmaruum ükskõik millise planeedi.

Aga paraku! Prantsuse kõnekäändu kohaselt «Võrdlus pole tõestus» varises panspermia efektne teooria kokku füüsikute poolt avastatud faktide armutute löökide all.



Joon. 15. Põhja-Ameerikasse kukkunud meteoriit.
Ta oli 3 meetrit pikk ja kaalus üle 30 tonni.

1910. aastal näitas Becquerel, et ultravioletsed kiired, mille eest Maa on peaaegu täiesti kaitstud oma õhkkonnaga («osoonse ekraaniga», osoonikihiga, erilisel viisil muundunud hapnikuga, mis algab 30 kilomeetri kõrgusel meie pea kohal), tapavad maailmaruumis vältimatult kõik elu eod, hoolimata madalast temperatuurist, mis aeglustab kõiki keemilisi protsesse, seega ka nende kiirte tegevust. Prantsuse bioloog Edmond Perrier oli õigustatud väitma, et Becquerel'i andmed «hävitavad täielikult hüpoteesi elu tekkimisest väljaspool planeeti».

Hiljem avastati uus maailmaruumi läbiv kiirgamise liik, seejuures palju võimsam kui ultraviolett. Need on kosmilised kiired, haruldaselt lühikese lainepikkusega (veel lühemaga kui röntgenikiired), mis tekivad võib-olla neis maailmaruumi piirkonnas, kus kujunevad uued aatomid. Füüsikalaboratooriumides ja stratosfääri lendudel uuritakse neid kiiri praegu suure visadusega. Need kiired avaldavad võimsat mõju materiale. Neil taevakehadel, mida ei kaitse atmosfäär (eeskätt meteoriitidel), võib raud kosmilise kiirgamise mõjul muutuda alumiiniumiks, nikkel räniks. Mis juhtub siis veel ükskõik millise organismi ülipeene keemilise struktuuriga?

Kuid isegi sõltumatult panspermia füüsilisest võimalikkusest on see teooria ainult näilikut teaduslik, patustades tegelikult loogika põhireeglite vastu. Eriti selgesti on see näidatud Engels'i «Looduse dialektikas».

Peamiseks argumendiks tollaegseil kosmozoistidel (nagu ka hilisemal panspermistidel) oli see: vesi on alati olnud, iidsest ajast alates on olemas ka süsinikühendid. Miks ei võiks siis oletada ka nende süsinikühendite iidset päritolu, mida nimetatakse valgus?

Kuid mida me õieti mõtleme, kui räägime, et ühendid on olemas igavesti? Ainult seda, ütleb Engels, et «võrdsete segunemise, temperatuuri, rõhumise, elektrilise pinge jne. tingimuste korral nad alatiselt korduvad». See tähendab, et kui maailmas kuski olid kohased tingimused, siis tekkisidki neis maailmajagudes niisugused ühendid. «Kuid tänini,» kirjutab Engels, «pole veel kellelegi pähe tulnud kinnitada, et võttes näiteks kasvõi ainult lihtsaimad süsinikühendid CO_2 või CH_4 ¹, oleksid nad igavised selles mõttes, et nad on olemas igal ajal ja enam või vähem igal

¹ Süsihappegaas ja metaan (soogaas). (Autori märkus.)

pool, aga ei teki pidevalt elementidest ja ei lagune pidevalt uuesti samadeks elementideks»¹. Kui räägitakse igavesest elust, siis ei mõelda seda, et elu teatud tingimustes tekib ja nende tingimuste kadudes hävib (see oleks just õpetus elu anorgaanilisest päritolust), vaid mõeldakse seda, et kord loodi igavesti püsiv «elav ühend» ja et just see ühend päri-
vuslikult paljunemise teel kandub edasi igale poole, kus me praegu võime märgata elu. Kui säärane «päri-
vuslik edasi-
kandumine» on mõttetus vee, süsihappegaasi ja metaani suhtes, siis on see kahekordne mõttetus säärase püsimatu ja tujuka ühendi suhtes, nagu on valk, ja täielik absurd-
sus mikroorganismide idude suhtes, mis ei ole enam kau-
geltki lihtsad «ühendid», vaid keeruliselt ehitatud ja oma keskkonnale hästi kohandatud elavad olendid. Niisiis ei tähenda igavese elu teooria tegelikult valgu õiguste «võrd-
sustamist» teiste «ühenditega», vaid elu nähtuste mitte millegagi põhjendatud väljaeraldamist kõigi teiste meile tuntud nähtuste seast.

«Kui elav valk,» ütleb Engels, «on igavene selles mõt-
tes, nagu on igavesed teised süsinikühendid, siis ta mitte ainult ei pea pidevalt lagunema oma elementideks, nagu see tegelikult sünnibki, vaid peab ka pidevalt uuesti tekkima nendest elementidest ilma juba varem olemas-
oleva valgu kaasabit. Kuid see on diametraalselt vastu-
käiv neile resultaatidele, missuguste'e on jõudnud Lie-
big...² Valk on kõige ebapüsivam meile tuntud süsinik-
ühendeist... Ja just sellest ühendist räägitakse, et ta ole-
vat igavene, oskavat ta'uda kõiki temperatuuri ja rõhu
muutusi, toidu- ja õhupuudust maailmaruumis jne., kus-

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч., т. XIV, стр. 423.

² Tuntud saksa keemik, üks toliaegne kosmozoist. (Autori märkus.)

juures on teada, et tema poolt talutava temperatuuri ülim piir on madal, s. o. alla 100°C. Valgu olemasolu tingimused on lõpmatult keerulisemad kui ühegi teise meile tuntud ühendi olemasolu tingimused, sest siin pole meil tegemist ainult füüsiliste ja keemiliste omadustega, vaid ka toitumise ja hingamise funktsioonidega, mis nõuavad füüsilises ja keemilises mõttes teatud kindlat keskkonda. Ja just see valk pidavat olema püsinud igavesest ajast kõigi selle aja jooksul toimunud võimalike muudatuste puhul.»

«Liebig,» jätkab Engels, «valib kahest hüpoteesist... lihtsama.» Kuid see näib nii Liebig'ile. Nüüd mõistame, milline on see näilik «lihtsus». «Igavesest ajast üksteisest tekkivate elavate valgukehade lugematute katkestamatute ridade oletamine, kusjuures igasuguseis tingimustes nende vastav sortiment jääb püsima, on kõigist võimalikest oletustest kõige kaelamurdvam»¹.

Kosmozoismi ja panspermia teooria püüab, vähemalt mõne õpetlase käsitluses, maskeerida oma idealistlikku olemust ebateaduslike «keemiliste» kaalutlustega. Kuid on ka teisi igavese elu idee ilmselt idealistlikke variante. Ühe kõige iseloomustavama neist leiutas Preyer aastat viiskümmend tagasi. Tema kinnitas, et pole tarvis otsida isetekkimist, vaid, vastupidi, tuleb imestada, et on olemas surnud materia. Sest elu on primaarne ja surnud materia sekundaarne. «Kõik organismid tekivad alati teistest elavatest organismidest. Anorgaaniline ollus aga, vastupidi, on alati tekkinud ja tekib praegugi mitte ainult teisest elutust ollusest, vaid ka elavaist organismidest, kes seda eritavad surnud massi näol või kellest see järele

¹ Маркс и Энгельс, „Диалектика природы“, Соч., т. XIV, стр. 424.

jääb nende surses.» Mateeria loomulik seisukord on olla elus. Kord oligi kogu maailm elus. Kuid osa temast suri välja ja seda osa nimetame nüüd «anorgaaniliseks aineks».

Preyer mõtles omal kombel julgelt ja loogiliselt. Täevakehad — Päike, tähed ja planeedid — on või olid kunagi hõõguvas olekus. Aga mis sellest? Tähendab, elu võib võtta ka tulele kohandatud kuju. Ja Preyer kandiski need tulelapsed kreeka-ladina teadusesse uhke nimetusega «*Pyrozoa*» (tuleloomad). Kahjuks ei näidanud ta kellelegi oma «*Pürozoa*»sid». Ja sellega ongi välditud tarvidus arutada tema fantastilist «teooriat».

Preyer arvas, et tuline Maa oli üksainus elav olend ja et ta elu seisis tulise olluse liikumises. Esimesed surnud massid eraldusid jahtumise protsessis kõva koore saarekeste näol.

Sõna «elu» kaotab säärasel tõlgendamisel oma üldkohustusliku mõtte. Fantaseerida võib ju kuidastahes. Teine hilineunud natuurfilosoof, tuntud füüsik ja psühholoog Fechner, luges vastukaaluks Preyer'ile meie vana Maa ta praegusel kujul elavate kilda. Siin aga lahkume üldse juba teaduse kindlalt pinnalt ja asume müstika udusesse valdkonda. Täpsel tunnetusel pole siin enam midagi teha. Meile on tähtis ainult märkida, milliste vaadetega igasugused igavese elu teooriad on suguluses. Aga märkida seda on tähtis sellepärast, et kuigi Preyer'i ja Fechner'i järelkäijaid meie päevil vahest enam ei leidu, siis esineb panspermia pooldajaid teinekord veel nüüdki.



Viies peatükk.

Lihtsaima organismi otsinguil.

„Tunneme ainult ühtainsat teadust —
ajalooteadust“.

К. Маркс и Ф. Энгельс, *Немецкая
идеология*, Соч., т. IV, стр. 8.

Niisiis siinsamas maakeral sündis meie maine elu.
Kus? Kuidas? Milliste asjaolude mõjul omandas elutu
materie elulised omadused?

Pärast kõike seda, mis on öeldud, on selge, et neist
küsimustest ei saa mööda minna. Kerged vastused osutu-
sid võimatuks. Jäid üle rasked lahendused.

Kuidas neid leida? Nähtavasti tuleb veel lähemalt tut-
vuda selle raamatu kangelase — Eluga.

Alguses püüdsime kergete joontega kujutada elu
üldilmet Maa peal. Siis vaatlesime teda nagu väljastpoolt.
Nüüd peame vaatama teda seestpoolt.

Meie keha on ehitatud nii, et ta saab olelda. Kuid mil-
list tohutut arvu tingimusi tuleb arvestada, et väljendada
seda lihtsat lauset! See tähendab seda, et meie keha on

kaetud nahaga, mis kaitseb õrnu kudesid, mis muidu häviksid, karmide väliste mõjude eest; et kehas on lihased, närvid ja kõik tarvilikud näärmed; et elundid on paigutatud suurima otstarbekohasusega; et kondikava hoiab keha ülal, moodustades kõige täiuslikuma ja kõige paremini asetatud sõrestiku- ja hoobade-süsteemi; et veri voolab soontes ja et aju mõtleb. Ja seejuures iga sõna selles kirjelduses sisaldab peaaegu lugematu hulga füsioloogiliste «elementide» harmoonilist koostööd, milledest koosnevad meie elundid, lihased, näärmed, ergukava. Omakorda koosnevad need kõik mikroskoopilistest rakukestest.

Rakukesed! Juba nooremais klassides kuuleb õpilane neist. Kõpses arbuusis ja sibulas on nad nähtavad palja silmaga. Seal on nad mesilaste kärje taolised. Kaitsva kesta sees on rakumahl ja protoplasma tuumaga. Kõigil elavil olendeil on rakud, aga kui lõpmatult mitmekesised nad on! On välja arvestatud, et rakkude üldarv inimkehas on umbes kolmsada kakskümmend viis triljonit. Aga ühest rakust võib kirjutada paksu raamatu, kirjeldades seejuures ainult seda, mis rakus on nähtav mikroskoobis. Kuid väljaspool mikroskoobilise nähtavuse piiri, alla ühekahe kümnetuhandiku millimeetri piiri on veel uus ülipeente konstruktsioonide maailm. Lõppeks on ka selle maailma taga veel «elusa aine», protoplasma maailm, mis on kõige keerulisem oma füüsilise ehituse ja keemilise koosseisu poolest ning ikka iselaadiline, olenevalt raku osast, kus ta asetseb, koe liigist, kuhu kuulub rakk, elundist, mille konstruktsioonis see kude esineb, soost, east, kogu organismi pärilikest iseärasustest ja võib-olla isegi meie elu-olu ja töö tingimustest.

Kord voolav kui vedelik, kord sitke ja sültjas, kord tahke keha elastsust ilmutav — niisugune on keemiku poolt uuritav protoplasma.

Me näeme silmadega. Kas anname endale aga ka aru, kuivõrd hämmastav on õieti asjaolu, et meil on osutunud võimalikuks omada nägemisaparaati, tänu millele tunneme täpselt meist eemalasetsevaid ja meie külge mitte puutuvaid asju. See aparaat nagu «tegutseb kaugustesse», kujundades valgusekiirtest asjade ja nähtuste vorme kõigi nende loendamatute elavate varjunditega (millede jäljendamiseks on jõuetu isegi fotoplaat).

Me hingame ja ei mõtle hoopiski sellele, et me iga silmapilk toimetame kõige keerukamat ainete ja energia vahetamist meid ümbritseva maailmaga.

Meie süda tuksub, ja just see lihas (oma täpsete reguleerivate mehhanismidega) on ehitatud nii, et ta millalgi puhkamata ei tunne väsimust kogu meie eluaja jooksul¹.

Me astume pimedasse tuppa, ja silmaava laieneb, läheb pärani lahti, et sisse lasta maksimumi valgusekiiri, ja harjudes hakkame nägema poolpimedas.

Kümned imestletavamad seadeldised kui inimtehnikaleiutised valvavad selle järele, et meie keha temperatuur ei kalduks kõrvale temale määratud normist.

Me sööme, ja need tõeliselt imelikud muundumised, mis sünnivad toiduga, alates suust ja lõpetades kuski meie keha sisemuses (rakusisese) seedimisega, on kütkestavamad igast imemuinasjutust; neist võtavad osa miljonid «tegelased» — nii organid tervikuna kui ka keemilised ained ja mitmesuguste kudede armeed. Soole limaskestal iga ruutsentimeetril on umbes kolm tuhat hattu. Igaüks

¹ See on vaid väline mulje. Südame koe tundmaõppimine on näidanud südames omapäraste puhkefaaside olemasolu, mis vastavad minetatud elementide regeneratsiooni reaktsioonidele niisuguste pingutusprotsesside puhul, millede väline avaldumine on meie poolt tajutav kui vahenditu tegevus. (Toimetus.)

neist on kaetud umbes kolme tuhande rakukesega. Ja igal rakukesel on tubli sada imemiskanalikest.

Aga kaitseseadeldised! Ripsmete eesriie varjab õrna elundit — silma. Midagi vilksatab mööda — hädaoht silmale, ja lihased-tunnimehed tõmbavad ette teise eesriide



Joon. 16. Maailm meie sees.
Mao limanaha sooned.

— silmalau. «Silmapilk» — kas see pole saanud kiiruse mõisteks?

Meie elame bakterite müriaadide keskel. Surnud keha, mille kallale nad on asunud, hävib ja laguneb lühima ajaga koostuosadeks. Ja tõesti, mis on vähem püsiv kui tükk liha? On tarvis erilisi keemilisi võtteid, konserveerivaid lahuseid ja hermeetiliselt suletavaid nõusid, et teda kasvõi ligikaudu säilitada. Aga meie? Meie elav keha, mõnikümmend kilogrammi liha, püsib kahjustamatult aastakümneid temale nagu sugugi mitte kohases, «toores» ümbruses, avatult kõikide kuumuse, külma, kuivuse,

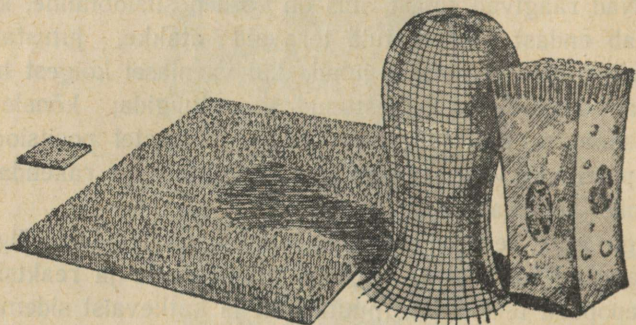
vihma ja vaenlaste karjadest täidetud õhu vahetustele. Kuidas see saavutatakse? Füsioloogid teavad palju rääkida meie elavat olendit kaitsvaist kindlustuste võõnditest, alates nahkkattest ja lõpetades sisemiste «retikulo-endoteeli-aalse süsteemi» kaitsevallidega ning «hemato-entsefaliitse barjääriga», mis kaitseb mikrooskoopiliste hordide sissetungimise eest organismi «pühimaist pühimat» — meie aju. Nad räägivad sõjast, mis on kord positsiooniline, kord kujutab endast nähtamatuid teravaid atakke, jutustavad jõudude mobiliseerimisest juhul, kui vaenlasel kõigest hoolimata peaks olema õnnestunud sisse tungida; kõnelevad garnisonidest, kes ootavad vaenlast viimastel positsioonidel, püstitades barrikaade igas rakukeses ja rakendades keemilisi tõrjevahendeid...

Aga aju? Seni ei ole ükski suutnud detailideni jälgida lõpmatuseni sügavat ja keerulist muudatuste ja reaktsioonide epopöad tekkivaist, muutuvaist ja katkevaist sidemeist aju mõtlemise ajal.

Andes endale aru kogu sellest lõpmatust ja peadpöörivast komplitseeritusest, mis toimub meie kehas meie elades, kujutledes loendamatu imeväärsete ja otstarbekohaste reaktsioonide hulka, mille pidev kombinatsioon ainult teebki meie elu võimalikuks, mõistame, miks Charles Darwin, kõige tagasihoidlikum õpetlastest, nimetas oma avastust, evolutsiooniteooriat, «saladuste saladuse» lahenduseks. Sest see teooria võimaldas esimesena inim mõistusele mitte taganeda abituses elu kõrgemate vormide nähtuste «imede» ees ja avas võimaluse seletada neid vorme ajalooliselt. Ta tõestas, et kõik nende ülikeerulised iseärasused ei langenud seletamatul kombel Maa peale valmis kujul, nagu kreeka müüdis väljus jumalanna Pallas-Athene Zeus'i peast, piik ja mõök käes, vaid arenesid järk-järgult lihtsamaist ja vähem imestama

panevaist vormidest, ja meie võime jälgida selle arenemise üksikuid etappe.

Evolutsiooniteooria tõrjus kõrvale küsimuse elu kõrgemate nähtuste imetaolisest iseloomust. Sellesse mõttese tuleb süveneda, et mõista, millisel määral edutas Darwin inimlikku mõtlemist. Rääkides elu tekkimisest, pole



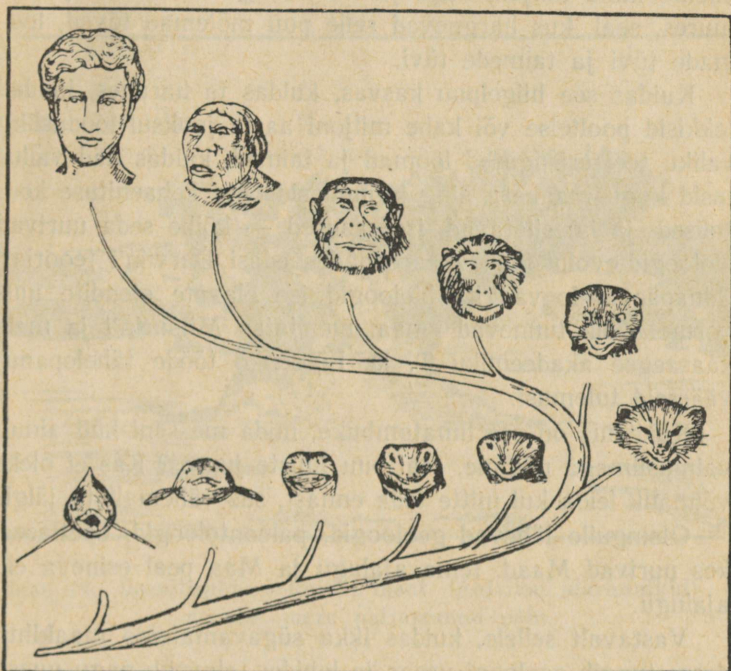
Joon. 17. Maailm meie sees.

Soolestiku limaskesta ühel ruutsentimeetril (vasakul) on 3000 soolehattu (eelmise kõrval). Sellest paremal on üks soolehatt. Ta on varustatud kolme tuhande rakuga. Veel paremal — üks sarnane rakk. Tal on sada imendustorukest. Täheandab, soolestiku limaskesta igal ruutsentimeetril on ligi miljard sarnast torukest.

meil enam tarvis mõistatada neid nähtusi endid: meil on tarvis ainult välja selgitada, kuidas tekkisid kõigi elavate olendite ürgesivanemate lihtsaimad elulised omadused. Sellega nähtavasti oleks seletatudki kogu elu tekkimine.

Võime lasta vaimusilma eest mööda libiseda kõik need lülid, mis seovad inimest elu ürgvanematega. Pikkade inim-põlvkondade aheliku lõpus näeme väljasurnud ahvi, meie esi-isa. Teame, et see pisut šimpansile sarnanev ahv on

arenenud madalamaist, vähema kehaga ja pikasabalistest ahvidest. Kuid kust tulid need viimased? Jätkame oma mõtelist laskumist aegade sügavikku. Kõige madalamal seisvate ahvide järel näeme olendeid, kes sarnlevad lemuu-



Joon. 18. Kujutluses võime oma silmade eest lasta mööda minna elavate olendite rea, kes ühendavad inimest tema kaugete esivanematega.

ridele (poolahvidele). Siis kartlikke putukasööjaile sarnlevaid ööloomi (kellede hulka praegu näiteks kuuluvad karihiired). Veel edasi — väikesi olendeid poolimetajaid-poolroomajaid; nende järel külma verega sisalikke; samuti

salamandritaolisi olendeid, kes alustavad oma elu vees; kalataolisi vee-elanikke vaevalt luustunud selgrooga... Ja lõppeks geoloogia ajaloo koidikul on elusa aine limatombuke, elava maailma ühine esi-isa. Seda tombukest näeme kahe miljoni oksa ja oksakesega «elupuu» juurte juures, seal, kus hargnevad selle puu mõlemad tüved, loomade tüvi ja taimede tüvi.

Kuidas see hiigelpuu kasvas, kuidas ta harunes, kuidas tekkisid poolteise või kahe miljoni aasta jooksul loodusliku valiku teel erisugused loomad ja taimed, kuidas nad vallutasid kogu maakera ning kujundasid oma kehaehituse keerulised ja imestletavad iseärasused — kõike seda uurivad bioloogid-evolutsionistid, arendades edasi Darwin'i teooriat. Tänapäeval loovad ka bioloogid ise elavate olendite uusi vorme. Kõik tunnevad «maa uuendaja» Mitšurin'i ja meie kaasaegse akadeemiku T. D. Lõssenko tööde tähelepanuväärseid tulemusi.

Kuid mis on see limatombuke, mida me seni küll ainult vaimusilmaga nägime, seal puu juurte juures? Kas ei oleks võimalik leida kui mitte teda ennast, siis vähemalt ta jälgi?

Otsinguile lähevad geoloogid, paleontoloogid, õpetlased, kes uurivad Maad, tema ajalugu ja Maa peal esineva elu ajalugu.

Vastavalt sellele, kuidas ikka sügavamatesse maakihtidesse tungib geoloogi vasar ja labidas, elavneb nagu uuesti meie ees kogu elava maailma ajalugu, joostes ainult tagurpidi, lõpust alguse poole — otsekui vändataks kinolinti tagurpidi. Näeme oma silmaga Darwin'i teooria poolt joonistatud geneaaloolulist elupuud.

Siin on ladestud, milledes pole jäänuseid inimesest ega jälgi tema tegevusest. See on tertsiarajastu. Uhkete metsade lopsakas toredus, palmid Euroopas, magnooliad Spitzbergenil. Lindude ja loomade riik. Kuid sügavamale, süga-

vamale... Mesozoiline aegkond — maakera ajaloo «kesk-aeg». Palmid sirguvad veel, kuid lilli peaaegu polegi enam. Õhk, vesi ja maismaa on vallutatud külmavereliste roomajate poolt; hiiglaslikud dinosaurused, lendavad draakonid-pterodaktülused, kalasisalikud — ihtüosaurused, kala-



Joon. 19. Korallirahnud kuival maal (Aafrika idarannikul) — muistse mere paljastunud põhi.

maod — mosasaurused. Ja kartlik hüiretaoline pisiolend lip-samas kolosside jalgade vahel, — kes oleks võinud temas ära tunda tulevaste Maa võitjate — imetajate — esi-isa?

Kuid ei ole enam ka sisalikke. Väljasurnud hiigelosjade metsad soisel pinnal. Vaikuses kostab veesulinat ja vee-pinnale ilmub koletisliku konna, salamandri pea.

«Aja masin», geoloogid labidas viib meid veel kauge-male. Maismaa on tühi. Ei ainsatki rohukört. Mitte ühtki

jälge. Kõikjal punakas kõrb. Ainult meres keeb elu. Väänlevad polüüptide katsesarved, kubisevad ussid, askeldavad osavad koorikloomad (vähjad), välguvad haide uimed. Ja kalda ääres kergitavad mudapilvi imelikud kalataolised kilbiga kaetud olendid.

Varsti pole ka neid enam. Leiame veel ainult imetillukeste limuliste (kodade ja karpide) jäänuseid, vetikate jälgi ja meduuside jäljendeid. Muuseas on see elu omal viisil küllalt arenenud ja mitmekesine. Selle jäänuste all on aga juba hoopis surnud ja tummad ladestud. Nii ei saagi geoloogid kätte «kõige lihtsamaid esi-isisid». Muidugi on asjata loota neid leida. Millise jälje võis jätta läbipaistva aine mikroskoopiline tilk, mis hukkus poolteist või kaks miljar-dit aastat tagasi!

Tähendab, meie ühiste esivanemate vahendituid jäänuseid me uurida ei saa. Kuid meil on veel üks võimalus: on tarvis leida kõige lihtsamaid tänapäeval elavate organismide seast. Elu olemasolu ja arenemise aastamiljonite kestel on muutunud kõik elavad olendid, kuid mitte kõik ühteviisi. Ühed on kogu oma ehituses läinud väga kaugele lihtsaist esivanemaist, teised aga on säilitanud paljud nende jooned.

Genealoogiline elupuu on kasvanud miljoneid aastaid. Ta on ajaga koos arenenud. Kuid ta hiiglaslik vari on nagu laskunud ruumi — ta on märgistatud praeguse Elu maa kaardil.

Ja meil tuleb selle kaardiga varustatult uuesti otsima minna.

Otsima ei hakka me hea õnne peale, sest paljud tähised ja tuletornid aitavad meid. Isegi inimese enda kehas leidub märke, mis aitavad meid valida õige tee.

On olemas nn. biogeneetiline põhiseadus, mille kohaselt on t o g e n e e s (individuaalne areng) kordab mõningaid

fülogeneesi (selle arengu teekond, mille läbisid teatava organismi eelkäijad) tähtsaid etappe.

Inimene kasvab üles mikrokoopilisest muna-rakust, mis väliselt sarnleb palju rohkem üherakulise olendiga kui täiskasvanud inimesega. Kolme-nelja-nädalasel inimese lootel ilmuvad lõpuspilude alged. Kunagi olid need tõelised lõpused meie muistsel kala-taolisel esi-isal. Selge saba-jupike meenutab meie pikasabalisi esivanemaid. Sündimata lapse kogu keha kattev lootevill on päritud karvastelt metsaelanikelt, kes hulkusid meie Maal, kui siin polnud veel inim-sugu.

Meie keha nagu kuu-luks tervenisti meile. Mõte, nagu peaksime oma keha kellegagi jagama, näiks meile suurima mõttetuse-na. Kuid mõned selle keha osad omavad iseseisvat eluvõimet, mis sarnleb madalamate loomade ole-masoluga. Leukotsüüdid, valged verelibled liiguvad, toituvad ja paljunevad niisamuti, nagu liigub, toitub ja palju-neb ojade ja soode vees nende nähtamatu elanikkond.



Joon. 20. „Lubjalilled“, mis kasvavad merepõhjas. Tegelikult on nad võrdle-misi kõrgele arenenud okas-nahksed loomad — kiskjad merililiad.

Surnu küüned ja juuksed kasvavad seni, kuni ei katke nende rakkude toitmine. Terved kehaosad ja elundid, nagu sõrmed ja süda, jätkavad päevade ja nädalate kaupa oma iseseisvat elu teadlaste laboratooriumes, vaatamata sellele, et nende soontes ei voola enam veri, vaid klaas- ja kummitorudest antav kunstlik toitev vedelik.

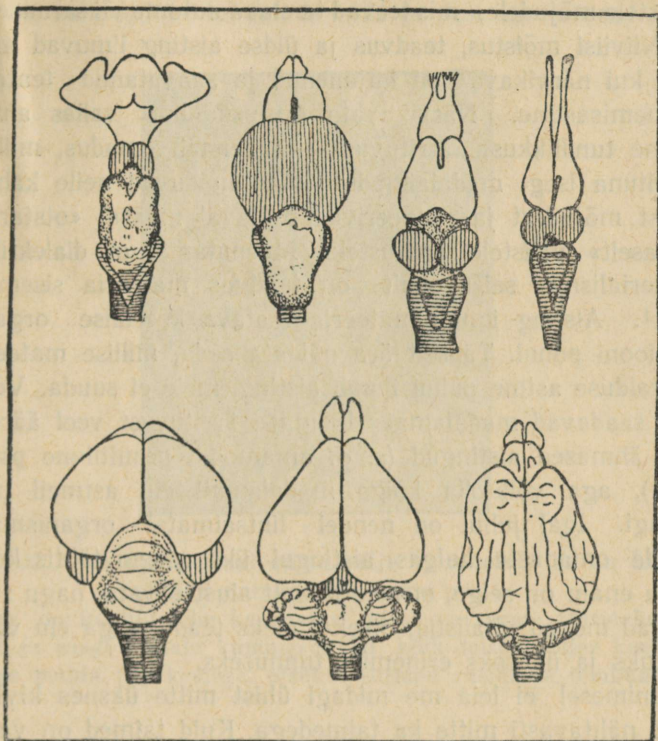
Niisiis mitte ainult meie keha arenemise ajaloos, vaid ka kehas endas leiame hulga sillakesi, mis ühendavad teda elu kõige madalamate ja lihtsamate vormidega.

Muidugi on inimese kui terviku erinevused elutu maateeriaga võrreldes määratu suured. Inimene evib aistintegid, teadvuse, mõtlemise ja kõnelemise võimet. Ta orienteerub ümbritsevas keskkonnas, saab aru maailma korraldusest, mitte ainult kohanedes temaga, vaid kohandades ka teda endale, teda niiviisi ümber korraldades, et kindlustada endale paremaid olemasolu tingimusi. Veider oleks omistada kõiki neid omadusi ka kivile. Inimese ja kivi vahel on tõepoolest «kuristik». Kuid see kuristik muutub seda madalamaks, mida madalamate elu vormide juurde me laskume.

«Inimene mõtleb aju abil» — nii formuleerib V. I. Lenin oma raamatus «Materialism ja empiriokrititsism» materialistliku psühholoogia lähtelauset. Inimese kõrgesti arenenud psüühiline tegevus on seoses inimese aju keerulisima ehitusega, mille taolist pole ühelgi elaval olendil. Kui asuda inimese juurest loomade juurde, kelle aju on väiksem ja ehituselt lihtsam kui inimese oma, siis veendume, et neil pole paljusid inimese psühholoogilisi omadusi, ja need, mis neil ongi, avalduvad palju nõrgemini.

Maailma enam-vähem seotud tajumine kaob tõenäoliselt koos suuraju poolkerade koore kadumisega. Kõnn ei saa seda tajuda, et seisma jäänud kärbes on seesama, kelle peale ta nüüdsama jahti pidas, siis kui kärbes veel

edasi liikus. Kärbsel tarvitseb vaid seisma jääda, ja konn, kes juba valmistus hüppele, ei märka teda enam. Kala,



Joon. 21. Psüühilised võimed arenevad koos peaaju poolkerade arenemisega.

Ülemises reas (vasakult paremale) hai, lõhe, konna ja reptiili, alumises reas — tuvi, küüliku ja koera peaaju ülaltvaade.

sattunud hoopis lihtsa ehitusega noota, ei taipa kuidagi leida sealt väljapääsu. Tuvi, kellelt on eemaldatud suuraju poolkerad, langeb otsekohe kala arenemisastmele ja veelgi

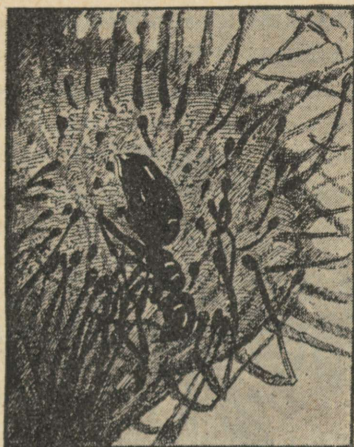
madalamale. Tema psüühilisest tegevusest oleksid nagu järsku eraldatud kõik keerulisemad elemendid ja järele jäänud ainult napp kogum lihtsaid reflekse, vastuseid välistele mõjudele, mis teevad ta elava automaadi sarnaseks.

Niiviisi mõistus, teadvus ja üldse aisting ilmuvad alles siis, kui närvikava on kujunenud ja saavutanud teatava arenemisastme. Närvikavata on psüühika vallas ainult üldine tundlikkus, ärrituvus — tähendab omadus, millest tingituna isegi madalaimad loomad hoiduvad neile kahjulikest mõjudest ja reageerivad teataval määral «otstarbekohaselt» välistele ärritustele. Meenutame, et dialektilise materialismi seisukohalt on teadvus mateeria sisemine olek¹. Aisting ilmub mateeria teatava keerulise organisatsiooni puhul. Täpselt ära näidata seda, millise mateeria korralduse astme puhul ilmub aisting, meie ei suuda. Võib-olla saadavad madalamate loomade ärrituvust veel äärmiselt ähmased aistingud (s. o. omamoodi primitiivne psüühika), aga võib-olla kõige madalamail elu astmeil pole sedagi. Igal juhul on nendel lihtsaimatel organismidel nende omaduste hulgas aistingul üks vähem tähtis koht. Seda enam on selge, et pole mingit alust arvata, nagu seda teevad mõned vitalistid, otsekui oleks teadvus iga elu vältimatuks ja üldiseks erinemise tunnuseks.

Inimesel ei leia me midagi ühist mitte üksnes kiviga, vaid nähtavasti mitte ka taimedega. Kuid taimed on vallutanud väga suure osa Elu maast. Genealoogilise elupuu taimeriiigi «tüvi» ei jää Maa peal oma tähtsuselt alla loomariiigi «tüvest», ennem ületab viimase. Kuid omistada taimedele aistinguid oleks pöörasus. Me kõik teame, et tai-

¹V. I. Lenin, Materialism ja empiriokrititsism, RK „Poliitiline Kirjandus“, Tallinn, 1946. Vt. selle kohta I ptk., 5. art. („Kas inimene mõtleb aju abil?“).

med on elavad olendid, kuid enamus meist saaks vaevalt hakkama vastusega küsimusele: mis on siis taimedes elavat? Nad pole võimelised ühekski nähtavaks liigutuseks, nad on vaikivad ja tundetud; mille poolest sarnanevad tai-



Joon. 22. See sipelgas siit enam välja ei rabele! Ta on kinni püütud putukasööja taime poolt.

Ohver on kantud lehe keskpaika äärel asetsevate ripsmekeste poolt ja saagi kallale kummarduvad kõik teised, olles kaetud liimise mahla tilgakestega, otsekui sõrmed rusikasse tõmbunult.

med näiteks meie koduloomadega või isegi lehtedel ja rohekõrtel elunevate röövikutega?

Tõepoolest, mingisugune põllulilleke ja inimene on äärmised lülid kahes diametraalselt vastupidi suunatud rivis. Näib nii, et definitsioon, mis püüab neid ühendada ühte mõistesse, jääb sõnade mänguks. Ja siiski kui tähelepanelikult vaadelda taimede ehitust ja arenemist ning nende tekkimist maakeral, siis näeme, et nad on välja arenenud

samadest algelementidest kui loomadki. Ainult siirdudes inimese juurest ta eelkäijate juurde, siirdume tavalise elu mõiste juurest ebatavalisema juurde. Kuid taimede «surnud» kesta all tuleb meil vastupidi avastada just tavalisemaid eluvorme.

Märgatavaid liigutusi tegevad taimed on erandid (häbelik mimoos, röövtaimed — kärbsepüünis ja huulhein; elav



Joon. 25. India põõsas *Desmodium*, mida nimetatakse „telegraafitaimeks“.

Ta külgmised lehed hakkavad teatava temperatuuri puhul tegema korrapäraseid keerlemisliigutusi.

telegraaf — india põõsastaim *Desmodium*, mis pidevalt liigutab oma lehekesi). Kuid botaanikud ja kõik tähelepanelikud looduseuurijad teavad, et taimed teevad siiski aeglasi, sageli rütmilisi ja täpseid liigutusi (lil'ede pöördumine päikese poole, taimede «uni», kõitraagude haaravad liigutused, kasvavate varte spiraalsed liigutused). Kui võtta kinolindile kaks korda ööpäeva jooksul meid ümbritsev taimede maailm ja seejärel,

kui on kogunenud juba küllaldaselt materjali, see läbi vändata (kiirendades mitmekordselt aja kulgu), siis näeksime ekraanil tundmatut, ebatavalist ja fantastilist maailma. Me näeksime hiiglaste tõugu kerkimas tillukestest seemnetest, kus nad olid peitunud, otsekui džin muinasjutus «Tuhat üks ööd», näeksime neid vehkimas kolossaalsete okstega ja ägedasti võitlemas üksteisega ruumi ja päikesevalguse pärast; või näeksime neid hoogsalt köitraäge-lassosid vibutamasa, et tuge leides sellesse klammerduda surmava haardega, seda silmusesse suruda ja ussi osavusega seda mööda üles ronida. Me näeksime selle maailma ähvardavat, õudset jõudu, kavalalt seatud meelitisi ja püüniseid, lillede ammuli õieneelusid, täis ilu ja lõhnu, kus keerduvad ja ringlevad emakakaelad ning tolmukate niidid tiivulisi külalisi varitsedes; näeksime miljoneist väänlevaist juurtest ülesküntud maapinda; graniitkäljusid, mis purunevad kui pähkliid, ja järvi, mis meie silmade all tühjaks juuakse.

Kui aga võiksimme vaadata sellele maailmale veel harve-mini, kord viie või kümne aasta tagant, haarates pilguga suuremaid alasid ja hiljem liita hulga sääraseid üksikuid «vaateid-stseene», siis näeksime metsi steppidele tormi jooksmas, kuuskede armeesid kaskede rügemente hävitamas, puu- ja rohttaimede hüppeid kümnete ja sadade kilomeetrite taha, vallutades kohti, kus neid varem kunagi pole olnud.

Kuid tähtsate vaatluste tegemiseks on ka lihtsam tees suurendada meie silma teravust. Varustatud suurendusklaasi ja mikroskoobiga, avastame ka taimede kehas «sillakesi», mis ühendavad teda lihtsamate vormidega, elu üldiste allikatega, samal viisil, nagu nägime seda inimese kehas. Iga taim (nagu iga loomgi) koosneb mikroskoobi abil, vahest harva ka palja silmaga nähtavaist rakkudest, milledes leiduv sitke, poolvedel või vedel mahl (protoplasma) — seni

kui taimes püsib elu — alati liigub, hingab ja täidab kõiki neid toiminguid, mis loomsete rakkude protoplasmagi. Sõnajalgade isassugurakkudel, just niisama nagu loomadelgi, on liikuvad viburid ja nad ujuvad vedelikus kiiresti. Me ei imesta, et taimede kõige lihtsamad hõimlased, mikroobid, kes koosnevad ainult ühest rakust ja kes põhjustavad mädanemist ja nakkushaigusi, ei meenuta sageli millegagi rohttaimi ega puid. Mikroskoobis on näha väikesi olendeid, kes sibavad igas suunas. Suurel määral on see ainult maitseasi, kelleks pidada kõiki mikroobide klasse, kas kõige lihtsamaiks taimedeks või kõige lihtsamaiks loomadeks. Siin lähenemise kahest vastassuunast sellesse kohta, kus elava maailma mõlemad pearead sulavad üksteisega kokku.

On selge, et siit tulebki otsida lihtsaimat elus olendit. See ülesanne pole siiski veel kerge. Mikroorganismide riik on asustatud ülikalikul, tema elanikel on ammendamatu võime kohaneda kõigi mõeldavate tingimustega. Carl Linné, kes juba XVIII sajandil liigitas kõik loomad ja taimed, rajas seega süstemaatika kui teaduse, oli võimetu tooma sellesse nähtamatusse maailma selgust. Kõigi mikrokoopiliste olendite hulkade jaoks, kes mahuvad elama ainsasse veetilka, avas ta oma klassifikatsioonis ühe ühise osa pealkirjaga «kaos».

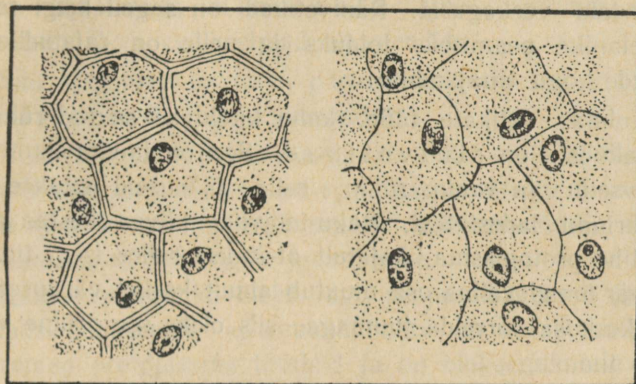
Seal on vähemaid kui kümnetuhandiku-millimeetrise läbimõõduga kääbuseid ja suhteliselt suuri limaseente (mükso-mütseetide) tompe, läbimõõduga mitu sentimeetrit ja isegi detsimeetreid.

Laskudes sellesse maailma taimede «tüve» mööda, satume kõigepealt madalamate vetikate labürinti.

Smaragdohelist kruvivetikat (*Spirogyra*) tunneb iga koolipoiss; see on armastatuim demonstreerimisobjekt

botaanikatundides. Saada on teda väga kerge: on ta ju tiikide roheline muda peamine mass.

Kruvivetika niit koosneb täiesti ühesuguste prismaliste rakkude pikast reast. Nad jagunevad öösiti. Mõnikord hakkab kogu niit pikkamisi vees painduma ja edasi nihkuma;



Joon. 24. Vasakul taimne, paremal loomne kude.

kaks niiti asetuvad kõrvuti, nende rakud ühinevad sillakeste-puhetistega, ja algab sugutamisprotsess — kahe kruvivetika rakud rändavad teineteisesse.

Vetikatest, kruvivetika sugulastest, moodustavad ühed rohelisi salgukesi jõeketes, teised täidavad veeloike roheliste sogapilvekestega. Vesi «hakkab õitsema» ja muutub püdelaks. Mikroskoobis on näha tuhandeid väikesi kehakesi, kes puurivad vett kahe kiiresti liikuva viburiga. Need on üherakulised k l a m i i d o m o n a a d i d. Üherakuliste p l e u r o k o k k i d e massid katavad kleepuva rohelist kihina puude koort.

Kuid tähtsusetult ja loomult jäävad kõik üherakulised

rohevetikad kaugele maha ränivetikaist (*Diatomeae*). Viimaste jäänused möödunud geoloogilistest ajastutest moodustavad terveid ladestuid: see on diatomiit. Kujult kummaliste (mikroskoopiliste tähekeste, «laevukeste» ja väljavenitatud ellipsite taolised) diatomeede hulga kivistunud kõvade kestadega täidavad meresid ja magedaid veekogusid. Ränivetikad on sageli kõigi teiste vee-elanike peamiseks toiduks ja neile on rajatud veekogude kogu «majandus».

Kolmas vetikate tüüp, kuhu kuuluvad suured rühmad üherakulisi, on sinivetikad. See on huvitavaim, primitiivseim ja vanim rühm, selle jäänuseid leitakse eelkambriumi ladestutest. Raku-indiviidi kõvas kestas asetseb tihe protoplasma. Asjatult otsitakse selles isegi tuuma. Ta värvunud väline osa muutub ainult keskel värvusetuks. Kui keskosa võrrelda tuumaga, siis oleks see eriline «lah-tine» tuum.

Paljunemine toimub lihtsa jagunemise teel.

Ja siiski, kas tohime oletada, et sinivetikate hulgast võib leida organismi, mis on kõige paremini säilitanud elusa maailma ühise ürgisa omadused?

Vaatamata oma imestletavale lihtsusele või lihtsustatusele on sinivetikad (nagu ka ränivetikad ja rohevetikad) siiski juba ette määranud oma elutee. Nad kuuluvad ilmselt taimede maailma. Nende mitmerakulised niitjad esindajad, meil laialt levinud *Nostoc* (pilvvetikas) ja *Oscillatoria*, on kahtlemata vetikad. Kõvad taimekestad, taimele omane ainevahetus ja leheroheline (klorofüll), mis on ühine kõigil rohelistel taimedel ja avab võimaluse keeruliseks ning hämmastavaks fotosünteesi protsessiks, — need võimaldavad taimel valmistada oma keha aineid otse anorgaanilistest ainetest. Kõik need eemaldavad ka sinivetikad

«ühistest juurtest», omistab neile omamoodi kõrgema ja «oma tee valinud» kohanemisjooned.

Tähendab, tuleb jätkata otsinguid. Tarvis otsida selles elava looduse kolmandas riigis, mille paljud õigesti eraldavad taimede ja loomade riigist. Haeckel soovitas seda nimetada protistide riigiks; teised märgivad teda üldise nimetusega mikroobid (mis tähendab sõnasõnaliselt «väikseimad elusolendid»).

Siia arvatakse bakterid, pärmseened, algloomad ja filtreeruvad viirused (bakteriofaagidega).

Veel liituvad siia limaseened ehk müksomütseedid, mille suhtes teoreetikud vaidlevad, kas arvata neid botaanikasse (kui seente tugevasti muutunud hõimlasi) või, vastupidi, anda nad zooloogide korraldusse.

Kuidas sellega ka oleks, aga peopesa-suurused ja suuremadki limaseente «plasmoodiumid» on maailmas kõige suuremad protoplasma tombud ja on biokeemikutele palju kaasa aidanud «elusa aine» uurimisel. Hägusvõrkjad ja kleepuvad, hulga tuumadega, roomavad need plasmoodiumid nagu amööbid-hiiglased mööda pehastunud kände ja nahavabrikuisse veetud puukoori. Kuid müksomütseedid ei esine aga alati plasmoodiumide kujul. Nad kuivavad ja nende asemel on kuskil kännu küljes pirnikujulised tihedad kotikesed, eoseid pungil täis. Eosed idanevad vees, neist arenevad zoosporid («eosed-loomad»), igaihel viburikesed. Hiljem tõmbuvad viburikesed sisse ja pärast korduvaid jagunemisi saavad neist väikesed amööbid. Edasi tuleb amööbidel sooritada sugutamisprotsess kahekaupa liitumise teel. Ja siis sulab ühte juba hulk amööbe ja nad moodustavad plasmoodiumi. See tee on liialt keeruline selleks, et tunnustada limaseeni selleks lihtsaimaks organismitiks, mida me otsime.

Kordame veel: kui küsimuse all on protistid, siis võib ainult tingimisi rääkida nende loomsest või taimsest loomusest. Kõige lihtsam on lugu pärmseentega. Võrdlemisi suured rakud, inimesele väga tähtsad pärmseened, samuti veel suuremad, hästi nähtavad, peenkaunid, niidi otsas oleva nupukesega, mis kõik moodustavad hallikassinise hallitusvine, liituvad selgesti taime «tüvega».

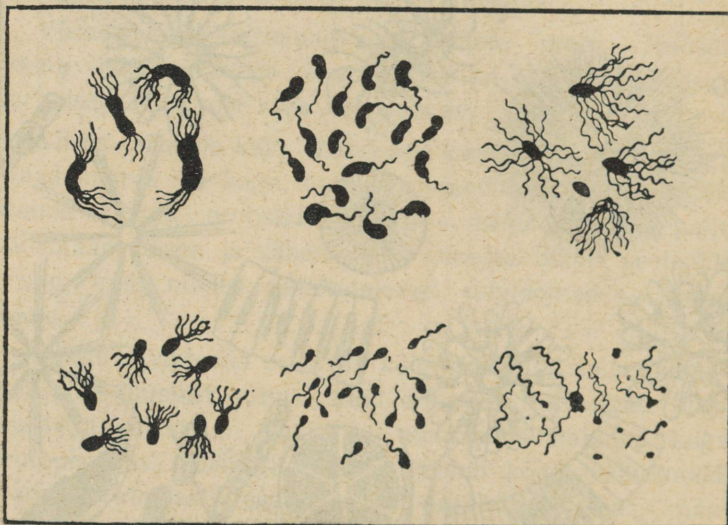
Viirustest bakteriofaagidega võime praegu mööda minna vaikides, nende keha (kui see on keha) on otsesele uurimisele ikka veel vähe kättesaadav.

Niiis jääb üle kaks ebavõrdset gruppi: hiiglaslik, kogu Maad haarav ja kogu looduse majandusele eriliselt tähtis «taime tüüpi» protistide grupp — bakterid, ning palju vähemaarvulisem ja vähem tähtis «looma tüüpi» protistide grupp, mida niiviisi nimetataksegi «algloomad — *Protozoa*».

Bakterid võib-olla seisavad kõige lähemal sinivetikatele. Neil pole tüüpilist tuuma, kuid erinevalt sinivetikate «lah-tisest» tuumast on bakterite tuumaollus hajunud kogu protoplasmas. Bakterite hulgas leidub kõige väiksemaid, teadusele kindlasti teada olevaid organisme. Õhus, maapinnas, vees, teiste elusolendite kehas, igal pool leiame miljardeid ja miljardeid baktereid. Ühed on võimelised fotosünteesiks, teised kemosünteesiks — «keemiliseks sünteesiks», s. o. nad kasutavad orgaaniliste ainete moodustamisel anorgaanilistest mitte valgusenergiat, vaid keemilist energiat, mis eraldub mitmesuguste ainete hapendumisel. Mõned võivad toime tulla hoopis ilma hapnikuta (anaeroobid). Enamus neist elab valmis orgaanilise aine arvel. Siin kohtamegi neid, kelledeta lakkaksid Maa peal kõik mädanemisprotsessid, kelledeta maapind poleks viljakandev. Nende kõrval näeme elavate kudede kohutavaid

parasiite, kõige julmemaid vaenlasi, kelledega inimkonnal Maa peal üldse on tulnud võidelda, ohverdades neile miljooneid elusid.

Bakterite maailma «kaoses» korda luua ei ole süstemaatikuile tänapäevani veel kerge. Nad näevad sugulust



Joon. 26. Bakterid.

taimedega bakterite värvilistel vormidel, liikumatuil, kepikujulistel või jälle neil, kes võivad moodustada limaseid kuhjumeid või liituda niidikesteks. Kuid on nähtamatuid kiirjooksjaid-baktereid — nagu viburite peenimas narmastikus, on spirohheetide korgitõmbaja-taolisi keerdus ja liikuvaid niite.

Ons need taimed või loomad? Mitte asjata ei eralda mõned teistest bakteritest need spirohheedid (kellede hul-

gas on korduva tüüfuse spirohheet ja süüfilise tekitaja «kahvatu spirohheet») omaette tüübiks.



Joon. 27. Niisugune näib tiigi nurgake olendile, kes on kümme tuhat korda meist väiksem. See mikroskoopiliste algloomade maailm on asustatud ülikkalt ja väga mitmekesiselt.

Ons nad lihtsad? Jah, nad on lihtsad. Kuid bakterite kõikjal olek, nende «mitmepalgelisus», mis laseb neil

kohaneda igasugustele tingimustele Maa peal, soomustavus tugevate kestadega, bakterite erakordne väiksus, mis võimaldab neil paljuneda otse pilvedena iga sobiva aine tilgakeses, sageli paljunemis- ja arenemisviiside keerukus (kusjuures paljud bakterid läbivad ka kõige tugevamais mikroskoopides nägematuks jäävaid staadiume), mitte ühegi elusolendi puhul täheldatav paljunemise jõud ja kiirus (mõnede bakterite «kahekordistumine» igas pooles tunnis) — kõik need asjaolud viivad mõttele, et see lihtsus on erilist laadi. Piltlikult rääkides on see nagu liigse keerukuse kõormast vabanemine, et seda tugevamiin arendada teisi omadusi — kõikjale levimist ja kuulmatut paljunemisenergiat.

Püüame öeldut lahti mõtestada. Elusad tolmukübed, bakterid, ei hävi kaugeltki silmapilkselt neid ümbritseva keskkonna hoolimatute löökide all, vaid alistavad selle keskkonna, muutes selle enda ümber tohutu biokeemilise energiaga endataolise aine massiks (oma järeltulijate miljardite kehade näol). Sest kui me rääkisime sellest esimeses peatükis (tuues näitena mikroskoopilise kerakese — koki), oli juttu just baktereist.

Baktereile tuleb vaadata kui teiste, rohkem keeruliste (seejuures mitmesuguste) organismide lihtsustunud järglastele, kes kaotatud omaduste asemel on äärmuseni aretanud teisi¹.

¹ „Botaanika kursuses“ („Курс ботаники“, под редакцией профессора Л. И. Курсанова и профессора М. И. Голенкина, Учпедгиз, 1940, том II, стр. 52) näidatakse „vähemalt kolme bakterite tekkimise haru (viburilistest, seentest ja sinivetikatest)“. Huvitavad on arutlused, kuidas Engels seitsekümmend aastat tagasi ei pidanud baktereid ürgorganismide hõimlasteks, vaid evolutsiooni suurelt teelt kõrvalepöörduvad teerajaks, evolutsioo-

Niisiis jäävad meile meie otsinguiks üle ainult veel loomatüüpi ainuraksed.

Siin on viburilised, kes sarnlevad vabalt elunevaile zoosporidele («eosed-loomad»), mida kohtasime juba müksomütseetide puhul ja mis on nii iseloomulikud rohevetikatele ja paljudele teistele vetikatele; mitte asjata ei oletata ka nende vetika- ja mõnede teiste bakterigruppide päritolu sellest viburiliste üldisest reservuaarist. Kuid viburiliste seas on ka teisi, kes ikka veel on tüliõunaks zooloogide ja botaanikute vahel (näiteks imestletavad rohelised euglenid, kes on sobivad nii fotosünteesiks kui ka loomade-taoliselt väikeste orgaaniliste osakeste neelamiseks).

Tüüpiline viburiline on ööhilgur, kelle miljardid kutsuvad esile soojade merede helendumise.

Omaette ainuraksete klassi moodustavad parasiidid, kes elavad loomade kehas, tekitades mõnikord raskeid haigestumisi (näiteks malaaria).

Kõige keerulisemad ainuraksete seas on infusoorid-ripsloomad, mitmekesise ja sageli kummalise kujuga olendid, kes on varustatud imetillukeste aerude-ripsmete ridade ja pärgadega, suuavaga, neeluga ja söögitoruga, pärakuga, peenimate kiududega (nagu lihastega), kondikava algetega, isegi mingisugust ergukava meenutavaga ja koguni kaitse- ning rünnakrelvaga, mis silmapilkselt lugematud kõrveniidikesed vaenlasele vastu paiskab. Ja kõik see esineb mikroskoopiliste mõõtmete puhul, kõik ühesainsas rakus, mis moodustab terve nende keha.

niliseks ummikuks. Engels oletas, et tuuma kujunemine rakus pidi eelnema kesta eraldumisele; elu arenemise „suurel teel“ pidi rakk alguses välja kujunema rakuna ja alles hiljem nii või teisiti „spetsialiseeruma“. Baktereil ongi teravalt väljendatud „spetsialiseerumine“ — kõvad kestad, kuid pole tuuma.

Infusoorid on ka evolutsiooni kõrvalteerada, kuid see teerada oleks nagu suunatud vastupidiselt sellele, mida mööda on läinud bakterid. Kui bakterite puhul nägime, millise lihtsuse astmeni võivad minna organismid (et arenada teisi omadusi), siis infusoorid näitavad, millise mää rani võivad komplitseeruda mikroorganismid, ilma et nende mõõtmed seejuures suureneksid.

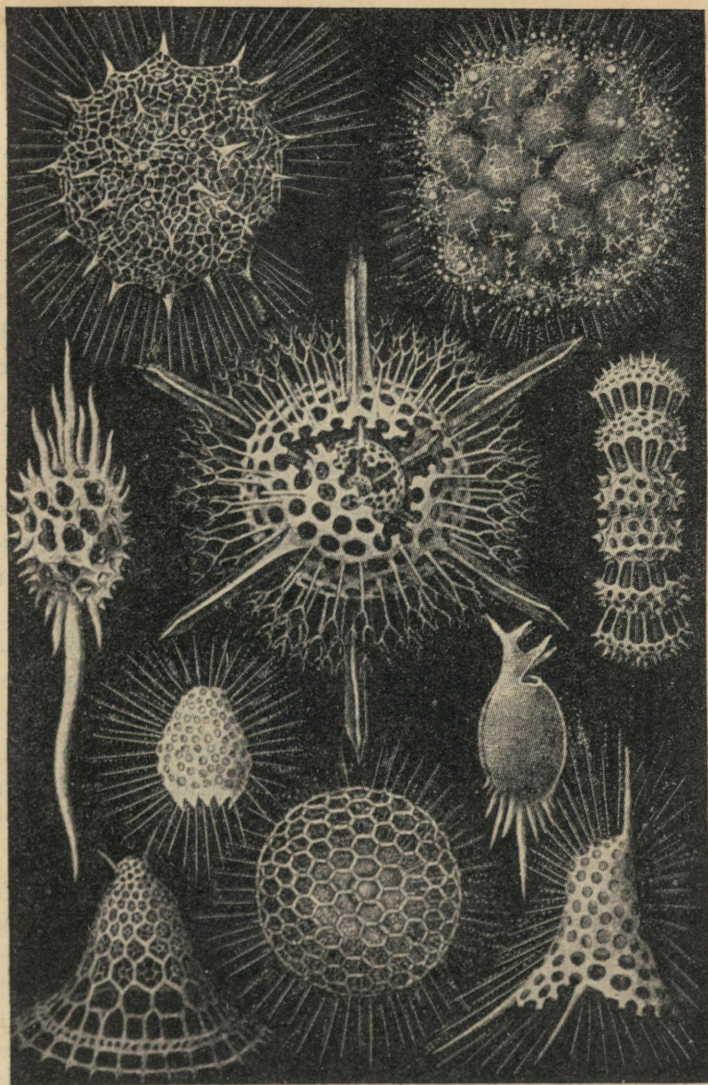
Infusoorid on ainuraksete tüübi omapärane tippsaavutus.

Kuid sellel tüübil on ka üks klass olendeid, kes koosnevad paljaist limatilgakestest. Nii nimetataksegi seda klassi sarkoodide klassiks (sarkood tähendab sedasama mis protoplasmagi). Mõned neist olendeist peidavad oma kaitsetu keha kodadesse, mis oma kujult on nii imekaunid, et üks esimesi uurijaid, kes nägi radiolaaride (kiireliste) maailma mikroskoobis, pidi tahtmatult hüüdma:

«Seni ma veel ei teadnud, mis tähendab ilu elavas looduses!»

Teistel jälle on koda lihtsam, koosnedes mõnikord anorgaanilistest osakestest, mis on nagu «kleepunud» tilukese kehakese külge. Aga kuski limas, mis katab maha langenud lehti niiskel maapinnal, või vees leiame lõppeks olendi, kes üldse pole millegagi kaetud, kel pole ei ilmset kesta ega kindlat kuju. Selle olendi mõõtmed on pool millimeetrit. See on amööb. Ta liigub edasi sel teel, et sirutab oma «keha» ükskõik kustpoolt välja ja tõmbab siis kogu oma ülejäänud massi sellele väljasirutatud osale järele. Öeldakse, et amööb liigub ebajalakeste, pseudopoodide abil. Muuseas võib ta ennast ka lihtsalt veeretada, laotada end vastutulevaile esemeile.

Amööb sööb sel teel, et mässib või tõmbab aeglaselt endasse ükskõik kus kohas toidutükikesi ja pärast heidab



Joon. 28. Need miniatuursed meres elavad olendid, radiolaarid, on võib-olla maakeral kõikidest kaunimad.

seedimata jäänud osad oma kehast välja jälle ükskõik kust kohast. Ta paljuneb pooldumise teel.

Et amööb võib võtta ükskõik millise kuju (õigemini — tal polegi mingit kuju), on teadus talle andnud «proteus'e» nimetuse — «mererauk». Proteus võis kreeka mütoloogia järgi muuta oma kuju, kuidas soovis¹.

Tõsi küll, selles amööbi ehituse lihtsuses on omajagu küllaltki tunduvat keerukust. Temas võib eristada kaht protoplasma kihti, sisemist ja klaasilist välimist. Amööbi kehas on rohkesti mullikesi — v a k u o o l e. Suur vakuool on võimeline kokku tõmbuma. On ka keerulise ehitusega tuum. Et amööb polegi nii primitiivne, nähtub sellest, et ta on kiskja: ta püüab ja neelab infusoore.

Ja jällegi jõuame otsusele, et ka amööb pole meie päevini ellujäänud ürgorganism, vaid olend, kes on läbi teinud miljoneid aastaid kestnud evolutsioonilise arenemise ajaloos.

Sellest hoolimata võimaldab vaevalt mõni teine praegustest elusaist olendeist oma tunnuste koguarvu poolest paremat kujutlust «lihtsaimast elust» kui amööb.

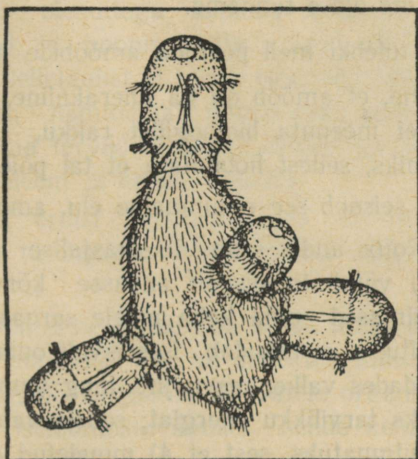
Igal juhul on kindlaks tehtud, et Haeckel eksis, kui ta kinnitas, et tal on õnnestunud leida elusaid, paljaid, tuumata protoplasma tombukesti, mida ta nimetas «moneeri-deks».

Viimaseil aastail on mõned uurijad lõõnud kahtlema amööbide igivanuses, iidsuses. Need uurijad peavad amööbe

¹ Amööbil proteusel on suguvendi, kes teevad läbi keerulisemaid arenemisjärke. Parasitāmööbid põhjustavad inimkeha kudedes tugevaid purustusi, tekitavad haavu soolestikus ja kutsuvad esile kardetava verise kõhutõve — amööbilise düsen-teeria.

arenenumate viburiliste mandunud järeltulijaks¹. Lihtsaima organismi otsingud kipuvad meenutama tuntud muinasjutus kirjeldatud õnneliku inimese särgi otsimist.

Seda küsimust ei saa pidada lõpuni selgitatuks. Igal juhul üks väidetest neilt, kes pooldavad amööbide põlvne-



Joon. 29. Nähtamatu maailma kiskjad. Neli didiiniumi tungivad kallale suurele kingloomale.

Tavaliselt ta kistakse tükkideks. Kuid mõnikord kõige tugevam ajab teised ära ja saab „ohvri“ üksi endale.

mist viburilistest, nimelt et amööbid toituvad orgaanilise valmistoiduga, kuna esimesed elusad olendid pidid just ise, sarnaselt taimedega, valmistama endile toitu anorgaanilistest ainetest, niisama kui mõned viburilisedki, ei näi enam

¹ See seisukoht on omaks võetud kapitaalses „Zooloogia käsiraamatus“ (Руководство по зоологии, Биомедгиз, 1937, т. I, стр. 217—219).

ümberlukkamatuna näiteks Oparin'i elutekkimisteooria seisukohalt (millest on juttu edaspidi).

Aga kuidas sellega ka ei oleks, kui amööbid ei ole «lihtsad», vaid «lihtsustatud», on see meile praegu ükskõik, sest igal juhul on nad meile kõige lihtsamate organismide algkujuks, keda me üldse tunneme.

Seepärast tulebki meil peatuda amööbide juures.

Me räägime, et amööb on ka üherakuline, olgugi et ta mingil viisil ei meenuta bioloogilist rakku, ja nimetame teda organismiks, sellest hoolimata et tal pole organeid.

Milles siis seisneb see minimaalne elu, amööbi elu?

Wilhelm Roux andis selle üksikasjalise definitsiooni. Organism 1) võtab iseseisvalt endasse kõrvalisi aineid; 2) muudab viimased oma keha ainele sarnaseks aineks; 3) tarvitab toitu, s. o. muudab iseseisvalt oma keha osade ehitust, lagundades valke, rasvu jne. ning ammendades siit elu jätkamiseks tarvilikku energiat; sellele vaatamata jääb organism muutumatuks, sest et 4) muudetud osade jäänu- sed erituvad iseseisvalt ja 5) asenduvad uuesti omastatud toiduga; organism 6) kasvab iseseisvalt, 7) liigub iseseisvalt, 8) paljuneb iseseisvalt jagunemise teel ja 9) annab edasi oma tunnused jagunemise produktidele (s. o. evib pärilikkust); 10) omab isereguleerimisvõimet (s. o. võimet kohandada oma käitumist selliselt, et püsida ka muutuvus keskkonnas).

Keeruline ja pikk definitsioon. Ta ei sarnane sugugi selle vaieldamatu, olgugi küll inimese elu tunnuste mitte täieliku definitsiooniga, mida võib esitada lühidalt sõnadega «inimene töötab», «inimene mõtleb». Neist tunnustest üksinda on täiesti küllalt, et mitte segada inimest elutute asjadega. Kuid Roux' definitsioonis on tervelt kümme

tunnust. Kas ei tähenda see seda, et amööbi elul pole ühtki otsustavat tunnust?

Agas kui see oleks nii, kui amööbi elu kujutaks endast juhuslikult lükitud tunnuste ja omaduste mosaiiki, siis võiks alati see või teine tunnus puudu jääda ning rööbiti «täielikult elusate» olenditega tekiksid hulganisti poolelused, veerandelused ja hoopis mitte elusad elu «pooltooted». Kuid midagi selletaolist ei toimu ega võigi toimuda. Elu, ka kõige lihtsam, hämmastab nimelt oma kõikide avaldiste ühtsusega, oma terviklikkusega. Selles terviklikkuses ongi suur elu probleem ja eriline omadus.

Just seda erilist omadust Roux ei defineerinud, nii hoolikalt kui ta märkiski elu üksikuid külgi ja üksikuid avaldusi.

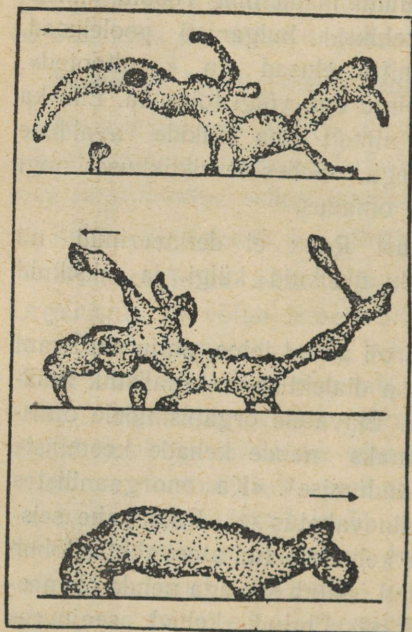
Kuid ammu enne Roux'd oli antud teine, palju sügavam elu olemuse määrang. See on dialektilis-materialistlik määrang ja see kuulub Engels'ile. Elavatele organismidele omistab Engels iseloomustavamaks nende kehade keemiliste koostisosade alalise iseuuendumise¹. «Ka anorgaanilistes kehtades võib toimuda ... ainevahetus ... Kuid vahe seisneb selles, et anorgaaniliste kehade puhul ainevahetus lõhub nad, orgaaniliste kehade puhul osutub see aga nende olemasolu vajalikuks tingimuseks»². Elutud kehad seejuures «lakkavad olemast seda, mis nad enne olid. Kalju murenemise protsessis lakkab olemast kalju; metall muutub oksüdeerimise protsessi mõjul roosteks»³. Kuid elavad

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс, Анти-Дюринг, Соч., т. XIV, стр. 81.

² К. Маркс и Ф. Энгельс, Диалектика природы, Соч., т. XIV, стр. 424.

³ К. Маркс и Ф. Энгельс, Анти-Дюринг, Соч., т. XIV, стр. 82.

organismid hukkuvad vastupidi just siis, kui katkeb nende keha osakeste pidev iseuuendumine. «Niipea kui katkeb valgukehas alaline koostusosade muundumine ning toidu ja erituste vaheldus, siis lõpeb ka valgukeha enda olemasolu ja ta laguneb, s. o. sureb». Ja Engels



Joon. 30. „Kõndiv“ amöüb „proffiilis“ vaadatuna.

formuleerib: «Elu, valgukeha olemasolu vorm, seisneb järelikult eelkõige selles, et viimane igal silmapilgul on ta ise ja samal ajal keegi teine, kusjuures see ei sünni mitte väljastpoolt mõjustatud protsessi tulemusena, nagu see toimub surnud kehadega. Just vastupidi, elu, ainevahetus, mis toimub tootumise ja eritamise teel, on iseenesest kulgev protsess, mis on omane ja külge sündinud tema kandjale, valgule, ilma milleta ei saa olla elu. Siit järeldub, et kui keemial kunagi peaks korda

minema luua kunstlikku valku, siis see valk peab ilmutama kas või kõige tühisemaid eluavaldusi»¹.

Tavaline, mittedialektiline loogika oma seisukohaga («samasuse seadus»), et iga ese alati jääb võrdseks en-

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс, Анти-Дюринг, Соч., т. XIV, стр. 82.

daga (a=a), osutub elavale organismile mitterakendatavaks.

Mida tähendab iseuuendumine rakendumisel inimese keha suhtes, nähtub sellest, et kõik materiaalsed osakesed, millest koosneb inimese keha, uuenduvad inimese eluaja kestel tervelt mitu korda. Täiskasvanud inimese kehas pole ühtki osakest, mis selles kehas oli siis, kui inimene oli veel laps. Aga inimene elab edasi ja jääb ikka endaks.

Ainevahetusest järelduvad kõik lihtsaima elu põhilised omadused, nagu: «ärrituvus..., kontraktsioon..., kasvamisvõime, mis madalamal arenguastmel tähendab paljunemist jagunemise teel, seesmine liikumine, millela pole võimalik ei neelamine ega assimilatsioon»¹, s. o. toidu omastamine ja selle muundamine oma keha olluseks.

Ükski pole andnud paremat elu definitsiooni kui Engels. Tema definitsioon käib just elulise protsessi tõelise põhi-olemuse kohta.

Niisiis toimub organismis ainevahetus kui elava organismi enda olemasolu vajalik tingimus. Ainevahetus on võimaldanud kõige keerulisemate seadeldiste arenemist selleks, et elu kestaks võimalikult kauem kõige mitmekesise-
semas väliseis tingimustes; ta on võimaldanud paljunemise teel elu edasiandmist organismide tulevastele sugupõlvetele; ta on kindlustanud ka selle isereguleerimisvõime tekkimise, mis meid hämmastab eluslooduses kõige rohkem.

Nõnda algas ürgorganismi lihtsaimaist omadustest elu ajaloo grandioosne epopöa maakeral.

«Esimesel elusolendil ei olnud mingisugust teadvust, tal oli ainult ärritatavuse omadus ja esimesed aisti-

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс, Анти-Дюринг, Соч., т. XIV, стр. 82.

mise alged. Hiljem arenes loomadel järk-järgult aistimisvõime, mis muutus aegamööda teadvuseks, vastavalt nende organismi ehituse ja närvisüsteemi arenemisele» (Stalin)¹.

¹ J. V. Stalin, Teosed, I köide (eesti keeles), lk. 301. Seltsimees Stalini töödes (eriti artiklis „Kas anarhism või sotsialism?“, samas, lk. 285) on antud sügavaim käsitlus küsimuste kohta teadvuse asendist ja tähtsusest rea loodusnähtuste ja eluavalduste puhul, teadvuse olemusest, tema tekkimisest ja arenemisest, suhetest teadvuse ja materiaalse aluse vahel. Nende küsimuste stalinlik käsitlemine ja lahendamine on marksistliku ja dialektilis-materialistliku filosoofia süvedamine ja selle lähtening põhiteeside tähelepanuvääriv loominguine edasiarendamine. Sel on ainulaadne tähtsus elu teaduse ühe kõige tähtsama ja raskema probleemi, s. o. teadvuse kui evolutsiooni protsessis tekkiva omaduse — elusa looduse mõistmiseks.



Kuues peatükk.

„Pseudoorganismid“ ja mudelid. Leek ja kristall.

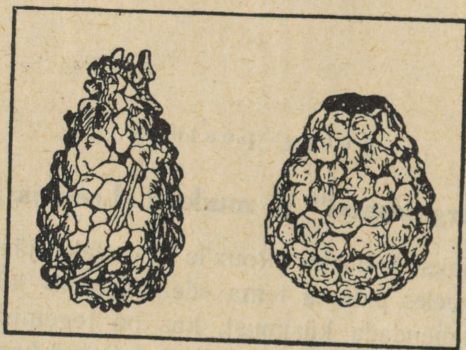
Kes tahaks Wilhelm Roux'le ustavaks jääda, peaks loogiliselt meeles pidama tema «definiitsiooni» kõik kümme punkti, et lahendada küsimust, kas on tegemist elusolendiga või mitte. Seni kui pole välja selgitatud kas või ainult ühte punkti, ükskõik millist, ei saa küsimusele vastata.

Wilhelm Roux oli suur zooloog, kes pani aluse tähtsale teadusele, mis uurib organismi arenemist (arenemise mehhaanikat). Elu definiitsiooni (elutegevuse kümme vajalikku tunnust) töötas ta välja läinud sajandi lõpul ja käesoleva sajandi algul.

Mõttekäigus endas, mis viis Roux' sellele definiitsioonile, ei olnud midagi erilist, ainult temale omast. Roux jagas seda paljude oma aja bioloogidega.

Enamikus olid need õpetlased, keda ei suutnud võluda lootusetud igavese elu teooriad. Loodusteaduse suured avastused, darvinismi triumf, füüsika hämmastavad saavutused, mis tungisid molekuli ja aatomi sisemusse, keemiat, mis hakkas kunstlikult tootma tuhandeid keerulisi orgaanilisi aineid, inimkonna peaaegu muinasjutuline teh-

niliste võimaluste laienemine — see kõik ahvatles mõtlema, et elu probleem lahendatakse jäägitult võib-olla iga silmapilk, seejuures palju kergemini, kui see näis pärast Pasteur'i katseid. Elu probleem lahendatakse samade mehhaanika, füüsika ja keemia meetoditega, millega inim mõistus oli saavutanud XIX sajandil juba nii palju võite.

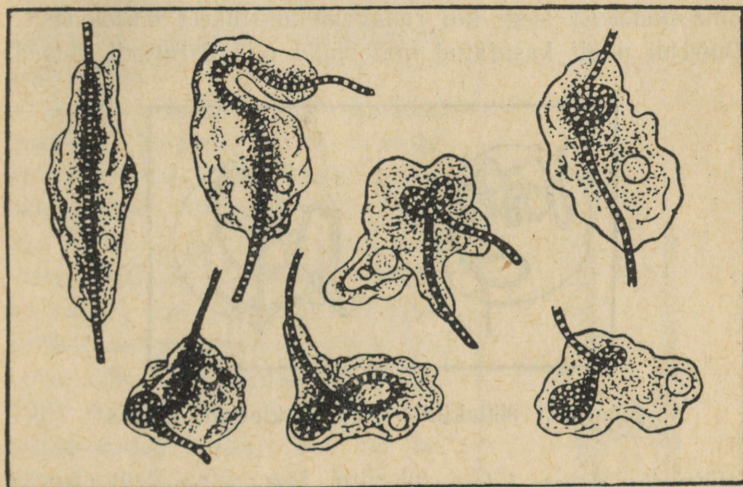


Joon. 51. Paremäl amööbi *Diffflugia* „majake“; vasakul õlitilk räniteradest „majakesega“.

Sel ajal oli paljude looduseuurijate seas suur edu nn. «positivismil», see on õpetusel, mis oli välja töötatud XIX sajandi esimesel poolel Auguste Comte'i poolt ja hiljem edasi arendatud mõnede naturalistide ja filosoofide poolt. «Positiivne maailmavaade» kummardus «jaatava teadusliku katse» ees; ta kuulutas filosoofia teaduslike katsete andmete lihtsaks üldistuseks. Kuid me juba veendusime, kui pinnapealne ja väär on arvamus, nagu jätkas õpetlane igasuguse filosoofia laboratooriumi ukse taha ja töölauda taga istudes ainult ükskõikselt «üldistaks katsete andmeid». Paljud bioloogid-positivistid viisid endaga oma laboratooriumidesse väga pealiskaudse ja lihtsustatud

filosoofia, nad mõõtsid organismide elu mehhanistliku materialismi kärbitud mõõdupuuga.

Et elul on eriline, uus omadus, mida pole elutul loodusel ja mida me nimetamegi «eluks», et nimelt selle omaduse tekkimist ongi tarvis mõista ja teaduslikult seletada, selle jätsid bioloogid-mehhanistid hoopis kahe silma



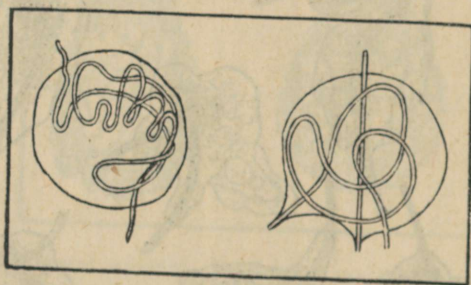
Joon. 32. Amöüb neelab vetika *Oscillaria*.

vahele (niisama nagu nende eelkäijad, enne Pasteur'i tegutsenud mehhanistid — «isetekkimise» pooldajad). Nad mõtlesid, et organismi saab arvestada nagu masinat.

Kui elu on üksikute tunnuste loetelu, milledest üks iseenesest pole tähtsam kui ükskõik milline teine, miks ei peaks siis saama seda elu koostada üksikuist osadest? Kui vahetada näiteks valk ja protoplasma teiste ainetega ja saada sel viisil eraldi kõik elu tarvilikud tunnused?

XIX sajandi viimastel ja XX sajandi esimestel aastakümnetel võistles hulk õpetlasi omavahel elavate olendite mudelite ehitamises.

«Modellistide» efektsed katsed ei valmistanud omal ajal mitte vähe sensatsiooni. Quincke, Rhumbler ja Bütschli (eriti viimane, kes oli möödunud sajandi mehhanistliku bioloogia tähtsaim esindaja) panid paljusid rääkima oma mudelitest isegi kui rabavaist kunstlikest elusolendest. Bütschli poolt kasutatud materjalid olid äärmiselt lihtsad:



Joon. 35. Šellakiniit keerdub kloroformitilgas.

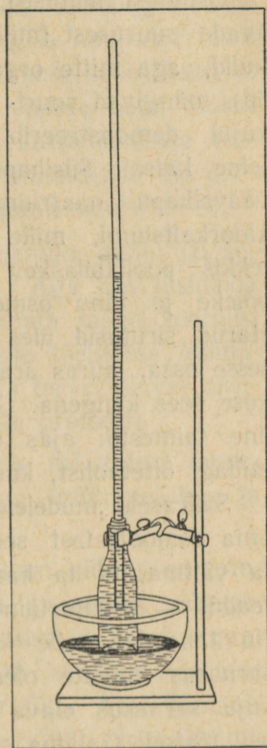
glütseriin, potase lahus, liim, õli, soolade lahused, leelised. Bütschli glütseriinitilgad moodustasid pseudopode, liikusid ta lahustes ja jagunesid nagu päris amööbid.

Kloroformitilgad võtsid vastu «toitu» ja heitsid välja jätteid. Nendest läbitõmmatud šellakiniidid kooldusid ja keerdsid samuti kellavedru sarnaselt, nagu keerduvad amööbide poolt neelatud bakterite kepikesed.

Bütschli kattis šellakiga klaaspulgakese. Kui tilgad seda puudutasid, niisutas tilgakeste aine šellakit. Niisutatud kohtades vähenes pindpinevus (meil avaneb veel võimalus lähemalt tutvuda selle huvitava omadusega, mille tagajärjel näiteks õlitilk sama erikaaluga vedelikus võtab

kera kuhu). Seal, kus vähenes pindpinevus, venitustilga aine pungi väljapoole, tiik ajas välja pseudopoodi ja imes endasse šellaki ühes sellesse peidetud klaaspulgakesega. Aga kui šellak oli lahustunud, ei niiskunud enam lahustumatu klaas, ta osutus kõrvaliseks aineks tilga «kehas» ja heideti sealt välja, nagu heidetakse välja lusika otsast kukkunud veepiisk rasvalaigust supi pinnal.

Kõige huvitavamad mudelid valmistas Stephan Leduc. Aastat kakskümmend tagasi vaieldi nende üle ägedasti. Oma katsetes jälgendas Leduc palju täielikumalt rakude sündimist ja elavate olendite kasvamist kui kõik ta eelkäijad. Kollasesse veresoola lahusesse lastakse tilk vasevitrioli suhkruga. Tilga ümber tekib otsekohe vaseferrotsüaniidi kileke. See kile laseb kergesti sisse vett ümbritsevast lahusest, kuid ei lase välja suuremaid suhkrumolekule. Sel kombel tekib osmootne protsess, mis on seoses sääraste poolläbilaskvate kiledega, mis lahutavad kaht erinevat või eri kangusega lahust. Nõrgemast lahusest tungib vesi vahetkile kaudu kangemasse ja lahjendab seda. Protsess peatub ainult sel juhul, kui lahuste kangus mõ-



Joon. 34. Keedusoola lahus tõuseb toru mõõda põhjata pudelist, mis on asetatud vette ja alt kaetud perga-mentpaberiga.

lemal pool kilet saab võrdseks või kui kestas oleva mullikese maht niivõrd kasvab, et kest lõhkeb. Leduc'i katses hakkab suhkrumahlamullike, mis iseennast on kestaga ümbritsenud, kiiresti kasvama.

Osmoosi nähtused, mis olenevad poolläbilaskvate kilede avade suuruselt (millest pääsevad läbi vee lihtsad molekulid, aga mitte orgaaniliste ainete suuremad liitmolekulid), mängivad suurt osa eluprotsessides. Väga huvitaval kujul demonstreerib osmootsete jõudude tööd Leduc'i teine katse. Süsihapu kaaliumi, fosforhapu kaaliumi ja väävelhapu naatriumi lahusesse pani Leduc tükikese kloorkaltsiumi, mille vedelikuga vaevalt kaetud pinnale tekkis poolläbilaskev fosforhapu kaltsiumi kile. Tekkis põieke ja tänu osmoosile hakkas see kiiresti paisuma. Harud sirutusid üles õhku. Siin vesi, mis tungis veealusesse ossa, auras ära ja selle tagajärjel püsis lahus põiekeses kangena. Ja Leduc'i kausikest kattev fantastiline taimestik ajas oksti, tihenes ja moodustas okstele midagi õitetaolist, kuni oli lõppenud viimane lahuse tilk.

Sääraseid mudeleid valmistas Leduc palju. Innustatud oma osmootsetest seentest ja soola lilleaedadest, hakkas ta väitma, et ta kaussides ja tassides on sündinud uus teadus — «süntetiiline bioloogia». Akadeemik A. I. Oparin tähendab selle kohta õigesti: «Leduc'i moodustiste sarnasus elavate olenditega pole suurem kui marmorukuju sarnasus elava inimesega, kuid me siiski kunagi ei usu tõsiselt Galatea elustumisesse ega «kivikülalise» visiidisse»¹.

Mis siis lõppeks välja tuleb? Niipalju visadust, leidlikkust ja peent teravmeelsust on kulutatud modelleeri-

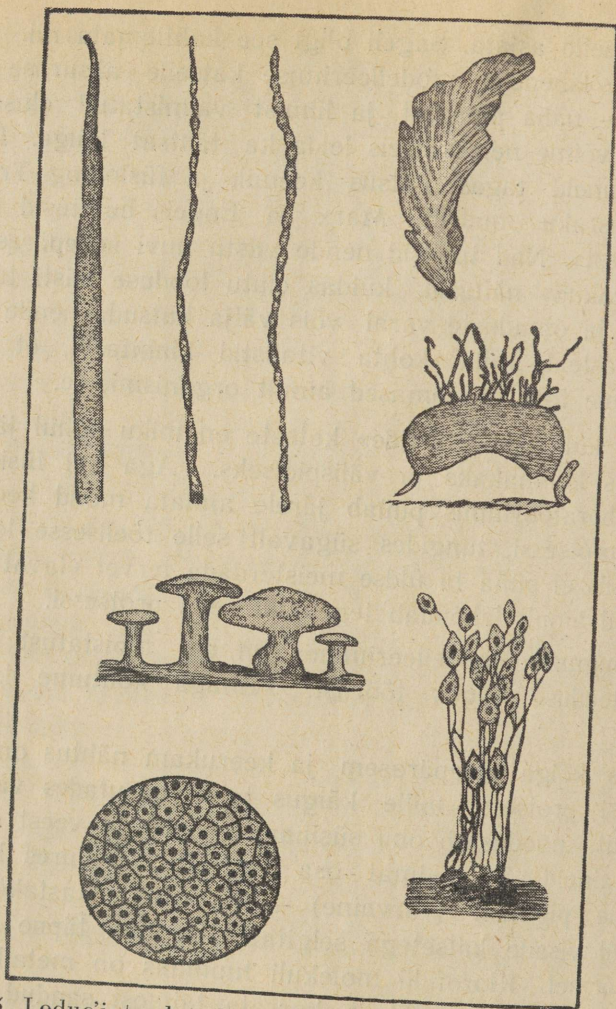
¹ А. И. Опарин, Возникновение жизни на Земле. 2-е изд. Академии наук СССР, 1941, стр. 53.

mise katseile asjata. Sageli oligi see kahtlemata nii. Aga kui mitte läheneda modelleerimise katseile absurdse lootusega — näha potasest ja liimist valmistatud elusolendit, siis võime neis katseis leida ka tähtsat külge. Palju aastakümneid tagasi katsus keemik ja füsioloog Traube luua elusraku mudelit. Marx ja Engels huvitusid tema «rakkudest». Nad tundsid nende vastu huvi sellepärast, et need «rakud» näitasid, kuidas elutu looduse hästi tuntud jõudude ja omaduste varal võis välja kutsuda nende nähtuste vasteid, mille kohta vitalistid kinnitasid, et need mingi ime tõttu on omased ainult organismidele.

Tõsi küll, «modellistide» katsete enamiku puhul jäi see sarnasus kohmakaks ja välispidiseks. Aga kui füsioloog oma laboratooriumis püüab järele aimata mõnd keerulist elulist protsessi, tungides sügavalt selle tõelisesse loomusesse, siis ei püüa ta üldse meisterdada tervet elavat olendit, vaid ainult lahendab tegelikult seda protsessi.

Niisugune «modelleerimine» on elu mõistatust lähendava teaduse vägev tööriist. Temaga kohtume ikka ja jälle.

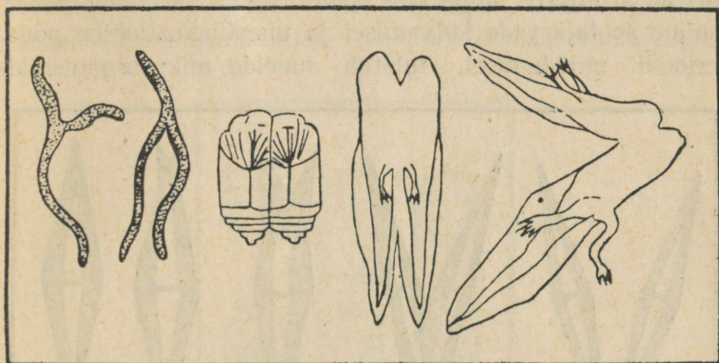
Üks kõige salapärasem ja keerukam nähtus on fotosünteesi protsess, mille käigus taim, kasutades valguseenergiat, moodustab õhu süsihappegaasist ja veest orgaanilisi aineid. Tähtsaimat osa etendab seejuures lehtede roheline pigment (värvaine) — klorofüll. Aastakümneid kestnud visade katsetega selgitati klorofüllil täpne keemiline vormel. Klorofüllil molekuli tuumaks on metall magneesium. Kuid kunstlikult korrata taimest saadud klorofülliga kas või fotosünteesi algetappe, ei õnnestunud kuidagi. Siis katsuti asendada klorofüllil ja tema magneesiumi teiste ainete — mitte ükskõik milliste, ainult väliselt sarnaste ainete, vaid säärastega, milledest võis



Joon. 35. Leduc'i toodetud kunstlikud varred, lehed, seemed, lil-
led ja rakukude.

arvata (toetudes kõigele sellele, mis oli juba teada foto-
sünteesi kohta), et nad peavad ilmutama klorofülliga ühe-

sugust tegevust: süsihapude kobalti ja nikli sooladega. Ja nendega, mis on samuti värvilised ained, s. o. pigmen- did, kuid vähem tujukad ja püsivamad kui klorofüll, õnnes- tus lihtsaima süsivesiku (formaldehüüdi) ja koguni keeru-



Joon. 36. Vihmausside, liblikatõukude ja konnapoegade kokku- kasvamine (skemaatiliselt).

lisemate süsivesikutute (suhkruolluste) kunstlik süntees süsi- happe veelahustest ¹.

Samal ajal seesama mõttekäik, mis on viinud ühed õpetlased elu modelleerimisele, pani teised, rohkem ette-

¹ Mõnikord saab tavalistes tingimustes mitte toimuv keemi- line, mingisuguste ainete vaheline reaktsioon võimalikuks sel- lele reaktsioonile pealtnäha täiesti kõrvaliste ainete juuresole- kul. Või jälle toimub see reaktsioon tavalistes tingimustes aeg- laselt, sel juhul aga märgatavalt kiireneb. Seda nähtust nime- tatakse katalüüsiks ja aineid, mis kutsuvad esile või kii- rendavad reaktsiooni teiste ainete vahel, katalüsaatori- teks. Katalüüs etendab elu protsessis määratu suurt osa. Meie tuleme selle juurde tagasi, kui me ei räägi enam mude- leist, vaid protoplasma omadustest kui kõigi organismide põhi- lisest ehitusmaterjalist.

vaatlikud, otsima eluslooduses igasuguseid võrdlusi ja analoogiaid organismidega. Neile analoogiatele (mida leiti kaunis palju) võib anda sama hinnangu kui mudelitele.

Tuntud füüsik-keemik ja natuurfilosoof Ostwald (kes suri alles hiljuti) juhtis tähelepanu sellele, et soola sadestumine soolajärvede kuivamisel ja uuestilahustumine põua-perioodi möödumisel, tuletab meelde mikroorganismide



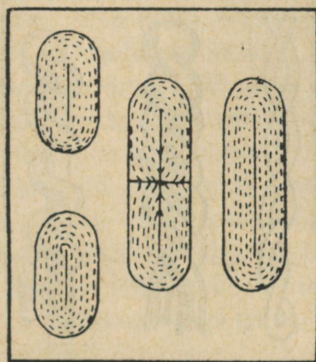
Joon. 37. Oleiinhapu ammoniaagi kristallide liitumine.

varjusurma langemist ja uuesti elluärkamist, kes põua ja pakase puhul kattuvad kestaga (tsüstiga). See «sarnasus» on aga niivõrd pinnapealne, et seda ainult suuri vaevu saab nimetada sarnasuseks.

Isereguleerimise protsessi näiteks sobiks ehk tuleleek. Nagu organism on ka leek liikumine, milles pole midagi soikuvat; iga silmapilguga leek «hävib», muutub suitsuks ja nähtamatuks gaasideks, kuid kasvab uuesti uutest ainetest. Leegi isereguleerimine on aga väga ebatäielik, suhteline. Leek elab ainult niikaua, kui kõik kokkukogutud põletusaine on muutunud gaasiks, suitsuks ja tuhaks. Leek ise ei saa koguda põlemisenergiat, et võiks elada «toiduta»

kasvõi lühikest aegagi ega ka ise otsida uut toitu. Ta ainult kulutab, ei loo aga midagi; temas pole seda ainete ringkäiku, mis on iseloomustav elu nähtustele.

Sedasama võib ütelda analoogia kohta elava organismi ja langeva veejoa (kose) vahel. Ükskõik millise organismi ja leegi või joa voolava ehk «dünaamilise» tasakaalu vahel

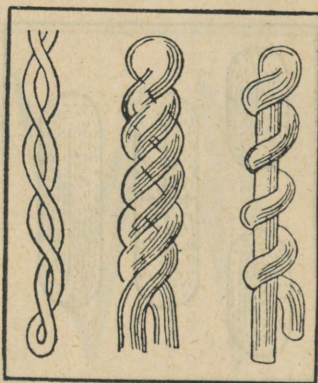


Joon. 38. „Bakteritaolised“ kristallid jagunevad.

on sügavad, põhimõttelised erinevused. Neid tähtsaid erinevusi käsitleme üksikasjalisemalt edaspidi.

Eriti huvitav on kuulus analoogia: sarnasus organismi ja kristalli vahel. Nagu teada, nimetatakse kristalliks seda korrapärast, sageli geomeetriliselt korrapärast kuju, mille võtavad paljud ained, kui nad näiteks sadestuvad lahuse kondenseerumisel või jahtumisel, nagu lumeräitsakad (kõige tuntumad kristallid) moodustuvad õhu aurudest. Erisugustel ainetel on erisugused (igale ainele kindlad) kristallumise vormid, mis olenevad teatava aine molekulaarsest ehitusest.

Kui purustada kristalli mõni osa, siis see ei taastu mitte ainult uute osakeste sadestumise arvel lahusest, vaid ka kristalli kogu keha ümberehitamise arvel (pehmetel kristallidel, näiteks hemoglobiini paisuvatel kristallidel). Paistab, et kristall omab võimet valida, kuhu suunata «toitu» — uut ehitusmaterjali. See materjal ei koondu tervetele tah-



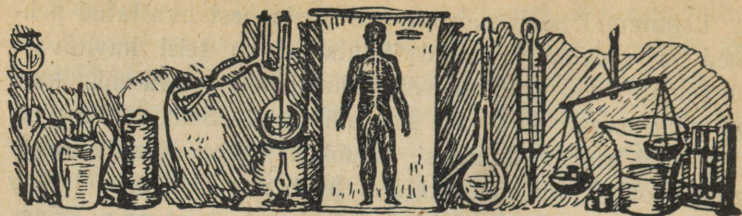
Joon. 39. Vasakul — rauabakteri gallioneli põimunud niit; keskel ja paremal — keerduvad „müeliinitaolised“ kristallid.

kudele, vaid tingimata vigastatuile, olgugi et terved võivad olla pinnalt suuremad kui vigastatud. Kui oleks tegemist osakeste lihtsa sadestumisega vedelikust, siis sadestuks muidugi suuremale tahule rohkem osakesi kui vähemale.

Juhtub ka seda, et lahuses kristalle ei moodustu, kuid piisab sellest, et visata sinna üks kristall, ja otsekohe algab massiline kristallide moodustumine. Selles on nähtud paljunemise ja pärilikkuse vastet. Eriti neil juhtudel, kui aine kristallub mitmel kujul, tekivad lahuses alati just niisugused kristallid nagu see, mis sinna visati.

Lehmann'i poolt mõnekümne aasta eest avastatud pehmed ja vedelad kristallid ilmutavad ka teisi huvitavaid omadusi. Neid kristalle võib tükeldada lõpmatuseni, kuid iga tükk võtab ikka jälle kristalli kuju. Seda nähtust on võrreldud hüdra, vihmaussi, pajuoksa ja begoonialehe regenereatsiooniga, millede tükkidest tekib uus organism. Võib saavutada, et üks vedel kristall katab teist nagu õõnes kera. Kui säärane kera katki lõigata, võtavad ta osad uuesti samasuguste kahekihiliste kerade kuju, just nagu merisiilide ja -konnade munad, mis annavad terveid looteid ka siis, kui rikkuda ainete paigutust neis või kui lahutada teineteisest arenema hakanud muna kaks esimest raku.

Organismi ja kristalli analoogiat kaitsesid ning propageerisid poolteise sajandi vältel suured õpetlased ja mõtlejad. Nende hulgas on Buffon, Bütschli, Lehmann, Pasteur, filosoof Herbert Spencer. Muide tuleb ütelda, et seda analoogiat kaitsesid ja kaitsevad sagedamini filosoofid, keemikud ja kristallograafid kui bioloogid. Kordame kõne all oleva analoogia kohta seda, mis on juba öeldud mudelite kohta. Ilma et see analoogia lahendaks küsimust elu loomuse kohta (organismi analoogia kristalliga nagu ka kõik teised analoogiad on väga pealiskaudne), näitab ta siiski, et terve rida huvitavaid omadusi, mida on peetud elu «ülliloomulikuks» privileegiks, võib tekkida ka väljaspool organisme molekulaarsete jõudude kaasabil, mis on täiesti kättesaadavad täpseile uurimusele. Võib-olla saavad seetõttu selgemaks elu enda mitmesugused küljed, sest on tõenäollik, et elu keerulistest nähtustest põhjustavad mingisuguse osa jõud, mis on sugulased neile, mis moodustavad kristalle. Raamatu lõpul võime teha veel ühe väga tähtsa järelduse neist elu analoogiatest ja mudelitest.



Seitsmes peatükk.

Elusa keha keemia ja füüsika.

Südasuvel on aeg, mil rohelus kaotab juba kevadise läbipaistvuse, kuid pole veel märgata ühtki kuivavat lehte ega põimu kuski ta ühtlasesse sügavasse tooni sügisest kulda ja punast värvust. Rohelus muutub tumedamaks, olles koormatud mahlade pingest; puud on kaetud otsekui valatud lehestikumütsidega, ilma et neis oleks tühikuid ja vahesid.

Sel ajal näib maa olevat kõige rohkem tulvil elu. Kõik kohad on täis lõhnu, lindude vilistamist ja vidistamist, putukate vaikset tininat, sahistamist ja kahistamist. Ja neil hõõguvaid päikesepaistelisel päevadel ja rammestavail lühikesil ööl näib, et tunneme meid ümbritseva elava jõu lakkamatut kasvamist ja paljunemist, kõiki neid lugematuid elavaid olendeid, kes elustavad iga jalatäit metsa ja aasa, valmi-vaist viljapeadest tuhmjalt-valendavaid põlde.

Rebime oksa küljest lehekese. Ta on väike ja kerge, teda on nii hõlpus katki pigistada ja sõrmede vahel kleepuvaks roheliseks pudruks hõõruda. Kuid temas peitub suurim saladus, saladus luua elutust elusat, peitub elu mõistatus.

Leheke on lame ja õhuke, mitte paksem kui paberileht, kuid sellest paksusest jätkub, et varjata saladust.

Mis on siis selles kaitsetus ja siiski ligipääsmatus rohelises lehekeses?

On tarvis meie silmist palju teravamaid silmi, et sinna vaadata. Mikroskoobi alla asetatud õhuke lõiguke näitab, nagu juba teame, selle näiliku lihtsuse hämmastavat keerukust. Me näeme lehe marrasknaha (epidermise) all mitmeseksiseid ja üksteisest erinevaid lehe sisemise osa kudesid, harunevate soonte kimbukesi, tühje õhuruume, kord sulguvaid, kord avanevaid õhulõhesid-avasid lehe alumisel poolel. Näeme iga koe rakulist ehitust: marrasknaha rakke, mis on kaitstud tugeva kestaga, sammaskoe sambakujulisi rakke, ebakorrapäraselt ümmaraid kobe- ehk tohlokoe rakke; rakke-veereservuaare, kambiumi õrnu rakke, tugikudede väikesi puitunud rakke. Iga kude sarnleb meekärjega, ainult et rakud on igal koel isekujulised.

Kui kärsitu laps lõhub ära üleskeeratava mängukanni, et vaadata, mis seal sees on, siis leiab ta rattakesi ja vedrusid, mis seletavad ära mänguasja liikumise. Ei ole huvitav enam teada saada, millisest metallist on nad valmistatud: on tarvis ainult selgitada, kuidas hammasrattad üksteist keerutavad ja kuidas vedru üles keeratakse.

Mikroskoobi terav silm avastas tavalisele siimale nähtamatu lehe ehituse, mis on niivõrd imestama panev, et kujutab endast uut saladust. Nähtavasti tuleb siin selgusele jõuda nende ainete suhtes, millest see kõik on ehitatud. Mis ained need on? Seda tuleb küsida keemikuilt. Nad vastavad, et peamine aine, millest koosneb kõikide rakkuüe elus keha, on protoplasma; see omakorda sisaldab aineid, mille taolis pole elutus looduses.

Üleskeeratava mängukanni kruvikesed ja rattakesed on

tehtud metallist, millest tehakse ka tuhandeid muid asju. Kivist ja puust majad ehitatakse materjalidest, mis saadakse kivimurrust või metsast. Kuid elusolendid on ehitatud materjalist, mis on «tehtud» neis endis ja on olemas ainult nende jaoks.

Ja esimene küsimus, mis meil tuleb esitada elu mõistatuse lahendamisel, on: kas see materjal on «valmistatud» vastavalt üldistele seadustele, millistele allub iga aine maailmas, kas füüsika ja keemia on üldse rakendatavad organismide suhtes või pole nad seda? Sellele küsimusele tuleb vastata, aga vastates sellele ei lahenda me veel elu mõistatust.

Meie ette kerkib teine küsimus — küsimus protoplasma ainete koostisest ja sellest, kuidas on võimalikud nii keerulised ained, mida me ei leia kuski mujal kui eluslooduses. Aga vastus sellelegi küsimusele ei lahenda elu mõistatust.

Jääb üle veel vorm, sisemine ehitus, mille peensus ja täpsus ei hämmasta meid mitte ainult kõrgemate paljurakuliste, vaid ka meile tuttavate kõige lihtsamate organismide juures — see sisemine ehitus, milleta oieks võimatu nihhasti amööbi kui ka taime või inimese elu.

* * *

*

Algame kõige elementaarsemast, millest tingimata siiski peab olema selge kujutus.

Õpetlased veendusid, uurides mitmesuguste ainete ääretu suurt hulka, et mõningaid neist ainetest ei ole üldse võimalik keemiliste vahenditega lõhustada veel lihtsamaks ja et teisi on võimalik lagundada vaid teatava piirini, niikaua kui neist ei ole eraldatud need lagundamatud ained.

On osutunud, et kõik ained maailmas — olgu nad tahked, vedelad või gaasitaolised — kujutavad endist kas lihtsate, keemiliselt lõhustamatute ainete, elementide ühendeid või nad on ise need elemendid.

Looduses on loomulikus olekus esinevaid elemente üldse 94.

Kuidas toimub keemiline ühinemine?

Juba ammu on kindlaks tehtud, et ained, mis näivad meie silmale ühtlase massina, tiheda tombuna, koosnevad tegelikult suurest hulgast väikestest osadest — molekulidest ja need omakorda veel väiksemaist — aatomitest.

Aatomid ja molekulid on keemiliselt ühesugused ainult lihtkehadel, elementidel: elemendi molekul koosneb sama elemendi ühest või mitmest aatomist. Nii koosneb hapniku molekul harilikult kahest sama hapniku aatomist. Teatavalt tingimustel (näiteks purgimise-elektritühjendumise puhul) võib hapniku molekul «tiheneda», temaga liitub kolmas aatom; siis tekibki hapniku teisend, millest oli juttu juba eespool, tekib osoon. Osooni värske, terav lõhn levib õhus pärast äikest. Kuid maapinna läheduses pole osoon püsiv, ta laguneb muutudes tavaliseks hapnikuks.

Iga liitkeha molekul sisaldab mitu isesugust aatomit, mis kuuluvad erinevaile elementidele, milledest see liitaine koosneb. Nii koosneb vee molekul kahest vesiniku ja ühest hapniku aatomist.

Aatomid ühinevad molekulideks sellepärast, et nad evivad keemilise suguluse jõude. Kui neid jõude poleks, siis arvatavasti poleks üldse ka keemiat, oleks ainult laiali-pillatud aatomite füüsika.

Kuid keemilise suguluse tung põle erinevaid elementidel ühesugune. Põhiühikuks on võetud vesiniku aatomi keemiline sugulus (afjinsus); öeldakse, et vesinik on ühevalentne.

Hapniku aatom «küllastub», liites enda külge kaks vesiniku aatomit. Süsiniku aatom küllastub, liites enda külge neli vesiniku või kaks hapniku aatomit; süsinik on neljavalentne.

Mõned (väga vähesed) elemendid ei ole näiliselt üldse võimelised keemilisteks ühinemisteks. Niisugused on väärisgaasid: heelium, neon, argon, krüpton, ksenon.

Teiselt poolt on hapnik jällegi keemiliselt niivõrd aktiivne, et ta maapinnal puhtal kujul üldse ei püsiks, kui teda rohelistes taimed pidevalt ei eritaks. Süsinikul on aga hoopis ebatavaline ja keemiliste elementide peres ainulaadne võime liita molekulidele ikka ja jälle uusi oma aatomeid, seostada neid ahelikena, neile ahelikele juurde liita igasuguseid kõrvalahelikke, moodustades selle tulemusena peadpööritava keerukusega ühendeid. Teised elemendid võivad anda näiteks vesinikuga igaüks kaks või kolm ühendit. Süsinik aga sadu tuhandeid. Nagu öeldud, üks süsiniku aatom küllastub, liites enda külge neli vesiniku aatomit. Tekib soogaas ehk metaan. Kuid süsiniku aatom võib liita enda külge ka süsiniku teise aatomi, kusjuures kumbki kulutab teisele ühe sugulussideme. Jääb üle veel kuus vaba sidet, mis küllastatakse kuue vesiniku aatomiga. Tekib raskem gaas, etaan. Kui süsiniku ahel omab kolme aatomit, on kerge välja arvestada, et nad teineteise peale kulutavad neli sidet; vesiniku jaoks jääb kaheksa sidet. Tekib veel raskem gaas, propaan.

Seda rida võib jätkata kuikaugele tahes. Alates viie süsiniku aatomiga ahelast, ei teki enam gaasid, vaid vedelad kehad. Süsivesinikud, mis on tekkinud viieteistkümne (ja rohkema) süsiniku aatomi ahelast, on juba tavalises temperatuuris tahked kehad.

Selles reas on kõik süsiniku sidemed küllastunud täielikult. Metaaniga algavat rida nimetatakse seepärast kül-

lastatud süsivesinike reaks. Iga keha selles reas omab väikest võimet uuteks keemilisteks reaktsioonideks.

Kuid väga sageli (olenevalt keemilise reaktsiooni tingimustest või vesiniku puudusest) ei küllastu süsiniku aatomite kõik vabad sidemed vesinikuga. Süsinik võib neilgi juhtudel moodustada ahelaid; nii tekivad küllastamata süsivesinike mitmesugused read. Mida kaugemal on säärane rida küllastumise piirist, seda võimelisemad on temasse kuuluvad kehad uuteks keemilisteks muundusteks, uute aatomite ja aatomigruppide külluslikeks liitmisteks. Ühe küllastamata rea algul seisab etüleen, valgustusgaasi koostusosis. Teise, vesiniku poolst veel vaesema rea algul on üldtuntud ja tööstuslikult väga tähtis gaas — atsetüleen. Ta ebatavaliselt kuuma, peaaegu päevavalguse heledusega leeki tarvitatakse praegu võrdlemisi harva valgustuseks (atsetüleen tekitab kergesti plahvatavaid segu- sid), küll aga kasutatakse teda keevitamiseks. Tema eriline võime keemilisteks reaktsioonideks annab keemikuile võimaluse kasutada teda toorainena määratu hulga ainete valmistamiseks.

Sellega lõpetame väikese kõrvalekaldumise keemiasse, mis meile edaspidi väga vajalikuks osutub¹.

¹ Kui keemik räägib 94 elemendist, ei taha ta sugugi öelda, et maailmaruumis on 94 erisugust materiat. Kõigi elementide aatomid on ehitatud igale ainele ühistest elementaarsetest osakestest; kõik elemendid on ühtse materia moendid (erikujud). Iga elemendi omadusi, nii füüsikalisi kui keemilisi, kaasa arvatud valentsus, võib täpselt seletada selle elemendi aatomi ehitusega ja need omadused tuletuvad sellest ehitusest. Seepärast on elementide lagundamatus suhteline. Aatomifüüsika meetodid võimaldavad juba muuta ühtesid elemente teisteks ja isegi ehitada „niisuguste „kunstlike“ elementide aatomeid, milliseid

Pöördume nüüd oma esimese küsimuse juurde: mis ained leiduvad organismis ja millised jõud seal tegutsevad?

On täiesti kindlaks tehtud, et kõik organismides leiduvad ained koosnevad neistsamadest keemilistest elementidest, millistest koosnevad ka elutu looduse kehad. 94-st elemendist on organismides leitud üle kuuekümne. Toome 60 kilogrammi raskuse inimkeha ligikaudse koostise¹:

Hapnik	36,00 kg	Kaalium	0,15 kg
Süsinik	15,00 „	Kloor	0,15 „
Vesinik	5,00 „	Magneesium	0,05 „
Väävel	1,80 „	Raud	5,10 g
Lämmastik	1,45 „	Jood	0,10 „
Kaltsium	0,84 „	Arseen	0,01 „
Fosfor	0,46 „	Mangan	jäljed
Naatrium	0,18 „		

Siin pole loetletud kaugeltki mitte kõik elemendid. On niisuguseid, mis moodustavad ühe miljondiku või isegi ühe miljardiku osa organismi kaalust, kuid siiski on nad elamiseks tähtsad.

Niisama täpselt on kindlaks tehtud, et mitte ühegi oma liigtuse jaoks (olgu see nii iseeneselik kui tahes) ei saa

pole looduse keemilises „tabelis“. See on inimõistuse suurimaid saavutusi. Ja see sai võimalikuks tänu vene keemiku D. J. Mendelejev'i avastusele, kes esimesena tõestas, et elementide omadused pole paisatud ainete-maailmas korratult, vaid neis võib täheldada korrapärasest vaheldumist ja et nad on kindla seaduspärasusega seotud selle asendiga, mis teatud elemendil on teiste hulgas. Ilma Mendelejev'i „elementide perioodilise süsteemita“ ei oleks mõeldav XX sajandi aatomifüüsika kõigi oma hiilgavate saavutustega.

¹ Võetud B. I. Slovtsov'i raamatust „Füsioloogiline keemia“ (Б. И. Словцов, Физиологическая химия, вып. 1, стр. 19, Научное хим.-техн. изд-во, 1922).

organism luua jõudu mitte millestki. Füüsika keelde tõlgituna tähendab see, et elu ei moodusta erandit energia jäävuse lausest (samuti nagu elu ei moodusta erandit materia jäävuse seadusest).

Energia jäävuse seadusest järgneb näiteks, et keha kukkumisel vabaneb täpselt sama hulk energiat, kuipalju tuleks kulutada selleks, et tõsta sama keha endisele kõrgusele. On välja arvestatud, et kõigil juhtudel, kui ühe kilogrammi raskune mass langeb 427 meetri kõrguselt, tekib niipalju soojust, kuipalju on tarvis ühe liitri vee soojendamiseks 1°C võrra. See on nn. soojuse mehhaaniline ekvivalent. Ja vastupidi, aurumootori töötades, ostetakse tema mehhaaniline töö alati auru jahtumise hinnaga sama arvestuse alusel; nii et kui liita kõik muidu kaotsiläänud soojus ja mootori töö soojuseühikuisse ümberarvestatult, siis saame alati täpselt sellesama soojusehulga, mis katel sai põleva söe kaudu.

Niisamasugused muutmatud vastastikused suhted on ka elektri, keemilise jõu ja kõigi teiste energialiikide vahel. Mitte millestki ei teki midagi. Et saavutada juurdekasvu ühel pool, tuleb kanda kahju teisel pool. Tegelikult räägib see seadus (nn. termodünaamika esimene lause) materia liikumise jäävusest (nagu seda formuleeris Engels). Materia liikumise järgivuse raudne seadus, nagu selgub, on kehtiv kõigi elunähtuste kohta. Täiesti täpselt on see teada seitsaadik, kui läinud sajandi 70-ndais aastais tegi K. A. Timirjazev ümberlökkamatult kindlaks selle eluslooduse kõige mõistatuslikuma nähtuse, — elutust elusa loomise rohelises taimes.

Atwater'i katsetega kontrolliti energia jäävuse seaduse kehtimist inimese kehas. Atwater ehitas kambri, kus katsega nõustunud inimene pidi elama, saades täpselt määratud

hulga toitu ja allutades valjule arvestusele oma eritused, hingamise soojuse ja lihaste tegevuse. 1904. aastal, pärast 155-päevast vaatlust, tehti mitmete noorte inimeste energia tulude ja kulude bilanss. Saanud toiduga 450 000 kalorit, kaotasid nad kambris 449 950 kalorit¹. Viiskümmend kalorit on tühine lahkuminek, viga, mis on loomulik nii keeruliste vaatluste puhul. Hilisemad uurimused (neid on korraldatud väga palju, muu hulgas ka meie töökaitse-instituutides) on täpsustanud niivõrd katsete tehnikat, et lahkuminek on osutunud võrdseks nulliga. Tänapäeval on võrdsuse fakt tehtud kahtlemata kindlaks; see on määratu tähtsusega fakt ja vägev argument elu materialistliku tõlgitsemise kasuks.

Energia muundumise pikad ja keerulised ahelad organismis on praegu palju paremini tuntud kui veel aastakümned tagasi. Meile on teada mõnede nende ahelate kõik või peaaegu kõik lülid. Neid võib meile veenvalt loendada uus teadus, mis toetub füsioloogia, füüsika ja keemia tohutuile saavutustele, — organismi energeetika.

Kuikaugele Atwater'i primitiivsest kambrist on jõudnud kaasaegne «magamistuba-laboratoorium»! Katsealune isik magab. Aga iga ta liigutus, iga heli, hingamine, pulss, isegi ergukava elektrilise seisundi rütmilised muutused, millistele kunagi pühendas oma klassikalise töö I. M. Setšenov, registreeruvad automaatselt kogu öö jooksul.

Tänapäeval on üksikasjadeni läbi uuritud lihaste kui elava keha töötava mehhanismi tegevuse «tehnika». On selgitatud, et lihased evivad võimet vahenditult kasutada toitainete keemilist energiat. Lihaste rakud lõhustavad süsivesiku suhkruaine molekul, lõhustavad vahenditult,

¹ Keskmiselt sai iga inimene toiduga 2719 suurt kalorit ööpäevas. (Toimetus.)

kuid ei «põleta ära»: lihase esimene tööfaas toimub hapnikuta. Seejuures ammendavad miljonid lihaste rakud energiat «anaeroobsel» teel: see, mis toimub lihastes, sarnleb kõige rohkem pärmseente poolt tekitatud käärimisega.

Kaua aega arvati, et eluslooduses on ainult üks viis elamiseks vajaliku energia saamiseks, see on hingamine, hapendumine õhuhapnikuga.

Pasteur (kes avastas, nagu teame, ka anaeroobsed organismid) leidis hoopis teise energia ammendamise tüübi, mis on omane mõnedele alamaile elusolendeile, nimelt hingamise lõhustamise teel, see on energiarikaste orgaaniliste ühendite lagundamise teel. «Käärimine on elu ilma õhuta,» kirjutas suur prantsuse õpetlane, kes ise oli hämmastatud oma avastusest. Lihaste hingamise ja käärimise tähelepanuväärne sarnasus tõestati lõplikult meie sajandil Meyerhof'i kuulsate uurimustega. Pasteur-Meyerhof'i reaktsioon leidis tee kõigisse õpikuisse¹.

Niisiis leiame oma kehas üha uusi niite, mis seovad

¹ Tingimata võlgname mõnel määral Meyerhof'ile, kes on dešifreerinud süsivesikute omastamise mehhanismi loomorganismis. Kuid kõige rohkem oleme selles suhtes võlgu nõukogude biokeemikuile-akadeemikuile J. O. Parnas'ile ja V. A. Engelgardt'ile. Parnas avastas süsivesikute omastamise esimese etapi — glükogeeni fosforolüüsi protsessi, — selle loomse tärglise, mis sünteesub loomade maksas glükoosist, mida saadakse taimse tärglise seedimislahknemise resultaadina. Akadeemik Parnas'i õpilased avastasid mõnesugused teised järgnevad süsivesikute omastamise etapid.

Muuseas ei seisne Pasteur'i-Meyerhof'i reaktsioon mitte sarnasuses, vaid süsivesikute anaeroobse lagunemise protsessi pidurdamises hingamise teel. Selle pidurdamise rakenduspunkti määras kindlaks akadeemik Engelgardt, lahendades sellega mõistatuse, mille püstitas juba Darwin. (Toimetus.)

meid kõige kaugemate ja primitiivsemate organismidega ja viivad, võib-olla, isegi elu alguse hälli juurde maakeral.

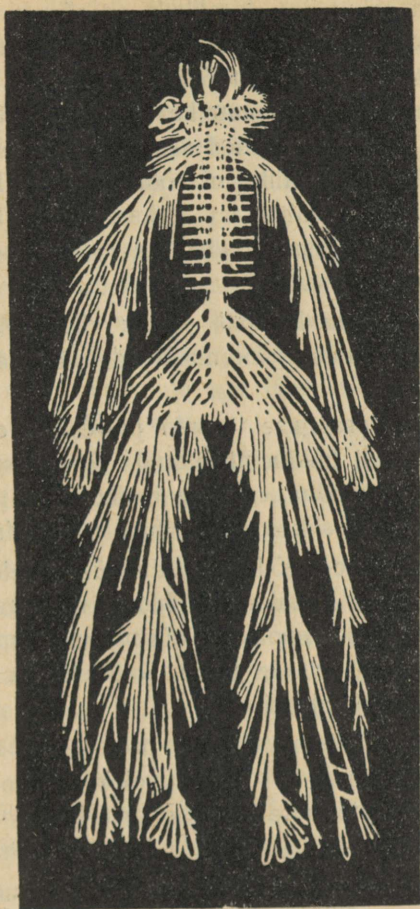
Lihased, nagu näeme, ei tööta hoopiski mitte nii nagu, ütleme, aurumootorid, kus eeskätt põletatakse kütteaine, see muutub täielikult soojuseks, ja alles pärast seda õnnestub osa soojust muuta tööks. Tõsi küll, lihased vajavad ka hapnikku. Kuid seda vajatakse teises faasis — alles pärast kokkutõmmet, pärast töö lõppu, siis kui lihas hakkab uuesti sünteesima piimhappet (mis moodustub lihas-ees keemiliste muunduste tagajärjel töötamise ajal) lähtelist energiarikast süsivesikut¹.

Praegu tunneme juba küllaltki üksikasjaliselt energiavahetust, millega on seotud vähima kui elava rakukese elu.

Elavas kehas on organ, millel on suur ja otsustav tähtsus, kuid mis siiski kaua aega libises käest kõigist katseist tema tööd energeetiliselt arvestada. See on närvikava. Närvid reguleerivad kogu keha tööd. Närvid annavad edasi ärrituse igast kehaosast ajju ja ajus tekib aisting, toimub keerulisim mõtlemistöö. Närvide kaudu edasiantavad «käsud» juhivad lihaste, kudede ja näärmete tööd. Närvide «mõjustustele» alluvad hingamine, südame tuksumine, toidu seedimine sooltes jne.

Närvikava võib võrrelda võimsaima ja täpseima side-teenindusega, mis teebki meie keha kõigist elementidest ühise organismi. Närvikava võib võrrelda telegraafivõrguga, mida mööda iga silmapilk lendavad tuhanded sõnumid perifeerist «kohalikesse» keskustesse ja peakesk- kusse («pealinna» — peajju) ning keskustest tagasi peri-

¹ Endastmõistetavalt on jutt üksiku lihaskiu töö katkestamisest, mis vältab $\frac{1}{20}$ sekundit. Lihase tegelik töö seisneb hulgast üksikuist kokkutõmmetest, mis pärast lihas tegeliku töö ajal vajab muidugi hapnikku.



Joon. 40. Inimese närvisüsteemi preparaat.

feeri. Füsioloogid on ammu välja arvestanud kiiruse, millega need sõnumid lendavad ja millega «närvide ärritused» edasi antakse (imetajail on see kiirus keskmiselt mõniküm-

mend meetrit sekundis). Järelikult on närvide töö materiaalne protsess. Kui see on nii, siis peab ta alluma ka energia jäävuse seadusele. Iga töö ja iga energia kulutamisega peab kaasuma (termodünaamika nn. teise seaduse kohaselt) soojuse eritus. Ja mõned aastad tagasi avastaski inglise insener-füsioloog Hill, et töötava ja puhkava närvi-soojuse tekkimise vahel on erinevused. Hill'i «ülitermostaadis» õnnestus seda vahet ka mõõta; see väljendub kraadi miljondikes osades.

Niisiis võime olla kindlad, et elu allub kõikidele põhilistele seadustele, mis iseloomustavad materiaalseid protsesse universumis.

Juba teaduse praeguse taseme juures on elu vitalistlik seletamine lõplikult hukka mõistetud. Organismis ei ole kuhugi peita «elujõudu». Täpne teadus ei jäta vähimatki pilu, kus see saladuslik «jõud» võiks pesitseda.

Kaasaegne bioloog võiks vastata küsimusele, kuidas ta seletab elu, ilma et oletaks «elujõudu», niisama nagu Laplace kunagi vastas Napoleon'i küsimusele, miks ta oma universumi teoorias ei ole jätnud kohta looja jaoks: «Ma ei vajanud seda hüpoteesi.»

Põhjendada vitalismi eluliste protsesside energeetikat tänapäeva edusammude juures oleks erakordselt raske ülesanne. Praeguste vitalistide «patriarh» — saksa õpetlane Hans Driesch — katsus seda teha järgmiselt:

Kujutleme kaht sfääri, kaht kera — üks suurem, teine väiksem. Väiksem on asetatud suurema sisse nii, et nende keskpunktid langevad ühte. Tekib kaks kontsentrilist kera-pinda ühise keskpunktiga, erinedes ainult raadiuse pikkuselt, see on pindade kauguse poolest tsentrist. Nüüd kujutleme, et selles kontsentriliste sfääride süsteemis valitsevad ainult tõmbejõud ja puuduvad hõõrdumisjõud. Nüüd

oletame, et meil tuleb mingisugune ese ümber paigutada ühelt sfäärilt teisele. Kas võib seda teha, nagu öeldakse, «energeetiliselt seisundit» muutmata? On ilmne, et ei saa. Meil tuleb kas kulutada energiat, kui tahame «tõsta» eset sisemiselt sfäärilt välisele, selleks et ületada tõmbejõudu; või jälle, kui ese «kukub» väliselt sfäärilt sisemisele, energia vabaneb.

Aga kas sama sfääri pinnal saab esemeid energia kuluta ümber paigutada? Tuleb välja, et saab, sest mingisugust hõõrdumist selles kujutletavas süsteemis pole. Nihutades eset mööda sfääri pinda, ei vii me teda karva-väärtki tsentrist kaugemale ega lähemale, tähendab me ei soorita tööd tõmbejõu vastu.

Driesch järeltab sügavamõtteliselt, et just nõnda toimib ka «elujõud»: rikkumata looduse seadusi saadab ta siiski korda tahtelisi toiminguid — «liigutab esemeid mööda sfääri».

Vitalistidel on veel teinegi armastatud näide. Veduri-juht ja lendur ei pane ju liikuma vedurit ega lennukit oma lihaste jõuga, kuid siiski viivad nad neid edasi ja juhivad neid, lülitades sisse ja välja mehhanisme ning energiaallikaid lihtsa nupule vajutamise ja kangide pööramisega. Just niisamuti toimib «elujõud»; temagi ainult «vajutab nuppudele» ja siiski juhib kõiki materiaalseid jõude organismis ja suunab nende tööd.

Kui aga nüüd siirduda füüsiliselt absurdsete ja mõeldamatute ning tegelikus elus mitte kuski esinevate «hõõrdumisvabade» sfääride ja kujutletavate lennukijuhi kabiinide juurest elusolendi juurde, siis ei leia me temal «pindu», mida mööda võiks vaevata liigutada esemeid, ja teenistusvalmite «nuppude» komplekte (mille vajutamiseks, olgu sulgudes öeldud, on ka tarvis mitte vähest füü-

silise ja vaimse energia kulu, vaid keerulist ja rasket tööd, nagu seda väga hästi teavad kõik lendurid ja masinistid).

Keemia ja füüsika seisukohalt ei ole mingisugust mõtet Driesch'i väidetel protsessisse segamisest ilma... protsessisse segamata (s. o. muutmata tema energeetikat). Iga reaktsioonile järgneb teine. Keemiliste muundumiste ahelikus üks lüli määrab täpselt ette järgmise lüli, või siis meil tuleb kõrvale heita põhjuslikkuse seadus ja hävitada teadus.

Muidugi võib muuta muundumiste suunda (sellele looduslike protsesside käigu muutmisele ongi ehitatud kogu inimlik tehnika). Kuid mis tähendab segada protsessisse ja seda muuta? See tähendab, et on tarvis kas sisse tuua mingisuguseid uusi energiaallikaid või lisada keemilistesse reaktsioonidesse uusi aineid, või vähemalt asetada protsessist juba osavõtvad ained uutesse tingimustesse. Kõigil juhtudel on juttu tegevusest, võib isegi täpsemalt öelda, mõnesuguste materiaalsete masside ümberpaigutamist, nende lähendamist teatavale kohale või nende eemaldamisest sealt. Just sellepärast peabki iga vahelesegamine materiaalse protsessi käiku olema samuti materiaalne; ta on alati seotud energia kuluga ja keemik arvestab seda oma energeetikavalemis. Kui ka «libisemine» mööda kerapinda toimuks hõõrdumiseta, siis tuleks ikkagi kulutada energiat selle mehhanismi ehk «käe» liikuma panemiseks, mis nihutaks esemeid pindapidi.

Inimese keha keemilise energia kulutamine ja väikeste masside lihtne ümberpaigutamine ruumis inimese käe lihaste jõul pole ilmaaegu kogu inimesliku tehnika, hügelmasinate keerulise töö aluseks, kusjuures need masinad inimese juhtimisel arendavad võimsust, mis ületab kaugelt maailmas elunevate kõikide inimeste jõud.

Kui tõepoolest oleksid olemas Driesch'i «sfäärid», mida mõõda võiks liigutada mägesid, ei olekski perpetuum mobile leiutajad nii väga eksiteel.

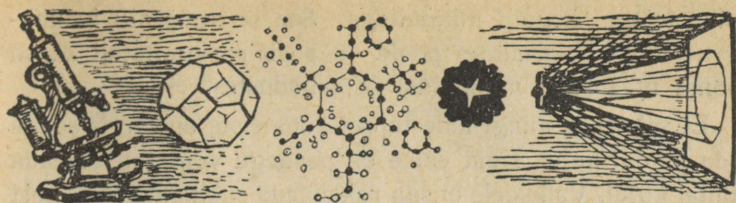
Niisiis peame vaatlema elu kui mateeria liikumise erilist vormi, mis on seotud teiste liikumisvormidega ühtsete seaduspärasuste kaudu. Aga elu kui eriline liikumise vorm oleneb säärasest mateeria organisatsioonist, mis esineb mõnedes keerulisemates orgaanilistes ühendites. Praegu on juba täpselt teada paljude organismis leiduvate ainete ehitus. Alati on nende põhiaineks süsinik, seesama süsinik, mis on meile tuntud söe, grafiidi ja teemandi kujul ja mis hapnikuga ühinenult annab mürgise vingugaasi ning raske süsihappegaasi, mis pikkamööda koguneb keldritesse ja kaevudesse.

Kogu orgaaniline keemia on määratu hulga mitmekesiste süsinikuühendite keemia, peamiselt vesinikuga, hapnikuga, lämmastikuga ja mõnede teiste elementidega. Siin peame seda meelde tuletama, millest oli juttu peatüki algul. Süsiniku omadused on säärased, et tema ühendeid on palju rohkem kui kõiki anorgaanilisi ühendeid, s. o. rohkem kui kehasid, mis koosnevad kõikidest teistest elementidest. Teoreetiliselt on aga võimalike orgaaniliste ainete arv piiramatu. Süsiniku aatomid, ühinedes teiste elementide aatomitega ja omavahel, loovad keerulisi ühendusi; tekivad pikaks venitatud, harunenud ja rõngakujulised hiiglasuured molekulid, mis sisaldavad mõnikord kümneid tuhandeid aatomeid; see ainulaadne keerukus tingibki orgaanilise maailma protsesside ebatavalise komplitseerituse¹.

¹ Süsiniku teadaolevate ühendite arv ületab juba miljoni, kuna kõik ülejäänud elemendid ei anna üle 75 tuhande ühendi.

Kõigest sellest nähtub, et ei saa tõmmata teravat piiri orgaanilise ja anorgaanilise keemia vahele. Süsinikhapend, süsihappegaas, soogaas — need on nagu alamaste süsinikkehade hiiglapikas astmikus. Wöhler, kes esimesena 1828. aastal valmistas kunstlikult tõelise orgaanilise aine — kusiaine, tõestas praktiliselt, et ei ole ületamatut piiri keemia mõlemate valdkondade vahel. Hiljem järgnesid Chevreul'i, Berthelot', Butlerov'i ja paljude teiste tööd, mis lahendasid rasvade, alkoholid ja paljude süsivesikute ehituse saladuse ning võimaldasid nende kunstlikku valmistamist. Orgaaniliste sünteeside keemia on tänapäeval rahvamajanduse tähtsamaid harusid. Umbes viissada tuhat orgaanilist ainet on valmistatud laboratooriumides keemikute poolt. Mõnes asjas on teadlane ammu loodusest ette jõudnud. Kunstlikult valmistatud ainete hulgas on palju nüüsguseid, mida kuski ega kunagi pole leitud väljaspool laboratooriumi.

Kuid keha elavates rakkudes, protoplasma elavais tilgaketes leidub aineid, millega võrreldes kõik süsivesinikud ja süsivesikud näivad õige lihtsate ühenditena. Need ülikeerulised ained on valgud.



Kaheksas peatükk.

Äärmuseni keeruline aine.

Valgud said oma nime kõigile tuntud munavalgest. Kunagi arvati, et nad on kõik sarnased oma «ristiisaga». Kuid juba esimesed valkude täpsed uurimused selgitasid nende hämmastava rohkuse ja mitmekesisuse. Valgud võivad olla vedelad (veres, amööbi kehas) siirupitaolised, kõvad (küüned, kabjad), elastsed (karvad, siid, elastiinid, mida sisaldavad sidekoed, näiteks härja kuklasidemes), limased (süljes, konnakoe limas), värvivad (kromoproteiidid ja melaniinid — naha ja karvade värvained). Käsnloomade luustik sisaldab valkainet spongiini, teokarbid konhioliini, korallrahud korneiini. Valgud-amüloidid tekivad ainult haiglas seisukorras, kudede degenerereerumisel.

Mida kaugemale jõuti, seda rohkem avanes keemikuile nende äärmiselt keeruliste mõistatuslike ainete peaaegu ääretu maailm.

Anorgaanilises looduses ei leidu ühendeid, mis sisaldaksid isegi sada aatomit molekulis. Viinamarjasuhkru molekulaalkaal võrdub 180-ga, see tähendab, et siin on süsivesiku molekuli 180 korda raskem vesiniku aatomist. Kuid valkude molekulaalkaale tuleb arvutada tuhandetega, kümnete ja sadade

tuhandetega, koguni miljonitega. See on määratu kvalitaatiivne hüpe keerukuse poole ja peab paratamatult kaasa tooma määratud muudatusi ka omadustes.

Et selgitada mingi aine täpset koosseisu, on tarvis saada teda puhtal kujul. Kuid valke on peaaegu võimatu eraldada puhtal kujul. Valkudele ei saa rakendada sublimatsiooni, neid ei saa auruks muuta (et hiljem aurust sadestuks puhas valkaine). Nad muunduvad korvatamatult mitte ainult keetmisel, vaid juba vähegi märgataval soojendamisel.

Väga puhtal kujul eritub aine, kui õnnestub panna teda vabalt moodustama kristalle. Kuid ainult üksikud valgud kristalluvad ja nendegi kristallid on ebatavalised, nendes on nii soolasid kui ka vett. Seejuures jääb veel küsitavaks, kas valk kristallumisel siiski ei muutunud.

Ja nõnda on praktilisele uurimisele asuva keemiku ees hulga valkude segu, mis liidavad oma ebapüsivate ja iga-sugustele assotsiatsioonidele kalduvate osakeste külge rasvu, alkohole, süsivesikuid ja mitmekesisemate ainete veelahuseid.

Paljudel juhtudel õnnestub selgitada ainult valkude kvalitaatiivset koosseisu, s. o. teada saada, millistest keemilistest elementidest nad koosnevad ja millistes vahekordades. Ja on selgunud, et kõige keerulisemad ained — valgud — koosnevad tühisest arvust keemilistest elementidest, nagu seda näitab järgmine tabel ¹:

Süsinik	50 — 55	protsenti
Vesinik	6,5 — 7,5	„
Hapnik	19 — 24	„
Lämmastik	15 — 17,5	„
Väävel	0,5 — 2,4	„

¹ А. С. Гинсбург, Курс органической химии, Медгиз, 1933, стр. 472.

Mõnikord on valkudes fosforit, vahest harva ka halogeene¹ (näiteks on valke, mis sisaldavad joodi) jt. elemente. Üksikute elementide protsendilised vahekorrad võivad kõikuda veidi laiemalt kui selles tabelis.

Märkimist väärib lämmastiku iseloomustav ja tähtis osa valkude molekulides; valgud on lämmastikku sisaldavad orgaanilised ained.

Agamillise ehitusega on siiski valgu molekul? Seda mõistatust asuti lahendama läinud sajandi viimaseil aastakümneil. Erilist osa mängisid siin Emil Fischer'i uurimused. Fischer ei käinud tallatud teid, vaid valis uue printsibi, ja see, nagu juhtub sageli, avas teaduses uue ajajärgu. Sisuliselt on see põhimõtte lihtne.

Füsioloogidel oli teada, et valku sisaldavad toitained loomade organismis lõhustuvad alguses lihtsamaiks orgaaniliseks ühendeiks — *am i i n h a p p e i k s* — ja pärast moodustab organism neist amiinhappeist uuesti omaenda valkudele sarnased valgud.

Hiljem söötis Fischer'i õpilane Abderhalden koeri, rotte ja hiiri amiinhapetega ja need loomad elasid tõesti mõnda aega ja isegi kasvasid sellel toidul, kui vaid õnnestus neid sundida seda iiveldama panevat «toitu» alla neelama.

Võib-olla koosnebki valgu molekul amiinhappeist? Fischer tegi niisuguse oletuse ja hakkas siis amiinhappeid kunstlikult ühendama, luues mitmest amiinhapest ikka keerulisemaid ühendeid — *p o l ü p e p t i i d e*.

1907. aastal valmistas Fischer polüpeptiidi kaheksateistkümnest eri amiinhapest. Üheksa aastat hiljem tegid Abderhalden ja Fodor polüpeptiidi üheksateistkümnest amiinhapest. Nende polüpeptiidide osakesed enam ei tunginud

¹ Halogeenideks nimetatakse järgmisi elemente: fluor, broom, kloor, jood.

läbi poolläbilaskva membraani. Väävelhapu vase toimet värvusid nad imeilusaks violetseks. See oli valkude määramiseks iseloomustav — «biureet»-reaktsioon.

Ja siiski ei sarnanenud polüpeptiidid valkudega, vaid pigemini ainult valgu surnud laguproduktidega organismis — peptonidega.



Joon. 41. Vere hemoglobiin.

Ülemises reas (vasakult paremale): hamsteril, meriseal, oraval, hobusel; alumises reas: koeral, kassil, inimesel (mõlemad viimased).

Emil Fischer suri 1919. aastal ja valgu molekulid jäidki ehitamata.

Endiste lootuste asemele asus pettumus. Hakati rääkima polüpeptiiditeooria ummikust ja isegi läbikukkumisest. Meie sajandi kahekümnendad ja kolmekümnendad aastad oli aeg, mil teadus kogus materjale, et anda täielikumat kujutlust valgu ehituse kohta. Selle aja jooksul esitati enam

kärsitumate uurijate poolt hulk väga erinevaid teooriaid ja oletusi, mis aga kõik omasid ainult ajutist iseloomu.

Kuid laboratooriumides käis visa töö. Otsiti juurdepääsuteid valgu ligipääsmatule «kantsile». Metoodilise piiramise asemel asuti otsustavale tormijooksule.

Paljud on meile veel teadmata. Valgu keemia — see on raamat paljude valgete täitmata lehekülgedega. Biokeemikud vaidlevad veel ägedalt omavahel. Vaidlevad ka füüsikud, kes ennast käskivalt segavad «äärmuseni keerulise aine» saladuse uurimisesse. Kuid see, mis on teada saadud ja just viimase kümne aasta jooksul, on hämmastav. On jäänud kaugele selja taha alles hiljutised Emil Fischer'i ajad. On juba olemas mõnede valkude täpsed valemid. Lihtsaima valgu süntees, mida Fischer asjatult taotles, saab juba reaalseks. «Kõik reaktsioonid, mis viivad valgu molekuli ülesehitamisele, on meile üldiselt enam või vähem hästi teada,» kirjutab akadeemik A. I. Oparin, «oleme juba selle ülesande lahendamise lähedal»¹.

Valgu koostise lahendamisega tegelevate isikute teadusliku sangarluse määr saab meile selgemaks, kui veel kord meelde tuletame, et valkudele ei ole rakendatavad otsese keemilise analüüsi viisid. Kõige raskemaid ja kaudsemaid teid tuleb käia uurijal, kes tahab eraldada üksikuid valke segudest, tundma õppida mitmesuguste ainete eri toimet mitmesugustele valkudele, lõhustada valke lihtsamaiks orgaanilisteks aineteks, valmistada valkudest kõige õhemaid, ainult ühe molekuli paksusi kilesid.

Mis võiks olla lohutavam kui lootus näha oma silmaga valgu molekuli?

On ju kogu määratute teadmiste põhimass, mida teadus

¹ А. И. Опарин, Возникновение жизни на Земле, 2-е изд. стр. 127.

elu kohta on kogunud, saavutatud ainult tänu sellele, et «täiustatud silm» — mikroskoop — on võimaldanud näha seda, mida varem ei ole nähtud. Iga edusammuga mikroskoobi võimsuse suurendamisel on kaasunud suured avastused. Sel viisil on uuritud läbi elava keha ülipeen struktuur ja elundite tegevus, on tehtud kindlaks organismide rakuline ehitus, on leitud haiguste tekitajad, on avastatud tee rakkude sisemusse; bioloogid-mikroskopistid on leidnud raku tuuma ja jõudnud selgusele tuumas peituvate «niidikeste» — kromosoomide — keerulise kera ja nende huvitavate muudatuste suhtes, mis nendega toimuvad raku jagunemisel.

Ja see bioloogile võib-olla tähtsaim tööriist ütles äkki üles, sattus ummikusse pärast kaks ja pool sajandit kestnud katkestamatut ning hoogsat arengut. Ta oli ennast tühjaks ammutanud.

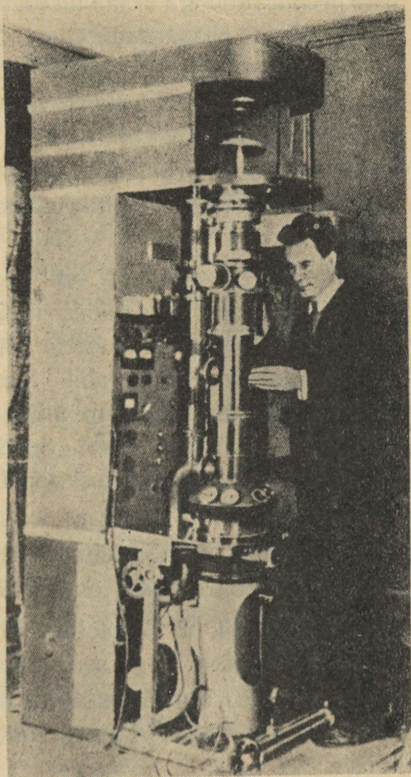
Samad füüsika seadused, mida kasutades inimene ehitas mikroskoobi, panid piiri ta arengule. Kui tahame mikroskoobis näha asju, tuleb meil arvestada omadusi, mis on valgusel, milles ainult saabki midagi näha. Asja võib näha ainult sel tingimusel, kui ta suuruselt ei ole vähem valguslaine poolest pikkusest. Võimaliku nähtavuse piiril asetsevad seega väikesed bakterid. Asjad, mille pikkus on alla ühe kümnetuhandiku millimeetri, on väljaspool kõikide mikroskoopide, hollandlase Leeuwenhoek'i «läätsetega riista» järeltulijate «lahendava võime» piiri. Ja see pole tänapäeva mikroskoopide puudus (puudust võiks loota homme kõrvaldada), — ei, see on võimaliku nähtavuse põhimõtteline künnis.

Kuid inimgeenius ei lepi tõketega. Ta on leiutanud palju vahendeid, kuidas füüsikat «üle trumbata». Kõige vanem neist on vaadata asju heledas külvalgustuses; sellele põhimõttele on rajatud *ultra* *mikroskoop*. Sel viisil võib täheldada asju, mis on mõnikümmend korda väiksemad kui

need, mis on nähtavad tavalise mikroskoobiga. Kuid häda seisneb selles, et ultramikroskoobis pole need asjad nähtavad, vaid ainult märgatavad helendavate punktikestena — nagu tolumukübemed päikesekiirtes.

Kõige uuem vahend on elektronmikroskoop. Esimesed elektronmikroskoobid ehitati 1931. aastal. Juba seitsme aasta pärast ilmusid elektron-ülimikroskoobid, mis ületasid oma võimsuselt kaugelt kõige selle, millest optikud kunagi olid unistanud. Need aparaadid pole enam «inimese silma jätkamine». Neis ei mõjusta enam valgusekiired, vaid lendavate elektronide vool. See vool pommitab vaatluse objekti. Elektronid ise on nii väikesed, et teoreetiliselt on isegi molekul neile hiiglasuur märklaud.

Neis mikroskoopides ei «näe» inimese silm, vaid säärase ainega kaetud ekraan, mis hakkab helendama, kui elektronid teda pommitavad.



Joon. 42. Elektronmikroskoop.

Sääraseist esemeist, mis ise väljutavad elektrone, õnnestus lihtsaimal viisil saada hiigla suurendusi (näiteks asetades hõõguva metallniidi silinder-ekraani sisse). Kuid bioloogiliste preparaatidega ei saa nii toimida. Siin lendab elektronide kimp, läbides preparaadi, edasi mööda võimsaid elektromagnetiteid, mis «nihutavad laiali» selle kimbu täpselt niisamuti, nagu hajutavad valguskiirte kimpe tavaliste mikroskoopide läätsed. Kujutused võtab vastu ekraan, mis asetseb elektronmikroskoobi grandioosse (umbes 1½ meetrit pika) toru alumises osas. Need mikroskoobid suurendavad 30 000—40 000 korda.

Praegu on ehitatud veel palju võimsamaid aparate. Aeg-ajalt ilmub kodanlike maade ajakirjanduses puhuti sensatsioonimaigulisi teateid hämmastavaist avastustest, mis on tehtud nende abil. Siin ei saa võtta kõike puhta kullana. Elektronide kimp mitte ainult ei «valgusta», vaid ka lõhub orgaanilist ainet. Selles seisnebki üks peamistest raskustest elektronmikroskoopide rakendamises bioloogia teenistusse.

Kuid tõesti on juba tehtud erakordse tähtsusega avastusi Elektronmikroskoopides on saanud nähtavaks viirused!

On võimalik ja tõenäoline, et elektronmikroskoop on teaduse homme päev. Kuid see, mida oleme teada saanud valguse ehituse kohta, on saavutatud teiste meetoditega, eelkõige röntgenograafia ja ultratsentrifugeerimise teel.

Röntgenograafia on ka üks mikroskoobiga seotud raskustest möödahiilimise viise. Inimgeenius pani töötama valguskiired, mille lainepikkus on kümme tuhat korda väiksem kui nähtaval valgusel. Siin «näeb» fotoplaat. 1912. aastal astusid uurijad esimest korda röntgenikiirte abil üle «nägemisele ligipääsetava maailma» piiri. Siis pani Laue ette «vaadelda»

kristalle. Ja mikroskoobi suurendusvõime näis olevat kasvanud kümne tuhande kordseks. Plaadile ilmus peen punktiirjoonis, mille täpikesed võimaldasid kujutluse sellest, kuidas on asetatud kristallid molekulide rühmad ja kuidas molekulid on üles ehitatud aatomeist. Lõppeks ometi «nägi» uuri ja neid. Kuid selleks, et tekiks nende tõmmised, oli tarvis, et kiired läbiksid ülipeenepilud, peegelduksid tillukese võre telgedelt ja tahkude't, s. o. läheksid nimelt läbi kristalli, kuna see on maailma kõige peenem ruumvõre. Rea tähelepanuväärsete uurimuste tagajärjel tähistasid röntgenogrammid pöördepunkti kristallisatsioonioõpetusele; hiljem. 30-ndates aastates, võimaldasid nad füüsikule tungida kiudude kristalluvate valkude molekulide sisemusse. Kuid röntgenikiirte võime langeb järsult, kui lahkuda nende valkude valdkonnast.

1923. aastal kasutas rootsi teadlane Svedberg esimesena valkude uurimiseks tsentrifugaaljõudu. Kui panna valkude lahus kiiresti tiirlema, siis sadestub iga valk ehk «heidetakse välja» segust isesuguse kiirusega (olenevalt molekulide iseloomust ja raskusest). Lõppeks õnnestub jaga da segu «tema osadeks». Vähe sellest, iga valgu sadestumise kiiruse järgi võib välja arvutada tema molekulkaal, tema osakeste suurus ja kuju.

Mida suurem on tsentrifugaaljõud, mida kiirem on tiirlemine, seda sügavamale tungime valgu ehitusse ja seda usaldavamad on saavutatud resultaadid.

Svedberg ehitas ikka uusi masinaid ülikiireks tiirlemiseks — ultratsentrifuuge. Enne sõda saavutas ta peaaegu 100 000 tiiru minutis. Hiiglaslik sisseseade võtab enda alla kaks majakorrust, kuid see, mille jaoks kõik on ehitatud, — pöörase kiirusega tiirlev rootor — on läbimõõdult ainult kümme sentimeetrit; rootoris asetseb poolteise-sentimeet-

rise läbimõõduga anumake (küvett), millesse valatakse uuritav lahus. Muidugi ei jõua inimese silm, vaid ainult seeria momentülesvõtteid jälgida seda, mis toimub selles anumakeses.

Svedberg'i poolt regulaarselt avaldatud teadaanded on osutunud hämmastavaks. Enamiku valkude molekulkaalud asetusid astmeliselt, mille aluseks võib võtta ligikaudselt arvu 17 600, mida mitmesuguste valkude puhul tuleb korrutada isesugune arv kordi (üks, kaks, kolm jne.). Valkude ootamatu «geomeetriline progressioon» tõendab, et keemik pole «valgu» nimetuse alla koondanud mitte juhuslikku erilaadsete kehade kogumikku, vaid tõeliselt suguluses seisvaid kehasid ja seejuures sääraseid kehasid, mis on läbinud teatava kindla arenemise ja komplitseerumise teekonna.

Keemikud ootasid, et valguosakeste molekulkaal (ja suurus) ületab kõik varem tuntu. Aga siiski ei osanud ükski ette näha Svedberg'i poolt saadud arve. Tigude hemotsüüni (limuste ja koorikuliste vere keeruline sinakas valk, mis asendab seal meie vere punast hemoglobiini) molekulkaaluks osutus 6 760 000 (ümmiardatult), s. o. $17\,600 \times 384$.

Ja see pole veel viimane piir!

Seesuguste molekulide kuju on nähtavasti tugevasti välja venitatud, kepikesekujuline. Ja nende pikkus ulatub peaaegu ühe kümnetuhandiku millimeetriti, tähendab on lähedal mikroskoopilise nähtavuse piirile.

Mida siis on tänapäeva teadus avastanud nende huvitavate ainete siseehituses?

On selgunud, et veidi enneaegselt oli asutud Fischer'i polüpeptiiditeooria mahamatmisele¹. Valgud on ehitatud

¹ Valgu ehituse õpetuse edasise arendamise au kuulub peamiselt nõukogude biokeemikuile Zelinski'le, Gavrilov'ile, Reznitšenko'le ja Talmud'ile. (Toimetus.)

amiinhappeist. Kuid paljudes üksikasjades tuli Fischer'i vaateid ka muuta ja täiendada.

Niisiis tuleb meil kõigepealt lähemalt tutvuda amiinhapetega. Mis on amiinhape?

Kuid siin peame tegema veel väikese kõrvalepõike.

Sõna «hape» on igapäevale tuttav. Igaüks teab, mis on hapu maitse, olgu siis äädika, sidruni või soolhappe maitse järgi; viimast soovitatakse sageli tarvitada maomahla vähese happesuse korral.

Koolieast mäletame, et hape värvib punaseks sinise lakmuspaberi. Mäletame, et hapetel on nagu «partnerid» neile vastupidiste omadustega; need on alused ehk leelised, mis värvivad punase lakmuspaberi siniseks. Leelise ja happe ühinemisel «kustuvad» vastastikku leelised ja happelised omadused ja tekib neutraalne sool. Nii annab naatriumhüdrosüüd soolhappega ühinedes hariliku keedusoola.

Happeid ja leelisi on ka orgaaniliste ainete hulgas. Meile kõigile on väga hästi teada äädikhape, samuti lihtsaim orgaanilisist happeist — sipelghape, mis meid kõrvetab, kui ettevaatamatult puudutame nõgest või mõtlematult pistame käe sipelgapessa.

Orgaaniliste ühendite ääretu suures hulgas oleks võimatu orienteeruda, kui keemiku tähelepanelik silm poleks märganud sarnasust mitmesuguste orgaaniliste ainete vahel. Nisugused ained ühendab keemik rühmadesse ja annab neile ühise nimetuse.

Osutub, et see sarnasus pole pealiskaudne, vaid tegelikult peegeldab nende ainete molekulide ehituse mingit ühist seadust. Meil oli juba tegemist rohkearvuliste, väga lihtsate, ainult kahest elemendist koosnevate orgaaniliste kehade ehituse üldseadustega — süsivesinike ridade ehituse seadustega.

Kuid keemikul on teada, et ka keerulisemate kehade molekulides leidub sageli mingi aatomite muutumatu rühm ja et seal, kus see esineb, vajutab ta oma kindla pitseri neile kehadele, teeb nad nagu «sugulasteks». Sääraseid aatomite rühmi nimetatakse radikaalideks. Anorgaanilisest keemiast tunneme radikaali-hüdroksüüli ehk vee jääki (OH), mis tekib siis, kui vee molekulist ära võtta üks vesiniku aatom. Hüdroksüül etendab väga tähtsat osa ka orgaanilistes ühendites; tingimata kuulub ta alkoholide koostisse.

Praegu on meil tähtis eriti meeles pidada kaht radikaali: karboksüüli (COOH), nimelt iseloomustab see radikaal orgaanilisi happeid, ja ammoniaagi jääki ehk amiini (NH₂), mis avaldab teravalt leelise omadusi.

Nüüd võime vastata küsimusele, mis on amiinhapped.

Amiinhapped (nagu nimigi ütleb) on tähelepanuväärsed ained, mis sisaldavad samal ajal nii amiini kui ka karboksüüli-radikaale.

Anorgaaniliste ainete ühinemisel «lepivad ära» nende happelised ja leelised omadused, moodustades just nagu nende aritmeetilise keskmise — neutraalse soola. Amiinhape — see on aga leeline ja hape kõrvuti. Tähendab amiinhapped võivad astuda ühendusse nii leelistega kui ka hapetega. Nad võivad kergesti ühineda ka üksteisega, moodustades ükskõik kui pikki ahelaid. Seejuures ühineb üks amiinne rühm teise karboksüüliga, eritades osakese vett, ja amiinhapete vahel tekkinud seos kujuneb väga püsivaks. Meie kahe amiinhappe ahela vabade otste külge võivad samal viisil liituda kolmas ja neljas. See rida võib piiramatult kasvada. Nimelt nimetataksegi niisugust sidet peptiidseks (kust on pärit ka nimetus «polüpeptiidid», s. o. ained, mis koosnevad paljudest amiinhappeist paljude peptiidsete sidemetega).

Täpselt on uuritud kahtkümmend kaht valkudes leiduvat amiinhapet; teada on neid aga mitte alla kolmekümne.

Amiinhapete omadused on harukordsed. Seepärast pole see ka juhus, et just nende ühendid moodustavad valke, mis on kõige keerulisemad, aga samal ajal ka kõige labiilsemad kõigist tuntud ühendeist.

Valgu ahela moodustavad ainult peptiidsed seosed ise (s. o. amiin- ja karboksüül-rühmade «jäägid» pärast veeosakeste eritamist). Kõik teised, sageli väga keerulised amiinhapete aatomite rühmad asetuvad külgedele, moodustades külghelikke¹.

Niisiis süntees, mis Emil Fischer'il ei õnnestunud, s. o. valgu süntees amiinhappeist, toimub lakkamatult meie kehas. Lugeja mäletab, et toiduga saadud valgud lõhustuvad amiinhappeiks, milledest siis organism ehitab oma valgud. Katsed viia verre valmis valku on lõppenud raskete mürgistumistega. Mõningaid amiinhappeid valmistame samuti oma kehas toiduga saadud lihtsamaist orgaanilistest ainetest. Kuid teisi, seejuures kõige tähtsamaid amiinhappeid, milledest oleneb organismi kasvamine ja arenemine, ei saa loomad ise valmistada. Neid peab muretsema taimede «roheline vabrik».

Kuidas ainult orienteeruda valkude ammendamatus mitmekesisuses? Keemikud ja bioloogid on neid klassifitseerinud, mõlemad muidugi omamoodi.

Nende klassifikatsioonide juures on oluline täheldada järgmist.

Kõige lihtsamad on protamiinid, mis on iseloomus-

¹ Isegi neil amiinhapetil, millel on kaks amiinset rühma (mis annab neile peamiselt leelise iseloomu) või kaks karboksüüli (mis annab neile peamiselt happelise iseloomu), ainult üks rühm kuulub peptiidiahelasse, kuna teine jääb vabaks külghelaks.

tavad kalaniiskadele. Nad koosnevad ainult vähesest arvust amiinhappeist. Nende molekulkaal — kaks, kolm või neli tuhat — ei küüni Svedberg'i «redeli» esimese astmenigi.

Väga tähtsad valgud on histoonid. Viimaseid iseloomustavad määratu suur molekulkaal ja ehituse erandlik keerukus. Histoonide hulka kuuluvad nii protoplasma valgud kui ka muud valgud, näiteks munades, seemnetes; see on lootele arenemise ajal tarvilik toit.

Valk võib ühineda mittevalgulise orgaanilise ainega. Nii tekivad «liitvalgud» — proteiidid. Siia kuuluvad organismi eluks eriti tähtsad nukleoproteiidid (raku tuuma iseloomustavad ained, mis on protamiini või histooni ühendid fosforit sisaldava nukleinhappega); siis veel keerulised verevalgud, millest oleneb hingamine, — koos värvilist, erisugustel loomade gruppidel erinevat «pigmenti», millistes histoon on ühendatud metalli-sisaldava rühmaga: rauaga (selgrooliste ja rõngusside hemoglobiinis), vasega (limuliste ja koorikuliste hemotsüaniinis) ja vanaadiumiga (merituppede, astsiidide veres). Iseloomustav on, et ka taimedel «hingamisainete» koosseisu kuuluvad samuti raud ja vask. On veel teisi proteide.

Lõppeks tuleb veel märkida viimast valkude rühma. Siia kuuluvad valgud looduslikus siidis, juustes, villas; sidekoe kiudude liimitaolised valgud; sarvede, kapjade ja küüntede ained; «tugi»-valgud, mida organism eritab¹.

¹ Selle loeteluga pole kaugeltki veel ammendatud kõik valkude ja proteiidide rühmad. Klassifitseerides valke eraldab autor vääralt teiste rühmade hulgas valgud omaette rühma. Klassifitseerimine toimub teise printsiibi järgi. Üldse jagunevad kõik valgud oma vormilt kiulisteks ja globulaarseteks valkudeks. Mõnikord omavad neid mõlemaid vorme ühed ja samad valgud, näiteks lihaste müosiin, olenedes sellest, kas lihased kokku tõmbuvad või nõrgenevad. (Toimetus.)

Nende ainete, kiudude, valkude ja ka mõnede teistest rühmadest lihtsamate valkude ehitus on tänapäeval küllaltki hästi tuntud. Nende molekulile võib võrrelda perioodiliste murdudega: mitmesugused amiinhapped on paigutatud neis täiesti kindlas järjestuses; rühm, mis sisaldab teatava valgu kõiki amiinhappeid, hiljem ise kordub, vahest palju kordi.

Miks ei õnnestunud Fischer'il valgu süntees?

Oma kõige keerulisema polüpeptiidi jaoks ühendas ta vähem kui kakskümmend amiinhappe jääki. Kuid valgu molekulid sisaldavad tavaliselt sadasid ja mitmeid tuhandeid amiinhappe jääke.

Et saada mõnd niisugustest valkudest, on tarvis peale selle saavutada teatud kindel (ja mitte mingisugune teine) amiinhapete asetus ja järjestus piiritu hulga teiste võimalike järjestuste hulgas. Enamik pärisvalkudest sisaldab kõiki (või peaaegu kõiki) tuntud amiinhappeid. Kui oletada, et neid on ainult kolmkümmend, ja arvestada, et igaüks neist on valgu molekulis esindatud ainult üheainsa osakesega (mida tegelikult kunagi ei esine), siis saaksime juba teoreetiliselt $2,65 \times 10^{32}$ amiinhapete kombinatsiooni, tähendab ka niisama palju valke. Et seda arvu numbritega märkida, kulub peaaegu terve trükirida ¹.

Anorgaanilises keemias annab valem tavaliselt ettekujutuse ainete ehitusest. Valgu keemiline valem, nagu näeme, toob iseenesest asjasse vähe selgust.

Kuid see-eest saab nüüd selgeks, mispärast leidub igas rakus kümneid mitmesuguseid valke, mispärast mitmesugustele kudedele omaseid valke on sadasid ja tuhandeid ja kui-

¹ Nagu on tõestanud Bergmann'i uurimused, pole valkudes juhuslikku piiramatut amiinhapete kogust. Autori poolt nimetatud astronoomilistel arvudel pole mingit praktilist tähtsust. (Toimetus.)

das isesugused valgud iseloomustavad mitte ainult loomade ja taimede eri liike, vaid ka sugu ja vanust. Nüüd on arusaadav, miks looduses on niipalju valke.

Niisiis elab polüpeptiiditeooria üle oma «teist noorust». Kuid kas ta annab vastuse kõikidele küsimustele? Uurimise vahendid, milliseid teadus kunagi varem polnud tundnud, võimaldasid teostada seda, mis veel eelmisele teadlaste põlvkonnale näis saavutamata unistusena; nad võimaldasid heita pilk valgu molekuli sisemusse. Biokeemik nägi oma silmaga seda, mida kaalutles Fischer ainult oletamisi. Biokeemik avastas, et aine imetillukesed osakesed, sajatuhandik või miljondik osa millimeetrist, on ehitatud geomeetriliselt korrapäraselt ja peaaegu matemaatilise täpsusega.

Siin jõuame kolmanda ja võib-olla tähtsaima põhjuse juurde, miks Fischer'i sünteesid ebaõnnestusid. See valgu molekul, mida tema tahtis ehitada, oleks jäänudki liikumatuks, alati vaid endasarnaseks ja eeskätt kiudude valgu molekuliga sarnlevaks. Kuid valk, millega elu on seotud, ei või olla niisugune. Ta peab, nagu ütles Engels, alati «olema ta ise ja samaaegselt ka midagi muud». Ta on olemas ainult niikaua ja niivõrd, kui võrd temas toimuvad pidevad muutusprotsessid.

Tema ehitust võib endale ette kujutada järgmiselt.

Ta ei koosne mitte ühest, vaid enim mitmest «kambrikesest», milledes amiinhapete peahelad on kokku keerunud. Peale peasidemete on valgu molekulis veel painduvaid, labiilseid kõrvalsidemeid. Külghelad liidavad enda külge mitmesuguste keeruliste orgaaniliste ainete uusi ahelaid ja ringisid; valgu suur molekul on ümbritsetud vähemate molekulide parvedega. Nad kord liituvad või jälle eralduvad uuesti, astuvad «lenduvasse» ühendustesse veega, sooladega. Nii toimuvad valgu molekulis pidevad muudatused,

kuni ta jääb ainult iseendaks ja ei alga ta lõhustumine, laostumine.

On ilmne, et «molekuli» mõiste ise saab siin teise mõtte kui surnud looduse enamiku ühendite muutumatute molekulide puhul (näiteks vee molekulid). Valgu molekulis tema enam või vähem püsivate ja täiesti püsimatute sidemetega ei ole kunagi rahu. Seal käib pidev lõhustumine ja taastamine. Ta pole kunagi «tasakaalus».



Üheksas peatükk.

Mis on siis elu ?

Kõik see, mida oleme valgu kohta teada saanud, võimaldab mõista, mispärast nimelt valgu ilmumisega Maa peale osutusid võimalikuks need protsessid, mida me nimetame eluks. Kuid me veendusime samuti, kui kaugele on läinud isegi kõige lihtsam tänapäeva elu oma esimestest algeist, mis kunagi tekkisid Maa peal.

Iga tänapäeva organismi elu on seotud erilise ainega, mida nimetatakse protoplasmaks.

Enam kui sada aastat uurib juba teadus teda. Protoplasma uurimine pole kerge. Ta asetseb rakkudes, mis ise on mikroskoopiliselt väikesed. Ainult harukordadel võib leida mõnel määral suuremat protoplasma kogunemist, nimelt «kehade» vormituis massides, limaseente «plasmoodiumes» ja alamais organismes, mis on poolloomad, pooltaimed.

Väliselt on protoplasma raku vedel või veniv limane sisaldis. Möödunud sajandil ilmus korduvalt teateid, nagu oleks avastatud valkudeta protoplasma. Nii arvasid näiteks saksa teadlased Sachs ja Reinke. Mõte valguta proto-

plasmast oli sugulane «modellistide» ideedega, et elu võib tekitada ka hoopis teiste ainete abil, kui on need, millega ta harilikult on seotud. Praegu on meile selge nende ideede lihtsustatud ja mehhanistlik iseloom. Igakord pärast valguta protoplasma «avastamist» selgus, et tegemist on jämeda eksitusega. Teadus niisuguseid «ideesid» enam ei arutle. Ammu on juba kaheldamatult kindlaks tehtud, et valgud moodustavad peaosa protoplasmast.

Protoplasma kohta oleme väga palju teada saanud. Kaasaegsed kokkuvõtted, milles jutustatakse ainult kõige olulisemat sellest silmale nähtamatuisse rakkudesse peidetud ainest, on — köited paljude sadade lehekülgedega ¹.

Inimese geenius pühitseb üht suurt võitu teise järel, ületades pealtnäha ületamatuid raskusi.

Biokeemikud ei püüa uurida mitte enam surnud preparaate, vaid elusat protoplasmast; nad otsivad vahendeid, kuidas jõuda oma analüüsiga järele neile reaktsioonidele, mis toimuvad elusas rakus igal silmapilgul. Uuriija käest ei libise enam ära keemilised muudatused, mis kestavad vaid tuhandiku osa sekundist. Ja seal, kus alles hiljuti oli teada ainult alg- ja lõppseisund, õnnestub nüüd juba avastada kümneid vahepealseid lülisid, mis pärast saab nüüd meile arusaadavaks see, mis eile oli arusaamatu.

Et orienteeruda kõige keerulisemates segudes, lastakse lahus läbi torukeste, milledes on mitmesugused adsorbeerivad ained. See on fraktsioneeritud absorptsiooni (mitmesuguste ainete eraldi adsorbeerimise) meetod ².

¹ Üks viimaseid sääraseid kokkuvõtteid on A. R. Kiesel'i „Protoplasma keemia“ (А. Р. Кизель, Химия протоплазмы, изд. Академии наук СССР, 1940).

² Selle meetodi esitas kõige enne vene õpetlane Tsvet. (Toimetus.)

Ainete eraldamise otstarbel lastakse neist läbi ka elektri-
vool (kataforesi meetod). Sel viisil sai rootslane Theorell
esimesena puhtal kujul kollast oksüdatsioonifermenti.

Tehakse katseid, et panna spektroskoop, mis on ava-
nud astronoomidele tähtede ehituse saladused, aitama bio-
keemikuile tungida raku sügavusse. Mikroskoopiliste
lõikude tillukesed tükikesed põletatakse ära kõrgesagedus-
voolu sädemega. Sellest hetkelisest sähvatuses piisab, et
spektris ilmuvad elementide jooned, kuigi neid on kõige
tühisemal hulgal. Sel viisil tehti kindlaks kadmiumi olemas-
olu täiskasvanud looma neerudes.

Aga võib-olla polegi alati tarvis toorelt tungida proto-
plasma peenimasse ehitusse, juhtida lahused läbi torude ja
sisse viia reaktiive? Tehti katseid, kus vedela massi läbis
ainult erilisel viisil muudetud, polariseeritud¹ valgusekiir,
ja uurija jälgis selle kiire «käitumist». Selle menetluse
leiutaja (Alison) lootis niisuguse valgusekiire-piiluri abiga
avastada isegi säärase ainete jälgi, mis on lahjendatud
üks saja miljardi vastu.

On olemas ka vahendeid nende elektriliste nähtuste
«tabamiseks», milledega kaasuvad elulised protsessid üksi-
kus rakus. Vähimagi voolu pinge võnkumisel ahelas «hüp-
pab valgusejäneseke» pisitillukeselt peegliilt. Sel teel saab
fikseerida ühe miljondiku voldi võnkumisi, mis vältavad
ainult ühe sajatuhandiku sekundi.

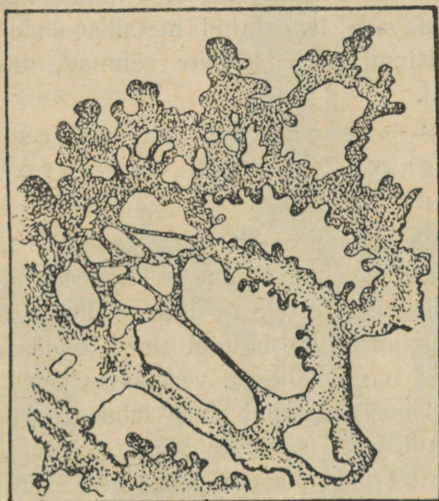
On tekkinud mikrokirurgia. Mikroskoobi all võib teos-

¹ Polariseeritud kiires toimuvad võnkumised ühes suunas.
Sellest on tingitud polariseeritud kiirte peegeldumise ja murdu-
mise tähtsad iseärasused. Valgus polariseeritakse mõnede
kristalsete ainete läbimisel. Sellele on rajatud aparadi —
Nicol'i prismad — ehitus, millega saadakse polariseeritud
valgust.

tada keerulisi operatsioone. Mikromanipulaatorite nõelad võimaldavad eraldada üksteisest baktereid, opereerida raku tuuma ja lõhki lõigata osakesi, mis kaaluvad ainult ühe kümnemiljondiku grammi.

Mida siis on teadus saanud teada protoplasma kohta?

Ta sisaldab alati palju vett, mõnikord 80—90 protsenti kogukaalust. Temas leidub palju mitmesuguseid valke.



Joon. 45. Limaseene plasmoodiumi osa.

Peale valkude on protoplasmas erinevaid rasvataolisi aineid, lipoide, mis moodustavad tema koostise tähtsa osa; veel on temas süsivesikuid (näiteks suhkruaineid) ja sooli.

Protoplasma kohta ei saa ütelda, et ta oleks hape või leeline või et ta oleks neutraalne. Tema omadused muutu- vad. Nähtavasti on ta loomult täis vastukäivusi (niisama nagu on vastukäivad valkude ja amiinhapete loomused).

Valgu molekulid on koos rasvade, rasvhapete ja teiste ühenditega, mida leidub protoplasmas ja mis tõenäoliselt moodustavad nendega sidemeid. Nad on ümbritsetud vee molekulite kihtidega.

Protoplasma valgu molekulid on rasvade, rasvhapete ja teiste ühendite naabruses, milliseid ühendeid leidub protoplasmas ja mis tõenäoliselt moodustavad nendega sidemeid. Nad on ümbritsetud vee molekulide kihtidega, milledes «rändavad» lahustatud metallisoolade (naatriumi, kaaliumi, kaltsiumi jt.) aatomite rühmad, mis kannavad elektrilaenguid.

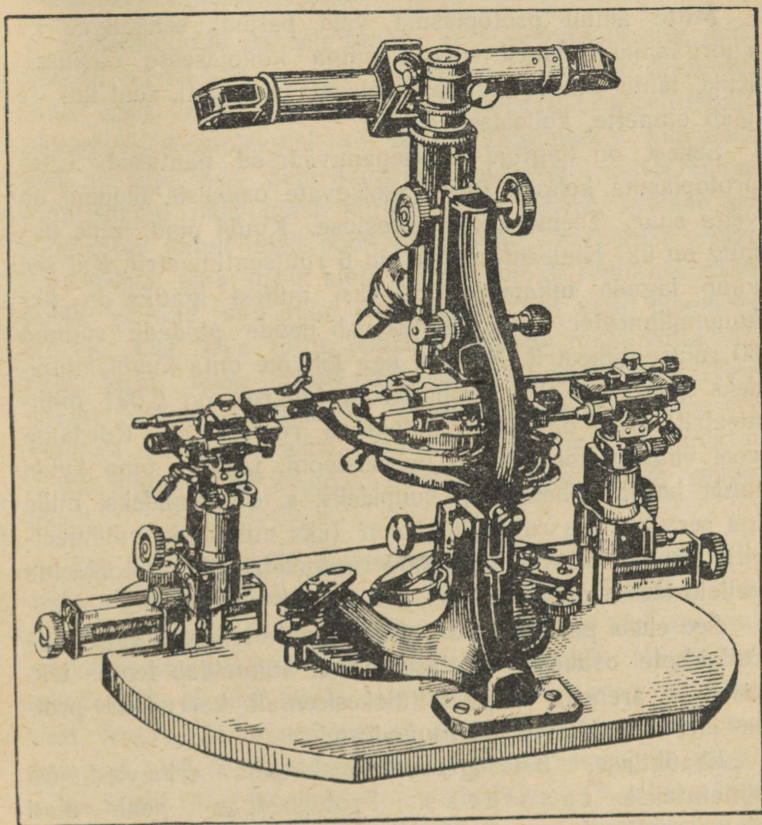
Ja elu — see on kõikide selles keerulises keskkonnas toimuvate protsesside dialektiline ühtsus.

Protoplasma on suuremalt osalt peaaegu täiesti vedel, mõnedes organismides ja mõnedes kudedes aga ka poolvedel. Oma tiheduselt ei ole ta ühtlane, homogeenne: tema koostisse kuuluvad mitmesugused ained, temas on terakesi, tihedamad osad nagu hõljuvad vedelamas keskkonnas. See keskkond on lahus, õigemini ehtsa lahuse segu, mis koosneb anorgaanilistest sooladest ja teistest lahustuvaist aineist — segatult protoplasma põhi-ainete erilise lahusega.

Seda erilist lahust nimetatakse kolloidseks. Ainete kolloidne olek on niivõrd tähtis, et selle uurimiseks on loodud eriline teadus — kolloidkeemia.

Ehtsates pärislahustes laguneb aine molekulideks või veel väiksemaiks aatomirühmadeks (ioonideks). Teiselt poolt on olemas emulsioonid, mis on saanud oma nimetuse sellest, et nende aine pole lahustunud, vaid viibib nagu hõljuvas olekus küllalt suurte osakeste kujul lahustavas vedelikus. Emulsioon on näiteks piim, milles suurendamisel on nähtavad üksikud rasvakerakesed. Kolloidlahused ase-

tuvad nagu emulsioonide ja pärilahuste vahepeal. Kolloidset osakest mikroskoobis ei näe, kuid tavaliselt on ta molekulist suurem. Läbi poolläbilaskva kile kolloidne



Joon. 44. Mikromanipulaator.

Selle seadeldise töötav osa on silmale peaaegu nähtamatu nõelake, mis võimaldab opereerida elavas rakus. Kuid et käsitseda seda nõela, on tarvis säärast keerulist seadeldist, mis joonisel on kujutatud.

osake ei lähe. Kuid lahustava keskkonna tühisegi muutumise korral võib kolloidlahuse aine sadestuda räitsakutena. Seejuures toimuvad temaga sageli säärased muudatused, et osutub võimatuks saada temast uuesti kolloidlahust.

Mitte ainult protoplasma, vaid paljud, sealhulgas ka anorgaanilised ained võivad minna kolloidsesse olekusse. Kuid tähtis on see, et protoplasma on alati, seni kui ta jääb omaette, kolloidses olekus.

Sellest on tingitud tähelepanuväärsed nähtused. Ühes protoplasma kolloidi tilgas asetsevate osakeste üldpind on väga suur. Teeme lihtsa arvestuse. Kuubi pind, mille üks külg on üks ruutsentimeeter, on 6 ruutsentimeetrit. Kui see kuup jagada tuhandeks kuubiks, millest igaüks on üks kuupmillimeeter suur, siis kasvab nende pindade summa 60 ruutsentimeetrit. Kui me aga lõhume oma kuubi kuupideks suurusega üks kuupmikron, (mikron on 0,001 millimeetrit), siis on nende üldpind 6 ruutmeetril. Kordame veel viimast korda seda operatsiooni, jagades oma kuubi tuhat korda vähemateks kuupideks, s. o. kuupideks, mille iga serv on üks ruutmillimikron (üks miljondik millimeetrit). Siis on üldpind juba 6000 ruutmeetril. Ja protoplasma kolloidsete osakeste suurus just kõigub selle ümber¹.

See elusa protoplasma paljude ainete lahustes «ujuvate» kolloidsete osakeste hiiglasuur pind võimaldab temas tekkida ja areneda kõige mitmekesisemal keerulistel protsessidel ning keemilistel muundustel.

Ebäühtlase, heterogeense keskkonna erinevaid osi nimetatakse faasideks. Protoplasmas peab alati olema palju faase. Peale sisemiste, meile nähtamatute

¹ Üks millimikron on, tött öeldes, tegelikult kolloidlahuse osakese alampiir. Harilikult arvatakse nende suuruseks kuni 100 millimikronit.

protoplasma faaside on elusas rakus ka nähtavaid faase. Tuum, imepisesed rasvatilgad, «säilitus»-ainete terakesed (süivesikud, põiekesed rakumahlaga) on kõik, öeldes füüsikalis-keemiliselt, rakuaine faasid.

Kolloidkeemia on selgitanud, et erinevate faaside piiril tekivad pindpinevuse tungid. Me juba meenutasime neid, nüüd aga räägime neist üksikasjalisemalt. Pinnapealsed molekulid on teistes tingimustes kui need, mis on aine sees. Seal haaravad teiste molekulide külgetõmbetungid neid igast küljest; siin, pinnal, avaldab see tung mõju ainult ühelt poolt, s. o. seest. Seepärast veniva või vedela aine mass alati justkui püüab tõmmata sissepoole väliseid molekule ja välispind on alati pingelises olekus. Just selle tõttu püüab aine kogu mass võtta säärase kuju, mille puhul pind oleks kõige väiksem. Seepärast võtabki vedeliku tilk, olles vabalt teises võrdse erikaaluga vedelikus, alati kera kuju, see on kuju, mis on antud mahu puhul kõige väiksema pinnaga kõigest võimalikest.

See pole veel kõik. Samuti nagu pind peab olema väikseim, et saabuks tasakaal, just niisama need ained, mis on võimelised vähendama pindpinevust (muidugi kui see on), peavad sama seaduse põhjal erituma pinnale. Nii tekivad eri faaside piiridel kiled, sest need vähendavad pindpinevust. Rasvad ja mõned valgud alandavad järsult vee pindpinevust. Kilede kujunemisel etendavad rasvad ja valgud väga suurt osa. Need kiled (vahel nähtavad, vahel nähtamatud), mis piiravad erisuguse tihedusega protoplasma eri osi, ümbritsevad tuuma, samuti ka mahla ja gaasi põiekesi, põhjustavad kõiki osmoosi huvitavaid nähtusi, millega juba tutvusime. Ja sel kombel avaneb elusas protoplasmas võimalus kõige elavamaks ja lõpmatult mitme-

kesiseks sisemiseks ainevahetuseks. Samuti tekib ka üldine ainevahetus kogu protoplasma ja välise keskkonna vahel.

* * *

*

Biokeemikud vaidlevad selle üle, kas see või teine aine «kuulub» või «ei kuulu» protoplasma koosseisu.

Professor A. Kiesel näiteks käsitleb üksikasjaliselt küsimust, kas vesi kuulub protoplasma koosseisu. Osutub, et vett võib kõrvaldada ja ülejäänud ainet kuivatada. Protoplasma aga ei hävine, vaid hakkab vette asetamisel uuesti elama.

Kuid mida see katse näitab? Seda, et veeta muutub võimatuks ja katkeb see mitmekesisiste protsesside keeruline vool, mida me nimetame eluks. See elu võib uuesti alata, kui leotada vees kuiva jääki, ilma selleta viimases endas seda aga ei toimu. Järelikult on vesi tingimata tarvilik selleks, et toimuksid elulised protsessid selles ainete süsteemis, mida nimetame protoplasmaks — elu tõeliseks aluseks. Kui me aga visalt sellest kinni peame, et protoplasma vesi on «surnud» — erinevalt teistest «elusatest» ainetest, siis tähendab see seda, et kaldume kõrvale elu kui materiaalse protsessi materialistlikust käsitlesest, sest see protsess tekib ja püsib kindlas materiaalses keskkonnas, ja omistame sellele protsessile erilisi omadusi ning eesõigusi teiste materiaalsete protsesside ees. Sel juhul tuleks ka meil ained jagada «privilegeerituiks» ja «mitteprivilegeerituiks»¹.

¹ Vesi pole protoplasmas mitte üksnes lahustajaks; vesi on välditamatuks teguriks suuremas hulgas biokeemilistes reaktsioonides. (Toimetus.)

Lõppude lõpuks toimised «igavese elu» teoreetikud just niiviisi.

Elu reaalses protsessis, nagu seda näeme praegu olemasolevatel organismidel, etendavad iga liiki «mineraalained» tähtsat osa. Nendeta oleks elu võimatu.

Vanades muistendites räägitakse riigist, kus ei tuntud soola. Näputäie soola eest oleks seal rõõmuga antud peotäis tšervoonetseid. Me ei saa soolata läbi. Aga milleks see näputäis soola? Kuni viimase ajani ei osanud teadus sellele küsimusele midagi vastata. Niisugune on organismi tuju.

Keedusool sisaldab metalli naatriumi. Lahustes jagunevad soolad osakesteks, mis kannavad elektrilaenguid. Neid osakesi nimetatakse ioonideks. Tänapäeva füüsikaline keemia on avastanud vesiniku ja metallide ionide määratu tähtsuse isegi sääraustes keerulistes protsessides, nagu seda on närvide tegevus, ärrituse edasiandmine närvi kaudu. Kui soovitakse jätkata kudede ja elundite elu väljaspool organismi, laboratooriumis, siis mitte asjata ei lasta neist läbi lihtsate soolade lahust, nn. «füsioloogilist lahust», mis nagu etendaks kunstliku vere osa.

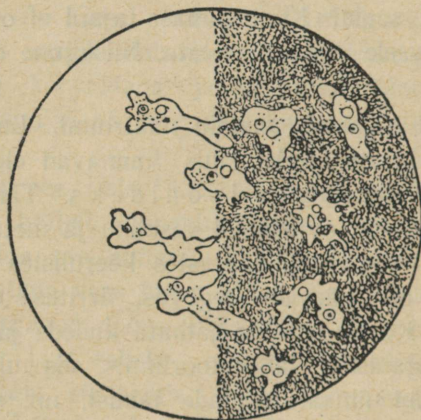
Metallid, nagu lugeja juba teab, kuuluvad tingimata «vere pigmentide» koosseisu, milledest oleneb hingamine; rauda leidub vere hemoglobiinis. Roheliste taimede klorofüll sisaldab metalli magneesiumi. Roheliste taimede normaalseks arenemiseks on aga vajalikud raua ja kaltsiumi soolad. Pisim tsiingi lisand kiirendab järsult hallitusseente kasvu.

Mõned aastad tagasi põhjustas sensatsiooni Tšehhoslovakkia teadlase Němec'i avastus, kes leidis kulda maisis, mis oli kasvanud pinnases, millest ka kõige hoolikama keemilise analüüsiga ei suudetud leida kulda. Ja kes jul-

geks kinnitada, et see kuld on ainult maisi omapärane «tuju»?

Organismis võib leiduda mingisugust ainet tühisel hulgal, kuid elulises protsessis etendab see siiski tähtsat osa.

Mõningaid alamaid organisme võib surmata sedavõrd nõrga mürgilahusega, et ükski analüüs seda ei näita.



Joon. 45. Lihtsaimad elusolendid on erakordselt tundlikud keemilistele ja füüsilistele mõjudele.

Ülesvõttel: valgustatud alalt äraroomavad amööbid.

Atsetüülholiini olemasolule, vähemas koguses kui üks miljardi vastu, reageerib kaani lihas kokkutõmbega, ja keemikul tuleb kaan endale abiliseks võtta, kui ta tahab avastada närvi ärritumisel eralduva atsetüülholiini jälgi. Tarvitseb ainult panna hõbelusikas veeklaasi ja bakterite arenemine peatub seal järsku. Siin astume juba mõnede ainete «väikesse», oligodünaamilise mõju

valdkonda organismis (muide sellele mõjule viitavad alati arstid-homöopaadid, kes soovivad kasutada väga lahjendatud arstimeid).

* *

*

Kõik see võib tekitada lugejas mulje (füsioloogid mõtlesidki tõesti aastakümneid nii), et organismis toimub keerulisemaid reaktsioone rohkem kui kõigis maailma instituutides ja keemiates.

Nähtavasti pole see siiski nii. Loodus töötab elava raku laboratooriumis lihtsate vahenditega. Elu saladusliku protsessi olemus pole sugugi varjatud mõistmatuse kattega.

Akadeemik A. I. Oparin, kellele kuulub see tähtsaim järeldus elu põhiprotsesside lihtsusest, arvab, et kõiki elusarakus toimuvaid ainetõ keemilisi muundusi võib koondada kolme tüüpi: süsiniku ahela pikenemine (ja, vastupidi, ahela lagunemine), kahe orgaanilise molekuli ühinemine (või, vastupidi, jagunemine) ja lõppeks oksüdeerumine, hapnikuga ühinemine (või, vastupidi, desoksüdeerumine, taandumine).

Kõiki neid reaktsioonide tüüpe võime taas luua ka väljaspool organismi. Kuid organismides toimuvad kõik niisugused ja neile sarnased reaktsioonid palju kiiremini ja järgnevad üksteisele rangelt korrastatud harmoonilises reas.

Millest see tuleb? — Kõigepealt protoplasma ise oma kolloidsete osakeste määratu pinnaga, mille juures võivad kokku põrgata, kohtuda ja tihenduda paljude teiste ainete osakesed, osutub keemiliste muunduste mitte millegagi võrreldavaks kiirendajaks ehk «katalüsaatoriks», nagu öeldakse.

Peale selle iga elus rakk omab suure hulga erilisi aineid-katalüsaatoreid — f e r m e n t e.

Igal fermentil oleks nagu oma eriala. Igaüks on kohandatud «töötamiseks» mõne teatud ainega või ainete rühmaga. Ja protoplasmal on täielik «valik» fermente kõigi reaktsioonide juhtimiseks, mis ta eluteel võivad ette tulla.

Võtame taime või looma raku, amööbi või mistahes elusa protoplasma ja hõõrume ta katki. Niiviisi saadud puder on surnud aine. Kuid kõik keemilised ained, kõik fermentid on ju temas olemas. Miks siis see muunduste ahel, mis alles mõni minut tagasi, kui protoplasma elas, toimus nii kergesti, meie pudrus enam ei õnnestu? ¹

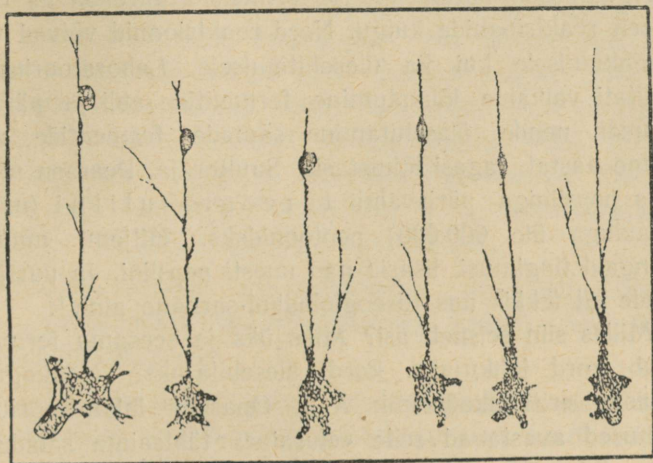
Lahendades paljugi küsimusi, saume siiski nagu selle muinasjutulise kangelase seisukorda, kelle ette tapetud lohe hammastest kerkis terve jõuk koletisi.

Aga ei! Just fermentide tegevuse uurimine viis ühele suurimale teaduse võidule, mis lahendab elu mõistatust. Ja suurimad teened on siin nõukogude teadlastel.

Kõigepealt kui keemikud sügavamalt uurisid keemiliste muunduste loomust, selgus, et «kõrvalised» ained, millega reaktsioonist osavõtavad ained kokku puutuvad, ei etenda alati osavõtmatute «pealtvaatajate» osa. Hapnik ei ühine vesinikuga tavalises temperatuuris, kuid urbse plaatina sombulisel pinnal muutub nende gaaside segu otsekohe veeks. See on anorgaanilise katalüüsi tavaline näide: plaaftinamust osutub hapniku ja vesiniku ühinemisreaktsiooni katalüsaatoriks. Kuid üldiselt polegi peaaegu niisugust ainet, mis teatavil tingimustel ei võiks avaldada katalüütilist mõju temaga kokkupuutuvaile aineile, kas siis kiirendades või esile kutsudes nende vastastikust reaktsiooni.

¹ Autori yiga. Niisugust putru tarvitavad biokeemikud oma katsete puhul. Paljud keemilised protsessid toimuvad ilma rakustruktuuri osavõtuta neis olevate fermentide mõjul. Kuid mõned reaktsioonid nõuavad tingimata rakustruktuuri osavõttu. (Toimetus.)

Katalüsaator astub ebapüsivasse või vahepealseisse ühendeisse keemilise põhireaktsiooni ainetega, milledest ta hiljem uuesti puhtal kujul eritub, siis kui põhained on juba moodustanud uued ühendid. Niisugused reaktsioonid ühe aine taastumisega ja teiste edasise muundumisega on



Joon. 46. Infusoor, mis on kinni püütud juurjalgse pseudopoodi poolt ja kohapeal ära seeditakse.

keemikuile hästi teada. Nii toimib klorofüll fotosünteesi puhul.

On juba mainitud, et keemikuil on õnnestunud saada puhtal kujul mõningaid fermente. Nad ei ole kaotanud laboratooriumes oma omadusi ja biokeemik toimib nendega niisama kindlalt kui insener-keemik oma anorgaaniliste katalüsaatoritega. On selgunud, et fermentid kujutavad endast mitmete ainete rühma ühendeid. Tarvitseb ainult midagi ära võtta, kasvõi säärane aine, millel iseendast pole mingit katalüüfilist võimet, ja fermenti mõju nõrgeneb mitme-

kordselt või vaibub hoopis. Väga suur tähtsus on metalli lisandeil. Suurepäraseid katseid on sooritanud Theorell. Ta sai kollast hapendumisfermenti puhtal kujul, lagundas selle algosadeks ja sünteesis uuesti, tõestades praktiliselt mõnede fermentide struktuuri teooria õigsuse.

Orgaanilised katalüsaatorid-fermendid kiirendavad erakordselt reaktsioonide kulgu. Need reaktsioonid võivad viia nii lõhkumisele kui ka ülesehitamisele. Laboratooriumes saavutati valkaine lõhustumine fermentide abil ja pärast, vastupidi, nende ülesehitamine samade fermentide abil. Kümme aastat tagasi lõhustasid Saulter ja Pearson mao-mahla pepsiiniga pärisvalgu türeoglobuliini (molekulikaaluga üle 600 000) peptoonideks. Hiljem, muutes mõningaid tingimusi, lisasid nad uuesti pepsiini. Ja uurijate silmade all tekkis uus türeoglobuliini-sarnane aine¹.

Milles siin seisneb asi? Miks üks ja seesama ferment osutub kord lõhkujaks, kord ülesehitajaks? Nõukogude teadlaste, eriti akadeemik A. I. Oparin'i laboratooriumi uurimused avastavad selle «elusaine» tähtsaima saladuse. Fermentid mõjuvad erisuguselt sellepärast, et nad protoplasmas on kahes erinevas olekus: kas lahustunult (siis nad «lõhuvad») või «seotult», adsorbeeritult protoplasma tihedamais osades (siis esinevad nad ülesehitajaina). Tähendab sünteesi keskusteks on protoplasmas leiduvad kõiksugused terakesed, mis on mikroskoobis nähtavad ja uurijaile hästi teada. Valmistades «putru» hõõrume puruks protoplasma, lõhume või igal juhul rikume ta ülipeene struktuuri. Mis seal siis imestada, et laboratoori-

¹ Fermentidest mõjustatud valgutaoliste kehade sünteesi teostas esmakordselt kuulus vene õpetlane Danilevski. Praegusel ajal töötab eriti edukalt sel alal Leningradi professor Bresler. (Toimetus.)

umis on palju raskem saavutada fermentide sünteetilist toimet kui elusas rakus.

Vähe sellest, protoplasma kolloidne olek võib muuta: kord protoplasma tiheneb, kord muutub vedelamaks. See sünnib kuivatamisel või, vastupidi, leostamisel narkootiliste ainete mõjul, hapendamisel, igasugusel soolade kontsentratsiooni muutumisel. Nii satume veel kord kokku soolade tähtsusega elule. Ioonide hulgast ümbritsevas keskkonnas oleneb valgu molekulide olek ja koguni suurus. On tarvis teatavat kindlat ionide hulka, et valk jääks kolloidlahusse ja ei sadestuks räitsakutena. Kui aga ionide hulk lahustaja mahuühikus, s. o. kontsentratsioon suureneb, siis valk kalgestub, koaguleerub.

Kui ka ionide kontsentratsioon organismi kudedes, veres, rakumahlas ja protoplasmas kõigub, siis ainult teatud kindlais piires.

Nende kõikumiste puhul muutub protoplasma olek ja lahustub ning absorbeeritakse kord suurem, kord väiksem hulk seda või teist fermenti.

A. L. Kurssanov'il õnnestus jälgida, kuidas töötavad fermentid organismis; oma uurimused teostas ta taime elusa lehega.

Need (ja sarnased) katsed andsid hämmastavaid tulemusi.

Uurides taime fermente, võib biokeemik ütelda, kas taime viljad tulevad suhkrurikkad, kas taim on varavalmiv, kas ta jaroviseerimine toimub kiiresti, kas ta viljad võivad pärast kõikumist järelvalmida. N. M. Sissakjan tuli järeldusele, et biokeemilise analüüsiga võib esimese idandi järgi kindlaks teha, kas vastaretatud sort on põuakindel (selektioonäridel kulus selleks kuusid). Nende avastuste

praktiline ja teoreetiline tähtsus on väga suur. Nad selgitavad eluprotsessi kõige põhilisemate mehhanismide tööd.

Agas me pole veel käsitlenud kaugelki kõike, mida biokeemikud võivad ütelda elunähtuste saladusliku olemuse kohta. Kui organism hävineb, siis nõrgeneb ta elu «toonuse», oksüdatsiooniprotsesside pinge, kudede hingamine väheneb ja hiljem lõpeb. Surev rakk, mis nüüdsama veel «mõistatuslikul kombel» ei allunud omaenda fermentide toimele (nagu ei seedi ennast magu ja sooled), võib hävitada iseenda (nagu seedib samas maos tükk liha)¹. Nii dešifreerub meie silmade all sajandeid vana saladus, mis eraldab laipa vastelanud organismist. Teadus on tunginud elu «pühimusse».

Mõned uurijad juhivad tähelepanu sellele faktile, et noorte rakkude, organismide noorte kudede valkude molekulid on rikkad amiinhappe arginiini² poolest. Vananemisel (või nälgimise puhul) langeb selle sisaldavus ja ühes sellega langeb ka valgu vastupidavus fermenti pepsiooni lõhustavale toimele. Jõuetu või vananeva organismi rakud suudavad ikka vähem ja vähem osutada vastupanu endaseedimisele.

* *
*

Kõik see, millest on jutustatud käesolevas peatükis, näib võib-olla keerulisena ja raskena lugejale, kes pole

¹ Surmajärgne seedimisferment — autolüüs — pole aktiivne elusas organismis erilise aine — antifermenti — olemasolu tõttu. Esimesena formuleeris antifermenti tegevuse loomust eespool nimetatud Danilevski. (Toimetus.)

² Arginiini on 80—90 protsenti protamiinides, samuti on teda palju histoonides, s. o. valkudes, mida leidub tihti idurakkudes — valmimata spermatozoidides, erinedes protamiinidest, mis kuuluvad valminud spermatozoidide koostisse. (Toimetus.)

tegelnud selle küsimusega. Kuidas võikski olla lihtne katse, mis püüab lahendada kõige keerulisemat ja kõige raskemat mõistatust maailmas — elu mõistatust!

Teeme kokkuvõtte sellest, mis me saime teada.

Valgud mängivad protoplasmas juhtivat osa. Just valgu molekuli omadused oma kvalitatiivselt uute sidemetega kutsusid esile protoplasma tekkimise. Valgu molekulid hoiavad kinni vett, põhjustavad mitmefaasilise ja heterogeense kolloidlahuse tekkimise, töötavad välja rasvu, happeid ja süsivesikuid — kui oma ainetevahetuseprodukte. Valgu molekulid loovad protoplasma tervikluse ja ühtsuse, ehitavad üles ja organiseerivad protoplasma.

Protoplasma ei saaks ilmuda valkudeta, kuid valkude moodustamisega ta pidi paratamatult tekkima: protoplasmat ennast võib vaadelda kui valgutaolist keha. Valgutombukese ilmumisega ürgaegses ookeanis algas lihtsaim elu. Kaasaegne keeruline protoplasma, mis on tekkinud valgu kauaaegse evolutsiooniprotsessi vältel, on tänapäeva juba väga keeruliste organismide «elu kandja».

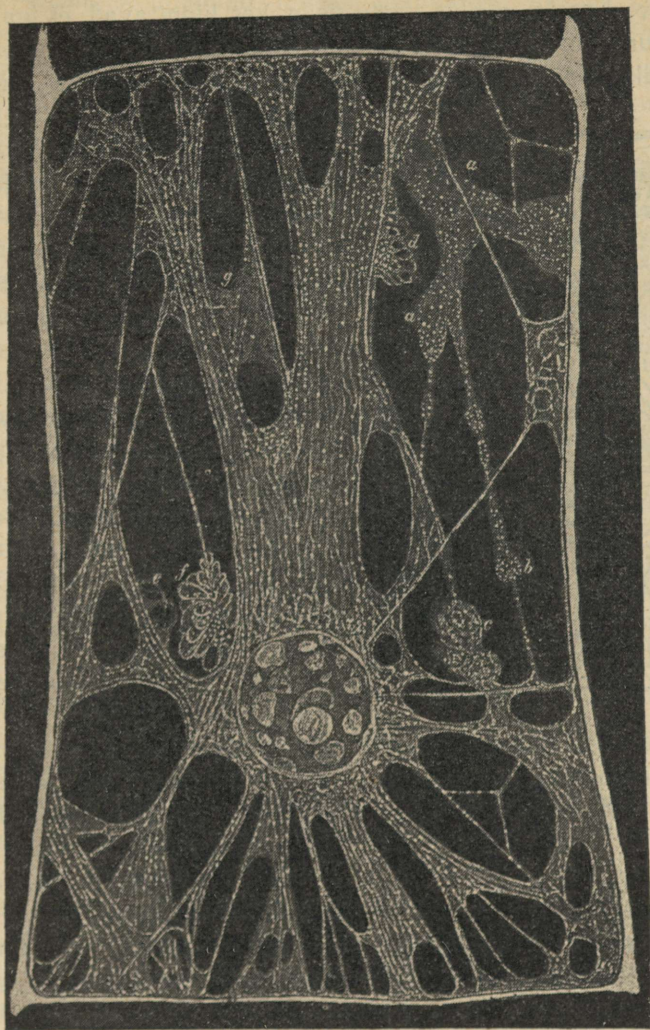


K ü m n e s p e a t ü k k .

Kõik elus koosneb rakkudest. • Elu ja surm.

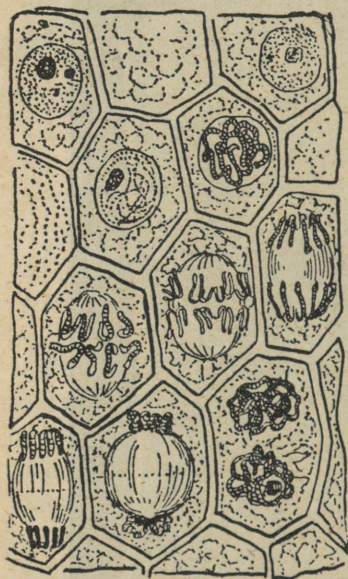
Te saate kirja, et on leitud ladestu, mis näib sisaldavat väärtuslikku mineraali. Kui te olete keemik, palute endale saata proove leitud kivimist. Te analüüsite need proovid läbi ja peale selle võite olla kindel, et ladestu iseloom on teile täpselt teada. Aga kui teile teatatakse, et on leitud uus tähelepanuväärne loom, siis on vähe selle looma saba või tagumise jala saamisest selleks, et saada sellest loomast täielikku ettekujutust. On selge, et siin ei aita üksnes füüsikalisesest või keemilisest analüüsist. Selles ilmnebki organismide terviklus, millest meil on tulnud juba korduvalt kõnelda. Ja juba sellepärast ei maksa otsida elu olemuse seletust* ainult füüsikalisesest keemiast. Tuleb arvestada ja uurida mitte ainult ainete koostist, vaid ka nende ehitust, organismide vormi (anorgaanilise looduse kohta pole see nõue sageli kohustuslik). Vormiõpetus ehk morfoloogia muutub bioloogia üheks tähtsamaks haruks.

Kuid elavas maailmas on organismide erisuguseid «vorme» niisama palju, kuipalju on erisuguseid organisme. Meie «vormide» uurimine ja mõistmine ei nihku paigast



Joon. 47. Kõrvitsa karva rakk.

senikaua, kui meil on tegemist ainult selle kaosega. Meil on veel raske vaielda vastu neile, kes kinnitavad, et iga niisugune vorm on eraldi loodud. Nüüd saab meile ka mõisteta- tavaks, miks Engels arvas organismide rakulise ehituse avastamise, mille tegid Schleiden ja Schwann sada kümme aastat tagasi, XIX sajandi kolme kõige suurema avastuse hulka (energia muundumine, rakuteooria, darvinism).



Joon. 48. Juure tipu kude. On näha rakutuomad mitmesuguseis jagunemistaadiumes.

Kõik organismid koosnevad rakkudest, üliväikestest põiekestest-kärjekestest. Rakuke ongi see põhiline üldine vorm, mis on omane kõigile organismidele ja mis on kõigi nende ehituse aluseks. Rakuteooria, õieti öelda, võimaldaski bioloogiale saada tõeliseks teaduseks, andis esimese tõsise löögi müüdile elusate olendite loomisest ja, tehes kindlaks elu ühtsuse, valmistas pinda evolutsiooniteooriale. „Ainult koos selle avastusega sai kindlalt jalule looduse orgaaniliste, elusate produktide uurimine... Organismide tekkimise, kasvamise ja struktuuri protsessi ümbritev saladuskate oli maha kärjastatud. Seni mõistmatu ime ilmus protsessi kujul, mis haaras kõiki paljurakseid organisme ühe ja sama seaduse kohaselt» (Engels)¹.

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс, Людвиг Ф. Йербах, Соч., т. XIV, стр. 650.

Koolipingist mäletab igaüks üldjoontes, mis on rakk. Varemil aegadel anti ülisuur tähtsus rakukestale. Põhiluseks rakus ei pea me praegu mitte kesta (see võib olla, võib aga ka mitte olla), vaid poolvedelat raku sisu — mikrokoopilist protoplasma tilka tuumaga.

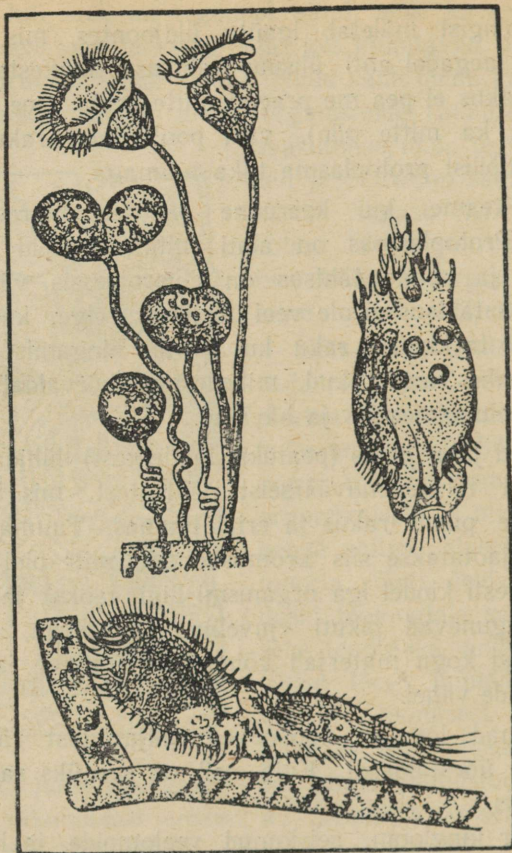
Juba teame, kui keeruline on see mikrokoopiline tilgake. Protoplasmas on alati mitmesuguseid sisaldisi, terakesi, ja nende tähtsus on eluprotsessis väga suur. Tuuma osatähtsus ei ole veel lõplikult selge, kuid nähtavasti juhib ta kuidagi raku kui terviku hingamist ja toitumist. Igatahes need rakud, milledest on kõrvaldatud tuum, osutuvad eluvõimetuiks ja hävivad.

Meil oli juba juhus (peatükis mudelitest) lühidalt jututada neist tähelepanuväärseist nähtustest, mis toimuvad jagunemise puhul rakus ja eriti tuumas. Tuumaine tähtsaim osa jaotatakse siis kromosoomide niite pidi (millede arv on täiesti kindel iga organismi liigi jaoks) ja kromosoomid jagunevad pikuti «juveliiri» täpsusega, et oleks kindlustatud kogu materjali võimalikult ühtlane jaotumine tütarakkude vahel.

Kõrgemad loomad koosnevad miljarditest rakkudest, algloomad ühestainsast. Kuid neil on see üks rakk kogu organismiks.

Infusoor kingloom, seiskunud veelompide ja heinalooste tavaline elanik, on nähtav täpina ka paljale silmale. Mikrokoobi või hea luubiga on aga näha juba tõeline väike loom, kes kiiresti ujub tihedate ripsmete ühiste löökide abil ja kellel on kõik küllaltki keerukalt ehitatud organid, mis on vajalikud säärasele tibatillukesele olendile.

Kinglooma üks rakk on sarnastunud terve hulkrakse olendiga. Esimesed mikroskopistid vahetasid koguni ära ripsloomad (infusoorid) keriloomadega; viimased on

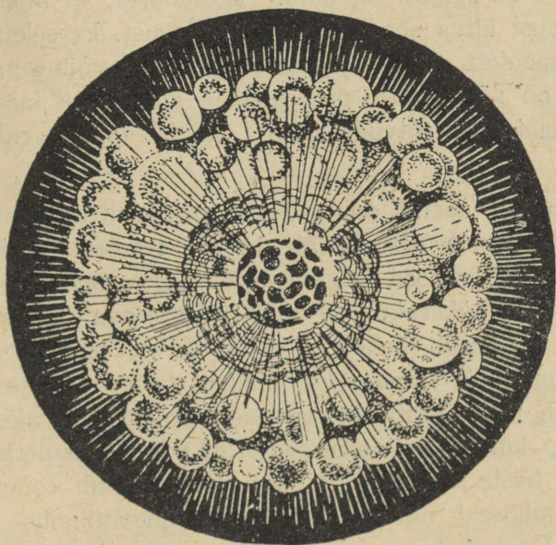


Joon. 49. Algloomade kujusid.
Infusoorid.

miniatuursed veeloomad, kuuluvad algusside hulka ja liiguvad ripsmelise keriaparaadi abil.

Hulkkraksetel organismidel läbivad rakud loomulikult teistsuguse arenemistee — nad spetsialiseeruvad: igas

koos kohandub rakk teatud kindlaiks funktsioonideks ja kogu raku ehitus muutub selliselt, et ta neid funktsioone täiuslikult võiks täita. Naha rakud ei sarnane hoopiski lihaste rakkudega, krõmpsluu ja luude rakud närvi raku-



Joon. 50. Ilus mere juurjalgne.

dega; on ilmne, et need rakud ei oleks saanud elada üksikult.

Rakk on põhielement, millest on ehitatud organismid. Kuid selgub, et oleks ekslik kinnitada, nagu oleksid rakud tellised, millest ühesugusel viisil on üles laotud kõik elavad olendid. «Luude, vere, kõhrluu, lihaste, kudede jne. mehaaniline liitmine ega ka keemiline elementide liitmine ei

moodusta veel looma» (Engels)¹. Organism kui tervik evib uut omadust, mis hoopiski ei kujune osade, see on rakkude summast, just samuti nagu rakk ise pole kaugeltki ainult protoplasma füüsika ja keemia saadus. Me juba veendusime, kui tähtis on siiski teada seda füüsikat ja keemiat. Ja samuti on tähtis rakuteooria, et mõista kogu elusloodust liitva seaduspärasuste ühtsust. Et seletada, mis on õigupoolest sugulus ja elusate olendite võime paljuneda, selleks on vähe nende protoplasma uurimisest laboratooriumis, vaid tuleb tutvuda sellega, kuidas toimub raku jagunemine.

Viimaseil aastail on teaduses korduvalt tekkinud vaidlusi rakuteooria ümber. Mõningaid teadlasi viisid segadusse eriti säärased organismid, nagu algloomad (*Protozoa*) oma «üherakulise» keha imestletava komplitseeritusega, bakterid, kelledel, vastupidi, ei lähe korda leida isegi tuuma, ja lõppeks kummalised taimed, nagu vetikas kaulerpa, mis kõigiti sarnaneksid harilike hulkraksete taimedega, kui nad koosneksid rakkudest. Kaulerpa ühes mõnede teiste temataoliste taimedega kuulub rohevetikate hulka, milliseid nimetatakse mõik-rohevetikaiks (*Siphonales*). Kaulerpal on lehed, vars ja juurekesed, ja kõige selle juures ei ole näha mingeid rakke, nagu oleks kogu taim üksainus hiiglasuur liigestunud rakk. Teadmatuses, mis teha kõigi säärase organismidega, pandi ette neid pidada «mitterakulisteks». Jah, aga peale selle ei koosne kõrgemate loomade veri ja luud ka rakkudest. Ühe sõnaga, pandi kahtluse alla väide, et rakk on elu põhi-vorm.

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс, Диалектика природы, Соч., т. XIV, стр. 400.

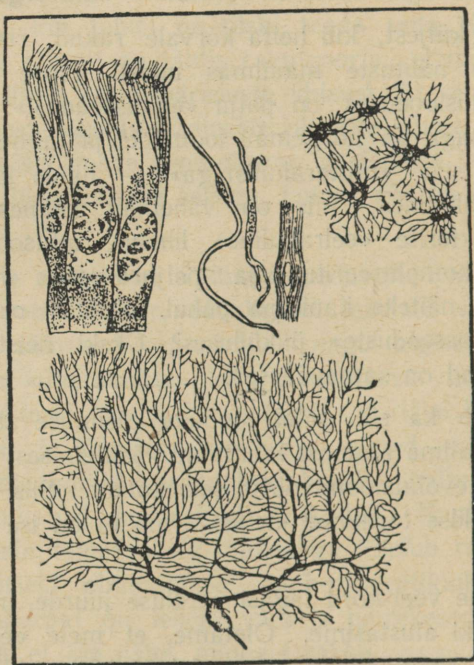
Vana rakuteooria elab tõesti üle kriisi. Sest tõepoolest, kuidas kooskõlastada kõiki äsja loendatud fakte kujutlusega rakkudest kui «tellistest», mis on ühetaolised, alati endale võrdsed ja millest on «ehitatud» kõik organismid?

Teisest küljest, kui heita kõrvale rakud, riskeeriksime orgaaniliste nähtuste maailmas uuesti kaose esilekutsumisega. Eluslooduses on palju «ehitusseadusi»: «rakuline moodus», nagu on kõrgemal loomadel ja taimedel (muide ühendatult siin «mitterakulistega» — luude ja verega), ja «mitterakuline», mis on vähemalt kolmes erinevas mõttes: bakterite «eelrakuline» lihtsus, infusooride «ülirakuline» komplitseeritus ja paljuraksete «rakkudeta» matkimine, näiteks kaulerpa puhul. Kuidas orienteeruda selles «ehitusseaduste» ülikülluses? Ükski neist ei olene teisest ja nad on samaväärsed.

Tähendab ka siin tuleb loobuda küsimuse abstraktsest ja elusa maailma ajaloost lahutatud käsitlemisest ning vaadata asjale evolutsiooniteooria seisukohalt. Siis näeme, et rakk pole üldse tardunud «tellis», vaid ta on ise võimeline arenema.

Pöördume veel kord tagasi võrdluse juurde, millega me seda peatükki alustasime. Oletame, et meie ees on tükk kivimit või gaasiballoon või pudel ükskõik millise vedelikuga. Nii kivimit, gaasi kui ka vedelikku võib jaotada ükskõik millisteks osadeks. Osade suurus oleneb ainult meie soovist või vastavast sobivusest. Jaotatavad ained ise ei dikteeri meile absoluutselt mitte midagi. Kas võib samuti talitada «protoplasma kivimiga» või on selles juba loomulikud ja ehtsad «jagamisühikud», juba ette «organiseeritud» osad? Protoplasma küljest ei saa lõigata osasid ilma tuumata, sest need hukkuksid. Ei saa kokku valada mitme bakteri või amööbi vedelat sisu, nagu võib kokku valada mitu

pudelit petrooleumi. Tähendab, kui nimetame bakteri sisu ja amööbi keha eraldi protoplastideks, siis ei talita me nii viisi mitte oma maitse järgi, vaid märgime sellega teata-



Joon. 51. Hulkraksete spetsialiseerunud rakud.

Ülemises reas on järgmiste kudede rakud: ripsepiteeli (vasakul), lihaskoe (keskel) ja luukoe (paremal) omad. All on närvirakk; ta kasvude võrku, okslikku nagu loendamatute oksakestega puuke, nimetatakse dendriidiks („puutaoliseks“).

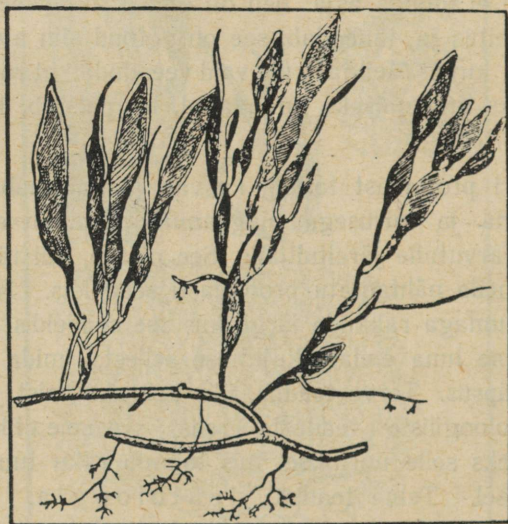
vat, meist sõltumatut objektiivset fakti: see on terviklus, eraldatus. Bakteritel on see «eraldatus» suletud isegi suurepärastl õmmeldud kotikesse, tugevasse kesta.

See organiseeritud terviklus, protoplasma osa, mis sisaldab endas oma ehituse ja kuulub ise selle ehituse juurde, ongi elu põhivorm. Teda me nimetamegi traditsiooni kohaselt rakuks. Seejuures pole sugugi vajalik, et tal oleks tihe kest. Organismide määratul enamusel on «eluühiku» tsentris eritunud tuum. Bakteril on tuum «hajunud». See ei muuda asja: neil on oma komplitseeritud protoplasti ehitus ja, tähendab, see on võtnud siin ainult nii-suguse kuju. Meil jääb üle vaid veenduda, et raku evolutsiooniliseks arenemiseks on avatud, nii paistab, ka see-sugune tee.

Bakteri protoplast toitub, kasvab ja paljuneb ebatavalise energia ja kiirusega ning annab pärilikult edasi oma tunnused arvutuile järeltulijatele. See näitab, kui täpselt töötab see meile nähtamatu protoplasti seadeldis. Hästi eraldatava tuumaga rakkude järgi, kus see seadeldis on nähtavam, võime luua endale kujutluse sellest, mida tähendab see töö täpsus. Terve teadus, üks keerukamaist ja tähtsamaist bioloogiliste teaduste reas, geneetika, seab oma aluseks selle uurimise, mis toimub raku tuuma aines paljunemisel. Teine teadus, tsütoloogia, on tervikuna pühendatud raku ja ta protoplasti ehituse uurimisele.

Kaulerpa talluse torukestes ja limaseente suures «liit»-plasmoodiumes leidub sadu ja tuhandeid tuumi. Võib-olla neid olendeid oleks õigem võrrotada mitte ühe, vaid tuhandete rakkudega, võib-olla pole primitiivne rakkude loendamine siin üldse kohaldatav (sest loendamise aluseks on ikkagi kujutlus ühetaolistest «tellistest»), kuid on selge, et ka siin on tegemist rakulise ehituse olemasolu teatava erilise vormiga. Plasmoodiumide suhtes teame koguni otseselt, et nad kujunevad hulga «amööbi-stadiumis» viibivate üksikute limaseente protoplastide otsese liitumise teel.

«Mitterakulised» veri ja luud... Kuid algab ju kõrgem loom oma olemasolu munarakust; muna jaguneb, sünnitades miljoneid rakke, ja ainult nende miljonite tegevuse tulemusena ilmuvad kõik need «rakkudeta» ja «rakudevahelised» moodustised, mis on ehitatud rakkude poolt.



Joon. 52. Kaulerpa (vähendatud).

Lõppeks, kui tunnustada loomade ja taimede ühise algjuure läheduses asuvaid ainurakseid ja teisi olendeid tundmatuks rakulisele struktuurile, kuidas siis mõistame selle struktuuriga sarnanevat tekkimist loomadel ja taimedel, kahel üksteisest sõltumatul ja nii erineval elavate olendite real? Bioloog ei märgi ilmaaegu ühe ja sama sõnaga «rakk» nii geeniuse aju kui ka pärna õie ehituse põhiühikut.

Niisiis on nüüdisaegse ainurakse, alglooma elu tema kehas, s. o. rakus toimuvate protsesside terviklik kogum.

Kriipsutame alla, et jutt on nüüdisaegseist organismidest. Selleks, et võis tekkida rakuline ehitus, oli tarvis ürgorganismi miljoneid aastaid kestnud arenemist. Tähen-dab, seda enam peame otsima raku mõiste täielikku sele-
tust mitte ainult füüsika ja keemia valemest, vaid evo-
lutsiooniteooriast.

Me tunnustasime valgud selleks põhialgeks, mis lõp-
pude lõpuks põhjustas protoplasma ilmumise. Kui aga kord
oli tekkinud protoplasma, siis võisid tekkida ja pidid tek-
kima varem või hiljem ka rakulised struktuurid. Ja lõp-
peks peame rakule vaatama kui praeguste organismide
kehade ehituse «põhialgele» (kauakestnud evolutsiooni-
protsessis).

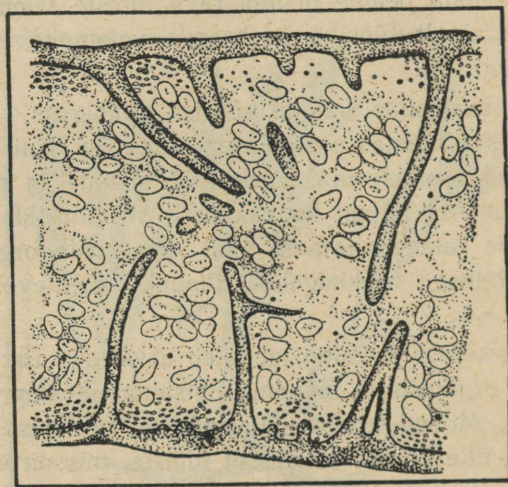
Kõigest sellest järeldub, et tuleb arvestada raku ehitust
tänapäeva organismide-maailma lihtsamategi eluprotsesside
seletamisel. Mõned teadlased laiendavad veelgi seda järeld-
dust. Nad ütlevad nii: selleks et mõista, mis on elu, tuleb
arvestada rakus leiduvaid kõiki struktuure ja kõiki aineid.
Nende seisukohalt on isegi ülearune nende ainete jagamine
elulisest protsessist vahetult osavõtvaiks ning tagavara-
ehk «lao» -aineiks.

Niisugused protoplasma omadused, nagu läbilaskvus
(permeaablus), kolloidse oleku termilised muutused, elektri-
ja pinnanähtused, on seletatavad ainuüksi protoplasma
koosseisu kuuluvate mitmesuguste ainete «süsteemide» vas-
tastikuse mõju tulemusena. Konna nahk on iseenesest
ainult tavaline poolläbilaskev kile, kuid kindlustades ja
reguleerides vee tarvilikku juurdevoolu, kuulub ta konna
«elusasse süsteemi».

Kui neid arutlusi loogiliselt jätkata, siis peame tõenäo-

liselt jõudma järeldusele, et teo «karp» on niisama elus kui tigu ise, kui võrd teo karp on tarvilik teo olemasoluks.

Arutledes eelmises peatükis küsimust, kas tuleb pidada vett (ilma milleta elu on võimatu) protoplasma osaks,



Joon. 53. Läbilõige kaulerpa „lehest“.

otsustasime selle küsimuse jaatavalt. Muidu tuleks omistada elule teatud erilise, «privilegeeritud» ja sisuliselt «üli-loomuliku» protsessi müstilisi omadusi, mis ei sarnane mingisuguste materiaalsete protsessidega, ning korrata seega «igavese elu» teooriate pooldajate vigu.

Kas see tähendab seda, et tuleb laskuda teise äärmusse ja kuulutada kõik, mis ka rakus ei leiduks, kaasa arvatud tselluloosist kest, niisama tähtsaks, kui ka on rakukeha ise? Kõigel on tähtsus ja lõppude lõpuks üksikult võttes pole miski tähtis. Meenub Wilhelm Roux' definitsioon,

milles samuti miski polnud tähtis üksikult. Seejuures oli aga hoopis unustatud elu eriline omadus, mis nõuab erilisi omadusi ka elu materiaalseks aluseks olevailt aineilt. Üks äärmus on rõhutada seda elu erilist omadust; see on suguluses idealistide vaadetega, kes peavad selle omaduse väljaspool mateeriat seisvaks. Teine äärmus on üldse mitte tunnustada seda; see on suguluses mehhanistide, «modellistide» vaadetega: need mõtlesidki nii, et võib saada täiesti sarnase eluprotsessi kõige mitmekesisemate ainete kombinatsiooni teel.

Siin vahetatakse ära tingimused põhjustega: «kõik» on ühtviisi tähtis, elu oleneb paljudest «tingimustest». Millistest elu põhjustest võiks siin juttu olla? Tingimustega varjutatakse põhjused.

Välismaa loodusuurijate seas, nii Roux' ajal kui ka hiljem, oli just moes säärane vaatekoht: tuleb rääkida mitte põhjustest, vaid ainult selgitada nähtuste paljusid ühevärseid tingimusi. Mitte seletada, vaid ainult kirjeldada. Seda «filosoofiat» nimetatigi sellepärast «konditsionalismiks» («*conditio*» tähendab ladina keeles «tingimus»). Nähtavasti on see agnostitsismi, «ei tea» filosoofia variant. Sellele vaatekohale jäädes ei saa nähtusi mõista ja seletada, ei saa avastada seadusi, mis kutsuvad esi'e ja juhivad neid nähtusi.

Seda võib teha ainult selle uurimismeetodi abil, loodusnähtuste tunnetamise meetodi abil, mida nimetatakse dialektiliseks.

«... Dialektiline meetod,» ütleb seltsimees Stalin oma teoses «Dialektilisest ja ajaloolisest materialismist», «nõuab, et nähtusi ei vaadelda mitte ainult nende vastastikuste suhete ja põhjuslikkuse, vaid ka nende liikumise, muutumise, arenemise, tekkimise ja lõppemise seisukohalt.

Dialektlilisele meetodile pole eeskätt tähtis mitte see, mis antud momendil näib olevat kindel, kuid hakkab juba kõdunema, vaid see, mis alles tekib ja areneb, olgugi et ta vaadeldaval momendil veel näib ebakindlana, sest tema jaoks on võitmatu ainult see, mis tärkab ja areneb.»

Kui kunagi Maa peal tekkis esimene nõrk valgutombuke, sõltus ta olemasolu tuhandest juhuslikkusest, teda võis hävitada iga tühine asi. Tühise tähelepandamatu täpikesena kadus ta anorgaanilise maailma vägevate ja kohutavate nähtuste sekka. Aga just selles tombukeses peituski orgaanilise maailma suur tulevane ajalugu, selle võimsa ja kogu Maad ümberkujundava jõu ajalugu, millest elu välja kasvaski.

Uurides elusa organismi aineid ja nähtusi, peame tingimata leidma ja eraldama nende hulgast otsustava lüli, — selle, mis tekib ja areneb, ja selle, mis tagab tekkimist ja arenemist. Seda ei saa teha, ilma et ei pöörduks arenemise ajaloo, evolutsiooniteooria poole. Siis näeme, et on mõttetut omistada veele võrdset tähtsust valkudega. Evolutsiooniteooria tõendab, et juhtivaks põhialgeks on valgud, mis kutsusid esile protoplasma tekkimise ja mis põhjustavad selle tegevuse, et raku põhialgeks on protoplasma ja et organismide keha kujunemise põhialgeks on rakk.

Nii saamegi teada mõned tähtsad evolutsioonilised etapid, mille kaudu on käinud elu oma arenemises.

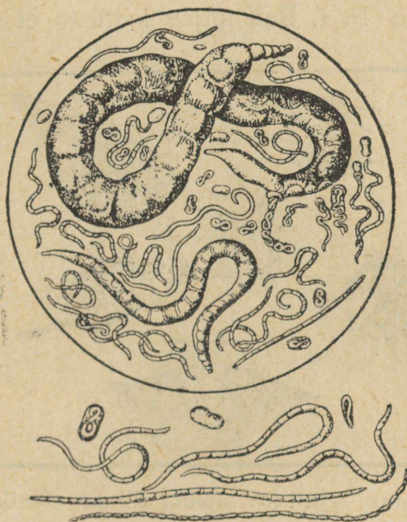
Nende äärmuslaste vaated, kes tahavad elu «lahutada» ainete süsteemi omaduste summaks, osutuvad sisuliselt antievolutsioonilisteks.

* *

*

Oleme jõudnud suure filosoofilise ja praktilise tähtsusega järelduseni, mis käsitleb «surma mõistatust».

On olemas tähelepanuväärne olek, mida nimetatakse anabioosiks. Vene teadlase Porfiri Ivanovitš Bah-



Joon. 54. Pärast anabioosi elustunud nisu kidu-ussid mikroskoobis vaadatuna (vanaaegne kujutus).

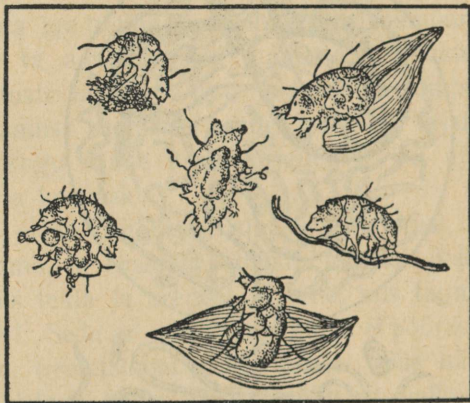
metjev'i (1860—1913) kuulsad katsed tegid sõna «anabioos» eriti tuntuks kogu maailmas.

Paljud organismid lakkavad avaldamast ärakuivanult või külmunult vaatlemisel märgatavaid elu tunnuseid. Praktiliselt ei saa neid eraldada laibast. Säärases olekus võivad nad viibida kaua aega, et hiljem soodsamais tingimustes uuesti ellu ärgata.

Surm on eluprotsessi lõppemine või seismajäämine. Kui need ained, millest elu sõltus, on parandamatult lõhutud,

peatub ka protsess igavesti. Kui aga valgu põhialus on säilinud ja, ütleme, ainult vesi on kõrvaldatud, siis peatub protsess, nähtavat elu ei ole, kuid ta pöördub uuesti tagasi ühes veega.

Kolmkümmend viis aastat tagasi avaldas suur vene anabioosi uurija P. I. Bahmetjev lootust, et katseid ana-



Joon. 55. Loimur — niiske sambla tilluke elanik, võib-olla ämblikulaadsete kauge sugulane, anabioosi uurimuste klassiline katseloom.

bioosiga õnnestub laiendada ka selgroogsetele ja et tulevikus võib rääkida külmunud inimeste elluäratamisest.

Aastat kümme-viisteist tagasi avaldasid sügavat muljet Moskva arsti S. S. Brjuhonenko katsed. Ta elustas koera maharaiutud pea. Ta suretas koeri organismi lõhkumata vere väljapumpamise teel ja äratas nad ellu isegi küllalt kaua aega (kuni nelikümmend minutit) pärast surma. Tal oli koeri, kes olid surnud juba kaks või kolm korda ja nii-sama palju kordi surnust jälle üles ärrganud.

Mul oli juhus kuulda Brjuhonenko avaldust ühel loen-

gul: «Kui Arktises peaks leitama Amundseni laip, siis teadlane ei soovita, et ta paigutataks kõigi auavalduste saatel kodumaa mulda. Jätke ta sinna igavese jää keskele. Mõõdub viiskümmend aastat, ja teadlased, kes järgnevad meile, äratavad ta ellu.»

Raske on mõistatada, kas tehniliselt võib õnnestuda katse laiba elluäratamisega, mis on aastakümneid viibinud jääs; kas on säärane elluäratamine võimalik või osutub see mõnesuguste kudede raskete rikkemiste tõttu teostamatuks. Tõenäoliselt annavad juba lähimad aastakümned selge vastuse sellele küsimusele¹.

Kuid äärmiselt tähtis on seegi, et uurijal on vähemalt põhjust rääkida niisuguse elluäratamise mõeldavusest. See juhtum ei erine põhimõtteliselt (vaid erineb ainult keerukuse poolest) teistest surnud või kuidagi suretatud organismide elustamise juhtudest, millest oli juttu eespool.

Surma fakti, tema «saatuslikku» iseloomu kasutati nurgakivina lugematute idealistlike ja müstiliste filosoofi-

¹ Sellele küsimusele võib vastata juba praegu. Autori poolt esitatud S. S. Brjuhonenko avaldus osutub lihtsalt innustuseks. Tema katsetes jäid ellu ainult need koerad, kelledel vereringvoolu katkemise puhul ei tekkinud tagasipöördumatuid muutusi. Kõigepealt tekivad niisugused muutused kesknärvisüsteemis. Need koerad, kes kaks ja kolm korda „surid“ ja — lisame enda poolt veel juurde — „uues elus“ soetasid isegi veel järglasi, viibisid katseprotsessis ainult 10—15 minutit. Kahekümneminutilise katse korral õnnestus koera „elustada“ vaid ajutiselt: ta suri varsti nn. kliinilises perioodis. Koera puhul läheb võib-olla korda seda aega koguni pikendadagi, kuid mitte palju.

Mida keerulisem on organism, seda lühem on see aeg. Inimesel tekivad kõigist varemini tagasipöördumatud muutused, nii et Amundseni korjus, kui see ehk leitaksegi, jääb ikkagi korjuseks. (Toimetus.)

liste süsteemide rajamisel. Milliste tunnustega küll ei püütud ehtida «maad, kust keegi tagasi pole tulnud!» Ja kõik rajati just nimelt sellele. «Surma maalt» polnud keegi tagasi tulnud. Oleks tarvitsenud kasvõi ainult ühel inimesel «tagasi tulla», elustuda, ja kõigile oleks olnud selge, et mingit säärast «maad» kõigi ta tunnustega põlegi olemas.

Nii saab inimkonna jultunud ja uhke unistus võimalusest võidelda surma endaga, see unistus, mille teostamisele surses kutsus üles teadlasi suur kirjanik A. M. Gorki, juba teaduse reaalseks ülesandeks.

Me seisame alles selle ülesande lahendamise lävel. Ennekuulmatut tööd on ainult alustatud.

Suure Isamaasõja päevil kuulsime V. A. Negovski brigaadi ennastalgvast tööst välishospitalides. Tema asus tööle siis, kui lõppes teiste arstide töö, kui ilmus arstlikesse dokumentidesse lõpetav ja lootusetu — «Suri». Negovski kaastöölistel ei võtnud see sõnake veel kõiki lootusi.

Punaarmeele-kaardiväelane V. D. Tšerepanov toodi hospitali raske haavaga ja teadvuseta olekus. Ta suri kirurgi noa all. Lõppjärelendus oli juba kirjutatud: «Surm järgnes šoki ja rohke verekaotuse tagajärjel 3. märtsil 1944. a. kell 19.41».

Kell 19.44 ja 30 sekundit alustas Negovski brigaad oma tööd. Minuti pärast hakkas tuksuma süda nõrgalt ja ebahütlaselt. Kolme minuti pärast taastus hingamine. Möödus tund ja Tšerepanovil ilmsesid esimesed teadvuse läigatused.

Veel mõned päevad vaikus ta elu ja surma vahel. Terved päevad ei näinud ta midagi. Nõrgestatud organism ei suutnud vastu panna nähtamatuile vaenlastele, kes alati ümbritsevad inimest. Soojas voodis haigestus Tšerepanov kopsupõletikku.

Võitis elu. Organismi taastuvad jõud tulid toime kõigi katsumustega.

Mis toimus Tšerepanov'iga operatsioonilaual? Kui Negovski brigaad asus tööle, polnud Tšerepanov'i keha koed veel surnud. Keha kudede suremine on pikaldane ja eri kudedes mitte ühesuguse tempoga arenev protsess. Kuid pulss ei lõõnud ja hingamine lakkas. Oli jõudnud kätte see, mida nimetatakse kliiniliseks surmaks, ja brigaadi arstide vahelesegamiseta poleks mingi vägi Tšerepanov'it ellu äratanud.

Tšerepanov sai terveks ja sõitis tagalasse¹.

Praegu pole ta meie hu'lgas ainuke elus inimene, kes tuli tagasi sealt, «kust keegi pole tagasi tulnud».

See arstiteaduse uus haru alles võtab jalgu alla. Ta pole veel täielik. Kui ei jõuta vahele astuda varsti pärast kliinilise surma registreerimist, ei suuda arst enam surma võita. Ja seda sellepärast, et ajus toimuvad ruttu füüsilised ja keemilised muudatused, mida me seni veel ei suuda parandada oma liiga primitiivsete elustamisviisidega (vere surve, kunstlik hingamine jne.).

Kahtlemata annab tulevik teadlasele kätte ka teisi elustamisvahendeid, mis on palju võimsamad ja mille puhul arvestatakse sügavat füüsikalise-keemilist mõju.

Seal, kus kudede muutumine algab aeglasemalt või kus seda saab peatada, pikeneb ka aeg, mille kestel pärast surma õnnestub elustamine. See käib nende elundite kohta, mis pole nii õrnad kui aju (organismist eraldatud südant võib panna tuksuma veel mitu tundi pärast surma).

Oletame, et lähemas või kaugemas tulevikus teadus tuleb toime määratute tehniliste raskuste võitmisega, säärase inimeste elustamiskatsete puhul, kes on külmunud, tabatud

¹ „Pravda“, 11. sept. 1944. a.

elektrilöögist, kes on surnud silmapilkse šoki tagajärjel või kes ei kannatanud välja kriisi ägedaloomuliste nakkushaiguste puhul. Mis siis saab? Kas surm on võidetud ja meie või vähemalt mõned meist saavad surematuiks?

Ei, seda muidugi mitte. Ükski bioloog, kes on süvenenud eluprotsessi olemuse küsimusesse, ei hakka isegi fantaseerima võiduvõimalusest surma üle selles mõttes, sest surm on elu tarvilik lõpp.

Elu protsess pole paigal tammumine, vaid pidev arenevmine. Inimene alustab oma olemasolu ühe raku kujul. Ta sünnib väetikesena. Läbides nooruse jõuab ta täisikka. Kõpsele eale järgneb vanadus. Ja vanadus valmistab ette lõpule, individuaalse olemasolu lõpetamisele, surmale.

Nende staadiumide normaalne vahetus on seaduspärane. Ei sure ainult see, kes ei ela. See kõlab paradoksina, kuid see on nii: surma hävitada oleks võimalik ainult siis, kui hävitada... elu. Säärane on eluprotsessi dialektika.

«Juba praegugi,» loeme Engels'ilt, «ei peeta teaduslikuks seda füsioloogiat, mis ei käsitle surma kui elu olulist momenti, mis ei mõista, et elu e i t a m i n e on elu enda olemuses, nii et elu mõtleb ikka arvestades oma vältimatut resultaati — surma, mille idu temas alati peitub. Dialektiline elukäsitus viibki nimele sellele. Ja kes kord sellest aru on saanud, sellele on jäädavalt kaotanud mõtte igasugused jutud hinge surematusest... Nii jätkub siin täiesti elu ja surma iseloomu selgekestegemisest endale dialektika abil, et vabandada muistsest ebausust. Elada — see tähendab surra»¹.

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс, Дialeктика природы, Соч., т. XIV, стр. 399—400.

Teaduse ülesanne pole leiutada igavese nooruse eliksiiri ega võidelda võimatut võitlust normaalse füsioloogilise surmaga, vaid võidelda juhusliku, organismi suhtes välise ja elulise protsessi arenemist jämedalt rikkuva surmaga ¹.

Loomulik surm, elutsükli arengu lõppstaadium, ilmub normaalse vanaduse, elu omamoodi õnneliku «õhtu» järel ja on rahulikuks ning selgeks puhkuseks pärast tehtud tööd. Ei, vanaduses ega surmas pole midagi kohutavat. Ta saabub väljamõeldud müstiliste ilustisteta siis, kui on kulutatud kogu «eluline materjal», teekonna lõpul, mis peaks rea teadlaste arvates kestma 150—200 aastat. Praegu elavad ainult üksikud nii kaua ja väga vähesed surevad nõnda. Nende kohta öeldakse: «Kustus vaikselt nagu küünal.» Nende surm, nagu

¹ Aastasadasid on unistatud sellest, et kutsuda kahevõitlusele varajase vananemise ja surma paratamatut saatust. Muinasjutte võidust nende üle tunneb paljude, võib-olla kõikide rahvaste folkloor (vene muinasjuttude elu- ja surmavesi, „Metuusala iga“, legendid Faust'ist, pan Tvardovski'st). 1796. aastal ilmus Hufeland'i raamat „Inimese eluea pikendamise kunst (makrobiotika)“. Selles raamatus leiduvad nõuanded „õige elamise“ kohta omavad tähtsust tänini. Moodsas teaduses on eluea pikendamise suhtes murrangulise ja suurel määral põhjapaneva tähtsusega suure loodusuurija Ilja Iljitš Metšnikov'i (1845—1915) ideed ja uurimused. Nende hulgast, kes tema tööd jätkasid, paistis eriti välja meie silmapaistev kaasaegne akadeemik A. A. Bogomolets (1881—1946). Nii isiklikult kui üldnimikult oli ta elu ennastsalgav kangelas-töö kodumaa, inimkonna ja teaduse eest. Juba raskesti haigena töötas ta ikka veel selle kallal, et inimesed võiksid „elada 150-aastaseks“, kusjuures ta teadis väga hästi, et ta enam enda heaks ei tööta. Meie nõukogude stalinliku ajajärgu teadusel on maailmas vaidlematult juhtiv seisukoht kõige muinasjutulisemana tunduvas valdkonnas, s. o. võitluses vananemisega ja koguni surmaga, samuti nagu teisel muinasjutulisel alal — elusa looduse kujundamisel ning loomade ja taimede muutmisel.

iga seaduspäraselt saabuv staadium, ei ole vaevaline, sellega ei käi kaasas hirm, ja surija isegi tunnetab teda mitte kui lähenevat õnnetust, vaid ennemini kui saabuvat und, mis võimaldab puhkust pärast pikka päeva.

Ja kunagi tulevases ühiskonnas saavad säärane elu ja ta lõpp, loomulik surm enamuse inimeste osaks.



Üheteistkümnes peatükk.

„Sinilinnu“ jahil.

Palju raskeid keerdsõlmi on võimaldanud lahti harutada see elunähtuste käsitus, millest on jutustatud eelnevais peatükkides. Neid vaateid jagab enamus füsiolooge ja biokeemikuid. Kuid on olemas ka teadlaste vähemus, kes sellega ei nõustu. Need kinnitavad, et on olemas eriline «elusoles», et on olemas «elus valk». See pole laboratooriumide katseklaaside surnud valk, mida ainult keemikud uurivadki. Elus valk on ainult elusas organismis ja ainult niikaua, kui see organism elab. Surma momendil muutub ta järsult. Ja keemik, kes ajab taga elu «sinilindu», leiab saatuslikul viisil ainult ta laiba, kuna selleks, et uurida valku, tuleb ta enne surmata.

«Elusa valgu» teoreetikud on nagu elu kõikide imestusväärsete omaduste hüпноosi all. Näib, et organism, mis on säärase ebatavaliste omaduste poolest silmapaistev, peab olema ka üles ehitatud ebatavaliste keemiliste ja füüsiko-keemiliste omadustega silmapaistvaist aineist, millised omadused aga kaovad koos surmaga.

Kuni organism elab, koosneb ta ühest aineist; kuid vae-

valt on ta surnud, kui kõik see aine, millest ta koosneb, on muutunud teiseks.

Räägiti elusa valguskoosseisu kuuluvaist «erilistest ühendist» või jälle ta molekulide erilisest «aktiivsest» olekust. Kinnitati, et «elusas valgus» on vabu aatomigruppe, millised, teadmata miks, ühinevad raku surma silmapilgul üksteisega ja moodustavad sel viisil palju püsivama «surnud valgus».

Üks teadlane (Meyer) tuli isegi niisugusele mõttele, et «elusas valgus» pole ei molekule ega isegi aatomeid. Nende, füüsikute ja keemikute poolt uuritavate proosaliste moodustiste asemel on läbipaistvas protoplasmas hoopis «vitüülid». Meyer teadis täiesti täpselt ka nende suuruse: igaüks kaalus $6,75 \times 10^{-15}$ milligrammi. Need «vitüülid» koosnevad «mioonidest», mis on kaks tuhat korda väiksemad kui elektronid.

On väga kahju, et need nii ilusate nimetustega osakesed ei tahtnud kaasa aidata milgi viisil enda avastamisele, ei oma innukale kaitsjale ega muuseas ka teistele uurijatele.

Selles raamatus ei peatu me pikalt sellistel vaadetel. Kuid siiski tuleb seletada, miks me üldse seda teeme, isegi kui see peatükk osutub kõige lühemaks. Muidugi mitte fantastiliste kehakeste pärast, millega «elusa valgus» teoreetikud asustavad mitte midagi aimava protoplasma. Kuid «elusa valgus» pooldajate hulgas oli palju terava pilguga uurijaid. Ajades taga oma «sinilindu», tegid nad palju elu loomust käsitlevaid huvitavaid ja tähtsaid tähelepanekuid.

Ei saa mööda minna mõnest säärasest tähelepanekust ja kaalutlusest.

Just need uurijad märkasid seda põhimõttelist ekslikkust ja pinnapealsust, mis oli olnud aastakümneid tavaliseks nähtuseks organismi sarnastamisel «dünaamilise (liikuva) tasakaalu» süsteemiga — nagu tuleleek ja veevoog või

kosejuga. Vähe on mainida, et isegi lihtsaimas organismis pidevalt vabaneb kokkuvoolanud energia ja käib töö. Ei, iga elu iseloomustavaks omaduseks on see, et elusa organismi töö on suunatud tema töövõime suurendamisele, sellele, et ei saabuks surnud tasakaalu, mis ongi paratamatuks lõpuks igale mudelile, mis me ka välja ei mõtleks.

Juga on olemas ainult seni, kui temasse jookseb niisama palju vett, nagu ära jookseb. Juga eksisteerib ainult teda väljastpoolt toitva allika arvel. Langeva vee määratu energia ei ole võimeline silmapilgukski säilitama juga, kui me jõe pealpool juga tee ette paisu. Seesama kehtib ka tuleleegi kohta.

Mehhanistid võrdlesid aastakümnete jooksul elusolendeid masinatega. Kuid ka see võrdlus on põhimõtteliselt väär — küll mitte sellepärast, et elus organism oleks ülikeeruline masin, vaid sellepärast, et ta pole üldse masin, ei soojusega keemiline masin; ta on hoopis midagi muud...

Käesoleva sajandi 20-ndail ja 30-ndail aastail selgitasid mõned uurijad, et elusaine surres tõuseb tema temperatuur — küll lühiajaliselt, kuid siiski märgatavalt. Tähtis ja ootamatu avastus. Surma soojus?! Tähendab, vabaneb mingisugune energia. Milline? «Elusa valgu» teoretikute arvutused ei lõppenud mitte täiesti võrdsete, kuid ligikaudu samade arvuliste tulemustega; ühe grammi protoplasma lagunemisel peab vabanema umbes 2—4 grammkalorit (ühtede uurijate andmeil) või 5—10 grammkalorit (teiste uurijate andmeil)¹. See viimane arv tähendab seda, et

¹ Grammkaloriks ehk väikeseks kaloriks nimetatakse soojusehulka, mida on tarvis, et soojendada üks gramm vett (15° C puhul) ühe Celsiuse kraadi võrra.

lihaskiir, kui ta ammendaks kogu oma energia (kuni oma aine hävitamiseni) võiks tõsta 20-kilogrammiseid raskusi oma massi iga kuupsentimeetri kohta.

See tähendab samuti, et elus valk peab kiirgama surres. Ja tõepoolest 30-ndate aastate algul avastas Lepeškin «surmakiired» — nekrobiootilise kiirgamise, millest fotoplaadi broomhõbe tõmbus mustaks. Veel varem Gurwitš'i poolt avastatud ja laialt tuntud mitogeneetilised kiired (jagunevate rakkude kiirgamine, mis omakorda paneb teised rakud jagunema) tunnistas Lepeškin oma kiirte erijuhuseks.

Jääb ainult selgusetaks, mis ühist on paljunemis-, elu tõusukiirte ja elu langus- (lagunemis-) kiirtega.

Peab ütlevat, et elusa organismi kiirgamise olemasolu pole katseliselt lõpuni tõestatud. Enamus uurijaid peab seda siiski tõsiasjaks (eriti on see kehtiv mitogeneetiliste kiirte kohta, mille abil on bioloogid juba teostanud tähtsaid uurimusi ja mille abil arstid loodavad varemini ära tunda hirmsat haigust — vähki).

On arusaadav, et kõik need faktid on väga tähtsad ja huvitavad. Katse täpselt mõõta «elu energiat» on ühtlasi julge ja huvitav.

Tähelepanu väärivad mõned konkreetsete oletused, mis püüavad seletada, miks valgu molekulide olek muutub pärast organismi «elusa süsteemi» lagunemist. Ühe säärase oletusega tutvub lugeja raamatu lõpul peatükis, milles on juttu elu sünteesist.

Kuid mis puutub «elusa valgu» teooriasse tema üldisel kujul, siis ei lase ennast temaga kuidagi viisi siduda väga

paljud protoplasma füüsikalise keemia vastuvaidlematult tõestatud üksikasjad. Selle teooriaga ei ole kooskõlas ka õpetus protoplasma fermentatiivsest varustuvusest — fermentide tegevusest ja osatähtsusest ainete arvukate muunduste korral. See õpetus muutub tõeliseks eksaktteaduseks eriti nüüd, mil kõiki uusi fermente saadakse puhtal kujul.

Anabioos ja «varjuelu» peaksid samuti põhjustama palju muret «elusale valgule»; sest tuleb välja, et siin hakkab ta hoopis «surnu» kõmbel käituma. Tuleb nähtavasti oletada, et «surnud» valgust võib jälle saada «elusa» (mis võtab «elusa valgu» teoorialt igasuguse mõtte).

Kunagi, kolm ja pool sajandit tagasi, tervitas Francis Bacon uue aja katselise teaduse sünni sõnadega: «Teadmistes on jõud».

«Elusa valgu» teooriad ei talu niisugust iga tõelise teadmise kontrolli. Nad ei suurenda millegagi inimese võimu. Nad laiendavad niivõrd vahemaad elusa ja elutu vahel, et see ähvardab kujuneda kuristikuks. Elusa materia ebatavaline olek tingib ka raskesti kujutletavaid ja ebatavalisi tingimusi selle tekkimiseks. Ega ilmaaegu seletanud niisuguste teooriate üks esindajaist, et elus materia võis Maa peal tekkida ainult sel hetkel, kui Kuu eraldus Maast.

Lühemalt öeldes, «elusa valgu» teooriad balansseeruvad piiril, mille taga algab avalik vitalism. Seepärast tuleb korrata nende kohta valkude keemia suurima eriteadlase akadeemiku V. S. Gulevitš'i sõnu: «Bioloog-keemik peab arvestama kõiki muudatusi... valgu struktuuris. Järelikult ei pea ta uurima preparaadina eritatud valgu ehitust, vaid valku *in situ* (s. o. valku, nagu ta on olemas realselt organismis. — V. S.). Endastmõistetavalt ei tähenda see

seda, et bioloog-keemik peab püüdma saada mingisugust «elusat» valku erinevalt «surnud» valgust. Niisugune äärmiselt mehhaaniline lähenemine küsimuse lahendamisele on meile käesoleval ajal samuti täiesti vastuvõetamatu»¹.

¹ В. С. Гулеви ч, Химическое строение белка (в сборнике „Проблемы белка“, Биомедгиз, 1934, стр. 25).



Kaheteistkümnes peatükk.

Elu hälli juures.

Tänapäeva teadus on kokku korjanud määratu materjali. Mitte kõigest pole korda läinud jutustada neil lehekülgedel. Paljud on siin tarvidust mööda lihtsustatud. Hiljuti veel mittemõistetavate elu nähtuste kindlusele jookseb sõbralikus võistluses tormi rohkem kui kümme teadust, mis on võrsunud füüsikast, keemiast ja bioloogiast. Uued teaduseharud sünnivad meie silmade all. Ikka vähem mõistatuslikku jääb järele elu mõistatusest.

See, mis praegu on teada orgaaniliste põhiainete kohta, võimaldab aru saada, kuidas nad võisid tekkida. «Tänapäeva loodusteadus,» kirjutab NSVL Teaduste Akadeemia kirjavahetaja-liige D. L. Talmud, «annab võrdlemisi selge kujutluse orgaaniliste ürgmolekulide, nende hulgas ka valgu omade tekkimise kohta elu isearenemise protsessi teel meie planeedil».

Esimesed enam-vähem harmoonilised hüpoteesid elu tekkimise kohta hakkasid ilmuma alates XIX sajandi teisest poolest. 70-ndail aastail avaldas säärase hüpoteesi Pflüger. Ta oli «elusa valgu» teooria pooldaja. Talle näis, et ta oli

leidnud põhjuse, miks «elus valk» on palju vähem püsiv ja kalduub palju rohkem iselagundumisele kui «surnud»: põhjus pidi olema see, et ta sisaldab keemilist radikaali — tsüaani.

Seesama süsiniku ja lämmastiku ühend, mis annab kohutavaid mürke (tsüaankaalium, sinihape), seesama aine, mis võib hävitada elu, sünnitab ka elu. Pflüger'i kujutluse järgi viibivad tsüaani aatomid tugevas võnkuvus liikumise olekus.

Niisiis elu olemus ja kõik ta omadused sõltuvad primitiivsest keemilisest ühendist, mida keemik tähistab kahe tähega — CN.

Küsimus esimesest elusast ainest kandus Pflüger'il üle tsüaani tekkimise küsimusele. Tsüaan tekib hõõguvas kuumuses; ta jälgi on leitud isegi tähtedel, mis on kuume- mad kui Päike. Ja Pflüger viiski elusa olendi põhialuse kujunemise tagasi neisse aegadesse, mil noor Maa oli veel üleni või vähemalt osaliselt hõõguvas olekus. Elu tekkis tules.

Meie tänapäeva seisukohalt tuleb Pflüger'i hüpoteesi pidada puht-teoreetiliseks ja biokeemiliselt ebaõigeks. Kuid ei tule unustada, et see oli sisuliselt esimene teataval määral läbitöötatud hüpotees, mis siiski püüdis materialistlikult vastata elu tekkimise küsimusele. Pflüger'i hüpotees mängis omal ajal tähtsat osa.

Meil pole vajadust tutvuda kõigi avaldatud hüpoteesidega. Märgime ainult, et uurijaid huvitas (ja huvitab edaspidigi) küsimus, millega sarnanesid esimesed Maa elanikud. Kas olid nad ürgloomad või ürgtaimed? Kuni hilisema ajani kaldusid paljud andma vastust viimaste kasuks.

Toome näiteks selle seletuse, mille andis elu tekkimise kohta tuntud prantsuse zooloog Edmond Perrier. Kõigist elusatest olenditest võivad ainult rohelised taimed luua

orgaanilisi aineid anorgaanilistest. Loomad, värvuseta seened, klorofüllita taimed-parasiidid ja kogu muu orgaaniline maailm (välja arvatud mõned mikroorganismid) kujutavad endast ainult määratu suurt pealeehitist, mis elab lõppkokkuvõttes roheliste taimede poolt valmistatud orgaaniliste ainete arvel. Perrier' arvates on seepärast kõige lihtsam eeldada, et ürgorganismid pidid juba tekkides sisaldama klorofüllit, taimede rohelist värvainet, et elada anorgaanilises keskkonnas.

Neid esimesi organisme kujutleb ta roheline taimetolmuna, pisimate kerakeste kujulistena (pisimatena sellepärast, et nende üldine pind on siis kõige suurem; järelikult on siis ka parimad tingimused toidu imamiseks). Need kerakesed kuhjuvad paljunedes paksudeks kihtideks. Uute orgaaniliste ainete moodustamine toimus ainult nende kihtide pinnal, sest ainult siin, päikesekiirte käes, võis klorofüll tekkida ja säilida. Kuid süsivesikuid tekkis siin selles külluses, et nende ülejääk immitses sissepoole ja kiht aina paksenes, kuni jätkus toiduks läbiimmitsenud süsivesikuid. Keskmistes sisemistes kihtides polnud enam klorofüllit, kuid küllaldane toit võimaldas eritada veel pakses taimelisi kesti nagu ülemises rohelisteski kihis. Alumisele kihile jätkus toitu ainult hädavaevalt. Siin enam kesti ei saanud tekkida ja elus aine, jäänud katteta, omandas amööbi liikuvuse ja tundlikkuse.

«Sel kombel,» kirjutab Perrier, «oli toitumisprotsessist küllalt, et jaotada meie hüpoteetiline elusate terakeste leht kolmeks kihiks: rohelisteks, mis vastab vetikaile, värvuse- tuks, mis vastab seentele, ja vabade terakeste kihiks, mis vastab loomadele».

Perrier' hüpotees ei talu ka kõige heatahtlikumat kriitikat.

Tõepoolest, kuidas võiski see juhtuda, et valgud ei tekkinud mitte ainult lihtsalt, vaid olid ka korruga hoolikalt varustatud keerulisima klorofülliparaadiga, mille abil nad viivitamatult hakkasid muundama lihtsaid mineraalaineid oma kehaks, s. o. tegema seda, millega keemikud ei tule toime tänapäevani? Kus asus see kummaline kolmekihiline kuhjum niisuguse hunnikuna või padjana, et vihmaajud teda laiali ei uhtnud, tormid ära ei puhunud? Kui mitu sada või tuhat aastat pidi ta kangekaelselt lebama ikka ühes ja samas seisukorras nii, et ta alumised osad isegi valguse kätte sattudes ei olnud võimelised haljendama hakkamiseks või kestade moodustamiseks?

Võib esitada palju taolisi küsimusi, kuid Perrier' hüpootees ei vasta ühelegi neist.

Meie kuulus mikrobioloog V. L. Omeljanski esitas teise oletuse. Ta arvas, et elu pioneerideks «pidid olema tõenäoliselt olendid, kes olid võimelised täielikuks orgaaniliseks sünteesiks anorgaanilistest ühendeist — õhu süsihappegaasist, hapnikust ja lämmastikust, samuti mitmesugustest mineraalooladest. Sellesse mikroobide primitiivse ainevahetusega gruppi kuuluvad näiteks nitritiseerivad organismid, sinivetikad, osaliselt lämmastikku omastavad bakterid ja muud lihtsaimad ainuraksed olendid»¹.

Sellega sarnleva, kuid tunduvate parandustega oletuse esitas ka akadeemik N. L. Komarov oma tuntud raamatus «Taimede tekkimine». Täiesti põhjendatult heidab ta kõrvale organismid, kes on võimelised fotosünteesiks ja vajavad õhuhapnikku. Esimestena ilmusid palju lihtsamad kemotroofsed anaeroobsed bakterid, s. o. niisugused bakterid, kes ei vajanud hapnikku (sest ürgatmosfääris seda

¹ В. Л. Омелянский, Основы микробиологии, 1909, стр. 21

ei võinud olla) ja kes moodustasid orgaanilisi aineid anorgaanilisest, ammutades selleks vajalikku energiat väävel-, raud- ja lämmastikhapendite lagunemise keemilistest protsessidest. Niisugused bakterid tekkisid nende praeguste elukohtadega sarnanevais paigus, nagu kuuma-vee-allikais jne.

Nendes oletustes vaadeldakse küsimust bioloogilisest seisukohast. Kuid neid tuleb põhjendada ja edasi arendada ka biokeemiliselt. On ju meil tarvis saada kujutlust vahepealseist staadiumest teekonnal elutust elusani.

Näib olevat loomulik ja koguni möödapääsmatu tunnustada elu «taimelist» päritolu. Kuid ükskõik, millist varianti me ka ei tunnustaks, ikka tuleb meil ületada määratu raskus: ära seletada, kuidas ürgorganismide aine lihtsalt mitte ei tekkinud kogu oma keerukuses, vaid osutus oma sündimise momendil varustatuks võimega luua elusat enda ümber olevaist lihtsaist mineraalainest.

Ürgorganismide tekkimise füüsikalisk-keemilist eellugu seirab kõige üksikasjalisemalt Moskva biokeemiku akadeemiku A. I. Oparin'i hüpotees.

Oparin'i hüpotees (praegu võime juba ütelda — teooria) on laialt tuntud. Sellest on juttu kõigis raamatuis ja brošüürides, mis on pühendatud elu tekkimisele. Autor ise on rohkem kui üks kord teda väga populaarsel viisil esitanud. Seda teooriat ei tunta praegu mitte ainult meil, vaid ka välismaal; on tõlgitud Oparin'i spetsiaalne monograafia. See on kahtlemata kõigist praegu olemasolevaist elu tekkimise teooriaist kõige põhjalikumalt läbi töötatud.

Oleks asjata seda teooriat siin kõigis üksikasjus ümber jutustada. Kuid tuleb juhtida tähelepanu ta põhimomentidele ja jälgida akadeemik Oparin'i mõttekäiku.

Oparin räägib orgaaniliste põhianete tekkimisest, toetudes vahetult kõigele sellele, mida on kaasaegne füüsika ja

keemia nende struktuuri kohta avastanud. Ta lähtub sellest ja nagu tõlgitseb keemilise uurimise andmed möödunud aegade keelde, kus tegelikult moodustus see, mida keemik praegu lagundab oma laboratooriumis. See on peaaegu «retrograadse analüüsi» ülesanne, mida tunnevad hästi maletajad: taastada see käikude järgnevus, mis pidi viima antud olukorra juurde malelaul.

See annab Oparin'i kaalutlustele suurima usaldatavuse: nad näivad olevat tõestatud kogu selle määratu materjaliga, mis seisab biokeemia ja geokeemia käsutuses. Väga paljut võib kontrollida ka otse katseliselt.

A. I. Oparin'i teooria suhendab samuti orgaanilise algaine tekkimise nende kaugete aegadega, mil hõõguv Maa hakkas jahtuma (ja varsti me näeme, miks), kuid ta ei nõua ühegi ebatavalise teguri vahelesegamist ega omista ühelegi tol ajal kaasamõjunud põhjusele ebatavalisi omadusi.

Hõõguvas olekus oleval taevakehal pole võimalikud peaaegu mingisugused keemilised ühendid.

Päikese pinnal, kus temperatuur on 5000—6000°, leidub ainult väike arv mitmesuguste elementide hapendeid ja lihtsaimaid süsinikühendeid: süsivesiniku «radikaal» metiin (CH), tsüaan ja dikarboon, «kahelissüsinik» (C₂), mis on moodustunud kahe süsiniku aatomi «kokkukleppumisest» ehk kahekaupa ühinemisest. Nii suur on selle elemendi aatomite võime ühinemiseks isegi Päikese temperatuuris. Peaaegu kõik lihtkehad ehk elemendid on Päikese peal vabas olekus.

Meie maakera on suur «tilk» päikeseainest, mis kunagi on ennast Päikesest lahti rebinud. See «tilk» hakkas kiiresti jahtuma. Kõige raskemini sulavate elementide aurud tihenesid seejuures esimestena. Sitkete raskete klompidena vajasid nad kergemate, seni veel gaasitaoliste ainete segu

sügavusse — Maa keskpunkti. Kohe alguses sai meie planeet «kivisüdame» raske tuuma oma südamikku.

Sellega on seletatav huvitav tõsiasi: kogu maakera erikaal on $5\frac{1}{2}$, samal ajal kui maakoor (mida me saame



Joon. 56. Nii nägi välja esimeste olendite häll elu tekkimise kontinentaalse teooria pooldajate vaatekohalt.

vahetult uurida) on keskmiselt ainult 2—3 korda veest raskem.

Süsinik, mis on kõigist elementidest kõige raskemini sulav ja mis järelkult tihenes kõige kiiremini, sattus ena-

mikus oma massis maakera tuuma. Tema kaaslasteks said raud, nikkel, kobalt ja fosfor.

Siis seal tulises «ääsis» — maapõues — taoti esimene lüli süsinikühendite tulevases lõpmatust ahelast; ta ühines metallidega, moodustades metallide karbiide. Nii nagu kõrgahjudeski ühineb süsi ahnelt rauaga, kiskudes viimase maagist välja, lõhkudes isegi raua püsivaid ühendeid hapnikuga ja moodustades rauakarbiidi — malmi (*carbo* tähendab ladina keeles süsi, süsinik).

Disko saarel, Gröönimaa lähedal, on basaltkaljud. Sealt on leitud suurima sügavuse purskekiivimit. Seda nimetatakse kogeniidiks. Ta sarnaneb tõesti malmiga. Metallide karbiide on leitud meteoriitides. Aga meteoriidid oma koostiselt vastavad just meie planeedi sügavuses olevaile aineile.

Noil aegadel, millest meil on jutt, murdsid sageli karbiidilaava-jõed tee maakera pinnale. Maa atmosfäär oli siis küllastunud veeaurudest (oli ju kogu Maa peal leiduv vesi siis aurustunud olekus).

Tuliste veeaurudega kokku puutudes omastas hõõguv karbiidide süsinik neist silmapilkselt vesiniku, et astuda viimasega uude ühendusse, vabanedes seejuures metallist. Nii tekkisid süsivesinikud, parafiini- või naftatüüpi lenduvad ained, mis olidki Maa esimesteks orgaanilisteks aineteks. Vene suur keemik D. I. Mendelejev osutas juba ammu niisugusele nafta tekkimise võimalusele.

Ja ka meteoriitides on leitud tõesti süsivesinike jälgi. Kuid taevakehade, komeetide või väikeste planeetide peal, kust need meteoriidid võisid tulla, ei võinud olla mingisugust elu. Tähendab, seal pidid süsivesinikud tekkima «anorgaanilisel teel». Oparin osutab ka vahenditute katsete pikale reale: paljud keemikud olid saanud naftataolisi

produkte malmi ümbertöötamisel ülekuumendatud veeauru abil.

Kas on neist ürgaegseist süsivesinikest midagi säilinud? Mõned geoloogid püüavad maailma naftasünnikohti liigitada orgaanilisel ja anorgaanilisel teel tekkinuiks. Kuid võib-olla on tõenäolisem oletada, et möödunud miljardite aastate jooksul pole säilinud jälgegi esimestest ebapüsivatest orgaanilistest ainetest Maa peal, ja üldse on asjata püüda neid tingimata leida praegustes puuraukudes.

Akadeemik Oparin annab suure tähtsuse sellele asjaolule, et Maa ürgatmosfääris ei võinud olla mingisuguseid süsiniku ühendeid hapnikuga (süsihappegaasi). Niisugused autoriteetid, nagu Vernadski, kaitsevad just seda seisukohta. Kuid astronoomide hulgas, kes uurivad tähtede koosseisu ja planeetide atmosfääre, ei ole see leidnud üldist tunnustust (nagu juba märkisime selle raamatu algul). Tõepoolest on Veenusel süsihappegaasi sada korda rohkem kui Maal. Hapnikku seal ei ole. Tähendab, seal pole ka ainustki rohelist rakukest, milles toimuks fotosüntees, sest need eritaksid hapnikku. Ja kui seal on elu, siis vahest ainult primitiivsel, arglikul ja eeltaimelisel kujul. Aga kas teda üldse on? Igal juhul ei suudaks niisugune elu toota sääraseid süsihappegaasi kolossaalseid masse, nagu need ümbritsevad «ehatähte».

Aga kui kogu Oparin'i teooria oleneks sellest, kumb vaade jääb geokeemikute ja astrofüüsikute juures peale, kas leiab tunnustamist süsihappegaasi «primaarne» või «sekundaarne» tekkimine, siis kahandaks see tugevasti selle teooria tähtsust. Meie arvates aga ei olene see teooria vaidlusest süsihappegaasi kohta. Kuidas see vaidlus ka ei lõpeks, karbiidid jäävad, veeaur jääb ja laboratoorium kinnitab täpselt süsivesinike tekkimist nende vastastikuse mõjustuse tulemusena.

Daniel Berthelot ja Gaudechon lähtusid sellest, et ürgatmosfäär koosnes peamiselt süsihappegaasist ja veeaurust. Nende gaaside segu mõjustasid nad elavhõbedaurulambi kiirtega. Ja see ultravioletne valgus kutsus esile lihtsaimate süsivesikute tekkimise. Nähtavasti ei olnud ürgatmosfääris vaba lämmastikku. Lämmastik ilmus arvatavasti ühinenult vesinikuga ammoniaagina (NH_3). Berthelot ja Gaudechon täiendasid oma gaaside segu ammoniaagiga. Ja neil hakkasid tekkima lihtsaimad orgaanilised happed (amiinsipelghape). Kas siis Päike oli tol ajal midagi erilist, et saatis Maa peale nii võimsaid ultravioletseid kiiri? Ei, Päike oli seesama, mis ta on praegu. Ainult need tema ultravioletsed kiired, mis päevitavad meid suvel ja tekitavad koguni põletushaavu, kui me pole küllaltki ettevaatlikud, on ainult tühine osa Päikese ultravioletsest kiirgusest. Ülejäänu ei jõua meieni. Me oleme kaitstud nende eest osooni, s. o. hapniku «kraaniga» stratosfääris. Kuid ürgatmosfääris hapnikku polnud.

Niisiis leiab kinnitust paljude uurijate mitmesuguste katsete põhjal, ükskõik millisel seisukohal nad ise algatmosfääri suhtes ka ei asuks, üks ja seesama järeldus: orgaanilised ained pidid sel või teisel viisil tekkima massiliselt siis, kui lõppes meie planeedi jahtumine. Seda materialistliku teooria esimest ja väga tähtsat punkti elu tekkimise kohta tuleb pidada kindlasti tõestatuks.

Jälgime nende hulgast kõige lihtsamate — süsivesinike — edasist saatust. Ühed neist olid lenduvad, teised gaasilised. Nad segunesid tuliste aurudega, ja keemikud teavad, kui ahnelt süsivesinikud ühinevad vee molekulidega. Nii astus sõprusringi kolmas element — hapnik.

Jällegi võib nende kaalutluste igat sammu kontrollida katseliselt. Üks süsivesinikest, nimelt see, mida tol ajal

tekkis külluses, — üldtuntud gaas atsetüleen¹, ühinedes veega, muutus kergesti kuulsa nõukogude keemiku akadeemiku Favorski laboratooriumis lämmatava lõhnaga vedelikuks. See osutus atseet-aldehüüdiks.

Vähe aineid on nii «ahned» igasugusteks uuteks keemilisteks muundusteks, s. o. omavad niisugust keemilist energiat kui aldehüüdid. Veel samm edasi, veel üks aatom hapnikku, mis meie aldehüüd võtab kuumalt veeaurult, ja tekibki äädikhape².

Niisiis hõljusid auru kujul noore Maa ümber juba orgaanilised happed, nende aldehüüdid ja nende keemiline «suguselts» — lõhnavad ained, nagu atsetoon (mille lõhn on meile hästi tuttav — on see ju laki, tselluloidi lõhn) ja piiritused³. Tuline ja lämmatav aurusaun nuuskpiirituse,

¹ Naftas leidub palju küllastatud süsivesinikke, mis on keemiliselt vähe aktiivsed, juba „küllastunud”. Kuid Maa kuulub nende planeetide hulka, mis on võrdlemisi vaesed vesiniku poolest, erinevalt suurtest planeetidest Jupiterist, Saturnist ja Uranist. Tõenäoliselt tekkisid seepärast Maa peal peamiselt küllastumata süsivesinikud, mis seetõttu on keemiliselt eriti aktiivsed, ja just viimaste hulka kuuluvadki atsetüleenrea süsivesinikud (atsetüleeni koosseis on C_2H_2).

² Keemiatööstuses, kus tarvitatakse lihtsaid katalüsaatoreid, on atsetüleeni suurepäraseks materjaliks hulga ainete, nende seas aldehüüdide, alkoholide, orgaaniliste hapete ja isegi kunstliku kautšuki saamiseks.

³ Kui süsivesinikes asendada üks või mitu vesiniku aatomit hüdroksüüliga, saadakse alkohol. Nii muutub küllastatud süsivesinik etaan (C_2H_6) harilikuks viina- (etüül-) piirituseks — C_2H_5OH . Hapetele, nagu teame, on iseloomustav karboksüüli radikaal — $COOH$. Aldehüüdid on hapnikuvaesemad; neile on iseloomustav COH rühm. Aldehüüdidele antakse nimetus nende hapete järgi, milledeks nad muutuvad hapendumisel. Öeldakse: sipelghappe aldehüüd ehk formaldehüüd (*formica* tähendab ladina keeles sipelgas); selle aldehüüdi valem on $H \cdot CHO$,

ammoniaagi terava haisuga, mis tol ajal asendas atmosfääri, oleks mõjunud surmavalt-mürgiselt ükskõik millisele tänapäeva elavale olendile. Kuid ainult säärases keskkonnas võiski kujuneda elu materiaalne ürgalus.

Ammoniaak!... Kuid see tähendab ju, et neljas orgaanilistele ühenditele suurima tähtsusega element oli valmis täiendama kolme elemendi liitu. See tähendab, et võisid hakata tekkima lämmastikku sisaldavad orgaanilised ained — kõige keerulisemad ja kõige tujukamad.

Aga Maa jahtus edasi. Ta pind oli veel hõõgav; seesmised plahvatused ja pulbitsev laava kiskusid räbalaiks esimese õhukese kooriku. Ikka hoogsamalt langes temperatuur; juba tekkis kuski kõrgel gaasikihis tihenened veeauru täpik. Kui kustki taevalaotuse sügavusest oleksid astronoomid jälginud väikest tähekest Maad, siis oleks pidanud neid üllatama need muudatused, mis toimusid Maa peal. Nende pikksilmist vaadatuna pidi Maa nüüd paistma läikivvalgena. Seni läbipaistnud atmosfääris tekkisid aurud, mis keerlesid üles, ja päikesekiirtes pimestavalt sätendav eesriie varjas ja mähkis endasse maakera. Praeguste ookeanide kogu veemass rippus Maa kohal kohutavate pilvedena.

Aga seal Maa peal, pilvede all, valitses samal ajal pilkane pimedus. Ja selles pimeduses, millesse löikus aegajalt ainult laava purpurpunane helk, algas vee suur lahing tulega. Mitte vihmad, vaid meile kujutlematud veevalingud pidid voolama pimedast hämarusest Maa peale, et keedes ja sisisedes uuesti auruks muutuda, niipea kui nad kokku

kuna sipelghappe valem on $H \cdot COOH$; äädikhappe aldehüüdi — atseet-aldehüüdi valem on $CH_3 \cdot COH$, kuna äädikhappe valem on $CH_3 \cdot COOH$, jne. Atsetoon kuulub tähtsasse ja aldehüüdi-dega suguluses olevasse ketoonide gruppi. Ketoonide ja aldehüüdide kohta vt. lähemalt sõnastikus raamatu lõpul.

puutusid maakera hõõguva pinnaga, nagu muutub auruks
vesi tulisel pannil.

See võitlus ei keštnud kaua. Arvutused näitavad, et sel-



Joon. 57. Võimsad vulkaanilised pursked purustasid jahtuva
planeedi õhukese kesta.

lest momendist, mil Maa kattus esimese koorikuga, kuni
ajani, mil seda koorikut mööda oleks võinud juba jalgu
põletamata käia, pidi mööduma ainult üks aasta.

Võitis vesi. Magedaveelised ookeanid ujutasid üle laiad lamedad nõod. Ei olnud veel suuri sügavikke, puudusid ka kõrged mäed. Ookean ujutas üle peaaegu kogu Maa (kasvõi sellepärast — olgu sulgudes öeldud — on tõenäolisem, et elu tekkis «meres», aga mitte «kuival maal»).

Nende ookeanide soojas vees ei unjunud enam sugugi lihtsate orgaaniliste ainete lahused. Leidus seal ka amiinhapetega sarnlevaid aineid. Valgu molekuli «tellised» ilmusid või valmistusid ilmuma Maa peale.

Kui nad oleksid tekkinud otsekohe, siis ei oleks see veel millenigi viinud. Mida komplitseeritum on orgaaniline aine, seda ebapüsivam ta on. Ja nad oleksid hukkunud ja hävinud, ilma et oleksid jõudnud muunduda mingisuguseks uueks orgaaniliseks aineks.

Kogu Maa oli tol ajal nagu suur konservipurk. Ei toimunud siin mädanemist ega käärimist. Kõik, mis kord oli moodustunud, võis säilida kahjustamatult kasvõi tuhat aastat. Rasvalaigukestel ookeanis, vikerkaare värvi kilekestel ja lahustel oli küllalt aega lainetel liikuda, aeglaselt muunduda, samuti ka kohtuda ja seguneda ning nende kohtumistel ja segunemistel veel kiiremini muunduda ja veel rohkem komplitseeruda.

Miks «komplitseeruda»? Ärgem unustagem, et nende alusmaterjaliks oli süsinik, mis omab kõige rohkem kalduvust keemilisteks «ühendusteks» ja igasugusteks «paljune-misteks», aatomite arvu suurenemiseks molekules.

1861. aastal katsetas vene suur keemik Butlerov lubjapiima toimet formaliinile. Lubjapiimast on kuulnud iga koolipoiss: see on lihtsalt lubi, mis on veega segatud. Ka formaliin on kõigile tuttav kange desinfitseerimisvahendina. Aga Butlerov sai formaliinist — magusa siirupi. Kuidas nii?

Formaliin on formaldehüüdi (sipelghappe aldehüüdi) vee-

lahus. Aga see aldehüüd on kõige lihtsam süsivesik; tema igas molekulis on üks aatom süsinikku, kaks aatomit vesinikku ja üks aatom hapnikku; hapnik ja vesinik on temas samas vahekorras nagu veemolekulis. Siit ka nimetus süsivesik. Suhkru molekulis on kuus süsiniku aatomit ja kuus veeosakest. Suhkur on ka süsivesik, kuid palju komplitseeritum. Osutus nii, nagu oleksid formaldehüüdi osakesed kuuekaupa «kokku kleepunud», ühinenud. Lubi mängis ainult tõukaja — katalüsaatori osa selle formaldehüüdi osakeste eneste tihendamisel. Hiljem saadi suhkrut veel lihtsamalt: formaliini segati kriiti.

Kerkis üles isegi küsimus, kas ei saaks suhkrut hakata sel viisil tööstuslikult tootma?

Kuid asi ei tarvitse kaugeltki peatuma jääda suhkru juurde neis süsinikku sisaldavate ainete osakeste lihtsais ja peaaegu iseendaist toimuvais tihenemise, komplitseerumise, polümerisatsiooni protsessides. Mõned aastad tagasi pani meie tähelepanuväärne kaasaegne akadeemik A. N. Bach (1857—1946) oma laboratooriumis ühte nõusse formaldehüüdi ja tsüaankaaliumi lahuste segu, s. o. kahe mürgi segu vees, kusjuures tsüaankaalium on kohutavamaid mürke, kuid samal ajal on ta hoopis lihtsa ehitusega aine: ta koosneb süsinikust, lämmastikust ja kaaliumist. Ja nüüd siin iseenesest, keemiku igasuguse vahelesegamiseta, tekkisid nõus limaniidikesed. Nad koosnesid peptoonitaolisest aineist ja andsid isegi valkudele iseloomustava biureetreaktsiooni. Neile niidikestele (pärast nende puhastamist) asusid elama isegi mädabakterid.

Selgub, et juba võrdlemisi väga lihtsate ainete segus võib (kui hoida neid aineid lagundumise eest) tekkida midagi valkude-sarnast. Samasugusel kombel, arvab Oparin, pidid nad tekkima ürgmeres.

Siin ongi Oparin'i hüpoteesi teine tähtsaim moment, sest on ju jutt valkude, elu põhialgete tekkimisest.

Ja see moment, nagu näeme, leiab kinnitust nii teoreetiliste kaalutluste kui ka mõningate laboratoorsete katsete põhjal, olgugi et katseline kontroll pole siin veel täielik, et katseid on tehtud alles vähe ja et nende arvu tuleb vaidlematult mitmekordistada.

Niisiis võib endale kujutleda, kuidas tekkis elu põhialus, kuidas tekkis kõige komplitseeritum aine. Kuid mil kombel kujunes see olendiks? Kuidas sai vormitu lahus kuju? Mil viisil põhjustas viimane selle huvitava protsessi, mida me nimetame eluks?

Nähtavasti ongi see Oparin'i hüpoteesi kolmas ja otsustav moment. Täielikku ja ammendavat katselist kinnitust siin veel pole. Kui see oleks olemas, siis tähendaks see seda, et võiksime juba kunstlikult luua elusa olendi. See tähendaks, et elu mõistatust mitte ainult ei pea saama ja saab lahendada, vaid et ta on juba lõpuni lahendatud.

Kuid siiski on kõige uuemad biokeemilised uurimused juba valgust heitnud ka sellele otsustavale momendile. Vähe sellest: nad on tõestanud, et kui juba kord ilmusid valkained, siis sai «vormi» (kuju) ilmumine juba välditamatuks.



Kolmeteistkümnes peatükk.

Kuidas ainet sai olend. Maa ilma haljastumine. Mis on progress?

Kolloidlahuseis (nagu üldse lahuseis) esinevad elektrilised nähtused. Lahustatud aine osakesed saavad elektrilaengu. Samanimelised elektrilaengud tõukuvad üksteisest eemale. See on esimene põhjus, mis takistab lahuse osakeste üksteise külge kleepumist. Aga teine põhjus seisneb selles, et iga kolloidi osake «seob» enda ümber terve rea veeosakesi, ümbritseb ennast nagu veekilega.

Kuid valgu osake on keeruline ja täis vasturääkivusi. Teda võib võrrelda suure ehitisega, mille üksikud osad suhtuvad erinevalt veesse: samal ajal kui ühtedel osadel on tugev sugulus veega, puudub teistel see sugulus.

Seetõttu on valkude kolloidlahused väga ebapüsivad. Vähimadki asjaolud, nagu vähimad lisandid, happesuse muutumine jne., võivad neid tasakaaluseisundist välja viia. Osakesed hakkavad kokku kleepuma, lahusest eritub sültjas tarre, mis on täiesti läbi imbunud lahustajast (veest, kui meil on tegemist vee lahusega, ja piiritusest või eetrist, kui lahus oli piirituses või eetris, jne.).

Kolloidlahust nimetatakse sooliks (mis tähendabki «lahus») ja sültjat tarret geeliks (žele) ¹.

Kuid selgub, et kolloididel on veel kolmas huvitav olek.

Segame kaks kolloidlahust. Võib võtta kanamuna valgu ja kummiaraabiku lahuse, kummiaraabiku ja želatiini lahuse, munarebu ja želatiini letsitiini, kuid tuleb võtta niisugused lahused või asetada nad niisugustesse tingimustesse, et nende osakesed oleksid laetud vastupidiselt. Mis siis juhtub? Lahus läheb sogaseks. Mikroskoobis näeme hulga heljuvaid imepisikesi tilgakesi. Nad on vedelad, kuid on siiski teravalt eraldatud neid ümbritsevast vedelikust.

See pole ei lahus ega ka geel. Erinimelised laengud tõmbavad külge. Veekatted on õhemaks ja selgemaks muutunud, kuid siiski takistavad osakeste üksteise külge kleepumist. Elektri jõud võitlevad osakeste sugulusega (afiinsusega) vee suhtes. Aine tähelepanuväärset olekut, mis seejuures tekib, nimetatakse koatservaadiks. Ta on selle võitluse tulemus.

Vedelik, millel on oma kuju ja mis ei lahustu vedelikus! Kuid amööbi protoplasma ju ka ei lahustu; õpetlasi imestas see asjaolu tervelt sada aastat ja paljud kaldusid seda kirjutama juba «elujõu» arvele.

Hollandi keemik Bungenberg de Jong, kes uuris eriti hoolikalt koatservaate, avastas neil hämmastavaid omadusi. Kogu nende olemasolu on nagu noateral. Läbipaistev tilgake ei «tardu» kunagi. Temperatuuri väikese tõusu puhul koatservaad tiheneb ja temas tekib vedeliku põieke,

¹ Geeli moodustumist tuleb eraldada kolloidi sadestumisest lahusest ehk kolloidi koagulatsioonist — tema kalgestumisest, kolloidse oleku kaotamisest.

vakuool, — samasugune, nagu me neid leiame protoplasmas. Lastes elektri alalisvoolu läbi koatservaadi, näib, nagu läbiks vool keskkonna, kus on sadade väikeste organismide elus protoplasma. Koatservaad eritab pindkiled. Molekulide parved rändavad pidevalt väljastpoolt tilgakestesse ja tilkadest välja. Ahnelt nagu käsnakesed imevad tilgad endasse vees lahustunud aineid (eriti orgaanilisi, isegi kui neid pole vees rohkem kui üks tuhandik protosenti), kasvavad nende arvel, ja tilgakestes algavad muundused. Veega mitte segunedes võib üks tilk kokku sulada teise tilgaga, teda endaga liita. Just niisama käituvad rakust väljapigistatud protoplasma tilgakased.

De Jong kinnitab, et koatservaatides võib tekkida ka seesmine struktuur; ta märkas, kuidas tekkisid ja hiljem pikkamisi kadusid mingisugused kuuetahtlised plaadikesed neis koatservaatides, mis sisaldasid tärklisi.

Akadeemik Oparin viitab kõigile neile huvitavaile andmeile. Ta lisab juurde, et palju mitmesuguseid koatservaate pidi tekkima keeruliste orgaaniliste ainete segudes ürgaegses ookeanis. Oparin oletab, et nõnda loodigi sild vormitute ainete juurest elu esimese eo juurde.

Keeruliste koatservaatide tilgakased ei sula kokku enam üheks tervikuks neid ümbritseva keskkonnaga; nad on viimasest eraldunud ja nii tekib esimene ainevahetuse idu nende ja neid ümbritseva keskkonna vahel.

Vaevalt märgataval «kehakesel», mida on nii kerge purustada ning hävitada, on kujunenud juba oma «saatus».

Kuid ärgem unustagem, et meil on tegemist ainult vihjega tulevasele organismile ja sugugi mitte organismi endaga. Ja midagi korrastatut ning kindlat polnud ta «saatuses». Ta aine lagunes pidevalt ja kasvas pidevalt

uute orgaaniliste ainete liitmise arvel. Niisugune oli esimene toitumine ja esimene ainevahetus.

Tulemus olenes sellest, mis selles veel kaootilises kombinatsioonis võidab — lagunemine või ülesehitamine. Miljonid tilgakesed, milles võitis lagunemine, lahustusid uuesti vees. Püsima jäid need tilgakesed, milles võitis ülesehitamine. Need kasvasid. Kuid tilk ei saa lõpmata kasvada. Ta sisemine tasakaal rikutakse ja tilk rebeneb pooleks. Laine löök mingi takistuse vastu kiirendab veel seda rebenemist. Niisugune oli esimene paljunemine. Kaks uut tilgakest olid lihtsalt endise tilga kaks poolt. Tähendab, oma omadustelt sarnanesid nad temaga. See oligi kogu ürgne pärilikkus.

Füüsikalise-keemilistel reaktsioonidel energia mõnikord vabaneb, mõnikord kulutatakse ära. Lagunemisel ta vabaneb; ülesehitamiseks tuleb ta ära kulutada.

Inimese kehas toimub energia «hankimine» väga täiuslikul kujul. Me hingame, s. o. tõmbame endasse õhku ühes selle hapnikuga ja imestletava täpsusega «toimetame» sisemiste seadeldiste abil selle hapniku energiarikaste orgaaniliste ühendite juurde, mis on määratud oksüdeerimiseks või nagu aeglaseks põlemiseks; seejuures vabaneb külluses meile vajalikku energiat.

Midagi taolist polnud tol ajal. Ei olnud spetsiaalseid hingamisseadeldisi ega ka hapnikku atmosfääris. Energia vabanes visalt orgaaniliste ainete pikaldaste käärimitaoliste keemiliste muunduste puhul. Ei oksüdeerinud mitte vaba hapnik, vaid vee hüdroksüül.

Mis on hüdroksüül? Elektrolüütilise lahuste teooria väljatöötamisel selgus, et universaalne lahustaja vesi allub ise samadele seadustele, mille kohta arvati, et nad on kohaldatavad ainult lahustatavaile aineile. Teatud (tavaliselt tingimustes väike) hulk vee molekule alati lõhus-

tuvad ionideks¹ — vesiniku ioniks (H) ja hüdroksüülis (OH).

Teiste sõnadega, vee hapnik on palju kindlamini seotud ühe vesiniku aatomiga kui teisega ja vee mingisuguse aatomi lõhustamisel ei lähe lahku mitte hapniku aatom ja kaks vesiniku aatomit, vaid üks vesiniku aatom ja rühm OH — hüdroksüül.

Aga kuivõrd nõrgemini toimub oksüdeerimine nende väheste hüdroksüüli ionidega (millistes hapnik on pealegi poolenisti seoses vesinikuga) kui õhu vaba hapnikuga!

Niisiis oli esimene hingamine «õhuta» (anaeroobne) ja «keemiline».

Miljardid tilgakesed tekkisid, võib-olla isegi jagunesid korduvalt ja lõppeks siiski lagunesid. Tõenäoliselt sadasid ja tuhandeid aastaid löid elu sädemekesed lõkkele ja kustusid.

Kuid miljonite ja miljardite tilgakeste hulgas pidi varem või hiljem paratamatult leiduma ka niisuguseid, mis osutusid veel tugevamaiks kui kõige tugevamad

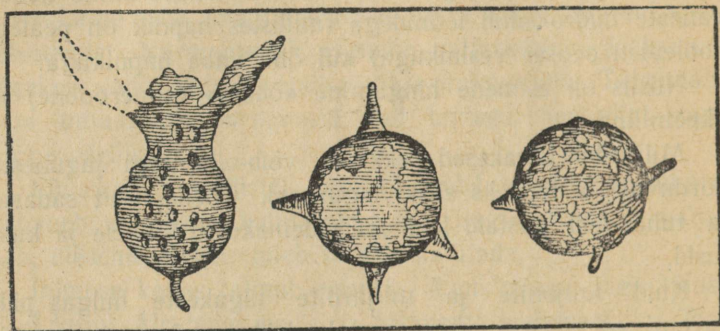
¹ Sellega ongi seletatav, et vesi on elektrijuht. Nimetus „ioon“ on antud Faraday poolt. „Ioon“ tähendab kreeka keeles „rändur“. Faraday mõtles, et molekulide lagunemine lahustes ionideks toimub ainult elektrivoolu läbilaskmise puhul. Siis ionid tõepoolest rändavad: positiivselt laetud negatiivse pooluse — katoodi — juurde ja negatiivselt laetud positiivse pooluse — anoodi — juurde. Vesiniku ionid ja hüdroksüüli ionid etendavad kõikide teiste ionide hulgas hoopis erilist osa. Vesiniku (positiivsed) ionid eraldatakse lahustes hapete poolt ja põhjustavadki just „hapusid“ omadusi; hüdroksüülised (negatiivsed) eraldatakse leeliste poolt ja põhjustavad „aluselisi omadusi“. Ei ole füsioloogilist protsessi, mis suurimal määral ei oleneks vesiniku ionide kontsentratsioonist, mida tähistatakse lühidalt sümboliga pH. Ja tänapäeva füsioloogiaõpikuis pole peatükki, kus ei käsitletaks seda pH-d.

hukkunute hulgas. «Toitudes» ja «paljunedes» nad ei kadunud; samal ajal kui teised lahustusid jäljetult, nende «järelpõlv» aina kasvas.

Nii said nad elu esivanemaiks.

Ja veel enne elu tekkimist hakkas looduslik valik avaldama oma mõju.

Ainult uute aastatuhandete ja -miljonite vältel võis



Joon. 58. Radiolaarid eelkambriumi ladestikust.

tema abil kujuneda rakuline struktuur, s. o. võisid ilmuda esimesed tõelised organismid.

Niisugune on akadeemik Oparin'i teooria. Selle teooria järgi tekkisid ürgorganismid vee keskkonnas (ürgaegses meres); nad olid anaeroobsed (olguigi et nende «keemilise hingamise» võime piirdus orgaanilise käärimise taoliste protsessidega), kuid toitumisviisi poolest kuulusid nad — nii paradoksaalselt kui see ka ei kõlaks — loomade (aga mitte taimede) tüüpi, s. o. nad ise ei saanud luua orgaanilisi aineid anorgaanilistest, olguigi et maailmas polnud ühtegi olendit, kes oleks võinud seda teha nende eest.

Jah, me oleme koguni sunnitud nimetama kiskjajaks neid poolorganisme-pooltilgakesi!

Nende elu kulges laisalt ja ebakindlalt. Nad olid muutlikud ja ebapüsivad, kuid just see ebapüsivus, mis tõi kaasa miljonite kolloidtilgakeste hukkumise, sisaldas ühtlasi kindlustuse, et uute miljonite seas ilmub ka sääraseid, mis juhuslikult kalduvad suurema püsivuse poole.

Kas võib loota leida tõendeid selle kohta, et nimelt niisugused olid meie kõige kaugemad esivanemad? Kuidas asuda teekonnale sellesse halli ürgaega, millest pole jäänud mingeid jälgi? Kas tõesti üldse midagi pole jäänud? Vaikigi pealegi maapinna kihid, kuid võib-olla jutustab meile elavate olendite katkestamatu ahel, mis ulatub elu koidikust meie päevini, midagi oma esimestest arglikest sammudest Maa peal.

Oleme korduvalt leidnud hilisema aja seadiste ladesute alt ürgaegseid mehhanisme; nii leidsime oma lihaste rakkude energia hankimise viisi, «hingamises», teatud suguluse anaeroobsete organismidega. Kas ei peaks me samuti lootma avastada kuski tänapäeva elusate olendite salajastes sügavustes ürgse orgaaniliste kolloidide varal toimunud toitumisviisi jälgi?

Oparin juhib tähelepanu huvitavaile faktidele, mis seda oletust kinnitavad. Kõik loomad, kõik seened, suur enamus baktereid võivad ka praegu toiduks tarvitada ainult valmeid orgaanilisi aineid ja nende juures ei lähe korda leida mingisugust jälge võimest iseseisvalt endale toitu valmistada. Ja ometi peaksime seda ootama «biogeneetilise põhi-seaduse» alusel, mis ütleb, et indiviidi arengus kuidagi kordub (olgugi muutunud kujul) kogu ta esivanemate rea evolutsiooniline arenemine. Vihje läinud aegade võimele teha «elutust, elusat» võiks avalduda kuski tänapäeva loomade kõige esimestes arenemisstaadiumides, umbes sarnaselt, nagu inimese tibatillukesel lootel ilmnevad otsekui ta kaugete esivanemate lõpuspilude alged.

Kuid seejuures võivad elusa maailma «iseseisvalt toitud» kõik esindajad tarvitada toiduks ka valmeid orgaanilisi aineid. Sinivetikad, ränivetikad ja kõigi koolipoiste hea tuttav kruvivetikas arenevad lopsakalt orgaanilisel «toidul». Ja kui palju on rohelistel taimedel rakke-kosetilisi (juurte, tüve, õite jne. rakud)! On katsetatud koguni lehe klorofüllis sisaldavaid rakke kunstlikult toita suhkrulahustega ja need rakud (s. o. «rohelised vabrikud» vahenditult ise) omastasid suhkrut.

Energia ammendamine, «hingamine» toimus ürgorganismidel väga algeliselt. Kuid ka praegu leiame orgaanilises maailmas selle protsessi väga mitmesuguseid täiuslikkuse astmeid ja jällegi saame kätte nüüdikese, mis näitab teed kujutletaval reisul elu allikate juurde.

Suurima hulga energiat võib vabastada orgaanilistest ainetest nende oksüdeerimisel õhu hapnikuga. Sel kombel hingame meie ise ja koos meiega loendamatud aeroobsed, õhku hingavad loomad ja taimed. Sajast grammist suhkrusüivesikust vabaneb hingamisel, mis «põletab» suhkrusüsihappeks ja veeks, 410 suurt kalorit.

Kuid hapniku hingamine tekkis ürgaegse mehhanismi asemele, millega lagundati orgaanilisi aineid vee elementide arvel: need olid käärimise mehhanismid. Olles juba ammu koristatud kõrgemate organismide «elu näitelavalt», on nad siiski säilinud veel «kulisside taga». Katseliselt võib neid mehhanisme päevavalgele tuua. Hapnikuta jäetud taimed läksid tuntud saksa botaaniku Pfeffer'i katsete puhul üle «intramolekulaarsele» hingamisele, mis sarnaneb alkoholise käärimisega ja vabastab sajast grammist suhkrust ainult 16 kalorit. Piimhappeline käärimine (see käärimine, mille tulemusena hapneb piim) annab ainult 10 kalorit saja grammi suhkru kohta. Ja lõppeks veel alamal selles reas

on väga primitiivne võihappeline käärimine. Sel puhul saaksime oma sajast grammist vaevalt 8 kalorit. Selline käärimine esineb paljudel mikroorganismidel, — kõikjal, kus leidub sood ja muda, kus soojas pinnas mädanevad õhuta ja valguseta orgaanilised massid ja kus nende kohal sumbunud õil vilguvad sinakad tulukesed.

«Hingamine laostumise teel», käärimine, see meile nii arusaadamatult võõras protsess, — mis võib olla sellel ühist meie kopsudega, mis ahnelt imevad endasse värsket, puhast ja vaba õhku, seda õhku, milleta ei saa me elada ja milleta me ei suuda endid kujutledagi? Kui imelik ja peaaegu ebatõenäoline näis esiotsa sarnasuse avastamine selle vahel, mis toimub lihastes, ühes meie keha koes, ja anaeroobse käärimise vahel, mille kutsub esile pärmseen!

Kuid viimased aastad on nüüd toonud rea veel hämmastavamaid uusi avastusi. Üksikasjalisemalt ei saa me siin nende juures peatuda. Meenutame ainult, et suuremalt osalt aimas ette neid juba akadeemik S. P. Kostõtševi teooria, mis avaldati veerand sajandit tagasi.

Selgus, et mitte ainult lihaste hingamine, vaid igasugune hingamine üldse ei erine oma olemuselt esimesel pilgul vastandina näivast käärimisest. Meie hingamine algab samauguse ainete lagundumisega keha kudedes nagu anaeroobne hingaminegi. Mõlemal juhul on esimesed etapid, esimesed faasid sarnased: nad on tüübilt ühesugused nii inimesel kui ka pärmseenel. Kuid õhuta elutsevail olendeil lõpebki lugu selle esimese faasiga. Anaeroobid ammendavad ainult seda energiat, mis saadakse niisugusest lagundumisest. Kuid meil, õhku hingavail elavail olendeil, lisandub esimesele faasile veel teine. Ja selle teise faasi kestel oksüdeeritakse lagundumise produktid hapnikuga, nad «põlevad» osaliselt süsihappegaasiks ja

veeks, andes uuesti määratu palju energiat, osalt aga taastuvad lähteaineiks, mis uuesti lastakse käiku ja mis uuesti teevad läbi hingamise keemiliste muunduste kogu tsükli.

Kõige värskemad tööd teevad selle skeemi lihtsuse mõnel määral keerulisemaks. Räägitakse mitmest erisugusest «hingamissüsteemist», milliseid keeruline organism samaaegselt kasutab. Kuid kaheldamatu ja vanakumatu on see, et uued avastused on veel tihedamalt üheks kokku liitnud kogu elusa maailma — nii loomad, taimed kui ka ainuraksed ning on tõestanud protsesside ühise päritolu, toimuigu need pealtnäha üksteisest ka nii lõpmata kaugel seisvatel rühmadel.

* * .

* .

Kuid pöördume tagasi ürgorganismide juurde. Lahkumine neist sel tähtsal momendil, mil nende tillukestes keha-kestes (kõrvuti kolloidkeemiliste seaduspärasustega ja nende üle) ilmusid Maa peal tolle ajani enneolematud bioloogilised seaduspärasused. Siitpeale sattus nende arenemine loodusliku valiku vägeva kontrolli alla.

Kiiremini kasvasid ja teistest kauemini pidasid vastu need tilgad (ja nende «järelpõlv»), kus liitunud orgaanilised ained mitte lihtsalt ei suurendanud «keha», vaid muundusid ka keemiliselt, vabastades energiat. Nii viis looduslik valik selleni, et järele ja «elama» jäid ainult need tilgakesed, mis olid kõige täiuslikuma ainevahetusega ning ülesehitamise ja lagundumise ühendatud protsessidega.

Mida kiiremini toimus tilgakese rebenemine, jagunemine uuteks, seda arvukamad järeltulijad jättis ta. Sel viisil «soosis» looduslik valik neid tilgakesi, mille ehitus tingis «paljunemise» kiirendamise. Oparin rõhutab, et jagunenud

tilgakese mitme osakese üldpind on suurem kui ühel «ema»-tilgal. Tähendab, rutemini sünnib uute ainete neeldumine, kasv kiireneb. Tähendab, ka selleks olid sagedased tilgakese tükeldamised kasulikeks kohandajaiks.

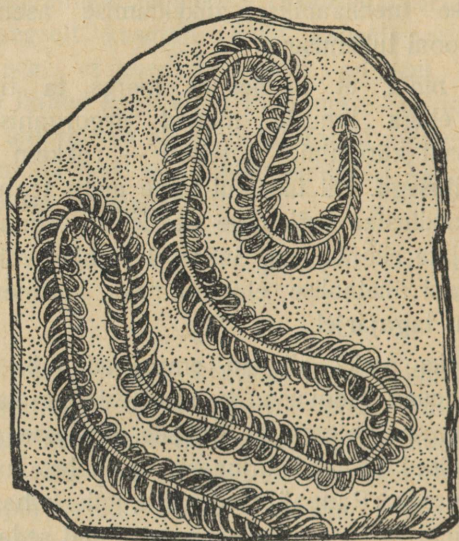
Paljunemisevõime kui kõige tulusam kohastumisviis ilmus ürgaegse mehhaanilise tükeldumise asemele väga pika evolutsiooni tulemusena.

Oletame nüüd, et ürgaegses meres ta tilgalise ja sülditaolise eluga ilmusid mõned ürgorganismid, mis paljunesid pisut kiiremini, ja teised — rohkem püsivama, kindlama ehitusega. Nii üks kui teine andis teatud eelised, tähendab, kindlustas mõlemate nende ürgorganismide liikide järeltulijate ellujäämise. Säärasel kombel võis toimuda kuni selle ajani ühetaolise elu mitmeks harunemine loodusliku valiku tagajärjel.

Kuid selleks ajaks oli elu emmanud juba ürgaegse ookeani kõik osad. Hoovused kandsid esimesi elanikke ekvaatori tulistesse vetesse ja nabade jäistesse piirkondadesse; kliimalised võõndid kujunesid otsekohe, kui Maa oli kattunud koorega. Rannaäärsed veed, mis kohasid murdlaineist, ei olnud enam elutud, nagu ei olnud seda ka ulgu-meri. Ja igas paigas olid oma erilised tingimused, tähendab, algas halastamatu valik. Heites kõrvale kõik eluks kõlbmatu olemasolevais tingimuses, lõi ta erilised organismide vormid, mis olid kohandatud kord põhjamaistele vetele, kord troopilistele, kord elamiseks ookeani põhjas, kord vee pinnal. Ja elu ühine tüvi harunes edasi loendamatuiks harudeks.

Kuidas tekkis see, millela me ei kujutle praegu ühtki organismi, see, millela elu ei võinud jalgu kindlasti alla saada, kuidas tekkis elusa protoplasma loendamatute fermentide võimas relv, mis kiirendab kõiki reaktsioone?

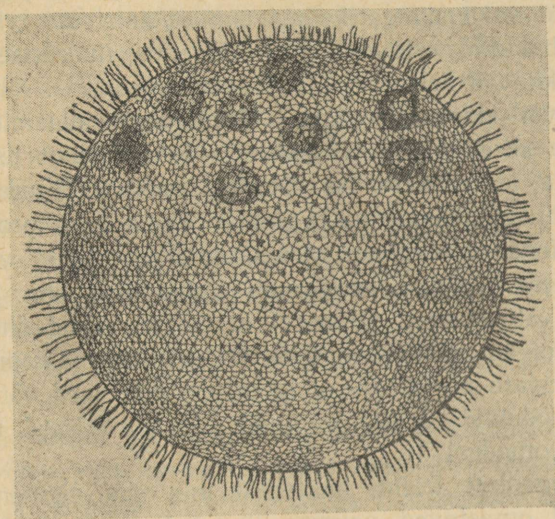
Lugeja mäletab, et paljud ained võivad sobival juhul ilmuda katalüütilist toimet. Vesiniku ioon ja rauahapend, mida kohtasid meie ürgorganismid oma elutse igal sammul, ongi kõige lihtsamad katalüsaatorid. Nagu Oparin on näidanud, on ka paljud orgaanilised ained orgaaniliste



Joon. 59. Ussijäljend. Kambrium.

sünteeside katalüsaatoreiks. Loomulik valik kontrollis põlvest põlve fermentide süsteemi täiustumist. Orgaanilistele katalüsaatoritele lisandusid anorgaanilised metallide lisandid. Me teame, et see tõstis mitmekordselt tekkivate keeruliste fermentide toimet. Reaktsiooni kiirenemisega muutus käsikäes kiiremaks ka kõik muu — kasvamine, lagundamine ja paljunemine. Rohkemasid uued muutused nii ehituses kui ka koosseisus. Looduslik valik kiirenes. Kiirenes evolutsioon.

Ainevahetusel käisid ürgorganismist läbi mitmesugused soolad ja ühendid. Jäätmelised heideti välja. Sageli jäid nad kinni kestadesse. Mineraalsoolad sadestusid teokarpidena, kodadena. Värvilised ühendid andsid kirju mustri.



Joon. 60. Volvox.

Zooloogid peavad seda loomaks, botaanikud vetikaks. Volvoksi liikuvad smaragdrohelised kerakesed on üleminekuvormiks ainuraksete kolooniaist hulkraksetele organismidele.

Koos niisuguste värviliste ainetega — pigmentidega — võisid ilmuda kunagi mingisugusel organismide grupil keskkonnas, kus leidis magneesiumi, kaltsiumi ja raua sooli, ka sääraseid pigmente, millelele sai osaks etendada erakordset osa Maa elu kogu edaspidises saatuses. Muidugi ei tule mõelda, et ühekorraga ilmus valmis klorofülliparaat fotosünteesi jaoks. Botaanik võib isegi praegu

olemasolevate taimede uurimise põhjal palju jutustada evolutsioonist, niisugusest taimede maailma märkimisväärsest võimest.

„Paljud bakterid, mida nimetatakse kromogeenseteks, võivad eritada oma ainevahetusel mitmesuguseid pigmente: erisuguste varjunditega kollast, punast, sinist, tumevioletset. Mõned bakterid eritavad ühendeid, mis fluorestseeruvad (s. o. hakkavad helenduma, kui neid valgustada. — V. S.) roheka või sinaka helgiga. Need pigmendid difundeeruvad tavaliselt kergesti bakteri rakust ümbritsevasse keskkonda, kuna bakter ise jääb värvusetuks. Kuid harvematel juhtudel jäävad need pigmendid seotuks protoplasma. Nende tekkimine oleneb suurel määral väliseist tingimustest: toitva keskkonna iseloomust, õhu juurdepääsust, valgustusest, temperatuurist jne. Kuid ühes sellega võiks ta nähtavasti kergesti olla ka lähtepunktiks assimileerivate protsesside kulgemisele, kui need või teised vahetusproduktid oleksid omanud kas või nõrgal määral klorofüllil omadusi”¹.

Ja tõepoolest leidub baktereid, mis oma pigmendiaparaadi abil omastavad valguse käes palju paremini orgaanilisi aineid, olgugi et nad ei suuda veel ise neid valmistada. Kas ei sarnlenud sellega pigmentide esimene funktsioon organismis?

Oparin asub jälle selle peidetu «väljakaevamisele», mis võib olla varjul tänapäeva fotosünteesi protsessis. Nagu teada, võtavad rohelised taimed õhust süsihappegaasi ja eritavad hapnikku. Palju aega näis olevat täiesti selge, et nad lagundavad süsihappegaasi süsinikuks (mis jääb taimesse) ja hapnikuks (mis pöördub tagasi atmosfääri).

¹ Проф. В. И. Талиев, Основы ботаники в эволюционном изложении. Сельхозгиз, 6-е изд., 1931, стр. 139—140.

Kuid meie sajandi esimesel veerandil selgus juba, et see polegi kõik nii lihtne. Süsihappegaas ja vesi, mida juured imevad maapinnast, ühinevad klorofülliga magneesiumiga. Molekuli sees algab ümberehitus, kusjuures taimede poolt eritav hapnik ei tulene nähtavasti süsihapest, vaid valgusenergia abil lagundatavast veest («vee fotolüüs»).

Ürgaegses meres oli üks energia ammendamise peaviise orgaaniliste ühendite oksüdeerimine vee hüdroksüülga. Ja Oparin oletab, et esimene valgusenergia rakendamine, mida hakkasid absorbeerima organismide esimesed pigmendid, oli väga tagasihoidlik; see polnudki täielik fotolüüs, vaid kaasaaitamine vee molekulide lagundamiseks vesiniku ja hüdroksüüli ioonideks, hüdroksüüli ioonide arvu suurenemine, järjekult teatud, veel väga väike oksüdeerimise kergendamine ja kiirendamine.

Tõeline fotolüüs oli järgmine etapp. Siis algas esimest korda vaba hapniku eritumine atmosfääri.

Järk-järgult muutus ikka laiemaks ja laiemaks elu tulevase võidukäigu lõputu tee meie planeedil. Hapnikuhingamine ja süsiniku assimileerimine (sarnastamine) said ta võimsamaiks relvadeks.

Seda relva ei taotud ühe hoobiga. Fotosüntees pole ainult füüsikalisk-keemiline, vaid ka bioloogiline protsess. Selleks on tarvis klorofüllitera peenimat elusat aparati. Just sellepärast ei saanudki ei klorofüllil ekstrakt ega peeneks hõõrutud lehtede puder paljudele katsetustele vaatamata iseendast luua elusat elutust, viies meeletutele biokeemikuid-mehhaniste.

Koos hiiglasuure taimorganismide evolutsioonilise haru ilmumisega muutusid järk-järgult ka kõik tingimused meie planeedil. Rohelised taimed hakkasid etendama seda, mida K. A. Timirjazev nimetas nende kosmiliseks osaks. Rohe-

lised taimed lülitasid elu ja kogu Maa kasutusse uue ja võimsa jõuallika — päikesekiirte kosmilise võimsuse; Päikese ammendamatu jõud toodi alla maakerale.

Uued ja varem mõeldamatud evolutsioonilise arenemise ja ikka täielikuma konstruktsiooni väljatöötamise võimalused avanesid juba loendamatuile elu harudele. Millised võimalused need olid? Millised on need evolutsioonilise arenemise teed?

* - *

*

Sõna «täiuslikkus» on esinenud korduvalt selle raamatu lehekülgedel. Peame nüüd teda terasemalt vaatlema. «Vähem täiuslik» ja «rohkem täiuslik» — esimesel pilgul tundub, et siin mingeid erilisi seletusi polegi tarvis. Kas pole me juba koolipingil õppinud eraldama kõrgemaid organisme alamaist? Kas ei õpeta seda süstemaatika, elusa maailma klassifitseerimise teadus?

Enne Darwin'it oleksid võib-olla paljudki vastanud nii: jah, õpetab küll. Siis oli moes «täiuslikkuse astmestik»: alumisel astmel oli ikka mingisugune ainurakne ja ülemisel inimene. Mõned ei jäänud koguni inimesegi juurde peatuma: XVII sajandil ja isegi veel XVIII sajandil seati teaduslikes traktaatides päris tõsise näoga inimesest kõrgemale inglid, neist kõrgemale peainglid ja kõige kõrgemale jumal. Inimesest madalamale seati ritta kõik loomad, neist allapoole taimed, mis pidid täitma astme loomade-maailma ja elutu looduse vahel. Ja nii see «trepp» siis tõusiski mineraalist jumala aujärjeni.

«Trepp» esines seal selle sõna tõelises ja väga konsekventses mõttes. Tulemused olid aga kaugel teadusest.

Tarvitseb ainult tähelepanelikult vaadelda mitmesugu-

seid elusaid olendeid, ja siis selgub, et väga raske on seada neid astmestikku.

«Loom on kõrgem taimest». Kuid loomadel pole elusa maailma suurimat imeaparaati — taimede rohelist aparaati. «Selgroogsed on kõrgemad putukatest». Ja selgroogsed ei saa kaugeltki võistelda putukatega, näiteks haistmismeele teravuses¹. Meil pole kalade kuuendat meelt — «küljeliini» — ja me ei saa kalade kombel vees hingata. Imetajail pole seadeldist, mis näiks meile uskumatuna ja lihtsalt muinasjutulisena, kui me ei näeks seda lapsest peale enda ümber, — neil pole linnutiibu. Inimene jääb maha paljudest oma lähemaist hõimlastest muskulatuuri arenemise ja haigustele vastupidavusvõime poolest

¹ Ammugi on teada hämmastav asjaolu, et paljude liblikate isased lendavad kaugelt kohale, haistes emasliblikat. Seejuures lendavad nad kohale isegi alttuule (see on sealt, kuhu näilikult ei võiks levida mingisugune neid meelitav lõhn), ja leiavad eksimatult maja, õhuakna ja karbi või lambikupli, kus pesitseb emasliblik. Asjata püüti summutada emasliblika lõhna tubakasuitsuga, naftaliiniga, petrooleumiga, väävelvesinikuga ja lavendli lõhnaga. Jules Fabre'il on imekauneid jutustusi sellest, meile veel mitte täiesti mõistetavast paabusilma ja tammekedrikute isasliblikate ülihaistmisest (vt. Ш т а н д ф у с с, Жизнь бабочек. СПб, изд. „Просвещение“; teaduslik käsitlus — Э л ь т р и н г е м, Строение и деятельность органов чувств насекомых. Биомедгиз, 1934, стр. 66 и след.). (Autori märkus.)

Seda fakti võib vastandada mitte vähem hämmastava faktiga nahkhiire erakordsest tundlikust orienteerumisvõimest pimedas. On nimelt teada, et nahkhiired teevad omamoodi „kisa“, mis vastab ultrahelile 7000—8000 võnkumissagedusega sekundis. Selle heli lained põrkavad tagasi kõigilt esemeilt, mis on nahkhiire lennuteel, ja satuvad uuesti nahkhiire kõrva, andes signaale eesseisvaist takistustest. On ilmne, et lõhnadel, tuulesuunal jne. ei ole siin mingit tähtsust. (Toimetus.)

Nende või teiste organite ehituse suurim täiuslikkus on nagu tujukas-kirjult külvatud laiali mööda elusat maailma. Ühes organismis leiame ühed täiuslikult arenenud elundid, aga teised hoopis teiste elusate olendite puhul.

Tähendab, ei saa lihtsalt ja kõhklemata asetada võrdsmärki «elusa maailma progressi» ja «kehaehituse füsioloogilise täiuslikkuse» vahele.

Seda või teist täiuslikkuse taset võib hinnata väga sügavalt filosoofiliselt seisukohalt ja see ongi täiesti põhjendatud lähenemisviis. Kuid praegu, soovides orienteeruda küsimuses, miks elusa maailma evolutsioon suundus nii ja mitte teisiti, peame teadlikult piirduma vähemaga ja asuma bioloogilise progressi mõiste juurde kitsamalt, puht-bioloogiliselt seisukohalt, seades endale küsimuse niiviisi: kuidas taotlevad need või teised olendite grupid Maa peal jõudsat edenemist?

Ütlesime: taotlevad. Kuid see on üsna ebatäpne väljendus. Materiaalne maailm lihtsalt oleleb ja temas toimub kõik paratamatuse raudsete seaduste põhjal. Darwin'i teooria ongi sellepärast tõeliselt teaduslik teooria, sest ta näitas ja seletas, et progress pidi paratamatult tekkima eluslooduses valitsevate seaduste vältimatu mõju tagajärjel ning elu areenil mõõtmatu ajavahemike vältel kokkupõrkavate loendamatute organismide-vahelise loodusliku valiku tulemusena.

Meie sõnad on inimeste keele sõnad, niisuguste inimeste sõnad, kes evivad tunnetust, püüdlusi ja eesmärke. See-pärast meie sõnad, mis on tekkinud inimeste läbikäimisest üksteisega, kannavad inimlikku jäljendit: Raske ja ka sobimatu oleks seda jäljendit täielikult kustutada ja hoopis uusi sõnu välja mõelda: saaksime argoo (erikeele), mida keegi peale asjasse pühendatute ei mõistaks. Kuid tuleb õppida üle saama sellest jäljendist ja temast kõrvale hoi-

duda, kui räägime loodusest, millel puudub tunnetus, püüdlus ja ka eesmärk.

Ütlesime: valik. Jällegi ligikaudne ja «inimeslik» sõna. Looduses ei vali keegi ega teosta valikut. Vähem kohastunudena ja vähem «tugevatena» sündinud organismid (sest ei sünni ju vennadki ühesugustena) lihtsalt hukkuvad rutiinini, kuna need, kes osutuvad rohkem kohanenuteks, jäävad just selle tõttu püsima ja elavad üle esimesed.

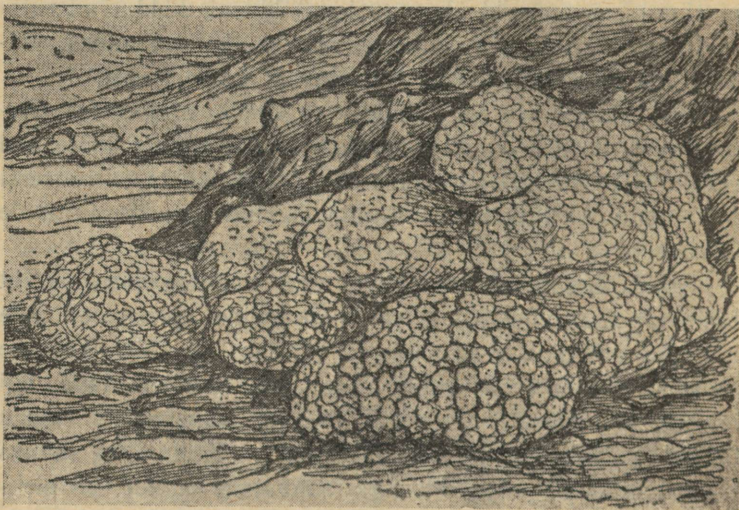
Nii toimus see elu kõikide «harude» miljonites põlvkondades. Ja see ongi «progressi» mõiste ainuke mõte, kui ei taheta temasse üle kanda inimlikku vaatekohta. Progressi mõõdupuuks on praegu Maa peal elunevate organismide õitseng¹.

Nüüd aga tuleb meil teha juba otsustav järeldus, et füsioloogiline täiuslikkus ja bioloogiline progress pole alati kaugeltki ühtivad mõisted. Esiteks on füsioloogiline täiuslikkus ainult üks vahend, mis kindlustab teatava liigi õitsengule pääsu. On veel teisigi vahendeid. Muidu läheks kõikide elavate olendite areng ainult ühes suunas ja üht liini pidi ning õitsengu saavutaks ainult üks olendite rühm, — see, mis «süsteemides» märgitakse «kõrgei-

¹ Vastupidi sellele, mida tihti võib lugeda populaarteaduslikest raamatutest, on loogiliselt täiesti selge, et esimesed elusad olendid Maa peal olid praegustest palju „tujukamad“; nende olemasolu rippus pidevalt juuksekarva küljes ja katkes tihti säärase pisiasjade tõttu, millega iga praegune organism naljatades toime tuleks. Kuid seda üldist järeldust meeles pidades, ei tule ühtlasi unustada, et looduslik valik töötab liigi püsivuse tõstmise suunas. Selle tulemusena võib indiviidi „tugevus“ ja püsivus pidevalt tõusta, kuid võib võtta ka hoopis kummalise spetsialiseerumise kuju ja mõnikord isegi langeda, kui selle arvel teisel viisil kindlustatakse massiline paljunemine, levik ning üldse liigi säilitamine ja jõudus edenemine. Üksikasjalisemalt oli sellest juttu eespool.

mana». Teiseks, iga elund võib end täiustada mitte ühel mingisugusel, vaid mitmel viisil.

Elusat maailma tuleb võrrelda puuga, millel ühel ja samal kõrgusel asetsevad sajad erinevad oksakesed, aga



Joon. 61. Elu kohandumise vorme.

„Taimed-lambad“: polstrid, mille on moodustanud korvõieliste tihedad koondised Uus-Meremaa mägede viljatuil järsakuil. Ükski torm ei kisu lahti seda kera, mis tuhande juurega on haagitud maa külge. Kasinat niiskust säilitab varte tihe, viltjas, käsnaga sarnlev kate. Öite valge „kasuk“ on väheseile putukaile juba kaugelt märgatav.

mitte astmestikuga, millel iga ülemine aste asetseb alumise kohal. Kõige mitmekesisemaid, isegi nagu vastandlikke vahendeid on kasutatud elusa maailma puu eri harudes, et saavutada ühetaolist bioloogilist õitsengut, selleks et elada, paljuneda ja vallutada Maa.



Joon. 62. Elu kohandumise vorme.
Süvavee ränikäs näib olevat tehtud peenimast pitsist.

Keha sisehituse ebatavaline keerulisus, soe veri, aju suurenemine kõrgemal selgroogseil; väike suurus, massi-

lilus, vormide määratu rohkus ja täpsed instinktid putukail; monstroosne sigivus, harukordne kohandumisvõime Maa kõikides keskkondades mikroobidel — kuidas siin otsusele jõuda, missugune neist erinevaist relvadest on saavutanud kõige rohkem võite? Ja, kuidas ütelda, kes on rohkem edenenu «õitsengus», kas igapaikne varblane või mitte vähem igapaiksed kõrrelised; poolustest ekvaatorini kihavad kärbsed või kõigi aasade ja steppide külalised korvõielised, võilille sugulased? Sipelgaid, näiteks, on maailmas niisama palju kui kõiki teisi maismaa loomi kokku.

Jäädes puht-bioloogilisele seisukohale, ei saa me anda ühelegi olendile üksiinda esikoha loorbereid just selle pärast, et rääkides elusa maailma evolutsioonist maa-keral, tuleb mõista mitte trepiastmeidpidi tõusvat absoluutset progressi, vaid suhtelist progressi. Sest progress pole «taevaand» ega ole ette kirjutatud «täiustamise jõu» poolt (ega selle «jõu» leiutajate teooriad ilmaaegu ei ühtinud alati kujutlusega absoluutsetest «olendite redelitest», sellal kui Darwin'i teooria viis geneoloogilise puuni ja järelikult ka suhtelise progressi kujutluse juurde), — ei, bioloogilise progressi kutsuvad esile täiesti maised loomulikud põhjused.

Kõige paremini on see väljendatud Engels'i antud progressi sügavas karakteristikas: «... Iga progress orgaanilises arenemises,» ütleb Engels, «on samal ajal ka regress, sest ta fikseerib ühe külgse arenemise ja kõrvaldab arenemise võimaluse paljudes teistes suundades.» Ja Engels lisab veel juurde: «Kuid see on põhiseadus»¹.

Muidugi on see või teine füsioloogilise täiuslikkuse tõus

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс, Диалектика природы, Соч., т. XIV, стр. 523.

kasulik. Seda tõusu kindlustab ja soodustab omakorda looduslik valik. Kuid peame silmas pidama, et loodus ei vali ainult seda tähtsaimat teed, vaid ka teisi. Kitsas spetsiaalne kohandumine annab võimaluse vallutada mingi teatava keskkonna, kus teised organismid elada ei saa. Näiteks võiks tuua sipelgakaru pika kleepja keele, millega võib ta haarata ühekorraga sadakond sipelgat; kõrvepuu saksauuli hiiglapikad juured ja lehed-soomused; murdlaineist lõhutud kaljudel elavate loomade kivikõvad kilbid; kärbse tõukude kohandumine elamiseks mädanevais jäätmeis, mõnede usside kohandumine kange soolveega, bakterite ning vetikate kohandumine kuumaveeallikatega jne.

On veel kolmas viis — ehituse lihtsustumine kuni äärmuseni, nagu seda näeme ussidel-parasiitidel, kes tänu sellele on vallutanud niisuguse keskkonna, kus ükski hulkrakne loom ei ela, nimelt keha sisikonna, sooled.

Nüüd saab selgeks, kuidas isegi oma öitsengujärgus olevate organismide keskel võivad alal hoiduda primitiivsed iseärasused ja kuidas üldse on võimalik algloomade olemasolu, kes miljardite aastate jooksul pole jõudnud kaugemale ainukesest ürgrakust, millest koosneb nende keha.

Kui süveneda arvutu hulga evolutsiooni võimalustesse, mida elu annab, ja võrrelda mitmesuguseid relvi ta arsenalis, siis võib nähtavasti eraldada kaht peamist elu eest võitlemise tüüpi, mis valitsevad elusas maailmas.

Esimesele tüübile on iseloomustavad paljunemise astro-noomilised arvud sellise arvestusega, et ellu võib jääda ainult mõni tuhandik protsenti. Siin pole tähtis, et püsiks indiviid, vaid liik. Indiviidi keha füsioloogilised protsessid võivad olla peamiselt suunatud paljunemise edendamisele; nad jäävad sageli primitiivseiks ja sirgjoonelisteks (samal ajal uskumatuseni spetsialiseerudes ainete ammendamise,

massi suurendamise oskuses). Indiviidide kehas võivad jääda primitiivseiks kõik elundid; indiviidid on vaid kübemekesed, kes elavad üürikest ja ebakindlat elu ning lagunevad miljardeiks omataolisteks eludeks.

Teine tüüp on üksiku indiviidi säilitamine. Muidugi säilib siingi liik, kuid indiviidi püsivuse tõstmise teel. Nii-sugused on kõrgemad loomad. Arvuliselt on neid mõõtmaltult vähem kui mikroorganisme või putukaid, kuid me peame neid ometigi täie õigusega õitsval järjel olevaiks. Aga inimesed, kes pole tuttavad bioloogilise progressi suhtelisusega, peavadki kõrgemaid loomi õitsval järjel olevaiks ja valitsevaiks. Nende suur keha on heaks märklauaks kõigile kallaletungidele, kuid samal ajal on neil võimsaid vahendeid kallaletungide tagasitõrjumiseks. Füsioloogiline täiuslikkus ongi siin kõige laialdasemalt rakendatud ja küünib kõrgeimate astmeteni. Indiviidi eluiga on pikk, kuid võime muuta toiteaineid oma keha massiks, s. o. võime kasvada ja järeletulijaid soetada, on miljoneid kordi vähem kui mingisugusel kokil. Eluprotsesside kemism jääb lõpmatult maha koki või seene protsessi omast oma kitsapiirilises ja sirgjoonelises massi suurendamisvõimes, kuid niisama suurelt ületab ta selle oma peensus, keerulisuse ja mitmekesisuse poolest; ta on suunatud peamiselt teatava indiviidi elu kaitsmisele ja pikendamisele.

See on muidugi ainult skeem. Tegelikkus täidab tuhandete üleminekuvormidega kuristiku äärmiste tüüpide vahel ja ühendab neid kummaliselt. Kuid see skeem võib aidata orienteeruda keerulises küsimuses: milline evolutsiooniline tähtsus on füsioloogilisel täiuslikkusel. Sest täiuslikkuse mõiste jääb. Seda ei saa hüljata või hävitada. Tuleb ainult meeles pidada, et füsioloogilise täiuslikkuse ja bioloogilise progressi, õitsengu vahel on keerulised,

aga mitte, nagu tavaliselt arvatakse, lihtsad ja otsesed suhted.

Kui kaoksid Maa pealt sipelgad, siis sureksid nälga «konkurenditud spetsialistid» sipelgate alal — sipelgakarud. Siin on õigel kohal Kozma Prutkov'i kuulus aforism: «Spetsialist on nagu põsepaistetud, tema täielikkus on ühekiilne.» Ta tugevus on samal ajal ta nõrkus.

Kuid füüsilise jõu ja tugevuse otsene kasv — mis on veel võidukindlam? See polegi enam spetsialiseerumine, kohandumine, see nagu oleks hea ja tulus kõigis olukordades ja igal juhul. Kuid osutub, et ka see pole nii. Asuda sellele teele tähendab valida teine elu eest võitlemise tüüp ja seega loobuda esimesest tüübist kõigi ta tähtsate eelistelega.

Aga ka see pole veel kõik. Vaatleme kaht võimsaimat hiiglast. Nimetus «elevant» on kohmakuse sümboliks ja irvitussõnaks kogu maailma teravmeelsete suus: «elevant portselani kaupluses», «elevandi kõnnak». Vanades raamatutes jutustatakse, kuidas elevant püütakse: puu tüvi saetakse pooli läbi, ja elevant puu najale laskudes, et magada, kukub ühes puuga pikali ning ei saagi enam üles tõusta. Elevandi määratu keha, kaetud nahksoomusega, on haavatamatu kindlus, kuid selle kasemattides istub eluaegne vang — elevant ise.

Ei ole loomade maailmas kondikava, mis suudaks kanda vaala kolossaalset lihamassi. Vaala olemasolu võimaldab ainult see, et ta elab vees, kus ta kaal väheneb üldtuntud Archimedes'e seaduse põhjal. Kuivale tõmmatuna sureks vaal imelikku; peaaegu naljakat surma — ta suruks enese ise puruks.

Võib-olla on vaal ja elevant lihtsalt looduse loomingu ebaõnnestunud produktid? Ei, selle liiga kiiresti tehtud

järelduse lükkab ehitusemehhaanika kergesti ümber. Ei saa olla elevant ja seejuures säilitada baleriini või vesimuti graatsiat. Kondikava tugevus on proportsionaalne luude läbimõõdule ja, tähendab, suureneb vastavalt elementaarsetele geomeetrialet nagu nende diameetrite ruudud. Üldistades võib ütelda, et tugevused (samuti ka lihaste jõud ja igasuguse toe kindlus) kasvavad nagu pinnad, s. o. proportsionaalselt pikkusmõõtude ruutudele. Keha kaal, selle mass aga kasvab nagu ruumala, s. o. proportsionaalselt pikkusmõõtude kuubile.

Seepärast ongi nii kalli hinnaga ostetud suurim füüsilise vägevus, mis üldse esineb loomade maailmas.

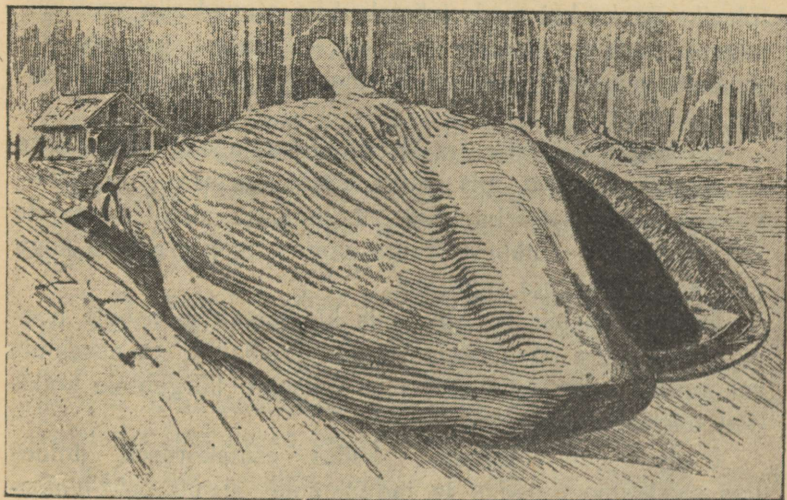
* *

*

Sadade miljonite aastate jooksul muutis looduslik valik esialgsed ühetaolised ürgorganismid meile tuntud elavate olendite kujulisteks. Osa neist on säilitanud mikrokoopilised mõõtmed, kuid on omandanud seejuures täpse ja keerulise ehituse, mis on suurepäraselt kohandatud nende keskkonnaga. Need on tänapäeva protistid (algloomad — *Protozoa*); sisuliselt on nemadki väga kaugele eemaldunud ürgtilgakestest. Teine osa omandas paljurakulise ehituse ja muutus ühelt poolt elusa aine hiiglaslikuks laboratooriumiks — rohelisteks taimedeks, teiselt poolt loomadeks, kellel närvikava teatud arenemisastmel tärkas teadvus.

Meres edenevad hästi ja «on õitsengul» algloomad — radiolaarid (kiirelised) ja mõned vaguviburilised, ööhiilgurid, kes määratute hulkadena kutsuvad esile vee helen-duse; siis veel karpimolluskid, koorikloomad (need mere

putukad) ja kalad. Taimedest valitsevad siin, kellegagi oma võimu jagamata, vetikad; kõrgemad neist on saavutanud suurima pikkuse, mis elusas maailmas üldse on võimalik (kolmesaja meetri pikkune *Macrocystis*); mikro-



Joon. 65. Vaguvaal.

Sinine vaguvaal lõuna-poolkera ookeanis kasvab 33 meetrit pikaks ja kaalub 150 000 kilogrammi. Elu „loomaharu“ pole kunagi sünnitanud suuremamõdulisi olendeid.

skoopilised ränivetikad on kindlustanud peasa merede ja ookeanide kogu «elubilansist»: nad sünteesivad rasvu; meretaimede rasvade süntees on mere elanikele niisama tähtis kui meie roheliste naabrite süsivesikute süntees kogu muule loomade maailmale ¹.

¹ X. С. Коштоянц, Основы сравнительной физиологии, изд. Академии наук СССР, 1940, ч. I, стр. 37.

Maismaal valitseb mikroobide ja õistaimede maailm; nende eesotsas on viis perekonda: korvõielised, kõrrelised, liblikõielised, käpalised ja madaralised¹ — enamasti kõik rohttaimed. Kui see on nii, siis tuleb tunnista, et rohttaime vormil on praegu paremaid perspektiive tuleviku jaoks kui puukujulistel. Siis elavad siin veel lülijalgsed (kellede klasside hulgast on teistest kaugemale ette jõudnud putukad), linnud ja imetajad (kiskjalised, närilised ja kabjalised).

On väga võimalik, et imetajad on juba ületanud oma õitsengu haripunkti, mis sattus eeljäa-aegsesse ajajärku — tertsiaarsesse ajajärku. See ei puuduta ainult imetajate üht esindajat — inimest. Tema saatus tuleb eraldada kogu muu elusa maailma saatusest.

Inimese imepärane aju, mis kindlustab inimsoole hoopis erilise koha Maa peal, sunnib jäeldama, et absoluutses mõttes noor inimesharu on tõusnud kõrgemale kõiki-dest teistest eluharudest.

Inimene lõi ühiskonna, milles esmakordselt ilmnis uus sotsiaalne omadus ja tagaplaanile suruti puht-bioloogilised seaduspärasused. Inimene on ainuke elusate olendite hulgast, kes teadlikult korraldab ümber Maa ja kes ei tunne piire oma loovale tegevusele. Ta ehitab ümber kogu teda ümbritseva loomade, taimede ja anorgaanilise maailma. Maailma elanikuna segab ta ennast vahele ka merede elule. Olles oma «alasti» füsioloogiliste omaduste poolest võimeline elama vahest troopilises või lähistroopilises vööndis, tunneb inimene ennast kodus igal pool ekvaatorist kuni poolusteni, maa peal ja maa all, õhus ja vee peal. Füsioloogilist kohandumist on ta täiendanud

¹ Акад. В. Л. Комаров, Учение о виде растений, изд. Академии наук СССР, 1944, стр. 231.

oma kätega ja ühiskondliku tööga loodud kohandumisega, ja see on muutunud piiramatuks.

Võistluses elusolendite teiste liikidega võidab inimene. Ja kuigi on veel vaenlasi-olendeid, keda pole õnnestunud täielikult murda (kohutavamad nende seas on suured karjad haigusi tekitavaid mikroobe), siis kuupalju tuhandeid on neid, kellega ta juba hakkama on saanud!

Nii on inimesharu ka puht-bioloogilises mõttes saavutanud säärase edu oma suhtelises progressis, et õigusega võib ütelda: ta on kõige progressiivsem eluharu Maa peal.

Niisugune Maa elu arenemise kokkuvõte tuleb meil teha tänapäeval. Evolutsiooni kokkuvõte, aga missuguse ajavahemiku kohta?

Kõik mingil määral põhjendatud teooriad seovad elu tekkimise Maa jahtumise ajajärguga. Seda kinnitavad ka kõik orgaaniliste ürgainete saamise laboratoorsed katsed: looduse laboratooriumis võisid olla ainult Maa jahtumisel vajalikud tingimused orgaaniliste sünteeside jaoks.

Tähendab, muuseas öeldud, biokeemia kinnitab nimelt neid astronoomilisi teooriaid, millede järgi meie planeet tekkis Päikesest eraldumise teel ja esialgu tingimata pidi viibima hõõguvas olekus.

Millal see toimus? Kuikaua tagasi tekkis elu? XIX sajandil arvati, et Maa jahtus mõnedkümned miljonid aastad tagasi. XX sajandi teadus tegi ka siin hämmastava avastuse: ta avastas kella, mis näitab maakera eluiga.

On olemas radioaktiivseid aineid, elemente, mis iseene-
st lagunduvad, muutuvad teisteks elementideks. Ei miski maailmas, ei mitte mingisugused välised mõjud ega takistused suuda seda protsessi katkestada, peatada ega kiirendada. Sel viisil lagundub uraan, muutudes teisteks aineteks, mis omakorda lagunduvad, jättes lõpptulemusena kivi-

mitesse juba püsivaloomulise plii (seatina). Selle muutumise kiirus on välja arvestatud. Ta algas ilmselt teatava kivimi tekkimise (hangumise) momendil (millal uraan sinna satustki). On tarvis sada miljonit aastat, et laguneks ainult üks protsent uraani. Selle järgi, kuipalju on juba kogunenud seatina ja kuipalju on veel laostumata uraani, võib ütelda, kui vana on kivim. Maakoore «esitekkunud» kivimite vanuse määramised on andnud enam-vähem niisama suured arvud: 1500—3400 miljonit aastat, ümmarguselt kaks miljardit aastat.

Elu on vana. Sellega seletub tänapäeva elu vormide peaaegu lõpmatu küllus ja ta hämmastav kohandatus. Kuid ta on ääretult noor, kui vaadata ettepoole ja arvesse võtta seda aega, mille jooksul meie planeet veel võib kanda endal elusaid olendeid. See aeg on kujutlematult pikk. Juba kõige ürgsemal ajajärkudel, mida geoloog veel võib uurida, ei mänginud Maa enda soojus enam mingisugust osa. Peaaegu kõik kaks miljardit aastat on meie planeedi biosfäär elanud Päikese kiirte arvel. Ja astronoomid ei ole leidnud nende vähimatki nõrgenemist kuni praeguse momendini. Maa kogu geoloogiline ajalugu ei tähenda Päikese ajaloos rohkem kui tund inimese elus. Sadasiid, aga võib-olla tuhandeid miljardeid aastaid saadab ta veel meile oma elustavat soojust. Inglise astronoom James Jeans tarvitas ühes oma tuntud raamatus järgmist võrdlust: elu Maa peal moodustab niisama pika osa Maa elueast, «kuipalju aega kulutab obeliski püstitaja selleks, et valmis ehitada metallrahapaksuse osa obeliski vundamendist».

Kuid siis, kui miljardite aastate pärast obelisk on ometi püstitatud, mis siis? Saabub maailma kohutav jäätumine, nagu kirjeldab Byron oma «Unes» ja Wells meie planeedi loojangu süngetes piltides «Aja masin».

Aga kasutu on selles suhtes ennustusi teha. Inimliku ettenägelikkuse võime on piiratud. Elame muinasjutulisel looduse vallutuste ajajärgul, millest alles hiljuti ei näinud veel undki ka kõige suuremad unistajad.

Napoleon, jättes Venemaalt põgenemisel maha Smorgonie juures oma suure armee riismed, kihutas Pariisi sellise kiirusega, mis tol ajal üldse oli võimalik, — sellise kiirusega, nagu 1800 aastat enne seda kihutasid rooma kullerid tseesarite lossist Partiasse.

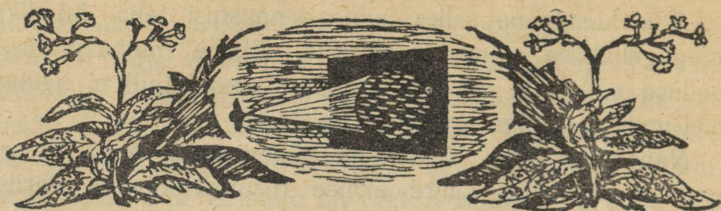
Tänapäeva lennukid on saavutanud heli kiirusele läheneva kiiruse.

Kõige hämmastavamad tehnika saavutused, mis on muutnud kogu inimkonna elukorralduse, on tekkinud viimase saja aasta jooksul.

Praegu selle raamatu kirjutamisel on täidunud see, mida isegi fantästiliste romaanide autorid oma kõige julgemates oletustes ei oodanud enne XX sajandi lõppu: inimene on hakanud vallandama aatomienergiat. Peab mõistma, mida tähendab tänapäeva teaduse arenemise tempo. Kes võiks ütelda, mis kõik veel meie silmade all inimese käes saab võimalikuks? Ja kes julgeks kinnitada, et miljardite aastate möödudes tuleviku inimene, vabanenud ammugi igakuulisest ühiskondlikust rõhumisest ja omades säärast tehnikat, millest meie ei saa luua endile mingisugust kujutlust, ei leia vahendeid jagu saada surmast pääsemiseks, ammendades vajaliku energia jäämassidest enestest, lennates kosmiliste sõidukitega teistele taevakehadele või koguni muutes Maa igavese tiirlemise suunda maailmaruumis?

Ja nähku filosoof isegi tuleviku põhjatus kuristikus lõppu mingis ülemaailmses kataklüsmis. Kuid vaevalt suudame mõttes ette näha nii kaugele inimkonna eluteele.

Tegelikult on meie ees — igavik.



Neljateistkümnes peatükk.

Ultraviirused. Kas on praegu võimalik elu isetekkimine?

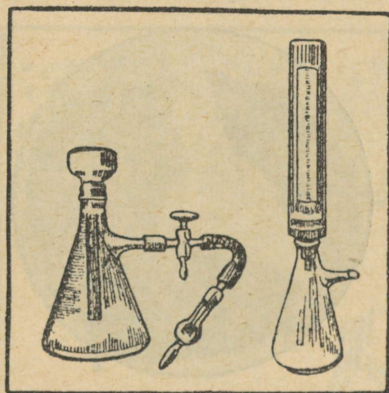
Oleme loodusteaduste arenemise kaasaegsed, mis võib-olla on kiireim kogu nende ajaloo kestel. Peaaegu iga aasta toob endaga häämmastama panevaid avastusi. Mis veel eile oli võimatu, osutub täna juba võimalikuks.

Kuid sellel lool, kuidas 1935. aasta sai murranguliseks õpetusele viirustest, on oma eellugu, millest peame tarvili-kuks jutustada. Algab see lugu veebruarikuust 1892. aastal, mil botaanik Dmitri Jossifovitš Ivanovski esitas Teaduste Akadeemiale kogu õpetatud maailma imestama paneva avalduse.

Imelik haigus oli tabanud paljude maade tubakaistandusi. Tübakalehed muutusid kirjuks ja kattusid otsekui kollaka mosaiigiga. Haiget lehte puudutanud käsi sai haiguse edasi-kandjaks. Nähtavasti selle haiguse tekitaja, tema viirus, nagu ütlesid arstiteadlased, evis erilisi haigusi tekitavaid omadusi. Muide seda kergemini võib teda avastada.

Ivanovski asus asjale kallale mikroobiküti kogu varus-tusega, nagu see oli kohane sääraseks sõjakäiguks kolm-

kümmend aastat pärast Pasteur'i avastusi. Leiti suurepärane eksemplar, mis üleni kirendas mosaiigist. Ta mahl kurnati läbi Chamberland'i künla, Pasteur'i õpilase poolt leiutatud silindri, mille portselanist filtri pooridesse pidi kinni jääma iga bakter. Kuid — filtri pooridesse ei jäänud kinni midagi. Nii nagu oli olnud, nii jäi mahl nüüdki mür-



Joon. 64. Bakteriaalsed filtrid.

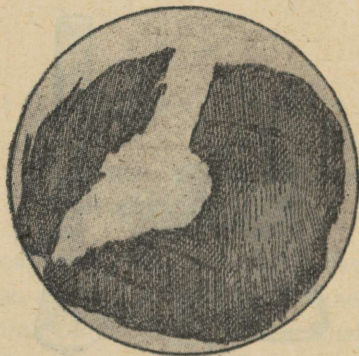
giks tervetele taimedele. Viirus filtreerus rahulikult ühes mahlagaga.

See tõik panigi teadusemaailma hämmastama.

Nakkushaigus ilma mikroobita! Selle uskumatu mõttega tuli harjuda. Nüüd hakkas nagu küllusesarvest langema niisamasuguseid «eitavaid» avastusi. Paistis, et paljudel kõige «põlisematel» ja väga hästi tuntud haigustel pole min-geid nähtavaid tekitajaid: nagu leetritel, marutõvel, rõugetel, kõige tavalisemal gripil, tuulerõugetel, peaajupõletikul, laste-halvatusel, kollapalavikul, trahhoomidel, mumpsil ja kui paljudel veel! Tekitajad puuduvad kümneil loomahaigustel, muuseas koledal suu- ning sõratõvel, samuti seitsmesaja

viiekümnel taimahaigusel, kaasa arvatud need laostavad haigused, mille pärast taheti juba loobuda suhkrupilliroo kultuuridest paljudes kohtades ja puuvillapõõsa kasvata misest Sudaanis, kus selle taime lehed tõmbusid kõvaks, keerdusid kokku ja söestusid.

Ilma et neid uusi vaenlasi keegi oleks näinud, anti neile nimi. Nad «filtreerusid», järelikult hakati neid nimetama

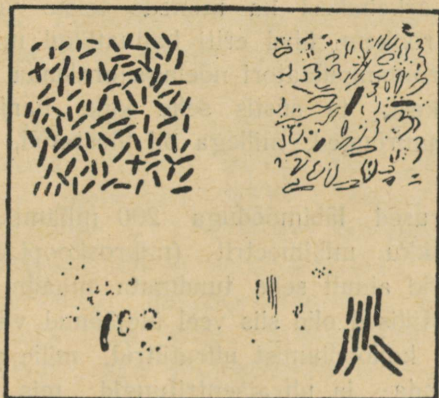


Joon. 65. Kõhusoetõve bakterite kultuur, mille bakteriofaag on „laili uhtunud“.

filtreerivateks viirusteks ehk ultraviirusteks, aga ka ultramikroobideks, erinevalt tavalistest viirustest-mikroobidest. Kuid aja jooksul jäi nende nimetuseks lihtsalt viirus. Segadusi ei saanud tekkida, sest nähtavaid haigusi tekitavaid mikroobe nimetati tavaliselt seoses pärisnimedega: Koch'i kepike (tuberkuloosi tekitaja viirus), Obermeier'i spirohheet (korduva tüüfuse tekitaja), Löffler'i batsill (diftteeria tekitaja), Bordet-Gengou' kepikesed (lõkakõha tekitaja).

Varsti selgus, et selles tabamatute maailmas pole ainult vaenlasi, vaid on ka sõpru. 1899. aastal märkas vene

mikrobioloog N. F. Gamaleja esimesena bakterite kultuuride imelikku lagunemist. Kuid alles 1915. aastal kirjeldas inglase Twort lähemalt valge stafülokoki kultuuri selgimist või õigemini lahustumist. Pisut hiljem tegi Kanada mikrobioloog d'Herelle, kes töötas Mehhikos mingisuguse epideemia alal, kindla järelduse, et on olemas nähtamatu «bakterite-õgija». Saatus viis d'Herelle'i Indiasse. Koolera-



Joon. 66. Bakterite koloonia, mille bakteriofaag on muutnud vormituiks riismeiks.

Katse lõpul terveks jäänud bakterid või nende eosed hakkavad uuesti paljunema.

taudi puhul valas ta selle «õgija» ehk bakteriofaagi lahust kaevudesse ja «nagu ime läbi kadus epideemia Panjaba küladest».

Nii avastatigi inimese liitlane, mikroobe hävitav viirus. Praegu on düsenteeria ravimine bakteriofaagiga tavaline asi.

Vahepeal olid aga juba kätte saadud esimesed «tabamatud». 1906. aastal õnnestus eriliste võtete abil avastada

rõugete kaapes vaevalt märgatavaid kerakesi. Nad olid vähemad kui plekilise tüüfuse «riketsiad» (*Rickettsia*), mis ka kaua aega olid mikrobioloogide käest ära libisenud. Tšehh Provazek nimetas neid «elementaarkehakesteks». Mikrobioloogid võisid alles siis kindlasti ütelda, et nad neid hästi näevad, kui rõugete uurija vene õpetlane Morozov leiutas nende erilise värvimise meetodi. Hiljem avastati elementaarkehakesi ka mõnede teiste viirushaiguste puhul. Veel rohkem, ühel eriti kannatlikul mikrobioloogil õnnestus mikromanipulaatori nõelaga eraldada üht elementaarset kehakest; ta süstis selle kuke harja, kutsudes kukel esile linnurõuged, millega oli tõestatud, et see ongi tõeline viirus.

Need viirused läbimõõduga 200 millimikronit, kaks kümnetuhandikku millimeetrit (mikroskoopide võimsuse piir), olid siiski ainult selle tundmata maailma kõige ülemisem piir. Millised olid siis veel ülejäänud viirused? Kõik pandi käiku: kolloodiumist ultrafiltrid, mille pooride läbimõõt oli teada, ja ultratsentrifuugid, mis võimaldasid mõõta valgu molekule. Ülipeene maailma esindajate mõõtmed tehti kindlaks, kuid nad ise jäid ikka veel nähtamatuks ja tabamatuks. See oli teaduse suur triumf. Viiruste osakesed osutusid mitmesuguseiks, kusjuures kõige vähe-
mate läbimõõt oli ainult mõni millimikron.

Ja 1935. aastal Rockefeller'i instituudi arstiteaduslike uurimuste alal töötav Stanley eraldas puhtal kujul mosaiikhaigusest nakatatud tubaka mahlast sellesama viiruse, mille avastamisest sai alguse üldse teadus viirustest. Pärast mõningaid operatsioone väävelhapu ammooniumiga, nõrga leelisega ja äädikhappega tekkis anuma põhja sade, mis meenutas valget siidi. Selle sademe haigust tekitav jõud oli viissada korda suurem kui tubaka mahlal. See oli

halastamatu haiguse tekitaja ise ja ta kristallus ... nagu lihtaine. Siidjas sade koosnes teravaotsalistest nõelakestest, mis tihti olid hulgakaupa kokku kleepunud.

Teade Stanley' sensatsioonilisest avastusest levis väga ruttu kogu maailmas. Paljudes maades hakati tootma viiruse ainet. Meil Nõukogude Liidus lihtsustati veelgi ameeriklase meetodit. Saadi «puhastatud kujul» ka paljusid teisi viiruseid. Füüsikud ja keemikud võisid oma uurimusteks kasutada nüüd terveid gramme seda mõistatuslikku ainet.

Täpsed analüüsid ei lasknud ennast kaua oodata. Tähelepandevaid uurimusi teostati NSV Liidus meie suurima viiruste spetsialisti, NSVL Teaduste Akadeemia kirjavahetaja-liikme V. L. Rõžkov'i laboratooriumis.

Tulemused olid samuti sensatsioonilised. Viiruse valgud koosnesid tervenisti nukleoproteiididest, kuid valdavas enamuses mitte raku tuumi iseloomustavaist, vaid neist, mis sarnanevad raku protoplasmas avastatutega. Kuid neis puudusid lipoidid, mida peetakse protoplasma obligatoorseks koostusosaks. Lipoide leiti ainult elementaarkehakestes. Aga kõige hämmastavamale järeldusele viis röntgenogrammide uurimine: tubaka mosaiikviiruse kristallid koosnesid ainult ühest molekulist.

Need olid aastad, mil elektronmikroskoop tegi esimesi samme. Teaduse kasutusse astus uus võimas uurimisvahend. Ja sametmustal ekraanil nägi inimene esimest korda viiruseid sätendavate punktide ja täppide näol, nägi kõiki viiruseid, kaasa arvatud ka kõige väiksem, siidiussi kollatõve viirus. Tubaka mosaiiginõelakesed mõõdeti: nende pikkus on umbes 300 millimikronit (miljondikku osa millimeetrist) ja laius 15 millimikronit. Teised viirused on vahel kepi-, vahel kerakujulised. Grippi põhjustava kera-

kese läbimõõt on 95 millimikronit. See on veel suur viirus. Kuid liitvalgu, molluskide «sinise vere» pigmendi, hemotsüaniini molekulid on juba palju suuremad kui kollapalaviku, lastehalvatuse, suu- ning sõratõve ja siidiusside kollatõve viirused¹. Kuidas on võimalik nii väikese olendi olemasolu? Kuidas on võimalik olend, kes koosneb ainult ühest molekulist?

Tänapäeva kõige peenemate vaatlusvahendite abil on püütud tabada kasvõi mõndagi bakteriofaagide elutegevuse iseseisvat tunnust. Nad ei hinganud; see hingamine, mida õnnestus fikseerida, oli nende poolt nakatatud bakterite kultuuride hingamine. Mitmesuguseid viiruseid katsuti aretada kunstlikes keskkondades, isegi organismi selle koe vasthõõrutud pudrus, mis on nende loomulikuks elukeskkonnaks, kuid nad ei paljunenud. Nad ei suutnud elada kuski mujal kui elusas koes. Neil puudus iseseisev ainevahetus.

Siis hakati rääkima, et viirused on kogumõiste. Tuleb vahet teha ultramikroobide — pärismikroobide, ainult väikeste, nagu riketsia, vahel, siis elementaarkehakeste ja lõppeks lihtsalt viiruse valkude vahel.

Mõned õpetlased hakkasid uuesti kahtlema Pasteur'i katsetes. Hea küll, need katsed kehtivad vaidlematult kõigi tänapäeva organismide, nii suurte kui ka väikeste kohta. Aga see, mis on lihtsam kõige lihtsamast organismist, nagu valkainete ahelake, mis oma ülemise otsaga haarab pisimaid baktereid ja alumisega ulatub tavaliste valgu molekulide maailma! See ahelake, milles pidevalt toimub üleminek ainest olendiks, isetekkimise ahelake, mille Pasteur jättis

¹ Hiljuti avastati hemotsüaniinid, millede molekulkaal on 12 miljonit, ja mõned teised valgud, millede molekulkaal on nähtavasti veel suurem.

kahe silma vahele ja mida ta ei võinudki tol ajal jälgida oma katsetes!

Niisiis seisab meie ees jällegi «isetekkimine», mis pidi nagu olema kindlasti maha maetud kaheksakümmend aastat tagasi. Vana tuttav, ainult uuel kujul, mitte enam Pasteur'i aegade silindris ja laias peleriiniga palitus, vaid pintsakus ja kaelasidemega!

Kuid alamaid loomi tunti veel vähe, räägiti, et nad tekivad iseenesest. Hiljem tuli taganeda kaugemale ja «isetekkisid» ainult veel mikroorganismid. Nüüd on teadus läbi uurinud ka mikroorganismid ja isetekkimise teoreetikud otsivad viimast peljupaika viiruste juures. Selgub, et kogu oma olemasolu kestel on isetekkimise teooriad samm-sammult sedavõrd taganenud, kuivõrd täpne uurimistöö nihkus edasi. Kuidagi ei õnnestunud neil sobida kooseluks.

Muide juba veendusime, et elutust loodusest elu tekkimise kõige rohkem läbitöötatud teadusliku seletuse seisukohalt on elusate organismide isetekkimine praegu äärmiselt ebatõenäollik.

Praegu pole atmosfääri süsihappegaasist, aurust ja ammoniaagist, ning see ultravioletne kiirgamine ei ulatu Maani, mis Berthelot' ja Gaudechon'i katse kohaselt võiks selles atmosfääris esile kutsuda süsivesikute ja amiinsipelghappe tekkimist.

Praegu pole seda pidevat karbiidilaava väljapurkamist ja vastastikust kokkupuutumist veega, mis Oparin'i teooria järgi pidi esile kutsuma süsivesinikkude massilist tekkimist. Pole ka Maa peal ega Maa kohal seda kõrget temperatuuri, mille puhul need süsivesinikud tekkisid «küllastumatute» kujul, mis otsisid edasist ühendite komplitseerumist (s. o. atsetüleeni, mitte soogaasi metaani tüüpi) ja selle tõttu olid valmis igasugusteks uuteks ühenditeks

tulise ürgaegse atmosfääri ainetega (millega meie atmosfääril pole midagi ühist).

Kui nad aga siiski tekiksid, siis meie õhk hapendaks nad oma vaba hapnikuga ja nad lagunduksid. Ja kui nad ka sellest mingi ime läbi pääseksid, siis hävitaksid neid tänapäeva organismid, igapaiksed mikroobid, andmata neile üldse edasisteks muundusteks aega. Sellest saatuses ei pääse ükski laip ei maismaal ega vees, välja arvatud vahest Arktise jäästes hauakambrites külmunud laibad. Kuid seal, kus külmub vesi, ei toimu ka elusates kollooides keerulisi protsesse, vaid valitseb surmarahu.

Aga kust siiski on pärit need «viiruste valgud»? Viimaste aastate avastused on tõepoolest hämmastavad. Võib-olla nimelt sellepärast tulebki püüda nagu pisut kõrvale astuda ja veel kord heita pilk sellele, mis nad ajutiselt varjasid, — kõige iseloomustavamale, mis viirustest on teada.

Ja siis saab selgeks, et kui need on ka «valgud», siis on nad vähemalt imestusväärsed valgud, — valgud, mis tekitavad laastavaid ja väga nakkavaid haigusi. Mitte kunagi, hoolimata sadadest kõige hoolikamatest katsetest pole ükski märganud, et organism iseendast oleks haigestunud viirushaigusesse. Kuid tarvitseb ainult vähestel või isegi ühelainsal üliväikesel viiruse osakesel sattuda koosse ja otsekohe algab uskumatu paljunemine. Epideemia levib nagu tulikahju. Kuidas sobib see kokku? Ühelt poolt surnud aine, teiselt poolt ei teki ükski viiruse molekul mitteviirusainest, kuid kohases elukeskkonnas ilmutab viirus äkki elu omadusi ja seejuures veel oma kohandumisvõime poolest rafineeritud elu omadusi ning peaaegu uskumatut ja ainulaadset eluenergia pinget.

1930. aastal avaldas kuulus prantsuse mikrobioloog ja

patoloog Charles Nicolle raamatu «Nakkushaiguste sünd, elu ja surm»¹. Selles raamatus, mis on teaduse populaarse esitamise viisi meisterlikkuse eeskuju, avaldab Nicolle oma vaated viiruste tekkimise kohta.

Tavaline bakterite paljunemise viis on risti pooldumine. Kuid paljudel bakteritel on ka teine paljunemise viis. Seda paljunemise viisi on Nicolle uurinud eriti tähelepanelikult ja on ise selle viisi ka mõnedel bakteritel avastanud. Bakter nagu pudeneks paljudeks ja nii väikesteks terakesteks (graanulateks), et neid ei või näha.

Bakteritel on nähtamatuid arenguetapid.

Nicolle kinnitab, et bakteril ta erivormides on ka erinevad omadused. Harilik spirohheet näiteks on Nicolle'i arvates kahjutu. Kuid ta on kohutav, kui ta muutub nähtamatuks terakesteks; siis tekivadki inimesel, olenevalt spirohheedi liigist, korduva tüüfuse, süüfilise jne. tunnused.

«Kui need kaks omadust,» kirjutab Nicolle, «nähtamatus ja virulentsus (omadus haigust tekitada. — V. S.), ongi just karakterised inframikroobide (nii nimetab Nicolle viiruseid. — V. S.) kohta. Ja võib esitada endale küsimuse: kas viimased pole nähtavate bakterite järelsugu, teiste sõnadega, — kas nad pole bakterid, mis pärast tuhande-aastast kohandumist kõrgema organismiga on kaotanud taastekkimise võime risti pooldumise teel ja paljunevad ainult graanulate näol?»

Bakterid ilmusid juba siis, kui polnud veel kõrgemaid organisme. Bakterid elasid tol korral vees ja maapinnas, toitudes orgaaniliste ainetega, elu jäätmega ja jäänustega. Ja veel praegugi moodustavad haigusi tekitavad mikroobid vaid väikese osa kogu mikroobide maailmast.

¹ Ilmunud vene keeles: Ш. Никколь, Эволюция заразных болезней, изд. Биомедгиз, 1937.

Kuid see maailm, see eluharu on, nagu teame, üks kõige õitsvamaid. Ta on vallutanud kõik biosfääri alad. Kui ilmu-
sid kõrgemad organismid, sirutas end mikroobide «haruke»
ka nende poole ja vallutas uue, mingisuguse muu elu poolt
veel asustamata elusa keha keskkonna. Pikkamööda töötas
välja see «haruke» loodusliku valiku teel haigusi tekitavad
vormid. Siin siis tekkiski uus ja hoogsaim paljunemisviis
graanuladena.

Paljud bakterid säilitasid ka endise risti pooldumise.
Teised arenesid edasi, nende kohandumine elule kudede sees
muutus täiuslikumaks, graanulad pudenesid kiiresti koost-
uteks graanulateks ja niiviisi ei jõuagi bakter täis kas-
vada ja peaaegu kunagi ei pöördu tagasi nähtavasse staa-
diumi. Sääraste bakterite hulka kannab Nicolle plekilise tüü-
fuse tekitajad. Plekilist tüüfust põdejate veres tulevad mõni-
kord nähtavale suured batsillid «proteused». Nicolle arvab,
et need on plekilise tüüfuse riketsiate väga harvad tagasi-
pöördumise juhud bakteriaalse vormi juurde. Siin nagu
tabaksime mikroobi hetkel, mil ta on muutumas viiruseks.

Lõppeks «kõige progresseerunumail», nagu kirjutab
Nicolle, kõige täiuslikumail bakteritel-parasiitidel seda
«tagasipöördumist» enam ei toimu. Need ongi viirused.

Niisugune ongi Nicolle'i teooria, mis on täiesti vastu-
pidine sellele seisukohale, nagu oleksid viirused ülemineku-
vormiks elutust elavasse. Just vastupidi on viirused «kõige
rohkem progresseerunud», oma arenemises kõige kauge-
male jõudnud haigusi tekitavad mikroobid.

See on suurepäraseks illustratsiooniks sellele, mis oli
öeldud eelmises peatükis bioloogilise progressi suhtelisuse
kohta.

Viiruse üliväike suurus pole mitte astmeks molekulist
organismini, vaid on evolutsioonilisel teel omandatud uus

omadus, sest viiruste esivanemad, nende ürgorganismid, olid neist suuremad.

Organismis elunevail nugalissussidel on kadunud paljud tähtsad elundid, milleta organism nagu oleks mõeldamatu. Paelussil pole ei suud ega seedimisorganeid; ta imeb kogu oma keha pinnaga valmis toitu, mida talle valmistab organism — «peremees». Paelussi kogu kohandumine ja kogu «eluenergia» on suunatud kahes peasihis: vastupanu osutamises seeditavusele «peremehe» poolt, kelle sooltes ta elab, ja kohutavas sigivuses. Suure osa ta äärmuseni lihtsustunud kehast, milles pole ei vereringe-süsteemi, hingamis- ega meele-elundeid, moodustavad paljunemis-elundid, — kõik muu kui ülearune on läbitud evolutsiooni-lises arenemises kõrvale heidetud.

Viirus täiuslikema parasiidina on läinud veel kauge-male. Elusas maailmas kõige hämmastavam kohandumine, elada elusais kudedes, ja selle kohandumise üks väljen-dustest, peaaegu piiritu paljunemine, tingisid väljaspool neid kudesid elamise võime täieliku kaotamise. Edu saa-vutamise viiruse poolt vallutatud elu areenil on ostetud ainevahetusvõime kaotamise hinnaga väljaspool seda võõrorganismi, milles elunemiseks viirus on äärmuseni kohandunud. Aga lihtsustumine on läinud selleni, et viiruse organism on muutunud ainult mõneks või koguni üheks molekuliks.

See kõik on rabav. Kuid vaatame külmavereliselt tagasi.

Millistest molekulidest on jutt? Tubaka mosaiigi-viiruse molekulkaal on 42 miljonit; 10-millimikronise suu- ning sõratõve viiruse molekulkaalu arvestatakse 500 tuhandest miljonini. Niisamasugune või pisut väiksem on mõnede teiste viiruste ja bakteriofaagide kaal. Kuid siidiussi kolla-

tõve viiruse — kui kõige väiksema — molekulkaal on veel kaks-kolm korda väiksem.

On endastmõistetav, et ühelgi neist juhtudest pole juttu liikumatuist, kõvasti tihenened ja «surnud» molekulidest, mida me tunneme anorgaanilisest keemiast. Sõnal «molekul» on siin hoopis teine ja uus mõte (nagu juba oli mainitud valke käsitlevas peatükis). See on liikuv molekul, assotsiatsioon, terve aatomite maailmake, mille suhtes on tehtud ettepanek anda sellele isegi eriline nimetus — mitsell. (Märgime sulgudes, et on ka neid teadlasi, kes kalduvad pidama kogu elusat rakku üheksainsaks eriliseks molekuliks.)

Kui välised tingimused kalduvad normaalseist järsult kõrvale, siis paljud organismid, mitte ainult ainuraksed, langevad anabiootilisesse olekusse, millega mõnikord, nagu teame, kaasneb ainevahetuse täielik katkemine. Mida spetsialiseerunum on organism, seda kitsam on piirkond, milles ta võib elada. Äärmistele meile tuntud «spetsialistidele», viirustele, on sääraseiks «normaalseiks tingimusiks» «peremehe» elus kude ja vahest isegi ainult teatud «peremehe» kude. Nende eemaldamine sellest koest mõjub neile niisama nagu kuumus või pakane, mis kuivatab või külmutab teised mikroorganismid. Elutegevus kaob; ainevahetus katkeb; saabub see, mida võib võrrelda anabioosiga. Kui viiruse valk seejuures ei lõhustu, siis elusasse koesse sattudes elustub viirus uuesti. Nii võib tubaka mosaiigiviirust väga kaua hoida lõhustumisest, kui teda säilitada mädanevas vedelikus.

Viirus pöördus tagasi elutu aine olekusse . . . , sest et ta oli sellest eemaldunud kõige kaugemale!

Kuid arenemine pole siin lihtsalt ringi teinud ja jälle lähtepunkti tagasi viinud. Pigemini on siin (kui juba kord

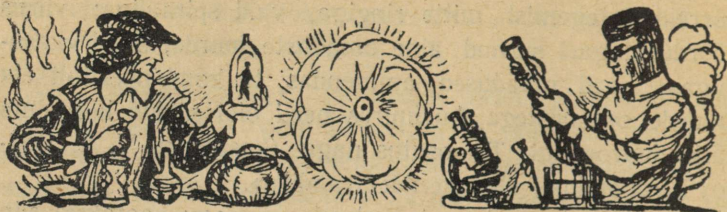
võrrelda) tegemist mitte ringiga, vaid spiraaliga; viirus pöördus tagasi surnud aine omaduste juurde, kuid «kasumiga»; need omadused ammendas ta kombineeritult elu mõnede omadustega, kusjuures need olid viidud kõrgeima väljendusvormini. Ta osutus nagu (kasutades V. L. Rõžkov'i väljendust) elu «kontsentraadiks».

Sõnad ise — «aine» ja «olend» — nagu kaotaksid siin oma mõtte. Eriti on aga selge, et viiruse saladust võib avastada (nagu üldse bioloogia kõigi põhiküsimuste puhul) ainult ajaloolisele vaatekohale asudes, välja selgitades viiruste tekkimise ja arenemise.

Kuidas küsimus nende suhtes ka ei lahendataks, on nad igal juhul, isegi siis, kui neid tunnustatakse aineteks, niisugused ained, millel pole midagi ühist nende ainetega, millistest kunagi tekkisid ürgorganismid.

Mõnikord võrreldakse viiruseid tugevatoimeliste orgaaniliste katalüsaatoritega — fermentidega. Tühise hulga fermentidega võib «lõhustada» hulga valkainet. Kuid siingi on erinevused suured: fermendi hulk jääb samaks ja ei paljune iseendast, ferment ei muuda lõhustatud valku iseendaks (nagu ei tee seda ka fermentid organismis); tal puudub viiruste silmatorkavam omadus — uskumatu paljunemisvõime, s. o. omadus, mis puudus Maa peal esimese elu omaduste ja tunnuste hulgas ning ilmus alles hiljem elu edasise evolutsioonilise arenemise kestel.

Fermentidest ei saa «nakatuda». Viiruseid nimetataksegi ju sellepärast «viirusteks», et nende haigust tekitav ja nakatav jõud torkab kõigepéalt silma. Nicolle tõendab, et nendega on seotud kõige vanemad haigused; tähendab nad on elusa maailma kõige vanemad nugalised. Selgub, et neil on tõesti õigus kanda oma nime taimede, loomade ja inimsoo kõikide teiste mikroskoopiliste vaenlaste ees.



Viieteistkümnes peatükk.

Elu süntees.

Maa peal puuduvad praegu tingimused muuta elutu elusaks selliselt, nagu see toimus kunagi planeedi jahtudes. Kuid laboratooriumis võime luua ükskõik millised tingimused. Kas on võimalik elu kunstlik süntees?

Tähtsaimaks ja otsustavaimaks momendiks inertse materia elustumisel oli see, kui juba tekkinud valgud lakkasid olemast lihtsalt ainena ja muutusid olendeiks. Nimelt just siin meil ei jätku täpseid ja purgivaid teadmisi, kuidas see toimus kõigis üksikasjus.

On tehtud tähelepanuväärivaid oletusi. Tähtis ning originaalne uurija, Moskva teadlane D. L. Talmud, katsetas heita pilku valgu molekuli sisesusse ja vaadelda ta tegevuse tõelist mehhanismi.

Nagu juba öeldud, on teadus viimase kümne-viieteistkümne aasta jooksul palju mõistatanud valgu mõistatusest. Lugeja mäletab, et suurt osa on etendanud uurimused ultratsentrifuugide abil, röntgenikiirte rakendamine, kuid ka valkude keemilise analüüsi hiljuti väljatöötatud uued meetodid. Biokeemikud on õppinud otsekui välja võtma

valgu molekulist amiinhappeid üksteise järele, lõhustades selle molekuli fermentidega.

Kõik need (ja mõned teised) meetodid on andnud ootamatuid ja väga tähtsaid tulemusi. Meenutagem neist peamisi.

On selgunud, et valkude molekulkaalud, vastupidiselt oletustele, pole üldse lõpmatult mitmekesised, vaid moodustavad küllaltki korrapärase rea, nagu kirjutab Talmud, «asetuvad ligikaudu kümnesse klassi» korrapäraste vahemaadega.

On selgunud, et valgud, nagu arvas Fischer'gi, on ehitatud (igal juhul on peamiselt ehitatud) amiinhappeist, kuid erinevad selle imestletava iseärasuse poolest, et «tõeliste valkude» igasse molekuli kuuluvad peaaegu kõik või isegi kõik tuntud amiinhapped.

Osutus, et valgu molekulis vahelduvad amiinhapped rangelt määratletud ja õiges järjekorras.

On välja selgitatud ka protoplasma valgu mitmesuguste osakeste kuju. Mõnikord on nad kerakujulised, sagedamini aga sarnlevad sidruniga, sigariga või isegi kepiga.

Veel üks valkainete (nagu üldse elusate olendite keha-des leiduvate orgaaniliste ainete) huvitav omadus oli teada juba palju varem. Nüüd on aeg sellest lühidalt jutustada.

Kui lasta polariseeritud valgusekiir (meenutagem, et polariseerituks nimetatakse säärast kiirt, milles võnkumised on «korrastatud» ja toimuvad ainult mingis teatud suunas, näiteks ühes tasapinnas, kuna tavalistes valguskiirtes toimuvad võnkumised korrastamatult kõigis suundades), — kui lasta selline polariseeritud kiir läbi mingisuguste ainete lahuse, siis tavaliselt ei juhtu polariseeritud kiirtega midagi. Ta ei muutu kuidagiviisi. Kui aga lasta

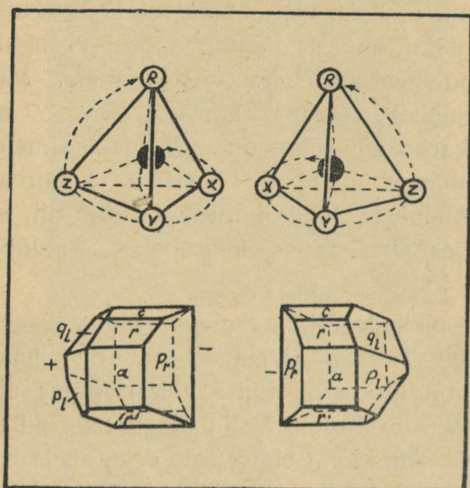
polariseeritud kiir läbi elusolendite kehast võetud orgaaniliste ainete lahuse, siis polarisatsioonipind muutub. Ta kaldub kas paremale või vasakule. Kui need ained on näiteks valgud, pöörduvad polarisatsioonipind peaaegu alati vasakule, välja arvatud väga vähesed erandid. Valgud, nagu selgub, on ehitatud «vasakule pöörduvaist» amiinhappeist.

Millest see tuleb? Et sellest aru saada, vaadaku lugeja oma käsi. Pangu nad lauale, peopesad allapoole. Eks ole tōsi, nad on teineteisega täpselt sarnased? Täpselt sarnased ja ometi ilmselt erinevad. Paremal käel on põial vasakul, vasakul käel paremal pool. Seepärast ei saagi vasakusse kätte tõmmata parema käe kinnast, kuipalju me ka ei pööraks kätt. Püüda saavutada seda, et käed ühtiksid, osutub kolmemõõtmelises ruumis võimatuks. Seda saame teha vaid peegli abil: meie üks käsi on teise käe peegelpilt.

Kõikide ainete molekulid koosnevad aatomeist, mis asetsevad ruumis üksteise suhtes rangelt kindlakujuliselt. Äärmiselt harukordsed on juhud, et molekulis valitseks täielik sümmeetria, et, ütleme, mingisugune aatom või aatomite rühm asetseks täpselt tsentris ja et kõik teised (samasugused) aatomid oleksid võrdsetes kaugustes ümberringi; see võimalus ju muidugi on, kuid väga harukordne. Mõni aatom või aatomite rühm asetseb aga välisele servale lähemal ja rikub sümmeetriat. Kuid kummale servale lähemal, kas paremale või vasakule, on aine keemiliste omaduste seisukohalt muidugi ükskõik, kui ainult teised aatomid asetsevad selle aatomi suhtes samasuguselt. Ja tõepoolest tekibki nii elutus looduses kui ka meie laboratooriumes ainete valmistamisel umbes võrdne arv «parempoolseid» ja «vasakpoolseid» molekule (nagu peabki olema tõenäolisusteooria järgi). Aine jääb mõlemal

juhul üheks ja samaks, ja keemikud ei oleks üldse teadnudki, et nende ees on «parempoolsete» ja «vasakpoolsete» molekulide segu, kui kõik ained esineksid alati säärase segu kujul.

Kuid eluslooduses, vastupidi igasugusele tõenäolisusele, ei teki mitte molekulide segu, vaid ainult kas parem-



Joon. 67. Molekuli „parempoolse“ ja „vasakpoolse“ variandi skeem.

All viinhappe kristalli „peegel“-variandid.

poolsed või vasakpoolsed molekulid. See elusate organismide omadus näis nii imestletavana ja seletamatuna, et Pasteur (kes paljude muude suurte avastuste hulgas tegi ka selle) isegi kirjutas: «See tunnus on võib-olla ainuke terav piir, mille praegu võib tõmmata surnud ja eluslooduse keemia vahele».

Siin pole juttu üldse erinevusest orgaaniliste ja anorgaaniliste ainete vahel. Laboratooriumis valmistatud orgaa-

nilised ained tekivad ka segu kujul. Kuid needsamad ained, saadud organismidest, ei koosne tingimata mitte kahest, vaid ainult ühte «sorti» molekulidest.

Lugeja näeb otsekohe, miks sellest on jutustatud meie raamatus just käesolevas kohas.

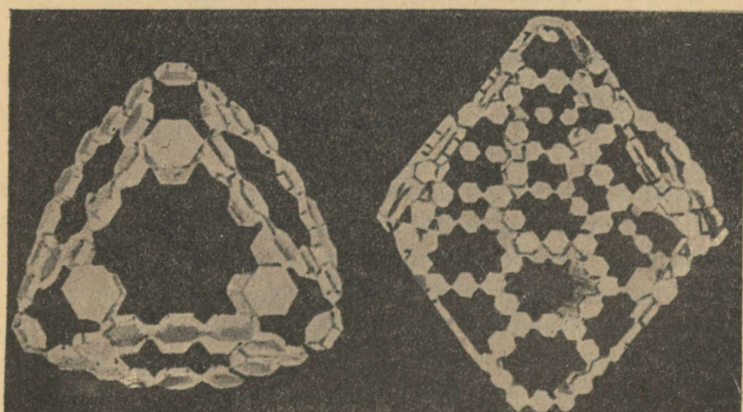
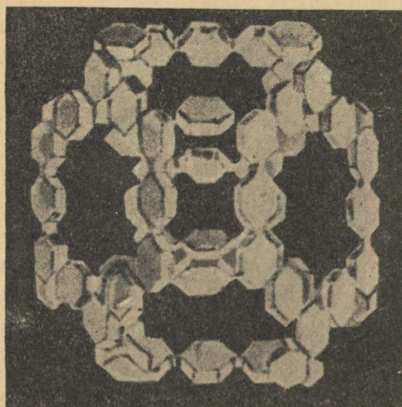
D. L. Talmud oletas, et valgu hiiglasuur molekul on ehitatud võrdlemisi väikestest ühikutest. Niisugune ühik on mõnest (näiteks kuuest) amiinhappest rõngaks, ringiks keerdunud polüpeptiidahelake — «ringahel». Meenutagem, et polüpeptiidahel koosneb kõrvuti olevate amiinhapete amiin- ja karboksüülrühmade jääkidest, kusjuures kõik teised amiinhappe molekuli koostisse kuuluvad aatomid ripuvad peptiidahela lülide küljes. Osutub nii, et iga lühikese lüli küljest hargnevad külghahelad — polüpeptiidahelal on «sasiitud» kuju.

Uurides pikkade külghahelate tugevat vastastikust mõjustust, tuli Talmud järeldusele, et nad peavad rõnga tasapinnast tingimata asetuma või rippuma ühele poole. Kõik need peensused oleksid siin ülearused, kui nad ei viiks huvitavale järeldusele: selgub, et «ringahela» külghahelaid saab koondada ahela ühele poolele ainult sel juhul, kui kõik amiinhapped, millest ta koosneb, on «optiliselt» samasugused, s. o. kui nad kõik on kas «parempoolsed» või «vasakpoolsed».

Sel viisil seletub eluslooduse üks ebatavalisemaist omadustest lihtsaimal kombel: see omadus järgneb füüsikalisest ja isegi geomeetrisest paratamatusest. Teisiti ei saa ehitada valgu molekuli.

Kuid mille poolest erineb «surnud» valk «elusast»? «Elus» valk ei saa iseendast esineda looduse tavalistes tingimustes. Ta eksisteerib selles kemismi ja ainevahetuse «kasvuhoone režiimis», mis on kujunenud organismis.

Hävitage see režiim, ja valgus ta riknemisel või hävimisel tekib tavaline «parempoolsete» ja «vasakpoolsete» molekulide segu. Ja otsekohe lagunevad «ringahe-



Joon. 68. Nii on ehitatud valgu molekul ühe (tsüklilise) hüpoteesi järgi.

Ülal ja vasakul all — molekuli oletatav mudel 72-st amiinhappe jäägist; all paremal — molekuli mudel 288-st amiinhappe jäägist.

lad». See ongi see väga huvitav oletus, mida me meenu-
tasime peatükis «sinilinnu» püüjaist. Kas ei võimalda see
ka mõista «surmasoojuse» eritamise hämmastavat asja-
olu?

Me juba teame, kui suur on valgu keemiline energia.
«Ringahelad» ühinevad üksteisega üldiselt kergesti. Aga
nad ei saa ühineda, nagu juhtub. Neil on ju teatud geo-
meetriline kuju ja nende ühinemised alluvad samuti geo-
meetria seadustele. Näiteks kaheksa «ringahelat» või-
vad moodustada lihtsaima hulktahuka (polüeedri); iga ahel
moodustab ühe tahu. Niisugune molekul koosneb 48 amiin-
hapest ja ta molekulkaal on $5\frac{1}{2}$ kuni 6 tuhat. Lisada siia
amiinhappeid ühe- või kahekaupa, et saada veel uusi valgu
molekule, on ilmselt võimatu; komplitseeritum molekul
tekib ainult sel juhul, kui lisame kõrraga niipalju terveid
«ringahelaid», et geomeetria nõuete kohaselt oleks või-
malik ehitada uut ja suuremat hulktahukat.

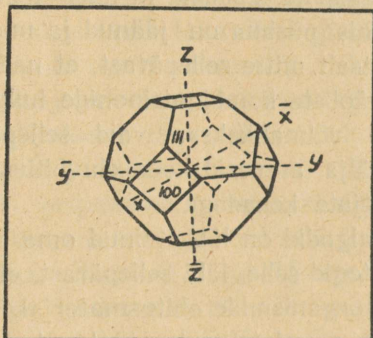
Niisiis puht-geomeetrilisel teel seletub ka valkude mole-
kulkaalude katkendlikkus.

Hulktahukad võivad ühineda, moodustades keerulisi
kujusid — nii kerataolisi kui ka pikergusi.

Talmud'i mudeli järgi sarnaneb valgu molekul punutud
korviga. Tema augukesed on nii suured, et sisse võivad
tungida vee ja üksikute amiinhapete osakesed. See «kor-
vike» oma hiiglasuure tahkude ja ahelate arvuga on suure-
pärane katalüsaator. «Kogu valgu struktuur ise osutub
katalüsaatoriks,» kirjutab Talmud. Sissetunginud ainetega
toimub keemiline muundumine. Nad muutuvad keeruliseks.
Aga suuremaks muutunud osakesed ei pääse enam välja:
augukesed on neist vähemad. Nad jäävad sinna vangi tihe-
dasti üksteise kõrvale surututena, kuni valgu molekuli sees
toimuvad sünteesid ei lõpe kõige komplitseeritumate orgaa-
niliste ainete, võib-olla uute valkude loomisega.

Talmud'i suurepäraselt kirjutatud raamatule «Valgu ehitus» on lisatud leht «ringaheliku» ja hulktahuka väljalõike-mudelitega.

Professor Talmud teeb aga reservatsiooni, et valgu molekulide struktuuris ja toimes jääb veel paljugi lahendamata. Alles hiljem, pärast «suurte keemiliste tööde plaani»



Joon. 69. Valgu molekuli ehituse skeem D. L. Talmud'i järgi. See hulktahuk koosneb 8-st ringahelast; ta sisaldab 48 amiinhappe jääki. Ruuttahud on avaused.

(Talmud'i väljendus) edukat täitmist võib katsetada laboratooriumis reprodutseerida kõige lihtsamat elu.

Teadus areneb ideede võistluse tagajärjel; inimese võimu suurenemine ja praktiline kontrollimine on selle või teise teooria tõelisuse kõrgeim mõõdupuu, ja võitjate üle ei mõisteta kohut¹.

¹ Oma hilisemais töis on D. L. Talmud mõnel määral muutnud oma kujutlusi valgu molekuli struktuurist. 1946. aastal avaldas ta arvamuse, et loomuliku valgu sünteesiga kaasnevaid „peaaegu ületamatuid” raskusi saab vältida, kui valida teine, kergemini lahendatav ülesanne, nimelt „idealiseeritud, lihtsustatud valgu” süntees. Tähendab, praegu on tegemist sellega, et luua valgu

Kuid D. L. Talmud'i väga julgeis ja huvitavais oletustes on kahtlemata nõrku kohti. Jutt on ju sellest elu alusest, mis kujunes, täiustus ja koordus nihhasti keemia seaduste järgi kui ka selle tõttu, et koatservaatide «kehakesed» ning hiljem ürgorganismide ja organismide kehad sattusid loodusliku valiku karmi «praakimise» alla. «Väljapraagitud» organismid kadusid ja ühes nendega ka nende valgud. Need, mis püsima on jäänud ja mida me uurime, pole säilinud lihtsalt mitte sellepärast, et nad osutusid lugematu arvu tõenäoliste kombinatsioonide hulgas ainukesteks «geomeetriliselt võimalikeks», vaid sellepärast, et nad elama jäid ja välja arenesid koos eluvõitluses pealejäänud organismide-võitjate kehadega.

Tähendab, valgudki on läbi teinud oma bioloogilise evolutsiooni. Nad tegid selle läbi sellepärast, et nad pole lihtsalt ained, vaid organismide ehitusmaterjal. Kahtlemata on valkude kaalude «gradatsioon» teatav korrapärasus, kuid lihtne aritmeetiline korrutamine annab sellest ainult kohmaka ja ligikaudse kujutluse. Ega muidu juba nüüd poleks teada palju erandeid Svedberg'i matemaatilises progressoonis.

Kuid professor Talmud kirjutab: «Bioloogiline argument tuleb muidugi tagasi lükata. «Seletus», mis seisneb selles, et viidatakse veel tumedamale ja komplitseeritumale nähtusele, mis ise vajab veel keemilist seletamist, ei saa tulla arvesse»¹.

Kuid siin vaieldakse juba sellele vastu, mis on käega-

mudel, mis ei reprodutseeri küll täpselt tema koosseisu, kuid kordab ta oleku ja molekuli globulaarse, „kerasse keerdunud“ kuju iseärasusi.

¹ Д. Л. Талмуд, Строение белка, изд. Академии наук СССР 1940, стр. 135.

katsutav. «Bioloogiline argument» ei vaja üldse keemilist seletamist ega laskumist keemiasse või füüsikasse. Loodusliku valiku seadus on täielikult ja lõpuni selge pärast Darwin'i antud bioloogilist seletust, mis selgitab, miks see seadus kehtib paratamatult loomade ja taimede maailmas; väitel, et seda seadust tuleb või võib seletada füüsikaliselt või keemiliselt, puuduks igasugune mõte. Samal ajal just nimelt loodusliku valiku seadus laseb teha elusa maailma kohta tohutuid järeldusi, mõõtmatus suuremaid, võrreldes eluta looduse seaduste mõjuga. Sest just loodusliku valiku seadus kutsub esile evolutsiooni; tänu sellele seadusele on ürgaegse esiamööbi kaugest järeltulijast saanud inimene. Kui kujutada ürgaegseid organisme sellises maailmas, kus poleks looduslikku valikut, siis oleksid nad seal jäänudki samadeks ürgorganismideks, ilma et isegi tänase päevani oleksid kujundanud kõige lihtsamatki rakulist struktuuri, hoolimata sellest, et nende kehades oleksid mõju avaldanud samasugusel viisil kõik keemia seadused.

Sellepärast pidaski meie suur teadlane Timirjazev «ajaloolist meetodit» elusa looduse uurimisel põhiliseks — ilma evolutsioonilise vaatekohata pole siin võimalik midagi mõista.

Just sellepärast, et bioloog teab seadust, mille järgi ürgsest algloomast arenes inimene, peab ta mõttetuks korrata seda «katset» laboratooriumis. Kas on bioloogide keeldumine kujundada amööbist inimene argumentidega põhjendatud? Isegi väga kaalukalt. Ja seejuures puht-«bioloogiliselt».

Valgu molekuli eluks kõige sobivama struktuuri vormi «valikul» tegi loodus võib-olla triljon katset, kusjuures kogu Maa oli tal laboratooriumiks. Kuidas oskaks keemik, kes tahaks «elu sünteesida», leida nimelt selle õige vormi

triljoni teiste hulgast? On ju isegi amiinhapete täpne järjestus seni teada ainult tühise arvu ja seejuures kõige lihtsamate valkude kohta.

Selgub, et elu kunstliku sünteesiga on asi niisama kaugel kui inimese kujundamisega amööbist? Ei, säärane järeldus on liiga ruttav. Küsimus on väga huvitav ja väga tähtis. Selle juures maksab peatuda.

Valgu osakese vajalik kuju ei tekkinud looduse «laboratooriumis» ettekavatsetult; teisiti mõtelda tähendaks lahkuda teaduse pinnalt ja hakata sepitsema muinasjutte.

Kujutleme seotud silmadega laskurit, kes ei tea, kus on märklaud, ja põmmutab, kuhu juhtub. Kujutleme, et see laskur on niivõrd jonnakas, et ta on valmis põmmutama vahet pidamata kasvõi sada aastat. Varem või hiljem tabaks ta ka nii raskesti tabatavat märki, millega ei tuleks toime mingi hinna eest ükski täpsuskütt.

Kas sellest peab järeldama, et darvinism on säärane teooria, mille kangelaseks on puht juhus? Nimelt mõtlesid nii Darwin'i vaenlased.

«Te tahate,» hüüdsid nad paatosega, «et trükilao laialipaisatud tähed koguneksid Virgiliuse «Aeneis'eks!»»

Tegelikult aga ei soovinud Darwin midagi taolist. Sest «Aeneis» poleks evinud ühtki säilimisšansi segipaisatud trükilao. Tähendab, mitte mingisuguse juhusliku tähtede kombinatsiooniga ei saa «Aeneis't».

«Üks kahest,» öeldi Darwin'ile, «kas te tunnustate pimedat juhusit ja hävitate sellega teaduse või jälle teil tuleb tunnustada, et evolutsioonil on eesmärk.»

Vastuvaidlejad ei rääkinud lõpuni, et teadlike eesmärkide omistamine loodusele hävitaks tõenäoliselt samuti teaduse. Neid, kes usuvad «saatusesse», — sellesse, et tingimata ja paratamatult toimub see, mis on ette määratud.

et inimese saatuse on kirjas taevatähtedes, nimetatakse ennustajaiks, nõidadeks ja astroloogideks, mitte aga teadlasteks. «Seda liiki vajadusega,» kirjutab Engels, «ei jõua meie ikka veel välja teoloogilise¹ vaate raamidest looduse suhtes. Teadusele on täiesti ükskõik, kas me nimetame seda koos Augustinus'e ja Galvin'iga igaveseks jumalikuks äränägemiseks või koos türklastega kismetiks, või nimetame seda vajalikkuseks ... Nõndanimetatud vajalikkus jääb lihtsaks fraasiks ja tänu sellele jääb ka juhus selleks, mis ta oli»².

Aga kas see tähendab, et looduses on võimalik kasvõi üksainus nähtus, mis poleks põhjustatud loodusseadustest? Ei, muidugi mitte. Kui säärane nähtus oleks, siis näeksime imet.

Kui me aga ütleme, et esimene ürgorganism tingimata pidi tekkima nimelt kell veerand kaks sel ja sel päeval 53 sentimeetri kaugusel selle ja selle lombi äärest, siis on need kas tühjad sõnakõlksud, mis kuidagiviisi ei aita meid põrmugi orienteeruda tõelises tegelikkuses, või — mis veel halvem — loodusnähtuste seletamise ümbervahetamine saatuse ettemääramisega.

See, et ükskõik millise valgumolekuli ehitus oli just niisugune ja mitte teistsugune, on iga kord täpselt määratud loodusseaduste poolt. Ja just sellepärast, et need on loodusseadused, aga mitte saatuse, kismet ega mingi salanõu, ei võinudki juhtuda, et kõik valgumolekulid oléksid tekkinud ühetaoliste nagu täppismehhaanikatehases; paratamatult pidid mõned juhuslikult tekkima pisut suure-

¹ Religioosse.

² К. Маркс и Ф. Энгельс, Дialeктика природы, Соч., т. XIV, стр. 503—504.

mad ja pisut tugevamad, aga teised, samuti juhuslikult, pisut väiksemad, nõrgemad jne.

Loodusnähtuste tõeline seaduspärasus, nagu näeme, mitte ainult ei kõrvalda juhuslikkuse, vaid isegi eeldab seda; muidu polekski see seaduspärasus, vaid salanõu, ettemääramine ja ime.

Seda mõista on ülimal määral tähtis. Ainult niisugune, nagu öeldakse, juhuslikkuse ja paratamatuse dialektiline ühtsus loobki selle tõelise seaduspärasuse, mis valitseb looduses ja mida teadus uurib. Ainult see ühtsus lasebki meil teaduslikult seletada elu tekkimist ja arenemist.

Juhuslikkus ise aga pole üldse «paljas» juhuslikkus. Ta on ka seaduspärane. Kui meie valgu tilgakesed ei võinud olla välja lõigatud ühe šablooni järgi, siis pidi uute tilgakeste miljardite hulka tingimata sattuma ka sääraseid, mis olid tugevamad endistest. Meie seotud silmadega laskur tabab tingimata märki varem või hiljem.

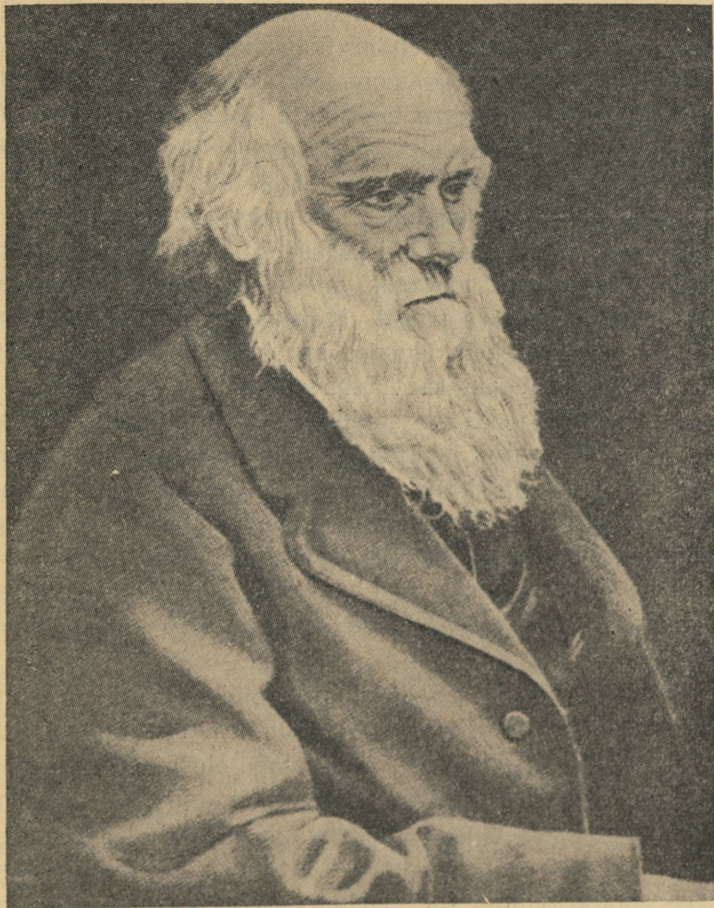
Darwin polenud materialist-dialektik. Kuid ta lõi tõeliselt teadusliku teooria, mis osutus oma olemuselt dialektilis-materialistlikuks (nimelt sellepärast, et ta oli tõeliselt teaduslik).

Darwin'i vastased vaidlesid vastu:

«Tähendab, et ikkagi kavätsete niikaua pilduda täringuid, kuni tuleb see, mida te vajate? Vaevalt aga piisab teile selleks paarist miljardist aastast ja kogu maakerast, et tuleks välja ... organism. See oleks ju veel kavalam temp, kui et puistata tähti nii, et tekiks «Aeneis».»

Kuid suur teadlane-darvinist Timirjazev oli juba ammu märkinud, et Darwin osutas veel kolmandale võimalusele peale nende kahe: kas lihtne täringute pildumine («Empedokles'e¹ pime juhus») või teatav siht elavate olendite

¹ Empedokles'e kohta sõnastikus raamatu lõpul.



Joon. 70. Charles Darwin.

arenemises. Looduslik valik, ütleb Timirjazev, kujutab endast just niisugust mehhanismi, tänu millele igal uuel täringuviskamisel kukub välja rohkem silmi. Loodus-

lik valik kriipsutab maha elust ehk edasisest «mängust» kõik, kes osutuvad halvemini kohandunuiks. Elama jääb rohkem kohandunute järelpõlv. Iga järgmine põlvkond on mingisuguse astme võrra täiuslikum kui eelmine. Looduslik valik uuesti «praagib välja» halvemad ja jätab järele need, kes on tugevamad, kohandunumad ja täiuslikumad. Tähen-dab, uues põlvkonnas on jällegi astmekese võrra tõusu. Aga saja põlvkonna pärast? Või pärast tuhandet? Areng nagu ise ergutaks ennast, looduslik valik kihutab teda takka igas uues põlvkonnas ikka uuesti. Mõistes seda, saame ka aru, et pole sääraseid kohandumise imesid, pole sääraseid kõr-gusi, mida ei suudaks saavutada elu oma evolutsioonis.

Aga kas esimesed orgaanilised ained tekkisid tänu sel-lele, et loodus segas juhuslikult juhuslike elementide aato-meid? Ei. Juba jälgisime seda, kuidas esimesed süsivesi-nikud tekkisid seaduspäraselt maakeral tema jahtumisel valitsenud tingimuste mõjul, kuidas nad füüsika- ja keemia-seaduste tõttu rikastusid ja komplitseerusid ning kuidas see paratamatult välja viis kõige keerulisemate ainete ilmu-misele.

Kuid valgud, kui nad kord juba olid, pidid oma loomu poolest paratamatult looma enda ümber teiste ainete sar-nase organisatsiooni, mis moodustab elusa protoplasma; organismid pidid tekkima ilmtingimata, kui juba kord oli tekkinud valk. Koos valgu molekuliga oli loodud orgaanilise maailma tulevane progressiivne evolutsioon, samuti nagu koos esimese rakuga «oli pandud ka alus kogu orgaanilise maailma vormide kujunemisele»¹.

Timirjazev tõi järgmise näite.

„Veenge inimest, kes istub Nikolai raudtee rongile ja

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч., т. XIV, стр. 486.

kavatseb homme olla Peterburis, — veenge teda, et see ta arvamus põhjeneb kõige absurdsemate juhuste kaosel. Kuid filosoofiliselt vaatekohalt on see täiesti õige. Milline jõud paneb veduri liikuma? Aururõhk. Kuid füüsika õpetab, et see on ainult arvutult paljude molekulide lugematute juhuslike löökide tulemus, mis langevad igas suunas molekulide kokkupõrkamiste ja üksteisest eemaldumiste tagajärjel. Kuid see pole kaugeltki kõik. On veel teine juhuslike nähtuste kaos, mida nimetatakse hõõrdumiseks. Võtame mikroskoobi, mitte apokromaatsed, vaid ideaalse mikroskoobi, mis näitab meile, mis toimub rauaosakestega seal, kus lokomotiivi ratas liubub rööpa vastu. Ennäe, üks osake on haakinud ennast teise külge nagu hammasratta hammas, kõrval on kaks osakest nii teineteise külge kleepunud, et neid enam võib-olla ei saagi eraldada, ja seal kolmas on ratta küljest lahti rebitud ja neljas jällegi rööpa küljest lahti kistud, viies võib-olla hapnikuga ühinedes hakkas hõõguma ja lendas hoopis ära. Kas see pole kaos? Ja siiski nendest kahest kaosest — aga kuipalju neid võiks koguneda, kui ainult neid üles lugeda (!) — kujuneb võib-olla küll labane, kuid täiesti kindel resultaat, et ma homme olen Peterburis»¹.

Seepärast ei selgita näide seotud silmi põmmutavast laskurist seda, milles peitub Darwin'i õpetuse peamine jõud. Sellest näitest on vähe ka selleks, et mõista, miks esimestest valgu kolloididest pidid tingimata tekkima ürgorganismid ja miks miljonite valgutombukeste juhuslike saatuste kogusummas teostus evolutsiooni raudne seadus.

Dialektilise materialismi suured aluserajajad, nagu

² К. Тимирязев, Чарльз Дарвин и его учение, ГИЗ, 7-е изд., 1921, ч. II, стр. 57.

teada, arvasid, et seda, mis on toimunud looduses, õnnestub korrata ka inimesel. Engels, nagu teame, tegi oma aja teaduse andmeist lähtudes järelduse, et elu süntees on võimalik ja et keemiliselt tähendab see valgukehade kunstlikku saamist¹. Aga tolle aja teadus teadis ja oskas praktiliselt palju vähem kui tänapäeva teadus.

Kuid Engels kaalutles kui materialist-dialektik. Elu nähtuste ahelas eraldas ta välja otsustava lüli. See lüli on valgukehade juhtiv osa.

Vahemaa ürgamööbist inimeseni on lõpmatult suurem kui vahemaa esimeste valkainete ja elu esimese liigutuse vahel. Seda võib tõendada kergesti ka geoloog. Rauabaktereid on leitud koos elu kõige ürgsemate jäänustega kivimeis, mis tõenäoliselt on tekkinud poolteist miljardit aastat tagasi. Tähendab, juba selleks ajaks oli elu jõudnud sünnitada ka kõrgel määral spetsialiseerunud harusid.

Kuid tuleb jõuda kokkuleppele selles, milliseid elusolendeid võib loota luua laboratooriumis. Muidugi mitte kunstlikku inimest ega homunculust, mida valmistas Paracelsus ja tema jälgedes Wagner Goethe «Faustis». Ei looma, ei lindu, ei tibatillukest ussikest ega isegi mitte amööbi, veel rohkem, mitte kunstlikku rakkugi, mille valmistamist Leduc'i kummardajad kuulutasid suure pidulikkusega. Vahest ainult midagi kõige esimese ürgorganismi taolist, elusa olendi idu või esialgset kavastist, protoplasma valgu tilgakest, milles algab ainevahetus, algab temaga sarnleva uue valgu loomine, kasvamine ja lihtsat tükel-dumist meenutav veel ebakindel paljunemine.

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч., т. XVI, ч. II, стр. 294; ka teostes: „Диалектика природы“, стр. 424 и 506, „Анти-Дюринг“, стр. 82, „Людвиг Фейербах“, стр. 651.



Joon. 71. K. A. Timirjasev.

Võib-olla tunnevad elava kujutlusvõimega isikud sellest pettumust. Kuid teadus, kuivõrd ta jääb tõeliseks ja mate-

rialistlikuks teaduseks, ei saa lubada täna enam. Seda aga, mis võib juhtuda homme, ei hakka me ennustama.

Elu loomine ... Milline inimsoo unistus oleks muinasjutulisem? Millist meie teaduse senist saavutust võiks võrrelda selle eelseisva katsetusega? Sel päeval valmiks lõplikult sild elusa ja elutu vahel. Oleks lahendatud lõpuni kõige saladuslikum mõistatus, mille loodus on mõistatada andnud.



Joon. 72. Ookeani kaldal viissada miljonit aastat tagasi.

Inimese käes oleks ots sellest niidist, mis katkestamatult jookseb läbi kogu orgaanilise maailma.

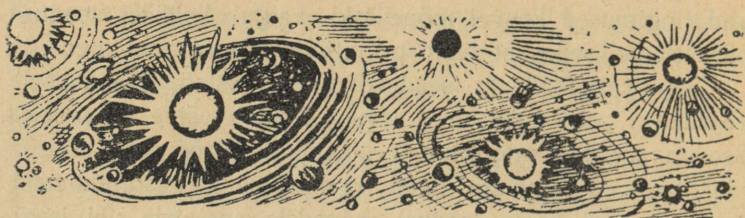
Kas see katse varsti õnnestub?

Kui keemia taas loob elu materiaalse aluse, s. o. kolloidid valgulise põhialusega (jutt on muidugi protoplasma valkudega sarnlevaist valkudest) ürgaegse elu keskkonnaga sarnlevas keskkonnas, siis varem või hiljem kujune-

vad tingimused kasvõi mõnedeski valgukolloidides seaduspäraselt selliseiks, et tekib primitiivse eluprotsessi algus.

See valgukolloidi seaduspärasus tõstab tõenäoliselt vajalike proovi-katsete arvu sajale või tuhandele. See on aga laboratooriumide plaanikindla töö puhul täiesti jõukohane. Keemikute kunst on lühendada aastatuhanded (mida kunagi vajas loodus) mõnele aastatele või isegi aastakümnele.

Süntees jõuab vahel analüüsist ette. Meenutagem vaid Emil Fischer'i töid, meenutagem ka Bach'i katseklaasi, milles tekkis ülimal määral keeruline ja tänini veel täielikult selgitamata aine. Ja võib-olla õnnestubki meil luua lihtsaimat ürgelu veel enne, kui meile on teada praeguste organismide protoplasma keerulise ehituse «kõik» üksikasjad.



Kuuteistkümmes peatükk.

**Elust, mis pole sarnane meie eluga. Elu universumis.
Kokkuvõte.**

Keegi tõusis omaenda leiutatud lennuaparaadiga tühja taevasse ja leidis, et see polegi tühi. Hõredate pilvedega sarnlevate kehadega hiigelolendid ümbritsesid teda. Väändesid viirastuslikud kombitsad. Päikesekiired murdudes süütasid mitte otseselt märgatava ähmase vikerkaare seal, kus olid hiiglaste silmad. Inimene laskus tagasi maa peale. Kuid see pilvede-tagune elava ja sätendava udu maailm tõmbas teda tagasi. Ikka uuesti ja uuesti tõusis ta sinna. Läbipaistvad kehad ümberringi voogasid ikka lähemale. Ja lõpeks ei tulnud inimene enam tagasi. Lennuaparaadi rusude kõrval leiti ta märkmed. Need katkesid sõnaga «koletised».

See on Conan-Doyle'i jutustus.

Professor N. K. Koltsov tegi kord fantastilise oletuse. Mis oleks, kui elukujundavaks põhielämändiks ei oleks mitte süsinik, vaid räni? Kuidas näeksid siis välja niisugused kujutletavad olendid? Seda küsimust katsuski professor Koltsov läbi kaaluda.

Preyer väitis, et «pürozoad» — tuleloomad — on võimalikud. Poolirooniliselt kordas seda Anatole France: miks ei võiks ka Päikese peal olla oma elu, mis hoopiski ei sarnle meie omaga, elu, mis on ehitatud hõõguva taeva-keha lõõmavatest elementidest?

Ons see kõik üldse mõeldav? Paljud teadlased kaldusid sellele vastama jaatavalt, muidugi mitte nii «äärmisel» kujul. Tähelepanelik lugeja taipab juba, kes need teadlased olid. Need olid «modellistid». Kas polnud nad need, kes mõtlesid, et elu nähtusi võib esile kutsuda nende materiaalset alust isegi täiesti ümber vahetades.

Kuid mudeleid läbi arutades veendusime, et modelleerida õnnestub ainult elu protsessi teatud osi, õigemini — midagi nende üksikute osade taolist. Kaugemale selle asjaga ei saa. Kas see nurjaminek on ajutine (nagu seegi, et me seni ei suuda teostada tõelist elu sünteesi), kas peab see jääma igavesti nii?

Tänapäeva teadus ei jäta seda küsimust fantaasia otsustada, vaid annab täpse vastuse.

Umbes veerand sajandit tagasi kõrvutas ameeriklane Henderson eluprotsessist osavõtivate ainete omadusi teiste ainete omadustega. Esitame selle kõrvutamise resultaadid tähtsamate ainete — vee, süsiniku, vesiniku ja hapniku — kohta.

Vesi jääb vedelasse olekusse niisuguse temperatuuri puhul, kus enamik aineid on veel kas tahkes või juba gaasi-taolises olekus. Ammoniaak, mitmes suhtes vee võistleja, keeb 33,5° puhul alla nulli. Kuid me teame, et temperatuuri langemisega, samuti nagu ta ülemäärase tõusmisega kahaneb kiiresti keemiliste reaktsioonide kiirus, kehade võime astuda ühenditesse ehk, nagu öeldakse, nende keemiline aktiivsus. Kuivõrd aeglasem ja laisem oleks «elu»,

mis ei suudaks kiiresti teostada ainevahetust ja isereguleerimise keerulisi reaktsioone, olles teadlikult määratud hukkumisele, — elu, mille soontes voolaks ammoniaak!

Vee soojusmahtuvus on haruldaselt suur. See tähendab, et tuleb kulutada väga palju soojust või väga kaua teda jahutada, et ta temperatuur märgatavalt muutuks. Sellest huvitavast omadusest oleneb seegi, et ookeanid reguleerivad kliimat ja tasandavad temperatuurilisi kõikumisi, teevad mõõdukamaks suvise palavuse ja talvise pakase (meenutagem mere ja maismaa kliima vahet). Sel viisil pehmenevad temperatuuri kõikumised, mis muidu võiksid saada organismile hukutavaks; samal ajal ka organismid ise, millede protoplasma koostisse kuulub vesi, on rohkem suutelised kindlamalt neile kõikumistele vastu panema.

Veega kui lahustajaga ei saa võrrelda ühtki ainet. Selle lahustuvusvõime on määratu suur ja ainult vähesed ained ei lahustu temas. Seejuures ei astu vesi tavaliselt keemilisse ühendusse lahustatud ainetega (nagu enamus teisi lahustajaid), vaid kannab neid endas, jaotades neid elektriga laetud ionideks ning moodustades kergesti mitme-faasilisi ja kolloidseid lahuseid. Aga me teame juba, et vee-lahuste omadused on üks elu keeruliste protsesside materiaalistest alustest.

Tänu vee väga suurele pindpinevusele tõuseb ta kõrgele kitsaid kapillaare pidi, sealhulgas ka taimede vartes. Elu oleks võimatu selle vee omaduseta. Selle poolest jääb vesi maha ainult elavhõbedast, kuid elavhõbedal pole ühtki muud vee suurepärast omadust.

Lõppeks, erinevalt teistest ainetest, ei tõmbu vesi jahutamisel ühtlaselt kokku, vaid — vastupidi — külmudes, muutudes jääks, paisub tugevasti. Mis oleks kui veel

poleks seda iseärasust? Jää ei kataks soomusrüüna jõgesid ja järvi, kaitstes neid pakase eest, vaid langeks kihtidena põhja. Kõik veekogud, kaasa arvatud mered ja ookeanid, külmuksid põhjani. Ühestki troopilisest kuumusest ei piisaks nende jäähaudade sulatamiseks, ja Maa kogu elu osutuks neisse maetuks igaveseks ajaks.

«Võimatu on kujutleda,» kirjutab Henderson, «et vett võiks asendada mõne muu ainega.»

Peale kõige muu on otsustav tähtsus sellel, et vesi koosneb vesinikust ja hapnikust. Põledes, s. o. hapnikuga ühinedes, eritab vesinik määratu hulga soojust (suurima hulga võrreldes teiste elementidega). Vesinik on kolossaalne energia akumulatsioon. Hapniku keemiline aktiivsus on üldtuntud. Polegi peaaegu aineid, mis ei põleks, ei roostetaks või ei oksüdeeruks muul viisil, s. o. nii või teisiti ei ühineks hapnikuga. See on kõige tavalisem ühendite tüüp. Vesinik ja hapnik kuuluvad hapete ja leeliste koostisse; hapniku olemasolu soolades on niivõrd kohustuslik, et isegi seal, kus teda pole (näiteks halogeenide soolades), otsiti teda ikkagi kaua aega (arvates, et halogeenid pole liht-, vaid liitkehad). Isegi anorgaanilises keemias on vesinik- ja hapnikühendeid rohkem kui kõiki teisi kokku. Võib ütelda, et teised ained viiakse ühendisse just hapniku ja vesiniku kaudu. (Kuidas saakski siis võrrelda vett, mis sisaldab mõlemaid neid aktiivsuse poolest erandlikke elemente, ammoniaagiga või elavhõbedaga!) Seepärast peavad kõikides keerulisemates orgaanilistes molekulides esinema nii hapnik kui ka vesinik.

Neile on kaaslaseks ja moodustab nende ühendite aluse kolmas element — süsinik, millel on omadus, mis kuski mujal enam ei kordu: omadus moodustada hiiglasuuri osakesi, lükkides üksteise külge oma (ja nende abil

ka teisi vöõraid) aatomeid ringidena, ahelatena jne. Ainult juba süsiniku ühendeid vesinikuga võib saada, nagu teame, tohutu arvu. Heksakontaani $C_{60}H_{122}$ (s. o. 60 süsiniku aatomi ja 122 vesiniku aatomi) kolossaalne ahel on selle näiteks. Süsinikuta oleksid mõeldamatud valgu molekulid sadadesse tuhandettesse ja isegi miljoni-tesse küündivate molekulkaludega. Aga sellest, et teada olevate süsinikühendite üldarv ületab mitmekordselt kõikide teiste elementide ühendite arvu, oli juba juttu.

Süsiniku, hapniku, vesiniku ja nende ühendite omadused on omamoodi ainulaadsed. Seepärast on ka arusaadav Henderson'i järeldus, et elu on mõeldav ainult nende elementide materiaalsel alusel, millesse kuuluvad need ained, ja et võimatu on kujutleda organismide mingisugust teist koostist nii Maa peal kui ka teistel planeetidel ja tähtedel, kuna igal pool kogu universumis on spektraalanalüüs avastanud umbes ühe ja sama elementide valiku samade omadustega. «Modellistide» ebaõnnestumine on põhimõtteline, igavesti ebaõnnestunud ja vältimatu, ükskõik milliseid mudeleid nad ka veel ei leiutaks¹.

Kas Päikesel võib olla tuleelu? Ei, sellepärast et seal valitseva temperatuuri puhul on võimatud peaaegu igasugused ühendid ja elementide igasugune vastastikune mõjustus. Elementide hõõguvad aurud hõljuvad seal vabas olekus ja ei saa moodustada mingeid, isegi kõige lihtsa-

¹ Sisuliselt kinnitavad uurimused Henderson'i silmanähtavat tõde. Sest kui ka teistel ainetel oleks olnud šansse luua eluprotsesse ja mitte ainult neil, mida leiame praegu elu ringvoolus, siis nad juba oleksidki loonud selle protsessi. Loodusel oli võimalus nii palju kombineerida, et iga šanss oleks juba teostatud. Öeldu käib muidugi ka teiste elu kujundavate elementide kohta, mida Henderson ei uurinud.

maid «süsteeme», rääkimata kõige keerulisemaist, mida nimetame organismideks.

Kas on mõeldavad Conan-Doyle'i õhukoletised? Ei, mingeid õhukoletisi ega maa-aluseid kivikehadega peletisi ei või olla. Ja asjata on mõistatada, kuidas näeksid välja ränikivist elusolendid: süsinikku ei saa asendada räniga ¹

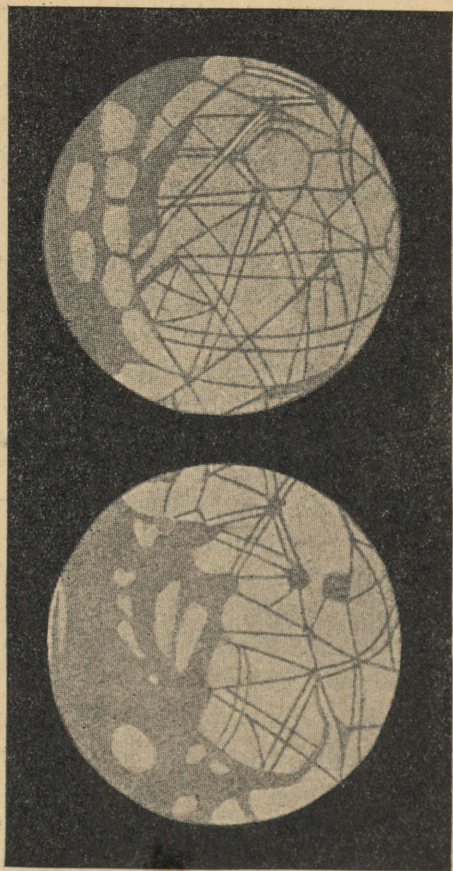
Kogu ääretus avaras universumis ei suuda me kujutada mingisugust elu, mis põhimõtteliselt võiks erineda meie omast. Võib olla metsi ja põlde, mis meile uneski pole viirastunud. Neis võivad elutseda loomad, kes on kummalisemad kõige oheldamatuma fantaasia sünnitistest. Võib eksisteerida organisme, kes ei sarnle ei meie taimede ega loomadega. Kuid nende kehade kudedes peitub meie omale, maisele sarnlev protoplasma, mille aluseks on valgud, mis on ehitatud süsinikust, lämmastikust, hapnikust, vesinikust ja väävlist.

Olles selles kindlad, võime endalt küsida: kuspool universumis peaks olema veel elu? Ja vastus sellele küsimusele on: elu on seal, kus võivad tekkida ja püsida valgühendid.

See tähendab: seal, kus temperatuur kas või ajuti tõuseb üle nulli (vee külmumiskraadi) või langeb alla saja kraadi (vee keemiskraadi), kuid seda viimast piiri üldse tunduvalt ei ületa; seal, kus on atmosfäär ja kus sellel on ka kindel koostis; seal, kus igal juhul on küllaldaselt vett.

Kõik see kokku tähendab seda, et elu on võimalik ainult planeetidel, mis tiirlevad mingi keskse taevakeha ümber. Mitte väga väikesed planeedid, sest neil ei püsiks

¹ Räni omab süsinikule väga lähedast võimet tekitada liitühendeid, mis sarnlevad orgaanilistega, nn. silikogeene. (Toimetus.)



Joon. 73. Kanalid Marsil, nagu neid nägid möödunud sajandi astronoomid.

atmosfäär, ja ka mitte väga suured planeedid, kus — vastupidi — püsivad kõik gaasid, kaasa arvatud kõige kergem vaba vesinik, ja kus on atmosfäär täidetud roheka «soogaasi» metaaniga, ei kõlba orgaaniliste ainete tekki-

miseks ja arenemiseks. Nii nähtavasti on lood ka meie päikesesüsteemi hiiglase Jupiteriga.

Elu pole mõeldav planeedil, mis asetseb liiga lähedal kesksele valguskehale, kus on liialt kuum, ega ka planeedil, mis on äärmiselt kaugel ja tardunud igaveses pakases. Siit järgneb, et meie planeedi orbiit peab olema ringikujuline ja mitte pikaks veninud, sest viimasel juhul satuks planeet kesksele taevakehale kord liiga lähedale, kord liiga kaugele (kusjuures esimene juhtum, s. o. ülemäärane lähenemine, on elule palju ohtlikum). Akadeemik Fessenkov seab seepärast veel tingimuseks, et keskne valguskeha peab olema üksiktäht, kuna planeedid, mis tiirlevad kaksik- ja kolmiktähtede ümber, mitme päikese planeedid-kaaslased on eluks vähe sobivad.

Niipalju tingimusi! Elu on väga tujukas. Ja vaevalt oleme veel kõik tingimused läbi arutanudki¹. Olgu sellega kuidas on, kuid meie päikesesüsteemis on need tingimused kõige paremini välja kujunenud Maa peal; sellepärast ongi siin elu nii lopsakalt arenenud. Marss on kõrveplaneet, väga veevaene ja omab hõredamat atmosfääri, kui see on Everesti tipul. Päeval vaevalt soojenenud, vajub ta öösiti uuesti meile tundmatu pakase hõlma ja asetseb seega piiril, mille taga enam elu ei või olla. Kuid nähtavasti elu seal siiski on. Milline? Samblad ja samblikud? Wells'i «Maailmade heitluse» kohutavad marslased on niisama vähe tõenäolised kui kuulsad «kanalidki», mida läinud sajandi lõpu astronoomid-romantikud nägid nii selgesti selle planeedi punakal kettal. Fantaseerides võib muidugi oletada, et elu jõudis Marsil välja areneda veel

¹ Tähtis on ka planeedi mass, sest sellest oleneb külgetõmbejõud, samuti õhurõhk ja planeedi koore tihedus, mis ei või olla väiksem vee tihedusest.

enne seda, kui see planeet jäi vanadusest nõrgaks ja kui tingimused Marsi peal polnud veel nii ebasoodsad kui praegu; et mingid arukad olendid on kaevunud maa-alustesse varjendesse, kus temperatuur on ühtlasem, õhk niiskem ja rikkam hapnikust; kuid need marslased, kui neid tõesti ka on, ei avalda endid mingil viisil ja meil puudub võimalus nende üle otsustada.

Vaevalt on elu ka Veenusel.

Ei saa olla juttugi eluvõimalustest meie Kuul, Merkuuril, sadadel väikestel planeetidel-asteroididel, suurtel ja kaugematel planeetidel, alates Jupiteriga, komeetidel ja meteoriitidel.

Nii on lood meie päikesesüsteemis.

See küsimus aga, kas mujal universumis on elu, seab üles küsimuse teiste päikesesüsteemide olemasolust.

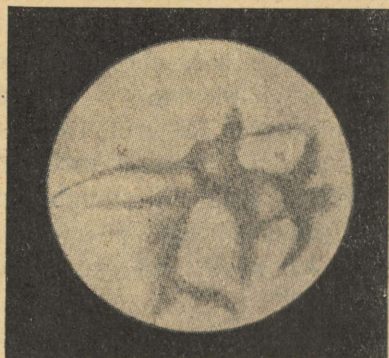
Vahenditult me neid ei näe. Vaadates meile kõige lähemal olevalt Tsentaauruse tähekoogu tähelt, kaoks isegi hiiglaslik Jupiter kui 22. järgu suurusega täheke Päikese kiirtesse.

Alles mõned aastad tagasi valitses teaduses Jeans'i hüpotees, mis asendas sada aastat kehtinud Kant-Laplace'i hüpoteesi, mida meie vanemad kaasaegsed veel koolis õppisid. Selle viimase hüpoteesi kohaselt tekivad päikesesüsteemid udukogude aeglase tihenemise tagajärjel. XX sajandi teadus on tõestanud selle võimatust. Udukogust tekib terve tähtede kogu, aga mitte keskne valguskeha tillukeste kaaslaste planeetidega.

Jeans oletas, et kunagi möödus Päikesest õige lähedalt, teda peaaegu puudutades, teine täht ja selle külgetõmbejõud kiskus välja Päikese tulisest massist lõõmava aine jao, mis hiljem pudenes väikesteks ja kiiresti jahtuvaiks kerakesteks, planeetideks. Päikesesüsteem on seega kõige

harukordsema ja peaaegu uskumatu katastroofi tulemus. Seepärast ei maksagi loota, et meie poolt vaadeldavas maailma osas leiduks veel ühtki teist päikesesüsteemi.

Nagu näeme, andis see teooria kaunis lootusetu lahenduse küsimusele elu kohta universumis.



Joon. 74. Marsi ülesvõte, mis on tehtud kaasaegse võimsa teleskoobi abil.

Kuid 1935. aastal esitas Russel täpse matemaatilise arvutuse, mis näitas, et mingisugune möödalendav täht ei võinud anda planeetidele seda liikumist, mis neil on praegu.

Kolm aastat hiljem avaldas Holmberg oma tööd, milles ta juhtis tähelepanu mõningaile kummalisustele, mis ilmnevad meid ümbritseva universumi osas umbes veerandil tähtedel. Oma teekonnal nad ei lenda otse, vaid nagu pisut põigeldes; nende teed pole täiesti sirged, vaid meenuvad ussi rada, olgugi väga tühiste käänakutega, nagu kallutaksid nähtamatud kaaslased neid kogu aja sihist kõrvale.

See oli teisest küljest lõögiks «katastroofilisele hüpoteesile»; nähtavasti tuli leppida sellega, et kaaslased on laialt levinud nähtus.

Kuidas siis tekivad päikesesüsteemid? Selle kallal muravad astronoomid praegu pead. Ühed oletavad, et planeedid «kleepuvad kokku» kosmilisest tolmust või meteoriitidest; need oletused on kõige vähem tõenäolised, sest nii planeetide ehitus kui ka see, mis me teame nende ainete arenemisest, sunnivad järeldama, et nad esialgselt pidid olema hõõguvas olekus ja et nende aine on sarnane keskse taevakeha ainega. Teised otsivad üldisi mehhanisme, mille tagajärjel tähed olid sunnitud osa oma massist välja heitma (moodustades planeedid), et taastada rikutud tasakaalu. Nii püstitavad küsimuse mõned nõukogude astronoomid.

Me ei hakka ennustama, milline otsus langetatakse. Kuid juba praegu on selge, et ääretus universumis — nii selles piirkonnas, mis meile on tuntud, kui ka seal, kuhu meie uurimused ei küüni, on peidetud loendamatu hulk meie omaga sarnlevaid maailmu. Ja paljudes planeetide perekondades, mida valgustavad kord nooremad, kord vanemad, aga vahest ka niisamasugused päikesed nagu meie oma, on üks või mitu planeeti, kus paratamatult on kokku sattunud niisamasugused tingimused, mis iseloomustavad Elu Maad. Ja vältimatult tekib seal ka kõige keerulisem materiaalne liikumine, tekivad orgaanilised ained ja seejärel organismid, lööb lõkkele hämmastav tuluke, mida me nimetame eluks.

«Mateeria liigub igaveses ringkäigus, mis sooritab oma trajektoori sääraste ajavahemike vältel, mille jaoks meie maine aasta ei ole piisav mõõduühik; ringkäigus, kus kõrgeima arengu ja orgaanilise elu aeg ning isegi teadlike

olendite elu aeg on mõõdetud niisama näpilt kui ruum elus ja teadvuses; ringkäigus, kus materia olemasolu iga eri vorm, hoolimata sellest, kas see on Päike või udukogu, teatav loom või loomaliik, keemiline ühinemine või lagunemine, on ühtviisi mõõduv, kus pole midagi igavest, peale igavesti muutuva ja igavesti liikuva materia ning selle liikumise ja muutumise seaduste. Aga kuitahes tihti ja kuitahes halastamatult see ringkäik ka ajas ja ruumis ei toimuks; kuipalju loendamatuid päikesi ja maid ka ei tekiks ja ei hukkuks; kuikaua ka ei tuleks oodata, kuni mingisuguses päikesesüsteemis mingisugusel planeedil kujunevad orgaanilise elu tekkimiseks vajalikud tingimused; kuipalju loendamatuid olendeid ka ei peaks hukkuma ja tekkima, enne kui nende hulgast arenevad mõtleva ajuga loomad, leides lühikeseks ajaks oma eluks kõlvulikud tingimused, et siis jälle armuheitmatult hävituse osaliseks saada, — ikkagi oleme veendunud, et materia kõigi oma muunduste puhul jääb igavesti üheks ja samaks, et ükski ta atribuut ei või kaduda ja et sellepärast sellisama raudse paratamatusega, millega ta kunagi hävitab maa peal oma kõrgeima õie, mõtleva vaimu, ta peab selle uuesti sünnitama kuski teises paigas ja teisel ajal» (Engels) ¹.

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч., т. XIV, стр. 491—492.

Lühike sõnastik.

Agnostitsism — filosoofiline õpetus, mis eitab asjade tõelise loomuse tunnetamise võimalust. Agnostikute õpetuse järgi pole nähtav maailm objektiivne reaalsus, vaid ainult meie meeleorganite ja mõistuse tegevuse produkt. Agnostitsismi kummutavad nii kogemus kui ka praktika. Teadus tunnetab iga päevaga ikka sügavamalt loodusnähtusi. Meie tunnetusel pole piire. Pole miitunnetatavaid asju. On ainult vahe selles, mis juba on tunnetatud ja mis veel pole tunnetatud.

Aldehüüdid — orgaanilised ained, millede koosseisu kuuluvad süsinik, hapnik ja vesinik. Saadakse tavaliselt alkoholide hapendumisel. Aldehüüdid on tahked või vedelad ained. Ainult formaldehüüd (sipelghappe aldehüüd) on terava lõhnaga gaas. 40%-line formaldehüüdilahus on üldtuntud formaliini nimetuse all. Aldehüüdide keemiliste reaktsioonide võime on haruldaselt suur. Vt. ka **ketooneid**.

Alkeemia. Nii nimetati kogu keskaja vältel seda, mida nimetame praegu keemilisteks teadusteks. Kuid alkeemia oli „salajane teadus”. Alkeemikud seadsid endile ülesandeks leiutada filosoofilist kivi, mis muudaks kõik metallid kullaks, ja igavese nooruse eliksiiri. Sooritades arvutuid katseid, tegid alkeemikud muuseas rea tähtsaid tähelepanekuid ja avastusi, mis valmistasid ette keemia kui eksaktteaduse tekkimist (XVII sajandil).

Amiidid — ammoniaagi derivaadid, milles vesinik on asendatud hapete radikaalidega. Värvuseta kristalsed ained; vedel on ainult sipelghappeamiid. Süsihappeamiid — karbamiid ehk kusiaine $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ oli esimene orgaaniline aine, mille valmistas kunstlikult Wöhler 1828. aastal.

Amiinid — ammoniaagi derivaadid, milles vesinik on asendatud süsivesinike radikaalidega. Tugevad alused, mis hape-

tega moodustavad soolaid. Tavaliselt gaasilised või vedelad, põlevad ja vees lahustuvad ühendid. Iseloomustav amiinne rühm NH_2 annab orgaanilistele ühenditele aluselised omadused. Tuntuim ja tööstuslikult tähtsaim amiin on amiin.

Arheotsüaadid — esinesid külluses kambriumi ajastul, kadusid hiljem järsku; on elusolendite jäänused urbsete seintega lehrite ja pisut käärdunud väikeste jahisarvede kujul. Ühed arvavad, et need on korallid, teised, et need on käsnloomad, kuna kolmandad väidavad, et midagi arheotsüaatide taolist polegi praegu olemas. Viimasel juhul on see ainuke täielikult väljasurnud loomade tüüp.

Astroloogia — vanaajal tekkinud ja kogu keskaja üleelanud väärteadus. Astroloogid („tähetargad“) „ennustasid“ tähtede ja planeetide järgi riikide ja inimeste saatusi. Mingi ülemkihilise kuuluva isiku sündimisel koostati „tähtede asukoha“ järgi horoskoop, mille põhjal ennustati vastsündinu saatust. Sadasid aastaid tähti jälgides tegid astroloogid rea õiged astroonoomilisi tähelepanekuid. Astroloogiaga tegeles teenimise huvides ka kuulus astronoom Kepler (1571—1630), kes avastas planeetide liikumise seadused.

Autogenees — arenemine, mis toimub „iseendast“. Autogeneesi teooriad seati ja seatakse vastu darvinismile. Nende teooriate pooldajad kinnitavad, et mingisugune sisemine „jõud“, „võime“ või „tung“ sunnib organisme muutuma. Autogeneesi teooriaid on väga palju. Neid on esitatud mitmesuguste nimetuste all: ortogenees — arenemise teooria „otsejoones“, nomogenees — arenemise teooria, põhinev sisemisel „seadusel“, mis määrab ette kindlaks evolutsiooni; aristogenees — evolutsioon tungi alusel „sünnitada paremaid“ jne. jne. Mõned neist teooriaist tunnustavad avalikult „elujõudu“, teised poevad peitu mehhanistliku terminoloogia taha (viited inertsiprintsiibile, kristallide kasvamisele, mingile sarnasusele polümerisatsiooniga jms.). Kuid kõik autogeneesi teooriad on idealistlikud teooriad.

Autotroofsed organismid. Kõiki elusaid olendeid võib jagada toitumisviisi järgi autotroofseteks (kes ise ennast toidavad) ja heterotroofseteks (kes toituvad teiste elavate olendite arvel). Valdav enamus autotroofseid organisme kuulub roheliste taimede hulka, kes loovad orgaanilisi ühendeid mineraal-

ainetest, süsihappegaasist ja veest, kasutades päikesevalguse energiat (fotosüntees). Teine, väiksem osa autotroofseid organisme omastab süsihappegaasi (orgaaniliste ainete ehitamiseks), kasutades mitte valguskiirte, vaid mineraalainete oksüdeerimise energiat (kemosüntees). Sellised on mõned mikroorganismid. Tun- tud neist on neli põhigrupi: nitrifitseerivad, kes hapendavad ammoniaaki ja ta ühendeid kuni salpeeterhappe ja salpeet- rishappeni; väävlibakterid, kes hapendavad väävel- vesinikku (moodustades vee ja väävli); rauabakterid, kes hapendavad raua alahapendite soolasid, kusjuures loendama- tute hulkade bakterite elutegevuse tagajärjel tekivad mõni- kord „soo“ või „järvemaagi“ ladestud; vesinikubakterid, kes hapendavad vesinikku. On veel mõned mikroorganismid, kes hapendavad süsinikhapendit ja metaani.

Bahmetjev, Porfiri Ivanovitš (1860—1915) — väljapaistev vene teadlane. Töötas Sofia ülikoolis Bulgaarias. Bahmetjev püüdis asuda tööle kodumaal, kuid alles oma elu viimasel aastal, kui ta oli juba maailmakuulsus, sai ta kateedri Šanjavski ülikoolis Moskvas. Erialalt füüsik, harrastas Bahmetjev ento- moloogiat. Viletsasti varustatud laboratooriumis Sofias soori- tas ta huvitavaid katseid putukate anabioosi alal. Õigusega peetakse teda anabioosi teadusliku teooria loojaks (termin „anabioos“ ise võeti tarvitusele Preyer'i poolt 1873. aastal). Surm katkestas Bahmetjev'i poolt laialdase kava kohaselt alus- tatud katsed kalade ja imetajate anabioosi alal.

Berthelot, Marcelin (1827—1907) — kuulus prantsuse kee- mik, termokeemia rajaja. Tegi rea huvitavaid avastusi orgaa- niliste ainete sünteeside vallas. Keemia (eriti alkeemia) aja- loo alal kõige tähtsamate tööde autor.

Blastoidid — vt. Tsüstoidid.

Buffon, Georges Louis Leclerc (1707—1788), markii. Harras- tades loodusteadusi sai temast universaalne looduseuuriija. Ta kogus enda ümber suure hulga spetsialiste, kes koostasid talle kollektisioone, tegid vaatlusi ja katseid. Ta tegutses järgimööda metallurgiaga, optikaga, geoloogiaga, anatoomiaga, keemiaga, bioloogiaga. Lõi omapärase evolutsiooniteooria, milles etendas eriti osa „maa tootva jõu nõrgenemine“.

Buffon'i poolt kogutud ja trükitud avaldatud ülikalalik materjal, tema teooriad, looduse ühtsuse ja ta arenemise idee,

Julge mõte sellest, et „inimene peab võitma endale koha loomade hulgas,“ — kõik see avaldas tugevat mõju prantsuse materialistidele.

Butlerov, Aleksander Mihhailovič (1828—1886) — suur vene keemik, Kaasani, hiljem Peterburi ülikooli professor. Üks praeguse orgaaniliste ühendite ehitusõpetuse loojaist. Butlerov'i eksperimentaalsed uurimused on tunnistanud klassikalisteks. Butlerov sai sünteetilisel teel palju orgaanilisi aineid.

Chevreul, Michel-Eugène (1786—1889) — kuulus keemik, prantsuse keemikute terve koolkonna „patriarh“, üks tänapäeva orgaanilise keemia loojaist. Ta uurimused, peamiselt rasvade ja rasvhapete kohta, rajasidki teed paljudele Berthelot' sünteetidele.

Elusa maailma klassifikatsioon. Loomade ja taimede loomulik süsteem pole veel lõplikult kindlaks määratud. On mõningaid rühmi, mille asendi suhtes süstemaatikute arvamused erinevad. Kõige üldisemalt on vastu võetud alljärgnev jaotus.

Looduslikult jaguneb kogu elus maailm taimeriiigiks ja loomariigiks. Võib eraldada veel kolmanda iseseisva protistide ehk mikroobide riigi.

Botaanikud räägivad kõrgemate ja alamate taimede alamriikidest. Alamad taimed hõlmavad kaheksa hõimkonda: 1) bakterid, 2) sinivetikad, 3) ränivetikad, 4) rohevetikad, 5) pruunvetikad, 6) punavetikad, 7) limaseened ehk müksomütseedid, 8) seened ja samblikud. Kõrgemad taimed jagunevad kahte hõimkonda: 9) kõrgemad eostaimed (samblad, kollad, osjad ja sõnajalad) ja 10) õistaimed (paljasseemnetaimed ja kateseemnetaimed). Paljasseemnetaimede hulka kuuluvad troopilised palmlehtikud, „rahupalmid“, mis tegelikult sugugi ei ole palmid, omapärane jaapani hõlmikpuu (*Ginkgo*) ja kõik meie metsade okaspuud. Need taimed on niivõrd erinevad pärisõistaimedest, et viimasel ajal sageli ei ühendata paljasseemnetaimede klassi ühte hõimkonda kateseemnetaimedega, vaid sammalde ja sõnajalgadega. Kateseemnetaimed jagunevad kaheks üldtuntud klassiks: üheidulehelised ja kaheidulehelised.

Zooloogid jaotavad praegu oma suure loomariigi ainu-
raksete ja hulkraksete alamriikidega ning nende alam-
riikide mitmete põhikondadega järgmisteks hõimkonda-
deks: 1) algloomad, 2) käsnad, 3) ainuõõssed: rühm
usse, milles nüüd nähakse mitut iseseisvat hõimkonda; 4) lame-
loomad, 5) ümarloomad, 6) kärssussid, tihti väga
ilusad kirjuvärvilised mereussid, kelle hulka kuulub hiiglaslik
30-meetrine „linneus“, ja 7) kõrgemad ussid, kelledeks
peetakse nii vähelüliseid (oligomeerseid) kui ka rõng-
usse. Edasi järgnevad: 8) hiiglasuur ja tähtis lüljalgsete
hõimkond, 9) laialdane molluskide ehk limuste
hõimkond, 10) küllalt selge okasnahksete hõimkond. Siis
mõned arvuliselt tähtsusetud, kuid omapärased loomade rühmad,
kelle asend süsteemis on väga vaieldav; nimetame neist:
11) kombitspärgsed: sammalloomad, käsijalgsed (see hõim-
kond on tõenäoliselt kunstlik ja paljud autorid klassifitseerivad
sellesse kuuluvaid loomi teisiti); 12) imetusväärased mereloomad
— neelhingsed, neid on seotud usside ja okasnahksetega;
neil on jooni, mille poolest nad on suguluses keelikloomadega,
kellele hulka neid ka vahest alamhõimkonnana arvatakse. Lõppeks
15) keelikloomade ehk kordaadide hõimkond, vähe-
malt kolme alamhõimkonnaga: a) mantelloomad (astsiidid
ehk merituped ja salbid ehk meritünnikesed), b) koljutud
(süstikkala) ja c) selgroogsed.

Peale selle on veel väikesi loomarühmi, kellele on raske leida
kohta süsteemis, näiteks harjaslõugsed (meie meredes on
tavaline läbipaistev nooluss, paljude kalade toit). Teised zooloogid
näevad harjaslõugsetes isegi iseseisvalt hulkraksete alampõhi-
konda.

Üldiselt on hõimkond kõige laialdasem looduslik süstemaati-
line rühm. Sugulussuhted hõimkondade vahel on väga keeruline
ja raske probleem, mis teaduses on esile kutsunud palju lahkeli-
sid ja vaidlusi. Nii võib kujutleda keelikloomade põlvnemist
mõnest usside rühmast; millisest aga just, on raske kindlaks teha.

Hõimkonnad jagunevad, nagu teame, klassideks
(näiteks selgroogsed — kalade, amfiibide ehk kahepaiksete, roo-
majate, lindude ja imetajate klass), klassid seltsideks
(imetajail on sääraseiks seltsideks kiskjalised, putukatoidulised,
närilised, nahkhiirelised, londilised, ahvilised jt.). Seltsid jagune-

vad sugukondadeks (näiteks kaslaste, koerlaste ja karulaste sugukonnad kiskjaliste hulgas, inimahvlaste sugukond ahviliste hulgas). Iga sugukond koosneb reast perekondadest (näiteks on kaslaste sugukonnas kasside ja gepardide perekonnad). Iga perekond ühendab suguluses olevad liigid (kasside perekonnas on kodukassi, tiigri, pantri jt. liigid). Liik on elusa maailma alajaotuse põhiüksus. Loendades mitmesuguste elusate olendite arvu, loendab looduseuurija tavaliselt nende liikide arvu.

Inimene moodustab iseseisva liigi, perekonna ja omaette sugukonna ahviliste seltsis.

Ajalooliselt on välja kujunenud mõningad erinevused botaaniliste ja zooloogiliste süsteemide vahel. Seal, kus zooloog, isoleerimustades mingit loomarühma, räägib seltsist, kõneleb botaanik sugukonnast. Termin „selts” on botaanikas üldse vähe „läbi löönud”. Kõige viimase ajani oli botaanikale tundmata ka termin „hõimkond”. „Hõimkonna” tähenduses tarvitati siin terminit „klass”.

Empedokles Akragas'est — filosoof (umbes 490—450 e. m. a.). Teda peetakse üheks vanimaks evolutsionistide eelkäijaks. Tema õpetuse järgi tekkisid esimesed organismid isoleeritud kehaosadest. Pead tekkisid kaelata, käed liikusid ilma õlgadeta, silmad ekslesid ilma laupadeta. Hiljem nad ühinesid, kuidas juhtus, puht juhuse tahtel. Kuid kõik koletislikud kombinatsioonid hukkusid. Ainult need, mis osutusid „tõelisteks” kombinatsioonideks, jäid elama.

Empiiriline — see mis tuleneb kogemusest. Kuid idealistid-empiirikud, nende hulgas mahhistid, kuulutavad kogemuse „ajstingute kogumiks”. Aga empiirikud-mehhanistid, kes proklameerisid endid „kogemuse kummardajaiks”, tõlgendavad tegelikult kogemust kitsendavalt, piiratult, lühinägelikult, filosoofiat „mitte tunnustades”, mitte hinnates üldistuste, üldiste teooriate ja teaduslike abstraksioonide tähtsust. Niisuguse pealiskaudse ja mõtestamatu kogemuse „kummardamise” kohta üteldaksegi — „roomav empirism”. Dialektiline materialism tunnustab, et kogu tunnetamise aluseks on meeleline kogemus, kuid dialektiline materialism kriipsutab samal ajal alla teooriate, ideede ja mõistete tähtsat osa.

Empiriokrititsism — „puhta kogemuse kriitiline filosoofia“, subjektiivne-idealistik filosoofiline vool, mille rajasid Avenarius ja Mach. (Vt. Mach.)

Fluorestsents — paljude kehade omadus hakata omakorda helenduma neile langevate kiirgamislainete — elektronvoolude mõjul.

Formaldehüüd — vt. Aldehüüdid.

Graptoliidid. Tervelt sada aastat olid mõistatuseks spiraale, kepikesi, oksakesi, kummalisi võrke sõna tõsisem mõttes täis maailm kivid, mida leiti külluses siluri ajastu ladestustes. Nüüd on küllaltki täpselt kindlaks tehtud, et need saladuslikud jäljed on jätnud ürgaegsed hüdromeduusid, kes ujusid suurte haraliste ja kummaliste kolooniatena. Huvitav on mõnede graptoliitide sarnasus merepõhja kinnitatud sulglõpuseliste kolooniatega, mis omakorda meenutavad huvitavaid neelhingseid loomi.

Haeckel, Ernst (1834—1919) — XIX sajandi teise poole saksa bioloog, darvinismi äge kaitsja ja populariseeriija, „Monistide Liidu“ asutaja. See liit seadis oma sihiks võitluse traditsioonilise religioosse maailmavaataga. Haeckel ei olnud järjekindel materialist. Haeckel'i ühiskondlikud vaated ja teooriad olid väga reaktioonilised. Kuid ta teeneks on materialistlike ideede propageerimine rahvamassidele. Erilist osa etendas tema populaarne ja paljudesse keeltesse tõlgitud teos „Maailma mõistatused“. „Haeckel'i loodusteadusliku materialismi“ hinnangu andis Lenin oma raamatus „Materialism ja empiriokrititsism“.

Helmholtz, Hermann (1821—1894) — väga silmapaistev füüsik ja füsioloog. Energia jäävuse põhilause üks autoreist. Helmholtz pidas põhimõtteliselt „ideaalsele mõistusele“ võimalikuks säärase universaalse võrrandi koostamise, millest võiks tuletda kõikide loodusnähtuste seletused, viies need ühendusse elementaarsete osakeste liikumisega.

Hemato-entsefaliitiline (vere-peaaju) barjäär — takistab tervele reale ainetele (nende hulgas mürkidele) tungida veresoontest tsentraalnärvisüsteemi. See sõltub sellest, et aju soonterakud ei lase läbi kõiki aineid, vaid omavad läbilaskevõimet. Seda meie keha huvitavat sisemist seadeldist, mis kaitseb aju-hemato-entsefaliitilist barjääri, uuris peamiselt nõukogude füsioloog akadeemik Lina Solomonovna Stern.

Kemotroofsed organismid — vt. Autotroofsed.

Ketoonid — aldehüüdidele lähedased ained. Nii aldehüüdi-
del kui ka ketoonidel on kaks süsiniku aatomisidet küllastatud
ühe hapniku aatomiga. Kuid ketoonidel on kaks ülejäänud
süsiniku aatomisidet ühinenud mingisuguste süsiniku ahelikega,
aldehüüdidel aga üks neist seoseist on tingimata vesiniku aato-
miga. Sel kombel on aldehüüdidele iseloomustav CHO grupp,
aga ketoonidele CO grupp, mis on seotud süsivesiniku kahe
jäägiga. Seepärast võivad aldehüüdid hapenduda palju kerge-
mini kui ketoonid (kusjuures aldehüüdid moodustavad orgaani-
lisi happeid, millede järgi neid nimetataksegi). Üks ketoon,
atsetoon, leidub inimese veres ja uriinis; diabeedi puhul suure-
neb selle hulk tugevasti. Atsetoon on kergesti lenduv; keemili-
selt saadakse teda puidu kuival destilleerimisel; omab tööstus-
likku tähtsust.

Konditsionalism — maailmavaade, mille järgi ei saa rää-
kida nähtuste põhjusest, vaid tuleb ütelda, et nähtus on
paljudest ühesuguseist tingimustest. Sel viisil lükkab see ma-
ailmavaade ümber põhjuslikkuse seaduse. Ta kujutab endast
agnostitsismi eri kuju. Kui tõesti mõni teadlane oma teadusli-
kus töös käiks selle vaate järgi, siis poleks ta üldse teadlane.
Iga tõeline teadus saab olla rajatud ainult materialistliku põh-
juslikkuse seaduse alusele ja mitte kuidagi teadust hülgava
idealistliku konditsionalismi alusele. Kerge on jälgida ka niite,
mis jooksevad konditsionalismist Mach'i filosoofia juurde (tema
õpetusega „funktsionaalsest sõltuvusest“).

Labiilsed ühendid — ebapüsivad, „mittetardunud“, liiguvad,
reaktsioonidele ja muundustele kalduvad ühendid.

Laplace, Pierre Simon (1749—1827) — prantsuse füüsik ja
matemaatik. Tõestas oma „Taeva mehhaanikas“, et on küllalda-
selt looduslikke jõude, et seletada päikesesüsteemi tekkimist ja
ta püsimist. (Kuulus on Laplace'i vastus Napoleon'ile, kes küsis,
miks teadlane ei maini loojat oma raamatus: „Ma ei vajanud
seda hüpoteesi“.)

Leduc, Stephan — prantsuse teadlane, professor Nantes'is.
Oma katsed elunähtuste mudelitega (katsed, milles ta nägi uue
teaduse — „sünteesilise bioloogia“ — algust) avaldas Leduc
raamatuis „Elu füüsikalised alused“, 1907. ja „Elu füüsikalise-
keemiline teooria“, 1910.

Letsitiin — lipoidse iseloomuga liitaine, mis sisaldab süsinikku, vesinikku, lämmastikku, hapnikku ja fosforit; vahataoline; kaasneb rasvadega (näiteks ajus, veres, piimas jne.). Kristallisel kujul saadakse teda munarebust ja kalamarjast. Vees ta pundub, moodustades (mikroskoobiga vaadates) õliseid müeliini-niite. Letsitiin on eriti palju noortel loomad, seemnetes ja organismi kasvavais osades. Nähtavasti etendavad letsitiinid tähtsat osa kasvamisprotsessides. Peale selle võtavad nad osa (koos lipoididega) plasma poolläbilaskvate pindkilede moodustamisest.

Lipoidid — rasvataolised ained. Esinevad protoplasmas lipoidse kihi või terakeste näol. Võtavad osa rakukestade ehitusest. Lipoididele omistatakse tähtsaid ja õige arvukaid funktsioone raku elutegevuses.

Mach, Ernst (1838—1916) — austria füüsik ja filosoof-ideal. Kinnitas, et tema „puhta kogemuse“ „teaduslik filosoofia“ seisab kõrgemal idealismist ja materialismist. Tegelikult aga on selle väga segase „filosoofia“ aluseks äärmine (ja kõige reaktsoonilisem idealismi vorm — piiskop Berkeley (1685—1753) õpetus, kes väitis, et pole olemas mingit materiat, vaid kogu väline maailm on ainult „aistingud“, „kujutelmad“, „vaimse tegevuse produkt“ ja pole iseendast ilma tajuva tunnetuseta üldse olemas. Berkeley jälgedes kinnitas Mach samuti, et asjad on „kogemuse elementide kompleksid“, meie aistingute kogumid, ilma ühegi materiaalse aluseta. Mach'i arvates ei sea teadus üldse endale ülesandeks tunnetada nähtuste olemust, tõde; teadus ei seleta midagi, vaid ainult „kirjeldab“. Mach eitas põhjuslikkuse seadust, asendades selle „funktsionaalse seosega“, mis oli laenatud matemaatikast. Näiteks geomeetrias ei saa ütelda, et raadiuse pikendamine on ringi ümbermõõdu suurenemise põhjus (ja vastupidi); on olemas ainult funktsionaalne sõltuvus. Mach'i arvates on looduses sama lugu. Ja teadus ainult peab varustama meid meie aistingute mugavalt, ökonoomselt ja vasturääkivusteta koostatud teatmikuga. Oma filosoofia meelega eitas Mach näiteks tänapäeva füüsika üht alust — aatomiteooriat. Auguste Comte'i vana positivismi pidas Mach „mitte küllaldaselt teaduslikuks“. Väliselt „teadusetaoline“ mahhism saavutas suure edu Lääne looduseuurijate hulgas; oma teaduslikus töös olid need looduseuurijad tavaliselt mehhanistid. Hävitava kriitika andis mahhismile Lenin oma raamatus

„Materialism ja empiriokrititsism“. (Nimetuse „empiriokrititsism“, s. o. puhta kogemuse kriitiline filosoofia“, leiutas Mach'ile vaadetelt väga lähedane filosoof Avenarius.)

Mitogeneetiline kiirgamine on kiirgamine väga lühikese lainega, mida välja saadavad jagunevad rakud ja mille avastas 1925. a. Simferoopoli ülikooli prof. A. G. Gurvitš. Mitogeneetilised kiired kutsuvad omakorda esile nende poolt „valgustatud“ rakkude jagunemise (kui ainult rakud selleks on „küpsed“). Elava organismi kiirgamise avastamine on üks bioloogia hämmastavaid avastusi XX sajandil. Rohkema kui kahekümne aasta jooksul on Gurvitš'i koolkonna poolt kogutud väga rikkalik mitogeneetilist kiirgamist käsitlev bioloogiline materjal. Päevakorras on nende uurimine täpsete füüsikaliste meetodite abil.

Monism on filosoofiline õpetus, mis vastandlikult dualismile tunnustab maailmas ainult ühte lähtealust. On olemas nii materialistlik kui ka idealistlik monism. Materialistid peavad niisuguseks lähtepunktiks materiat kui ainukest nähtuste alust. Idealistid-monistid peavad kõikide nähtuste ainsaks aluseks vaimu. Tõeliselt on monistlik filosoofia ainuüksi dialektiline materialism.

Nitriilrühm — CN (süsinik-lämmastik).

Positivism — „positiivse kogemuse“ filosoofia, mis tõmbas ligi paljusid XIX sajandi teise poole juhtivaid looduseuurijaid. Positivistide üleskutsed kogemusteks ja täpseks teadmiseks on vastukaaluks pimedale usule ja metafüüsilisele natuurfilosoferimisele. Kuid kogemus, nagu seda mõistsid „õigeusklikud“ positivistid, oli ainult aistingute või kujutelmade kogum; nähtuste olemus kuulutati tunnetamatuks, ja need uurijad, kes püüdsid seda lahendada, tembeldati metafüüsikuiks. Positivismi süsteemi töötas välja prantsuse filosoof Auguste Comte (1798—1857). Lähtudes oma „positiivse kogemuse filosoofiast“, ei tunnustanud Comte rakuteooriat ega evolutsiooniteooriat (nagu hiljem Mach), eitas aatomite olemasolu. Ta pidas tühiseks mõistuse mänguks küsimust elu tekkimisest Maa peal, kogu astrofüüsikat, Kuu ja Marsi pindade uurimist, tähtede ja planeetide ehituse uurimist jne. Comte jõudis välja küllaltki seaduspäraselt uue „positivistliku“ religiooni loomiseni, mille ülempreestriks pidas ta ennast.

Retikulo-endoteliaalne süsteem on kogum rakke (kuuluvad sidekoe eri liikidesse — endoteliaalsesse ja retikulaarsesse koesse), mis voorderavad vere- ja lümfisooni, millised kuuluvad lümfisõlmede ja siseelundite koostisse. Need rakud absorbeerivad verest ja lümfist toitaineid ning töötavad need ümber. Peale selle nad püüavad, peavad kinni ja teevad kahjutuks igasuguseid kahjulikke ning kõrvalisi aineid, mis on sattunud verre, haaravad ja hävitavad mikroobe. Sel viisil on retikulo-endoteliaalne süsteem sisemine kaitsevall, mis on püstitatud just sinna, kus toitained peavad verest ja lümfist üle minema elava keha siseelundesse ja kudesse. Selle barjääri, „sidekoe füsioloogilise süsteemi“ seisundile omistatakse väga suurt tähtsust organismi pikaeealisuse suhtes. Akadeemik A. A. Bogomolets nimetab seda süsteemi „toitainete depooks“ ja organismi „juureks“ ning kirjutab, et „inimene omab oma sidekoe vanust“.

Spencer, Herbert (1820—1903) — inglise filosoof. Inimene väga laialdaste teadmistega, mis ta omandas iseõppimise teel. Spencer juhtis evolutsiooni-idee järjekindlalt läbi kõikide teaduste, liites need kõik omapäraseks süsteemiks. Darwin pidas teda isegi oma eelkäijaks. Kuid Spencer'i evolutsionism pole küllaltki sügav. Sarnastades organismi kristalliga, sarnastas Spencer ühiskonda organismiga („orgaaniline koolkond“ sotsioloogias).

Teleoloogia — idealistlik õpetus, mille järgi looduses on kõik eesmärgipärane ja loodusele on omased „eesmärgid“. Engels naeruvääristas teleoloogide vaadet, millele vastavalt „kassid on loodud selleks, et hiiri õgida, hiired selleks, et saada kassidest õgitud, ja kogu loodus selleks, et näidata looja tarkust“.

Trilobiidid. Kunagi need kummalised vähilaadsed, nii pikuti kui ka põigiti kolmeks osaks jaotatud kehaga mereloomad (mis pärast neid nimetataksegi trilobiitideks, s. o. „kolmeosalisteks“) täitsid sõna otseses mõttes ürgmered kuni suurimate sügavusteni. Nende hulgas oli häid ujujaid, teised jooksid kiiresti, kolmandad tõmbusid kokku keradeks nagu keldrikakandid. Kuid kõik see ei päästnud neid. Võib oletada, et nende hävitajaks osutusid poliüübid, kes koos haikaladega haarasid meredes võimu (paleozooilise) ürgaja lõpul.

Tsentrosoom — „kesk-kehake“. Etendab tähtsat osa looma rakkude jagunemisel. On väga väike ja puhkavates rakkudes tuuma lähedal vaevu märgatav (või üldse mitte märgatav). Jagu-

nemise ajal aga muutub selgesti nähtavaks ja ta ümber tekib kiirgav sfäär; tsentrosoom esimesena jaguneb kaheks osaks, mis asetuvad jaguneva raku „poolustesse” ja hiljem satuvad tütar-rakkudesse.

Tsüstoidid (tsüstiidid) — „meriõunad“, ümmarjad või mitmekandilised, aeglaselt roomavad või kinnitunud olendid, vanimad okasnahksed. Kõige rohkem sarnlesid nad meriliiliatega, kuid neil on sarnasust ka merisiilikutega ja meritähtedega. Nad on ürgaegsete elusate liitolendite headeks näidisteks, millede leide ennustas evolutsiooniteooria. Tsüstoidid panid aluse paljudele tänapäeva loomaklassidele. Tsüstoididest arenes ka blastoidide ehk „merinuppude” klass, kes olid väikesed, ainult mõnesenti-meetrise läbimõõduga okasnahksed loomad, keda leidub külluses devoni ja kivisöe ajastu ladestutes ja kes elasid üle tsüstoidid, kuid kadusid siis.

Tsütoloogia — rakuõpetus. Eraldus läinud sajandi teisel poolel histoloogiast — koeõpetusest.

Vakuoolid — põiekesed ehk mikroskoopilised õõned raku või üherakulise organismi protoplasmas, täidetud vedelikuga. On toitvakuoole (toitekublikuid), kus „seedub” raku poolt omastatud toit, ja tuikevakuole (tuikekublikuid), mis perioodiliselt täituvad vedelikuga ja hiljem tühjenduvad — vedeliku kõrvaldavad (näiteks infusooridel).

Wöhler, Friedrich (1800—1882) — keemik. Sai 1828. aastal kunstlikult esimese orgaanilise aine — kusiaine (karbamiidi). 1827. aastal jätkas Erstedti töid alumiiniumi saamise alal; avastas 1882. aastal berülliumi.

Sisukord.

	Lk.
Essõna eestikeelsele väljaandele	3
Essõna	15
Sissejuhatus. Suur mõistatus	19
Esimene peatükk. Võimsaim jõud	30
Teine peatükk. Kuidas tekkis elu iseenesest	50
Kolmas peatükk. Kuidas Louis Pasteur lükkas ümber elu iseteckkimise	72
Neljas peatükk. Kuidas elu „kunagi ei tekkinud“	80
Viies peatükk. Lihtsaima organismi otsinguil	93
Kuues peatükk. „Pseudoorganismid“ ja mudelid. Leek ja kristall	129
Seitsmes peatükk. Elusa keha keemia ja füüsika	142
Kaheksas peatükk. Äärmuseni keeruline aine	159
Üheksas peatükk. Mis on siis elu?	176
Kümnnes peatükk. Kõik elus koosneb rakkudest. Elu ja surm	194
Üheteistkümnnes peatükk. „Sinilinnu“ jahil	217
Kaheteistkümnnes peatükk. Elu hälli juures	225
Kolmeteistkümnnes peatükk. Kuidas ainest sai olend. Maa- ilma haljastumine. Mis on progress?	239
Neljateistkümnnes peatükk. Ultraviirused. Kas on praegu võimalik elu iseteckkimine	270
Viieteistkümnnes peatükk. Elu süntees	284
Kuueeteistkümnnes peatükk. Elust, mis pole sarnane meie eluga. Elu universumis. Kokkuvõte	304
Lühike sõnastik	316

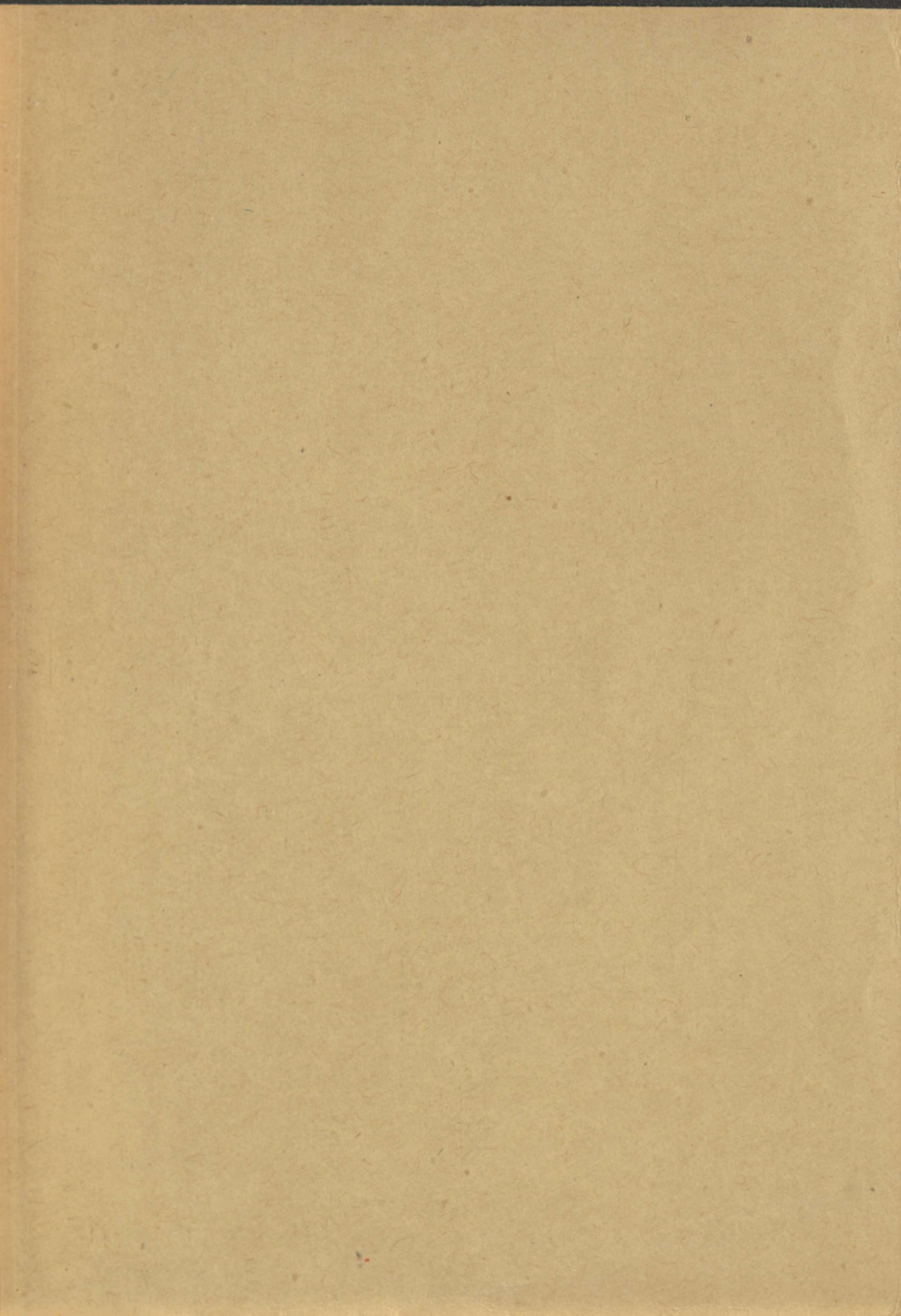
*Vastutav toimetaja S. Taimre.
Tehniline toimetaja H. Kohu.*

Ladumisele antud 1. VII 48. Trükkimisele antud 11. XII 48. Paberi kaust 56×79. 1/16.
Trükipoognaid 20 1/2. Autoripoognaid 13,1. Arvestuspoognaid 15,02. MB 04424. Lao-
tühedus trpg. 31 500. Tiraaž 5000. Trükikoja tellimus nr. 677.
Trükikoda „Noor-Eesti“, Tartu, Kastani 38.

В. Сафонов, Загадка жизни. На эстонском языке. Эгосиздат „Научная
Литература“, Тарту.

Trükivigade õiendus.

Lk.	Rida	On trükitud	Peab olema	Kelle süü läbi viga tekkinud
92	10. ülalt	„Pürozoa'sid“	„Pyrozoa'sid“	Korrektor
130	7. „	Paremal amööbi <i>Diffugia</i> „majake“; vasakul	Vasakul amööbi <i>Diffugia</i> majake; paremal	Vast. toime- taja
137	5. „	liblikatõukude	liblikanukkude	„
299	2. alt	² К. Тимирязев	¹ К. Тимирязев	Korrektor



RBL. 16.—

10.40.

RBL. 16.—

10.40.

V. SAFONOV — ELU MÕISTATUS.



POPULAARTEADUSLIK SARI

V. SAFONOV

ELU MÕISTATUS

RK

„TEADUSLIK KIRJANDUS”

