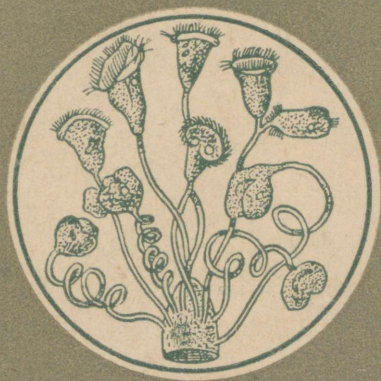


POPULAARTEADUSLIK  
SARI

V. A. DORFMAN

ELUS JA ELUTA  
LOODUS



\* RK „TEADUSLIK KIRJANDUS” \*



Duplum

PROF. V. A. DORFMAN

# ELUS JA ELUTA LOODUS



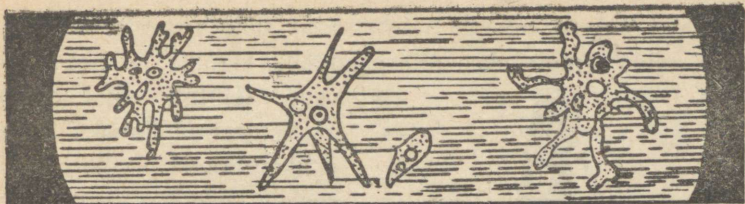
RK „TEADUSLIK KIRJANDUS“  
TARTU, 1948

Tõlgitud teose järgi: Проф. В. А. Дорфман, Мир живой и неживой.  
ОГИЗ, Государственное Издательство Техничко-Теоретической Лите-  
ратуры, Москва/Ленинград, 1947.

Tõlkinud L. Müürsepp.



12961  
A-16558



## Sissejuhatus.

Kas teie, lugeja, olete endale esitanud küsimuse: kuidas eraldada elusat elutust? Ärge arvake, et seda alati on väga lihtne teha. Mille poolest erineb näiteks elus nisutera elutust kivikesest? Esimesel pilgul — mitte millegi poolest. Kuid nad erinevad ometi tohutult teineteisest: terast kasvab soodsail tingimustel taim, kivi aga on võimatu elustada ükskõik milliseil tingimustel.

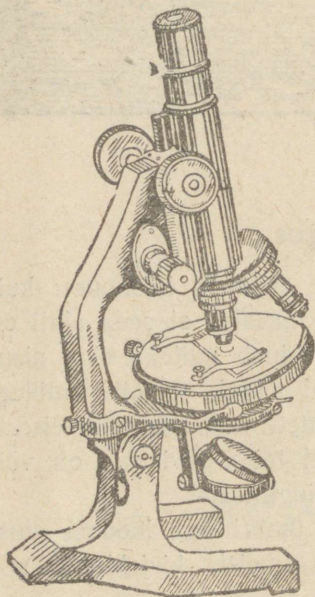
Tunnuseid, mille poolest meid ümbritseva looduse elusolendid erinevad surnud, eluta esemeist, kirjeldabki see raamat.

Siit selgub ka, kui lõpmatu mitmekesine on elus loodus ja kuidas ta väga kaugetel aegadel tekkis eluta loodusest.

### 1. Elus maailm veetilgas.

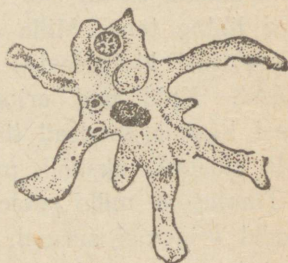
Esimesel pilgul võib näida, et maa peal ei ole kuigi palju elusolendeid. Kõik teavad näiteks, et on olemas hiiglakõrbi, mis näivad täiesti asustamatuina. Tegelikult aga sünnib ja sureb seal igal silmapilgul, nagu igal pool mujalgi, loendamatul hulgal elusolendeid, käib vahetpidamatu võitlus elu ja toidu pärast. Kuid see elu kulgeb sageli nii märkamatuult, et seda on raske, kui mitte võimatu palja silmaga näha.

Kuid paljale silmale nähtamatut võib näha eriaparaadiga, mida nimetatakse mikroskoobiks (joon. 1). See aparaat leiutati kolmesaja aasta eest Hollandis. Sõna «mikroskoop» võib eesti keelde tõlkida järgmiselt: «näen väga väikesi esemeid». Kaasaegne mikroskoop on väga keeruka ehitusega seadeldis, mille abil



Joon. 1. Kaasaegne mikroskoop. Kui vaadeldav ese on suur ja läbipaistmatu, lõigatakse ta habemenooga õhimateks viilukesteks; õhuke viiluke pannakse klaasile ja koos viimasega mikroskoobi lauakesele ning mikroskoobi toru suunatakse uuritavale lõigule. Lõiku valgustavad mikroskoobi all asetsevast peeglikesest peegelduvad valguskiired.

raat leiutati kolmesaja aasta eest Hollandis. Sõna «mikroskoop» võib eesti keelde tõlkida järgmiselt: «näen väga väikesi esemeid». Kaasaegne mikroskoop on väga keeruka ehitusega seadeldis, mille abil

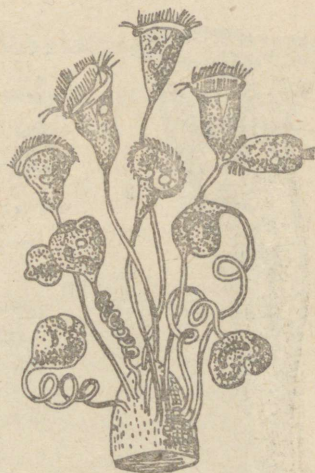
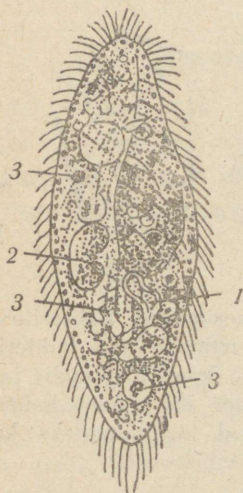


Joon. 2. Amööb. See algloom liigub väljatõugatavate võsutaoliste „ebajalakeste“ abil. Amööbi sisemuses on näha tume tuum ja mõned „mullikesed“, milles toimub ebajalakeste abil haaraatud toidu seedimine.

esemete kujutist võib suurendada enam kui kahetuhandekordselt. Hiljuti leiutati aga uus mikroskoop, niinimetatud

elektronmikroskoop, mis suurendab palja silmaga nähtamatuid kehi kümneid ja isegi sadu tuhandeid kordi.

Suur oli mikroskoobi leiutaja üllatus esmakordselt läbi selle riista vaadates. Mitte vähem ei hämmastu iga ini-

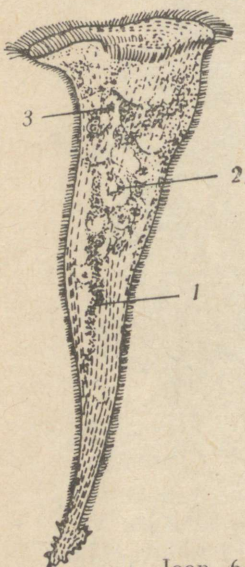


Joon. 3. Kingloom. Algloom; kuulub ripsloomade hulka, sest et ta keha on kaetud ripsmetega. Ripsmetega on kaetud ka kinglooma „neel“ (1), mille kaudu alglooma sisemusse pääseb toit ümbritsevast keskkonnast. Kehas on näha raku tuum (2) ja hulk seedimis-„mullikesi“ (3).

Joon. 4. Vesikellukeste — ripsloomade koloonia. Vesikellukesed kinnituvad varretele, mis võivad spiraalkujuliselt kokku tõmbuda. Vesikellukeste tuumad on hobuserauakujulised.

mene, kes esmakordselt mikroskoobis vaatleb lihtsast loigust või heinaleotisest võetud veetilka. Selle leotise saamiseks tuleb klaasitäiesse vette visata väike kahluke heinu ja siis asetada klaas päikese kätte. Mõne päeva pärast tuleb klaasist mädalõhna.

Võtke sealt nüüd tilk vett ja vaadeldge mikroskoobiga. Teie ees avaneb elus maailm, maailm veetilgas. Ses väikeses tilgas kihab elu. Temas sünnivad, elavad ja võitlevad oma elu pärast sajad mitmesugused paljale silmale nähtamatud olendid.



Joon. 5. Mitmesugused bakterite liigid. Nagu joonisel näha, võivad bakterid olla täpi-, kepikese-, koma-, spiraali- ja muukujulised. Nende seas esineb haigusttekitavaid baktereid, nagu näiteks koolera-vibrioon (1).

Joon. 6. Ripsloom tõrilane. See väga suur infusoor erineb oma helmekeetaolise tuuma poolest (1). Ta sisaldab mitu seedimis-„mullikest“ (2) ja tal on, samuti kui kingloomal, neel (3), mille kaudu toit veevooluga kehha satub.

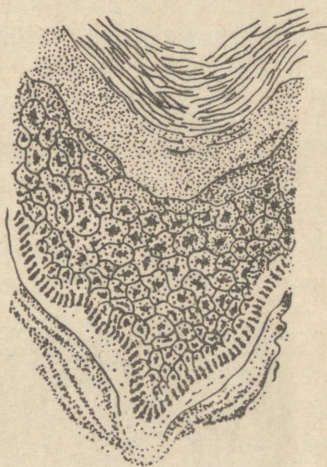
Ilmub nähtavale imeliku välimusega olend. Tema kõrvalt ujub kiiresti mööda teine ja kaob vaateväljalt. Siin istub varrekesel juba kolmas; kergelt kiikudes liigutab ta keha ülemisel äärel kasvavaid ripsmeid. Aga juba tõmbub ta paigalt lahti ja ujub eemale. Tilk kihab väikestest „pulgakestest“ — bakteritest, mis justkui tantsivad. Joonistel 2, 3, 4, 5 ja 6 on kujutatud mitmesugused selle väikese maailma elanikud.

Kui juba ühes veetilgas võib loendada sadu elusolendeid, kui palju on neid siis meres või ookeanis! Aga õpetlased on neid leidnud ka maapinnast ja isegi õhust. Nii avas mikroskoop inimestele tohutu elusa maailma, mis on asustatud loendamatute elanikkudega.

## 2. Elusolendite kehaehitus.

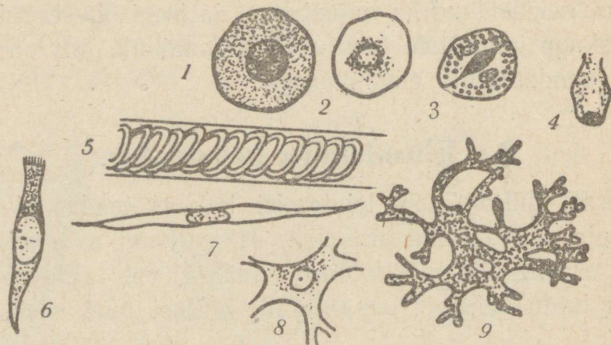
Pärast mikroskoobi leiutamist hakkas teadus elust — bioloogia — kiiremini arenema. Mikroskoop avastas mitte ainult elusolendite uue tohutu maailma, vaid valgustas ka varem tuntud elusate organismide ehitust uuel viisil.

Joon. 7. Inimese jalatalla nahk. Nahk koosneb mitmest kihist; välimine kiht sureb aeg-ajalt ja asendub uuega. Kiiresti paljunevaid rakke on näha joonise keskel; nad on tihedalt külje külje kõrval.

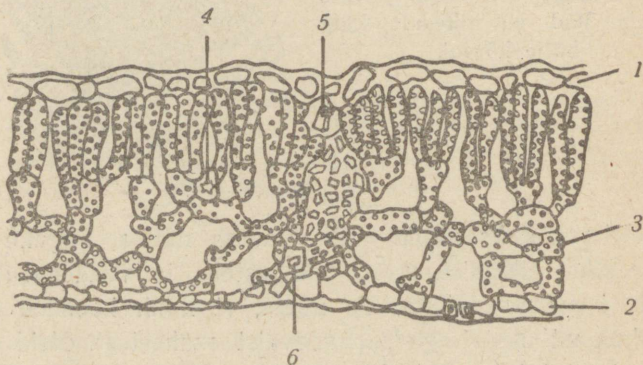


Võtke näiteks tükike mõne looma nahka, lõigake see õhukesteks läbipaistvateks viilukesteks ja vaadeldge neid viilukesi mikroskoobiga. Te näete, et nahk koosneb suurest hulgast üksteisega sarnanevaist osakestest. Neid osakesi nimetatakse rakkudeks. Iga rakk koosneb erilisest ainest, mida nimetatakse protoplasmaks, ja protoplasmas asetsevast rakutuumast. Protoplasma ja tuum on peaaegu iga raku põhiosad. Peale nende võib rakk sisaldada veel

mitmesuguseid väikesi osakesi — raku toiteaineid või väl-  
jaheidetavaid osakesi.



Joon. 8. Mitmesugused rakuliigid. Joonis näitab, kuivõrd mitme-  
kesine võib olla raku kuju. Kerakujulise munaraku kõrval (1)  
esinevad lamedad rakud (2), poolkuukujulised (3), pokaalikuju-  
lised (4), spiraalse seinapaksendiga rakud puidust (5), silindrikuju-  
lised (6), süstikukujulised lihasrakud (7), tähekujuelised närvi-  
rakud (8) ja pigmentirakud (9).



Joon. 9. Pöökpuu lehe ristlõik. Ülalt (1) ja alt (2) palistab  
lehte marrasknahk, lehe keskel (3) on piklikud rakud, mis sisal-  
davad kogu lehele värvust andvaid rohelisi terakesi. Peale selle  
sisaldavad mõned rakud kristalle (4, 5 ja 6).

Need vähiinad olendid, keda nägime veetilgas, elavad vabalt omaette. Naharakud aga ei ole iseseisvad. Nad moodustavad tihedalt üksteise küljes olles terviku — koe (joon. 7).

Rakkudest koosneb mitte ainult nahk, vaid ka kõik teised inimese ja looma kehaosad. Lihased koosnevad lihaskoerakkudest, närvisüsteem — närvirakkudest, maks — erilistest maksarakkudest jne. (joon. 8).

Igal rakuliigil on omad erinevused, sest et iga liik täidab kehas eri ülesandeid. Kuid põhimiselt on kõik keharakud üksteise sarnased.

Rakkudest koosnevad ka taimed (joon. 9).

Veetilgas olevaid olendeid vaadeldes võib tähele panna, et paljud neist sarnanevad ehituselt üksiku rakuga. Õpetlased on kindlaks teinud, et need olendid koosnevadki ainult ühest rakust. Seepärast nimetatakse neid ainurakseteks ehk algloomadeks, vastandina hulkrakseile, tüsiliku kehaehitusega elusolendeile.

Enamik elusaid organisme koosneb mitmekesiste rakkude tohutust hulgast. Hulkraksete hulka kuuluvad kõik meile tuntud taimed ja loomad, nende seas ka inimene.

### 3. Elu tunnused.

Loomad sarnanevad taimedega mitte ainult selle poolest, et nad koosnevad rakkudest. Peale selle on olemas selliseid elu tunnuseid, mis seovad kõiki elusolendeid, niihästi taimi kui ka loomi, üheks elusaks looduseks vastandina eluta loodusele.

Millised on need tunnused?

Kui küsida, mille poolest esimesel pilgul erineb elus elutust, vastab arvatavasti igaüks:

«Arusaadavalt võib elusolend ennekõike liikuda. Linnud lendavad, kalad ujuvad, loomad jooksevad.» See on

õige. Aga kas taimed liiguvad? Puud ja põõsad püsivad ju kogu oma elu ühel kohal.

Selgub, et ka taimed, kuigi nad on kinnistunud ühele kohale, võivad teha iseseisvaid liigutusi. Nende liigutuste nägemiseks tuleb taimi tähelepanelikult vaadelda.

Akaatsia lehed näiteks ööseks otsekui uinuvad — nad käänduvad kokku nagu liblika tiivad ja sirutuvad uuesti laiali hommikul päikesetõusul. Sama toimub ka ristikhaina lehtedega.

Iseseisva liikumisvõimega on teisedki taimede osad. Eriti huvitav on taim, mida nimetatakse «häbelikuks mimoosiks». Tarvitseb vaid kergelt puutada üht mimoosi



Joon. 10. Häbelik mimoos. Rahulikus seisundis on selle taim lehekesed laiali sirutatud (vasakul ja ülal), puudutamisel aga tõmbuvad nad kokku, kusjuures kogu oksake laskub (paremal all).

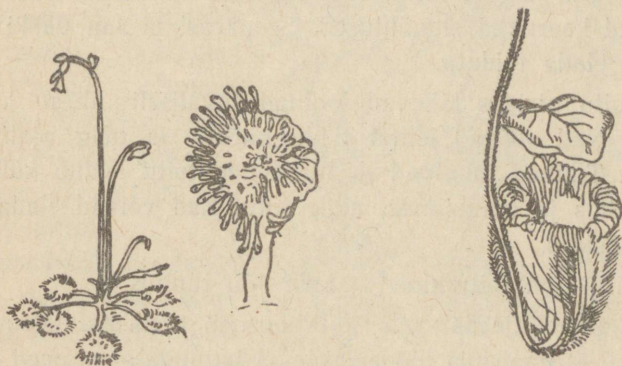
lehekest, kui juba kokku langevad kõik ülejäänud lehekesed, mille järel leht ühes rootsuga alla vajub (joon. 10). Seepärast nimetataksegi seda taim häbelikuks mimoosiks. Mõne minuti järel tõuseb leheroots ja lehekesed laotuvad uuesti laiali. Ja iga kord, kui me neid uuesti puudutame, laskuvad nad ja tõusevad hiljem jälle.

On olemas veelgi huvitavamaid taimi, mis oma liigutustega püüavad putukaid ja toituvad neist. Need on niinimetatud putukasööjad taimed.

Joonisel 11 on kujutatud selline taim — huulhein. Huulheina lehed ei ole niisugused, nagu me neid oleme

harjunud nägema teistel taimedel: nad on kaetud karvakestega. Karvakeste otsas on peakesed nagu nõõpnõelal; need eritavad kleepuvat mahla. Kui huulheina lehekesele satub putukas, painduvad lehe karvakesed kiiresti ja ümbritsevad saagi. Karvakeste poolt eritatav mahl tapab putuka ja hiljem laguneb putuka keha selle mahla toimel aineteks, mis on taimetele toiduollusteks.

Teine putukasööja taim on kannpõõsas. Tema kann on



Joon. 11. Huulhein. Vasakul on kujutatud selle putukasööja taime üldvaade, paremal — huulheina üksik leht (suurendatult) ärritatud olekus.

Joon. 12.  
Putukasööja  
taime — kann-  
põõsa — kann.

kujutatud joonisel 12. Siin näeme kotikest, mille peal on eredavärviline leht, mis oma välimusega putukaid juurde meelitab. Pääle selle eritab see kotike magusat mahla, millega putukad maiustavad. Kui mõni putukas ronib kottikesse, ei pääse ta sealt enam välja: kotike on seest kaetud karvakestega, mis alla painduvad niipea, kui putukas lõksu satub, ega lase tal enam välja pääseda. Nüüd tapab taim putuka kottikesest erituva sööbiva vedelikuga ja seedib ta.

Võiks tuua veel palju näiteid taimede liikumise kohta. Need veenavad küllaldaselt, et taimed võivad liikuda, et iseseisev liikumine on omane mitte ainult loomadele, vaid kõigile elusolendeile.

Seepärast võib liikumist pidada esimeseks elu tunnuseks.

Liikumiseks ja tööks vajab elus organism toitu, samuti kui masin kütet. Toiduta oleksid võimatud mitte ainult liikumised paigast teise, vaid ka kõik elusolendi kehas toimuvad keerukad elunähtused. Seepärast ei saa ükski elusolend elada toiduta.

Toitu otsides lähevad loomad tavaliselt ühest kohast teise. Nad söövad leitud toidu kiiresti ja nälg ajab neid edasi. Taimed toimivad teisiti: nende toitu leidub küllaldaselt õhus ja maapinnas, mille tõttu nad võivad elada paigal püsides.

Niisiis on toitumine teine elu tunnus.

Loomade ja taimede toit koosneb tüsilikest keemilisest aineist. Organismis töödeldakse ja lagundatakse need ained lihtsamaks, mis kasutatakse elu alalhoiuks ja uute rakkude moodustamiseks hävinud rakkude asemele. Iga elus organism on võimeline töötlemas kõige mitmekesisemat toitu ehk, nagu öeldakse, teda omastama, kasutamata aineid eraldades jääkidena.

Seda toidu omastamise protsessi nimetatakse ainevahetuseks. See on kolmas, kõige olulisem, kõige põhimisem elu tunnus.

Ainevahetuse teel muutuvad elutud toitained elusa organismi koostisosadeks — keharakkudeks ja organeiks. Selline elutute olluste muutumine keha elusateks rakkudeks ei katke silmapilgukski, seni kui elus organism elab, sest ainevahetus ongi elu ise, elu alus.

Toitumise tõttu tekib noores organismis palju rohkem rakkusid, kui neid hävib. Nii kasvab keha. Organismi kasv on neljas elu tunnus.

Meie silme ees kasvab väikesest nisuterast kõrs ühes viljapeaga, koerapojast — suur koer, lapsest — täiskasvanu.

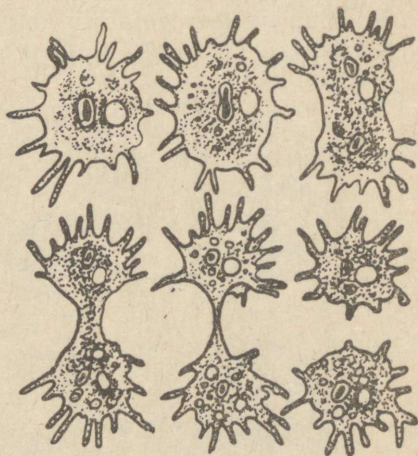
Lapsed kasvavad väga kiiresti, nende organism vajab suurt hulka mitmekesiseid toiduaineid, mis on tarvilikud mitte ainult hävinud rakkude asendamiseks, vaid ka kasvamiseks. Seepärast peab lapsi eriti hästi toitma.

Elusolendid kasvavad ainult noorpõlves. Kõrises eas lõpeb keha kasv, hiljem hakkab organism vananema ja sureb lõpuks. Varem või hiljem surevad kõik elusolendid.

Iga organismi surm on möödapääsmatu, seega on surm viies elu põhitunnus.

Miks ei lõpe siis elu maakeral? Seepärast, et surnud organismide asemele sünnivad järjest uued elusolendid. Paljunemine on järelilikult kuues elu tunnus.

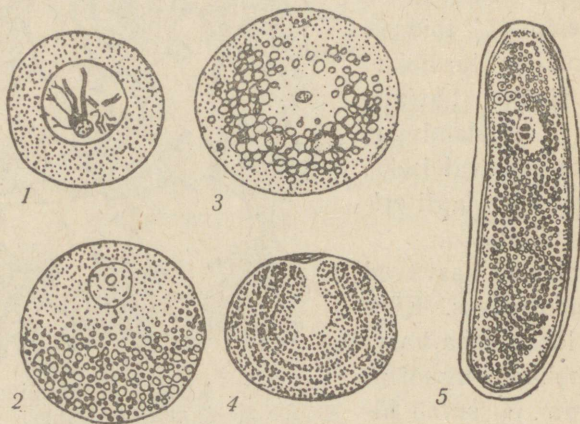
Esimesel pilgul näib, et on olemas palju elusorganismide paljunemisviise, kuid tegelikult on need väga üksteise sarnased. Nii toimuvad kõige lihtsama elusolendi —



Joon. 13. Amööbi pooldumine. Joonisel on näidatud, kuidas amööbi keha järk-järgult pikemaks venib, keskelt üha peenemaks muutub ja lõpuks pooldub kaheks iseseisvaks rakuks.

amööbi kehas teatavas arenemiseas mitmesugused muutused. Ta venib järk-järgult pikemaks, muutub keskelt üha peenemaks ja rebeneb lõpuks kahte ossa (joon. 13). Amööbi keha pooldumisele eelneb tema tuuma pooldumine. Nii tekib ühest elusolendist kaks. Seda paljunemise viisi nimetatakse pooldumiseks.

Pooldumise teel paljuneb mitte ainult amööb, vaid ka kõik teised lihtsad üherakulised elusolendid, keda me nä-



Joon. 14. Mitmesuguste loomade munad. 1 — meritähe kera-kujuline muna suure mitteküpse tuumaga; 2 — teo muna; 3 — vesikirbu muna; 4 — linnu muna (rebu) (ta on tegelikult teistest siin kujutatud munadest palju suurem); 5 — kärbse muna (tugevasti suurendatult).

gime veetilgas. Samuti paljunevad meie keharakud. Rakud poolduvad, nende arv kasvab, toimub organismi kasv.

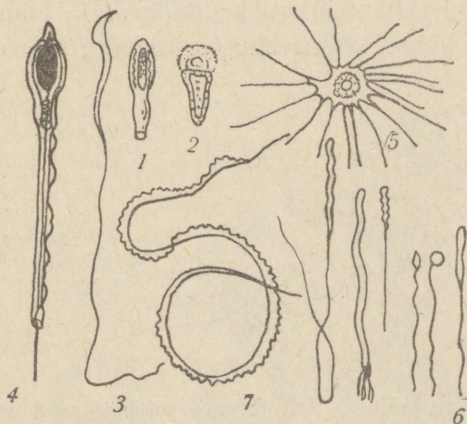
Mitmesuguste loomarakkude seas on olemas erilised niinimetatud sugurakud. Nad on kujutatud joonistel 14 ja 15.

Joonisel 14 kujutatud rakud erinevad joonisel 15 kujutatuaist; nad on suuremad ja sisaldavad palju rohkem toit-

aineid. Need on munarakud, mis tekivad emase looma kehas.

Joonisel 15 on kujutatud isassugurakud — seemnerakud. Nad on pikad ja sageli varustatud sabaga. Seemnerakud tekivad isase looma kehas.

Samasuguseid rakke — munarakke ja seemnerakke — on ka paljudel taimedel.



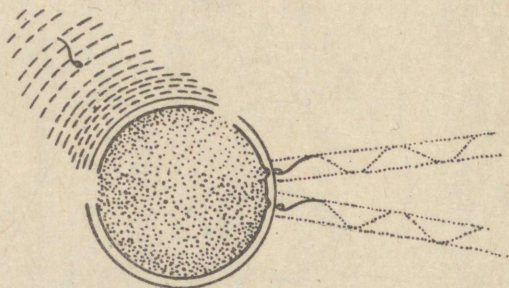
Joon. 15. Mitmesuguste loomade seemnerakud. 1 — metspuugi seemnerakk; 2 — kõhuussi, hobuse solkme seemnerakk; 3 — roti seemnerakk; 4 — inimese seemnerakk; 5 — jõevähi seemnerakk; 6 — konna seemnerakk; 7 — salamandri seemnerakk.

Mis rakud need siis on? Mispärast nad ei ole üksteisega tihedalt seotud, nagu teised keharakud? Seepärast, et sugurakkudel on organismis täita hoopis teine ülesanne. Munaraku ja seemneraku kokkusulamisest tekivad uued organismid; nende ülesandeks on hulkraksete elusolendite paljundamine.

Inimorganism koosneb paljudest miljarditest rakkudest. Kuidas tekib aga pisitillukestest sugurakkudest suur keha? Kuidas tekib munarakust ja isassugurakust keerukas inimene või looma organism?

Keerulise organismi arenemine, kasv, algab alles pärast isassuguraku ühinemist munarakuga. Kuidas toimub see ühinemine?

Teatavasti munevad mõnede loomaliikide, näiteks kalade, konnade ja teiste emasloomad vette või mutta. Siia paiskavad oma seemnerakud ka isasloomad. Muna- ja seemnerakud puutuvad kokku ja ühinevad. Teistel juhtudel emased ei erita munarakke (loomad ja inimesed), vaid seemnerakk ühineb munarakuga ema organismis.

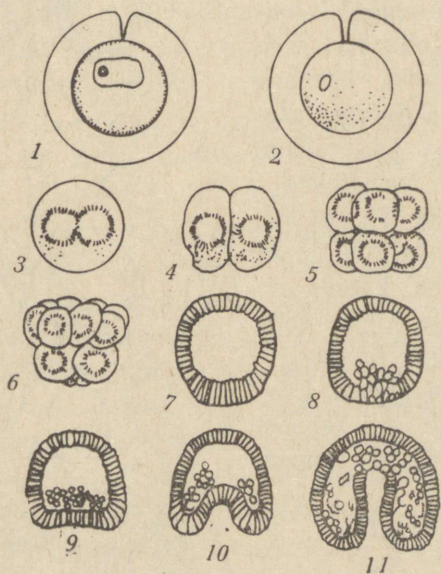


Joon. 16. Sugutumine. Sel skeemil on näidatud kaks seemnerakku, mis juba puudutavad munaraku välispinda; neist pääseb sisse ainult üks, teine jääb välja. Vasakul on näha hilinenud seemnerakk.

Joonis 16 näitab, kuidas seemnerakk ühineb munarakuga. Tavaliselt pääseb munarakku ainult seemneraku esiosa — pea, s. o. tuum, saba aga langeb ära ega pääse sisse. Seemneraku tuuma kandev pea läheneb järjest munaraku tuumale ja liitub temaga lõpuks.

Peale seemnerakuga ühinemist jääb munarakk mõneks ajaks väliselt muutumatuks. Tegelikult ta muutub aga tublisti. Varsti hakkab munarakk poolduma: ühest munarakust tekib kaks. Kuid need rakud ei lähe üksteisest lahku; nad on justkui üksteise külge kleepunud. Kumbki neist pooldub uuesti. Nii tekib juba neli üksteisega seotud

rakku. Igaüks neist neljast pooldub jälle, andes kaheksa rakku. Kaheksast rakust tekib 16 ja nii edasi; nii hakkab kasvama uus organism; hiljem tekivad ja arenevad aegajalt üksikud organid ja kehaosad (joon. 17). Nii tekib



Joon. 17. Merisiiliku loote arenemine. 1 — küpsemata muna-  
rakk; 2 — küpsenud munarakk; 3 — sugutatud muna-  
rakk (on näha kaks tuuma: üks isaraku, teine emaraku oma); 4 — esi-  
mene muna-  
raku pooldumine; 5 ja 6 — järgmised muna-  
raku pool-  
dumised; 7—11 — õõnsa kera tekkimine, mille alumine osa sisse  
tõmbub. Loote üksikuist osadest arenevad edaspidi merisiiliku  
elundid: seedesüsteem, skelett jne.

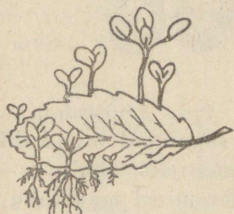
EXHIBIT. UNIV. TA

pisikesest muna-  
raku-  
st, millesse on tunginud seemnerakk,  
tüsiliiku ehitusega looma või taim-  
e organism.

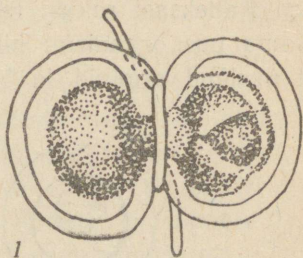
Järelikult areneb elusolend kõigi oma tüsilike elundi-  
tega sugurakkudest — muna- ja seemneraku-  
st. Kas võib

aga täiskasvanud loomal või taimel areneda uus organ või kehaosa? Senikaua kui keha on vigastamata, ei märka me seda kunagi. Aga paljudel loomadel ja taimedel võib vigastuse puhul kasvada uus organ kaotatu asemele. On ju üldiselt teada, et sisalikku on võimatu püüda sabapidi. Ta «ohverdab» oma saba selleks, et pääseda. Saba kaotus on sisalikul väike viga; selle asemele kasvab tal uus.

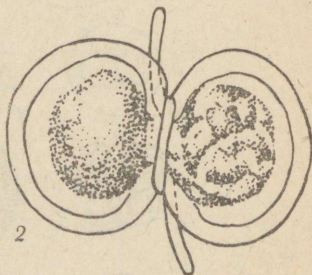
Võime kasvatada kaotatud asemele uusi kehaosi on seitsmes elu tunnus.



Joon. 18. „Elulehe“ leht. Joonisel on näha, kuidas lehel tekivad võsud, mis arenevad uuteks taimedeks.



1



2



3

Joon. 19. Kaksikute kunstlik tekitamine triitonil. Joonisel on näidatud, kuidas järjest koomale tõmmatakse poolduva muna ümber sõlmitud silmus (1 ja 2). Kummastki munapoolest kasvab loode, nagu on kujutatud allpool (3).

Kaotatud organismi osade taastamist võib elusas loodusel sageli näha.

Mispärast näiteks lõikavad aednikud puu oksid? Seepärast, et puud asendavad lõigatud osad uutega, ja uued oksad kasvavad isegi tugevamad kui äralõigatud.

Eriti huvitav on väike «eluleheks» nimetatav taim. Kui mõni selle taime leht (joon. 18) tükkideks lõigata, kasvab igast tükist uus väike taim.

Loomadest taastavad oma kehaosi väga hästi ussid. Vihmaussi võib lõigata mitmeks osaks ja igast sellisest osast kasvab uus vihmauss.

Tüsiliku ehitusega loomadel ja inimestel puudub selline kõrgeltarenenud võime taastada kaotatud elundeid. Kuid teataval määral omavad seda nemadki. Näiteks on üldiselt teada, et inimese haavad paranevad. See tähendab, et hävinud keharakkude asemele kasvab hulk uusi ja haav kasvab kinni. Selle võime tõttu saab inimkehaga teostada kõige keerukamaid operatsioone: luid kokku kasvatada, söögitoru asendada soolega, silmi opereerida, mille läbi pimedaid tehakse nägijaiks, ja palju teisi.

Veelgi suurem elundite ja keerukate organite taastamise võime on inimloomel. Kui ebaõige arenemise tõttu munarakk jaguneb emaihus osadeks, siis kasvab igast osast terve loode. Nii sünnivad ühemunarakulised kaksikud, s. o. ühest munarakust tekkinud kaksikud. Kui munarakk jaguneb ainult osaliselt, tulevad sageli ilmale niinimetatud soerdid ehk väärsünnitised. Soerdid on kaks või enam mittetäielikult kokkukasvanud olendit, näiteks ühe kehaga ja kahe peaga, või vastupidi, kahe kehaga ja ühe peaga.

Inimesel ja kõrgematel loomadel (lehm, koer jt.) tekivad väärsünnitised ning ühemunarakulised kaksikud loote ebaõige arenemise tagajärjel emaihus, kuna aga

teistel loomadel, näiteks triitonil, võib selliseid väärarend-  
guid esile kutsuda kunstlikult (joon. 19). Nii võib saada  
kõige mitmekesisemaid väärsünnitisi.

#### 4. Elusa ja elutu näiv sarnasus.

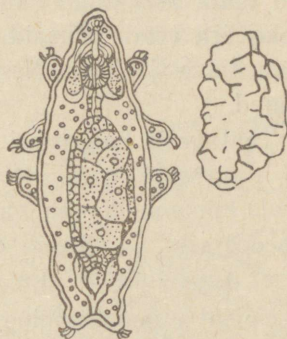
Me tutvusime tunnustega, mille põhjal saab eraldada  
elusat elutust. Tõepoolest, kivi või rauatükki ei saa pidada  
elusolendiks, sest ei kivi ega raud ei saa iseseisvalt liikuda.  
Nad ei toitu, ei kasva, ei paljune, ei ole võimelised kao-  
tatud osi taastama. Rauast võib küll valmistada näiteks  
keeruka masina, mis «toitub» söega ja liigub. Aga see ei  
kasva, ei suurene, vaid otse vastupidi, kulub aja jooksul.  
Ühest masinast ei kasva kaks: masin ei ole paljunemis-  
võimeline. Ükskõik milline masin leiutatakse, ta ei ole ku-  
nagi elus organism. On leiutatud isegi selliseid keerukaid  
nukkmasinaid, mis võivad mitte ainult liikuda, vaid ka  
mõne sõna öelda. Sellised nukud sarnanevad esimesel pil-  
gul elusate inimestega, aga neil ei ole elu põhitunnuseid.

Seega näeme, et elu tunnused võimaldavad tõepoolest  
eristada elusat elutust, sellest hoolimata, et elutu mõni-  
kord sarnaneb elusaga. Ülalkirjeldatud tunnuste põhjal  
võib samuti elusat olendit eristada surnust, näiteks elusat  
inimest laibast. Lõpuks võib nende tunnuste põhjal kõik  
elusolendid ühendada üheks elusaks looduseks. Kuivõrd  
elusolendid üksteisest väliselt erinevadki, on neil ikkagi  
ühesugused elu tunnused.

Aga kas kõigil elusolendil võib alati leida kõiki neid  
elu tunnuseid? Kas ei esine juhtumeid, kus neid tunnuseid  
pole võimalik elusolendil tähele panna? Ja vastupidi, kas  
ei ilmne neid tunnuseid ka elutuil esemeil?

Selgub, et on. Näiteks vaevalt on keegi pead murdnud  
küsimuse kallal, kas väike nisutera elab. Tõepoolest, ta  
erineb välisuselt vähe lihtsast kivikesest. Milliseid ülaltoo-

dud tunnuseist võime leida nisuteral? Ta ei liigu, ei toitu, ei kasva, ei paljune ega taasta kaotatud osi. Nisutera võib seista salves mitu aastat ja ta jääb seejuures täiesti elutuks. Kuid on teada, et ta ei ole surnud. Sest niipea, kui viskame tera mulda, hakkab ta kasvama. Temast kasvab taim — elusolend kõigi elu tunnustega. Surnud keha on aga võimatu elusaks muuta. Niisiis ei ole nisutera surnud keha. Kusagil tema sees peitub elu. Tera nagu viibiks elu ja surma lävel: ta pole elus ega ka mitte surnud. Tavaliselt öeldakse, et nisuteras peitub elu varjatud kujul.



Varjatud elu esineb kaunis sageli. Teda võime näha kõigi taimede seemneil. Aga ka kogu taim võib olla varjatud elu seisundis — varjusurmas. Selline taim kuivab ja muutub kuivade okste kimbuks. Tuul kannab teda põldudel nagu surnud lehti sügisel. Aga niipea, kui see taim satub vette või niiskesse mulda, elustub ta — sirgub, kasvatab lehti ja hakkab kasvama, nagu poleks vahepeal midagi juhtunud.

Joon. 20. Loimur. Vasakul on kujutatud loom elutegevas olekus, paremal — sama loom kuivanult. Niipea kui asetada kuivanud loimur vette, elustub ta uuesti ja võtab vasemal toodud looma kuju.

Sellist seisukorda võime näha ka loomadel. Mõned ussid ja teised loomad, näiteks loimurid, kuivavad vahel, muutudes täiesti elutuks massiks, millistena neid võib leida liivas ja majade katustel. Siin võivad nad seista viis või isegi kümme aastat. Kuid nende elustamiseks tarvitseb neid ainult vette panna. Selline loom on kujutatud joonisel 20. Hauge võib külmetada täieliku jäätumiseni. Sellist

kala peab vaevalt keegi elusaks. Kui teda aga järk-järgult ettevaatlikult soojendada, muutub ta elusaks. Sedasama võib teha konnaga.

Paljud loomad, nagu konnad, suslikud ja maod, langevad teatavasti taliuinakusse. Nad hingavad ja neis ei ole raske ära tunda elusaid loomi. Kuid nad ei söö ega liigu kogu talve jooksul. Nende elu on nagu ajutiselt seisma jäänud.

Teatavaist haigustest nakatatud inimesed langevad vahel sügavasse unne (letargiasse), mis võib kesta mitu kuud. Inimene hingab vaevaltmärgatavalt, tema süda tuksub aeglaselt ja väliselt on selline inimene väga laiba sarnane. Tegelikult ta aga elab.

Veelgi enam, mõningaid vägivaldselt surmatud inimesi õnnestub ellu äratada isegi peale seda, kui on peatunud nende hingamine ja südametegevus. Tõsi küll, neid juhtumeid on olnud vähe ja see õnnestub vaid siis, kui elluäratamine algab kohe pärast vägivaldset surma, kuid aja jooksul võivad sellised enneaegselt surnute elustamise viisid tunduvalt paremaks muutuda.

Kõige lihtsamad organismid — bakterid — kuivavad toidu puudusel või suure külma tulekul nagu ussidki ja kattuvad paksu kestaga. Nii muutuvad nad vähimaiks terakesteks, eosteks ehk spoorideks, ja võivad sellesse olekusse jääda väga kauaks, isegi paljudeks aastateks. Niipea aga, kui eos satub veerikkasse kohta, kus on ka küllaldaselt toitu ja sooja, näiteks vette või inimorganismi, elustub ta uuesti: eosest kasvab bakter — sama bakter, mis paljude aastate eest kuivas ja kattus tiheda kestaga.

Eoseid moodustavad mitte ainult bakterid, vaid ka paljud teised lompides, meredes ja järvedes elavad kõige lihtsamad olendid peale seda, kui laine nad kaldale paiskas või lomp kuivas.

Nagu näeme, on varjusurmas olek looduses kaunis laialt levinud.

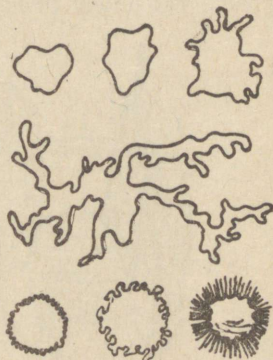
Eosed, taimede seemned, kuivanud ussid, külmetatud haug, taliuinakus viibivad loomad — kas need on elusad või elutud kehad? Me ütleme, et nad on elusad, kuigi neid käesoleval momendil on võimatu eristada elutuist. Me nimetame neid elusaiks seepärast, et nad võivad elustuda, see tähendab, hakata avaldama elu tunnuseid niipea, kui nad satuvad selleks soodsaisse tingimustesse.

Niisiis, mõned elu tunnused võivad ajutiselt kaduda. Neil juhtudel on elusolendid väga elutute kehade sarnased. Aga ükskõik mil viisil ajutiselt häabuiski elusolendite elu, toimub nende kehas ikkagi ainevahetus. Seda on ainult väga raske ja vahel isegi võimatu jälgida.

Vaatame nüüd, kas elutud kehad võivad sarnaneda elusolenditega ja avaldada kui mitte kõiki, siis vähemalt mõningaid elu tunnuseid.

Asetame tilga õli soodalahusesse ja vaatleme teda mikroskoobiga (joon. 21). Me näeme suure amööbi taolist kuju. Vees laialivalguv õlitilk sirutab välja jätkeid — jalakesi, liigub ja neelab toiduosakesi nagu päris amöb.

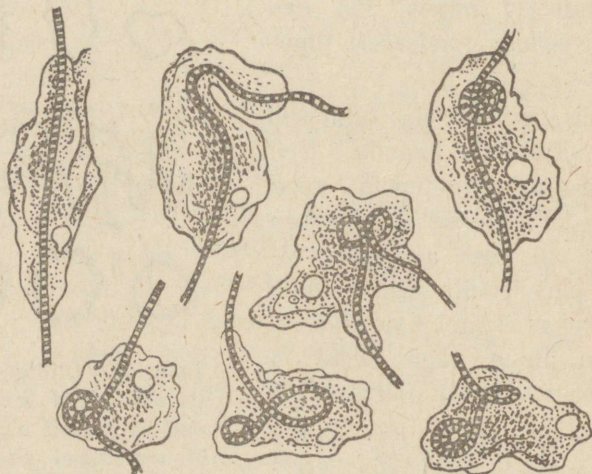
Amöb liigub järgmiselt: tema keha ühes otsas sirutub jätke, oksakesetaoline jalake; see jalg suureneb järjest seni, kuni temasse voolab kogu ülejäänud osa loomakese kehast. Teistel juhtudel tõmbub see jalake tagasi



Joon. 21. Õlitilgad soodavees. Nad meenutavad välimusest algloomi. Mõned tilgad sirutavad amööbitaoliselt välja ebajalakesi.

amööbi kehha, teises otsas tekib aga uus jalake, kuhu val-  
gub kogu amööbi keha. Kui tema teele juhtub bakter või  
mõni pisivetikas, piirab jalake selle toiduosakese sisse nii,  
et viimane satub jalakese keskele ja sealt amööbi kehha  
(joon. 22).

Õlitilka soodalahuses tähelepanelikult vaadeldes näeme  
peaaegu sedasama. Tilgake ronib edasi ja hakkab igasu-  
guseid raasukesti neelama, meenutades väga elusat amööbi.



Joon. 22. Vetikat neelav amööb. Siin on näha, kuidas amööb  
järg-järgult neelab temale peale asetatud roheline vetika niidi;  
lõpuks keerdub vetikas amööbi kehhas kokku.

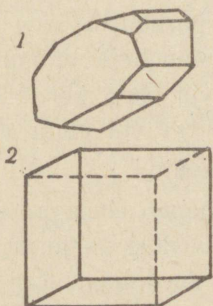
Näib, et elutul õlitilgal sooda vesilahuses on kaks «elu  
tunnust» — liikumine ja toitumine.

Vaatame, kas eluta looduses ei leidu teisigi elu tunnu-  
seid.

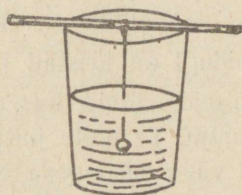
Kristalle on vist näinud igaüks. Näiteks vasevitrioli,  
millega pritsitakse viljapuid, müüakse kristallidena — ilu-  
sate, klaasi meenutavate siniste kivikestena. Ka tavaline

keedusool koosneb peentest kristallikestest. Joonisel 23 on kujutatud vasevtrioli ja kivi- (keedu-) soola kristallid.

Tehke järgmine katse maarjajää kristallidega: võtke peotäis neid kristalle ja visake klaasitäiesse kuuma vette. Kui kristallid on lahustunud ja vesi muutub läbipaistvaks, pange klaas päikese kätte. Siduge kõva niidi külge väike maarjajää kristall ja riputage ta pulgakese abil, nagu



Joon. 23. Vasevtrioli (1) ja keedusoola (2) kristallid. Pöörake tähelepanu kristallide korrapärasele kujule.



Joon. 24. Kristallide kasvatamise katse.

näete joonisel 24, klaasis olevasse lahusesse, pulgakest klaasile asetades. Kui võtate mõne päeva pärast niidi klaasist, siis näete, et pisike kristall on selle aja jooksul kasvanud. Teda uuesti 2—3 päevaks klaasi jättes näete, et ta on veelgi kasvanud.

Teatavasti kasvavad elusolendid toitumise tõttu. Kuidas kasvab aga kristall? Kristall ei söö. Ta kasvab lahuses leiduvate ainete varal. Need ained liituvad kristalliga ja ta suureneb — kasvab.

Kristallide ja elusolendite kasvu vahel on suur erinevus. Elusolendite poolt neelatud toit töötatakse organismi kehas ümber, kus ta esiti laguneb koostisosadeks ja läheb

hiljem looma jõudude alleshoiuks ning uute keharakkude ja kudede moodustamiseks. Kristallid aga ei toitu üldse ega tööta toitu ümber. Selles peitubki nende erinevus elusolenditest.

Aga vaatame, kas ei saaks leida kristallil teisi elu tunnuseid. Murdke niidi küljes oleva kristalli küljest tükike ja pange kristall tagasi maarjajäälahusesse. Seda kristalli kahe päeva pärast välja võttes näete, et murtud kristalli serv on taastunud: kristall nagu «parandas» oma «haava». Näib jällegi, et kristallil on elusolenditele omane tunnus.

Kas kristall on siis õieti elus või eluta keha? Kas soodavees olev õlitilk on elus organism või eluta aine?

Muidugi on kristall ja õlitilk elatud.

Selliseid näiteid, kus elutu sarnaneb elusaga, võib leida väga palju. Te teate juba, et elusolendid varjusurmas olles võivad väga sarnaneda elututega, surnutega. Kas see kõik ei ütle, et elusa ja elutu vahel ei ole ületamatut kuristikku, et elutu võib muutuda elusaks, kuigi inimestel seni ei ole õnnestunud elutat elusaks muuta, luua elu surnud loodusest?

Elus keha koosneb peamiselt valkudest, väga tüsiliku koostisega ainetest (näitena võiks tuua kanamuna valgu). Valk koosneb eluta looduses laialt levinud ainetest, see pärast võib teda saada elutust materjalist, olgugi et see on väga raske ülesanne. Tänapäeval on juba saadud aineid, mis meenutavad kõige lihtsamaid valke.

Kahtlemata õpib inimene lähemas või kaugemas tulevikus valmistama elutuist aineist ka kõiki tüsilikke keha valke ja neist ehitama elusolendit.

Vastupidine — elusa muutumine surnuks — toimub sageli ja on kõigile hästi tuttav. See on surm. Surres lagunevad elusolendid ja muutuvad eluta looduse osadeks. Sellest kõneleme kohe pikemalt.

## 5. Organismide elutingimused ja surm.

Eespool oli juttu sellest, et ükski elusolend ei saa kaua elada toiduta. Ei ole olemas ühtegi looma ega taime, mis ei hukkuks kauase nälgimise tagajärjel.

Seega on toitumine peamisi elutingimusi. Seepärast on loomad ja taimed välja töötanud palju näljaga võitlemise viise. Juba eespool on öeldud, et mõned organismid nälja ajal langevad varjusurma ehk talveuinakusse. Teine näljaga võitlemise viis on toidutagavarade kogumine näljaajaks. Toitu varuvad mitte ainult inimesed, vaid ka loomad ja samuti taimed. Mõned loomad, eriti närijad, kannavad sageli oma urgastesse toitu ja koguvad sinna suuri tagavaru. Taimed koguvad toidutagavarad talveks oma kehha, peamiselt juurtesse (eriti palju on neid juurviljades).

Aga ainult toidust on elu alalhoiuks vähe. Elamiseks on vajalik veel paras soojus: suur ülesoojenemine on elusolenditele niisama ohtlik kui suur külm. Teatavasti surevad paljud loomad juba 40-kraadise soojaga, kuna teised hukuvad 5—10-kraadise külmaga.

Vajalikuks elutingimuseks on ka vee olemasolu. Täielikku kuivamist ei talu ükski elusolend, sest et vee puudumisel muutub võimatuks ainevahetus. Isegi näivalt täiesti kuivad ja varjusurmas olevad seemned sisaldavad teatava hulga vett.

Lõpuks on paljude loomade ja taimede möödapääsmatuks elutingimuseks õhk või õigemini õhus leiduv hapnik. Maismaa- ja mõned veeloomad (valaskala jt.) saavad hapnikku, hingates kopsudega sisse ümbritsevat õhku. Teised vee- (suurem osa neist) kui ka maismaaloomad hingavad samuti hapnikku, aga nad ei saa seda mitte õhust, vaid veest, kus hapnik on lahustunud. Selleks on näiteks kaladel olemas lõpused, milledest nad tohutu hulga vett läbi

lasevad, et kätte saada viimases leiduvat hapnikku. Lõpu-  
sed on võimetud hapnikku vastu võtma õhust, mistõttu  
kalad õhu käes surevad.

Tuntakse aga ka olendeid, kellele hapnik mitte ainult et  
ei ole vajalik, vaid kellele ta on koguni mürgiks. Need  
olendid võivad elada ainult hapnikuvabas ruumis. Sellised  
on vähesed bakterite liigid, näiteks inimesel gaasgangreeni  
esilekutsuvad bakterid.

Kuid rõhuvale enamikule elusolendeist on hapnikupuudus  
võrdne surmaga. Õhus ja vees leiduv hapnik on seega  
maa peal elu säilitamise peamisi tingimusi.

Tähendab, elu on võimalik vaid seal, kus on küllaldaselt  
toitu, soojust, vett ja enamikule elusolendeile vaja-  
likku hapnikku. Nendeta sureb elusolend. Toit, vesi, soo-  
jus ja õhk on välised elutingimused.

Aga sageli sureb elusolend ka siis, kui tema ümber on  
küllalt toitu, vett ja soojust. Pealegi, kui eluiga sõltuks  
ainult toidu ja soojuse hulgast ning omadustest, võiks ini-  
mene elada märksa kauem kui praegu. Kuid seda ei ole.  
Tähendab, väliste kõrval on olemas teisi elutingimusi. Toi-  
dust, veest ja soojusest eristamiseks nimetame neid sise-  
misteks elutingimusteks.

Millised on need sisemised elutingimused? Millised on  
teised elusolendite surma esilekutsuvad põhjused?

Loomade ja taimede eri liigid on erineva elueaga; mõ-  
ned liblikad elavad ainult ühe päeva; kärbes elab mitu  
kuud; koer elab umbes 20 aastat; inimene elab vahel  
80—100 aastat ja enamgi; valaskalad ja elevandid elavad  
sageli üle 200 aasta vanaks. Mõned taimed elavad kõi-  
gest aasta, teised, näiteks Ameerikas esinev mammutipuu,  
võib elada mitu tuhat aastat.

Mispärast mõned olendid elavad pikemat, teised aga

lühemat aega? Millised on jällegi sisemised põhjused, mis toovad igale elusolendile surma erineval ajal?

Praegu on võimatu neile küsimustele täielikult vastata, sest et ei tunta kõiki mitmesuguste loomade ja taimede erinevat eluiga määravaid põhjusi. Kuid õpetlased on selgitanud, et surma peapõhjuseks on see, et keha kasvades vähehaaval laguneb, kulub. Organismi võime kulunud rakke uutega asendada nõrgeneb vananedes. Teatavas vanuses lõpeb organismi kasv täiesti, millele järgneb vanadus, aeglane elu kustumine.

Edasi pöörasid õpetlased tähelepanu loomade ja taimede eluea kestuse olenevusele nende sugulise küpsemise kiirusest. Tegelikult on inimene võimeline sugu edasi andma umbes 14-ndast eluaastast alates (kuigi nii varajane suguelu mõjub noorele organismile kahjulikult), hobune aga 5-ndast eluaastast alates, seega märksa varem kui inimene. Kuid hobune elab ka lühemat aega kui inimene. Rohhtaimed, mis õitsevad ja annavad seemneid esimesel eluaastal, elavad ainult aasta, need aga, mis õitsevad teisel eluaastal, elavad kaks aastat. Kui aga teadusele tuttavate menetlustega üheaastaselt taimelt võtta seemne kandmise võime esimesel aastal, jääb ta ellu ka järgmiseks aastaks. Tähendab, loomade ja taimede elu kestus on vahel seotud ajaga, mil nad muutuvad paljunemisevõimeliseks.

Ja tõepoolest, mis juhtuks siis, kui kõik elusolendid sureksid, jõudmata luua järeltulevat sugu? On selge, et siis elus loodus varsti hukkuks. Elusolendid elavad tavaliselt niimitu aastat, kuipalju on vajalik selleks, et jätta järeltulevat sugu.

Loomulikult ei selgita see veel vananemise põhjust ega õpeta meid võitlema enneaegse vananemisega. Tähtsamaid

elu käsitleva teaduse ülesandeid on aga pikendada inimese eluiga, pikendada paljudeks aastakümneteks.

On olemas kõik põhjused oletuseks, et inimesed surevad enneaegselt ja et inimese surm on ses mõttes eba-loomulik, olgugi et ta lõpuks on möödapääsmatu. Saja-aastane ja kõrgem vanus võib muutuda kättesaadavaks mitte ainult üksikisikuile, vaid inimmassidele.

Inimese eluea pikendamiseks tuleb tundma õppida organismi vananemise põhjusi, kuid niisama tähtis on ka luua temale soodsad elutingimused. Meie riigis, kus kõigi ülesannete seas seisab esikohal hool inimese eest, on olemas kõik eelised selle küsimuse lahendamiseks.

Teadusel on siiski veel väga palju tööd selle suure ja raske küsimusega. Nüüd me teame kindlalt vaid seda, et surm on vältimatu kõigele elavale ja et loomuliku surma põhjused peituvad organismis eneses, nende keerukate ainete omadustes, millest koosneb elusolendi keha.

Asume nüüd järgmise väga huvitava küsimuse vaatlusele.

Kas terve keha sureb korraga? Esimesel pilgul näib see nii olevat. Tegelikult aga elavad üksikud keharakud ja -osad veel teatava aja pärast organismi surma. Nii on sugurakud — seemne- ja munarakud — veel võimelised üksteisega ühinema ja eluvõimelist loodet looma, kui neid võtta õige pea pärast organismi surma. Näiteks võib saada elusaid järglasi äsja surnud isalt, kui temalt võtta seemnerakke ja neid juhtida naisesse.

Hästi on tuntud samuti, et laipadel teatava aja vältel kasvavad küüned ja juuksed. Ja see ütleb, et üksikud kehaosad ei sure üheaegselt kogu organismi kui terviku surmaga, vaid on võimelised sellest kauemini elama.

Veelgi enam, on tõestatud, et üksikud keharakud ja koed võivad elada palju kauem kui keha ise, võib-olla

isegi määramatu kestusega. Selles veenavad meid katsed keha kudede kasvatamise alal väljaspool organismi. Selleks lõigatakse kehast välja koetükike ja hoitakse eritingimustes bakteerist kaitstuna ning kindlal temperatuuril. Neis tingimustes koed kasvavad, nende rakkude pooldumine jätkub ja nende eluvõime ei vähene. Aeg-ajalt pannakse kude värskesse toitevedelikku. Selline organismist eraldatud kudede kasv võib kesta aastaid või isegi kümneid aastaid.

Siit nähtub, et piiritult kasvamisvõimelised on keharakud organismist eraldatuna. Kuid kogu organismi kasv, nagu hästi teada, saavutab küpses eas teatava piiri ja lõpeb. Üksikud keha koed alluvad järelikult terve organismi kasvamise seadustele ja surevad ühes organismiga.

Sageli juhitakse tähelepanu üherakulistele elusolenditele, näiteks kingloomakestele, kui surematuile. Kingloomake pooldub meile tuntud viisil ja paljuneb sel teel. Kummagi uue kingloomakese keha pooldub omakorda ja nii edasi lõpmatuseni. Nii tekib ühest kingloomakesest tuhandeid põlvkondi, kusjuures ükski kingloomake ei sure, vaid pooldub. Õpetlased on jälginud kingloomakeste paljunemist kümnete aastate jooksul, kusjuures kingloomakeste põlv ikka välja ei surnud. Tõsi küll, seda saavutatakse ainult tingimusel, et kingloomakeste paar aeg-ajalt vahetab oma tuumasid.

Aga kas kingloomakest võib pidada surematuks? Esiimesel pilgul näib see nii olevat. Tegelikult on siin kingloomakese surm silmanähtav, kuigi see surm on omapärane. Pooldudes lõpetab kingloomake oma olemasolu selena, kes ta oli. Tema asemele tekib kaks uut olendit. Ema ja tütreid on ju erinevad olendid, olgu nad siis nii üksteise sarnased kui tahes. Kingloomakese pooldumine on tema surm: ta lõpetab oma olemasolu kui niisugune. Tõepoolest,

see on laibata surm, mille poolest see ka erineb kõrgemate hulkraksete loomade surmast.

Seega on kõik elusolendid surelikud. Mis on siis surm? Mis saab elusolendist peale surma?

Usklikud inimesed mõtlevad, et peale surma on surnud ainult inimese keha, tema hing aga elab edasi, ümber asudes «teise maailma».

Kuid teadus eitab hinge ja «teise maailma» olemasolu.

Millisena aga kujutleb teadus surma?

Kõigepealt laip mädaneb. Temasse asub loendamatu hulk baktereid, mis laibast toitudes teda laostavad. Laiba mädanemisel, lagunemisel tekib palju mitmesuguseid aineid; hiljem lähevad need kõik mulda, rikastades seda. Et aga iga aasta sureb palju elusolendeid, koguneb mullas hulk laiba mädanemisel tekkivaid aineid. Kuid need ained ei jää mulda. Taimed imevad nad oma juurtega välja, sest et mädanenud ained on nende toidu allikaks.

Paljud taimed saavad omakorda varem või hiljem ühel või teisel kujul inimestele või loomadele toiduks. Millest õieti toituvad elusolendid? Inimene sööb näiteks teiste loomade liha, samuti taimi — vilju, köögivilju, leiba. Aga loomad, keda sööb inimene? Nad toituvad jällegi taimedest või loomadest, kes söövad taimi. Tähendab, lõppude lõpuks on iga looma toiduks taimed.

Seega satuvad looma koostisosad peale looma surma maapinda, sealt taimede organismi, taimedest tagasi loomade kehha, siis uuesti maapinda, uuesti taimedesse ja uuesti loomade kehha. Need ained teevad ringkäigu. Õpetlased nimetasidki selle ainete ülemineku loomade kehast mulla kaudu taimedesse ja sealt uuesti loomadesse «ainete ringkäiguks looduses».

Ainete ringkäigust looduses võtab samuti osa õhus lei-

duv süsihappegaas — seesama süsihappegaas, mida me välja hingame.

Meie ja teiste loomade kehas tekib süsihappegaas toiduainete põlemisel. Verre kogudes läheb süsihappegaas kopsudesse ja hingatakse sealt välja ümbritsevasse õhku.

Suur süsihappegaasi hulk õhus on inimestele ja loomadele kahjulik. Aga mõnele elusolendile on see (ülihulgas) kahjulik gaas vajalik elamiseks. Need on rohelised taimed. Nad püüavad õhu süsihappegaasi oma lehtedega ja töötlevad selle päikesevalguse kaasabil tärgliseks (tärglis on keerukas süsihappegaasi ja vee ühend).

Võime süsihappegaasi ja vett muuta tärgliseks eristab taimi loomadest. Loomad kasutavad taimede poolt töödeldud toiduaineid valmis olekus.

Niisiis me näeme, et peale ainete, mida taim saab maapinnast, toitub ta veel õhu süsihappegaasist, töödeldes seda keerukaiks, niihästi taimede kui ka loomade eluks vajalikeks aineiks. Taimedele vajalikku süsihappegaasi eritades saavad loomad ta tagasi tärglisena ja teiste toitainetena. Nii kulgeb süsihappegaasi ringkäik looduses.

On arvatud, et taimed vajavad aastas 60 miljonit tonni süsihappegaasi, selle tagavara õhus aga hinnatakse kahele miljardile tonnile. Järelikult võiksid kõik süsihappegaasi tagavarad lõppeda umbes 30 aastaga, kui neid ei täiendaks peamiselt loomad oma hingamise läbi.

Tegelikult hingavad ja eritavad õhku samuti süsihappegaasi taimedki, aga nende poolt eritatava süsihappegaasi hulk on võrdlemisi väike.

Esitatust näeme, et looduses midagi ei kao ega teki mitteolemasolevast. Ained ei sünni ega kao, vaid ainult muutuvad, võtavad teise kuju — kord mulla «mahladena», kord taimede, kord taimi söönud loomade koostisosadena.

## 6. Elusa looduse ajalugu.

Et täielikumalt selgitada pilti taimede ja loomade elust, tuleb tutvuda veel ühe küsimusega.

Elusolendeid on maakeral väga palju. Väikeses veetilgas nägime neid terve maailm. Elu on igal pool. Kust tuli aga selline mitmekesiste elusolendite üliküllus? Kuidas tekkis elu esmakordselt?

Mõnesaja aasta eest vaevalt keegi mõtles sellele. Ja kui mõeldigi, lahendati see küsimus valesti. Inimesed märkasid näiteks, et mädaneval lihal ilmuvad kärbsed, ja mõtlesid, et kärbsed tekkisid mädanenud lihast. Samuti arvati, et ussid sünnivad mudast.

Kas see on tõepoolest nii?

Kui tükk liha katta õhukese tülli või marliga, ei teki tal kärbsed, mädaneagu see liha kui kaua tahes. Samal ajal tekivad kärbsed teisel, katmata lihatükil. Järelikult ei teki kärbsed iseenesest mädanenud lihal, vaid satuvad temale väljastpoolt.

Kui mikroskoobiga vaatleme mädanenud lihatükikest, millel olid kärbsed, siis näeme väikesi valkjaid terakesi — need on kärbeste tõugud (larvid). Mädanenud liha on suurepäraseks toiduks kärbsetõukudele; nad hakkavad seal kiiresti kasvama ja neist arenevad noored kärbsed. Seda ei teatud varem ja oletati, et kärbsed sünnivad mädanenud lihast: kärbeste munad ja tõugud on ju palja silmaga nähtamatud. Et aga tollal veel polnud mikroskoopi, ei suutnud inimesed selgitada lihal kärbeste tekkimise tõelist põhjust.

Nüüd on teada, et kõik elusolendid alati arenevad munadest või emasrakkudest.

Aga seda ei olnud kerge tõestada. Tuletage meelde kas või klaasi heinaleotisega. Elusolendid tekkisid selles kahe päeva pärast. Esimesel pilgul näib, et kõik need olendid —

bakterid, amööbid, kingloomakesed ja teised — tekkisid mädanevast heinast, seda enam, et neil üherakulistel loomadel teatavasti ei ole mune ja nad ei võinud seepärast sündida mädanenud vees munadest.

Kuid mõelge veidi järele, siis te saate aru, milles asi seisab. Tuletage meelde, et bakterid ja teised elusolendid võivad säilida peale veetilga kuivamist, eosteks muutuda ja selles olekus püsida väga kaua. Need eosed on niivõrd väikesed, et õhk nad laiali kannab. Eoseid on õhus loendamatul arvul. Igas toas, igal tänaval leiduvad õhus miljonid vähimate organismide idud. Ainsast kuivanud lombist tõuseb neid õhku tuhandeid. Kui need idud satuvad soodsasse elutingimustesse, elustuvad nad ja neist arenevad bakterid ning teised üherakulised olendid, mis hakkavad kasvama, toituma ja paljunema.

Sel teel, s. t. õhust, satuvad lihtsamate organismide idud heinaleotisse. Mõne päeva järel arenevad eosed soojas leotises ja hakkavad kasvama. Selleks aga, et need organismid saaksid toituda heinast, nad lagundavad seda, muudavad heina koostisosad teiseks. Seejuures tekibki paha lõhn. Seepärast lehkabki kõik mädanev.

Kui heinaleotis läbi keeta, hukkuvad kõik elusolendid, sest et nad ei talu nii kõrget temperatuuri, nagu seda on keemistemperatuur. Sulgege hoolikalt klaas peale seda, nii et sinna ei pääseks õhk, ja hein ei mädane nüüd, sest et heinaleotis on nüüd vaba bakteritest kui ka teistest elusolenditest ning nad ei pääse sinna väljastpoolt.

Muidugi pole kerge klaasi nii kinni katta, et sinna ei pääseks õhku: selleks on vaja eriseadmeid. Kuid nüüd osatakse hästi anumaid sulgeda. Näiteks valmistatakse tehaseis niinimetatud konservitud toitu, mis väga pika aja jooksul ei rikne. Seda tehakse järgmiselt: plekkpurk täidetakse mingi toiduainega, kuumutatakse tublisti bakterite

ja nende eoste surmamiseks ning suletakse hiljem hoolikalt.

Sel kujul säilib toit rikkematult aastaid. Kuid sellist purki tarvitseb vaid avada, kui ta juba päeva-paari pärast, eriti soojas kohas, lehkama hakkab. See tähendab, et sinna tulid bakterid, kes asusid tööle.

Seega mädanevad toiduained seepärast, et neile satuvad õhust bakterid või nende eosed, mis toitu süües teda lagun-davad. Nii mädanevad ka laibad.

Järelikult katsete põhjal bakteritega ja üherakuliste loomadega võib öelda: meile tuntud elutingimustes tekib elus ainult elusast. Kõik need pisimad olendid arenevad eostest. Aga eos on elus, varjusurmas viibiv rakk.

Kuigi meile tuntud tingimustes ei teki elu elutuist ai-neist, tekkis ta esmakordselt just neist.

Paljude miljonite aastate eest ei olnud meie maakera selline, nagu me teda näeme praegu. Õpetlased oletavad, et väga kaugetel aegadel oli maa meie päikese taoline tulikera. Sellisel tulikeral ei võinud veel olla elusolendeid: eluks on vajalikud mõõdukas soojus ja toit, aga neis tingimustes ei võinud olla ühte ega teist. Niisiis oli kord aeg, mil maa peal üldse ei olnud elu. Millal ja kuidas ta siis tekkis? See on küsimus, mille kallal õpetlased usinasti töö-tavad. See on väga raske küsimus, aga ta on põhijoontes lahendatud.

Kahtlemata tekkis elus elutust siis, kui Maa hakkas jahtuma. Selle kasuks räägib ka praegu elusa ja elutu vahel valitsev tihe seos. Elus keha koosneb keerukaist keemilistest ainetest, milledest eriti olulised on valgud, ilma milleleta on elu võimatu. Seepärast muutus elu esmakord-selt võimalikuks peale seda, kui maakeral tekkisid valgud. Valgud koosnevad lihtainetest — süsinikust, vésinikust, hapnikust ja lämmastikust. Need ained esinevad maakeral

suurel hulgal, ja Maa ajaloo oli periood, mil nad võisid anda alguse kõige lihtsamaile valkudele.

Tänapäeval pole kahtlust, et esimesed elusolendid tekkisid kõige lihtsamaist valkudest. Need olendid olid väga lihtsa ehitusega, arvatavasti veelgi lihtsamad, kui seda on meile praegu tuntud bakterid. On võimalik, et esimesed maakera asustajad olid väiksemad kui bakterid. Aga nad erinesid juba elutuist kehadest nende elutunnuste poolest, milledega tutvusime ülalpool. Ja kõigepealt, nad võisid oma kehaosi moodustada neid ümbritseva eluta looduse ainetest.

Seepärast pakuvad huvi vähimad osakesed — viirused. Need osakesed on palju väiksemad vähimaist baktereid; tavalises mikroskoobis on neid võimatu näha. Ainult täiesti uue, hiljuti avastatud mikroskoobiga, mis suurendab osakesi kümneid tuhandeid kordi (seda mikroskoopi nimetatakse elektronmikroskoobiks), õnnestus viiruseid näha.

Viiruste olemasolu oli aga kerge kindlaks teha neid nägematagi. Nad annavad end tunda inimeste, loomade ja taimede kallal tehtava hävitustööga. Viiruseil on samuti kui baktereilgi haigusitekitav võime. Nimelt on nad selliste haiguste tekitajad nagu tähniline soetõbi, gripp, veiste sõratõbi, vabarna ja spinati keerdlehisus jms.

Viiruste haigusitekitava toime kõrval pakuvad nad suurt huvi maakeral elu tekkimise küsimuses. Asi seisab selles, et seni on teadmata, kas viiruse osake on elus või elutu.

Mõned õpetlased oletavad, et viiruse osakesed on elutu valgu, näiteks kanamuna valgu osakeste taolised, seda enam, et viirus kujutab endast keemiliselt koostiselt keeruka ehitusega valku. Teised arvavad, et viirus on kõigist meie planeedil asuvaist, isegi baktereid, kõige lihtsam elusolend. Tõepoolest, mitmes suhtes on need osakesed

elusate olendite taolised. Nii näiteks on nad paljunemisvõimelised ja toovad just oma paljunemise läbi elusolendeile, milledele nad on elama asunud, haigust ja hukkumist.

Kui viiruse osakesi elusaiks pidada, siis kujutavad nad endast elusolendi näidet, kes on mõõdetelt palju väiksem ja kogu oma ehituselt palju lihtsam kui meile tuntud bakterid. Seepärast võiks oletada, et viiruse osakesed ongi kõige lihtsamad olendid, milledest võib-olla algas elu meie planeedil.

Kuid selline oletus oleks enneaegne ja vägagi vaieldav. Seni võib vaid öelda, et viirus läheneb sellele piirile, mis eraldab elusat loodust elutust. Aga kummal pool seda piirjoont asub viirus, ei ole lõplikult selgitatud.

Me ei või isegi kindlalt väita, et just viirused olid elu allikaks maakeral. Ennem võiks arvata, et esimesed elusad osakesed võisid olla koostiselt ja ehituselt veelgi lihtsamad kui meile praegu tuntud viirused.

Elu tekkimise kohta maakeral on olemas väga palju oletusi. Kõik need põhinevad nüüdisaegse teaduse andmeil ja teaduse arenguga muutuvad üha tõenäolisemaks.

Teatavasti on elusolendite pea-koostisosadeks süsinik, hapnik, vesinik ja lämmastik. Neist väheseist aineist koosnevadki loomade ja taimede kehaorganite ehituseks minevad valgud, tärklis ja teised ained. Ja see «ehitusmaterjal» on käepärast. Vesi, mis maakeral võtab enda alla suurema pinna kui maismaa, koosneb hapnikust ja vesinikust. Niisama ammutamatud on lämmastiku varud — ta moodustab ruumalalt neli viiendikku õhust. Süsinikku on maakoores söe näol tohtul määral, süsihappegaasina aga on teda ka õhus. Tähendab, ükskõik millisenä me ka ei kujutleks elu tekkimist maakeral, tema loomiseks oli looduses

ammutamatuid ja, mis peasi, kergesti kättesaadavaid keemiliste ainete tagavarasid.

Järelikult me ei tea, mida endast kujutas esimene elusolend või milline oli ta ehitus. Me ei tea isegi, millal ja kuidas tekkis elusolend elutuist aineist. Võib-olla tekkis elu korduvalt ja erinevail viisidel — need esmakordsed elusolendid ei jätnud endast mingeid jälgi. Aga me teame, et selleks kulus miljoneid aastaid ja võib-olla olid tookord Maa peal erilised tingimused, mida praegu ei ole. Samuti teame, et elu tekkimiseks vajalikke materjale oli maapinnas ja õhus külluses.

Teadus elust — bioloogia — areneb edukalt iga päevaga ja võib olla kindel, et lähemas tulevikus leitakse tingimused, milledes elus tekib elutust. Selleks tuleb kõigepealt kunstlikult luua valke, millisel alal on saavutatud juba teatavat edu.

Inimkond oskab praegu kunstlikult luua mitmeid keerukaid keemilisi aineid — värve, ravimeid, kautšukit ja isegi lihtsamaid valke. Kuid varem, umbes saja aasta eest, arvasid isegi õpetlased, et kõik need ained võivad tekkida vaid looduses, mitte aga inimkäte läbi. Teadus tõestas, et see pole nii.

Teaduse päralt on ammutamatuid võimalusi, ja kindlasti saabub aeg, mil inimene õpib looma valke. Teadus elust hakkas ju alles umbes saja aasta eest elusat loodust täpselt ja põhjalikult uurima ning tema saavutused selle lühikese aja jooksul lubavad eeldada, et ta aja jooksul lahendab veel hulga mõistatusi elust, nende seas ka tema tekkimise saladuse.

Niisiis olid esimesed maakeral tekkinud elusolendid vähimate kõige lihtsama ehitusega elusate kehade, bakterite taolised, tõenäoliselt koguni veelgi lihtsamad. Nüüd aga elab Maa peal hiiglaslik arv kõige mitmekesisemaid taimi

ja loomi — baktereid, usse, linde, madusid, kalu, hulk taimi, ulukeid, koduloomi ja lõpuks inimene ise.

Kust aga pärineb see elusa looduse mitmekesisus? Kas peaks oletama, et elus loodus oli alati nii mitmekesine, et samad loomad ja taimed elasid ka igivanal ajal? Või muutub elus loodus ja tekkisid meile tuntud elusolendid mitte korraga, vaid järk-järgult?

Ka seda küsimust tuleb nüüd pidada lahendatuks. Teadus on kindlaks teinud, et kõik praegu elavad olendid ei tekkinud korraga, vaid järk-järgulise arenemise teel. Esiti ei olnud Maa peal mingit elu, hiljem sündis ta väga lihtsal kujul ja hakkas aja jooksul tüsistuma. Esimesed maakera asustajad olid täiesti lihtsa ehitusega olendid. Nende ehitus tüsistus paljude aastatuhandete vältel järjest enam ja ühed elusolendid muutusid teisteks. See elusolendite muutus toimub ka praegu, aga selle nägemiseks on vajalik mitte ainult üks inimiga, vaid tuhandeid aastaid, — nii-võrd aeglaselt muutub elus loodus.

Teadusel on palju tõendeid, mis kinnitavad, et elus loodus muutus aeglaselt, maakera olemasolu paljude miljonite aastate jooksul.

Õpetlased leiavad maakihtide uurimistel kunagi Maa peal elanud elusolendite jälgi, vahel nende skelettide, sagedamini aga üksikute kontide või jälgede — jäljendite näol. Neist väljakaevatud jäänuseist on näha, et ürgaegadel elanud taimed ega loomad ei sarnanenud praegustega. Mida sügavamaist maapinna kihtidest leitakse selliseid jäänuseid, see tähendab, mida varem elasid ja hävisid need väljasurnud olendid, seda enam nad erinevad kaasaegseist elusolendest. Ja vastupidi, mida maapinnalähedamais kihitides leitakse neid säilmeid, seda enam nad sarnanevad tänapäevaste loomade ja taimedega. See kõik ütleb selgesti, et elusolendid on muutunud. Ja mida enam me selli-

seid säilmeid maa seest välja kaevame, seda enam veendume selles, et elus loodus miljonite aastate vältel muutus ja arenes. Lihtsa ehitusega olendid muutusid tüsilikumaks ja mitmekesisemaks, seni kui loodus kujunes selliseks, nagu me teda näeme praegu.

## Lõppsõna.

Heitke veel kord pilk elusale loodusele. Kui mitmekesine ja suur ta on! Elu esineb kõikjal: ookeanide, merede, järvede ja jõgede sügavustes, väikestes loikudes, õhus, maapinnal ja maa sees. Loendamatu hulk elusolendeid ümbritseb meid igalt poolt.

Aga kuivõrd elusolendid välimuselt üksteisest erinevadki, neil on palju ühist, nad kõik on ühise ema — looduse lapsed ja algselt Maa peal tekkinud organismide järglased. Kõigil elusolendil on ühed ja samad elu tunnused: nad liiguvad, toituvad, kasvavad, paljunevad, taastavad oma kaotatud osi, surevad. Nende tunnuste järgi eristataksegi neid elutuist organismidest. Aga elusa ja elutu vahel ei ole ületamatut piiri. Elusolendid lähevad sageli varjusurma, elutu aga meenutab nii mitmeski suhtes elusat. Nii sarnaneb õlitilk soodavees tugevasti elusa amööbiga. Ka on elusolendil sarnasust kristallidega.

Kristallid nagu oleksid elusa ja elutu lävel. Ühel pool seda läve asub elutute kehade loodus, teisel pool aga asuvad eosed, taimede seemned ja kõik teised varjusurmas viibivad olendid. Elu tekkis kunagi elutust materiast, kuid praegusajal, teadusele tuntud tingimustes, sünnib elus ainult elusast.

Elu oleleb maakeral miljoneid aastaid, ja selle aja vältel on elus loodus läbi teinud tohutuid muutusi. Maa ajalugu näitab, et esimesed ülilihtsad Maa elanikud järjekindlalt muutusid üha keerukamaiks loomadeks ja taimedeks.

Kõige arukam ja organiseeritum loom maakeral, inimene, ei tekkinud sellisena, nagu me teda tunneme praegu. Paljude kümnete ja tuhandete aastate jooksul arenes ta teistest loomadest. Lähim inimese esivanem on ürgaegne, nüüd väljasurnud ahy, kes oli ka tänapäevase inimahvi eelkäijaks; nendega on inimesel praegugi palju ühist. Kuid ühes sellega on inimene ka omapärane loom.

Mille poolest erineb inimene kõigist ülejäänud elusolendest? Kõigepealt selle poolest, et ta on ühiskondlik loom. Igaüks meist on eriliste seaduste kohaselt elava ühiskonna liige, milliseid seadusi ei ole olemas ei taime- ega loomariigis.

Kuid peamine, mille poolest inimühiskond erineb kõigist teistest loomadest, on inimese poolt kunstlike tööriistadega tehtav töö. Tänu tööle muutus ahy inimeseks; tänu tööle õppis inimene alistama loodust, niihästi eluta looduse jõudusid kui ka mitmesuguste loomade ja taimede elu; tänu tööle oleleb ja areneb inimühiskond.

Inimese mõistus arenes samuti tänu tööle. Vaimseilt võimeilt on inimene kõigist ülejäänud loomadest kõrgemal. Kõige arukama loomana püüab inimene aktiivselt tunnetada ja tundma õppida loodust, rakendada looduse jõudu end teenistusse.

Paljude teaduste seas, mis meil aitavad täielikumalt tunnetada maailma, on suur osa bioloogial — teadusel elust. Tema ees seisab veel palju seni lahendamata küsimusi; kuid ta on õigel teel. Bioloogia poolt seni saavutatud edu näitab, et ainult looduse kannatliku tundmaõppimisega võib aru saada kõigest meid ümbritsevast. Meie nõukogude ühiskonnas, mis baseerub kõigi tema liikmete looval tööol, on teadusele elust tagatud ennenägematu arenemine.

## Sisukord.

	Lk.
Sissejuhatus . . . . .	3
1. Elus maailm veetilgas . . . . .	5
2. Elusolendite kehaehitus . . . . .	7
3. Elu tunnused . . . . .	9
4. Elusa ja elutu näiv sarnasus . . . . .	20
5. Organismide elutingimused ja surm . . . . .	27
6. Elusa looduse ajalugu . . . . .	34
Lõppsõna . . . . .	41

*Vastutav toimetaja*

*A. Vaga.*

*Tehniline toimetaja*

*H. Seletus.*

Ladumisele antud 9. XII 47.  
Trükkimisele antud 31. II 48.  
Paberi kaust 56×79.  $\frac{1}{16}$ . Trüki-  
poognaid  $2\frac{3}{4}$ . Autoripoognaid  
1,7. Arvestuspoognaid 2,01.  
MB 01017. Laotihedus trpg.  
31 500. Tiraaž 5200. Trükikoja  
tellimus nr. 2179. Trükikoda  
„Tartu Kommunist“, Tartu,  
Ülikooli 21/23.

*Hind rbl. 2.—*

В. А. Дорфман, Мир живой и  
неживой.

На эстонском языке.

Эгосиздат „Научная Литера-  
тура“, Тарту.



Rbl. 2.—

A-16558

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00497828 6