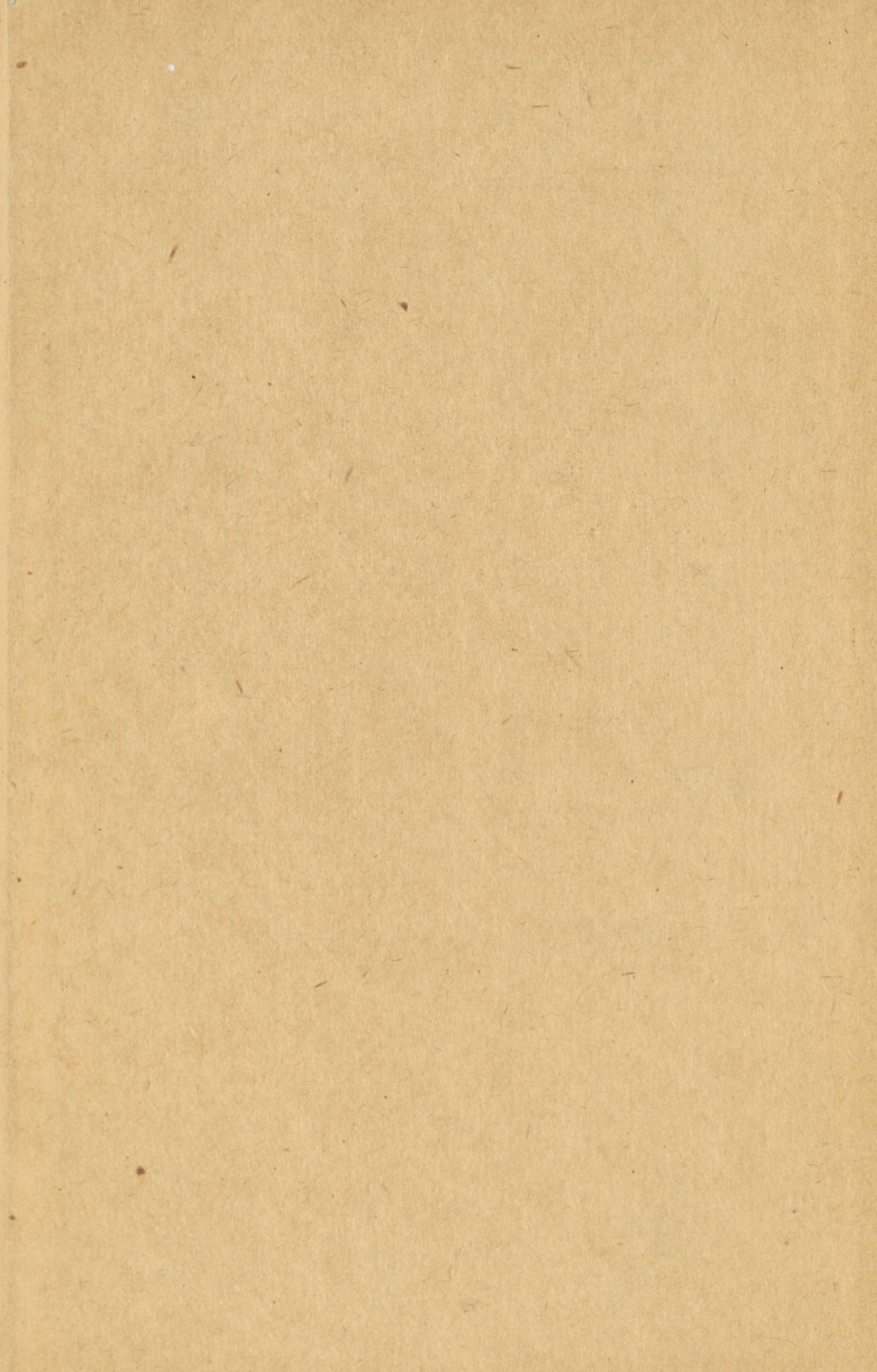


J. VESSELOV

DARVINISMI  
ALUSED

ÕPIK IX KLASSILE







A - 23689

J. VESSELOV

# DARVINISMI ALUSED

ÕPIK IX KLASSILE

*Püssa*

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS  
TALLINN 1961

Originaali tiitel:

Е. А. Веселов

ОСНОВЫ ДАРВИНИЗМА

Учебник для IX класса средней школы  
Учпедгиз 1960

*Tõlkinud L. Poots*

Tõlge on kinnitatud Eesti NSV Haridusministeeriumi poolt.

TARTU ÜLIKOOLI  
RAAMATUKOGU

## SISSEJUHATUS

**Mis on darvinism?** Kaasaegne teadus on tõestanud, et Maal elavad orgaanilised olendid (mikroorganismid, taimed ja loomad) pole tekkinud ühekorruga, vaid on arenenud järk-järgult, palju miljoneid aastaid kestnud ajaloolise arenemise tulemusena.

Õpetuse orgaanilise maailma ajaloolisest arenemisest ja selle arenemise seaduspärasustest lõi XIX sajandi suur inglise loodusteadlane Charles Darwin (1809—1882).

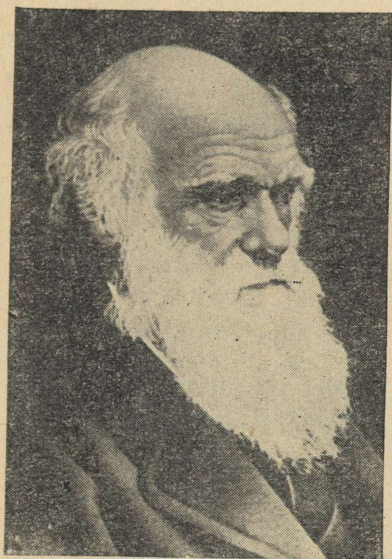
Darwin õppis põhjalikult tundma taimede ja loomade muutumist kodustatud olukorras. Ta uuris, mil viisil on inimene loonud ja loob uusi kultuurtaimesorte ja koduloomatõuge. See andis talle võimaluse selgitada, kuidas muutuvad elusad organismid looduses, kuidas organismide vanadest vormidest tekivad aja jooksul ikka uued ja uued vormid. Darwin laiendas oma õpetust ka inimesele, tõestades, et ka inimene põlvneb loomsetest eellastest ja on loomsete eellaste pikaajalise ajaloolise arenemise tulemus.

Darwin lõi oma õpetuse taime- ja loomakasvatavate palju sajandeid kestnud praktika ja mitmete loodusteaduste (geoloogia, botaanika, zooloogia, anatoomia ja füsioloogia) kaasaegsete saavutuste üldistamise teel.

Organismide ajaloolist arenemist nimetatakse *evolutsiooniks*. Seda väljendit kasutatakse nii neil juhtudel, kui peetakse silmas mingi ühe organismi ajaloolist arenemist (näiteks hobuse eellaste evolutsioon), kui ka neil juhtudel, kui on kõne terve organismide rühmast (kalade, lindude, imetajate jt. evolutsioon) või kogu orgaanilisest maailmast (taimede ja loomade evolutsioon). Kui näiteks öeldakse «hobuse evolutsioon», mõeldakse selle all hobuse eellaste ajaloolist arenemist, mis viis kaasaegse hobuse kujunemisele. Kui öeldakse «lindude evolutsioon», mõeldakse selle all lindude paljudest seltsidest koosneva klassi tekkimise ja arenemise ajalugu.

Darwin mitte üksnes ei toonud arvukalt tõendeid evolutsiooni kohta, vaid tegi ka kindlaks, et evolutsiooni põhiteguriteks on: 1) keskkonna tingimuste muutumine, 2) pärilikkus ja muutlikkus, 3) kunstlik valik (kultuurtaimedel ja koduloomadel) ja 4) looduslik valik (taimedel ja loomadel looduslikes tingimustes).

Darwini õpetust, mida on täiendanud ja edasi arendanud kogu maailma progressiivsed teadlased, nimetatakse *d a r v i n i s m i k s*.



Charles Darwin (1809—1882)

Kaasaegse darvinismi arenemisele oli eriti suur tähtsus suurte vene teadlaste Ivan Vladimirovitš Mitšurini (1855—1935) ja Ivan Petrovitš Pavlovi (1849—1936) töödel.

I. V. Mitšurin, luues uusi viljapuude ja marjapõõsaste sorte, tõestas, et iga organismi arenemine on tihedalt seotud keskkonna tingimustega, et iga organism on ühtsuses elutingimustega. Seda mõtet on varem väljendanud ka C. Darwin, I. M. Setšenov ja paljud teised teadlased, kuid kõige täielikumalt on seda mõtet arendatud I. V. Mitšurini töödes. Selle idee rakendamine taime- ja loomakasvatuses annab võimaluse aktiivselt juhtida organismide arenemist, nende evolutsiooni, ning kiiremini arendada uusi taimesorte ja loomatõuge.

Akadeemik I. P. Pavlovi füsioloogiaõpetus arendab organismi ja keskkonna ühtsuse ideed loomariigi kohta. I. P. Pavlov tõestas, et loomadel teostub seos keskkonnaga närvisüsteemi kaudu. Selle seose peakujuks on loomadel tingitud (omandatud) ja tingimatud (kaasasündinud) refleksid. Tingitud ja tingimatute reflekside abil teostub loomade kõige parem kohastumine ümbritseva keskkonnaga. Pavlovi õpetus annab võimaluse paremini seletada loomariigi evolutsiooni, eriti aga inimese põlvnemist.

Järelikult on kaasaegne darvinism õpetus orgaanilise looduse ajaloolise arenemise seaduspärasustest ja organismide evolutsiooni juhtimise teedest.

Darvinismi aluste kursuses vaatleme algul järgmisi küsimusi: organismide seos keskkonnaga, evolutsiooni tõendid, evolutsiooni

põhjused (pärilikkus, muutlikkus ja valik). See annab meile võimaluse üle minna mitšuurinlikule õpetusele organismide päriliku loomuse juhtimisest. Kursuse lõpul tutvume elu arenemise ajaloo (elu tekkimisega, taime- ja loomariigi ajaloolise arenemisega, inimese põlvnemisega). Kursuse lõpposas, kokkuvõtete tegemisel, tutvume kaasaegsete vaadetega elunähtuste olemusest.

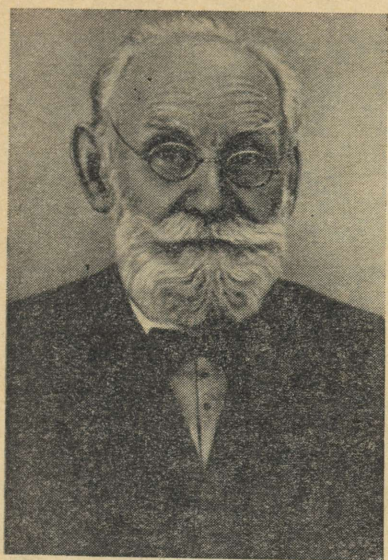
**Darvinismi tähtsus ja tema seos teiste teadustega ning arsti-teaduse ja põllumajanduse praktikaga.** Darwinism on bioloogia koostisosaks. Sõna *bioloogia* tuleb kahest kreekakeelsest sõnast: *bios* — elu ja *logos* — õpetus, teadus. Bioloogiaks nimetatakse teadmiste süsteemi elusast loodusest ja selle arenemise seadustest. Bioloogiasse kuulub terve rida teadusi, mis õpivad tundma orgaanilist maailma. Taimeriiki õpib tundma botaanika, loomariiki aga zooloogia, nähtamatute mikrokoopiliste elusolendite maailma õpib tundma mikrobioloogia, inimese keha ehitust ja talitlust õpib tundma inimese anatoomia ja füsioloogia. Need on kõik bioloogilised teadused. Darwinism on ka bioloogiline teadus ning ta on tihedalt seotud paljude bioloogia harudega; ta toetub neile teadustele ja on samal ajal ise neile teoreetiliseks aluseks.

Evolutsiooni põhiseaduste tundmine on vajalik elusa looduse teaduslikuks seletamiseks ja inimese praktiliseks tegevuseks, mis on seotud elusate organismidega.

Religioon kinnitab näiteks, et taimed, loomad ja inimene on «loodud jumala poolt» ja et igasugune muutus looduses toimub «jumala tahtel». Selles on tänapäevani veendunud usklikud inime-



I. V. Mitšurin (1855—1935)



I. P. Pavlov (1849—1936)

sed. Elusa looduse ajaloolise arenemise seaduste tundmaõppimine lükkab ümber ebausuj ja usundlikud eelarvamused ning annab inimesele võimaluse aktiivselt muuta elusat loodust. Darwinism vaatleb ka niisuguseid igivanast ajast inimkonda erutanud küsimusi nagu elu olemus ja tekkimine, taime- ja loomariigi ajalooline arenemine Maal, inimese põlvnemine. Need on küsimused, milles iga inimene peab hästi orienteeruma teaduslikelt seisukohtadelt; ilma nendeta ei saa vastu astuda ekslikele religioossetele kujutlustele.

Darvinism on põllumajanduse teoreetiliseks aluseks. I. V. Mišurin lõi palju uusi kultuurtaimesorte. Nõukogude teadlane M. F. Ivanov on aretanud maailma kõige paremad lambatõud ja ukraina stepisea tõu. Teised nõukogude taime ja loomakasvatajad on loonud sadu uusi väärtuslikke taimesorte ja loomatõuge. Niisugused saavutused ei oleks võimalikud, kui teadlased ja praktikud ei oleks selles töös kasutanud Darvini ja tema järelkäijate — darvinistide poolt avastatud loodusseadusi — organismi ja keskkonna ühtsuse, pärilikkuse ja muutlikkuse ning kunstliku ja loodusliku valiku seadusi. Evolutsiooni seaduspärasuste tundmise tõttu võime juhtida organismide pärilikku loomust, parandada ning aretada uusi kultuurtaimesorte ja koduloomatõuge.

Darvinismi baasil arenevad ka arstiteadus ja loomaarstiteadus. Inimese ja loomade haiguste uurimisel, parasitaarsete ja nakkushaiguste tekitajate vastu vahendite väljatöötamisel kasutatakse praegusel ajal evolutsioonilist lähenemist, arvestades organismi ja keskkonna ühtsuse seadust, pärilikkuse ja muutlikkuse seadust ja teisi evolutsiooni seaduspärasusi.

Nõukogude Liidu Kommunistlik Partei ja Nõukogude valitsus on välja töötanud laialdase programmi põllumajanduse arendamiseks meie maal. On nähtud ette põllumajanduslike kultuuride saagikuse tõus ja loomakasvatuse produktiivsuse suurenemine. Nende abinõude elluviimisel toetutakse samuti kaasaegse darvinismi saavutustele.

## KOKKUVÕTE

Darvinism on õpetus orgaanilise maailma ajaloolise aremise seaduspärasustest ja organismide juhtimise teedest.

Seda õpetust nimetatakse darvinismiks ta rajaja — XIX sajandi inglise bioloogi Charles Darwini auks. Darwini õpetust on täiendanud ja edasi arendanud kõigi maade progressiivsed teadlased. Eriline osa kaasaegse darvinismi arendamises on vene teadlaste I. V. Mitsurini ja I. P. Pavlovi töödel.

Darvinismil on suur tähtsus elusa looduse teaduslikul seletamisel, võitlemisel ebauusu ja religioosete eelarvamuste vastu; ta on arstiteaduse, loomaarstiteaduse ja põllumajanduse teoreetiliseks aluseks. Evolutsiooni seaduspärasuste tundmine annab võimaluse sihikindlalt teostada uute kultuurtaimesortide ja koduloomatõugude aretamise ning vanade sortide ja tõugude parandamise tööd.

### Küsimusi

1. Mis on darvinism?
2. Milles seisneb darvinismi teaduslik, antireligioosne ja praktiline tähtsus?

# I. ORGANISM JA KESKKOND

## I PEATÜKK

### ORGANISMIDE MITMEKESISUS JA NENDE KOHASTUMINE KESKKONNA TINGIMUSTEGA

#### § 1. Elusate organismide mitmekesisus

Haruldaset mitmekesine on orgaaniline maailm! Kõikjal — niitudel põldudel, steppides, metsades, tiikides, järvedes, meredes, kõrgetest mäetippudest ookeani sügavikeni kohtume elu nähtustega — mitmesuguste taimede, loomade ja mikroorganismidega.

Pöörake tähelepanu tiigi või väikese järve elule. Missugune mitmekesine elu siin valitseb! Kaldal kasvavad puud, põõsad ja rohttaimed. Kaldaäärses vees kasvavad pilliroog, kõrkjad, kõõlusleht ja teised kaldaäärsed taimed. Kaldast kaugemal, sügavamal, on palju vesi-kirburohtu, mitmesuguseid penikeeli ja teisi veetaimi. Veel kaugemal paistavad vesikupud ja vesiroosid...

Ja milline rikkalik loomariik elutseb veetaimede vahel! Soojal suvepäeval lendlevad vee kohal kiilkärbsed ja kiilid. Veepinnal jooksevad vesivaksikud ja tiirlevad mardikad — kukrikud. Arvukad ja mitmekesised loomad elavad vees ja veekogu põhjas. Siin on mitmesuguseid molluskeid, putukavastseid (mardikate, kiilide ja ehmestiivaliste vastseid), vesiharke, mardikaid — ujureid, kalu ja kahepaikseid (vesilikke, konni ja nende vastseid) jne. (I tahvel).

Aga kui palju on vees mitmesuguseid mikroskoopilisi organisme: baktereid, seeni, vetikaid, vähilaadseid ja teisi mikroskoopilisi taimi ja loomi (joon. 1).

Mitmekesised on Maal valitsevad elutingimused, mitmekesised on ka organismid. Ainuüksi õistaimi ja sõnajalgtaimi arvatakse olevat üle 182 tuhande liigi, aga kõikide taimeliikide üldarv ületab 500 tuhat.

Veel mitmekesisem on loomariik. Ainuüksi selgroogsete liike on ligi 70 tuhat, loomaliikide koguarv ületab aga 1,5 miljonit!

Organismide mõõtmed kõiguvad suures ulatuses. Rõugete tekijaja läbimõõt on näiteks kolm kümnetuhandikku millimeetrit, samal ajal kui kõige suurem loom — sinivaal on 33 meetri pikkune. Sini-

vaala kaal on võrdne 25 elevanti või 150 härja kaaluga (kuni 120 tonni)! Kõige võimsam taim — mammutipuu kasvab ligi 150 meetri kõrguseks ja tema läbimõõt on kuni 12 meetrit.

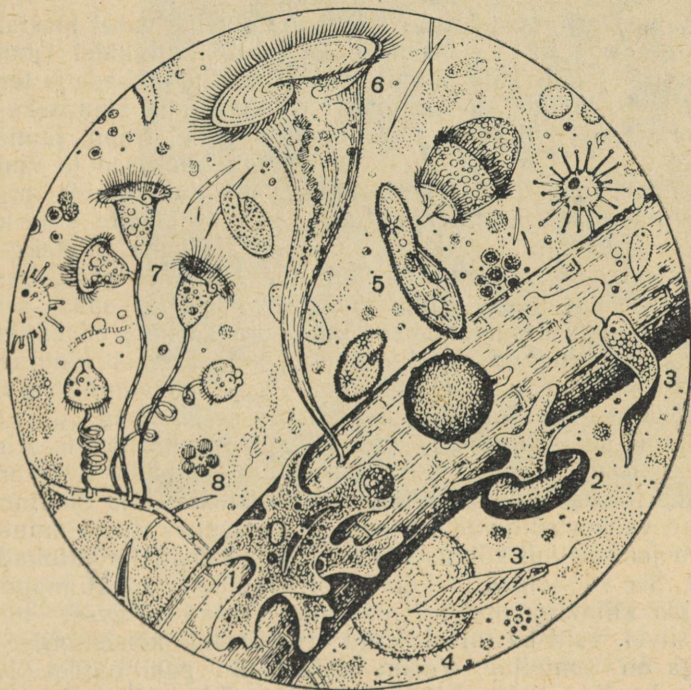
Juba iidsetest aegadest on inimese mõistus tundnud hämmastust elusolendite mõõtmete, väliskuju ja siseehituse mitmekesisuse ees.

Kuidas on tekkinud elusorganismide niisugune mitmekesisus?

Sellele küsimusele pole võimalik lühidalt vastata. Selleks on vaja tutvuda evolutsiooni põhiprintsiipidega, kuna kaasaegne orgaaniline maailm, kogu tema mitmekesisus on eluslooduse pikaajalise ajaloolise arenemise tulemus.

## § 2. Organismide suhteline kohastumine ja keskkonna tingimused

Organismide mitmekesisuse kõrval hämmastab iga mõtlevat inimest tahtmatult veel üks orgaanilise maailma iseärasus — elusorganismide kohastumine neid ümbritseva keskkonnaga. Igal elusolendil on kohastumisi, mis kindlustavad talle ellujäämise, arenemise, kasvamise ja paljunemise neis tingimustes, kus ta elab.



Joon. 1. Elu veetilgas.

1 — amööb; 2 — juurjalgne *Arcella* (ainurakne); 3 — silmviburlane (*Euglena*); 4 — kerasviburlane *Volvox* (kolooniline ainurakne); 5 — kingloom; 6 — tõrilane (ripsloom); 7 — vesikelluke (ripsloom); 8 — mitmesugused mikroskoopilised vetikad.

Võtame mingi taime, näiteks tamme (joon. 2). Tema juured tungivad sügavale mulda, nad hargnevad tublisti ja neil on hiiglasuur arv juurekarvakesi, mis puutuvad tihedalt kokku mullaosakesetega. Juured võtavad mullast vett ja mineraalsooli, mida taim vajab eluks. Lehed sünteesivad anorgaanilistest ainetest orgaanilisi aineid, mida on vaja taime keha ülesehitamiseks.

Erinevad taimed on kohastunud erinevate elutingimustega. Mänd näiteks pole nõudlik mulla ja niiskuse suhtes. Tema juured tungivad sügavale mulda; ta suudab hankida vett ja toitaineid sügavatest mullakihtidest. Erinevalt männist on aga kuusel juured mulla pindmistes kihtides, mistõttu ta vajab viljakat ja niisket mulda. Mänd on valguselembene, kuusk aga varjutaluv taim.

Loomadel võib samuti täheldada, et iga elund on kohastunud teatava funktsiooni täitmiseks ja et kogu organism on kohastunud tingimustega, milles ta elab. Näiteks on erinevate selgroogsete liikide eesjäsematel erinevad funktsioonid ja seoses sellega on neil ka erinev ehitus. Kaladel on nad rinnauimedeks, mutil on nad kohastunud maapinna kaevamiseks, hobusel kiireks jooksuks, lindudel on muutunud aga hoopis tiibadeks.

Sõltuvust organismi ehituse ja tema eluviisi vahel tõestab näiteks jalgade ehituse erinevus erinevatel linnuliikidel (joon. 3). Röövlindude jalad (kotkas, kull) on varustatud pikkade ja teravate küünistega. Lindudel, kelle jalad on kohastunud käimiseks (faasan), on jalad lühikesed. Jooksjatel lindudel (trapp, jaanalind) on jalad väga tugevad, varbad on neil aga lühikesed ja jämedad.

Loomade kohastumine keskkonnaga avaldub kõikidel organismidel ehituse iseärasustes ja elutegevuses. Nii näiteks on kalade organism kohastunud veekeskkonnaga. Kala keha (näiteks havil, heeringatel) on tavaliselt sigarikujuline. Esinevad hästi arenenud paarilised ja paaritud uimed (rinna- ja kõhuuimed, saba-, selja- ja pärakuuim). Need kohastumised kindlustavad kiire edasiliikumise vees. Kalade hingamiseliunditeks on lõpused, mis kindlustavad hästi kalade varustamist hapnikuga, mis on lahustunud vees. Loomade füsioloogilise kohastumise näiteks keskkonnaga on lindude ja imetajate püsisoojasus. Nende loomade organismide iseärasused on niisugused, et nende kehatemperatuur on püsiv ning on kõrgem ümbritseva keskkonna temperatuurist. Seetõttu on linnud ja imetajad vähem sõltuvad kliimast ja õhutemperatuuri muutustest ööpäeva jooksul kui kõigusoojased loomad (näiteks putukad, roomajad). See võimaldab neil elada mitte ainult sooja kliimaga, vaid ka külma kliimaga maades ning nad elavad aktiivset elu mitte ainult suvel, vaid ka talvel. Kuid organismide kohastumine keskkonnaga on suhteline. Toome selle kohta paar näidet. Kalade liikumiselundid — uimed ja hingamiseliundid — lõpused on kohastunud talitlemiseks veekeskkonnas ning on täiesti kõlbmatud maa-pealsetes tingimustes. Pääsukestel on pikad tiivad, mis on hästi kohastunud lendamiseks; nad püüavad saaki (putukaid) lennul,



Joon. 2. Tamm.

kuid maapinnal on nad abitud (joon. 4), sest nende jalad pole kohastunud käimiseks maapinnal.

Sedasama võib öelda ka taimede kohta. Lemmel on suhteliselt hästi kohastunud eluks veekeskkonnas. Sageli katab ta seisuveelise tiigi kogu pinda. Kuid kui tiik kuivab, lemmel hävib, kuna ta pole kohastunud eluks väljaspool veekeskkonda.

Kõik see tõendab, et organismide kohastumine keskkonnaga on suhteline selles mõttes, et iga kohastumine on sobiv ainult selles konkreetses keskkonnas, milles ta on tekkinud.



Joon. 3. Sõltuvus lindude eluviisi ja nende jalgade vahel.  
 1 — kotka, 2 — kulli, 3 — faasani, 4 — trapi jalg.



Joon. 4. Piirpääsukesed ja pääsukesed.  
 1 — piirpääsuke; 2 — suitsupääsuke; 3 — räästapääsuke.

Organismide kohastumine keskkonnaga on suhteline ka selles mõttes, et ta kunagi pole päris täiuslik, s. t. mitte kunagi täielikult ei taga organismi pääsemist hävimisest. Näiteks on mao mürgiaparatuur hea kaitsevahend, kuid sellest hoolimata söövad mõned loomad (siilid, linnud) madusid.

Organismide suhteline kohastumine keskkonnaga pole tekkinud ühekorraga: see on väga pika ajaloolise arenemise tulemus, mis on toimunud keskkonna mõjul.

Darvinismi alustega tutvumisel võime selgitada, mil viisil on elusa looduse ajaloolise arenemise protsessis tekkinud organismide suhteline kohastumine keskkonna tingimustega.



Joon. 5. Väike lemmel.

## KOKKUVÖTE

Loodus paistab silma erakordselt mitmekesiste eluvalduste poolest. Mitmekesised on keskkonna tingimused, mitmekesised on ka organismid oma mõõtmete, välis- ja siseehituse, organisatsiooni keerulisuse astmete, oma füsioloogiliste iseärasuste poolest. Iga organismi elundid ja kehaosad on hästi kohastunud oma talitluste täitmiseks, kogu organism tervikuna on aga kohastunud ümbritseva keskkonnaga.

Darvinismi tähtsamaks ülesandeks on elusate organismide erakordse mitmekesisuse põhjuste ja nende elutingimustega suhtelise kohastumise selgitamine.

### Ülesandeid

1. Tooge näiteid oma vaatlustest, mis tõestavad: 1) elusate organismide mitmekesisust, 2) nende suhtelist kohastumist elutingimustega.

2. Teostage vaatlusi metsas või niidul taime- ja loomariigi mitmekesisusega tutvumiseks ning taimede ja loomade elutingimustega kohastumise vaatlemiseks.

3. Nimetage erinevaid loomaliike mõnest veekogust (tiik, jõgi jne.). Vaadeldes neid tähelepanelikult ja märkige, missugused kohastumised on neil eluks vees.

## ORGANISMIDE SEOS KESKKONNA TINGIMUSTEGA

## § 3. Organismide seos keskkonnaga ainevahetuse kaudu

**Organism ja teda ümbritsev keskkond.** Iga organismi ümbritseb väliskeskkond, milles ta elab.

Näiteks on männile, mis kasvab metsas, keskkonnaks muld ja õhk, puud ja rohttaimed, mis kasvavad selle puu ümbruses, putukad, linnud, metsloomad ja teised elusad organismid, mis asuvad selle männi ümbruskonnas. Valgejänesele on keskkonnaks mets või võsa, milles ta elab. Inimese ja loomade siseparasiitidele (näiteks solkmetele) on keskkonnaks peremeesorganism.

Väliskeskkonda iseloomustavad kindlad tingimused. Männi näites on keskkonna tingimusteks mulla struktuur ning selle mehhaaniline ja keemiline koostis, õhu keemiline koostis, õhu ja mulla temperatuur ning niiskus, valgustingimused, seda puud ümbritseva taime- ja loomariigi koostis ja paljud teised keskkonna tingimused.

Organism asub väga keerulistes vastastikuistes suhetes keskkonnaga. Ümbritsevast keskkonnast saab ta kõik eluks vajaliku: toitu, vett, soojust ja õhku, samal ajal eritab ta sellesse keskkonda temale mittevajalikke ainevahetussaadusi. Järelikult on iga organismi elu sõltuvuses väliskeskkonnast. Kuid organismi ja keskkonna seos on vastastikune. Mitte ainult organismid ei sõltu keskkonnast, vaid ka keskkond sõltub teda asustavatest organismidest. Nisu saak sõltub näiteks mulla iseärasustest, selle niiskuse ja mineraaloolade sisaldusest. Kuid ka nisu ise muudab mulla struktuuri ja koostist: kasvamise ajal juurte töö, pärast lõikust aga juurte ja kõrretüügaste kõdunemise tõttu.

Keskkonna mitmesugused tingimused, mis ümbritsevad organismi, ei ole organismile ühesuguse tähtsusega. Näiteks ei saa rohelised taimed kasvada ja areneda ilma valguseta, õhuta ja mineraalooladeta. Loomad ei saa elada ilma toidu ja hapnikuta. Järelikult on niisuguseid keskkonna tingimusi, mis on vajalikud organismi eluks. Kuid ümbritsevas keskkonnas on alati ka niisuguseid tingimusi, mis ei ole vajalikud antud organismi eluks. On ükskõikseid ja isegi organismile kahjulikke tingimusi. Näiteks metsas või võsas, kus elab valgejänes, võib olla väga palju mitmesuguseid putukaid. Nad on jänesele ümbritseva keskkonna osaks, kuid enamik neist putukaist ei oma talle mingit tähtsust; need on jänesele ükskõiksed keskkonna tingimused. Selles metsas elavad hundid. Jänesele on see väga tähtis kui kahjulik keskkonna tingimus. Jänese eluks pole hundid sugugi vajalikud.

Seepärast tuleb eristada kaht mõistet. Esiteks — *keskkonna*

*tingimused*. See mõiste hõlmab organismi ümbritsevaid keskkonna kõiki tingimusi, sõltumatult sellest, kas nad on vajalikud või mitte, kahjulikud või ükskõiksed organismi eluks. Teiseks — *tingimused, mis on tingimata vajalikud organismi eluks*. Siia kuuluvad ainult need keskkonna tingimused, ilma milleta antud organism ei suuda elada, kasvada ja areneda.

See erinevus on väga tähtis praktikas. Kui me hakkame kasvatama kunstlikes tingimustes metsloomi (näiteks loomaaias ja karusloomakasvandustes) või taimi, mis on toodud vabast loodusest (näiteks ravimtaimi), pole meil tarvis täielikult taastada nende jaoks kõiki keskkonna tingimusi, milles nad elavad looduslikus olukorras. On tarvis luua ainult need tingimused, mis on tegelikult vaja organismi eluks, kasvamiseks ja arenemiseks.

Õeldust võib teha järelduse: iga elus organism on seoses elutingimustega. See on üks looduse põhiseadusi. Organismi ühtsus talle vajalike elutingimustega teostub organismi ja keskkonna alatise vastastikuse seose tõttu. Niisugune seos on olemas seetõttu, et 1) organism elab antud keskkonnas, hõlmates selles kindla koha, 2) võtab sellest keskkonnast kõik eluks vajaliku (toidu, soojuse, õhu jt.), 3) annab sellesse keskkonda oma elutegevuse saadused. Organism sõltub täielikult ümbritsevast keskkonnast ja samal ajal, kasutades seda keskkonda, mõjustab oma elutegevusega väliskeskkonda, muudab seda.

Järelikult on organismi ja keskkonna vastastikuse seose pealülks ainevahetus organismi ja keskkonna vahel.

**Ainevahetus elusatel organismidel.** Juba möödunud sajandi lõpul kriipsutas F. Engels alla, et omadused, mis eraldavad elusaid organisme looduse elututest kehadest, on seotud valkudega. Ilma valkkehadeta pole elu. Elusale valgule ja järelikult ka igale elusale organismile on omane ainevahetus ümbritseva väliskeskkonnaga.

Engelsi määrangu järgi on elu valkkehade eksisteerimise viis, mille oluliseks momendiks on pidev ainevahetus neid ümbritseva väliskeskkonnaga. Ainevahetuse lõppemisega lõpeb ka elu, mis viib valgu lagunemisele.

Selles, et iga organismi arenemine, kasvamine ja kogu elu on seotud ainevahetusega, võib veenduda järgmiste näidete varal.

Mulda külvatud nisusemnest kasvab taim paljude uute seemnetega. Taime ja tema seemnete kaal ületab mitu korda selle seemne kaalu, millest ta kasvas. Millest tekkis niisugune hulk orgaanilist ainet? See tekkis ainetest, mis taim võttis ümbritsevast keskkonnast. Taim hankis neid mullast ja õhust ning päikesevalguse abil ehitas neist üles oma keha.

Sedasama võib öelda ka loomade kohta. Suurte loomade (elefantide, hobuste, veiste ja paljude teiste) keha kaalub sadasid kilogramme. Viljastatud munarakk, millest areneb organism, on imetajatel mikroskoopiliste mõõtmetega. Millest on tekkinud täis-

kasvanud looma keha mass? On selge, et neist ainetest, mis looma organism omastab väliskeskkonnast.

Õeldust ei tule arvata, et ainevahetus on seotud ainult organismi kasvuga, tema eluskaalu suurenemisega. Organismi kogu elu jooksul, isegi kui ta kasv täiesti lõpeb, toimub pidev organismi elusaine uuendumine, vanade keemiliste koostisosade asendumine uutega pideva ainevahetuse teel.

Ainevahetus on elu aluseks olev ainete muutumise protsess elusates organismides. Ainevahetuse kaudu on kõik organismid lahutamatult seotud väliskeskkonnaga, ainult ainevahetuse tõttu võivad nad elada ja paljuneda.

**Assimilatsioon ja dissimilatsioon.** Väliskeskkonnast organismi tulevate ainete ja muutumisel oma keha aineteks, mida saab energia kogumine ja muundumine, nimetatakse *assimilatsiooniks*.

Iga taim või loom ehitab assimilatsiooniprotsessis ainetest, mis saabuvad väliskeskkonnast, ainult sellele liigile omast elusainet. Seepärast kasvab nisuterast nisu, kaeraseemnest kaer, olgugi et nad võivad kasvada kõrvuti, ühesugusel mullal.

Organism kulutab energiat assimilatsiooniprotsessile, arenemisele ja kasvamisele, liikumisele, mitmete elundite tööle jne. Kust ta võtab selle energia? Selle allikaks on keemiline energia, mis vabaneb organismis ta elusaine lagunemisel. Elu pole seotud mitte ainult elusaine loomisega, vaid ka selle pideva lagunemisega.

Organism kasutab energiat, mis vabaneb keerukate orgaaniliste ühendite lagunemisprotsessis. Kahjulikud lagunemisproduktid tavaliselt eemaldatakse organismist ümbritsevasse keskkonda (eritusfunktsioon).

Elusaine lagunemisprotsessi organismis, kus vabaneb energia, mida kasutatakse organismi poolt elutegevuseks, nimetatakse *dissimilatsiooniks*.

Assimilatsioon ja dissimilatsioon on teineteisele vastandlikud, kuid asuvad lahutamatus ühtsuses. Assimilatsiooniprotsessil kulutatakse energiat. Aga me teame, et energiaallikaks on organismis dissimilatsioon. Järelikult pole assimilatsioon võimalik ilma dissimilatsioonita. Dissimilatsioon on samuti seotud assimilatsiooniga, kuna assimilatsiooni lõppemisega katkeb elusaine uuendumine, mis on vajalik dissimilatsiooniprotsessiks.

**Assimilatsioon rohelistel taimedel.** Roheliste taimede iseloomulik iseärasus seisneb selles, et nad on võimelised, kasutades vett, süsihappegaasi ja anorgaanilisi sooli, looma neist valke, rasvu ja süsivesikuid, mis on vajalikud oma keha ülesehitamiseks.

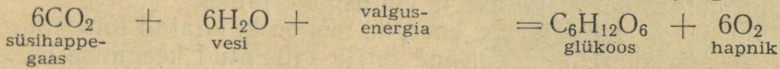
Pealaboratoriumiks, milles toimub rohelistel taimedel assimilatsioon, on leht. Assimilatsiooni pealüliks on *fotosüntees*<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Ühinemine valguse abil; kreekakeelsetest sõnadest «fotos» — valgus ja «süntesis» — ühend.

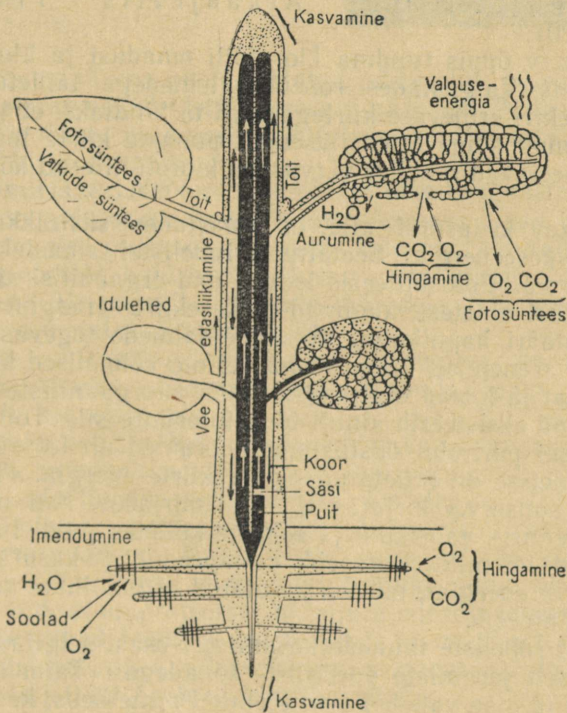
Fotosünteesi olemus seisneb järgmises (joon. 6).

Õhulõhede kaudu tuleb lehte õhk, aga sooni mööda vesi koos selles lahustunud mineraalainetega. Lehe põhikoe rakkudes on *klorofülliterad*, mis sisaldavad *klorofüllii*. Klorofüllil on võime kinni püüda päikeseenergiat ja kasutada seda orgaaniliste ainete sünteesiks. Atmosfäärse õhu koostises on süsihappegaasi (0,03% õhu üldmahust). Valguse käes sünteesitakse klorofüllil kaasabil veest ja süsihappegaasist üks lihtsamatest orgaanilistest ühenditest, süsivesik — *viinamarjasuhkur* (glükoos).

Selle protsessi alg- ja lõppetappe võib kujutada järgmiselt:



Iga glükoosimolekuli saamiseks kulutatakse kuus molekuli süsihappegaasi ja kuus molekuli vett. Glükoosi kõrval tekib kuus molekuli hapnikku, mis taim eritab õhku. Teadlased on teinud kind-



Joon. 6. Ainevahetus taimedel (skeem).

Nooltega on näidatud mahlade liikumise suunad: lehtedest juurteni — mööda koori, juurtest lehtedeni — mööda puitu.

laks, et ühe gramm-molekuli glükoosi (180,17 g) moodustamiseks kulutatakse 674 000 väikest kalorit valgusenergiat.

Mürgistatud aatomite<sup>1</sup> meetodiga on kindlaks tehtud, et fotosünteesil laguneb vesi lehes hapnikuks ja vesinikuks. Hapnik eritatakse atmosfääri ning süsihappegaasist ja vee vesinikust tekib, läbi mitme vahepealse reaktsiooni, viinamarjasuhkur.

Viinamarjasuhkrust ja mineraalsooladest, mis saadi mullast koos veega, sünteesib taim kõik teised orgaanilised ained, mis on vajalikud tema keha ehitamiseks (mitmesugused süsivesikud, rasvad ja valgud). Viinamarjasuhkru ülejääk muutub tähtsaks, mis on taimedele toidutagavaraks ja ehitusmaterjaliks.

Kuhu jääb see hiiglasuur energia, mis on kulutatud fotosünteesiks? See ei lähe kaduma. Nüüd on ta talletatud keemilise energiana glükoosis ja neis orgaanilistes ühendites (süsivesikud, valgud, rasvad), mis neist moodustatakse. Energia vabaneb iga kord, kui toimub nende ainete lagunemine, nende hapendumine.

**K. A. Timirjazev roheliste taimede kosmilisest osast.** Fotosünteesi saladuste avastamisele pani aluse silmapaistev vene teadlane-darvinist Kliment Arkadjevitš Timirjazev (1843—1920).

Timirjazev õppis tundma klorofüllil omadusi ja klorofüllil osa fotosünteesis. Valgustades roheliste lehtedega täidetud probiire päikese spektri erinevate kiirtega, tegi ta kindlaks, et tähtsise tekimine toimub kõige intensiivsemalt punaste kiirte toimel; punaseid kiiri neelavad rohelise värvusega klorofülliterad kõige tugevamini.

Timirjazev kriipsutab alla, et omastades süsinikku, omastab taim ka päikeseenergiat. Seetõttu on rohelistel taimedel Maal kosmiline osa. Fotosünteesis loovad nad orgaanilisi aineid mitteorgaanilistest ainetest, koguvad päikesekiirte energiat ja rikastavad atmosfääri hapnikuga. Roheliste taimede tegevus võimaldas loomariigi arenemise, kuna loomad ei ole võimelised koguma päikeseenergiat ja looma orgaanilisi aineid anorgaanilistest ainetest.

Inimkond eksisteerib ainult tänu fotosünteesile. Toit ja loomset ning taimset päritolu tööstuslikud toorained on fotosünteesi produktid ja neisse on talletatud päikesekiirte energia. «Toit on päikesekiirte konserv,» kirjutab K. A. Timirjazev. Kui me süütame ahju- ja veduri-, vabrikute ja tehaste kolletes puid, turvast, kivi- sütt, naftat ja mitmesuguseid naftaprodukte, kasutame samuti päikesekiirte energiat, mis on kulutatud orgaaniliste ainete loomisele fotosünteesil.

Õpetust roheliste taimede kosmilisest osast selgitas Timirjazev suurepäraselt järgmiste poetiliste sõnadega: «Taim on vahendajaks taeva ja maa vahel. Ta on tõeline Prometheus, kes salaja röö-

<sup>1</sup> Radioaktiivsete elementide aatomeid, mis on viidud mingisse kehasse, nimetatakse «mürgistatuteks». Mürgistatud aatomid kiirgavad radioaktiivseid kiiri, seetõttu võib neid kindlaks teha fotoplaadi või spetsiaalse loendaja abil.



K. A. Timirjazev (1843—1920)

vis tule taevast. Tema poolt neelatud päikesekiir põleb ka vaevalt hõõguvas pիրrus või elektri pimestavas sädemes. Päikesekiir paneb liikuma gigantse aurumasina hiiglasuure hooratta, kunstniku pintli või kirjaniku sule.»

**K. A. Timirjazevi ideoloogiline võitlus idealismi vastu bioloogias.** Mõned bioloogid, loodusseaduste järgi toimuva elusa looduse ajaloolise arenemise õpetuse vastased, katsusid säilitada varjatud kujul religioosseid kujutlusi loodusest. Nad kinnitasid, et loodus allub eriliste üleloomulike jõudude mõjudele. Niisuguste vaadete pooldajaid nimetatakse *idealistideks*.

*Idealism* on reaktsiooniline vool filosoofias, kuna ta viib, V. I. Lenini tabava väljenduse järgi, lõppude lõpuks papimeelsusele, jumala kujutlemisele.

Mõned idealistid näiteks väidavad, et iga organism on varustatud erilise saladusliku «elujõuga», mis reguleerib kõiki eluprotsesse ja ei allu füüsika ja keemia seadustele.

K. A. Timirjazev protesteeris ägedalt idealismi vastu ja kaitses kirklikult *materialismi*. Materialistid, erinevalt idealistidest, eitavad jumala või mingite teiste üleloomulike jõudude olemasolu. Nad tõestavad, et eluprotsessid ei kujuta enesest midagi mõistmatut, vaid toimuvad loodusseaduste järgi ja on täiesti tundmaõpitavad. Timirjazev oli C. Darwini elusa looduse ajaloolise arenemise materialistliku õpetuse kirklik kaitsja.

Fotosünteesi tundmaõppimisel sai Timirjazev väga kaaluvaid tõendeid materialismi kasuks, idealismi vastu.

Timirjazev tegi kindlaks, et fotosünteesist võtab osa mitte

mingi saladuslik «elujõud», nagu kinnitasid mõned idealistid, vaid päikesekiirte energia. Osutus, et ainete hulk, mis tekib lehes fotosünteesi tulemusel, vastab täpselt nende tekkimisel kulutatud päikeseenergiale. Timirjazev tõestas, et energia jäävuse seadus, mille avastas M. V. Lomonossov, on täielikult rakendatav ka orgaanilises looduses. Mingeid saladuslikke jõude siin pole.

Mitte asjata ei kõnelnud tsaari ametnikud, et Timirjazev «ajab kroonu kulul jumalat loodusest välja» ning kiusasid taga seda kuulsat teadlast!

**Assimilatsioon loomadel ja inimestel.** Loomad ja inimene vajavad toitu, mis sisaldab valmis süsivesikuid, rasvu ja valke. Taimtoidulised loomad (näiteks sõralised) saavad neid aineid koos taimse toiduga, kiskjalised — toitudes teistest loomadest.

Loomade ja inimese koerakkudes sünteesitakse sinna saabunud seeditud toidu koostisosadest juba mitte need süsivesikud, rasvad ja valgud, mis olid toidus, vaid uued, mis on omased antud organismi liigile. Valgud, rasvad ja süsivesikud pole erinevatel loomadel ühesugused. Eriti mitmekesised on valgud. Igal taime- ja loomaliigil on omad erilised valgud. Seetõttu me teeme kergesti vahet erinevate lihasortide (sealiha, lambaliha, loomaliha, hobuse-liha jt.) vahel.

**Dissimilatsioon.** Dissimilatsioon on üldjoontes ühesugune kõikidel organismidel. Keerulised orgaanilised ühendid, millest koosneb elusaine (valgud, rasvad ja süsivesikud), lagunevad lihtsateks aineteks. Seejuures vabaneb keemiline energia, mis kulutati nende ainete sünteesimisel anorgaanilistest ainetest. Tekkivad organismile mittevajalikud ja kahjulikud ained eritatakse väliskeskkonda.

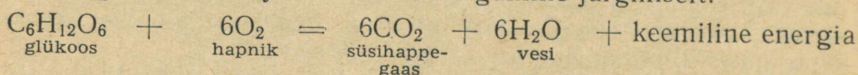
Nii dissimilatsiooni- kui ka assimilatsiooniprotsessid toimuvad organismis mitmesuguste *fermentide* osavõtul.

**Hingamine.** Dissimilatsiooni põhivormiks on hingamine.

Hingamisel toimub kõikidel organismidel (mikroobidel, taimedel, loomadel ja inimesel) gaasivahetus organismi ja väliskeskkonna vahel. Organism neelab ümbritsevast keskkonnast hapnikku ja eritab sinna süsihappegaasi. Seda protsessi nimetatakse *gaasivahetuseks*. Gaasivahetus on hingamise väline külg. Hingamise protsess ise toimub kudedes, iga elusa raku protoplasmas.

Hingamise protsess seisneb selles, et orgaanilised ained hapenduvad hapnikuga, kusjuures vabaneb suur hulk energiat, mida kasutatakse organismi elutegevuseks.

Kõige lihtsamal juhul toimub hingamine järgmiselt:



Sellest valemist näeme, et hingamine on täielikuks vastandiks fotosünteesile. Fotosünteesil tekib süsihappegaasist ja veest glü-

koos, kusjuures selleks kulub energiat ja vabaneb hapnik. Hingamisel kulutatakse glükoosi hapendamiseks hapnikku ja tekib vesi ja süsihappegaas, kusjuures vabaneb energia. See on energia, mis kulus sama ainehulga fotosünteesiks. Ühe gramm-molekuli glükoosi (180,17 g) hapendumisel eraldub 674 000 grammkalorit energiat. Nii taimede kui loomade hingamisel vabaneb päikeseenergia, mis kulutati orgaaniliste ainete esialgsele moodustamisele anorgaanilistest ainetest.

Hingamine erineb fotosünteesist veel selle poolest, et ta toimub pidevalt, katkestamatult, kõikides elusates kudedes, nii loomadel kui ka taimedel. Hingamise lõppemisel rakud ja koed surevad. Fotosüntees toimub ainult rohelistel taimedel ja ainult valguse käes.

Taimedel toimub hingamine peamiselt süsivesikute hapendumise teel. Loomadel kulutatakse selleks süsivesikuid, rasvu ja valke. Kui hingamine toimub rasvade hapendumise arvel, tekivad samad lõpp-produktid — vesi ja süsihappegaas. Valkude hapendumisel tekib vee ja süsihappegaasi kõrval ka lämmastikku sisaldavaid hapendusprodukte: ammoniaaki, kusihapet, kusinikku. Loomadel ja inimesel eritatakse nad organismi erituselundkonna kaudu.

## KOKKUVÕTE

Iga organismi ümbritseb keskkond, milles ta elab. Organism on keerukates vastastikustes suhetes väliskeskkonnaga. Ta sõltub kõiges väliskeskkonnast ja samal ajal muudab seda keskkonda oma elutegevusega.

Keskkonna kõikidel tingimustel pole ühesugune tähtsus organismile. Ühed on talle eluks vajalikud, teised on ükskõiksed, kolmandad on kahjulikud. Seepärast tuleb eraldada kaks mõistet: 1) keskkonna tingimused ja 2) organismi elutingimused.

Organismi ja keskkonna vastastikune seos toimub kõigepealt ainevahetuse kaudu organismi ja väliskeskkonna vahel.

Kõikide organismide põhikoostisosa on valk. Elusa valgu omadused määravad elusaine peamise iseärasuse — pideva ainevahetuse organismi ja keskkonna vahel. Kõik teised eluavaldused, liikumine, kasv, arenemine, paljunemine jt. on ainevahetuse tulemuseks.

Ainevahetus koosneb kahest vastandlikust, kuid vastastikku seotud protsessist: assimilatsioonist ja dissimilatsioonist. Assimilatsioonil luuakse organismi elusaine ja kogutakse energiat. Dissimilatsioonil elusaine laguneb, kusjuures vabaneb energia, mida kasutatakse eluprotsessiks.

Assimilatsiooni põhietapiks taimedel on fotosüntees. Taim sünteesib valguse käes veest ja süsihappegaasist lihtsuhkruid. Neist ja mineraalsooladest loob ta oma keha orgaanilised koostisosad, kogudes päikesekiirte energiat. Inimene ja loomad kasutavad valmis süsivesikuid, rasvu ja valke.

Dissimilatsioonil lagunevad keerulised orgaanilised ained lihtsamateks, kusjuures vabaneb energia, mida kasutatakse organismi poolt oma elutegevuseks. Dissimilatsiooni põhivormiks on hingamine.

#### Küsimusi ja ülesanne

1. Tooge näiteid taimede ja loomade sõltuvusest ümbritsevast keskkonnast.
2. Missugune oluline erinevus on keskkonna tingimuste ja elutingimuste vahel?
3. Milles seisneb organismi ja keskkonna ühtsus?
4. Mil viisil on taimed ja loomad seotud ümbritseva keskkonnaga ainevahetuse kaudu? Kuidas toimub neil assimilatsioon ja dissimilatsioon?

#### Täiendavaid ülesandeid

1. Tutvuge kooli õppe-katseaias teostatavate katsetega, mis tõestavad organismi ühtsust elutingimustega (katsed erinevate väetiste ja külviviisidega).
2. Tuletage meelde ja kui võimalik korrake järgmisi katseid: 1) katsed taimede kasvatamiseks vesilahustes, organismi seose näitamiseks keskkonnaga; 2) katsed tärglise moodustamisega valguse käes rohelistel taimedel, fotosünteesi olemasolu tõestamiseks; 3) katsed, mis tõestavad hapriku neelamist ja süsihappegaasi eraldumist taimede ja loomade hingamisel (konn või vihmauss).

### § 4. Taimede, loomade ja mikroorganismide osa keskkonna muutumises

**Organismide mõju ümbritsevale keskkonnale.** Nüüd me juba teame, et mitte ainult keskkond ei mõjuta organismi ainevahetuse kaudu, vaid ka organismid ise muudavad väliskeskkonda oma elutegevuse tulemusena.

Mil viisil see toimub? Vaatleme selle kohta mõningaid näiteid.

Üheks niisuguseks näiteks võiks olla metsa mõju ümbritsevale keskkonnale. Et selles veenduda, on küllalt, kui võrrelda metsa- ja stepivööndi kliimat.

Metsavööndis on kliima alati niiskem kui stepivööndis, kus sageli valitseb põud. Mets avaldab hiiglasuurt mõju kliimale. Metsas toimub paremini niiskuse kogumine ja säilitamine mullas kui stepis. Mets säilitab niiskust, takistab jõgede madalamaks jäämist, soodustab aurude kondenseerumist atmosfääris ja pilvede moodustumist. On tähele pandud, et metsamassiivide kohal, mis asuvad metsatus maastikus, sajab rohkem sademeid. Mets muudab ka fuulte suunda.

Seepärast teostataksegi NSV Liidu Euroopa-osa kagu- ja lõuna-rajoonides metsakaitsevööndite istutamist, et võidelda suhhoive ja põudade vastu ning saada põldudelt püsivalt suuri saake.

Metsa tähtsus ei piirdu loomulikult ainult kliima mõjutamisega. Metsa mõju on väga mitmekesine. Metsas on ka muld teistsugune kui stepis või niidul, kuna mullas toimub siin teisiti mitte ainult niiskuse, vaid ka taime toitumiseks vajalike mineraalsoolade kogunemine.

Igale organismile on väliskeskkonnaks mitte ainult anorgaaniline, vaid ka teda ümbritsev orgaaniline maailm. Iga taime- ja loomaliik on seotud teiste liikidega tuhandete mitmesuguste suhetega. Näiteks on taimed toiduks taimtoidulistele loomadele, taimtoidulised loomad on toiduks röövlomadele (kiskjatele). Paljud putukad toituvad taimedest, on ise aga toiduks putuktoidulistele lindudele ja imetajatele. Suure osa õistaimede paljunemine sõltub putukatest-tolmeldajatest. Seetõttu on metsas hoopis teine rohttaimestik kui stepis, ning metsas on oma eriline loomastik.

Sellest näeme, et väliskeskkonna iseärasused ei sõltu ainult koha geograafilisest asendist ja reljeefist, vaid ka mikroobide, taimede ja loomade paljude erinevate vormide vastastikku seotud elutegevuse tulemustest.

Vaatleme veel üht näidet mere elust. Korallide elutegevuse tulemusel muutub merepõhja reljeef. Soojades troopilistes meredes asuvate saarte ümber ja piki mandrite rannikut tekivad korallriffid. Need on veetalused või veepinnale ulatuvad madalad ahelikud, mis on tekkinud korallide lubiskelettidest. Niisugused riffid kulgevad näiteks 1500 km pikkuselt piki Austraalia looderannikut. Nende riffide moodustumine muudab loomulikult tunduvalt mereranniku kaldavööndi väliskeskkonnana tingimusi.

Elusate organismide elutegevuse tagajärjel pikkade geoloogiliste aegade jooksul (kümneid ja sadu tuhandeid aastaid) tekivad kolossaalsed muutused looduses; muutub muld, õhk, veed ja maa-põuevarad. Nii näiteks on tekkinud hiiglasuured kriidi- ja lubjakivilademed, mis on mõnel pool kuni 250 m paksused, mitmesuguste mereorganismide lubikodade ja -skelettide jäänustest.

Teadus on tõestanud, et mulla, õhu, ookeanide, merede ja mageveekogude vete praegune keemiline koostis ja omadused on orgaanilise maailma (mikroorganismide, taimede ja loomade) elutegevuse tulemuseks.

**Seos õhu ja vee ning organismide elutegevuse vahel.** Väliskeskkonna tähtsaks osaks on atmosfäärne õhk; ilma õhuta pole kaasagne orgaaniline elu võimalik.

Õhu tähtsamad koostisosad on (ruumalaliselt) lämmastik (78%), hapnik (21%) ja süsihappegaas (0,03%). Hapnik on taimedele, loomadele ja enamikule mikroorganismidele vajalik hingamiseks. Süsihappegaas on vajalik fotosünteesiks.

Õhul pole alati olnud niisugune koostis. Poolteist-kaks miljar-dit aastat tagasi, enne elu tekkimist Maal, ei olnud atmosfääris vaba hapnikku. Sel ajal võisid Maal eksisteerida ainult niisugused organismid, kes said läbi ilma hapnikuta. Niisuguseid organisme nimetatakse *anaeroobseteks organismideks*<sup>1</sup>. Ka praegu on baktereite ja mõnede teiste madalamate orgaanilise maailma esindajate

<sup>1</sup> *Anaeroobne* — kreekakeelsetest sõnadest *an* — eitus ja *aer* — õhk; ilma õhuta elav, hapnikuta tingimustes.

hulgas palju anaeroobseid vorme. Maakera ümbritsev atmosfäär on rikastunud hapnikuga järk-järgult, koos roheliste taimede arenemisega, nende elutegevuse tulemusel. Atmosfääris esinev süsihappegaas on peamiselt loomade ja taimede hingamise produkt.

Praegu on süsihappegaasi tähtsaks allikaks taimede ja loomade kõrval ka tööstus ja transport. On arvatatud, et süsihappegaasi üldine hulk atmosfääris suureneb 60—70 aasta pärast kahekordselt mitmesuguste kütuste (puu, turvas, kivisüsi, nafta ja nafta-produktid) põletamise tagajärjel. Neid kütuseid vajatakse mitmesuguste masinate käivitamiseks vabrikutes ja tehastes, elektrijaamades ja transpordis.

Mitte väiksem pole orgaanilise looduse elus vee osa. Vesi kuulub kõigi organismide koostisse. Veetaimedele ja veeloomadele on ta elukeskkonnaks, Vesi moodustab meresid ja ookeane, mitmesuguseid mageveekogusid (ojasid, jõgesid, järvi, tiike, soid jt.), vett leidub mullas ja atmosfääris.

Looduslik vesi pole keemiliselt puhas ühend; ta sisaldab lahustunult paljusid aineid, mis on vajalikud veetaimede ja veeloomade eluks. Kõige tähtsamad on veeorganismidele mineraalsoolad, vees lahustunud gaasidest aga hapnik ja süsihappegaas.

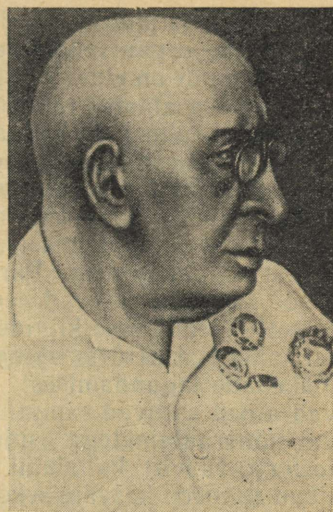
Merede ja mageveekogude vee varustamisel hapniku ja süsihappegaasiga on atmosfäärse õhu lahustumise kõrval suur osa ka veeorganismidel enestel.

Enamik veeorganisme (mikroorganismid, taimed ja loomad) tarvitab vees lahustunud hapnikku hingamiseks. Selle tagajärjel rikastub vesi süsihappegaasiga. Veetaimed ja arvukad mikroskoopilised vetikad, mis elavad vees, kasutavad süsihappegaasi fotosünteesiks. Seetõttu rikastub vesi hapnikuga. Nii tekib vastastikune seos veekeskonna ja teda asustavate organismide vahel.

Orgaanilise elu mõjul vee gaasirežiimile on kõige kergem märgata, kui õppida tundma väikesi läbivooluta veekogusid (näiteks tiike). Päikesepaistelisel päeval tõuseb fotosünteesi tõttu vees lahustunud hapniku hulk ja väheneb süsihappegaasi hulk. Öösel fotosünteesi ei toimu, mistõttu peaaegu kogu vees lahustunud hapnik kulutatakse ära veetaimede ja veeloomade hingamiseks ning tunduvalt suureneb vees süsihappegaasi hulk.

Pärast veeorganismide surma laguneb nende keha bakterite elutegevuse toimele ning osa mineraalsooli lahustub ümbritsevas vees. Niiviisi muudavad veeorganismid mage- ja merevees lahustunud mineraalainete keemilist koostist.

**Organismide osa mulla tekkimises.** Suurepäraseks näiteks organismi ja keskkonna vastastikusest mõjutamisest on muld. Muld on tähtsaks väliskeskkonna osaks kogu orgaanilisele maailmale. Taimed saavad mullast vett ja mineraaltoitaineid. Mullas elab hulgaliselt mulla mikroorganisme, usse, vastseid, putukaid jne. Paljude loomade elu on otseselt või kaudselt sõltuv mulla iseärasustest.



V. R. Viljams (1863—1939)

Näiteks sõltub taimtoiduliste loomade elu neile toiduks olevate rohttaimede saagist.

Veel XX sajandi algul lugesid teadlased mulda inertseks kehaks, mis on taimejuurtele ainult keskkonnaks.

Vene teadlane Vassili Vassiljevitsš Dokutšajev (1846—1903) lükkas ümber selle ebaõige kujutluse. Dokutšajevi põhiideeks on mõte, et muld pole erinevate ainete lihtne kogum, mis on toeks taimejuurtele, vaid looduse eriline keha, mil on oma ajalugu. Muld, õpetas Dokutšajev, ei jää kogu aeg muutumatuks, vaid areneb, evolutsioneerub tihedas seoses taimede ja loomade elutegevusega ning eriti inimese majandusliku tegevusega.

Nõukogude teadlane — akadeemik Vassili Robertovitš Viljams (1863—1939) arendas üksikasjaliselt V. V. Dokutšajevi ideid, töötas läbi õpetuse mullatekke protsessidest. Viljams seob mulla tekkimise ja edasise arenemise orgaanilise maailma elutegevusega ning ajaloolise arenemisega. Muld on organismide elutegevuse tulemuseks.

Tol kaugel geoloogilisel ajastul, kui Maal veel ei olnud elu, ei olnud siin ka mulda.

Mulla tekkimise esimeseks etapiks oli Maa pinnal kõvade kivimite murenemine. Temperatuuri kõikumise ja vee ning õhu keemilise tegevuse mõjul kivimid purunesid (murenesisid), moodustades ikka väiksemaid ja väiksemaid osakesi, mis olid võimelised kinni hoidma vett. Kuid see ei olnud veel muld.

Muld erineb peenestatud kivimist võime poolest kinni hoida ja koguda vett ning taimedele vajalikke mineraalsooli. Mulla tekkimine on väga keeruline ja kauakestev protsess. See protsess on

seotud vastastikuste mõjudega lähtekivimi ja põhjavete, atmosfääri ja elusate organismide vahel.

Eriti suur on elusate organismide osatähtsus. Mulla tekkimisest võtavad osa alamad taimed (bakterid, seemned, vetikad, samblikud), kõrgemad taimed ja loomad.

Taimejuured kobestavad mulda ja tõstavad mulla võimet kinni hoida vett. Eritades oma juurtega ümbritsevasse mulda orgaanilisi happeid, võtab taim osa mulla koostisse kuuluvate mineraalide keemilisest lagundamisest. Juured hangivad mineraalaineid sügavatest mullakihtidest. Pärast taimede maapealsete ja maa-aluste osade suremist satuvad need ained teiste ühenditena mullapinnale ja selle ülemistesse kihtidesse. Taimejäänused on mulla huumuseallikaks. Bakterid ja seemned võtavad osa surnud taimede ja loomakehade lagundamisest. Taimede ja loomade lagunemisel tekivad ained satuvad samuti mulda. Sel teel rikastub muld vähehaaval mineraalainetega, mis sisaldavad süsinikku, lämmastikku, fosforit, väävlit, kaltsiumi ja teisi keemilisi elemente, mis on vajalikud taimede kasvamiseks.

Mullas elavad pisiloomad (putukad ja nende vastsed, vihmaussid jne.) võtavad samuti osa mulla tekkimisest. Orgaanilistest jätmetest toitumisega soodustavad nad nende ainete lagunemist ja segunemist mullaga. On välja arvatud, et vihmaussid töötavad ümber igal hektaril ligikaudu tonn orgaanilisi aineid aastas.

Nii tekib kõikide nende protsesside tagajärjel viljakas muld.

Sellest ajast alates, kui inimene hakkas tegelema taimekasvatusega, muutub inimese majanduslik tegevus mullatekke protsessi võimsaks teguriks.

## KOKKUVÖTE

Organismide seos keskkonnaga on vastastikune; mitte ainult organismid ei sõltu ümbritsevast keskkonnast, vaid ka keskkond ise kujuneb orgaanilise maailma mõjul.

Organismide elutegevus jätab jälje väliskeskkonna kõikidele iseärasustele: maastiku kliimale ja reljeefile, mulla keemilisele koostisele ja omadustele, atmosfäärsele õhule ning merede ja mageveekogude veele.

Eriti selgelt avaldub organismi vastastikune mõju keskkonnaga mulla tekkimise protsessis. Muld on tekkinud ja kujunenud taimede ja loomade elutegevuse tagajärjel. Võimsaks mullatekke teguriks on inimese majanduslik tegevus.

### Küsimusi ja ülesandeid

1. Jutustage taimede ja loomade vastastikusest mõjust ümbritsevale keskkonnale. Tooge näiteid oma vaatlustest.

2. Kuidas on tekkinud muld? Missugune on taimede, loomade ja inimese osa mullatekke protsessides?

## II. DARWINI EVOLUTSIOONIÕPETUS

### III PEATÜKK

#### AJALOOLISE VAATEKOHA ARENG LOODUSELE

##### § 5. Süstemaatika ja liigi mõiste tekkimine

**K. Linné ning ta taimede ja loomade süsteem.** XVI–XVIII sajandil laienesid tunduvalt kujutlused taimede ja loomade mitmekesisusest. Loodusteadlased kirjeldasid ikka uusi ja uusi taimede ja loomade vorme, mis seni olid teadusele tundmatud. Tekkis vajadus teadmiste süstematiseerimiseks, taime- ja loomariigi klassifikatsiooni väljatöötamiseks. Tekkis uus bioloogia haru — süstemaatika.

*Süstemaatika* on teadus, mis tegeleb taimede ja loomade jaotamisega rühmadeks, sõltuvalt erinevustest ja sarnasustest nende vahel.

Teadusliku süstemaatika rajajaks oli rootsi XVIII sajandi loodusteadlane Karl Linné (1707–1778).

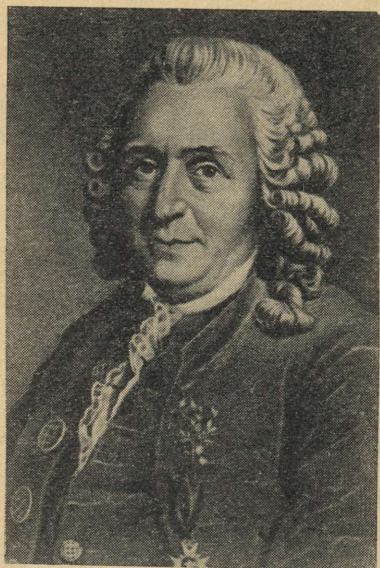
Linné süsteemi põhiühikuks on liik.

*Liigiks* nimetas Linné isendite rühma, kes on sarnased omavahel nagu ühtede vanemate lapsed või nagu lapsed ja vanemad. Näiteks on vaarikas üks liik, lillakas teine liik ja murakas kolmas liik. Kõik kodukassid moodustavad ühe liigi, tiigrid teise liigi, lõvid kolmanda liigi. Toome näiteks veel mõne liigi: mänd, siberi seedrimänd, valgejänes, halljänes. Järelikulult koosneb kogu orgaaniline maailm erinevatest taime- ja loomaliikidest. Kogu elus loodus koosneb nagu üksikutest lülidest — liikidest.

Linné jagas kõik taime- ja loomaliigid suurteks rühmadeks — *klassideks*. Iga klassi jagas ta *seltsideks*, iga seltsi *perekondadeks*. Iga perekond koosnes sarnastest *liikidest*.

Igale taime- ja loomaliigile andis Linné ladinakeelse nimetuse. See kergendas erinevate maade teadlaste omavahelist mõistmist. Sel ajal oli ladina keel veel teadlaste rahvusvaheliseks keeleks.

Liigi nimi koosneb kahest sõnast. Esimene sõna on perekonna nimetus, kuhu liik kuulub, teine on liigi nimetus. Näiteks nimetas



K. Linné (1707—1778)

Linné kodukassi *Felis domestica*, s. o. kass (perekond) ja kodu (liik). Kasside perekonda aetas Linné kodukassiga sarnased loomad: ilvese *Felis lynx*, tiigri *Felis tigris* ja lõvi *Felis leo*. Liikide niisugust nimetamisviisi kutsutakse *kahesõnaliseks* (binaarseks nomenklatuuriks).

Kahesõnalise nimetuse tõttu näeme ühte perekonda kuuluvate liikide sarnasust, ühtsust. Näiteks koerte perekonda (*Canis*) aetas Linné peale tavalise kodukoera ka temale sarnased loomad — hundi, šaakali ja rebase.

Sõna perekond viitab sugulusele liikide vahel, kes kuuluvad ühte perekonda. Kuid tolle aja teadus ei osanud seletada ühte perekonda kuuluvate liikide sarnasuse põhjust.

Linné taimede ja loomade süsteem oli paljuski kunstlik. Liikide rühmitamisel arvestas Linné ainult väheseid tunnuseid. Nii näiteks jagas ta taimeriigi 24-ks klassiks paljunemiselundite alusel. Linné eristas õistaimi tolmukate arvu järgi (esimene klass — ühe tolmukaga taimed, teine klass — kahe tolmukaga taimed, kolmas klass — kolme tolmukaga taimed jne.). Üksteisele kauged taimed (näiteks porgand ja vaarikas) asusid ühes klassis ainult seetõttu, et nende õitel on ühesugune arv tolmukaid. Paljud omavahel suguluses olevad taimed (näiteks tulikas ja kardhein) olid paigutatud erinevatesse klassidesse.

Linné loomade süsteem oli palju loomulikum. Loomariigi jagas ta kuueks klassiks: 1) imetajad, 2) linnud, 3) amfiibid (siia kuulusid kahepaiksed ja roomajad), 4) kalad, 5) putukad ja 6) ussid.

Viimased kaks klassi olid väga kunstlikud; putukate ja usside hulka aetas Linné kõik selgrootud loomad.

Linné oli teadlik oma süsteemi kunstlikkusest. Ta arvas, et tulevased loodusteadlased peavad looma taimede ja loomade loomuliku süsteemi, mis arvestaks organismide kõiki iseärasusi, aga mitte ühte-kahte tunnust. Katsudes välja töötada taimede loomuliku süsteemi, veendus Linné peagi, et tema aja teaduse käsutuses pole selleks vajalikke teadmisi.

Vaatamata oma kunstlikkusele, oli Linné süsteemil bioloogias suur tähtsus. Linné poolt kasutusele võetud süstemaatilised ühikud ja kahesõnaline nomenklatuur läksid kindlalt teadusse ja neid kasutatakse ka kaasaegses botaanikas ja zooloogias. Hiljem võeti kasutusele veel kaks ühikut: 1) *hõimkond* — kõrgem üksus, mis ühendab sarnased klassid, ja 2) *sugukond*, mis ühendab sarnased perekonnad (joon. 7).

**Linné vaated loodusele.** Tol ajal oli teadus religiooni mõju all. Paljud teadlased uskusid pimesi piibliõpetust ja arvasid, et kogu maailm, päike, planeedid ja maakera koos teda asustavate taimede ja loomadega on «loodud jumala poolt».

Linné oli idealist. Ta väitis, et looduses on ainult nii palju taime- ja loomaliike, «kui palju erinevaid vorme lõi maailma alguses jumal». Linné arvas, et taime- ja loomaliigid ei muutu — nad on säilitanud oma iseärasused «loomise hetkest». Linné järgi on iga kaasaegne liik algselt jumala poolt loodud esimese vanematepaari järglane. Iga liik paljuneb, kuid säilitab, tema arvamise järgi, muutumatul kujul kõik selle esivanemate paari iseärasused.

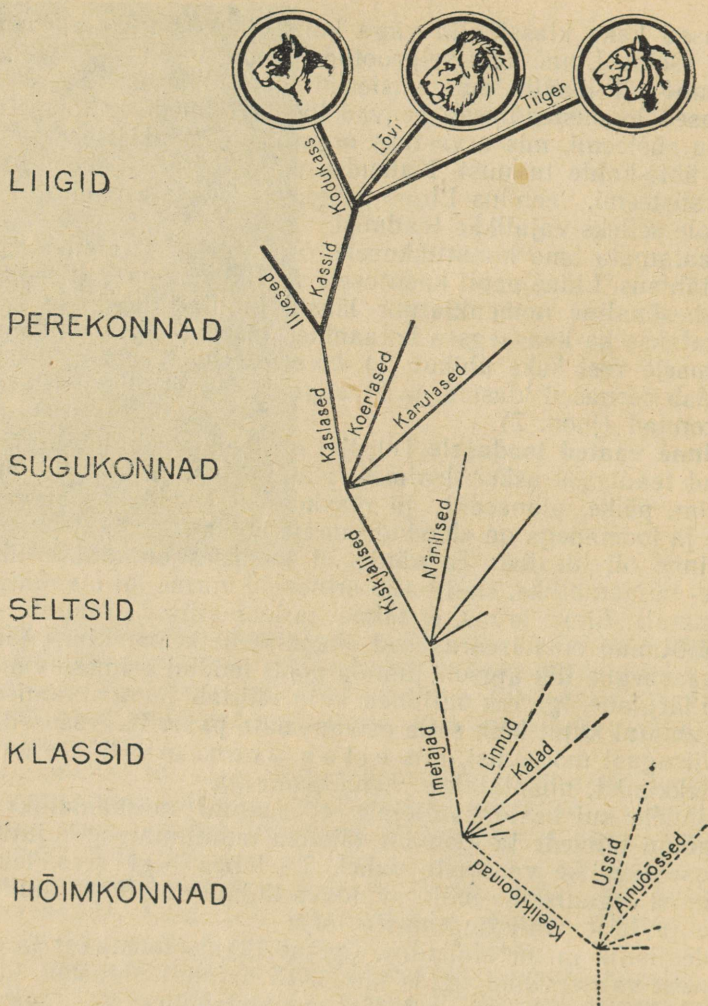
Niisugust mõtteviisi, mis eitab arenemist, see on mingi uue tekkimist, nimetatakse *metafüüsiliseks*.

Linnéle kui heale vaatlejale ei saanud märkamatuks jääda vastuolud taimede ja loomade täieliku muutumatuse kujutluste ja looduse tegelike vaatluste vahel. Ta lubas liigi sees teisendite tekkimist organismile mõju avaldava kliima muutuste, mulla omaduste ja teiste välistingimuste tõttu.

Idealistlik ja metafüüsiline õpetus liikide loomisest ja muutumatusest valitses bioloogias kuni XIX sajandi alguseni, kuni see polnud ümber lükatud paljude evolutsioonitegurite avastamise tulemusena.

**Kaasaegne süstemaatika.** Kaasajal kasutatakse taimede ja loomade süstemaatikas järgmisi põhilisi süstemaatilisi ühikuid (loendame neid, minnes kõrgematelt ühikutelt madalamatele, alluvuse järjekorras):

Hõimkond  
Klass  
Selts  
Sugukond  
Perekond  
Liik



Joon. 7. Taimede ja loomade süstemaatika põhiühikud.

Vastastikused suhted süstemaatiliste ühikute vahel on kujutatud joonisel 7.

Kaasaegne süstemaatika arvestab liikide muutlikkust, looduse ajaloolist arenemist. Kaasajal jaotavad teadlased taime- ja loomaliike perekondadesse, sugukondadesse, seltsidesse ja hõimkondadesse nende suguluse alusel, arvestades, et iga süstemaatilise rühma esindajad on ühel või teisel määral sugulased oma-

vahel, omavad ühtset päritolu. Seepärast ei rajata kaasaegset taime- ja loomade süsteemi mitte kunstliku, vaid loomuliku printsiibi järgi, kuna vaatluse alla ei võeta üks kunstlikult valitud tunnus, vaid iga taime- ja loomaliigi kõik ehituse ja arenemise iseärasused. Niisugust süsteemi nimetatakse *loomulikuks süsteemiks*.

## KOKKUVÕTE

Teadmiste kogunemine taime- ja loomariigi mitmekesisuse kohta XV—XVIII sajandil põhjustas vajaduse süstematiseerida need teadmised. Tekkis taime- ja loomade süstemaatika, mille rajajaks oli K. Linné. Tekkis liigi mõiste. Linné pani liikidele kahe-sõnalised nimetused ja ühendas sarnased liigid ja perekonnad seltsideks, mis ta omakorda ühendas klassideks. Hiljem hakati süstemaatikas veel kasutama kaht ühikut: sugukond ja hõimkond. Süstemaatika andis võimaluse elusolendite mitmekesisuses kindlaks teha elusa looduse ühtsuse. Kuid Linné ise, nagu ka enamik tema aja teadlasi, kaitsesid idealistlikke kujutlusi liikide loomisest ja muutumatusest, mis põhinesid religiooni õpetusel.

Taimede ja loomade kaasaegne süstemaatika arvestab orgaanilise maailma ajaloolist arenemist ja on rajatud loomuliku süsteemi alusele, arvestades iga liigi kõiki arenemise ja ehituse iseärasusi ning sugulusastmeid liikide vahel.

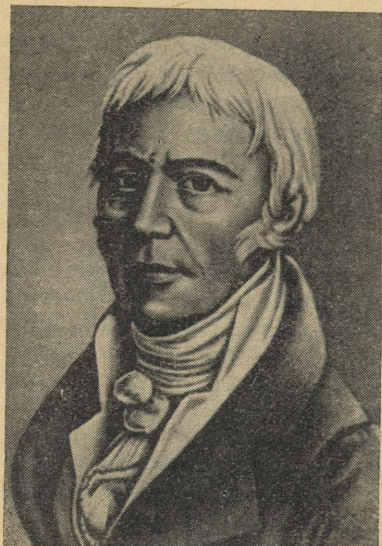
### Küsimusi ja ülesandeid

1. Millega tegeleb süstemaatika ja missugune on ta tähtsus?
2. Tooge näiteid taime- ja loomaliikide kohta. Nimetage kaks-kolm liiki, kes kuuluvad ühte perekonda.
3. Missuguseid süstemaatilisi ühikuid kasutatakse kaasaegses süstemaatikas?
4. Jutustage Linné taime- ja loomade süsteemist.
5. Missuguseid vaateid kaitses Linné liikide tekkimise kohta?
6. Mille poolest erineb taime- ja loomade loomulik süsteem nende kunstlikust süsteemist?
7. Missuguseid taime- ja loomade hõimkondi ja klasse teate botaanika ja zooloogia kursusest?

## § 6. Lamarcki evolutsiooniõpetus

XVIII sajandi lõpul ja XIX sajandi algul said kujutlused taime- ja loomaliikide muutumatusest loodusteaduse edusammude tõttu kaotuse osaliseks. Nende vaadete asemele tekib evolutsiooniõpetus, s. o. õpetus orgaanilise maailma järkjärgulisest ajaloolisest arenemisest.

Prantsuse loodusteadlane Jean-Baptiste Lamarck (1744—1828) lõi esimesena õpetuse orgaanilise maailma ajaloolisest arenemisest.



J. B. Lamarck (1744—1828)

**Lamarcki õpetus orgaanilise maailma ajaloolisest arenemisest.** Taimede ja loomade kõige lihtsamad, alamad vormid, õpetas Lamarck, tekivad elutust ainest valguse, soojuse ja niiskuse mõjul. Keerulisema ehitusega taimed ja loomad on tekkinud algeliste isetekkimise teel tekkinud elusolendite keerulisemaks muutumise ja täiustumise teel, mis kestab põlvkonnast põlvkonda.

Lamarck märgib, et ajaloolise arenemise (evolutsiooni) tagajärjel toimub orgaanilises looduses: 1) taimede ja loomade ehituse keerulisemaks muutumine, 2) nende kohastumine ümbritseva keskkonnaga. Evolutsioonis tekkiva organisatsiooni keerukamaks muutumise näitlikuks tõestamiseks jagab Lamarck loomad mitmesse rühma (astmesse) kehaehituse keerulisuse suurenemise alusel. Alama astme moodustavad ainuraksed loomad, käsnad, ainuõõsed, seejärel tulevad ussid, lüljalgsed ja molluskid ning lõpuks selgroogsed. Kõige kõrgema astme moodustavad kõige täiuslikumad selgroogsed — linnud ja imetajad.

Lamarck ei suutnud täielikult vabaneda tol ajal valitsevaist idealistlikest vaadetest. Lamarcki poolt esitatud evolutsioonipõhjuste seletamine on kahesuguse iseloomuga. Taimede ja loomade ehituse järkjärgulist keerulisemaks muutumist seletab Lamarck sellega, nagu oleks olemas «loomulik kord, mis on loodud kõige olemasoleva kõrgeima looja poolt». Igas elusolendis oleks nagu püüd oma ehituse keerulisemaks tõstmise poole. F. Engels kritiseeris teravalt Lamarcki õpetuse seda külge.

**Lamarck väliskeskkonna mõjust organismile.** Kuid Lamarck ei loe «püüdu täienemiseks» ainukeseks evolutsiooni põhjuseks. Ta

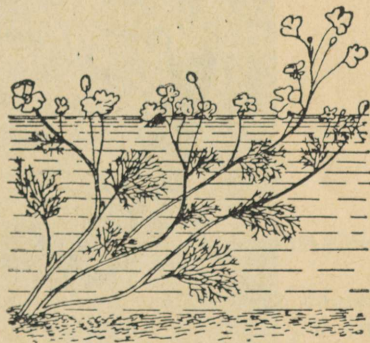
omistab suure tähtsuse väliskeskkonna mõjule. Selles on Lamarcki peateene. Siin ta esineb kui bioloog-materialist.

Lamarcki arvates muutuvad taimed ja alamad loomad väliskeskkonna vahenditu mõju tõttu. Iga muutus ümbritsevas keskkonnas muudab taimeosade ja loomaelundite arenemist, põhjustades ühtede elundite ilmumist, teiste nõrgenemist või kadumist. Lamarck toob järgmise näite. Oletame, et mingi niidul kasvava taime seemned sattusid lähima mäe nõlvale, kus muld on tunduvalt kuivem. Mitme põlvkonna järel nendes uutes tingimustes kasvades satuvad seemned veel kuivemale, peaaegu veeta kingule. Rea põlvkondade järel muutub taim siin sedavõrd, et tekib uus liik.

Hämmastavat näidet muutlikkusest väliskeskkonna mõjul pakub särjesilm. Kui taim on üleni vees, koosnevad ta lehed väikestest niitjatest sagaratest, kui lehed aga arenevad veest väljas, õhu käes, muutuvad nad laiadeks, ümmargusteks ja sagaralisteks (joon. 8).

**Elundite harjutamise tähtsus.** Keskkonna tingimuste mõju kõrgeltarenenud loomadele (näiteks selgroogsetele), kel on arenenud närvisüsteem, on tunduvalt keerulisem. Lamarck näitab, et elutingimuste muutumine kutsub esile nõudmiste ja harjumuste muutumise. Uued nõuded sunnivad loomi sagedamini kasutama neid elundeid, mida nad endistes tingimustes vähe kasutasid. Need elundid kasvavad tugevamini, kuna nad saavad rohkem toitaineid. Vajaduste ja harjumuste muutumine võib põhjustada ka nende elundite mittekasutamist, mida endistes elutingimustes tugevasti harjutati. See viib nende elundite nõrgenemisele ja nad arenevad välja nõrgalt. Muutused, mis on seotud keskkonna tingimuste muutumisega ja elundite harjutamise või mitteharjutamisega, pärandatakse järglastele ning nad võivad tugevneda ja koguneda põlvkonnast põlvkonda.

Lamarck toob näiteid elundite muutumisest harjutamise ja mitteharjutamise mõjul. Elamise tõttu mullas on muti silmad vähe arenenud (joon. 9). Maod kaotasid pikkamööda oma jäsemed harjumuse tõttu roomata maapinnal. Lamarcki järgi tekkis konnade, partide, hanede, saarma ja kopra jalgadel ujunahk varvaste sirutamise tõttu ujumisel (joon. 10). Kaelkirjaku pikad jalad ja kael on tekinud seetõttu, seletab Lamarck,



Joon. 8. Särjesilm.  
Võrrele veealuste ja veepealsete lehtede kuju.

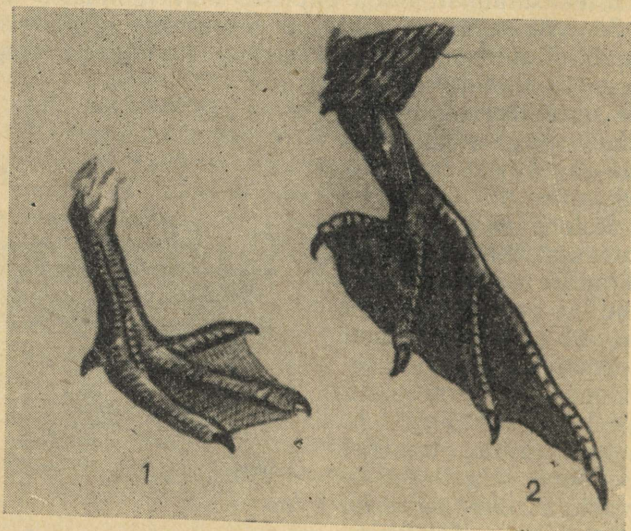


Joon. 9. Mutt.

Pöörake tähelepanu järgmistele iseärasustele: muti silmad on nõrgalt arenenud, pea, kere ja käppade ehitus on kohastunud eluks maa all.

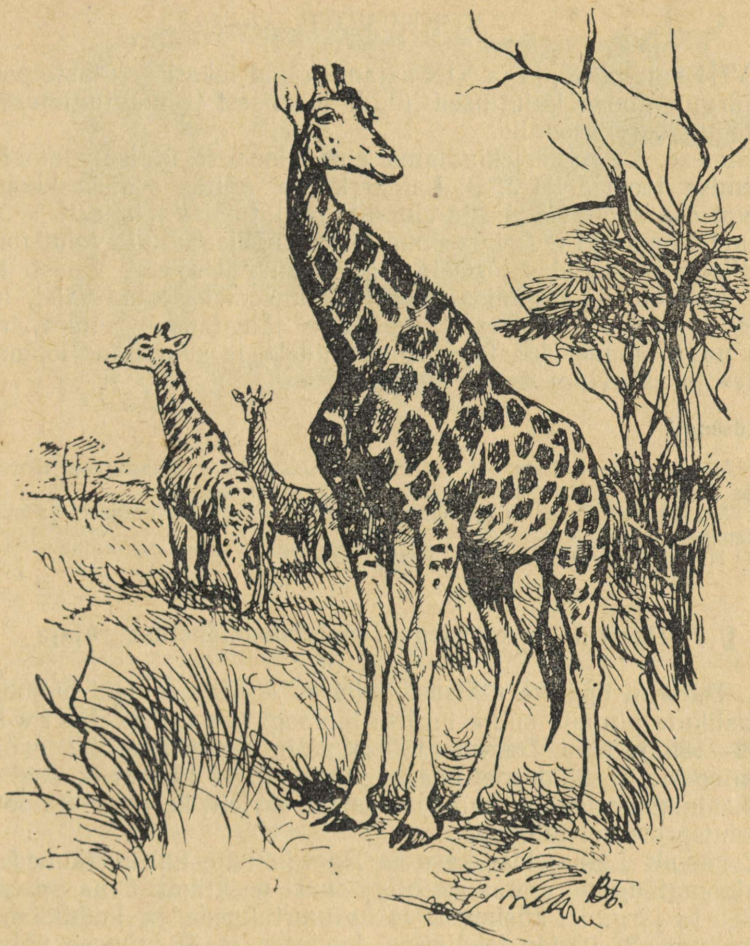
et nende loomade eellased olid sunnitud toituma puulehtedest ja tegema pingutusi, et neid kätte saada (joon. 11).

**Lamarcki õpetuse hinnang.** Lamarcki õpetus elusa looduse ajaloolisest arenemisest, keskkonna ümberkujundavast osast, muutuste pärandamisest, mis on tekkinud välistingimuste mõjul, ja elundite harjutamisest või mitteharjutamisest on bioloogia suursaavutuseks.



Joon. 10. Ujulest veelindude jalgadel.

1 — pardi, 2 — kormorani jalg.



Joon. 11. Kaelkirjakud.

Erinevalt Linnést vaatles Lamarck iga taime- ja loomaliiki arenemises, pidevas muutumises.

Lamarcki vaadetel polnud edu kaasaegsete juures. Need vaated olid selle aja jaoks liiga progressiivsed, faktidega vähe põhjendatud ning nad polnud ka ilma vigadeta. Lamarck näiteks arvas, et looma elundid võivad muutuda looma «tahtel». Pikad kaelad ja jalad paljudel rannikulindudel on tekkinud, Lamarcki arvates, seetõttu, et need linnud «ei tahtnud» kalapüügil keha märjaks teha.

## KOKKUVÖTE

XVIII sajandi lõpul ja XIX sajandi algul lükati teadlaste poolt järk-järgult ümber kujutlused liikide loomisest ja muutumatusest, mis toetusid religioonile.

Esimese, kõige järjekindlama elusa looduse üldise ajaloolise arenemise teooria lõi J. B. Lamarck. Ta näitas väliskeskkonna juhtivat osa evolutsioonis ja elundite harjutamise tähtsust.

Kuid Lamarcki teooria polnud küllalt põhjendatud evolutsiooni tõenditega ja sisaldas tõsiseid vigu. Lamarck seletas valesti taimede ja loomade organisatsiooni keerulisemaks muutumist, mis esineb evolutsiooniprotsessis, «püüuga täiustamise poole», mis oleks nagu omane elusatele organismidele, ja suurendas loomade «tahte» ja «soovide» osa.

### Küsimusi

1. Missugused on Lamarcki teooria põhiseisukohad? Missuguse tähtsuse omistas Lamarck väliskeskkonna mõjule organismi suhtes?
2. Missugune tähtsus on Lamarcki arvates organite harjutamisel ja mitteharjutamisel?
3. Missugused on Lamarcki õpetuse vead?

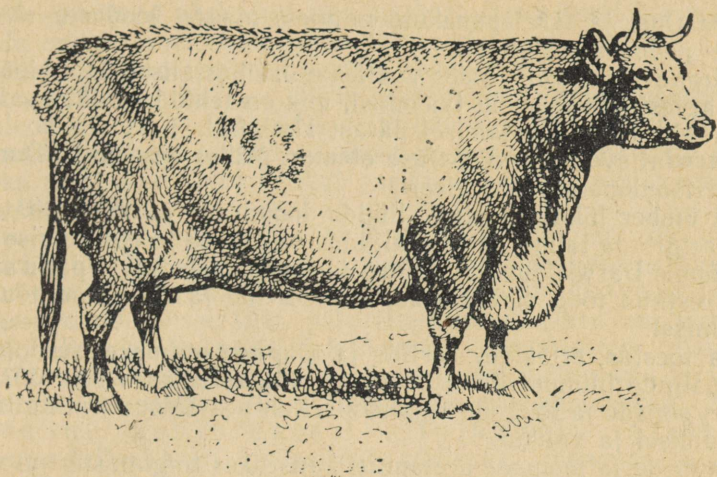
## § 7. Darwin — kaasaegse evolutsiooniõpetuse rajaja

**C. Darwini õpetuse tähtsus.** Esimest korda asetasis bioloogia teaduslikule pinnale suure inglise bioloogi Charles Darwini (1809—1882) tööd. Darwin töötas välja materialistliku evolutsiooniteooria, tõestades, et kaasaegne taime- ja loomariik, sealhulgas ka inimene ise, on palju miljoneid aastaid kestnud ajaloolise arenemisprotsessi tulemus.

Erinevalt Lamarckist kasutas Darwin uute kultuurtaimede ja koduloomatõugude aretamise hiiglasuurt praktikat. Oma õpetuses vaatleb ta järgmisi küsimusi: 1) kultuurtaimede ja koduloomade põlvnemine, 2) liikide tekkimine looduses ja 3) inimese põlvnemine. Darwin selgitas välja evolutsiooni põhiprintsiibid ja seletas taime- ja loomaliikide mitmekesisust ning nende kohastumist elutingimustega.

**Darwini õpetuse sotsiaal-majanduslikud eeldused.** Darwini õpetuse kujunemisele aitas kaasa Inglismaa sotsiaal-majanduslik olukord.

XIX sajandi alguseks lõppes Inglismaal *tööstuslik revolutsioon*: masinatööstus sai võidu käsitöö üle. Inglismaa muutus suurimaks kapitalistlikuks tööstuslikuks mereriigiks, kellel olid arvukad kolooniad kõikides maailma osades. Tööstuse areng, meresõit, kolooniate anastamine aitas kaasa teadmiste kogunemisele loodusrikkustest, mitmete maade taime- ja loomariigist, geoloogia, botaanika ja zooloogia arenemisele.



Joon. 12. Lihakarjatõug, mis on aretatud Inglismaal XIX sajandi algul. Pöörake tähelepanu looma keha ebalproportsionaalsele arenemisele: tal on suur, raske keha ja lühikesed jalad. Seleksionäärid on tahtlunud maksimaalset liha produktiivsust.

Tööstuslik revolutsioon kutsus Inglismaal esile põllumajandusliku pöörde. Talupoegade laostumise arvel tekivad mõisnike suurmajapidamised.

Vabrikute-tehaste laienemine ja linnaelanike arvu suurenemine tõstsid nõudmisi põllumajanduslike toorainete ja toiduainete järele. See oli stiimuliks saagirikkamate kultuurtaimesortide ja produktiivsemate koduloomatõugude aretamisel.

Vanade sortide ja tõugude parandamist ja uute sortide ning tõugude aretamist nimetatakse *seleksiooniks*, inimesi aga, kes selle tööga tegelevad — *seleksionäärideks*.

Seleksioon arenes Inglismaal tormiliselt. Aretati arvukalt uusi teravilja- (nisu, kaer, oder), köögivilja- ja dekoratiivtaimede sorte. Aretati uued suurepärased inglise hobuse-, sea-, lamba-, veise-, aga ka tuvi- ning jahikoerte tõud.

Sortide ja tõugude täiustamise praktika tõestas liikide muutlikkust. See oli Darwinile aluseks elusa looduse ajaloolise arenemise õpetuse väljatöötamisel.

**Darwini tööd.** C. Darwini tähtsamateks töödeks on «Liikide tekimine loodusliku valiku teel» (1859), «Loomade ja taimede muutumine kodustatud olukorras» (1868) ja «Inimese põlvnemine ja suguline valik» (1871). Suurt teaduslikku huvi pakub Darwini teos «Loodusuurija reis ümber maailma purjekal «Beagle»». Autor kirjeldab huvitavalt oma ümbermaailmareisi ajal (1831–1836) teh-

tud vaatlusi ja tähelepanekuid mitmete maade looduse, elanike, taime- ja loomariigi kohta.

Järgnevates peatükkides vaatleme üksikasjaliselt Darwini õpetust, arvestades ka neid täiendusi, mis on tehtud evolutsiooniõpetusse selle edasiarendamise pärast Darwinit.

**Darwini evolutsiooniõpetuse olemus.** Milles seisneb C. Darwini evolutsiooniõpetuse põhiidee?

Et ümber lükata õpetust liikide loomisest ja muutumatusest ning selgitada taime- ja loomaliikide tekkimise ja muutumise põhjusi, õppis Darwin tundma taime- ja loomakasvatatajate palju sajandeid kestnud tööd uute kultuurtaimesortide ja koduloomatõugude aretamisel.

Ta tõestas, et esinev sortide ja tõugude mitmekesisus on loodud paljude inimpõlvkondade tööga. Milles seisneb see töö? Selgus, et sortide ja tõugude kujunemisel on peatähtsus elutingimuste muutumisel ja valikul.

Taimede ja loomade aretamine kunstlikes tingimustes on vältimatult seotud keskkonningimuste muutumisega. Suur tähtsus on toitumise ja hooldamise muutumisel ning kliima vahetusel taimede ja loomade üleviimisel uude kohta. Kuid elutingimuste muutustest pole veel küllalt. Otsustavat tähtsust omab valik. Inimene valib aretamiseks parimaid loomi, valib külviks parimaid seemneid. Pidev valik, mida teostatakse inimese poolt põlvkonnast põlvkonda, viib vanade sortide ja tõugude paremaks muutumisele ja uute tekkimisele. Seda valikut nimetas Darwin *kunstlikuks valikuks*.

Kunstlikku valikut teostatakse erinevates suundades, sõltuvalt inimese vajadustest. Vaatleme näiteks veisetõugude valikut. Kõige sagedamini peetakse veiseid piima saamiseks. Sel juhul valitakse suguloomadeks kariloomi, kes paistavad silma suurema piimatoodangu poolest. Kui karja peetakse liha saamiseks, siis on parimad suurekaalulised, kiirestikasvavad loomad. Kui veiseid kasutatakse veoloomadena, valitakse suguloomadeks kõige tugevamaid loomi. Järelikult sõltub mõiste «parimad loomad» eesmärgist, milleks neid kasutatakse. Erinevatel rahvastel, erinevatel maadel, erinevates majapidamistes on kunstlik valik kulgenud erinevates suundades. Selle tulemusena on tekkinud erinevad veisetõud (liha-, piima- ja tööloomad).

Nii on kunstlik valik viinud mitmekesiste taimesortide ja loomatõugude tekkimisele, kusjuures nad on inimeste poolt kohastatud ühtede või teiste majanduslike nõudmiste tarvis.

Valik võib teostuda ainult pärilikkuse ja muutlikkuse tõttu. Üheski karjas pole kõik loomad ühesugused: alati on paremaid ja halvemaid loomi. Sama võib öelda ka taimede kohta. Alati on paremaid ja halvemaid eksemplare, viljakamaid ja vähemviljakamaid taimi. Teiste sõnadega — taimed ja loomad on *muutlikud*. Valides erinevate isendite seast parimaid eksemplare, teab inimene igapäevastest kogemustest, et heade taimede ja loomade parimad

omadused võivad päranduda nende järglastele. Kõikidele organismidele omase *pärilikkuse* tõttu võib oodata, et parimad, valitud taimed ja loomad annavad parima järelpõlve.

Nagu Darwin tõestas, lõi inimene uusi kultuurtaimesorte ja koduloomatõuge: 1) kasutades muutlikkust ja pärilikkust, 2) luues soodsaid tingimusi taimede ja loomade parimate omaduste arenemiseks ja 3) kasutades valikut parimate isendite väljavalimiseks (kunstlik valik).

Seejärel tõestas Darwin, et looduslikes tingimustes toimub samuti valik. Taimed ja loomad, kes asuvad looduslikes tingimustes, on samuti muutlikud. Mitte kõik isendid, kes kuuluvad ühte ja samasse bioloogilisse liiki, pole ühesugused. Ühed on paremini, teised halvemini kohastunud keskkonna tingimustega. Paremini kohastunud kasvavad ja arenevad paremini, paljunevad intensiivsemalt, jäävad rohkem ellu, võrreldes vähem kohastunutega. See a paremini kohastunute ellujäämise protsessi nimetas Darwin *looduslikuks valikuks*. Niisugune valik toimub aastast aastasse, sajandist sajandisse. Looduslik valik viib taimede ja loomade kohastumise täiustumisele ja uute bioloogiliste liikide tekkimisele.

Darwin tõestas, et taime- ja loomariigi ajaloolise arenemise peapõhjuseks on: 1) keskkonna muutumine, 2) pärilikkus ja muutlikkus ning 3) looduslik valik.

Järgmistes peatükkides tutvume üksikasjaliselt kaasaegse evolutsiooniteooriaga, mis põhineb C. Darwini õpetusel. Vaatleme evolutsiooni tõendeid ning pärilikkuse, muutlikkuse, kunstliku ja loodusliku valiku teooriat.

## KOKKUVÕTE

Esimest korda aetas bioloogia täiesti teaduslikule pinnale inglise teadlane Charles Darwin, kes töötas välja materialistliku evolutsiooniteooria.

Erinevalt Lamarckist tõi Darwin arvukalt tõendeid evolutsiooni kohta ja toetus uute kultuurtaimesortide ja koduloomatõugude aretamise praktikale. Darwini evolutsiooniõpetuse kujunemisele aitas kaasa tol ajal Inglismaal valitsev sotsiaal-majanduslik olukord, tööstuslik revolutsioon ja agraarreform ning selektsiooni tormiline arenemine.

Darwin tõestas, et taimede ja loomade evolutsiooni peapõhjuseks on: 1) keskkonna tingimuste muutumine, 2) pärilikkus ning muutlikkus ja 3) valik (kunstlik valik inimese majapidamises ja looduslik valik looduslikes tingimustes).

Oma töödes käsitles Darwin järgmisi küsimusi: 1) kultuurtaimede ja koduloomade põlvnemine, 2) liikide tekkimine looduses ja 3) inimese põlvnemine.

### Küsimusi ja ülesandeid

1. Missugune oli Darwini osa ajaloolise vaate arenemisel loodusele?
2. Milles seisnevad Darwini õpetuse sotsiaal-majanduslikud eeldused?
3. Nimetage Darwini tähtsamaid töid.
4. Jutustage lühidalt Darwini evolutsiooniõpetuse põhiideest.
5. Mille poolest erineb Darwini õpetus Lamarcki õpetusest?

### Täiendavaid ülesandeid

1. Lugege C. Darwini autobiograafiat.
2. Lugege C. Darwini raamatut «Loodusuurija reis ümber maailma purjekal «Beagle»».

## IV PEATÜKK

### EVOLUTSIOONI TÕENDID

#### § 8. Evolutsiooni paleontoloogilised tõendid

**Taimede ja loomade kivistunud jäänused. Paleontoloogia.** Orgaanilise looduse ajaloolise arenemise kõige ilmekamateks faktideks on kaugetel geoloogilistel aegadel elanud, nüüd aga välja-surnud taimede ja loomade kivistunud jäänuste leiud.

Joon. 13 on kujutatud väljasurnud hiigelsõnajala lehe jäljend, mis on leitud kivisõetükkidest. Joon. 14 on kujutatud ürgsete kalade kivistunud jäljendid, millest on selgelt näha nende skeleti ehitus.

Kuidas on säilinud väljasurnud organismide jäänused?

Taime või looma keha tavaliselt kõduneb pärast surma ja lagundatakse bakterite poolt anorgaanilisteks ühenditeks. Ainult tühine osa surnud organismidest säilib maapinnas sinna mattunud kivistunud jäänustena. Säilimiseks on tarvis, et organismil oleksid mingid kõvad osad, mis panevad rohkem vastu lagunemisele, näiteks luust skelett, hambad, rüü või koda jne. Peale selle on tarvis, et keha satuks keskkonda, mis takistaks kõdunemist.

Kujutleme, et taime või looma keha mattus mutta, vajus sohu või kattus liivaga. Niisugustes tingimustes toimub mõnikord kõdunemise ja täieliku lagunemise asemel organismi osade järkjärguline kivistumine; orgaanilised ained asenduvad mineraalainetega. Mõnedel juhtudel ei kivistu organism ise, vaid tema jälg ümbritsevas pehmes kivimis. Sel teel tekkinud kivistis, jälg või kivistunud skelett võib säilida maapinnas miljoneid aastaid. Nad on möödunud aegade orgaanilise elu originaalseteks dokumentideks.

Juba Vanas Kreekas ja Vanas Roomas köitsid teadlaste tähelepanu taimede ja loomade kivistunud jäänuste leiud. Kuid tol ajal ei suutnud teadus õigesti seletada niisuguste leidude tähtsust,

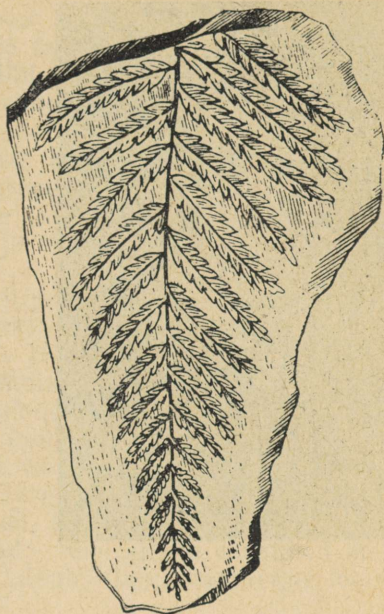
Alles XVIII sajandil algas väljasurnud organismide fossiilsete jäänuste süstemaatiline uurimine. Tekkis uus bioloogia haru — *paleontoloogia* — teadus väljasurnud taimedest ja loomadest.

XIX sajandil arenes paleontoloogia hiiglasuurte sammudega organite korrelatsiooni seaduse avastamise ja kasutamise tõttu.

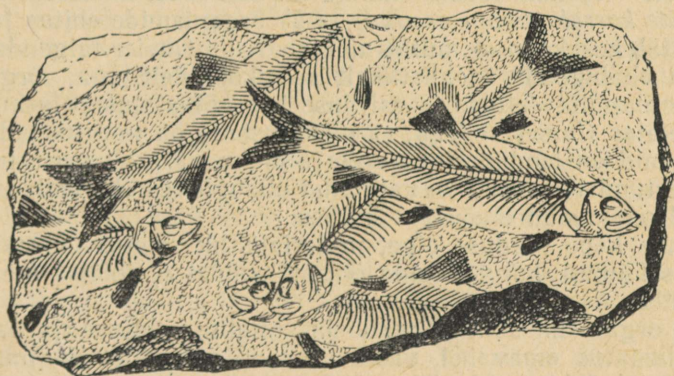
**Elundite korrelatsiooni seadus.** Taimede ja loomade tundmaõppimise üheks suurepäraseks meetodiks on erinevatesse süstemaatilistesse rühmadesse kuuluvate organismide anatoomilise ehituse võrdlemine. Seda meetodit kasutas esimest korda loomade ehituse tundmaõppimisel prantsuse zooloog Georges Cuvier (1769—1832).

Enne Cuvier'd piirdusid zooloogid ainult loomade välise kuju ja ehituse kirjeldamisega. Cuvier hakkas võrdlema erinevate elundite (närvisüsteemi, vereringe, seedeelundite jt. elundkondade) ehitust loomadil, kes kuulusid loomariigi erinevatesse klassidesse. See oli teadusele uus, väga väärtuslik *võrdlev-anatoomiline meetod*. Tekkis uus bioloogia haru — *võrdlev anatoomia*.

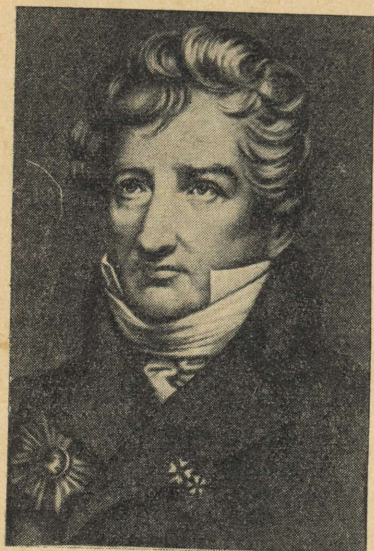
Uut meetodit kasutades tegi Cuvier kindlaks, et iga organism kujutab enesest ühtset tervikut, milles kõikide elundite ehitus ja talitus on vastastikku kooskõlastatud. Näi-



Joon. 13. Iidse sõnajala lehe jäljend kivistõetükis.



Joon. 14. Iidsete väljasurnud kalade jäljendid kivimis.



G. Cuvier (1769—1832)

teks kui loomal on sooltoru kohastunud värske liha seedimiseks (kiskjatel), siis ta jäsemed, lõualuud ja hambad on kohastunud saagi haaramiseks ja selle tükkideks kiskumiseks (esinevad küünised, tugevasti arenenud kihvad ja lõikehambad jne.).

Arendades seda mõtet tuli Cuvier järeldusele, et iga loomaliik on ühtsuses oma elutingimustega. Näiteks on kõrbeloomad kohastunud eluks kõrbes, metsloomad — eluks metsas jne.

Järelkult pööras Cuvier tähelepanu kahele tähtsale loodusseadusele: 1) kõik looma elundid on omavahel kindlates suhetes (*elundite korrelatsiooni seadus*) ja 2) organismide ehitus ja talitus vastab keskkonnale, milles ta elab. Kuid Cuvier tõlgendas neid seadusi ebaõigetelt, idealistlikelt seisukohtadelt. Iga organismi kõikide elundite ehituse ja talitluse kooskõlastatud elutingimustega seletas Cuvier sellega, et niisugustena on nad loodud. Veeorganismid on loodud eluks vees ja on seepärast varustatud kõigi kohastumistega, mis on vajalikud niisuguseks eluviisiks. Kõrbeloomad on loodud elamiseks kõrbes.

Nende kahe seaduse õige, materialistlik seletus on võimalik ainult sel juhul, kui vaadelda elusat loodust ajaloolise arenemise produktina.

Iga organismi kõikide osade ja elundite ehituse ja talitluse kooskõlastatus omavahel, vastavuses organismi elutingimustega, ei tekkinud äkki, vaid pikkamööda, elutingimuste mõjul. See on kauaaegse ajaloolise protsessi tulemus, mille jooksul pikkamööda

toimus ka kohastumine ümbritseva keskkonnaga ning kujunes välja ikka suurem kõigi elundite ja talitluste kooskõlastatus.

### **Elundite korrelatsiooni printsiibi kasutamine paleontoloogias.**

Cuvier kasutas paleontoloogias esimesena elundite korrelatsiooni printsiipi. Ta näitas, et üksikute leitud kehaosade järgi võib otsustada selle looma suuruse ja teiste kehaosade ehituse üle. Näiteks võib lõualuu ja hammaste järgi luua kujutluse kogu kolju, jäsemete jne. ehitusest. Hammaste ehituse järgi võib öelda, kas loom oli taim- või lihatoimeline, järelikult määrata, kas tal olid küünised või kabjad jne.

Toetudes elundite korrelatsiooni printsiibile hakkas Cuvier esimesena taastama (rekonstrueerima) väljasurnud loomade väliskuju leitud skeleti osade, jälgede ja nende loomade teiste jäänuste järgi. Cuvier oli üks paleontoloogia rajajaid.

Õppides tundma erinevatest geoloogilistest kihtidest pärinevaid loomade jäänuiseid, tegi Cuvier kindlaks, et Maa orgaanilises elus on olnud mitu perioodi. Kõige vanemat perioodi iseloomustab hulkraksete loomade puudumine. Järgmisel perioodil ilmusid paljud selgrootud (käsнад, ainuõõssed, molluskid) ja kalad. Hiljem ilmusid kahepaiksed ja roomajad. Veel hiljem asustasid maismaad linnud ja suured imetajad. Lõpuks ilmus kaasaegne loomariik, tekkis inimene.

Need Cuvier' poolt avastatud faktid tõestasid loomariigi muutuvust, elusa looduse ajaloolist arenemist. Cuvier' uurimistööd tõestasid loomariigi evolutsiooni.

Kuid Cuvier ise oli evolutsiooniõpetuse vastane. Ta püüdis saadud fakte kooskõlastada piibliga, õpetusega taime- ja loomaliikide muutumatusest. Selleks et kuidagi seletada avastatud paleontoloogilisi fakte, ilma et kasutada evolutsiooniõpetuse abi, mõtles Cuvier välja fantastilise katastroofide ehk revolutsioonide teooria.

**Reaktsiooniline katastroofide teooria.** Cuvier' teooria järgi allus Maa erinevates kohtades katastroofilistele muutustele. Toimusid tugevad maavärisemised; ühtedes kohtades meri ujutas äkki üle maismaa, teistes kohtades merepõhi tõusis ja muutus maismaaks. Katastroofi tagajärjel hävisid kõik elusad organismid; maismaa asukad uppusid, mereloomad jäid aga maismaale ja hukkusid samuti. Maismaa või mere tühjenenud ala asustati järk-järgult uute organismide poolt teistest piirkondadest tulnukatest. Pärast rahu perioodi, mis kestis palju sajandeid, toimus uus katastroof, mis uuesti hävitas kõik elusa, seejärel see ala asustati uute taimede ja loomade poolt.

Mõned Cuvier' järelkäijad kinnitasid, et katastroofid hõlmasid iga kord kogu maakera ja hävitasid kõik elusa, aga pärast katastroofi lõi jumal uue taime- ja loomariigi.

Niisuguse väljamõeldud fantastilise teooriaga katsusid religiooni pooldajad seletada, miks erineva vanusega geoloogilistes kihtides, mis kuuluvad erinevatesse Maa eluajastutesse, esinevad



V. O. Kovalevski (1842—1883)

mitte ühesugused taime- ja loomaliigid, kes erinevad kaasaegsetest liikidest.

Kritiseerides katastroofide teooriat, märkis F. Engels, et see on revolutsiooniline ainult sõnades ja reaktsiooniline tegelikkuses, kuna elusa looduse arenemise õpetuse asemel kõike seletatakse «imega».

Geoloogia ja paleontoloogia edasise arenemisega lükati XIX sajandi esimesel poolel täielikult ümber Cuvier' katastroofide teooria. Selgus, et paleontoloogilised avastused tõestavad mitte liikide püsikkust, vaid taimede ja loomade evolutsiooni.

Tutvume elusa looduse ajaloolise arenemise paleontoloogiliste tõendustega hobuse eellaste evolutsiooni näitel.

**Hobuse eellaste evolutsioon.** Paleontoloogiliste leidude põhjal on õnnestunud täielikult taastada mõnede loomade põlvnemise ja arenemise ajalugu. Seda on tehtud näiteks kiskjaliste, londiliste (elefantide) ja kabjaliste suhtes. Eriti üksikasjaliselt on paleontoloogia uurinud hobuse ajalugu.

Selle looma evolutsiooni tundmaõppimiseks tegi väga palju tuntud vene teadlane-darvinist Vladimir Onufrijevitš Kovalevski (1842—1883). Tutvume lühidalt hobuse evolutsiooni põhietappidega.

Hobuse kõige vanemaks eellaseks oli *Eohippus*, kes elas umbes 50 miljonit aastat tagasi. See oli väike, umbes rebasesuurune loom, kel eesjäsemes oli neli, tagajäsemes aga kolm varvast. Kõik varbad puudutasid maad ja olid kehale toeks. *Eohippus* (joon. 15) elas metsades, jõgede kallastel.

Rohttaimestiku arenemine ja laiade steppide ilmumine, mis tõrjusid välja metsad Põhja-Ameerikas, Aasias ja Euroopas, muutis hobuse eellaste elutingimusi.

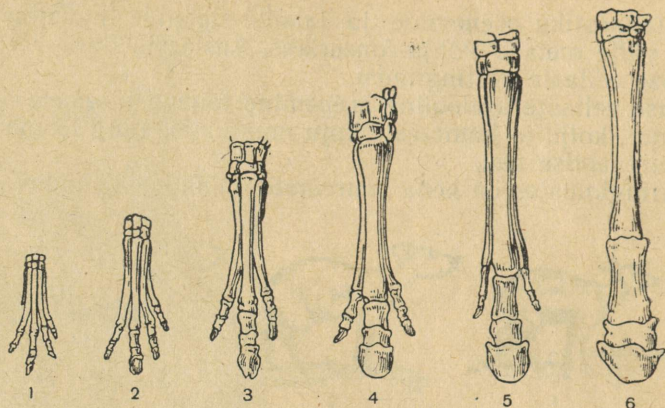
Hobuse eellaste ajalooline arenemine toimus jäsemete ümberkujunemise, kolju ja hammaste kuju muutumise ning looma mõõtmete suurenemise teel.

Steppingimustes on keha suurematel mõõtmetel tunduvad eeli-



Joon. 15. Hobuse evolutsioon.

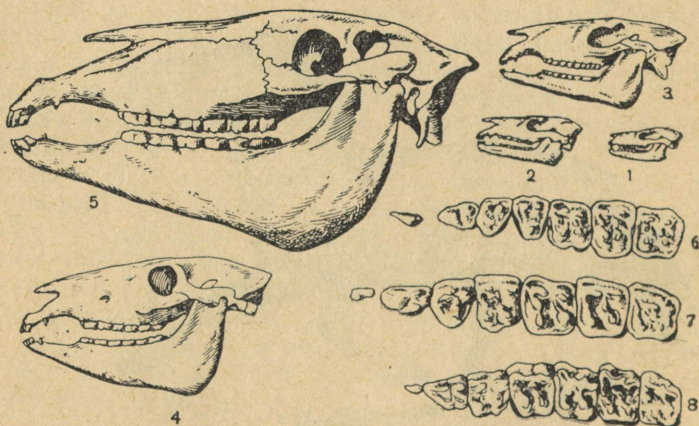
1 5 — tertsiaäris ja kvaternaaris elanud väljasurnud hobused (1 — Eohippus, 2 — Proterohippus, 3 — Meryhippus, 4 — Hypohippus, 5 — Hipparion, 6 — praegu elav metsik prževalski hobune.



Joon. 16. Hobuse jäseme evolutsioon.

1-4 — tertsiaaris ja kvaternaaris elanud mitmete hobuseliikide eesjäseme skeletid (1 — *Eohippus*, 2 — *Proterohippus*, 3 — *Meryhippus*, 4 — *Hypohippus*, 5 — *Hipparion*); 6 — kaasaegse hobuse eesjäseme skelett.

sed. Suurem loom näeb kaugemale ümbritsevas avamaastikus; see võimaldab õigel ajal märgata hädadohtu. Seepärast toimus hobuse eellastel loodusliku valiku tõttu kvaternaaris keha mõõtmete suurenemine. Kuid kiireks jooksmiseks mööda stepipinda oli viievarbane jäse suurele loomale vähesobiv. Hobuse mõõtmete suurenemi-



Joon. 17. Hobuse kolju ja hammaste evolutsioon.

1-4 tertsiaaris ja kvaternaaris elanud hobuste kolju mõõtmete ja kuju suurenemine (koljud: 1 — *Eohippus*, 2 — *Orohippus*, 3 — *Mesohippus*, 4 — *Meryhippus*); 5 — kaasaegse hobuse kolju; 6-8 — hobuse eellaste hammaste muutumine (hambad: 6 — *Eohippus*, 7 — *Orohippus*, 8 — *Epihippus*; eespurihambad suurenevad ja muutuvad kujult purihammaste sarnaseks).

sega toimus varvaste arvu vähenemine jalgadel. Külgmised varbad vähenevad, kolmas varvas areneb aga tugevamini. See toimus seetõttu, et suure raske looma kiirel jooksul mööda kõva maapinda harjutati kõige rohkem kolmandat (keskmist) varvast. Põlvkonnast põlvkonda muutus kolmas varvas pikemaks ja jämedamaks. Külgmised varbad ei puudutanud enam maapinda ja muutusid hobusele kasutuks. Me juba teame, et kasutu, mittetöötav elund atrofeerub vähehaaval, ta on määratud väljasuremisele. Vastavalt sellele, kuidas keskmine varvas muutus jämedamaks ja pikemaks, muutusid külgmised varbad peenemaks ja peenemaks. Seda loomulikku protsessi soodustas looduslik valik, mis säilitas, kogus ja tugevdas kõike organismile kasulikku. Hobune muutus järk-järgult ühevarbaseks loomaks. Kaasaegsel hobusel on külgmiste varvaste asemel peenikesed tikkelluud (joon. 16). Muutusid ka kolju ja hambad. Hambad kohastusid kuivade rohttaimede peenendamiseks ja pikenesid tunduvalt (joon. 17).

## KOKKUVÖTE

Orgaanilise looduse evolutsiooni kõige vastuvaidlematumaid tõendeid annab paleontoloogia. Paleontoloogia õpib tundma väljasurnud loomi ja taimi, kes elasid möödunud geoloogilistel ajastutel.

Paleontoloogia rajajaks oli Cuvier. Ta avastas elundite korrelatsiooni printsiibi. See võimaldas väljasurnud loomade jäänuste järgi taastada nende ehitust ja väliskuju. Cuvier avastas kogu Maa ajaloo vältel toimunud loomariigi muutlikkuse. Kuna Cuvier ei tunnistanud evolutsiooni, katsus ta seda fakti seletada katastroofide teoriaga.

Hiljem lükati katastroofide teooria täielikult ümber. Teadus tõestas, et Maa erinevatel aegadel toimunud taime- ja loomariigi vahetus on orgaanilise maailma ajaloolise arenemise tulemuseks. Evolutsiooni üheks hiilgavamaks tõendiks on hobuse eellaste ajalugu, mille selgitasid välja leitud jäänuste järgi V. O. Kovalevski ja teised teadlased.

### Küsimusi

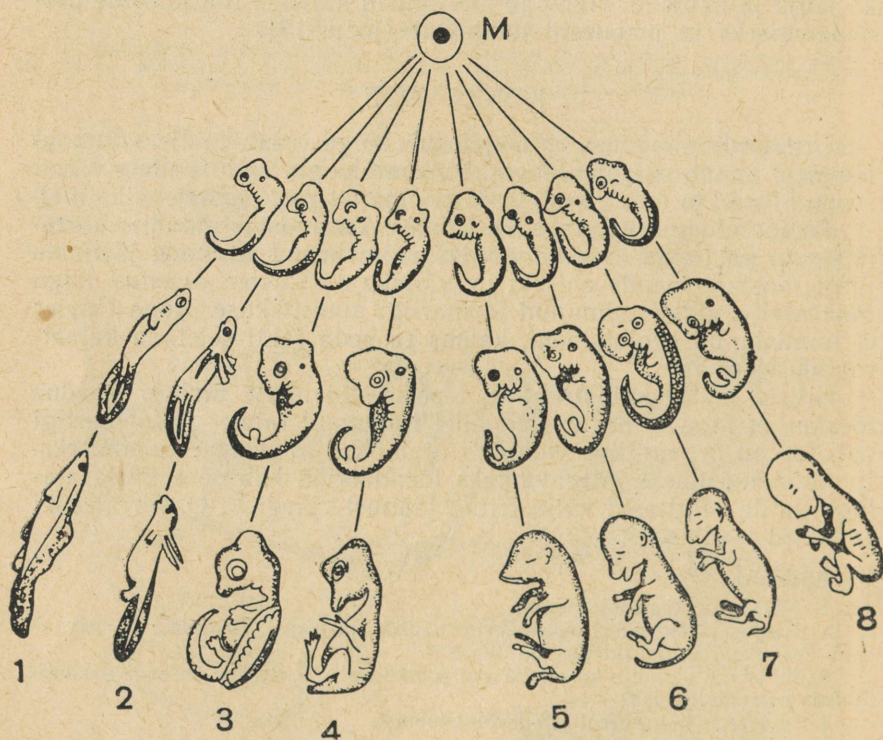
1. Mida uurib paleontoloogia?
2. Kuidas võisid kuni meie päevini säilida jäänused taimedest ja loomadest, kes elasid miljoneid aastaid tagasi?
3. Jutustage elundite korrelatsiooni printsiibist. Missugune on selle seaduse tähtsus paleontoloogias?
4. Jutustage hobuse eellaste evolutsioonist.

## § 9. Evolutsiooni tõendid embrüoloogia, võrdleva anatoomia ja süstemaatika vallast

**Evolutsiooni embrüoloogilised tõendid.** Tähtsamad evolutsiooni tõendid on seotud *embrüoloogia* — organismide lootelist arenemist uuriva teaduse tekkimisega.

Embrüoloogia üheks rajajaks oli vene teadlane akadeemik Karl Maksimovitš Baer (1792—1876). Ta märkis, et imetajate, lindude, sisalike, madude ja teiste maismaaselgroogsete looted on varastel arengustaadiumidel omavahel väga sarnased nii üldise ehituse kui ka oma osade arenemise poolest (joon. 18). Näiteks arenevad sisaliku ja imetaja jalad, linnu tiivad ja jalad ühesugustest algmetest. Alles hiljem ilmuvad erinevate selgroogsete loodetel erinevused ja iseärasused, mis on omased looma klassile, seltsile, sugukonnale ja, lõpuks, liigile. Sisaliku loode muutub järkjärgult sisaliku sarnaseks, linnu loode — linnu sarnaseks jne.

Kõikide selgroogsete lootelise arenemise varaste järkude sarnasus kinnitab veel kord nende loomade põlvnemise ühtsust. On selge, et selgroogsete kõik klassid põlvnevad ühisest eellasest, kuid



Joon. 18. Erinevate selgroogsete loomade looteline arenemine.

Iga loode areneb munast (M). On näidatud üksteisele järgnevad arenemisstaadiumid. 1 — kalal, 2 — kahepaiksel (tritonil), 3 — roomajal (kilpkonnal), 4 — linnul, 5—8 — mitmetel imetajatel (5 — seal, 6 — küülikul, 7 — inimesel). Joonisel on näha, kuidas algul kõikide selgroogsete looted on sarnased, hiljem tekivad ikka suuremad ja suuremad erinevused.

K. M. Baer (1792—1876)



hiljem nad lahknesid ajaloolises arenemises. Embrüoloogiline arenemine peegeldab mõningal määral seda ajaloolist pilti.

Embrüoloogia edasised edusammud tõid veel laialdasemaid tõendeid evolutsiooni kohta.

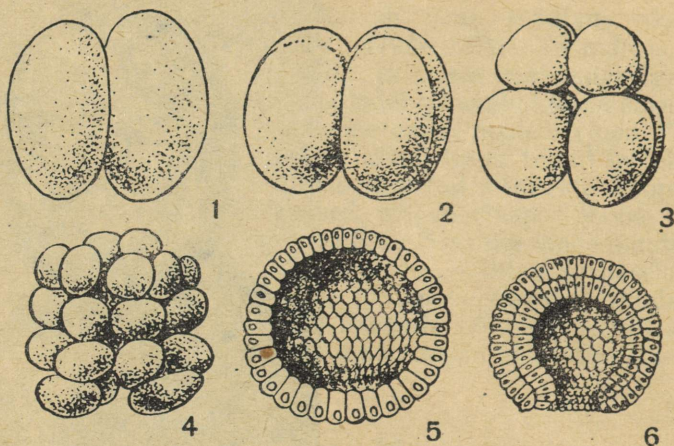
Kuulsad vene teadlased Aleksander Onufrijevitš Kovalevski (1840—1901) ja Ilja Iljitš Metšnikov (1845—1916) tõestasid, et mitte ainult selgroogsete, vaid kõikide hulkraksete loomade looteline arenemine on üldjoontes sarnane.

Kõikide hulkraksete loomade arenemine sugulisel paljunemisel algab muna viljastamisega. Viljastatud muna jaguneb rakkudeks (joon. 19). Algul tekib loode, mis koosneb ühest rakukihist — *blastula*. Järgmisel arenguetaapil koosneb loode kahest rakukihist (kahest lootelehest). Seda staadiumi nimetatakse *gastrulaks*. Käsnaudel ja ainuõssetel arenevad kõik elundid kahest lootelehest. Kõrgematel loomad (alates ussidest) tekib veel kolmas looteleht. Neil arenevad kõik elundid kolmest lootelehest.

Suur tähtsus evolutsiooniõpetuse arenemisel oli A. O. Kovalevski töö süstikkala arenemise kohta.

Süstikkala on kalalaadne loom. Ta keha on poolläbipaistev, 8—15 cm pikkune (joon. 20). Süstikkala elab soojade merede rannikuvetes (Vahemeres, samuti ka Mustas meres). Kaua aega ei suutnud teadlased määrata süstikkala asukohta loomariigi süsteemis. Mõned asetasid ta isegi molluskite hulka.

A. O. Kovalevski õppis tundma süstikkala ehitust ja arenemist ning tegi kindlaks, et see loom on tähelepanuväärne selle poolest, et ta omab vahepealset asukohta selgroogsete ja selgrootute loo-



Joon. 19. Süstikkala varased arenemisstaadiumid.

1-4 — muna lõigustumine; 5 — ühekihilise loote staadium (loode on lõigatud pooleks); 6 — kahekihilise loote staadium (läbilõikes).

made vahel. Ta on nagu siduvaks lüliks nende loomariigi osade vahel. Nüüd asetatakse süstikkala õigusega keelikloomade alamate esindajate hulka. Keelikloomade kõrgemate esindajate hulka kuuluvad selgroogsed. Kuigi süstikkalal pole koljut ja selgroogu, on tal see-eest seljakeelik, mis tekib kõikidel selgroogsetel lootelise arenemise ajal (joon. 21).

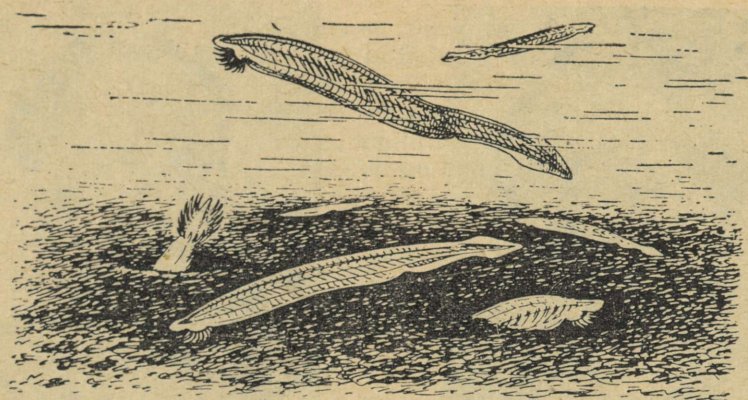
Süstikkala arenemise näitel võib vaadelda mitte ainult selgroogsete, vaid ka hulkraksete selgrootute lootelise arenemise iseloomulikke jooni. Joon. 19 on näidatud, kuidas toimub süstikkala muna arenemisel lõigustumine, ühekihilise (blastula) ja kahekihilise loote (gastrula) tekkimine.

A. O. Kovalevski tegi kindlaks, et süstikkala gastrula on sarnane usside, molluskite ja mõnede vähiladsete gastrulaga. See tõestas süstikkala sugulaslikku seost teiste selgrootutega. Uurides alamate selgroogsete (kalade) lootelist arenemist, avastas Kovalevski neil teisenud gastrula. Nii selgus, et selgrootute, süstikkala ja selgroogsete arenemises on palju ühist.

Kõikide loomade lootelise arenemise sarnasus tõestab kogu loomariigi arenemise ühtsust. Oma lootelise arenemise ajal kordab iga loom lühidalt neid põhietape, mida on läbinud nende eellased oma ajaloolises arenemises.

Seda seaduspärasust seletavad paljud, esimesel pilgul seletamatutena näivad faktid.

Kõikide selgroogsete loodetel tekib teataval arenemisastmel seljakeelik. Hilisemal arenemisetapil asendub see kõhrest ja see-



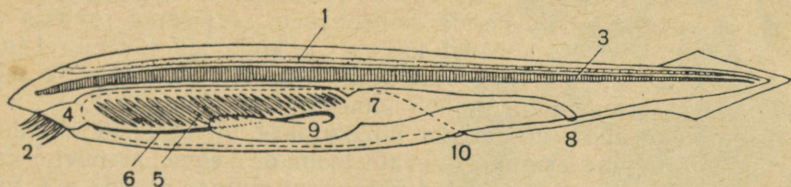
Joon. 20. Süstikkalad.

Mõned on kaevunud liiva, mõned lebavad põhjal, mõned ujuvad ringi.

järel luust selgrooga. See tõestab, et selgroogsete eellasteks olid selgrootud, süstikkala taolised, kellel telgskeletiks oli seljakeelik. Selgroogsed oma lootelises arenemises nagu lühidalt kordaksid seda oma ajaloolise arenemise etappi.

Maismaaselgroogsete (roomajate, lindude, imetajate ja inimese) loodetel tekivad teataval arenemisjärgul kaelaosas lõpuspilud, mis hiljem kaovad. Ilmselt olid maismaaselgroogsete eellaste kalalaadsed loomad, kes elasid vees ja hingasid lõpustega (joon. 18).

I. V. Mitšurin märgib, et sama seaduspärasus esineb ka taimedel. Külvates viljapuude kultuurtaimede seemneid, pööras ta tähelepanu sellele, et neist kasvavad noored seemikud (seemnest kasvanud viljapuud) on sarnased metsikutele eellastele. Näiteks olid kultuurõunapuusortide noored seemikud sarnased metsõunapuuga, pirniseemikud — metspirnipuuga jne. Seemikute täiustumine toimus pikkamööda, mitmete aastate jooksul. Ta läbib kõik muutu-

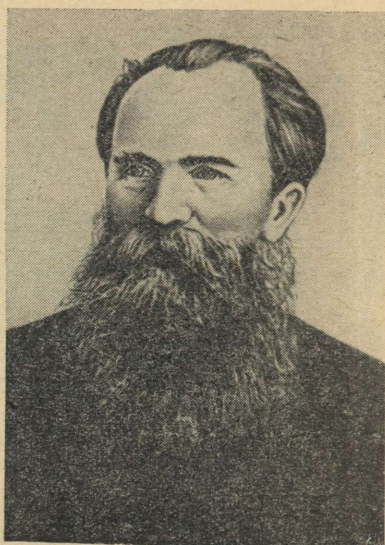


Joon. 21. Süstikkala ehitus.

1 — seljaaju; 2 — kombitsad; 3 — seljakeelik; 4 — suu; 5 — lõpuspilud; 6 — soolitoru eesmine osa (lõpuspilud asuvad selle seintes); 7 — soolitoru; 8 — pärakuava; 9 — maks; 10 — lõpuseümbrise õõne ava (selle kaudu väljub lõpuseid ümbritsev vesi).



I. I. Metšnikov (1845—1916)



A. O. Kovalevski (1840—1901)

mise astmed metsikust liigist kultuursordini. See ilmneb näiteks viljade kvaliteedi muutumises. Esimesel viljakandmisel on õuna-seemiku viljad väikesed, kõvad ja hapud. Alles mõne aasta pärast hakkab viljade suurus ja kvaliteet saavutama kultuursordi taset. «... Iga organism,» kirjutab I. V. Mitsšurin, «teeb lootelises arenemises ja noores põlves omal viisil läbi kõik need muutused, mida läbis kunagi tema sugu.»

**Võrdlev-anatoomilised tõendid. Homoloogsed ja analoogsed elundid.** Võrreldes erinevate selgroogsete jäsemeid avastame, et väliskuju ja mõõtmete erinevusele vaatamata on neil sarnane ehitus. Näiteks koosneb salamandri eesjäse, linnu ja nahkhiire tiib, muti eesjäse ja inimese käsi sarnastest osadest, kuigi neil on erinev ülesanne. Kõikide nende selgroogsete eesjäseme skeletis on õlavarreluu, käsivars koosneb küünar- ja kodarluust, seejärel tulevad randme-, kämbla- ja sõrmeluud. Järelikult on erinevate selgroogsete eesjäsemed omavahel homoloogsed (joon. 22).

Homoloogseteks elunditeks nimetatakse niisuguseid elundeid, mil on ühesugune asetus erinevate loomade kehas, arenevad ühesugustest algmetest ja omavad ühesugust ehituse plaani, s. t. ühesugust osade asetust.

Esimesena pööras tähelepanu erinevate selgroogsete elundite homoloogiale tuntud prantsuse zooloog Etienne Geoffroy Saint-Hilaire (1772—1844). Ta polnud nõus Linné ja Cuvier'

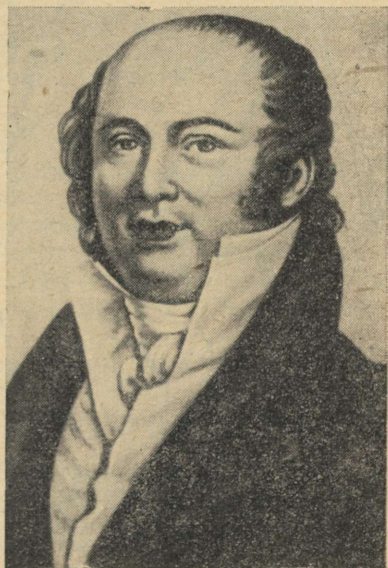
õpetusega liikide muutumatusest, ning väitis, et loomade ehitus võib muutuda keskkonna mõjul ja ühtedest liikidest võivad tekkida teised liigid. Ühe ja sama elundi, näiteks eesjäseme ehitus muutub erinevatel loomadel sõltuvalt elutingimustest. Muti eesjäse on kohastunud maa kaevamiseks, vaala loival on mõla ülesanne ujumisel vees, linnu ja nahkhiire tiib on kohastunud lennuks ja muutunud, võrreldes teiste selgroogsetega, vastavalt sellele funktsioonile.

Geoffroy Saint-Hilaire'il oli õigus selles suhtes, et homoloogsed elundid on organismide muutlikkuse väärtuslikeks tõendeiks.

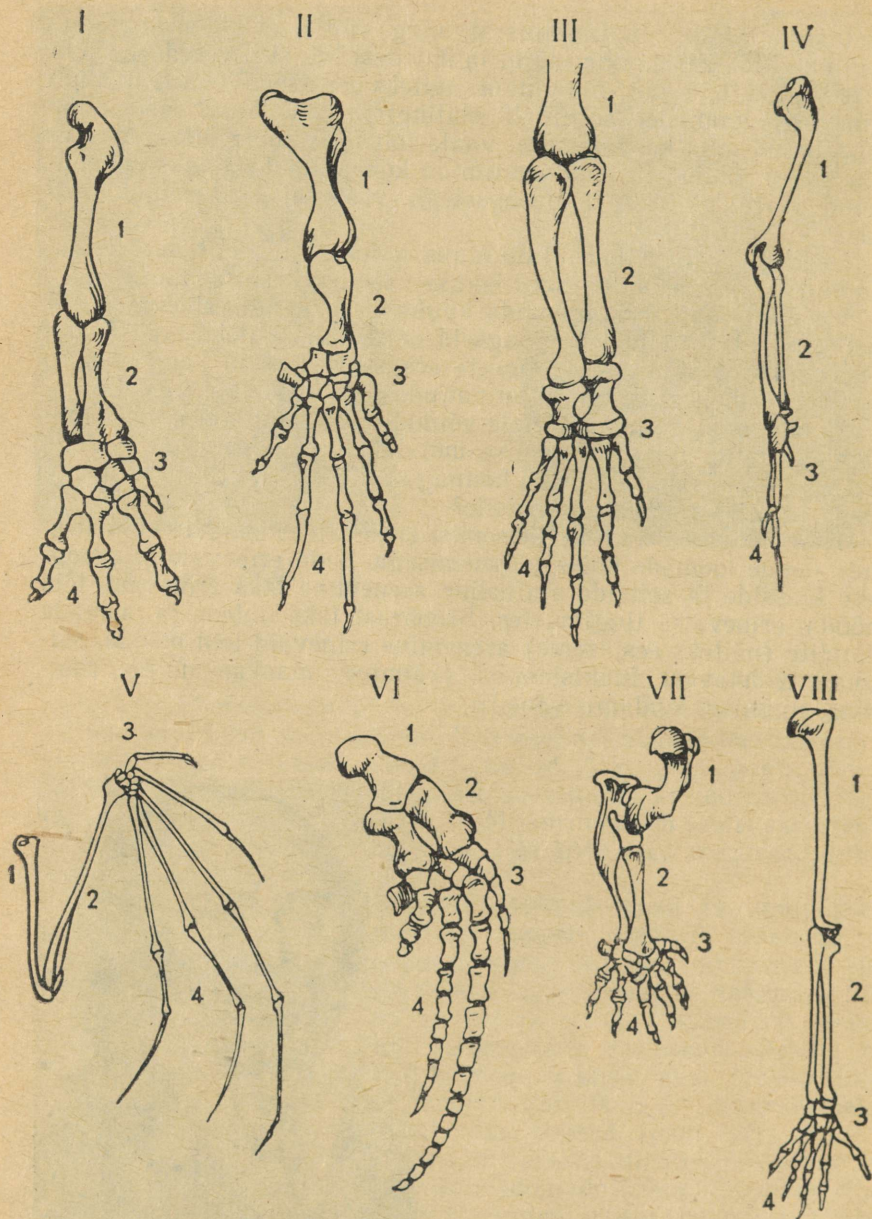
Ühte ja samasse hõimkonda kuuluvatel vägagi erinevatel loomadel on alati palju homoloogseid organeid. Näiteks pole homoloogsed mitte ainult selgroogsete eesjäsemed, vaid kogu skelett, närvisüsteem ja siseelundid on paljudes osades homoloogsed.

Homoloogseid elundeid pole võimalik seletada, kui hoida kinni liikide muutumatuse ja loomise metafüüsilisest õpetusest. Kuidas siis vastata küsimusele, miks konna ja muti eesjäse omavad homoloogseid osi, vaatamata eluviisile?

Homoloogsete elundite esinemist erinevatel loomadel võib seletada nende loomade ühise põlvnemisega. Kuid erinevate selgroogsete klasside ja seltside ajalooline arenemine läks erinevaid teid mööda, erinevates tingimustes. Seepärast läks ühtede ja samade elundite (näiteks eesjäseme) arenemine erinevaid teid mööda, sõltuvalt täidetavast funktsioonist (käimine, maakaevamine, ronimine, ujumine, lendamine jne.).

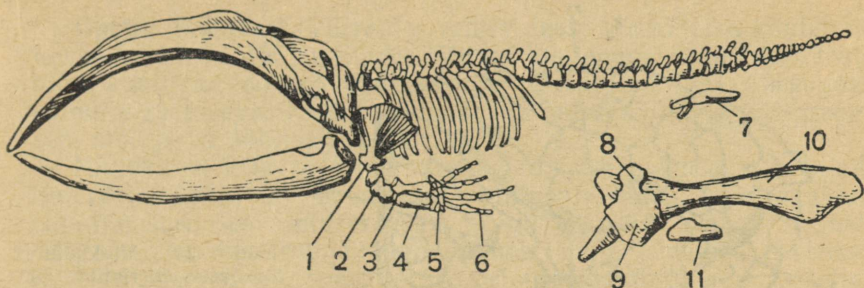


E. Geoffroy Saint-Hilaire  
(1772—1844)



Joon. 22. Maismaaselgroogsete eesjäsemete skelett.

I — salamandril; II — merikilpkonnal; III — krokodillil; IV — linnul; V — nahkhiirel; VI — vaalal; VII — mutil; VIII — inimesel. Vastavad (homoloogsed) osad on tähistatud ühesuguste numbritega; 1 — õlavarreluu; 2 — küünar- ja kodariuu; 3 — randme- ja kämbalaluud; 4 — sõrme- ja varbaluud.



Joon. 23. Vaala skelett.

Eesjäse: 1 — abaluu; 2 — õlavarreluu; 3 — küünarluu; 4 — kodarluu; 5 — randme- ja kämbaluud; 6 — sõrmeluud. Vaagna ja tagajäsemete rudimentid; 7 — üldkuju; 8—11 — sama, suurendatult (8 — süleluu; 9 — pärалуu; 10 — reieluu; 11 — sääreluu).

Homoloogia kõrval esineb ka analoogia. *Analoogsed elundid* on niisugused elundid, mis täidavad ühesugust funktsiooni, sõltumatult nende tekkimisest. Liblika ja linnu tiib on analoogsed elundid, nende funktsioon on ühesugune (lendamine), kuid tekkimine on hoopis erinev. Osa analoogseid elundeid on samaaegselt ka homoloogsed. Nahkhiire ja linnu tiib on analoogsed ja homoloogsed, kuna aga linnu tiib ja muti eesjäse on homoloogsed, mitte aga analoogsed elundid. Analoogsete elundite hulka kuuluvad kalade, konnakulleste ja vees elavate putukavastsete (näiteks kiihiliste) lõpused.

Homoloogsete ja analoogsete elundite olemasolu võimaldab paremini mõista erinevate organismide vahel valitsevaid sugulusuhteid, välja selgitada taime- ja loomariigi ajaloolise arenemise teid.

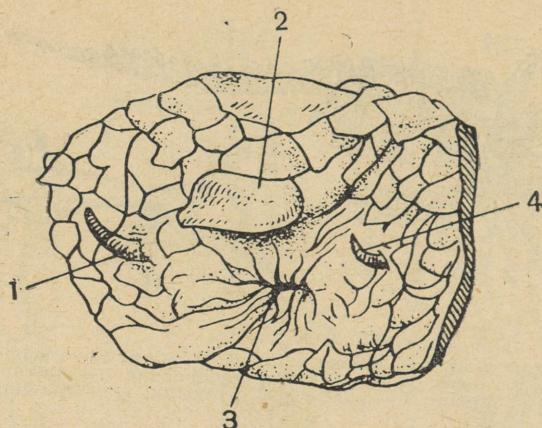
**Rudimentsed elundid.** Evolutsiooni suurepäraseks tõenditeks on rudimentsed elundid.

*Rudimentseteks* elunditeks (rudimentideks) nimetatakse niisuguseid elundeid, mis on algelises seisundis (täiskasvanuil) ja mis ei täida neile omast funktsiooni.

Näiteks on vaalal eesjäsemed muutunud loibadeks ning tagajäsemed puuduvad hoopis. Kuid lihaste kihis on algelises olekus vaagna-, reie- ja sääreluud. See fakt tõestab, et kaasaegsed vaalad on maismaaselgroogsete järglased, kellel olid mitte ainult ees-, vaid ka tagajäsemed (joon. 23).

Mõnedel madudel (näiteks võrkpüütonil) on säilinud vaevalt märgatavad rudimentsed tagajäsemed (joon. 24). See kinnitab, et madude eellasteks olid roomajad, kellel olid jäsemed nagu sisalikel.

**Evolutsiooni tõendeid süstemaatika vallast.** Me juba teame, et Linné süsteem, vaatamata selle kõikidele väärtustele, oli suures osas kunstlik. See oli tingitud sellest, et Linné toetus klassifitse-



Joon. 24. Võrkpüütoni tagajäsemete rudimendid. 1 ja 4 — tagajäsemete rudimendid; 2 — anaalkilp; 3 — pärakuava.

rimisel vähestele, enam või vähem vabalt valitud tunnustele (tolmukate arv õies jne.).

Teadmiste kogunemisel taime- ja loomariigi kohta hakati klassifitseerimisel arvestama mitte mingit ühte tunnust, vaid iga taime- ja loomaliigi paljusid iseärasusi. Nende printsiipide järgi teostatud klassifikatsiooni nimetatakse *loomulikuks süsteemiks*.

Loomuliku süsteemi loomisel selgus, et taimede ja loomade mitmekesisuses seisneb ka nende ühtsus. Iga loomulik rühm (perikond, sugukond, selts või klass) ühendab niisuguseid liike, kes vaatamata oma erinevustele on sarnaste tunnustega. Näiteks iseloomustab kasside perekonna liike sarnasus kehaehituses, erinevustega kolju, lõualuude ja jäsemete ehituses.

Ühte loomulikku rühma kuuluvate liikide vahel valitsev sarnasus hämmastab teadlasi, pani neid otsima seletust sellele nähtusele. Miks on näiteks sarnaste anatoomiliste ja füsioloogiliste joontega kõik kiskjaliste seltsi esindajad, kõik imetajate klassi esindajad? Miks on kõikidel selgroogsetel ühesugune «ehitusplaan»? Ühtne ehitusplaan väljendub selles, et kõikidel selgroogsetel (kaladel, kahepaiksetel, roomajatel, lindudel ja imetajatel) on elundid paigutatud ühesuguselt. Nii näiteks on skeleti telgoksaks kõikidel selgroogsetel selgroog. Selgroo külge on kinnitunud kolju, eesvööde koos eesjäsemete skeletiga ja tagavööde koos tagajäsemete skeletiga.

Need faktid viisid teadlased tahtmatult mõttele, et ühised tunnused, mis on iseloomulikud loomulikule rühmale, tõestavad loomulike rühmade ühist põlvnemist, nende sugulust omavahel. Selgroogsetel on ilmselt üks «ehitusplaan» seetõttu, et nad kõik on arenenud ühisest esivanemast, kellelt nad on pärandanud ehituse sarnased jooned.

Järelikult kõnelevad süstemaatika-alased andmed liikide muutumatus õpetuse vastu, evolutsiooniteooria kasuks.

**Õpetus tüüpidest.** Võrreldes erinevatesse klassidesse kuuluvate loomade ehitust, töötas Cuvier läbi mõiste loomade tüüpidest. Ühte tüüpi kuuluvad loomad on ühesuguse «ehitusplaaniga», ühesuguse elundite asetusega. Ta jagas loomariigi neljaks tüübiks (selgroogsed, molluskid, lülilised ja kiirelised).

Näiteks on kõik selgroogsed (kalad, kahepaiksed, roomajad, linnud ja imetajad) ühesuguse «ehitusplaaniga», mis avaldub elundite sarnases asetuses. Neil kõigil koosneb skelett koljust, selgroost, eesvöötmetest ja tagavöötmetest ning jäsemete skeletist. Kõikide selgroogsete tsentraalnärvisüsteem koosneb pea- ja seljaajast. Siseelundid (erituselundid, vereringe, hingamis- ja seedesüsteemid jt.) asuvad üksteise ja skeleti osade suhtes sarnaselt.

Õpetust loomade tüüpidest süvendas K. M. Baer. Nagu Cuvier'gi jaotab ta loomariigi neljaks tüübiks. Tüüpide võrdlev-anatoomilist iseloomustust täiendab ta võrdlev-embrüoloogilisega, näidates, et iga tüüp erineb mitte ainult ehitusplaani, vaid ka lootelise arenemise üldiste joonte poolest.

Tüüpide mõiste oli väga progressiivne ja seda kasutatakse nüüd mitte ainult zooloogias, vaid ka botaanikas. See võimaldas selgitada taime- ja loomariigi evolutsiooni peamisi suundi. Botaanika ja zoologia arenedes õpetus tüüpidest täpsustus. Selgus, et on olemas palju rohkem loomatüüpe kui arvas Cuvier. Praegu eristatakse kümme põhilist loomatüüpi (ainuraksed, käsnloomad, ainuõõssed, lameussid, ümarussid, rõngussid, molluskid, lüljalgsed, okasnahksed ja keelikloomad). Neid tüüpe tunneme süstemaatikas hõimkondade nime all.

Cuvier lähenes tüüpide õpetusele metafüüsilisest seisukohast, liikide muutumatus seisukohast. Ta arvas, et loomade tüübid on muutumatud ja on olemas «loomise» hetkest, et erinevate loomatüüpide vahel pole sugulussidemeid. Cuvier katsus näidata, et praegu olemasolevad taime- ja loomaliigid ei muutu, et nad on «kindlalt säilinud loomisest saadik».

Seevastu on aga erinevate taime- ja loomatüüpide olemasolu üheks tähtsaks evolutsiooni tõendiks. See tõestab, et orgaanilise maailma mitmekesisuses on ühtsus. Nähtavasti on nii taimede kui ka loomade ajalooline arenemine viinud mõnede põhisuundade moodustumisele, mis on esindatud tüüpidenäidatena (hõimkondadena). Kehaehituse ja lootelise arenemise sarnasus, mida täheldatakse iga hõimkonna piires (näiteks keelikloomadel), näitab kogu selle hõimkonna esindajate ühist päritolu, seda, et kõik nad on orgaanilise maailma ühe ja sama sugupuu oksad.

## § 10. Evolutsiooni biogeograafilised tõendid

**Biogeograafia.** Väga tähtsaid evolutsiooni tõendeid võib saada biogeograafiast — teaduselt taimede ja loomade geograafilisest levimisest. On terve rida fakte organismide geograafilise leviku

kohta, mida on võimatu seletada liikide muutumatuse õpetuse seisukohalt. Kuid neid fakte on kerge seletada, kui tunnistada elusa looduse ajaloolise arenemise ideed.

Näitena vaatleme mõningaid zoogeograafia andmeid, mis käsitlevad loomade geograafilist levikut.

**Austraalia fauna.** Selle mandri ja lähedalasuvate saarte (Uus-Meremaa, Uus-Ginea, Tasmaania jt. väiksemate saarte) loomastik on erakordselt omapärane. See ala on nagu mingi «elusate fossiilide» muuseum.

Imetajad on esindatud madalamate vormidega (joon. 25). Siin elavad *munejad imetajad* (nokkloom, sipelgasiil ja pikknokk-sipelgasiil), kes ei esine kusagil mujal maakeral. Nad munevad mune ja neil on palju iseärasusi, mille järgi võib otsustada, et nad pole oma ajaloolises arenemises mitte väga kaugele läinud oma eellastest — roomajatest. Austraalia imetajate põhimass on esindatud *kukkurloomalistega* (näiteks kanguru, kukkurhunt, kukkurkaru, kukkurmutt jt.) Nende loomade pojad sünnivad vähearenenutena, Emaloom paigutab nad erilisse kõhul asuvasse kukrusse, milles ta neid kaasas kannab ja toidab.

Kõrgemad imetajad (emakooksed imetajad), kel on täiesti väljaarenenud pojad, Austraalias peaaegu puuduvad. Erandiks on mõned loomad, kes on siia sattunud maailma teistest osadest. Nende loomade hulka kuulub dingokoer, kes on siia toodud inimese poolt, nahkhiired ja pisinärilised.

Lindudest on Austraalia loomastikule tüüpilised erilised jaanulinnuliigid (kaasuar ja emu), kes esinevad ainult siin, mitmesugused paradiisilinnud, kannelsaba jt.

Millega seletada Austraalia fauna niisugust omapärasust?

Vastuse sellele küsimusele annab geoloogia ja paleontoloogia. Selgub, et keskaegkonnas (mesozoikumis) olid alamad imetajad ja kukkurloomad laialt levinud kogu maakeral, aga kõrgemaid imetajaid (emakookseid imetajaid) veel polnud. Pärast seda kui alamad imetajad ja kukkurloomad olid asustanud Austraalia, eraldus see manner ülejäänud maismaast. Seetõttu ei saanud kõrgemad imetajad, kes tekkisid hiljem, sattuda Austraaliasse ega selle läheduses asuvatele saartele.

**Põhja-Ameerika ja Euraasia põhjaosa loomastik.** Hoopis teist pilti näeme nendes maailmajagudes.

Vaatamata sellele, et Euraasiat eraldab Põhja-Ameerikast meri, on Euraasia põhjaosa ja Põhja-Ameerika loomastikud erakordselt sarnased. Paljud Euraasia ja Põhja-Ameerika loomastiku esindajad kuuluvad ühte liiki. Nii näiteks esineb Nõukogude Liidu kui ka Ameerika põhjaosas jääkaru. Vana ja Uue Maailma tundras elutseb põhjapõder, polaarrebane, pisinärilised — lemmingud, lumekakk, rabakana ja paljud teised loomad, kes kuuluvad mõlematele kontinentidele ühiste liikide hulka (joon. 26).

Mõlemate kontinentide metsavööndis on ka palju ühesuguseid



Joon. 25. Austraalia loomastik.

1 — nokkloom; 2 — sipelgasiil; 3 — kukkurhünt; 4 — kukkur-sipelgakar; 5 — vombat;  
6 — kannelsaba; 7 — must luik; 8 — kukkurhüpik; 9 — hiigelkänguru; 10 — kukkur-  
mutt; 11 — emu.

liike (näiteks ilves, hunt, põder). Paljud liigid on omavahel väga lähedased. Nii näiteks vastab Euroopas esinevale karule ameerika karu, euroopa sooblile ja kopralt vastavad ameerika soobli- ja kopraliigid, Euroopas elavale metshärjale vastab Ameerikas piison.

Millega seletada nende kahe kontinendi fauna niisugust sarnasust?

Sellele küsimusele aitab vastata geoloogia. Selgub, et Põhja-Ameerika ja Euraasia olid varem omavahel ühenduses. Tol ajal toimus loomade vaba rändamine ühelt kontinendilt teisele. Alles hilisel geoloogilisel ajal see side katkes mere pealetungi tõttu; Euraasia ja Põhja-Ameerika lahutati. Pärast seda toimus paljude loomaliikide arenemine nendel kontinentidel erinevaid teid mööda. Tekkisid mõningad erinevused Euroopa ja Ameerika loomade vahel, mis viis iseseisvate, kuigi väga lähedaste liikide tekkimisele (näiteks metshärg ja piison).

Toodud näited tõestavad väga ilmekalt seda, et organismide kaasaegne geograafiline levik ei seletu mitte ainult erinevate elutingimustega erinevates maakera osades, vaid ka orgaanilise maailma ajaloolise arenemisega ja organismide levikuprotsessi iseärasustega.

## KOKKUVÕTE

Embrüoloogia, võrdleva anatoomia ja süstemaatika edusammude tulemusel kogunes teadusse palju ümberlükkamatuid evolutsiooni tõendeid.

A. O. Kovalevski ja I. I. Metšnikovi embrüoloogiliste uurimistööde tagajärjel tõestati kõikide loomade lootelise arenemise sarnasust. See tõestab kogu loomariigi põlvnemise ühtsust.

Palju evolutsiooni tõendeid annab süstemaatika. Pärast Linné's seisnes süstemaatika arenemine loomuliku süsteemi väljatöötamises, mis arvestaks iga liigi kõiki tunnuseid koos. Seejuures selgus, et ühte loomulikku rühma kuuluvad loomad omavad palju sarnaseid anatoomilisi ja füsioloogilisi iseärasusi. See fakt tõestab iga loomuliku rühma kõigi esindajate ühist päritolu, olles seega evolutsiooni tõendiks.

Võrdlev-anatoomiliste ja embrüoloogiliste meetodite kasutamine andis Cuvier'le ja Baerile aluse põhjendada õpetust loomariigi tüüpidest. Iga tüüpi iseloomustab ehitusplaani ühtsus ja lootelise arenemise ühised jooned. Cuvier arvas ekslikult, et erinevate loomatüüpide vahel pole midagi ühist. Tegelikult on iga tüüp nagu üheks taime- ja loomariigi sugupuu peaharuks. Kõikide organismide sarnasust tüübi piires seletatakse nende tekke ühtsusega. Erinevate organismirühmade sugulussuhete väljaselgitamiseks aitab kaasa homoloogsete, analoogsete ja rudimentsete elundite tundmaõppimine.

Mõningad loomade geograafilist levikut illustreerivad näited tõestavad elusa looduse ajaloolist arenemist (näiteks munejate



Joon. 26. Põhja-Ameerika ja Euraasia loomariigi tüüpilisemaid esindajaid. Joonisel on kujutatud mõlemale kontinendile ühised või sarnased liigid: 1 — hunt; 2 — ilves; 3 — kobras; 4 — valgejänes; 5 — karu; 6 — viiksjänes; 7 — rebane; 8 — karihiir; 9 — sarviklõoke; 10 — pikasabaline suslik; 11 — tuur; 12 — kärp.

imetajate ja kukkurloomade esinemine Austraalias, Põhja-Ameerika ja Euraasia põhjaosade fauna sarnasus).

#### Küsimusi ja ülesandeid

1. Missugused loomade lootelise arenemise iseärasused tõestavad loomariigi tekkimise ühtsust?
2. Missugune on võrdlev-anatoomilise meetodi tähtsus liikide muutumatuse õpetuse ümberlõkkamisel?
3. Tooge näiteid homoloogsete, analoogsete ja rudimentsete elundite kohta.
4. Missugused süstemaatika-alased faktid lükkavad ümber õpetuse liikide loomisest ja muutumatusest?
5. Milles seisab õpetus tüüpidest?
6. Milles seisab Austraalia loomariigi omapära?
7. Millega seletatakse Põhja-Ameerika ja Euraasia loomastiku sarnasust?

### V PEATÜKK

## PÄRILIKKUS JA MUUTLIKKUS

### § 11. Pärilikkus ja muutlikkus kui kõikide elusate organismide omadus

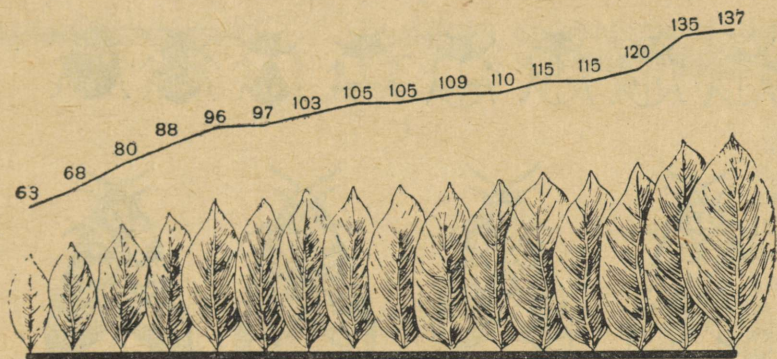
**Kuidas avaldub pärilikkus ja muutlikkus?** Mis on pärilikkus ja muutlikkus? See on keeruline küsimus. Enne sellele vastamist on tarvis selgitada, kuidas ja milles avaldub pärilikkus ja muutlikkus.

Kui me paneme kanamune hauduja kana alla, teame igapäevast kogemusest, et neist kooruvad kanapojad, aga mitte pardi- või mõne teise linnuliigi pojad. Valge vene kanatõu munadest kooruvad sellesama tõu pojad, aga mitte mõne teise tõu pojad. Külvates odra seemneid, oleme varem veendunud, et seemnetest kasvab oder, aga mitte mingi teine taim. See on sedasama sorti oder, mille seemned võeti külviks.

Kõik see toimub sellepärast, et on olemas pärilikkus, mille tõttu antakse vanematelt järglastele edasi mitte ainult liigilised, sordilised või tõulised omadused, vaid ka individuaalsed omadused. Näiteks pärivad kutsikad vanematelt palju kehaehituse, tõu, käitumise jne. individuaalseid iseärasusi.

Vanemate iseärasuste edasiandmine järglastele pole kunagi täielik. Pärilikkuse kõrval esineb ka muutlikkus. Järglased sarnanevad vanematega, kuid siiski erinevad nendest.

Külvame näiteks ühele ja samale maa-alale, ühtedesse tingimustesse ühest peast võetud nisuseemneid. Neist seemneist kasvavad taimed on sarnased emataimega. Kuid nad erinevad emataimest ja üksteisest mõnede iseärasuste poolest (varte arvu ja kõrguse, lehtede ja peade arvu, terade arvu poolest peades jne.). Veel suuremad on erinevused, kui külvata seemneid erinevatesse kohtadesse, erinevatesse tingimustesse. Taime iga tunnus on muutuv; iga elund varieerub alati mõõtmete, kuju ja mõnede ehituse iseära-



Joon. 27. Muutlikkus taimedel. Loorberikirsi lehtede mõõtmete muutlikkus. Ülal on näidatud lehtede pikkus millimeetrites.

suste poolest. Näiteks on joon. 27 näidatud, kuidas varieeruvad oma mõõtmetelt ühe ja sama taimeliigi (loorberkirsi) lehed. Loomadel pole järglased mitte ainult sarnased oma vanematele, vaid ka erinevad nendest paljude individuaalsete iseärasuste poolest. Joon. 28 on kujutatud mõned näited muutlikkusest loomadel. Võrreldes omavahel suurt arvu kahetäpilisest lepatriinu isendeid, võib veenduda, et tiivajoonis pole neil ühesugune. Okkaliblika tiivajoonis on samuti väga muutlik. Võrreldes ühe ja sama linnuliigi (joonisel on kujutatud vii pea) suurt eksemplaride arvu, võib tähele panna, et värvus pole neil täpselt ühesugune. Sõralistel varieerub sarvede kuju. Jooniselt on näha, et isegi sarvede külgharude arv on erinevatel metskitseisenditel erinev.

Kõik need näited tõestavad, et muutlikkus esineb ühel või teisel määral kõikide elusorganismide juures.

**Muutlikkuse põhjused.** Igal muutusel, mida me avastame organismidel on oma põhjus. Põhjusteid muutusi pole olemas. Eristatakse neli muutlikkuse peapõhjust, mida näitas Darwin.

1) Keskkonnatingimuste muutumine. Kultuurtaimed ja koduloomad paistavad silma suure muutlikkuse poolest, võrreldes metsikute eellastega. Kui näiteks võrrelda peakapsa mõningaid eksemplare, siis on nende vahel suurem vahe kui metsiku kapsa erinevate eksemplaride vahel. Kultuurkapsas on muutlikum metsikust kapsast. Sedasama täheldatakse ka loomade kohta. Ühe ja sama tõu kodupartide vahel on rohkem erinevusi kui metsiku sinikaelpardi erinevate eksemplaride vahel.

Kodustatud taimede ja loomade suurem muutlikkus seletub sellega, et neid kasvatatakse inimese poolt palju mitmekesisemates tingimustes kui need, milles elavad nende metsikud esivanemad. Kultuurtaimede ja koduloomade elutingimused muutuvad pidevalt. Eriline tähtsus on kliima ja teiste looduslike tingimuste vahetusel,



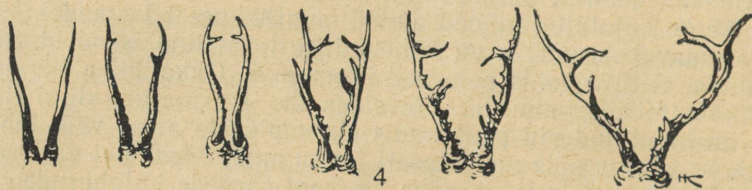
1



2



3



4

Joon. 28. Muutlikkus loomadel.

1 — kattetiibade joonise muutlikkus kahetäpilisel lepatriinul; 2 — okkalibrika tiibade joonise muutlikkus; 3 — pea värvuse poolest erinevad vormid; 4 — sarvede kuju muutlikkus metskitsel.

mis on seotud kultuurtaimede ja koduloomade üleviimisega ühelt maalt teisele: mulla muutumine (taimedel), hooldamise, söötmise ja pidamise muutumine (loomadel). Järelikult on taimede ja loomade muutlikkuse peapõhjuseks väliskeskkonna tingimuste muutumine.

2) Elundite harjutamise ja mitteharjutamise mõju. Iga organismi kujunemisel on suur tähtsus tema elundite talitlusele. Tugev harjutamine tugevdab lihaseid, näärmeid ja meeelundeid. Töötava elundi juurde suureneb vere juurdevool, teda varustatakse paremini toitainetega. Näiteks seletatakse veise piimatõugudel udara erakordset arenemist parimate loomade valiku ja piimanäärmete suurema harjutamisega paljude põlvkondade jooksul.

On palju näiteid elundite nõrgenemisest koduloomadel, mis on

tingitud mitteharjutamisest. Nii näiteks on kodukanadel, -hanel ja -partidel rinnalihas ja tiivaluud seoses mitteharjutamisega arenenud nõrgemini kui metsikutel eellastel. Need linnud on lennuvõime peaaegu kaotanud.

3) Vastastikune sõltuvus organismi osade vahel. Ühe mingi kehaosa muutumine viib organismi teiste osade muutumisele. Niisugust muutlikkust nimetatakse *korrelatiivseks*. Näiteks mõjub lammastel ja veistel sarvede olemasolu või puudumine (nudipeasus) kolju ehitusele. Vill ja sarved muutuvad sõralistel samuti kooskõlalisel. Nii on sarvilistel angoora kitsedel pikk ja kräsus vill, nudipealistel kitsedel aga on lühike vill.

Esineb väga keerulise korrelatiivse muutlikkuse juhtumeid. Näiteks on väiniste silmadega valged kassid tavaliselt kurdid.

4) Ristamine. Muutlikkuse üheks tähtsamaks põhjuseks on erinevate teisendite, sortide või tõugude ristamine (hübriidiseerimine). Kuid Darwin kriipsutab alla, et ristamise tulemused on erinevad, sõltuvalt sellest, kuidas seda kasutatakse. Kui ristamist kasutatakse ilma valikuta ja vanemate isoleerimiseta, siis viib see sellele, et ristuvate taimesortide või loomatõugude iseärasused järkjärgult segunevad. Niisugune «vaba» ristamine ilma vanemate valikuta takistab uute sortide või tõugude kujunemist.

Selle tõestuseks tõi Darwin järgmise näite. Nõndanimetatud «metsikutel» ja «pooltsiviliseeritud» rahvastel, kelle majanduslik elu on madalal järjel, pole kunagi koduloomatõugude mitmekesisust. Kui nad kasvatavad veiseid, siis on neil üks tõug, kui kasvatavad sigu, on neil ainult üks seatõug jne. Mitmekesiseid tõuge pole sellepärast, et loomade ristumist ei reguleerita, vaba ristumine aga segab uute tõugude tekkimist.

Hoopis teine on tagajärg sel juhul, kui erinevate taimesortide ja erinevate loomatõugude ristamist rangelt reguleeritakse, s. t. kui sellega kaasneb parimate vanemate ja parima järelopõlve valik. Ristamine koos valikuga on vanade tõugude ja sortide parandamise ning uute loomise võimsaks vahendiks. Kahe erineva sordi või tõu ristamisest (hübriidiseerimisest) saadud ristan on sageli hämmastava muutlikkusega ja kõikide tunnuste mitmekesisusega. Kasutades seda muutlikkust võib valiku teel mitmete põlvkondade jooksul aretada uue tõu või sordi.

Darwin kriipsutab alla, et suurem osa veise-, hobuse-, lamba-, sea-, küüliku- ja teiste koduloomade tõuge on aretatud ristamise teel koos pideva valiku kasutamisega.

Taimedel põhjustab muutlikkuse tugevnemist mitte ainult suguline, vaid ka vegetatiivne hübriidiseerimine (pookimine).

I. V. Mitsurin kasutas laialdaselt sugulist ja vegetatiivset hübriidiseerimist uute kultuurtaimesortide aretamiseks.

**Pärilikkuse konservatism.** Pärilikkus ei allu muutlikkusele kergesti. Ta on suhteliselt püsiv (konservatiivne). Selle kohta annavad tunnistust I. V. Mitsurini tööd.

Mitšurin tellis Kozlovi linna (nüüd Mitšurinsk) Krimmist ja Lääne-Euroopa lõunaosast väärtuslike viljapuude (õunapuude, pիր-nipuude ja teiste puude) pookoksi ja pookis neid kohalikele alus-tele, mis hästi talusid külmi. Ta arvas, et alused mõjuvad poogitud sortidele ja teevad neid külmakindlamaks. Mitšurin lootis sel viisil järk-järgult kohandada väärtuslikke lõunapoolseid sorte Venemaa keskvoõndis kasvatamiseks.

Need Mitšurini lootused ei täitunud. Kõik sel teel kasvatatud taimed külmusid varem või hiljem. Lõunapoolsed soojuslembesed sordid säilitasid visalt oma soojalembesuse, külmakartlikkuse vaatamata sellele, et nende sortide pookoksad, olid viidud põhja poole ja poogitud kohalikele külmakindlatele taimedele. Mitšurin seletas seda pärilikkuse konservatismiga, mis oli omane kultuursortide pookokstele.

Tavaliselt on parimate sortide viljapuud istikud, s. t. on kasvatatud sama sordi täisealiselt puult lõigatud pistikust. Pistikutele kasvatatakse juur alla või poogitakse mingile alusele. Niisugused taimed paistavad silma keerulisemaks muutunud kindla pärilikkusega, mis raskesti allub muutustele. Kõigi taimede ja loomade pärilikkus on konservatiivne. Konservatism avaldub selles, et iseärasused, mis on omased liigile, sordile või tõule, pärandatakse väga püsivalt põlvkonnast põlvkonda.

**Mis on pärilikkus ja muutlikkus?** Nüüd, pärast tutvumist pärilikkuse ja muutlikkuse konkreetsete avaldustega, võime katsuda seletada selle peatüki algul esitatud küsimust pärilikkuse ja muutlikkuse kohta.

Pärilikkuse ja muutlikkuse üks kõige õnnestunumaid määranguid, mis arvestab nende kahe nähtuse vastastikust seost, kuulub akadeemik T. D. Lõssenkole.

Pärilikkus on, T. D. Lõssenko järgi, põlvkondade vaheldumise protsessis ajalooliselt kujunenud elusate organismide omadus nõuda kindlaid tingimusi oma arenemiseks, kasvamiseks ja elutegevuseks ning kindlal viisil reageerida nendele, mille tagajärjel saadakse järelpõlv, kes on oma vanemate sarnane.

Omaduste ja tunnuste pärilik edasiandmine vanematelt järglastele toimub mitmeti, sõltuvalt keskkonna tingimustest, milles toimub järelpõlve arenemine.

Kui väliskeskkonnas on kõik organismile vajalikud tingimused, toimub organismi arenemine samuti kui eelmistes põlvkondades. Kui organism ei saa vajalikke tingimusi, on ta sunnitud assimileerima keskkonna tingimusi, mis pole omased tema pärilikule loomusele. See viib organismi ainevahetuse muutumisele. Arenemine toimub sel juhul teisiti kui eelmistes põlvkondades; arenevad organismid on eelmistega võrreldes muutunud. Muutub elusa keha loomus, pannakse tähele muutlikkust. Elusa keha muutlikkuse põhjuseks on ainevahetuse muutumine.

Õeldust võib järeldada, et pärilikkus ja muutlikkus on organis-

mide individuaalse ja ajaloolise arenemise kaks vastandlikku külge. Seepärast kõneldakse mõnikord pärilikkusest ja selle muutlikkusest.

## KOKKUVÖTE

Kõikidele elusatele organismidele on omane pärilikkus ja muutlikkus. Pärilikkuse tõttu on järelopv sarnane oma vanematega, muutlikkuse tõttu aga alati erineb neist.

Pärilikkuse põhjuseks on ajalooliselt kujunenud põlvkondade vaheldumise protsess, elusate organismide omadus nõuda kindlaid tingimusi oma arenemiseks, kasvamiseks ja elutegevuseks. Muutlikkuse põhjuseks on ainevahetuse muutumine elutingimuste muutumise, elundite harjutamise või mitteharjutamise, organismi osade vastastikuse mõju ja sugulise või vegetatiivse hübriidiseerimise tagajärjel.

Pärilikkus on suure konservatiivsusega ja ei allu kergesti muutustele.

### Küsimusi ja ülesandeid

1. Milles avaldub pärilikkus ja muutlikkus?
2. Missugused põhjused kutsuvad esile taimede ja loomade muutlikkuse?
3. Kuidas avaldub pärilikkuse konservatism?
4. Vaadeldge taimekogu, mis on kogutud kooli õppe-katseaiast (või ekskursioonilt metsas), ja jälgige muutlikkuse nähtusi. Mõõtk näiteks mõnede rukki- või nisupeade pikkust ja lugege terad igas peas. Selgitage vaadeldud taimede muutlikkuse võimalikke põhjusi.
5. Vaadeldge putukakogu ja tooge näiteid, mis tõendavad muutlikkuse esinemist.
6. Hankige lähemast kolhoosist või sovhoosist andmeid aastase ja päevase lüpsi ning piima rasvasisalduse kohta või kanade munevuse kohta ja tõestage koduloomade produktiivsete omaduste individuaalset muutlikkust.

## § 12. Omandatud tunnuste pärandamine

**Mis on omandatud tunnused?** Omandatud tunnusteks nimetakse organismi iseärasusi, mida ta ei pärinud eellastelt, vaid omandas individuaalse elu jooksul, elutingimuste mõjul.

Vaatleme järgmist näidet. Otsustanud saada suurt kartulisaaki, loome kõige paremad agrotehnilised tingimused selle kultuuri kasvamiseks. Valime kõige sobivama maa-ala. Mulda väetame ja harime hästi. Paneme kartuli maha õigeaegselt, muldame neid hoolega ja võitleme umbrohtude vastu. Kasvavad tugevad, suurte pealsetega taimed, igaüks neist annab rohkem mugulaid kui tavaliselt ning mugulad on suuremad. Need tunnused on omandatud taimede poolt individuaalse elu jooksul, heade kasvutingimuste mõjul. See on omandatud tunnus.

Teine näide. Kui luua vasikale kõige paremad toitumis-, hooldamis- ja pidamistingimused, ja kui loom on saanud täiskasvanuks — masseerida tal udarat ning teda õigesti lüpsta, siis selle lehma

piimatoodang ja piima rasvasisaldus on suurem kui tema emal, kes asus halvemates tingimustes. Suurenenud piimatoodang ja piima rasvasisaldus on antud juhul omandatud iseärasuseks, omandatud tunnuseks. Nad on esile kutsutud muutunud elutingimuste poolt.

**Kas omandatud tunnused on pärandatavad?** Bioloogias toimub juba ammust ajast terav ideoloogiline võitlus küsimuse ümber, kas omandatud tunnused on pärandatavad või mitte.

Lamarck, Darwin ja kõik kaasaegsed materialistlikult mõtlevad bioloogid arvavad, et omandatud tunnused on pärandatavad. Kuid kodanlikus bioloogias on saanud laialdase leviku osaliseks idealistlik õpetus pärilikkusest ja muutlikkusest, nõndanimetatud veismanism-morganism, mis eitab omandatud tunnuste pärandamise võimalikkust.

Veismanistid-morganistid kinnitavad, et väliskeskkond ei avalda mõju organismi pärilikele omadustele. Need omadused sõltuvat nagu ainult erilisest «pärilikkusainest», mis asub sugurakudes ja ei allu organismi ega väliskeskkonna mõjule. Sellest idealistlikust seisukohast teevad nad kindlad järeldused põllumajanduse praktika jaoks. Nende arvates mulla hea harimine ja külvide hooldamine ainult parandab antud saagi väärtust, kuid ei mõju sordi loomusele, tema pärilikele omadustele. Loomade hea söötmine ja hooldamine parandab ainult antud looma majanduslikke omadusi ja ei avalda mõju tulevaste põlvkondade pärilikele omadustele. Veismanistid-morganistid kinnitavad, et pole mingit tarvidust sordiaretusjaamades kulutada vahendeid agrotehnika parandamiseks, loomakasvatusefarmides heale zootehnikale.

Sellised ekslikud arutlused toovad suurt kahju põllumajandusele. Meie maa eesrindlikud bioloogid K. A. Timirjazev, I. V. Mišurin, T. D. Lõssenko ja paljud teised on astunud välja veismanistide-morganistide ekslike seisukohtade vastu.

Mitšuurinlik õpetus lükkab ümber veismanistide-morganistide õpetuse taimede ja loomade päriliku loomuse sõltumatusest elutingimuste suhtes. Organismi vaadeldakse ühtsuses elutingimustega, mis on vajalikud tema arenemiseks. Pärilikkuse muutumist kutsutakse alati esile välistingimuste muutumine, mis mõjub ainevahetusele. Organismi vajaduste teadmine võimaldab juhtida organismi arenemist ja muuta tema pärilikku loomust elutingimuste muutmisel.

1948. a. augustis toimus Üleliidulise V. I. Lenini nimelise Põllumajandusteaduste Akadeemia sessioon. Sellel sessioonil oli ajalooline tähtsus mitšuurinliku õpetuse edasise arenemisel. Mitšuurinlased tõid palju fakte loomakasvatuse ja taimekasvatuse praktikast, mis tõestasid omandatud tunnuste pärandamist. Diskussioonil sai mitšuurinlik õpetus NSV Liidus võidu veismanismi-morganismi ekslike seisukohtade üle.

**Omandatud tunnuste pärandamise tõendid.** Veismanismi-morganismi kõige veenvamaks ümberlökkajaks ja omandatud tunnuste

pärandamise tõestuseks on vegetatiivsete hübriidide olemasolu.

Näiteks võiks olla järgmine mitšuurinlaste poolt tehtud katse: «Albiino» tomatisordile, millel on suured kollakasvalged viljad, poogiti tomatisort «Mehhiko punane», millel olid väikesed punased viljad (V tahvel). Alus avaldas pookoksale tugevat mõju. Aluse viljad olid mitmesugused: kollakasvalged roosakate laikude ja vöötidega, pookoksal aga olid viljad roosad ja punased kollaste laikudega. Nende viljade seemnetest kasvatatud taimedel oli viljadel mitmesugune värvus. Järelikult olid omadused, mis tomat oli omandanud aluse ja pookoksa vastastikuse mõju tagajärjel, edasi antud pärilikkuse teel järgmistele põlvkondadele.

Need iseärasused tekkisid hübriididel ilma igasuguse sugurakude kaastegevuseta, organismi ainevahetuse muutumise tagajärjel, mis on tingitud aluse ja pookoksa vastastikusest mõjust (nende vahel toimus toitainete vahetus). Siit võib teha järelduse selle kohta, et pärilikkus ja muutlikkus pole seotud mingi «pärilikkusainega», mis on sõltumatu organismist ja keskkonnast. Pärilikkuse muutumine on tingitud elutingimuste ning järelikult ka ainevahetuse muutumisest organismis.

Uute sortide ja tõugude aretamine ning vanade sortide ja tõugude täiustamine on tihedalt seotud omandatud tunnuste pärandamisega.

Praktika näitab, et suure produktiivsusega sortide ja tõugude loomiseks on vähe põlvkonnast põlvkonda toimuvast parimate taimede ja loomade valikust. Sordi või tõu produktiivsete omaduste säilitamiseks ja tõstmiseks on tarvis luua organismile tingimused, mis soodustaksid nende omaduste arenemist ja tugevnemist. Selleks, et kasvatada suurte ja mahlakate vegetatiivsete osadega köögivilju, suurte peadega ja heade teradega teravilja, on tarvis nendele taimedele kindlustada vajalikud agrotehnilised tingimused. Nende tingimuste puudumine mitte üksnes ei alanda saaki ja ei halvenda tema omadusi, vaid avaldab mõju järgmistele põlvkondadele ja viib sortide väljasuremisele.

Sedasama võib öelda ka koduloomatõugude kohta. Et suurendada piimakarja piimatoodangut, pole küllalt parimate loomade valiku teostamisest. Loomi tuleb kasvatada tingimustes, mis soodustavad piimatoodangu suurenemist. Niisuguste tingimuste hulka kuuluvad: terve noorkarja kasvatamine, loomade hea hooldamine, nende udarate masseerimine, ratsionaalne söötmine ja lehmade õige lüpsmine. Kui neid abinõusid kasutada põlvkonnast põlvkonda (kõrvuti parimate loomade valikuga), siis võib kõige halvemast karjast aja jooksul välja aretada kõrge produktiivsusega piimakarjatõu.

Taime- ja loomakasvatuse praktika tõestab, et tunnuseid, mis on organismide poolt omandatud individuaalse elu jooksul, välisingimuste mõjul, võidakse edasi anda pärilikkuse teel.

## KOKKUVÕTE

Bioloogias toimub terav ideeline võitlus organismi poolt omandatud tunnuste pärilikkuse küsimuse ümber. Mitšuurinlik õpetus eitab veismanismi-morganismi põhiseisukohti organismi loomuse sõltumatuse kohta keskkonna tingimustest. Ilma omandatud tunnuste pärandamiseta oleks võimatu sortide ja tõugude parandamine ja aretamine. Omandatud tunnuste kõige veenvamaks tõestuseks on vegetatiivsete hübriidide olemasolu.

### Ülesandeid

1. Jutustage ideelisest võitlusest, mis tekkis omandatud tunnuste pärilikkuse küsimuse ümber.
2. Tooge tõestusi omandatud tunnuste pärilikkusest taime- ja loomakasvatuse praktikast.

## VI PEATÜKK

### KULTUURTAIMEDE JA KODULOOMADE MUUTUMINE NING LOODUSLIK VALIK

#### § 13. Kultuurtaimede ja koduloomade põlvnemine

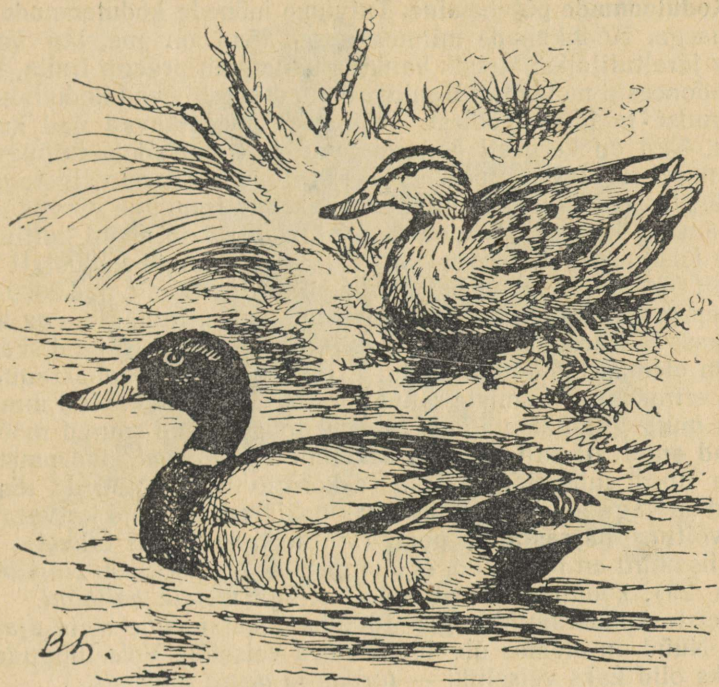
Kuidas seletas Darwin kultuurtaimesortide ja koduloomatõugude mitmekesisust? Enne Darwinit arvasid paljud teadlased, et kultuurtaimede ja koduloomade sortide ja tõugude suur arv seletub sellega, et iga sort või tõug põlvneb metsikute eellaste eri liigist või teisendist. Niisugune seisukoht tulenes loogiliselt liikide muutmatususe õpetusest.

Darwin lükkas ümber selle teooria. Ta tõestas, et kultuurtaimede ja koduloomade kõik sordid ja tõud põlvnevad ühest või vähestest metsikutest eellastest. Inimese erinevatele nõudmistele kohastunud sortide ja tõugude mitmekesisus on loodud paljude inimpõlvkondade tööga.

Darwin uuris tähtsamate koduloomade ja kultuurtaimede põlvnemist. Eriti üksikasjaliselt, nii-öelda näitena, analüüsis ta kodutuvide põlvnemist.

**Darwini analüüs tuvitõugude põlvnemise kohta.** On olemas üle 11 kodutuvide tähtsama tõurühma. Iga rühm jaguneb paljudeks tõugudeks. Kõige ilmekamalt on välja kujunenud ligikaudu 150 tõugu, üldse aga loetakse mitusada kodutuvitõugu.

Kodutuvid on väga muutlikud. Erinevused tõugude vahel puudutavad nende lindude kõiki ehituse ja bioloogia iseärasusi. Tõud erinevad keha mõõtmete, skeleti ehituse, noka suuruse ja kuju, sulgede värvuse, munade kuju ja suuruse, lennu, hääle ja käitumise järgi. Muutlikkus puudutab skeleti kõiki osi. Erinevatel tõugudel on erinev selgroolülide arv.



Joon. 29. Sinikaelpart.

Näiteks paistab pugutuvi silma erakordselt arenenud pugu poolest. Lehviksabatuvil on sabas palju sulgi (30—40 sulge, tavalise 12—14 asemel). Kirjatuvidel on pikem nokk ja suured nahakürrud nokal. Kukerpallitajatuvi paistab silma lühikese keha ja lühenenud noka poolest (II tahvel).

Kõikidel kodutuvitõugudel, vaatamata erinevustele, on ühiseid iseärasusi, mis reedavad nende põlvnemist ühest metsikust liigist. Kodutuvivid elavad kolooniatena, s. t. kuuluvad seltsinguliste lindude hulka. Nad ei asu puudel ja ei ehita puudele pesi. Samad iseärasused on iseloomulikud metsikule kaljutuville.

Darwin tuli järeldusele, et kodutuvide esivanemaks oli metsik kaljutuvi. Kõigi kodutuvitõugude ühist põlvnemist ja veresugulust tõestab see, et kõik tõud vabalt ristuvad omavahel ja annavad sigivat järelpõlve. Muide on teada, et erinevate liikide esindajad omavahel ei ristunud või ei anna sigivat järelpõlve.

Ristates erinevatesse tõugudesse kuuluvad tuvisid, mis erinevad sulestiku värvuse poolest (näiteks valgeid ja musti tuvisid), sai Darwin eriti veenva tõestuse kodutuvide sugulusest metsiku tuviga. Selgub, et mõnel järglasel ilmuvad metsiku tuvi värvuse tunnused.

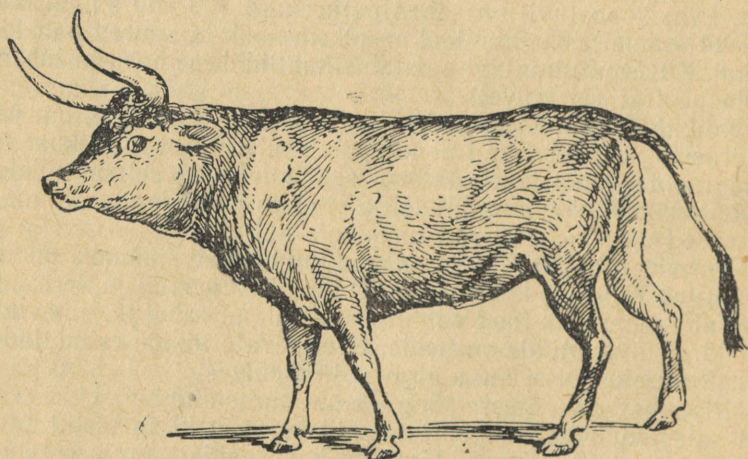
**Koduloomade põlvnemine.** Tutvume mõnede koduloomade põlvnemisega. Kodukanade mitmesugused tõud on metsiku *bankiva kana* järeltulijaiks. Metsik bankiva kana elab praegu India, Birma ja Indoneesia metsades. Bankiva kanad sarnanevad kodukanadega käitumise ja hääle poolest. Välimuselt meenutavad nad kirjusid kanu. Nad on kergesti kodustatavad ja annavad kodutõugudega ristamisel sigivat järelpõlve. Kui ristata musti kanu valgetega, siis on järglased mõnikord kullakaspunased, missugune värvus esineb ka bankiva kanadel. See on üks veenvamaid tõendeid kultuurtõugude tekkimisest bankiva kanast. Bankiva kanad kodustati kõige esmalt Malai arhipelaagi elanike poolt. Siit sattusid nad 2000 aasta eest enne meie ajaarvamist kodustatud olekus Indiasse, aga hiljem Hiinasse ja Euroopasse. Euroopas tuntakse kanu V sajandist alates.

On olemas üle 250 kanatõu. Erinevad tõud on kohastunud inimese erinevate nõudmiste rahuldamiseks. Ühed kanatõud munevad palju mune (munakanatõud), teistel tõugudel on suured mõõtmed ja nad annavad palju liha (lihakanatõud). Mõned tõud paistavad silma ilusa sulestiku poolest (dekoratiivtõud). Mõnede tõugude kuked on väga jõulised ja väga kaklushimulised. Neid kasvatatakse kukevõitluse harrastajate poolt (võitluskanad) (III tahvel).

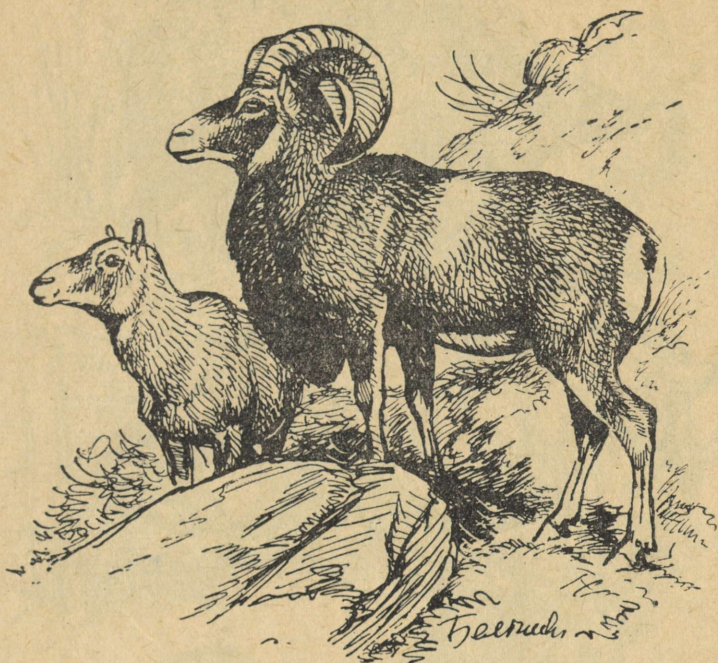
Niisamuti on tõestatud, et kodupartide eellaseks on *sinikaelpart* (joon. 29), koduhanede eellaseks on aga *metsik hallhani*.

Veiste kodustamine algas 10 tuhat aastat enne meie ajaarvamist. Nüüd on olemas üle 400 erineva veisetõu. Veisetõugude eellasteks olid kaks veiseliiki — *tarvas* ja *aasia ulukveis*.

Tarvas (joon. 30) hävitati XVII sajandil.



Joon. 30. Ürghärg — tarvas, üks veise eellastest (suri välja XVII sajandil).



Joon. 31. Uluklammas — mufloon.

Praegu tuntakse üle 250 lambatõu. Lambad põlvnevad mitmest metsikust lambaliigist. Kõige tähtsamad on neist *mufloon* ja kaks aasia lambaliiki — *argali* ja *arhaar* (joon. 31).

Kodusead põlvnevad *euroopa* ja *aasia metsseast*.

Koduhobuste esivanemateks olid mõned aasia ja euroopa mets-hobuse liigid. Keskne koht nende seas on Aasias esineval *prze-valski hobusel* (joon. 33). Praegu tuntakse üle 150 hobusetõu.

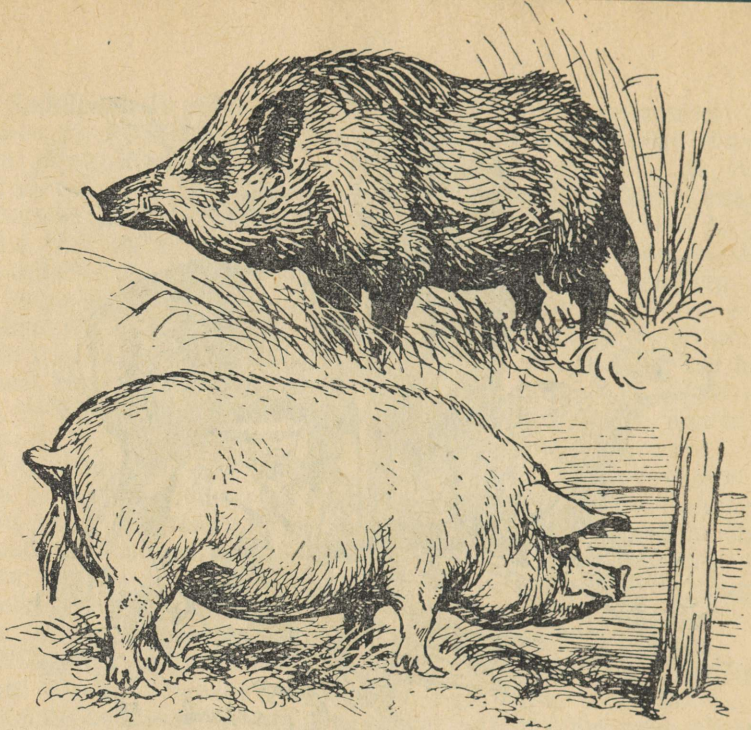
Kodukoerad põlvnevad mitmest lähedasest *hundi-* ja *šaakaliliigist*. Praegu tuntakse üle 200 kodukoeratõu.

Mitmekesised küülikutõud (joon. 35) põlvnevad *ulukküülikust* (joon. 36), kes on laialt levinud Euroopa lõunaosas.

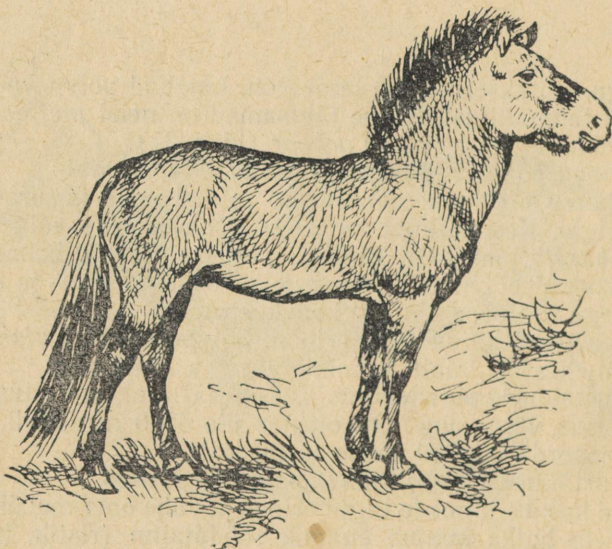
**Kultuurtaimede põlvnemine.** Käesoleval ajal on kultuurtaimede mitmekesisus väga suur. On olemas üle 4000 nisusordi, üle 1000 viinamarjasordi, üle 300 karusmarjasordi.

Kultuurtaimed on oma põlvnemiselt erinevad.

Mõned kultuurtaimede liigid erinevad vähe oma metsikutest eel-lastest. Siia hulka kuulub enamik söödaimi (*ristik*, *timut*, *lut-sern*).



Joon. 32. Metssiga ja tõusiga.

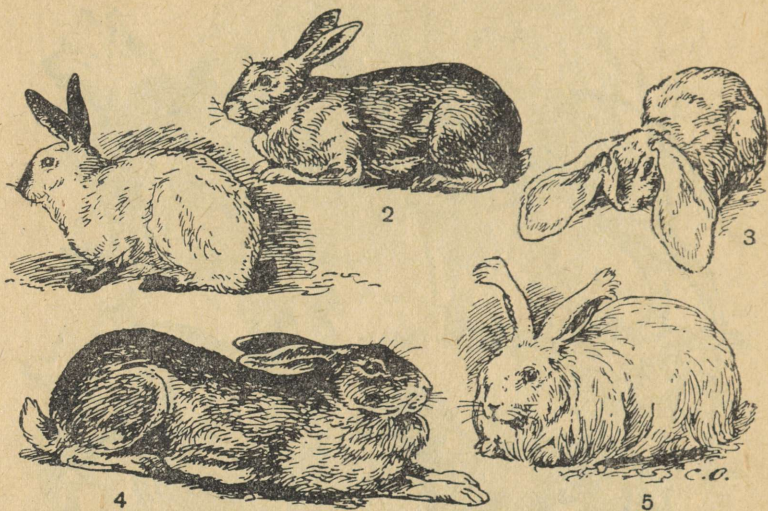


Joon. 33. Prževalski hobune.



Joon. 34. Mitmesuguseid kodukoeratõuge.

1 — poniter; 2 — spits; 3 — taks; 4 — bulldog; 5 — skots-terrier; 6 — traatkarvane terrier; 7 — hurt.

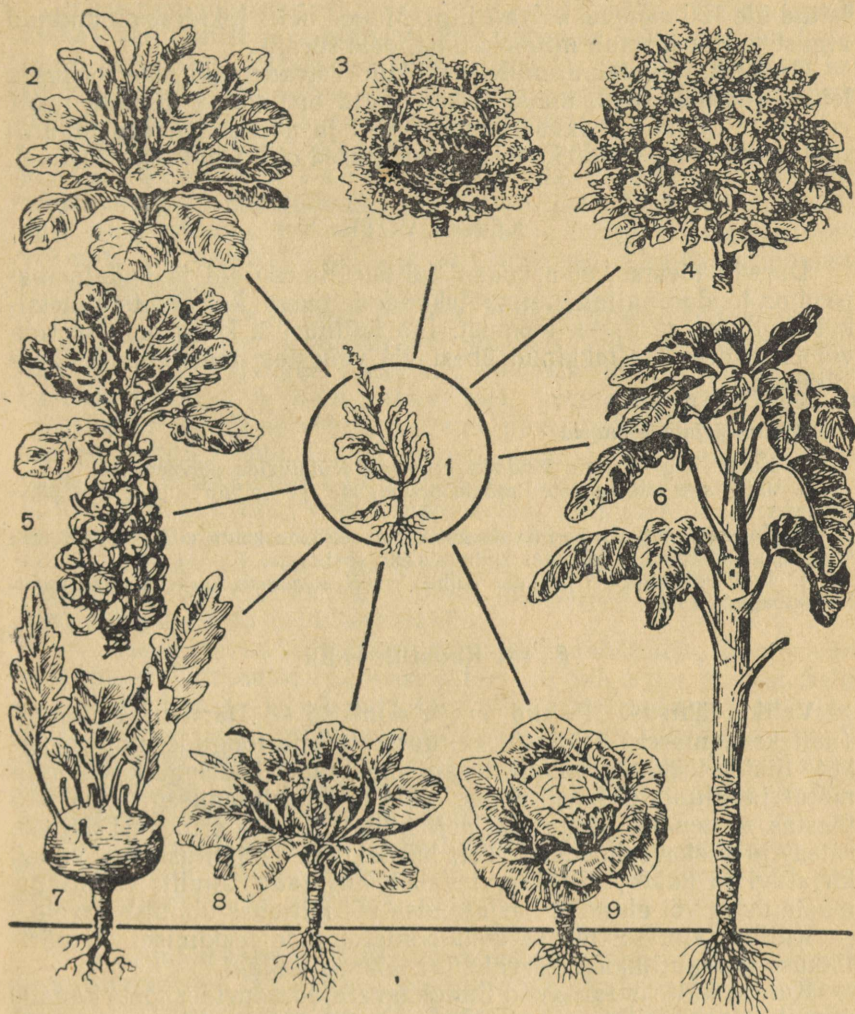


Joon. 35. Mitmesuguseid koduküülikutõuge.

1 — vene hermeliinküülik; 2 — viini sinine küülik; 3 — rippkõrvadega küülik,  
4 — belgia hiidküülik; 5 — angoora küülik.



Joon. 36. Ulukküülik (koduküülikute eellane).



Joon. 37. Mõned kapsasordid ja nende metsik esivanem.

1 — metsik kapsas; 2 — lehtkapsas; 3 — kähär peakapsas; 4 — spargelkapsas; 5 — rooskapsas; 6 — söödakapsas; 7 — nuikapsas; 8 — lillkapsas; 9 — peakapsas.

Teised kultuurtaimed on palju sajandeid kestnud aretamise tagajärjel tugevasti muutunud ja erinevad tunduvalt oma metsikutest eellastest (näiteks rukis, kanep, kapsas, tomat, porgand, kartul). Kuid nende eellased elavad praeguseni ja on hästi tuntud. Näiteks põlvnevad kapsasordid mõnedest *metsiku kapsa* liikidest, mis esinevad Vahemere rannikul (joon. 37). Lõuna-Ameerikas on

leitud üle 150 *metsiku kartuli* liigi. Mõned neist liikidest on andnud alguse kultuurkartuli mitmele tuhandele sordile.

On ka kultuurtaimi, mille metsikuid esivanemaid pole looduses leitud (näiteks nisu, mais). Need liigid on loodud inimese poolt erinevate liikide korduva ristamise teel ja nad on niivõrd muutunud, et on raske kindlaks teha, missugused olid nende esivanemad.

## KOKKUVÕTE

Darwin tõestas, et arvukad kultuurtaimesordid ja koduloomatõud on loodud paljude inimpõlvkondade tööga, kes muutsid metsikute eellaste pärilikku loomust. Iga kultuurliik kõigi oma sortide või tõugudega on tekkinud ühest või vähestest metsikute eellaste liikidest.

### Küsimusi ja ülesandeid

1. Kuidas tegi Darwin kindlaks erinevate kodutuvide põlvnemise?
2. Jutustage kaasaegsete koduloomatõugude ja kultuurtaimesortide põlvnemisest.
3. Koostage nimekiri erinevate kultuurtaimeliikide kohta, mida kasvatatakse kooli õppe-katseaias ja lähemas kolhoosis või sovhoosis.
4. Koostage nimekiri lähemas kolhoosis või sovhoosis kasvatatavate koduloomatõugude kohta.

## § 14. Kunstlik valik

**Valiku tähtsus.** Paljud evolutsionistid — Darwini eelkäijad (näiteks Lamarck) seletasid kultuursortide ja tõugude ning metsikute liikide tekkimist ainult organismide muutlikkusega keskkonna mõjul ja elundite harjutamise või mitteharjutamisega. Darwin tõestas, et nendest põhjustest pole küllalt. Ei saa erinevusi näiteks ratsa- ja raskeveohobuse vahel, hurdakoera ja jälituskoera vahel, kirjatuvi ja kukerpallitajatuvi vahel kirjutada ainult välistingimuste mõju või elundite harjutamise või mitteharjutamise arvele.

Kultuurtaimesortide ja koduloomatõugude tekkimisel on pärikkuse ja muutlikkuse kõrval suur tähtsus *valikul*.

Kuidas näiteks talitavad linnukasvatajad, soovides tõsta kanade munatoodangut? Otsustades küsimust, missuguseid kanu määrata tapmiseks ja missuguseid säilitada, teostavad nad valikut. Ühe ja sama tõu kõik linnud pole ühesuguste majanduslike omadustega. Ühed kanad munevad rohkem mune, teised aga vähem. Linnukasvataja valib tapmiseks halvemaid munejaid ja jätab alles parimad. Kanapoegade saamiseks valib ta samuti mune parimatelt munejatelt, kuna ta teab, et viljakatelt vanematelt võib oodata veel viljakamat järelpõlve. Kui kanu kasvatatakse liha pärast ja püütakse aretada tõugu, kes annaks rohkem liha, valitakse suguloomadeks kõige varem valmivad (kiiresti kasvavad) kuked ja kanad, teised aga hävitatakse.

Niisugust põlvkonnast põlvkonda kestvat parima (kõige kasulikuma) säilitamist ja aretamist ning halvema (kõige vähem kasuliku) hävitamist kasutavad kõik taime- ja loomakasvatajad, kes soovivad täiustada vanu või luua uusi sorte ja tõuge. Darwin nimetas seda protsessi kunstlikuks valikuks.

*Kunstlik valik* on parimate vanemate valik parimate järglaste saamiseks, mida teostab inimene kultuurtaimede ja koduloomade aretamisel, teadlikult või ebateadlikult, ning on suunatud vanade sortide ja tõugude parandamisele või uute arendamisele, kes oleksid võimelised rahuldama inimeste erinevaid nõudeid.

«Seletuse võti,» kirjutab Darwin, «seisab inimese võimes koguda muutusi valiku teel; looduses tekib pidevalt muutusi, inimene arendab neid talle vajalikus, kasulikus suunas.» Inimene lõi iseendale kasulikud sordid ja tõud valiku teel, kasutades pärilikkust ja muutlikkust. Valik on võimas vahend inimese käes. Kasutades valikut on paljud silmapaistvad loomakasvatajad suutnud ühe eluea jooksul tunduvalt muuta ja parandada lamba- ja veisetõuge.

**Tõendeid kunstliku valiku mõju kohta.** Kõik meie kultuurtaimesordid ja koduloomatõud on inimene kohandanud erinevate nõuete rahuldamiseks. Ühe ja sama taime- või loomaliigi sordid või tõud erinevad nende iseärasuste poolest, mis on kasulikud inimesele, ning sellepärast ta neid kasvatabki.

Näiteks erinevad kartulisordid mugulate mõõtmete, kuju ja värvuse, nende valmimise aja, maitse, tärklise hulga jne. poolest. Selle taime teised osad (lehed, vars, õied, viljad, seemned jt.) on erinevatel sortidel võrdlemisi sarnased. Veisetõud jagatakse, nende majandusliku tähtsuse järgi, piima-, liha- ja tööloomadeks. On olemas lammaste villa- ja lihatõud, liha- ja munakanad, ratsa-, sõiduja raskeveohobused (joon. 33, 34, 35).

Sortide ja tõugude niisugune jaotamine tõestab, et nad on loodud kunstliku valiku poolt, mida inimene on teostanud erinevates suundades, sõltuvalt majanduslikest ja teistest nõudmistest.

Valiku mõju tõestavad suured muutused, mida on koduloomad ja kultuurtaimed läbi teinud, võrreldes metsikute eellastega. Need muutused kõnelevad sellest, et nad on esile kutsutud kunstlikult, inimese poolt. Kuigi nad on inimesele kasulikud, on paljud neist organismile kasutud või isegi kahjulikud. Poolmetsik veis ei anna aastas üle 600 liitri piima, s. o. natuke rohkem kui on vaja vasika toitmiseks. Tänapäeva tõuloomad annavad aastas aga kuni 17 000 liitrit piima. Lehma piimaga täitunud udar ulatub peaaegu maani ja segab loomal käimist. Kujutlege, et niisugune tõulehm või tänapäeva tõusiga oma lühikeste rasvast raskeks muutunud jalgadega lastaks vabadusse, looduslikesse tingimustesse ja jätaks ilma hoolitsuseta. Need loomad ei suudaks hankida enesele toitu ja päästa end kiskjate käest.

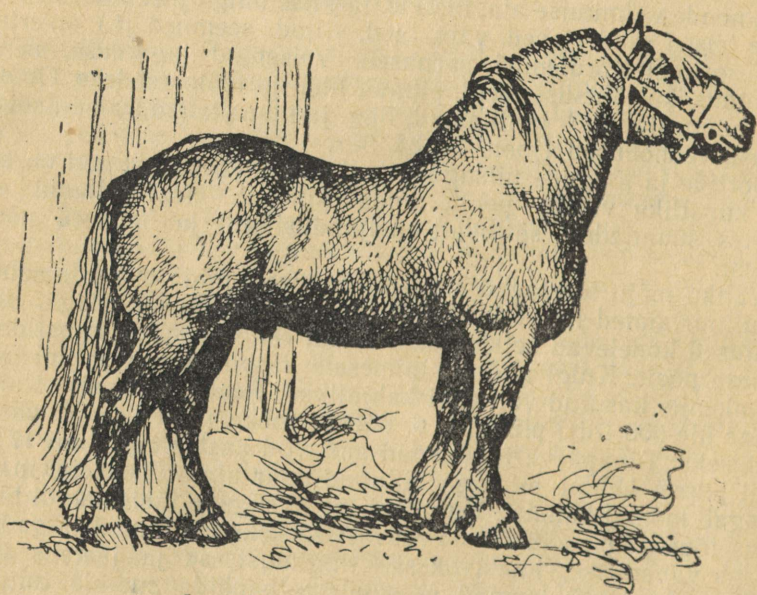
Darwin eraldab kaks kunstliku valiku vormi: metoodiline ja ebateadlik valik.

**Metoodiline valik.** Metoodiline valik on niisugune valik, mida teostab inimene täiesti teadlikult, eesmärgiga parandada olemasolevaid või luua uusi sorte ja tõuge. Sellepärast nimetatakse seda valikut ka *teadlikuks valikuks*.

Algul peab seleksionäär määrama valiku suuna, s. t. otsustama, missuguseid tunnuseid tuleb muuta ja missuguses suunas. Oletame, et on vaja parandada kanatõugu. Tuleb otsustada, missuguseid iseärasusi tuleb arendada tulevases tõus: kas püstitatakse ülesanne tõsta munatoodangut või peab uus tõug erinema suuremate mõõtmete ja kiirema kasvu poolest. Seleksionäär võib ka silmas pidada teisi ülesandeid, näiteks aretada kanatõu, kellel on ilus sulestik, punane hari jne. (III tahvel).

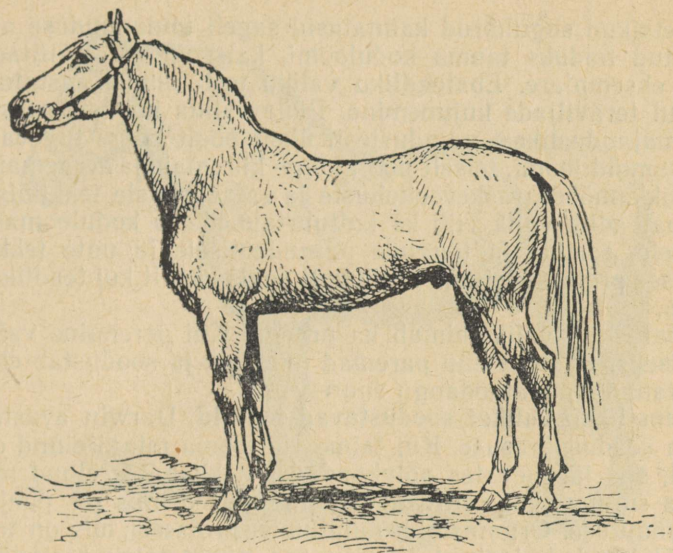
Kui valiku suund on kindlaks määratud, valitakse ristamiseks välja vanemapaarid. Olemasolevast materjalist valitakse paljundamiseks paremaid isendeid, kellele on vajalikud tunnused tugevamini arenenud kui teistel isenditel. Näiteks kui peetakse silmas kanade dekoratiivtõu aretamist, valitakse selleks kõige ilusama sulestikuga kanu ja kukki.

Seleksionääri töö järgmine etapp on järglaste hoolikas valik. Paljundamiseks säilitatakse ja valitakse ainult parimad



Joon. 38. Vladimiri raskeveohobune.

Täkk Sokol.



Joon. 39. Terski ratsahobuse tõug.

järglased, kellel vajalikud omadused on väljendunud kõige äärmisemalt. Isendeid, kes ei vasta püstitatud eesmärgile, kasutatakse tavalisteks majanduslikeks vajadusteks (näiteks tapaloomadena).

Seda parimate isendite valiku paljundamise protsessi teostatakse põlvkonnast põlvkonda, kuni seleksionäär pole saavutanud oma eesmärki. Algul tähelepanematu muutused kogunevad ja tugevnevad valiku teel.

Metoodilise valiku suurepäraseks näiteks on ühe inglise seleksionääri poolt aretatud nisusordi sugupuu. Esimesel aastal külvas seleksionäär maha 87 valitud seemet, mis olid kogutud parimatelt taimedelt. Neist seemnetest kasvanud taimedel oli kõige paremal eksemplaril 10 pead ja ta andis 688 tera. Parima pea seemned külvati eraldi. Sel korral oli kõige paremal taimel 17 pead ja ta andis 1 190 tera. Kõige suurema pea seemned külvati jälle eraldi. Parimal taimel oli juba 39 pead ja ta andis 2145 tera. Niisuguse valiku teel aretati viie aasta jooksul uus suure saagikusega nisusort.

**Ebateadlik valik.** Darwin tõestas, et juba väga vanal ajal, kui inimesed alles hakkasid kodustama metsloomi ja kasvatama taimi, kasutati valikut. See oli ebateadlik valik. *Ebateadlik valik* erineb teadlikust valikust selle poolest, et inimene ei mõtle taimede ja loomade täiustamisele või uue teisendi loomisele, vaid säilitab parimad, kõige väärtuslikumad isendid ja hävitab halvemad, juhindudes jooksvatest majanduslikest huvidest.

Metsikud suguharud kannatasid sageli toidupuuduse all. Olles sunnitud toiduks tapma koduloomi, katsusid nad säilitada parimaid eksemplare. Ebateadliku valiku teel toimus aastatuhandete jooksul teraviljade kujunemine. Püüde valida hobuste seast, sõltuvalt majanduslikest vajadustest, ühelt poolt kõige tugevamaid ja võimsamaid loomi, teiselt poolt kõige kiiremaid ja kergemaid loomi, viis pikkamööda raskeveohobuste ja ratsahobuste tekkimisele.

Ebateadlik valik viib ka kultuurtaimede ja koduloomade muutumisele, sortide ja tõugude parandamisele ja uute tekkimisele. Kuid see protsess toimub tunduvalt aeglasemalt kui teadliku valiku juures.

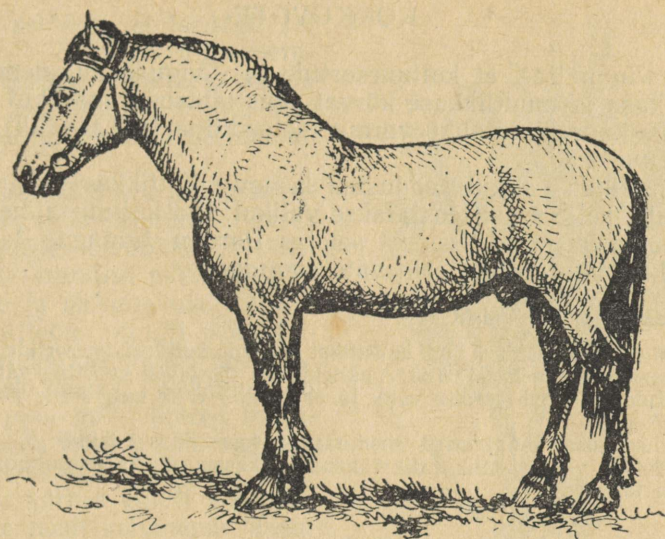
Ebateadlik valik toimub ka praegu. Kui perenaine valib kanu tapmiseks, jätab ta ellu paremad munejad ja soodustab ebateadlikult kanade munatoodangu suurenemist.

**Kunstlikku valikut soodustavad tegurid.** Darwin avastas väga tähtsa seaduspärasuse. Kui taime või looma mingi elund on muutunud, siis järgnevas põlvkondades hakkab see elund muutuma samas suunas, kui säilivad välistingimused, mis on põhjustanud selle muutuse. Organismide muutumise protsessi, mis on toimunud rea põlvkondade jooksul ühes suunas, nimetatakse *kestvaks muutlikkuseks*. See on valiku põhitingimuseks. Näiteks kui aednik märkab õies ühte või kahte lisatolmukat, on ta veendunud, et valiku abil võib ta mõne aasta pärast aretada välja täidisõielise vormi.

Valiku edukuse teiseks tähtsaks tingimuseks on Darwini arvates suur isendite hulk, mille seast teostatakse valikut. Darwini järgi saavutatakse tõu või sordi parandamine isendite valikuga, kellel on nõrgad, vaevalt märgatavad muutused soovitas suunas. Mida rohkem isendeid on seleksionääri käsutuses, seda kergem on välja valida mõnevõrra paremaid isendeid, kel on soovitud muutused. Näiteks on tuhande lamba seast kergem valida parimate tunnustega suguloomi kui saja või kümne isendi hulgast. Darwini õpetus valikust — see on massilise valiku teooria.

Valiku tulemuste kinnistamiseks ja tugevdamiseks on suur tähtsus taimede ja loomade elutingimustel. Darwin kriipsutab alla, et on väga tähtis, et organismi elutingimused soodustaksid antud sordi või liigi inimesele soovitatavate tunnuste arenemist. Näiteks on suuresaagiliste teraviljade aretamisel suur tähtsus tingimustel, mis soodustavad suure saagikuse arenemist: mulla heal harimisel ja väetamisel, küllaldasel valgusel ja niiskusel jne. Täpselt samuti on suure piimatoodanguga ja kõrge piimarasvasisaldusega veise-tõu aretamisel tähtis, et loomi peetaks tingimustes, mis soodustaksid nende omaduste arenemist. Sel juhul on suur tähtsus noorkarja õigel kasvatamisel, heal hooldamisel, loomade õigel söötmisel, udara masseerimisel ja treenimisel jne.

**Tunnuste lahknemine kunstlikul valikul.** Miks on andnud üks või väike hulk eellaste liike palju sorte või tõuge? Miks ühest metsikust kanaliigist on tekkinud mitte üks, vaid üle saja erineva tõu?



Joon. 40. Eesti tõugu rakendushobune.

Darwin seletas tõugude ja sortide mitmekesisuse suurenemist tunnuste lahkneemisega, mis tekib kunstliku valiku ebaühtlase suunamise tõttu.

Tootlike jõudude ja materiaalse kultuuri kasvades muutusid inimühiskonna nõuded mitmekesisemaks. Iga kultuurtaime- ja koduloomaliigile esitati kõige erinevamaid nõudeid. Seepärast ei toimunud kunstlik valik iga taime- või loomaliigi juures mitte ühes, vaid mitmes suunas.

Eriti ilmikas on näide hobusega (joon. 38, 39 ja 40). Ühtedel juhtudel nõudsid inimesed hobuselt kõige suuremat liigutuste kiirust, mis on vajalik ratsasõiduks, teistel juhtudel nõuti loomadelt kõige suuremat jõudu, mis on vajalik raskuste vedamisel. Erinevad nõuded tingisid erinevaid valikusuundi ja viisid kahe hobuserühma tekkimisele, kes aja jooksul hakkasid erineva kehaehituse ja teiste tunnuste poolest. Toimus tunnuste lahkneamise protsess, mis viis ratsa- ja veohobuste tekkimisele. Kaasaegsed ratsahobused (näiteks budjonnõi hobune) läbivad 2 kilomeetrit kahe minutiga, parimad raskeveohobused (näiteks vladimiri raskeveohobune) veavad kuni 15 tonni raskust koormat. Valikus oli ka kolmas suund, mis viis sõiduhobuste tekkimisele. Nad on sobivad nii ratsasõiduks kui raskuste veoks, kuid pole võimelised äärmiselt kiireks jooksuks nagu ratsahobused, ega ka eriti suurte raskuste vedamiseks, mis on iseloomulik raskeveohobustele (joon. 40).

## KOKKUVÖTE

Darwin näitas, et kultuursortide ja -tõugude kujunemisel on pärilikkuse ja muutlikkuse kõrval suur tähtsus kunstlikul valikul. On kaks-kunstliku valiku vormi: meetodiline (või teadlik) ja ebatoadlik valik.

Kunstlikku valikut soodustab kestev muutlikkus ja suur isendite hulk, kelle seast teostatakse valikut. Iga kultuurtaimesordi ja koduloomatõu mitmekesisust seletas Darwin tunnuste lahkneemisega, kunstliku valiku erinevate suundadega.

### Küsimusi ja ülesandeid

1. Missugune tähtsus on kunstlikul valikul kultuurtaimesortide ja koduloomatõugude kujunemisel? Tooge näiteid, mis tõestavad kunstliku valiku mõju.
2. Kuidas toimub teadlik valik ja ebatoadlik valik ning mille poolest nad erinevad?
3. Missugused tingimused soodustavad kunstlikku valikut?
4. Kuidas viib kunstlik valik tunnuste lahkneamisele ja missugune on selle protsessi tähtsus?

## VII PEATÜKK

### LIIKIDE TEKKIMINE LOODUSLIKU VALIKU TEEL

#### § 15. Looduslik valik ja olelusvõitlus

**Looduslik valik.** Teinud kindlaks, et kultuurtaimesortide ja koduloomatõugude mitmekesisus on loodud inimese tööga, kunstliku valiku kasutamise teel, võis Darwin seletada, kuidas toimub looduses organismide kohastumine keskkonnaga ja uute liikide tekkimine. Ta näitas, et looduses tegutseb samuti valik, kuid seda ei teosta inimene; see toimub iseendast, loodusseaduste mõjul. See on looduslik valik.

Darwin kriipsutab alla, et sõnu «looduslik valik» ei tule mõista sõna-sõnalt; see on metafooriline väljend.

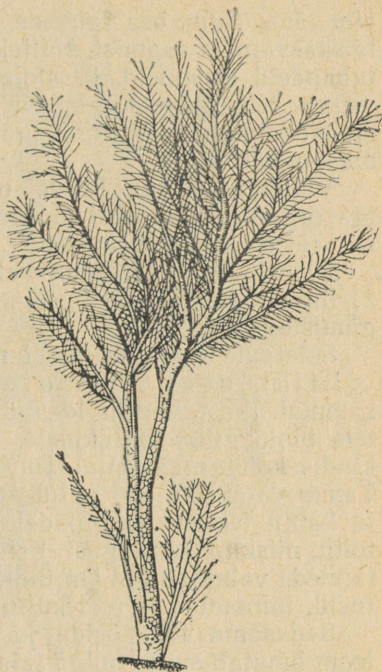
Loodusliku valiku olemasolu seisneb järgmises.

Muutlikkuse tõttu ilmnevad kõikide organismide järglastel mitmekesised individuaalsed kõrvalekaldumised vanemate tunnustest. Mõned neist tunnustest on organismile kasulikud, teised on üksikõiksed, kolmandad isegi kahjulikud. Olelusvõitluses jäävad võitjateks elusolendid, kellel on mingid kasulikud iseärasused, mis annavad neile eelise teiste organismide ees. Niisugused organismid jäävad paremini ellu, paljunevad kiiremini, andes kasulikke muutusi edasi järglastele. Isendid, kellel pole kasulikke omadusi, jäävad vähem ellu ja paljunevad halvemini. Seda aeglast, kuid pidevat kasulike individuaalsete tunnuste säilimise ja kahjulike tunnuste hävimise protsessi nimetab Darwin *looduslikuks valikuks*. See

toimub seetõttu, et isendid, kel on kas või kõige tähtsusetumadki eelised teiste ees, võivad omada suuremaid šansse oma liigi säilitamiseks ja paljunemiseks.

Looduslik valik on niisugune valik, mis toimub looduses organismile kasulikke muutusi omavate isendite parema ellujäämise ja paljunemise tõttu.

Kujutleme mingit kõrbetaime, näiteks saksauuli, mis kasvab Kesk-Aasias. Saksauul on madal puu, mille juured tungivad mulda kuni 20 m sügavusele (joon. 41). Saksauul võib kasvada kõrbes ainult seetõttu, et ta on hästi kohanenud kasutama pisemaidki niiskusehulki, võttes seda sügavatest mullakihtidest. Väikesed rohelised soomusekujulised lehed aitavad niiskust kokku hoida.



Joon. 41. Saksauul.

Kuidas on tekkinud saksauuli ja teiste taimede niisugune kohastumine eluks kõrbes? Ainult loodusliku valiku teel. Muutlikkuse tõttu pole ühe ja sama liigi erinevate taimeeksemplaride juured ja lehed mitte kunagi täiesti ühesugused. Ühtedel taimedel lähevad juured sügavamalt mullasse, neil on rohkem harusid ja juurekarvu ning nad võtavad paremini mullast vett kui teised. Lehed talitlevad samuti erinevalt: mõnedel taimedel nad kulutavad kokkuhoidlikumalt vett kui teistel. Need eksemplarid, mis paremini hangivad ja kasutavad mulla niiskust oma juurte ja lehtede parema ehituse tõttu, taluvad edukamalt välistingimusi, jäävad paremini ellu, annavad rohkem seemneid kui need, kes ei oma neid iseärasusi. Põlvkonnast põlvkonda toimub kõige vastupidavamate taimede valik ja sel teel täiustuvad nende kohastumised kõrbeitingimustega.

Loodusliku valiku teel loodus säilitab, kogub ja tugevdab muutusi, mis on organismile kasulikud, mis on suunatud organismi paremale kohastumisele keskkonnaga.

**Olelusvõitlus.** Loodusliku valiku põhjuseks on Darwini järgi pidev olelusvõitlus, mida peab iga elusolend. Iga organism, õpetab Darwin, on sunnitud võitlema ebasoodsate elutingimustega, vaenlaste ja konkurentidega. Darwin pööras tähelepanu sellele, et iga elusolendite paar moodustab tunduvalt rohkem järelpõlve, kui seda

ellu jääb. Suur osa taimede ja loomade järglastest hukkub enne täiskasvanuks saamist. Näiteks taimedel, kes igal aastal toodavad tuhandeid seemneid, keskmiselt «ainult üks kasvab küpseks taimeks». Niisugune hiiglasuur järglaste hävimine taimedel ja loomadel toimub seetõttu, et igal organismil tuleb võidelda oma olemasolu eest.

Väljendit «olelusvõitlus» mõistis Darwin väga laias mõttes kui iga organismi võitlust elu eest, koha eest, toidu eest, võimaluse eest jätta enesest järelopv.

Darwin eraldas kolm olelusvõitluse vormi: 1) liikidevahelist, 2) liigisisest ja 3) võitlust anorgaanilise looduse ebasoodsate tingimustega.

Seletame Darwini mõtet mõnede näidetega.

Liikidevahelist olelusvõitlust võib vaadelda igal sammul. Iga taime- ja loomaliik toob oma eluprotsessis kahju teistele bioloogilistele liikidele. Võtame näiteks tamme. Ta võtab kindla koha maapinnal oma krooniga ja mullas oma juurtega. Tamm võtab mullast palju niiskust ja mineraalsooli. Sellega teeb ta kahju teistele puuliikidele, kes võiksid kasutada seda kohta, toitu, niiskust ja valgust. Eriti märgatav on liikidevaheline võitlus taimede vahel põllul. On üldiselt teada, et kui ei hävitata umbrohtusid, lämmatavad nad kultuurtaimede külvid.

Sedasama võib öelda ka loomade kohta. Iga taimtoidualine loom hävitab suure hulga taimi. Kiskjad (lõvid, tiigrid, hundid jt.) hävitavad taimtoidualisi loomi. Linnud toituvad peamiselt putukatest ja seemnetest, s. t. samuti hävitavad elu, hävitavad teisi liike. Linde ja nende mune söövad omakorda röövlinnud või kiskjalised.

Need on kõik liikidevahelise võitluse näited. Ta olemus on selles, et üks taime- või loomaliik elab teiste liikide arvel või teiste liikide elu kahjuks.

Liigisisene olelusvõitlus seisneb võitluses elu eest, mis tekib mõnikord ühe ja sama liigi isendite vahel. On näiteks teada, et mõnede metsloomade jooksuajal (põtradel, hirvedel, metssigadel) ja lindude mänguajal (tetredel, faasanitel, kanadel jt.) toimuvad isasloomade vahel võitlused emasloomade pärast. Paljudel lindudel täheldatakse võitlusi pesitsemiskoha pärast. Joon. 42 on kujutatud üks niisugune episood: kaks rähni kaklevad pesa pärast.

Loomulikult on olelusvõitluse vormid loomadel mitmekesised ja nad ei vii alati «võitlusele» nende vahel. Darwin arvas, et ühe ja sama liigi isendid, nii taimed kui ka loomad, alaliselt konkureerivad omavahel koha, toidu ja teiste vajalike elutingimuste pärast.

Kõneldes organismide võitlusest anorgaanilise looduse ebasoodsate tingimustega, pidas Darwin silmas võitlust elu eest, millele panevad vastu taimed ja loomad põudade või tugevate pakaste ajal. Niisuguse võitluse näiteks on taimede ja loomade elu karmi põhja või palavate veetute



Joon. 42. Võitlus pesa pärast kahe rähni vahel.

kõrbete karmides kliimaatilistes tingimustes. Kõrbe servaaladel asuyate taimede kohta võib öelda, kirjutab Darwin, et «nad võitlevad põuaga». Darwin toob järgmise näite ebasoodsate kliimaatiliste tingimuste kohta. Ühel talvel oli Inglismaal erakordselt külm talv. Selle tagajärjel hävis umbes 75 protsenti kõikidest talvituvatest lindudest.

On selge, et mingi eelise, kasuliku muutuse olemasolu organismil aitab tal elama jääda sellis võitluses; toimub looduslik valik, s. o. kõige kohanenumate ellujäämine.

**Darwini vead olelusvõitluse küsimuses.** Darwini vaated olelusvõitluse kohta kujunesid välja mõnede reaktsiooniliste poliitiliste-majanduslike teooriate mõjul, mis olid Inglismaal tol ajal levinud. Need teooriad, püüdes õigustada kapitalistlikus ühiskonnas esinevat klasside ebavõrdsust, kinnitasid, et kõik inimesed on «vaba konkurentsi» olukorras üksteisega. Eluks enam kohastunud võidavad, vähem kohastunud kaotavad. Siit tehakse järeldus, et vaesed on ise süüdi oma vaesuses: nad on «vähem kohastunud».

Mõningat mõju avaldas Darwinile Malthuse «õpetus». Püüdes õigustada kapitalismi paiseid looduseadustega, kinnitas Malthus,

et tööliklassi vaesus seletub üleasustusega. Elanikkonna arvu kasv, tema sõnade järgi, toimub geomeetrilises progressioonis, samal ajal aga elatusvahendite kasv toimub aritmeetilises progressioonis. Seepärast on elatusvahendeid alati vähem kui vaja. Inimesi on olemas rohkem kui saab ära elada; tekib üleasustus, mis viib karmile konkurentsile. Malthus teeb reaktsioonilise järelduse: töölistel on ise süüdi oma viletsuses, kuna nad liiga kiiresti palju-nevad.

K. Marx, kritiseerides Malthuse teooriat, näitas, et ülerahvastus ja elatusvahendite puudus on tingitud «mitte igavestest loodus-seadustest», vaid kapitalistliku tootmisviisi iseärasustest.

Darwin kandis Malthuse idee ilma igasuguse kriitikata üle taime- ja loomariigile. Ta kinnitab, et looduses valitseb alati ja igal pool üleasustus. Iga isendite paar jätab enesest järele rohkem järglasi, kui võib toitu leida, mistõttu kõik järglased ei suuda ellu jääda, suurem osa neist peab hävima. Tekib äge konkurents üle-asustuse ja elatusvahendite vähesuse tõttu. Eriti terav võitlus, ütleb Darwin, toimub ühe ja sama liigi isendite vahel (liigisisene võitlus). Liigisisene võitlus, mis on tingitud üleasustusest, on Darwini arvates loodusliku valiku peapõhjuseks.

K. Marx ja F. Engels kritiseerivad Darwinit teravalt selle eest, et ta naiivselt, ilma igasuguste reservatsioonideta võttis üle Malthuse õpetuse ja kandis selle mehhaaniliselt üle taime- ja loomariigile.

Engels märgib, et ei saa kokku võtta elusa looduse ajaloolise arenemise mitmekesisust, ühekülgsse valemiga «olelusvõitlus». Organismide vahelistes suhetes ei valitse mitte ainult võitlus, vaid ka vastastikune abistamine, koostöö.

Seda Engelsi mõtet kinnitasid vaatlused looduses. Kultuurtaimesortide tõusmed pesitikülvi juures panevad paremini vastu umb-rohtudele kui üksikult seisvad taimed. Paljud kiskjalised (näiteks hundid) ajavad saaki taga karjana. Kolooniatena elavad linnud (kännivaresed, mõned kajakad) kaitsevad ennast ühiselt vaenlaste vastu (joon. 43). Niisuguseid vastastikuse abistamise juhte taimede ja loomade juures võib tuua väga palju. Looduses on levinud sümbioosi nähtus. Sümbioosiks nimetatakse kahe erinevasse liiki kuuluva organismi kooselamist, mis toob neile vastastikust kasu. Tuletame meelde sambliku ehitust. Sambliku organism koosneb seenest ja vetikast, kes siin koos elavad.

Engels näitab, et looduslik valik pole alati seotud ülerahvastusega. Ta võib toimuda sõltumata sellest, kas esineb üleasustus või mitte. Taimede või loomade üleviimisel teise piirkonda ei talu kõik isendid ühetaoliselt uusi tingimusi. Organismide seas toimub valik, kuigi mingit üleasustust veel pole.

Juba Darwini eluajal kasutasid mõned kodanlikud ideoloogid Darwini seda viga, mis ta tegi olelusvõitluse küsimuses. Nad laiendasid Darwini üleasustuse ja liigisisese võitluse ideed inimühiskon-



Joon. 43. Vastastikune abistamine lindude juures.  
Ännid ajavad rebase pesade juurest minema.

nale. Nad kinnitasid, et inimühiskonna arenemise aluseks pole mitte tootlike jõudude ja tootmissuhete arenemine, mitte klassivõitlus, nagu õpetab marksism, vaid kiskjalik «olelusvõitlus» ja looduslik valik. Nad teevad järelduse, et kapitalistid pole ekspluataatorid, vaid «enam kohanenud», kes on saanud oma koha seaduspäraselt olelusvõitluses loodusliku valiku põhjal.

Seda valeõpetust, mis õigustab kapitalistlikku korda, mis põhineb looduseaduste ekslikul ülekandmisel inimühiskonnale, nimetatakse *sotsiaaldarvinismiks*.

Tänapäeva sotsiaaldarvinistid ja maltusiaanlased kinnitavad, et inimkonda ähvardab ülerahvastus. Seepärast õigustavad nad sõda ja inimeste massilise hävitamise vahendite (bakterioloogiline relv, aatomi- ja vesinikupomm) kasutamist. On kerge mõista, et sotsiaaldarvinism ja maltusiaanlus on imperialismi ja fašismi ideoloogilisteks relvadeks.

**Organismide vahel looduses tekkivad keerulised suhted.** Vaatamata mõnede eespool toodud vigadele tunnistas Darwin suhete keerulisust, mis tekivad elusate organismide vahel olelusvõitluses. Ta tõi palju näiteid niisuguste suhete kohta.

Darwin näitab, et iga taime- ja loomaliigi isendite arv sõltub teiste liikide arvukusest. Näiteks sõltub jahisaagi — rabakanade, tetrede ja jäneste hulk mitte ainult toidu ja küttide olemasolust, vaid peamiselt nende hävitamisest mitmete röövlomade (rebane, hunt, röövlinnud) poolt. Paljude õistaimede levik sõltub putuka-



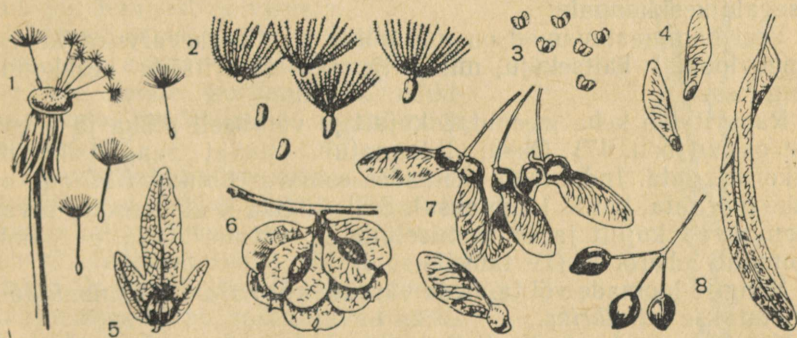
ned lennata õhus, sest neil on karvatutt, mis kannab seemet nagu langevari. Taolised kohastumised on kasulikud bioloogilisele liigile, kuna nad võimaldavad laialt levida seemnetel, ületades seejuures palju tõkkeid (laiad jõed, järved, sood, mäeharjad). Kui poleks niisuguseid kohastumisi, satuksid seemned emataime lähedale, sageli ebasoodsatesse tingimustesse.

Kuidas võisid tekkida niisugused kohastumised? Sellele küsimusele annab vastuse loodusliku valiku teooria.

Võrrelge joon. 45 kujutatud kase, künnapuu ja vahtra vilju. Neil pole tiivad arenenud ühesuguselt; kõige väiksemad on nad kase viljadel, kõige suuremad vahtra viljadel. On kerge kujutleda, kuidas toimus niisuguste tiivuliste viljade pikk ajalooline arenemisprotsess. Mõnedel neist võisid ühtede või teiste arenemistingimuste mõjul külgedele ilmuda väikesed lisandid. Need lisandid olid liigile kasulikud, kuna nad andsid võimaluse niisugustel seemnetel laiemalt levida tuule abil ja järelikult sagedamini sattuda soodsatesse arenemistingimustesse. Seemnete uus iseärasus pärandati järglastele. Kuna uus tunnus andis eelise, mis oli kasulik liigile, toimus edaspidine looduslik valik samas suunas. Seemned, kellel lisandid olid kas või natukenegi laiemad, olid palju soodsamas olukorras, levisid paremini tuule abil mitmesugustes suundades. Kujutage endale seda loodusliku valiku protsessi, mis on toimunud sadade ja tuhandete põlvkondade jooksul, ja te mõistate, kuidas vähetähtsad lisandid mõnede viljade pinnal aja jooksul, kauakestva loodusliku valiku toimel, on muutunud tõelisteks tiibadeks.

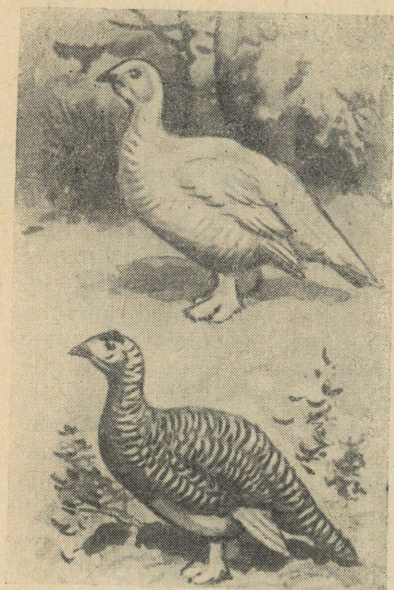
Vaatleme veel üht liigile kasulikku kohastumist, mis kindlustab liigi parima ellujäämise ja levimise.

Loomade seas on laialt levinud nõndanimetatud kaitsevärvus. Paljud putukad, kes toituvad roheliste taimede lehtedest, on värvu-



Joon. 45. Seemnete kohastumine tuulega levimiseks.

„Lendavad“ seemned ja liitviljad: 1 — võilille viljad; 2 — kroonohaka viljad; 3 — kase viljad; 4 — männi seemned; 5 — valgepöõgi vili; 6 — künnapuu viljad; 7 — vahtra viljad; 8 — pärna liitvili.



Joon. 46. Rabakana talvel (ülal)  
ja suvel (all).

anud rohelisteks (näiteks liblika-röövikud). Putukad, kes elavad puukoorel, on vastupidi jälle puukoore sarnast, hallikaslaigulist värvust (liblikatest öölased, mardikatest siklased). Ümbritseva keskkonna põhitooniga kokku langev värvus muudab putukad vähe märgatavaks lindudele ja teistele loomadele, kes toituvad putukatest.

*Kaitsevärvus* esineb sageli ka selgroogsetel. Enamikul kaladel on kõht ja küljed hõbedase soomusega. Seetõttu on kala vees vähem märgatav alt ja külgedelt. Kala selg on värvunud tumedamalt, mis teeb kala vähem märgatavaks ülalt. Ka paljudel lindudel esineb kaitsevärvus. Näiteks on rabakanal suvel punakaspruun laiguline sulestik, mis muudab linnu raskesti märgatavaks rabal ja väikeste põõsaste vahel. Talvel on tal aga valge, lumevärvuselise sulestik (joon. 46).

Enamik kõrbeloomi (maod, närilised) on värvunud liivakarva.

Kaitsevärvus kaitseb loomi hädaohu eest, kiskjate kallaletungi eest, kiskjatel võimaldab märkamatu läheneda oma ohvrile. Kaitsevärvus on üks arvutustest organismide kohastumistest ümbritsevale keskkonnale.

Veel hämmastavamad on juhtumid, kus kaitsevärvuse kõrval esineb loomal kaitsekuju, mis jäljendab ümbritseva keskkonna mingit eset.

Raagritsika keha meenutab kujult ja värvuselt pikka ja peenikest oksa (joon. 47). Oksal liikumatult istuvat raagritsikat on raske märgata. Indoneesia metsades esinevat liblikat *Kallima* on raske märgata, kui ta istub oksal. Selle liblika kokkupandud tiivad meenutavad kujult ja soonestuselt lehte; tiibade alakülje joonis meenutab leheroode (IV tahvel).

Mingite loomade või taimede värvuse või kuju matkimisnähtust nimetatakse *mimikriks*.

Vaatleme veel mõnd mimikrinähtust. Mõned putukad, kel pole mingeid kaitsevahendeid kallaletungi vastu lindude või teiste loomade poolt, kes toituvad putukatest, matkivad herilasi ja kimalasi. Näiteks on õiekärbes kujult, värvuselt ja lennuviisilt sarnane kima-

lasega, liblikas — vapsikklaastiib — sarnaneb herilasega. Sarnasus putukatega, kel on astel, päästab neid hävitamise eest.

Paljudel putukatel on heaks kaitsevahendiks mürgised kehamahlad, mis muudavad need putukad mitesöödavaks lindudele. Tavaliselt on niisugustel putukatel ere hoiatusvärvus, mis hoiatab linde, et seda putukat ei tohi süüa. IV tahvlil on kujutatud üks mitesöödav liblikas. Selle kõrval on teine liblikas, kes pole mürgine, kuid kes on kujult ja värvuselt väga sarnane mürgise liblikaga. Sarnasus mürgise liblikaga kaitseb söödavat liblikat lindude eest.

Kuidas võisid tekkida niisugused tähelepanuväärsed kohastumised? Seda selgitab Darwini õpetus looduslikust valikust.

Vaatleme taimelehtedest toituvate putukate rohelise värvuse tekkimist. Kujutleme, et mingi putukaliik, kes toitub koorest ja on värvunud pruuniks, läheb üle lehtedest toitumisele. Pruun värvus muudab putukad hästi märgatavaks rohelisel tagapõhjal, mistõttu neid hävitatakse putuktoiduliste lindude poolt. Kuid muutlikkuse tõttu pole kõikidel liikidel värvus ühesugune. Roheka varjundiga putukad on vähem märgatavad rohelisel tagapõhjal ja neid hävitatakse vähem vaenlaste poolt. Neil on rohkem järglasi, kellele nad annavad edasi selle muutuse. Kui kujutleda seda pruunide eksemplaride hävitamisprotsessi ja roheliste isendite ellujäämist hiiglasuurte ajavahemike jooksul, saab selgeks, et nende putukate kaitsev värvus täiustub põlvkonnast põlvkonda.

Täpselt samuti võib loodusliku valiku tegevusega seletada mimikri ja paljude teiste kohastumiste tekkimist, mis kindlustavad organismide ellujäämist.

On näiteks kerge mõista, et looduslik valik järk-järgult täiustab kiskjaliste kihvu, mida vajatakse ohvri kättesaamiseks, või tugevaid jalgu ja metsikute sõraliste terava kuulmisega kõrvu, mis aitavad vältida hädaohtu.

**Otstarbekohasuse suhtelisus looduses.** Darwini õpetus looduslikust valikust seletab hästi «otstarbe-



Joon. 47. Raagritsikas, kes on oma kujult puuoksa sarnane.

kohasuse»<sup>1</sup> nähtust looduses ja organismide kõige keerulisemate kohastumiste tekkimist.

Enne Darwinit kinnitasid paljud teadlased, et taimedel ja loomadel on kaasasündinud otstarbekohasus koos kõikide elundite talitlusega, et nad on otstarbekohaselt loodud looja poolt. Nende arvates on otstarbekohasus absoluutne, varem omane kõigele elusale.

Darwin lükkas ümber selle idealistliku seisukoha. Ta tõestas, et organismide ehituse ja elutegevuse otstarbekohasus on suhteline. Igasugune kohastumine on hea ainult selles keskkonnas, milles ta on välja kujunenud. Organismide kohastumine keskkonnaga on suhteline veel seetõttu, et mitte kunagi pole see absoluutselt täiuslik, s. o. mitte kunagi täielikult ei kindlusta organismi hävimise eest.

Käesoleva kursuse algul (vt. I peatükk) vaatlesime võtteid, mis tõestavad organismide kohastumise suhtelisust keskkonnaga. Nüüd on lihtne mõista, et nende kohastumiste otstarbekohasus, mille tekkimist me äsja selgitasime, on samuti suhteline. Näiteks mitmesugused kohastumised seemnete levimiseks tuulega on vähe sobivad sel juhul, kui taimed, mil on niisugused kohastumised, kasvavad tihedas metsas, kuhu ei tungi tuulepuhanguid. Vähe on niisugustest kohastumistest kasu ka sel juhul, kui viljade valmimise perioodil valitseb vaikne, tuuletu ilm.

Kohastumise suhtelisus näitab, et organismide kohastumine elutingimustega töötatakse välja väliskeskkonna poolt. Organismide otstarbekohane kohastumine on pikaajalise loodusliku valiku tulemus.

## KOKKUVÕTE

Darwin tõestas, et looduslikes tingimustes toimub organismide kohastumine keskkonnaga ja uute liikide tekkimine loodusliku valiku teel. Jäävad ellu ja paljunevad paremini need isendid, kes omavad muutusi, mis on organismile kasulikud. Looduslik valik — see on peamiselt kõige kohanenumate ellujäämine ja paljumine.

Loodusliku valiku põhjuseks on Darwini järgi alaline olemisvõitlus. Darwin eristas kolme olemisvõitluse vormi: 1) liikidevaheline võitlus, 2) liigisisene võitlus ja 3) võitlus anorgaanilise keskkonna ebasoodsate tingimustega.

---

<sup>1</sup> Sõnadega *orgaaniline otstarbekohasus* tähistatakse bioloogias organismide kohastumisi ümbritseva keskkonnaga ja elundite kohastumist oma funktsioonide täitmiseks. See väljend on vanade idealistlike kujutluste jäänuseks, kui arvati, et organismid ja nende elundid on otstarbekohaselt ehitatud ja funktsioneerivad, et nad on loodud kindla eesmärgi jaoks (s. t. selle keskkonna jaoks, milles nad elavad või nende funktsioonide jaoks, mida nad täidavad).

Darwin arvas, et intensiivse paljunemise tõttu tekib üleasustus ja konkurents ühe liigi isendite vahel koha ja toidu pärast. Marx ja Engels märkisid, et Darwin hindas üleasustust ja konkurentsilooduses üle, kuna ta ebakriitiliselt kandis üle orgaanilisse maailma Malthuse reaktsioonilise teooria. Looduslik valik võib toimuda ka ilma üleasustuse ja konkurentsita. Olevusvõitluse protsessis tekivad mitte ainult konkurents, vaid ka vastastikune abistamine organismide vahel.

Looduslik valik loob organismide kohastumise mitmekesise ümbritseva keskkonnaga. Seda võib jälgida näiteks taimede seemnete levimise, kaitsevõlvuse mimikri tekkimise jne. näitel. Organismide kohastumine keskkonnaga on suhteline: iga kohastumine on hea ainult selles keskkonnas, milles ta on välja kujunenud. ning mitte ükski kohastumine pole täiesti täiuslik.

### Küsimusi ja ülesandeid

1. Mis on looduslik valik?
2. Mis on olevusvõitlus ja missugune on loodusliku valiku tähtsus?
3. Missugused vead on Darwini vaadetes olevusvõitluse kohta? Milles seisneb nende puuduste põhjus?
4. Tooge näiteid isiklikest vaatlustest keeruliste vastastikuste suhete kohta, mis tekivad olevusvõitluses (konkurents ja vastastikuse abistamise näited).
5. Mis on kaitsevõlvus ja -kuju, missugune on ta tähtsus ja kuidas seletada nende tekkimist loodusliku valiku mõjul. Tooge näiteid oma vaatlustest.
6. Miks on taimede ja loomade kohastumine ja kehaehituse ning talitluste otstarbekohasus suhteline?
7. Vaadeldge putukate, lindude ja teiste loomade topiste või mullaazide kollektsiooni, aga ka elavnurga materjali ja valige näiteid kaitsevõlvuse ja mimikri kohta.
8. Vaadeldge taimede ja loomade kollektsiooni ja valige näiteid, mis tõendavad organismide kohastumist keskkonnaga, näidake nende kohastumiste suhtelisust ja seletage nende tekkimist loodusliku valiku toimet.

## § 16. Liikide tekkimine

**Loodusliku valiku osa uute liikide tekkimises.** Kui kunstlik valik viib vanade sortide ja tõugude muutumisele, siis looduslik valik viib vanade bioloogiliste liikide ümberkujunemisele uuteks liikideks. Ühel juhul tekib vanast liigist üks uus liik, teisel juhul, kui valik toimub erinevates suundades, kaks või mitu uut liiki.

Kujutleme, et mingi taime- või loomaliik hakkab soodsates tingimustes tugevasti paljunema. Isendite arv suureneb ja liik asustab järk-järgult laiemat maa-ala, näiteks tervet kontinenti. Looduslikud tingimused (kliima, muld jt.) on suurel territooriumil väga mitmesugused. Põhjas on külm, lõunas on kuum, ühtedes rajoonides on palju niiskust, teised on väga põuased jne.

On selge, et erinevates kliimaatilistes tingimustes on organismile kasulikud kaugeltki mitte ühesugused kohastumised. Taigas näiteks ei tarvitse taimel kokku hoida niiskust; seda on seal palju.

Aga stepis ja veel enam kõrbes vajab iga taim kohastumisi, mis kindlustaksid vee parimat säilitamist. Põhjapoolsetes tingimustes on imetajatele kasulik tihe villkarv, lõunapoolsetes piirkondades on see aga kahjulik.

Seetõttu toimub erinevates looduslikes tingimustes looduslik valik erinevates suundades. Ühe ja sama bioloogilise liigi isendite vahel, kes elavad erinevates tingimustes, ilmuvad erinevused. Nad hakkavad kasvama põlvkonnast põlvkonda. Erinevuste kogunemise tagajärjel tekib liigis hulk teisendeid, kellede vahel on järk-järgulisi üleminekuid. Teisendite iseärasused võivad loodusliku valiku mõjul sedavõrd suurened, et nad muutuvad uuteks iseseisvateks liikideks, kes pole omavahel seotud üleminekuvormidega.

**Ajalooline lähenemine bioloogilise liigi mõistele. Liik ja alamliik.** Darwin tõestas, et iga taime- ja loomaliik on ajaloolise arenemise tulemus, ja tegi kindlaks vanadest liikidest uute liikide tekkimise põhjused.

Mitme uue liigi tekkimist ühest vanast liigist, nagu seda kujutas Darwin, kinnitavad vaatlused laialt levinud liikide kohta. Selgub, et iga niisugune liik jaguneb alamliikideks.

*Alamliikideks* ehk *geograafilisteks teisenditeks* nimetatakse looduslikke rühmi, milleks jagunevad mõned liigid. Iga alamliik võtab enda alla kindla geograafilise ala. Erinevad alamliigid erinevad paljude tunnuste poolest, kuid nende vahel on üleminekud, kõik nad ristuvad omavahel ja annavad paljunemisvõimelist järelpõlve. See tõestab, et erinevused alamliikide vahel pole läinud veel kaugemale.

Näiteks on rebasel umbes 20 alamliiki, kes erinevad keha mõõtmete, karvastiku tiheduse ja värvuse poolest. NSV Liidu Euroopaosas elav rebane erineb suuruse, lühikeste kõrvade ja tihedama karusnaha poolest. Kasahstanis elav rebane on väike, pikkade kõrvadega ja kollakashalli hõredama karusnahaga.

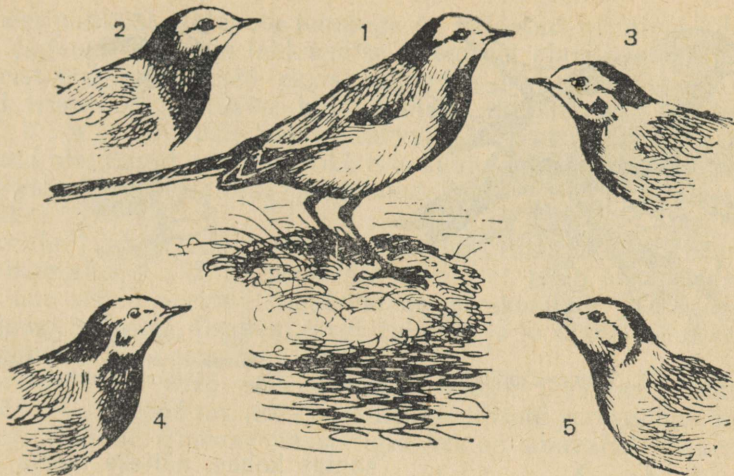
Veel kaks näidet liigi jagunemisest alamliikideks: joon. 48 on kujutatud mägra kolm alamliiki, aga joon. 49 västriku mitu alamliiki.

Alamliigid võivad aja jooksul täiesti eralduda üksteisest ja



Joon. 48. Mäkrade erinevad alamliigid.

1 — liivamäger; 2 — euroopa mäger; 3 — amuuri mäger.



Joon. 49. Linavästrikute teisendid.

1 — tüüpiline vorm; 2–5 — erinevad teisendid, igaüks neist ei erine tüüpilisest vormist mitte ainult väliskuju ja värvuse, vaid ka oma erineva pesitsuskoha tõttu.

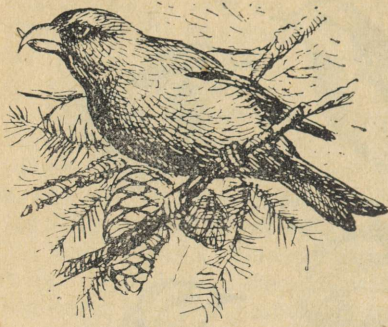
muutuda iseseisvateks noorteks liikideks. Darwini järgi on alamliigid nagu tekkivad liigid.

Niisuguste ühist päritolu omavate liikide küllalt täieliku eraldumise peamiseks kriteeriumiks on võimatus ristuda omavahel. Tavaliselt erinevad liigid kas hoopiski ei ristuta omavahel või kui nad erandina ristuvad, siis nende järglased pole paljunemisevõimelised. Nii näiteks ei ole muul — eesli ja hobuse hübriid — paljunemisevõimeline.

**Tunnuste lahkumine looduslikul valikul.** Eespool öeldust võib teha järelduse, et looduslik valik tekitab tunnuste lahkumist, kui see toimub kahes või mitmes erinevas suunas.

Näiteks täheldati käbilinnul lahkumist noka ehituses, sõltuvalt elutingimustest. Neil on väga iseloomulik kõverdunud nokk, mis on kohastunud seemnete kättesaamiseks okaspuude käbidest. Männimetsades elavatel käbilindudel (männi-käbilind) on kõige suurem nokk, kuusemetsas elavatel käbilindudel (kuusekäbilind) on kõige väiksem nokk. Käbilindudel, kes elavad segametsades, kus on mitmesuguseid okaspuuliike (mänd, kuusk, lehis ja nulg), on keskmise suurusega nokk. Niiviisi toimub tunnuste lahkumise tõttu erinevate käbilinnuliikide ja alamliikide kujunemine (joon. 51).

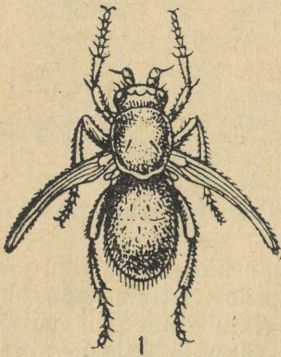
Valiku erinev suund ja tunnuste lahkumine tekivad mitte ainult liigi levimisel laialdasel territooriumil, vaid ka neil juhtudel, kui liik järk-järgult kohastub erinevale keskkonnale ühes ja



Joon. 50. Kuuse-käbilind.



Joon. 51. Kahe käbilinnu nokad:  
a — kuuse-käbilinnu, b — männi-käbilinnu nokk.



Joon. 52. Vähearenenud tiibadega  
kärsed Kergueléni saarelt.

samas kohas, näiteks metsa, soo, niidu jne. tingimustes, veelisele eluviisile jne.

Mõnikord täheldatakse tunnuste lahknemist ühesuguses keskkonnas. Darwin toob järgmise näite. Väikestel saartel, mis asuvad avameres, on palju putukaliike, kel pole tiibu või neil on tiivad nõrgalt arenenud. Niisugused saared alluvad äkiliste tuulepuhangute mõjule. Putukad, kes pole suutelised tuulepuhangutele vastu seisma, kantakse merre ja hukkuvad. Säilivad kas väga head lendajad, kes on võimelised peituma tugeva tuule korral, või väga halvad lendajad, kes ei tõuse kõrgemale rohust ja põõsastest (joon. 52). Niisuguse valiku tagajärjel on näiteks Madeira saare 550 mardikaliigist 200 lennuvõimetud.

**Tunnuste lahkumine ja taimede ning loomade evolutsioon.** Taime- ja loomariigi ajalooline arenemine on seotud tunnuste lahkumisega.

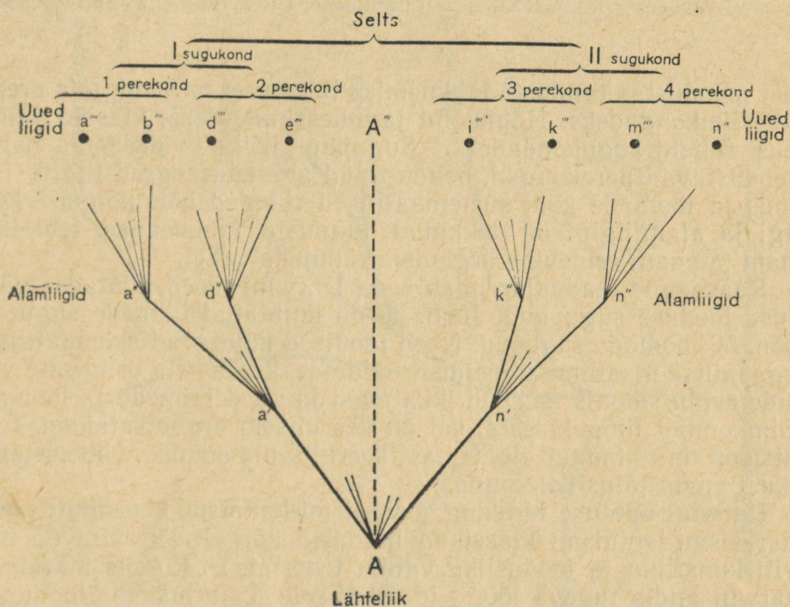
Oma mõtte seletamiseks toob Darwin «Liikide tekkimises» tunnuste lahkumise skeemi, mis seletab liikide tekkimise protsessi. Joon. 53 on see skeem toodud mõnevõrra lihtsustatud kujul. Analüüsime seda skeemi.

Ühest punktist lähtuvate joontega on näidatud, et mingi lähteliik A jaguneb tunnuste lahknemise tulemusel alamliikideks. Paljud neist pole võimelised eksisteerima ja surevad välja. Kuid mõned teisendid muutuvad kindlamateks alamliikideks (näiteks a'', d'', k'', n''). Tunnuste edasise lahknemise protsessis moodustavad need alamliigid mitu uut liiki, mis kuuluvad erinevatesse perekondadesse ja erinevatesse sugukondadesse ning moodustavad uue seltsi.

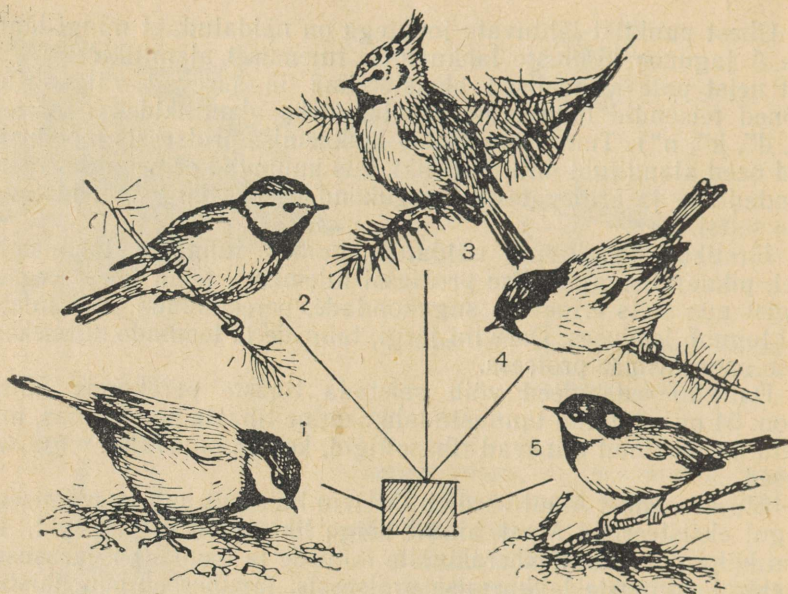
Järelikult on skeemil näidatud, kuidas tunnuste lahknemise teel, pikaajalise ajaloolise protsessi tulemusel, tekib ühest ürgsest liigist uus selts erinevate sugukondade, perekondade ja liikidega. Nii toimub looduses, Darwini järgi, taimede ja loomade mitmekesise suurenemise protsess.

Darwini seda ideed võib seletada tihaste perekonna näitel. Joon. 54 on näidatud tunnuste lahknemine tihaste perekonnas, mistõttu on tekkinud erinevad tihaseliigid, kes on omavahel väga sarnased.

Elu arenemist Maal võrdleb Darwin kujukalt puu kasvamisega. Algul eksisteerisid Maal ainult kõige lihtsamad organismid, kel olid kõige lihtsamate üherakuliste taimede ja loomade iseärasused. Seejärel, tunnuste lahknemise protsessis, jagunes elupuu ühistüvi kaheks: üks moodustas taime-, teine loomariigi. Kumbki neist tüve-



Joon. 53. Tunnuste lahknemine (Darwini järgi, muutustega).

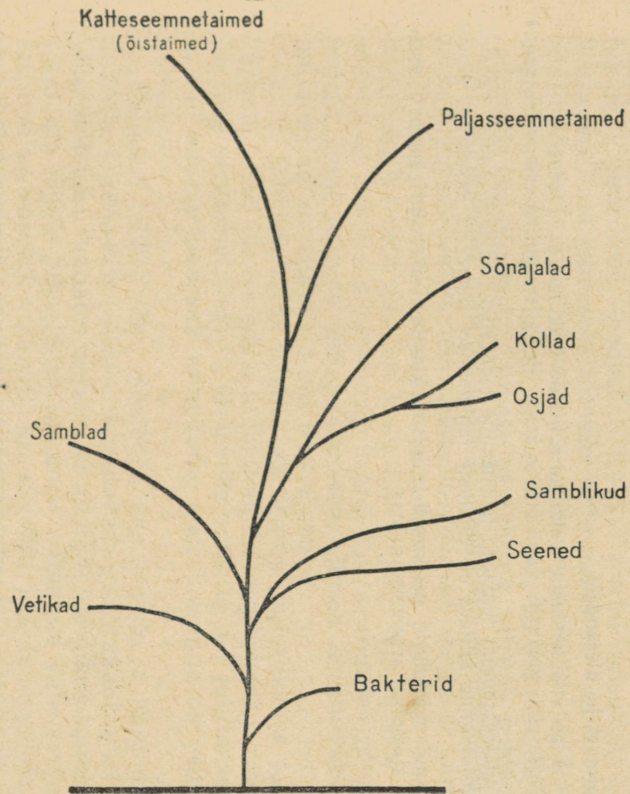


Joon. 54. Tunnuste lahknemine (divergents) tihaste perekonnas.  
 1 — rasvatihane; 2 — sinutihane; 3 — tutt-tihane; 4 — sootihane; 5 — musttihane.

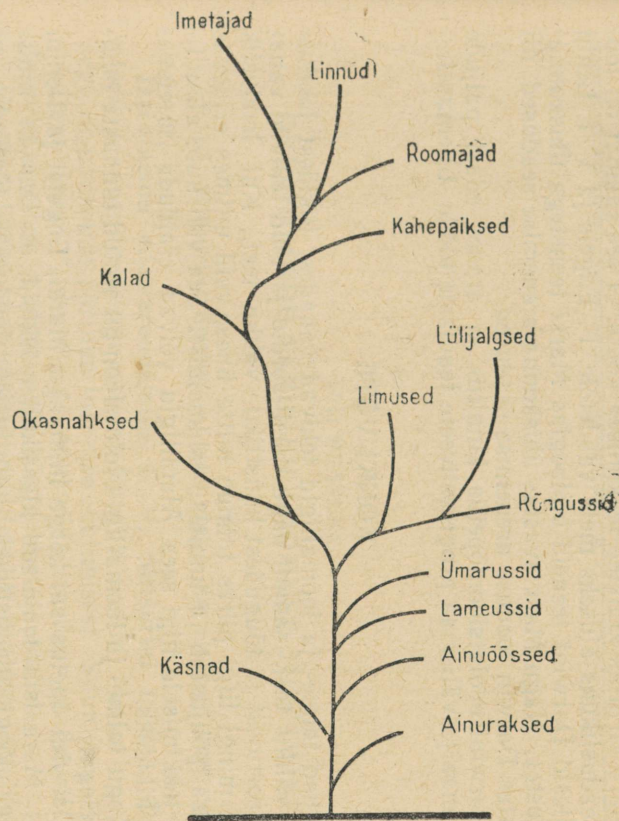
dest moodustas tunnuste lahknemise tulemusel harusid, mis arensid hõimkondadeks. Hõimkond jagunes klassideks, klassid seltsideks, seltsid sugukondadeks. Sugupuu kõige väiksemad harud moodustavad perekonnad, nende tipud aga kaasaegsed liigid. Taimede ja loomade kõik süstemaatilised rühmad hõimkonnast kuni liigi ja alamliigini on tekkinud tunnuste lahknemise teel ikka enam ja enam erinevate organismirühmade vahel.

Kaasaegne teadus arendab seda Darwini ideed, töötades välja elusa looduse sugupuud. Joon. 55 on kujutatud taimede sugupuu, joon. 56 loomade sugupuu. Need joonised kujutavad skemaatiliselt orgaanilise maailma arenemist, näidates, kuidas elu erinevate vormide evolutsioonis tekkisid ikka uued ja uued taimede ja loomade hõimkonnad ning klassid, kel on keerulisem organisatsioon. Evolutsioon on toimunud lihtsamast keerulisema suunas, vähem täiuslikust enam täiusliku suunas.

**Darwini õpetuse hinnang marksismi-leninismi klassikute poolt.** Marksismi-leninismi klassikud hindasid kõrgelt Darwini õpetust, eriti kunstliku ja loodusliku valiku teooriat. F. Engels märkis, et Darwin andis tugeva löögi idealistlikele kujutlustele loodusest, tõestades, et kaasaegse orgaanilise maailma taimed, loomad ja inimene on miljoneid aastaid kestnud ajaloolise arenemise produktid.



Joon. 55. Taimeriigi sugupuu.



Joon. 56. Loomariigi sugupuu.

K. Marx kirjutas «Liikide tekkimise» kohta, et see raamat on loodusteaduslikuks aluseks meie vaadetele. F. Engels ja V. I. Lenini võrdlesid Darwini teeneid bioloogias Marxi teenetega ühiskonnateadustes. Nagu Marx avastas ühiskonna arenemise seadused, nii avastas Darwin looduse arenemise seadused.

Darwini evolutsiooniõpetus kinnitus ja arenes edasi paljude kodumaa ja välismaa progressiivsete teadlaste tööde tulemusel.

## KOKKUVÕTE

Uued taime- ja loomaliigid tekivad vanadest liikidest loodusliku valiku teel, samuti nagu uued sordid ja tõud tekivad vanadest sortidest ja tõugudest kunstliku valiku teel. Kui looduslik valik mingi liigi piires toimub mitte ühes, vaid mitmes erinevas suunas, põhjustab ta tunnuste lahknemist. See viib uute alamliikide tekkimisele liigi sees. Alamliigid võivad eralduda iseseisvateks liikideks.

Kogu taime- ja loomariigi evolutsioon on seotud tunnuste lahknemisega.

Darwini õpetus sai kõrge hinnangu Marxi, Engelsi ja Lenini poolt. Marksismi-leninismi klassikud märkisid, et Darwin andis tugeva löögi idealistlikele kujutlustele loodusest, tõestades, et orgaaniline maailm on kauakestva ajaloolise arenemise produkt.

### Küsimusi ja ülesandeid

1. Kuidas viib looduslik valik uute liikide tekkimisele vanadest?
2. Miks võib looduslik valik ühe ja sama liigi piires minna erinevates suundades?
3. Kuidas toimub tunnuste lahknemine looduslikul valikul? Tooge näiteid.
4. Missugune tähtsus oli tunnuste lahknemisel taime- ja loomariigi arengumises?
5. Kuidas hindasid marksismi-leninismi klassikud Darwini õpetust elusa looduse ajaloolise arenemise kohta?

### III. MITŠUURINLIK ÕPETUS

---

#### VIII PEATÜKK

#### ORGANISMIDE PÄRILIKU LOOMUSE JUHTIMINE

##### § 17. Mitšurini õpetus — uus etapp darvinismi arengus

Darvinismi edasiarendamine I. V. Mitšurini töödes. Darvinismi kaasaegne arenguaste on tihedalt seotud Mitšurini õpetusega organismide päriliku loomuse juhtimisest. Suur vene loodusteadlane Ivan Vladimirovitš Mitšurin arendas tunduvalt edasi Darwini õpetust ja tõstis selle kõrgemale tasemele.

Darwini üheks suuremaks saavutuseks oli tema valikuteooria, mis näitas valiku osatähtsust sortide ja tõugude loomisel ning liikide kujunemisel looduses. Kuid Darwini seisukohad valiku kohta olid vaid esimeseks astmeks sellesuunaliste vaadete arengus. Kuigi Darwin väitis õigesti, et valik on võimalik vaid siis, kui organismid on muutlikud, arvas ta siiski, et inimene ise ei saa mõjutada muutlikkust. Inimese osatähtsus piirdub tema arvates ainult inimtahtest olenemata tekkivate muutuste ärakasutamisega ja kogumisega valiku teel. Inimene pidavat ootama, kuni tema poolt kasvatatavatel taimedel ja loomadel ilmuvad soovitavad muutused, et neid siis ära kasutada valiku tegemiseks. Näiteks selleks, et mingisuguse õunapuusordi vili suureneks, olevat vaja oodata, kuni paljude õunapuude seas ilmub selline eksemplar, mille viljad on suuremad kui teistel puudel.

I. V. Mitšurin asus teisiti lahendama muutlikkuse ja valiku küsimusi. Arendades edasi üldbioloogilist organismi ja keskkonna ühtsuse põhimõtet, tegi ta teatavaks oma tuntud juhtlause: «Meie ei tohi oodata looduselt armuande; meie ülesanne on neid temalt võtta.»

Mitšurin töötas välja meetodid, mis sortide ja tõugude aretamise ja täiustamise töös võimaldavad soovitavaid muutusi ise välja kutsuda, suunates organismi arengut vajalikus suunas ja ära ootamata nende juhuslikku ilmumist. «Inimese vahelesegamisel,» kirjutas ta, «osutub võimalikuks sundida iga looma- või taimevormi muutuma kiiremini ja seejuures inimesele kasulikus suunas.»

Kasutades uusi meetodeid aretas Mitsurin üle 350 uue taimesordi — viljapuid ja marjapõõsaid (õuna-, pirni-, kirsi-, ploomi-, aprikoosi- ja viinapuid, sõstraid, pampleid) ning teisi kultuurtaimi (pähklipuid, tubakaid, ilutaimi). Muidugi ei kuulu kõik Mitsurini sordid laiialtlevinumate hulka. Eriline majanduslik tähtsus on aga tema uutel õuna-, pirni- ja kirsisortidel.

**I. V. Mitsurini loominguulise tegevuse kolm etappi.** I. V. Mitsurin jaotas oma tegevuse kolme järku: 1) aklimatiseerimise periood, 2) massilise valiku periood ja 3) hübriidiseerimise ja hübriidseemikute kasvatamise periood. Need perioodid erinesid oma teoreetiliste lähtealuste ja töömeetodite poolest.

**Aklimatiseerimise periood.** Aklimatiseerumiseks nimetatakse organismi kohanemist tema jaoks uute kliimaatiliste ja teiste looduslike tingimustega. Aednikud arvasid varemalt, et õrnu viljapuusorte tuleb aegamööda kohandada Kesk-Venemaa karmidele tingimustele. Nad tuginesid siinjuures Lamarcki õpetusele, kes hindas üle organismide võimet muutuda keskkonna otsesel mõjutusel ega arvestanud valikut.

Oma tegevuse algul oli Mitsurin innustunud tollal moodsaist otsese aklimatiseerimise põhimõttest. Ta tellis välismaalt õrnu õuna-, pirni- ja teiste viljapuude ja marjapõõsaste sorte, lootes, et need kohanevad meie kliimaga, aklimatiseeruvad. Kuid need taimed külmusid kui mitte esimesel, siis mõnel järgneval talvel. Mitsurin pookis lõunapoolseid sorte kohalikele külmakindlatele alustele, kuid needki katsed ebaõnnestusid.

**Massilise valiku periood.** Seejärel asus Mitsurin kasutama massilise valiku meetodit, mis põhines Darwini õpetusel valiku loovast osast. Ta püüdis aretada häid viljapuu- ja marjapõõsasorte, valides välja ja kasvatades parimate vene ja välismaa sortide seemikuid.

Selgus, et massiline valik ei ole alati kohane viljapuukultuuride aretustöös. Sadade ja tuhandete seemikute kasvatamine nõudis tohutu töö-, raha- ja ajakulu. Kohalike sortide paranemine toimus aeglaselt, välismaa sortide seemikud olid aga vähe vastupidavad ning külmusid.

**Hübriidiseerimise ja hübriidseemikute kasvatamise periood.** Paljude aastate otsingud ja ebaõnnestumised polnud siiski asjatud. Mitsurin näitas, et organismi pärilik loomus on püsiv, konservatiivne. Tuli otsida viise, et ületada, kõigutada pärilikkuse konservatismi ja seejärel hakata kõigutatud pärilikkusega organisme kasvatama vajalikus suunas.

Mitsurin tuli järeldusele, et taimorganismide päriliku loomuse sügav muutmine on võimalik ainult seemnest kasvatatavatel noortel taimedel — seemikutel. Vastandina pistoksast kasvanud taimele alustab seemik oma arengut algusest, s. o. seemne idanemisest peale ja on seepärast plastilisem, järeleandlikum keskkonna

muutustele ning teda on võimalik kasvatada, mõjutades välistingimustega.

Keskkonna mõjutuste suhtes kõige järeleandlikumad olid erinevaist vanemaist pärinevad hübriid- ehk värdseemikud, millel oli võimalik välja arendada vajalikke omadusi. Seepärast hakkaski Mitšurin laialdaselt kasutama vegetatiivset ja sugulist hübriidisatsiooni, et kõigutada pärilikkuse konservatismi. Juba mõne aasta pärast haljendasid Mitšurini puukoolis õuna-, pirni-, ploomi- ja kirsipuude hübriidseemikud.

Mitšurini peamised saavutused sordiaretuse ja uue selektsiooniteooria väljatöötamise alal ongi tingitud hübriidiseerimise, valiku ja hübriidseemikute suunava kasvatamise rakendamisest.

Suurimat majanduslikku tähtsust evivad Mitšurini järgmised laia leviku osaliseks saanud sordid: õunapuudest «600-grammine antoonovka», «Kandil-kitaika», «Belflöö-ritaika», «Aniis-kitaika», «Varane kuldkitaiika», «Bergamott-renett», «Safran-kitaika»; pirnipuudest «Mitšurini talivõipirn», «Kozlovi võipirn»; kirsipuudest «Põhja ilu» ja «Mitšurini viljakas».

## KOKKUVÖTE

Suur vene teadlane I. V. Mitšurin arendas edasi Darwini õpetust, tõstes selle kõrgemale tasemele. Ta aretas üle 350 uue viljapuu-, marjapõõsa- ja teise kultuurtaimesordi ning töötas välja uue selektsiooniteooria.

Darwin arvas, et inimene võib koguda ja valiku teel tugevdada ainult olemasolevaid, looduse enda poolt pakutavaid muutusi. Mitšurin aga töötas välja meetodid, mis võimaldavad kõigutada pärilikkuse konservatismi ning sellega organismidel esile kutsuda vajalikke muutusi. Ta töötas välja üldbioloogilise õpetuse organismi ja tema elutingimuste ühtsusest.

Mitšurini loominguilises tegevuses eristatakse kolme järku: 1) aklimatiseerimise periood, 2) massilise valiku periood ja 3) hübriidiseerimise ja hübriidseemikute kasvatamise periood. Mitšurini peamised saavutused on seotud sugulise ja vegetatiivse hübriidisatsiooni, valiku ja hübriidseemikute kasvatamise kasutuselevõtuga.

### Küsimusi ja ülesandeid

1. Mida põhimõtteliselt uut tõi bioloogiasse Mitšurini õpetus võrreldes Darwini õpetusega?

2. Jutustage I. V. Mitšurini tegevuse kolmest etapist.

3. Vaadeldge Mitšurini viljapuu- ja marjapõõsasorte kujutavaid tabelleid ja mulaaže.

### Täiendav ülesanne

Lugege läbi I. V. Mitšurini elulugu.

## § 18. Suguline hübriidisatsioon ja domineerivusseadused

**Vanemate tunnuste pärilikkus hübriididel.** Sugulist hübriidiseerimist — ristamist — kasutas Mitšurin selleks, et uutes sortides ühendada soojalembeste võõramaiste sortide ilu ja viljade paremaid omadusi kodumaiste külmakindlate sortide vastupidavusega.

Sugulisel hübriidiseerimisel etendab olulist osa küsimus, kuidas vanemate tunnused kanduvad pärilikkuse teel edasi hübriididele ehk teisiti: millise vanema tunnused hakkavad hübriidil *domineerima*, s. t. ülekaalu omandama.<sup>1</sup>

Domineerivusseaduste tundmisel on väga suur tähtsus selektsioonitöös. Neid uuriski Mitšurin esimesena põhjalikult. Enne teda oli selles küsimuses palju segast, sest paljud õpetlased ei seostanud vanemate tunnuste pärilikkust hübriididel konkreetsete tingimustega, milledes toimub hübriidi areng. Mitšurin käsitas aga organismi pidevas ühtsuses selle elutingimustega.

Mitšurin tegi kindlaks, et hübriidsetes organismides ühenduvad nii isa- kui ka emapoolsed tunnused, kusjuures nende ilmumine oleneb hübriidi arengutingimustest. Seda seaduspärasust võib selgitada järgmise näite varal. Enne Mitšurinit kasvatati Nõukogude Liidus viinapuid ainult maa lõunarajoonides. Soovides aretada head viinamarjasorti, ristas Mitšurin soojalembese ameerika viinamarjasordi «Konkord» metsiku ussuuri viinapuuga, mis kasvades Kaug-Ida taigas talub hästi kuni 40°-seid pakaseid (joon. 57).

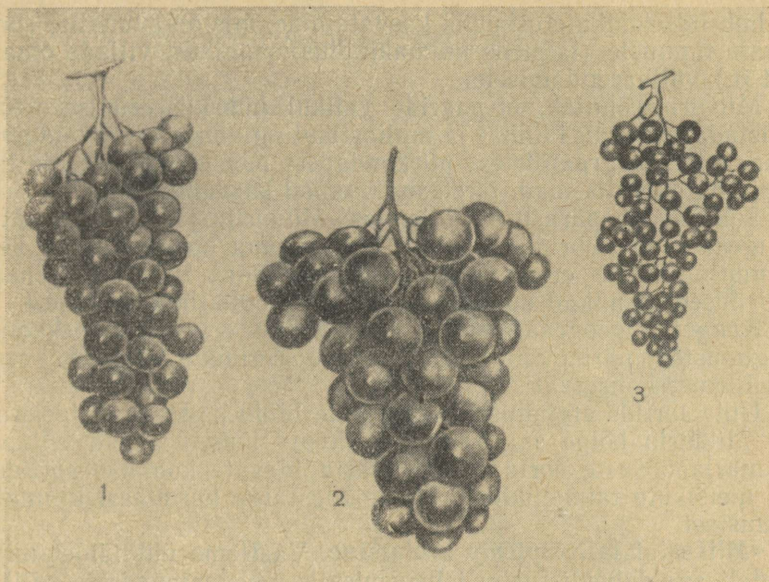
Tekkis küsimus: millised isas- ja emasorganismi tunnused hakkavad hübriidil domineerima (valitsema)? Kas ülekaalu saab ühe vanema külmakindlus või teise vanema soojalembesus?

Mitšurin tegi kindlaks, et hübriidi arengut määravad tingimused, milles teda kasvatatakse. Kui hübriidseemikud satuvad tingimustesse (temperatuur, niiskus, muld, valgustus jt.), milles arenes soojalembene vanem, hakkavad tal domineerima selle vanema tunnused. Vastupidi, kui hübriidseemikuid kasvatatakse karmides kliimaatilistes tingimustes, hakkavad neil domineerima külmakindla sordi tunnused. Kui külvata hübriidseid seemneid parasvööndi kliimas, ühendab hübriid endas mõlema vanema sorditunnused.

Pakkudes hübriidile ühe- või teistsuguseid väliskeskonna tingimusi, võib suunata tema arengut ning, kindlustades ühe või teise vanema tunnuste domineerimise, saada vahepealsete või hoopis uute, vanemail puuduvate tunnustega sorte.

Kasvatades viinapuu hübriidseemikuid Kozlovi linna kliima tingimustes, aretas Mitšurin uue sordi — «Vene konkord», mis oma maitseomadustest ja saagikuselt ei jää maha ameerika sordist ning talub hästi meie keskrajoonide kliimaatilisi tingimusi. Viinapuu kasvatamise piir oli sellega nihutatud tunduvalt põhja poole.

<sup>1</sup> Väljendus «*domineerima*» pärineb ladinakeelsest sõnast *dominor* — valitsema, ülekaalus olema.



Joon. 57. Mitšuurinlik viinamarjasort «Vene konkord» ja ta vanemad.  
 1 — viinamari „Konkord“ (emataim); 2 — „Vene konkord“ (hübriid); 3 — metsik amuuri viinamari (isataim).

Ühe või teise vanema tunnuste domineerimine hübriidil oleneb veel, nagu näitas I. V. Mitšurin, sordi ajaloolise väljakujunemise vanusest ning isa- ja emataime vanusest.

Näiteks õnapuu kultuursordi ristamisel metsõnapuuga hakkavad hübriidil valitsema metsiku vanema tunnused, sest viimane on oma päritolult vanem mistahes kultuursordist. Metsõnapuu pärilikud omadused on juba ammu välja kujunenud; nad on püsivamad, kindlamad kui kultuursortide omadused. Kahe sordi ristamisel avalduvad hübriidil tugevamini selle sordi tunnused, mis on oma päritolult vanem.

Sedasama täheldatakse eri vanusega taimede ristamisel. Noortel viljapuudel, mis õitsevad esimest või teist korda, ei ole sorditunnused veel küllaldaselt välja kujunenud ega kinnistunud. Seepärast kanduvad vanema viljapuu ristamisel noore seemikuga hübriidile suuremal määral esimese vanema tunnused.

Mitšurini poolt uuritud domineerivusseadused avasid avaraid võimalusi organismide pärilikkuse ja muutlikkuse juhtimiseks.

**Uute sortide aretamise mitšuurinlikud meetodid.** Mitšuurinlike sordiaretusmeetodite aluseks on: 1) õige vanematepaaride väljavälimine hübriidiseerimiseks, 2) hübriidseemikute range valik ja

3) hübriidseemikute oskuslik kasvatamine, mis on suunatud soovitatavate tunnuste (taimede külmakindlus, saagikus, viljade omadused jt.) väljaarendamisele.

Mitšurin rõhutab, et paaride valikul hübriidiseerimiseks tuleb eelistada erinevais kliima- ja mullastikutingimuses kasvavaid sorte. Erinevaist geograafilistest piirkondadest pärinevate taimede hübriidid on plastilisemad, järeleandlikumad kasvatamisele.

Selle seaduspärasuse väljendas Mitšurin järgmiselt: «Mida kaugemad on hübriidiseeritavad taimed oma kodukohalt ja keskkonnatingimuste erinevuselt, seda kergemini kohanevad nende hübriidsed seemikud uue kasvukoha keskkonnatingimustega.»

Kaugetest geograafilistest piirkondadest, erinevaist keskkonnatingimustest pärinevate sortide hübriidiseerimine kõigutab nende pärilikkuse konservatismi.

Uute sortide aretamisel Nõukogude Liidu keskväöndi jaoks ristatas Mitšurin kõige sagedamini parimaid lõunapoolseid viljapuuja marjapõõsaste sorte vanade vastupidavate kohalike sortidega või metsikute taimeliikidega Kaug-Ida taiga karmidest kliimatingimustest.

«**Mitšurini talivõipirni**» aretamine. Vaatleme üht näidet, milles eredalt avaldub Mitšurini lähenemisviis vanematepaaride valikule ristamiseks, arvestades organismi ja elutingimuste ühtsust ja domineerivusseadusi.

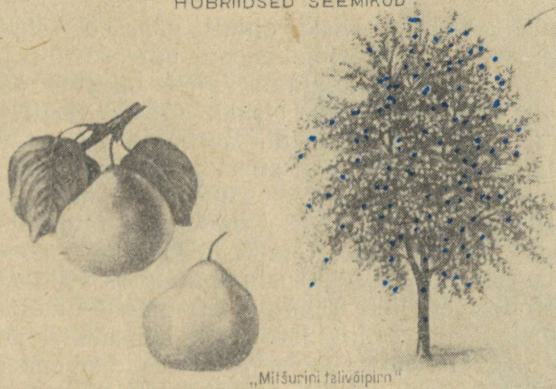
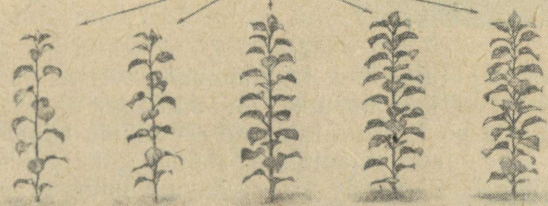
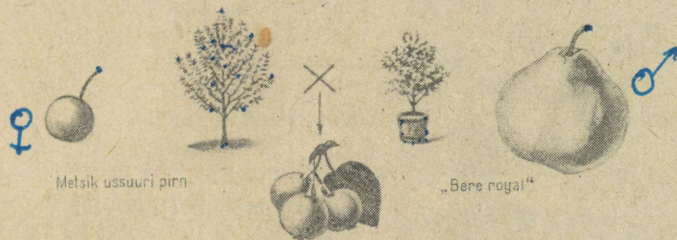
Mitšurin tolmeldas noore kuueaastase metsiku ussuuri pirnipuu õisi kultuursordi, võipirnipuu «Royal» (joon. 58) õietolmuga. Vanemate valikus avaldus domineerivusseaduste peen tundmine Mitšurini poolt. «Royal võipirn» on soojalembene lõunamaine sort, mis pärineb Vahemere rannikult. Tal on ilusad maitsvad viljad, kuid ta ei talu keskväöndi kliimat. Metsik ussuuri pirnipuu kasvab Kaug-Ida taigas. Tema väikesed viljad on kõvad, puised ja vähesobivad toiduks. Seevastu talub metsik ussuuri pirnipuu ka kõige karmi- maid talvi: tema kodumaal on alla 40°-ne pakane tavaline nähe. Mitšurin võttis noore, esmakordselt õitsva metsipirnipuu. Kui võtta ristamiseks vanem puu, kalduvad hübriidid liiga tugevasti metsiku vanema suunas. Metsiku liigi mõju on aga nõrgem noore seemiku puhul. Vastupidi, hübriidiseerimiseks kasutatud võipirnipuu eksemplar oli kasvatatud pistoksast; stadiaalselt oli ta vanem ussuuri pirnipuu seemikust.

Hübriidsetest seemnetest kasvatatud seemikuist valis I. V. Mitšurin välja parima taime, mis andiski aluse esmajärgulisele sordile — «Mitšurini talivõipirnille». 17-aastane puu annab ligi 200 kg vilju; mõned viljad kaaluvad kuni 300 g.

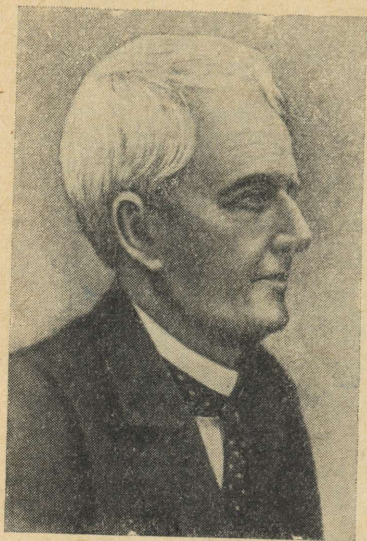
**Kaughübriidiseerimine.** Suurt tähtsust etendas I. V. Mitšurini aretustöös eri liiki taimede hübriidiseerimine. Sel- list ristamist nimetatakse liikidevaheliseks ehk kaughübriidiseerimiseks.

Juba Darwin osutas suurtele võimalustele kaughübriidiseerimise

# LIIKIDEVAHELINE RISTAMINE



Joon. 58. Pinnisordi «Mitsurini talivõipirn» aretamine.



Luther Burbank (1849—1926)

alal. Ta arvas, et paljude meie koduloomade (veiste, koerte, kitsede ja paljude teiste) väljakujunemisel on etendanud olulist osa mitmesuguste, inimeste poolt kasvatatavate eri liikide hübriidiseerimine. Nii juhtis ta tähelepanu asjaolule, et mõned küttijate hõimud hübriidiseerisid oma koeri nende vastupidavuse suurendamiseks huntidega.

XIX sajandil kasutasid siiski ainult vähesed seleksionäärid teadlikult liikidevahelist hübriidiseerimist uute sortide ja tõugude saamiseks. Üks selliseid aretajaid-darviniste oli andekas ameerika aiandusteadlane Luther Burbank (1849—1926). Ta aretas näiteks ploomi ja virsiiku hübriidi. Burbanki kuulus vaarika ja pampli hübriid annab erakordselt suuri, kuni 7,5 cm pikkusi vilju (joon. 59). Mitsurin hindas kõrgelt Burbanki töid.

Varem valitses veendumus, et mitmesuguste taime- ja loomaliikide hübriidiseerimine ei ole võimalik ja kui see õnnestubki, siis hübriidid jäävad viljatuteks. Mitsurin kummutas selle väite, töötades välja meetodeid eri liiki isendite ristamatuse ületamiseks.

Mitsurin pani tähele, et liikidevaheline hübriidiseerimine õnnestub paremini siis, kui emataimeks võtta mitte puhas sort, vaid noor, esmakordselt õitsev hübriid. Hübriidsetel taimedel, eriti noores eas, on pärilikkuse konservatism nõrgem, mistõttu nad assimileerivad kergemini teise bioloogilise liigi õietolmu.

Suurem praktiline tähtsus on kahel järgmisel eri liikide ristamatuse ületamise meetodil.

Esimene meetod — õietolmu segu kasutamine. Isavanema õietolmule lisatakse veidi emataime tolmu; see soodustabki õie viljastamist võõra tolmuaga. Mõnikord kasutas Mitsu-

rin emataime tolmeldamiseks isataimeliigi mitme sordi õietolmu segu. Näiteks hübriidiseerides õuna- ja pirnipuud, tolmeldas ta õunapuu õisi mitme pirnipuusordi õietolmu seguga (joon. 60). See võte kindlustaski viljastumise, mis ei õnnestu, kui kasutada ainult ühe mingisuguse pirnipuusordi õietolmu.

Teine meetod — eelnev vegetatiivne lähendamine. Taimed, mida soovitakse hübriidiseerida, valmistatakse selleks ette eelneva pookimise teel. Mitu hübriidseemikute pookoksa poogitakse teist liiki puu võrresse. Mõne aasta vältel arenevad pookoksad pookealuse mõju all. Aluse ja pookoksa vastastikuse ainevahetuse tõttu taimed «lähenevad» teineteisele. Nagu väljendas Mitšurin, «need taimed harjusid teineteisega oma elutalilustes». Mõne aasta pärast õitsemisajal toimubki aluse ja pookoksa suguline hübriidiseerimine.

Näiteks pihlaka ja pirnipuu tavaline ristamine ei õnnestu. Selleks, et saavutada tulemusi, on vaja eelnevalt neid vegetatiivselt lähendada. Pirnipuu võrresse poogitakse musta- ja punaseviljase pihlaka hübriidi pookoksad. Pookoksa (pihlaka) pärilikkus hakkab aluse (pirnipuu) mõjul kõikumama, mille tõttu õnnestubki tolmeldada pihlaka õisi pirnipuu õietolmuga (joon. 61).

Kaughübriidiseerimise teel aretas I. V. Mitšurin üle saja uue sordi. Nii ta sai näiteks aprikoosi ja ploomi, hapu- ja maguskirsi, meloni ja kõrvitsa, mitmesuguste viinapuuliikide ja teiste taimede vahelisi hübriide.

## KOKKUVÕTE

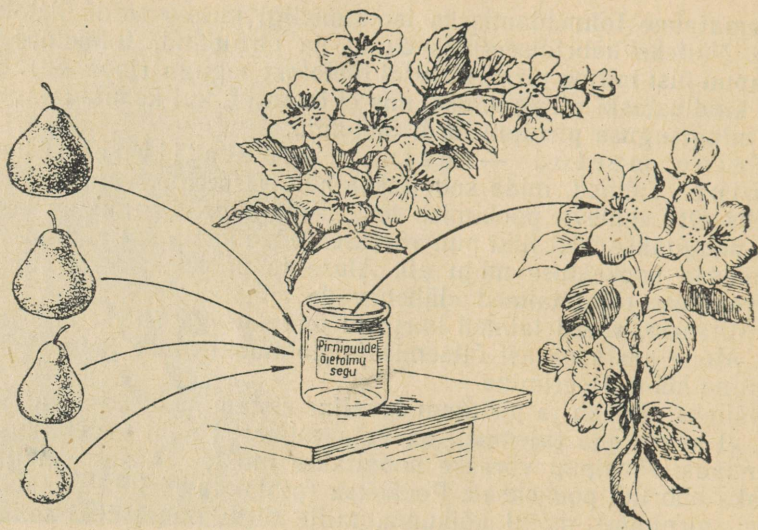
Kasutades sugulist hübriidiseerimist, selgitas Mitšurin domineerivusseadusi. Selgus, et vanemate ühe- või teistsuguste omaduste ilmnemine oleneb hübriidide kasvatamise tingimustest, vanemateks olevate sortide ajaloolisest east ja ristamiseks võetud isendite individuaalsest vanusest.

Nende seaduste tundmine võimaldab sihikindlalt muuta organismide pärilikku loomust.

Paaride valikul hübriidiseerimiseks eelistas Mitšurin sorte, mis kasvavad erinevates looduslikes tingimustes (eriti teineteisest geograafiliselt kaugetes piirkondades). Selliste sor-



Joon. 59. Luther Burbanki poolt aretatud hiiglasuure viljaga vaarikas, mis on vaarika ja pampli hübriid.



Joon. 60. Õunapuu õite tolmeldamine erinevate pirnisortide õietolmuga.

tide ristamisel saadavatel hübriididel on eriti suur plastilisus, nende pärilikkuse konservatism on kõigutatud ja nad alluvad seetõttu kõige kergemini kasvatusel mõjule.

Uute sortide aretamiseks kasutas Mitšurin sageli liikidevahelist hübriidiseerimist. Ta töötas välja rea meetodeid ristamatuse ületamiseks liikidevahelisel hübriidiseerimisel (eriti õietolmu segu kasutamise meetodi ja eelneva vegetatiivse lähendamise meetodi).

#### Küsimusi

1. Millist osa I. V. Mitšurini töödes etendas suguline hübriidiseerimine?
2. Missugused pärilikkuse seaduspärasused avastas Mitšurin?
3. Millistest kaalutlustest juhendus Mitšurin vanematepaaride valikul hübriidiseerimiseks?
4. Kuidas aretati «Mitšurini talivõipirn»?
5. Missuguseid meetodeid kasutas Mitšurin liikidevahelisel hübriidiseerimisel ristamatuse ületamiseks?

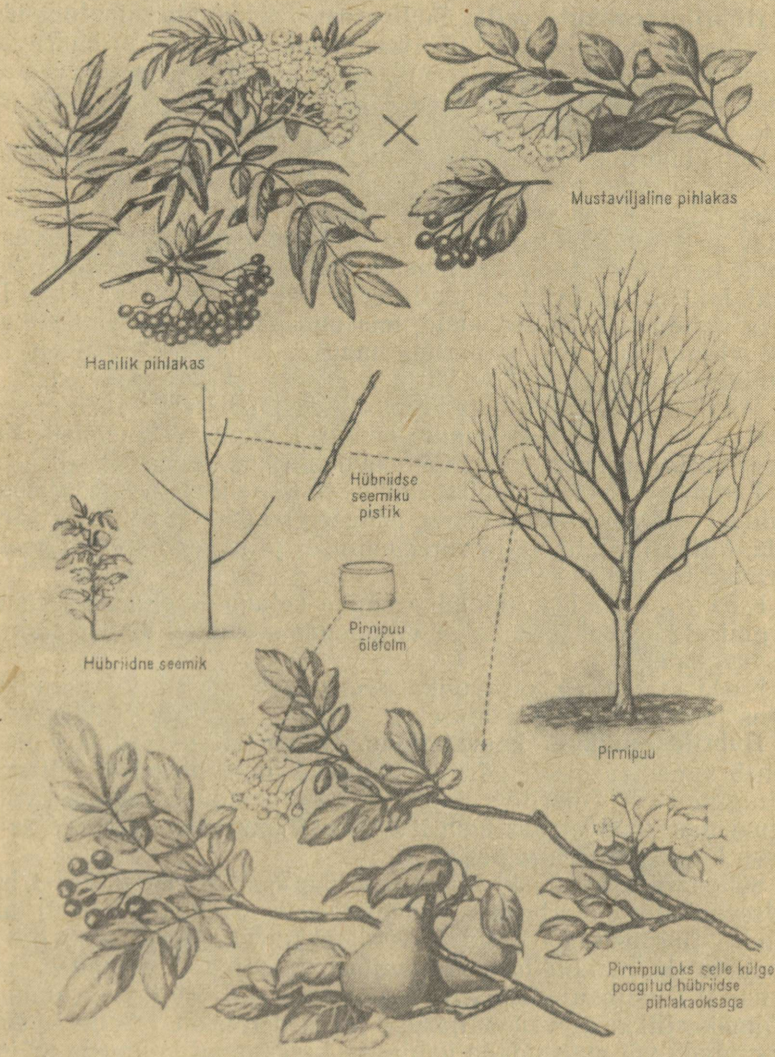
#### Täiendav ülesanne

Lugege Mitšurini teost «Töö printsiibid ja meetodid».

### § 19. Hübriidseemikute valik ja kasvatamine

Uute sortide aretamistöös on I. V. Mitšurini hübriidiseerimine lahutamatu seotud valiku ja hübriidseemikute suunatud kasvatamisega sellistes tingimustes, mis soodustavad soovitatavate sordi-

# EELNEVA VEGETATIIVSE LÄHENDAMISE MEETOD



Joon. 61. Pihlaka ja pirni hübriidiseerimine eelneva vegetatiivse lähendamise kasutamisega.

omaduste väljakujunemist. Selline tööprintsip tuleneb loogiliselt teaduslikest seisukohtadest organismi ja elutingimuste lahutamatu seose kohta.

**Hübriidseemikute valik.** Selle asemel et külvata sadu tuhandeid massiliseks valikuks vajalikke seemikuid, sai Mitšurin hübriidiseerimise kaasabil kümneid seemikuid, mis ligilähedaselt vastasid tema soovile, ja nendega ta teostaski edasise valiku ja kasvatamise töö.

Kõik hübriidseemneist kasvanud seemikud ei ole ühesugused. Näiteks õrnade võõramaiste pirnipuusortide ristamisel ussuuri metspirnipuuga omas ainult osa hübriide suuri vilju ja oli vastupidav pakasele. Teised seemikud olid halbade viljadega või ei olnud karmides kliimatingimustes külmakindlad. Seepärast teostaski Mitšurin hübriidseemikute seas individuaalset valikut. Tuii välja valida sellised seemikud, mis olid pärinud võõramaiste sortide viljade suuruse ja parima maitse, kohalike sortidelt aga külmakindluse (joon. 62 ja 63).

Mitšurin teostas valikut tavaliselt neljal korral.

Esimene valik toimub pärast seemnete idanemist. Valitakse välja parimad, suurimate idulehtedega seemikud.

Teine valik toimub seemiku esimese eluaasta vegetatsiooniperioodi viimasel kuul enne lehtede langemist või kohe pärast seda. Mitšurin valis välja võrse ehituse ja lehtede arengu poolest parimad taimed.

Kolmas valik toimub seemiku kolmanda eluaasta sügisel. Järgmisel kevadel istutatakse viljapuude seemikud ümber alalisele kasvukohale.

Neljas valik on lõplik; see toimub pärast viljakandvuse algust viljade omaduste alusel.

**Hübriidseemikute kasvatamine.** Domineerivusseaduste põhjal oleneb vanemate poolt päritud tunnuste ilmumine hübriidi arengutingimustest. Hübriidis ilmnevad need omadused, millede väljakujunemist soodustasid ümbritseva keskkonna tingimused taime kasvu kõige varasemal perioodil.

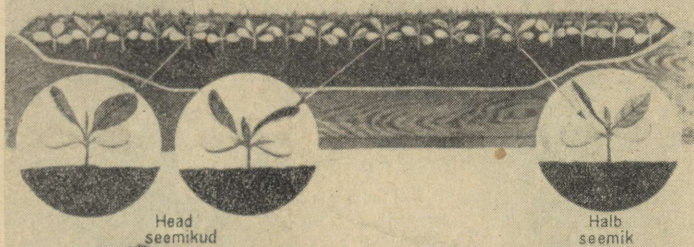
Sellepärast omistaski Mitšurin erakordselt olulist tähtsust hübriidseemikute otstarbekale kasvatamisele. Seemikule tuleb luua sellised tingimused, mis soodustaksid tulevase sordi soovitatavate tunnuste (külmakindluse, suureviljasuse, viljade hea maitse, saagikuse jt.) väljakujunemist ja takistaksid ebasoovitatavate tunnuste (külmakartlikkuse, väikeviljasuse jt.) esiletulekut. Selleks tuleb kõrvaldada või mahendada kahjulike keskkonnatingimuste mõju ja soodustada kasulike mõjulepääsu.

Seemikute arengut mõjutavad mitmesugused ümbritseva keskkonna tegurid: mulla struktuur ja lõimis, taimede toitumise režiim, niiskushulk, temperatuur, valgustus, tuul jt.

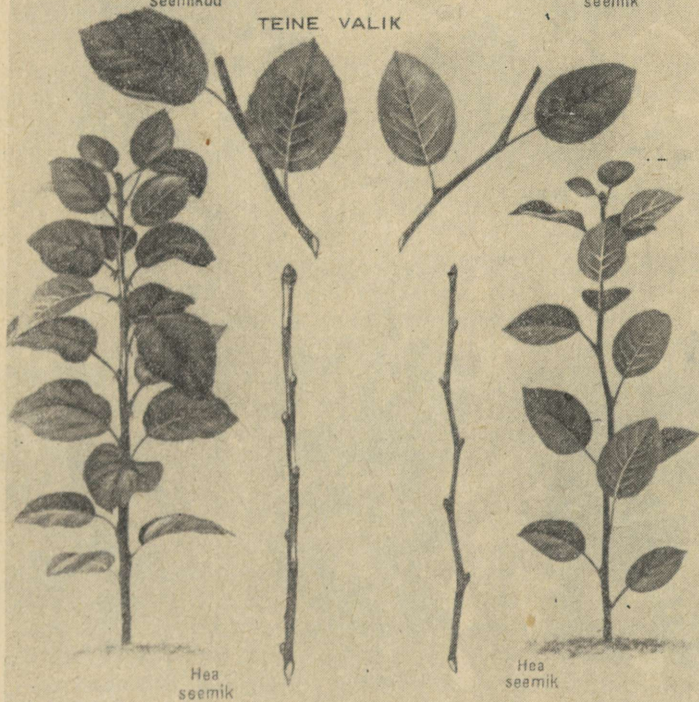
Mitšurin täheldas, et näiteks tugev tuul mõjutab ebasoodsalt õuna- ja pirnipuu seemikute arengut. Sellepärast peavadpeenrad

# HÜBRIIDSETE SEEMIKUTE VALIK

## ESIMENE VALIK



## TEINE VALIK



Joon. 62. Hübridseemikute esimene ja teine valik (Mitšurini järgi).

# HÜBRIIDSETE SEEMIKUTE VALIK

## KOLMAS VALIK



Hea seemik

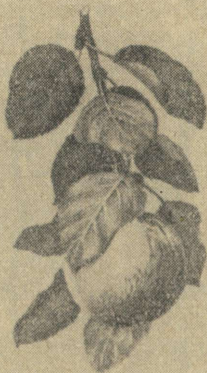


Halb seemik

## NELJAS VALIK



Palju suuri vilju  
(väga hea sort)



Viljad on suured, kuid  
neid on vähe  
(keskmine sort)



Väikesed viljad  
(halb sort)

Joon. 63. Hübridseemikute kolmas ja neljas valik (Mitšurini järgi).

seemikute kasvatamiseks paiknema tuulest varjatud kohtades. Tuleb vältida mulla läbikuivamist ja mulda on vaja õigeaegselt kobestada, kõrvaldada umbrohtusid ning teostada kahjurite ja haiguste tõrjet. Kahjurid ja haigused häirivad lehestiku normaalset talitlust, millest oleneb taimorganismi areng.

Uute viljapuu- ja marjapõõsasantortide aretamisel meie kodumaa keskviõõndile pidi Mitšurin erilist tähelepanu osutama seemikute külmakindluse kasvatamisele. Selleks külvas Mitšurin viljapuusortide hübriidseed seemned talveks kastidesse, kaevas need aias mullapinnani lumme ja hoidis neid seal kuni kevadeni. Ta märkas, et hübriidsete õuna- ja pirnipuude noorte seemikute kasvatamine rammusal huumusrohkel hästiväetatud mullal kutsub esile nende nõrgenemise: seemikute võrsed puituvad halvasti ja nad külmuvad kergesti. Mitšurin kaotas sadu paremaid seemikuid külmakahjustuste tõttu, kuni ta hakkas neid külvama ja pikeerima<sup>1</sup> kehva liivsavimullaga peenardele.

Selgus, et hübriidseemikute vastupidavuse suurendamiseks ebasoodsaile kliimatingimustele tuleb neid kasvatada «spartalikes» oludes, kehvall mullal.

Teinud selle olulise tähelepaneku, viis Mitšurin kogu oma puukooli mustmullamaalt uuele, vaesele liivase pinnasega kohale. «Muidu ma polekski saavutanud edu uute viljapuusortide aretamisel...» kirjutas ta.

Esimesel pilgul tunduvad need järeldused paradoksaalsetena. Kõigile on ju teada, et rikkalik väetis soodustab taimede kasvu. Mitšurin aga hakkas väetisi kasutama alles hübriidide sellest arenguastmest peale, mil neil toimub õiepungade väljakujunemine. Selleks ajaks on taimorganism juba välja kujunenud ja tugevnenud. Siis ei avalda väetamine enam hellitavat mõju, vaid hoopis soodustab saagikust ja võimaldab suurte viljade arenemist. «Aed peab andma vilju toiduks, mitte aga puid kütteks,» ütles Mitšurin.

Oleks viga, kui arvaksime, et «sparta kasvatus»<sup>2</sup> annab häid tulemusi igal juhul. Selline kasvatus on kohane hübriidseemikutele, mis on saadud kahe kultuursordi ristamise tulemusel. Kui kasvatada kehvall pinnasel hübriidseemikuid, mis on saadud metsiku puu ristamisell kultuursordiga (näiteks metsõõnapuu ristamisell mõne kultuurõõnapuusordiga), siis on tulemus negatiivne. Kuigi seemiku külmakindlus tõesti tõuseb, hakkab selline «sparta kasvatus» soodustama metsiku puu tunnuste väljakujunemist ja kultuursordi omaduste allajäämist. Sellise hübriidi kasvatamine

---

<sup>1</sup> *Pikeerimine* — taimede tõusmete ümberistutamine selleks, et neile luua paremaid kasvatingimusi (suuremat toitepinda).

<sup>2</sup> «*Sparta kasvatus*» — kasvatamine hellitamisetä, karmides tingimustes. Nimetus tuleb Vana-Kreeka riigist Sparta, mille elanikke harjutati lapsepõlvest alates karmile eluviisile ja vastupidavusele.

aga kultuursemates agrotehnilistes tingimustes, küllaldaselt väetatud mullal, vastupidi, hakkab soodustama kultuursordi tunnuste ja omaduste domineerivust ja metsiku vanema tunnuste mahasurumist.

See näide kinnitab veelkordselt vajadust pidevalt arvestada organismi ja tema elukeskkonna ühtsust ning domineerivusseadusi.

## KOKKUVÕTE

Mitšurin ühendas hübriidseerimise hübriidseemikute suunatud kasvatamise meetodiga.

Massilise valiku asemel tuhandeist isendeist, mida kasutasid aretajad Mitšurini-eelsel perioodil, teostas Mitšurin individuaalset valikut piiratud hübriidseemikute arvust. Tavaliselt ta teostas valikut neli korda seemiku elu mitmesugustel perioodidel.

Soovitavate sordiomaduste väljakujundamiseks hübriidseemikutel andis Mitšurin neile vajalikke keskkonnatingimusi. Sellisel viisil püüdis Mitšurin hübriidseemikutes ühendada lõunapoolsete sortide head omadused ja põhjapoolsete sortide vastupidavuse ebasoodsaile ilmastikutingimustele.

### Küsimusi

1. Kuidas Mitšurin teostas hübriidseemikute valikut?
2. Kuidas Mitšurin kasvatas hübriidseemikuid?
3. Kuidas Mitšurin võttis arvesse domineerivusseadusi hübriidseemikute kasvatamisel?

## § 20. Vegetatiivne hübriidseerimine ja mentori meetod

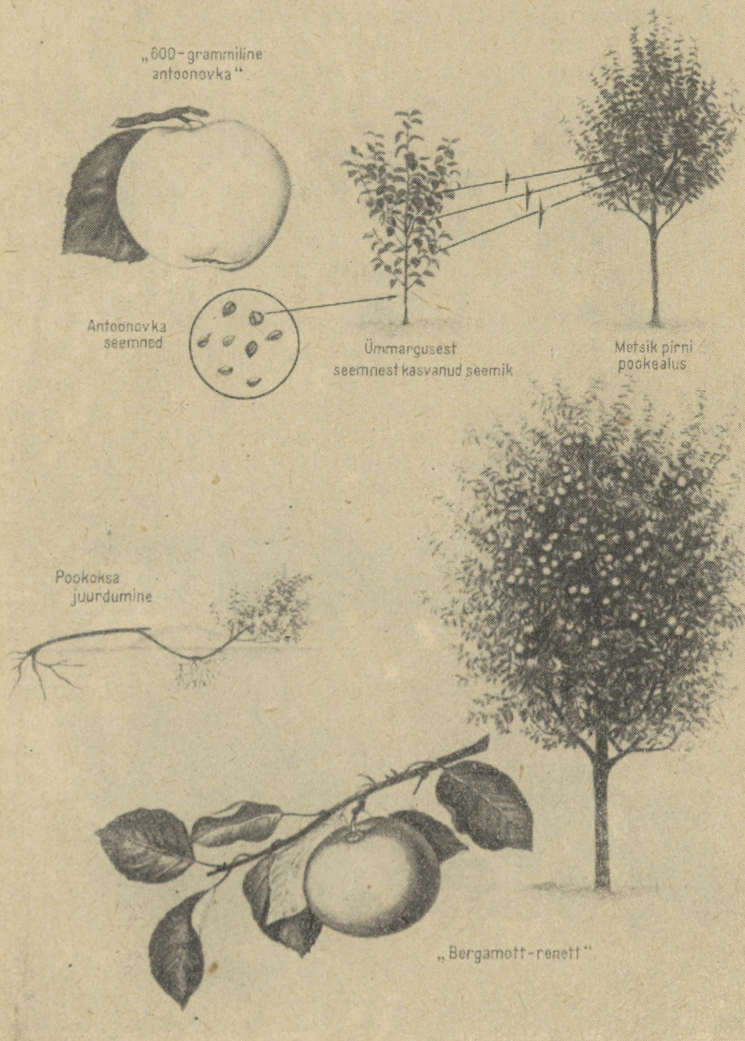
**Vegetatiivne hübriidseerimine.** Aianduses on ammust ajast kasutusel taimede vegetatiivne paljundamisviis. Väärtuslikke viljapuusorte paljundatakse mitte ainult pistokste abil, vaid ka võrsete või pungade (nn. «silmade») pookimisega mitmesugustele alustele. Nii näiteks poogitakse sageli paremaid puukoolist saadud õuna- ja pirnipuusorte kohalikest metsõuna- ja pirnipuu seemneist kasvanud alustele. Mõnikord kuulub alus mitte ainult teise sordi, vaid isegi teise taimeliigi hulka. Nii poogitakse pirnipuud tihti küdooniale, ploomi- ja aprikoosipuid laukapuule.

Mõnel juhul muutuvad aluse ja pookoksa vastastikuse mõju tulemusel nende omadused ja nad omandavad hübriididele omased jooned.

Vegetatiivse hübriidseerimise nähtusi taimedel on põhjalikult uurinud Mitšurin.

Vegetatiivse hübriidi saamise tüüpiliseks näiteks on hübriidse õunapuusordi «Bergamott-renett» aretamine. Mitšurin pookis «Poolteisenaelase antoonovka» aastase seemiku pungad («silmad») kolmeaastase metspirnipuu võrresse (joon. 64). Kahe aasta

# VEGETATIIVNE HÜBRIDISATSIION



Joon. 64. Õunapuu ja pinnipuu vegetatiivse hübriidi «Bergamott-reneti» aretamine.

## MENTORI MEETOD



Joon. 65. Kirsisordi «Põhja ilu» aretamine sugulise hübriidisatsiooni teel koos mentori meetodi kasutamisega.

jooksul arenes pirnipuualusel õunapuu võra. Pirnipuu võra kõrvaldati aja jooksul täiesti. Pirnipuust aluse mõjul segunesid õunapuu võras nii pirni- kui ka õunapuu omadused. Nüüd laskis Mitšurin õunapuu võra selles kohas, kus ta oli pirnipuuga kokku kasvanud, iseseisvalt juurduda. Neli aastat pärast pookimist andis noor puu vilju, mis ühendasid õuna ja pirni omadusi: nad meenusid kujult nii õuna kui ka pirni. Nende viljade seemneist kasvanud seemikud säilitavad oma hübriidse omapära.

«Bergamott-renetti» kasvatatakse Vene NFSV kesk- ja idarajoonides. Talle on omane külmakindlus ja kõrge saagikus. 12-aastased puud annavad kuni 180 kg vilju.

**Mentori meetod.** Mitšurin kasutas sortide parandamiseks vegetatiivset hübriidisatsiooni, rakendades selleks tema poolt väljatöötatud mentori meetodit.

Mentori meetod seisneb selles, et sorti parandatakse või viimistletakse teise sordi abil, mis on mentoriks ehk «kasvatajaks». Parandatava sordi pookoksad või pungad poogitakse mentori võrasse, et arenevad võrsed alluksid aluse mõjule. Mõnikord on mentoriks mitte alus, vaid poogend.

Tavaliselt eelneb mentori kasutamisele kahe sordi suguline või vegetatiivne hübriidiseerimine, sest et noored hübriidseemikud alluvad kergemini kasvatusel.

Toome ühe näite mentori kasutamise kohta.

Mitšurin tolmeldas hapukirsipuu «Vladimiri varane» õisi maguskirsipuu «Winkleri valge» õietolmuga. Selle ristamise tulemusel kujunenud seemnest kasvanud hübriidseemik hakkas neljandal aastal esmakordselt viljuma. Tema viljad olid suured, valged. Mitšurin nimetas hübriidi «Valgeks murelik». Ta paljundas seda sorti, silmistades hübriidseemikut tavalisele punaseviljasele kirsipuule. Alusel kasvanud valge mureli oksad hakkasid kandma ilusa roosa värvusega vilju. Viljade värvus oli muutunud sellepärast, et pookoksa («Valge mureli») ja aluse («Punaseviljase kirsipuu») vahel oli toimunud läbi juhtkimpude toitelahuste vahetus. Poogendile ja sellele tekkinud viljadele mõjusid ained, mille töötas välja alus — punaseviljane kirsipuu. Selle tulemusel värvusidki valged viljad roosaks. Mitšurin nimetas uue kirsisordi «Põhja iluks» (joon. 65 ja VI tahvel). See esmaklassiline sort on väga vastupidav külmadele ja haigustele ning teda kasvatatakse kõikides Nõukogude Liidu keskvööndi rajoonides.

Mitšurin kasutas mentori meetodit viljapuude mitmesuguste omaduste parandamiseks: viljumise kiirendamiseks, saagikuse suurendamiseks, viljade kuju, suuruse ja värvuse muutmiseks, viljade maitse parandamiseks ja neis suhkrusisalduse tõstmiseks, sordile tugeva külmakindluse andmiseks jne.

Mitšurin rõhutab, et mentoriks on vaja võtta vana, väljakujunenud sort, mille omadused oleksid «tugevamad» noore «ümberkasvatava» hübriidseemiku omadustest.

**Õunapuusordi «Kandil-kitaika» aretamine.** Vaatleme üht näidet, mille puhul suguline hübriidiseerimine oli ühendatud mentori meetodiga.

Mitšurin otsustas aretada uue õunasordi, mis oma viljade väärtuselt ei jääks maha parimast krimmi sordist «Kandil-sinap». Ta hübriidiseeris selle õrna soojalembese krimmi sordi külmakindla sordiga «Kitaika». «Kitaika» õisi tolmeldati «Kandil-sinapi» õietolmuga (joon. 66). Hübriidseist seemneist kasvanud seemikud sarnanesid «Kandil-sinapile» ning talusid halvasti külma. Selleks et tugevdada hübriidi külmakindlust, pookis Mitšurin parima hübriidseemiku «silmad» emapuu — «Kitaika» — võrasse. Silmistamine õnnestus ja aluse mõjul, mis etendas mentori osa, omandas poogend külmakindluse. «Kitaika» järelejäänud oksad kõrvaldati ja neid asendas hübriidi võra. Mentori («Kitaika») okste kõrvaldamine toimus mitte korraga, vaid aegamööda, rea aastate jooksul. See oli vajalik selleks, et mentor saaks oma lehtedes väljatöötavatavate toitainete abiga tugevamini mõjutada ümberkasvatavat hübriidi.

Nii kujuneski uus sort, mille Mitšurin nimetas «Kandil-kitai-kaks». Viljade ilult ja maitset on see üks suurepärasemaid Mitšurini õunapuusorte. Ta kasvab hästi Ukrainas, Põhja-Kaukaasias. Tema viljad on suuremad kui krimmi «Kandil-sinapil» — nad kaaluvad kuni 200 g.

## KOKKUVÕTE

Mitšurin näitas, et pookimise teel on võimalik saada vegetatiivseid hübriide. Uute sortide aretamisel ta kasutas sugulise hübriidiseerimise kõrval ka vegetatiivset hübriidiseerimist. Mitšurin kasutas vegetatiivset hübriidiseerimist sortide parandamiseks, töötades välja mentori («kasvataja») meetodi. Mentoriks võib olla nii alus kui ka poogend. Kasutades seda meetodit võib viimistleda mitmesuguseid sordiomadusi: külmakindlust, saagikust, viljade suurust, värvust, maitset jm.

### Küsimusi ja ülesandeid

1. Milles seisneb taimede vegetatiivne hübriidiseerimine ja missugune tähtsus tal on?
2. Mis on mentori meetod? Missugune tähtsus on tal vanade ja uute aretatavate sortide omaduste parandamisel? Tooge mentori kasutamise näiteid.

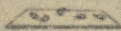
### Täiendavaid ülesandeid

1. Viige läbi praktilise tööna ühe- ja mitmeaastaste taimede mitmesuguste pookimisviiside tundmaõppimine.
2. Rajage poogendi ja pookealuse vastastikuse mõju uurimise katsed tomatil, aedoad ja toataimedel.
3. Organiseerige konverents teemal «Kuidas me kasutame Mitšurini meetodeid kooli õppekatseaias».

# MENTORI MEETOD



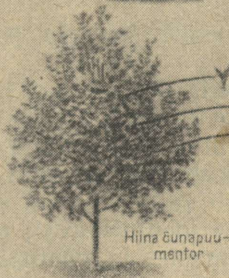
Hiina õunapuu



Hübriidsed seemned



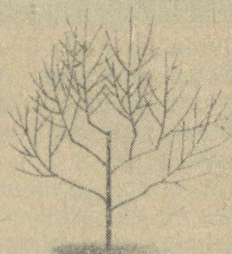
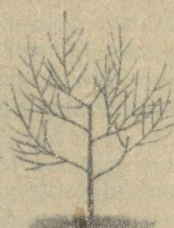
Kandil-sinap



Hiina õunapuu-mentor



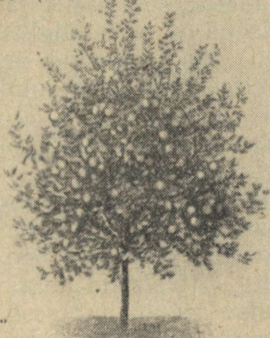
Hübriid seemikud



Mentori krooni asendamine oksstega, mis on arenenud poegitud pungadest (skeem)



„Kandil-kitaika“



Joon. 66. Õunasordi «Kandil-kitaika» aretamine sugulise hübriidsatsiooni teel koos mentori meetodi kasutamisega.

## § 21. Organismide stadiaalse arenemise teooria

Üheks olulisemaks teoreetiliseks üldistuseks, mis on tulenenud I. V. Mitsurini õpetuse edasiarendamisest, on organismide stadiaalse arenemise teooria. See töötati välja I. V. Mitsurini töö jätkaja akadeemik Trofim Denissovitsš Lõssenko ja tema õpilaste poolt. Selle teooria väljatöötamisel olid peamiseks uurimisobjektiks teraviljad, eriti kõrrelised. Selle teooria üldised seisukohad on aga rakendatavad mitte ainult kõikide taimede, vaid teataval määral ka loomade kohta.

Tutvume organismide stadiaalse arenemise teooria põhiseisukohtadega.

**Organismi nõuded keskkonnatingimuste suhtes.** Eri taime- ja loomaliikide nõuded keskkonnatingimuste suhtes on erinevad.

Näiteks on hirss soojalembene taim, mis ei vaja palju niiskust ja talub hästi põuda. Kaer on, vastupidi, külmakindel, kuid niiskuse-nõudlik ja põuahell taimeliik. Riis nõuab valgust ja on sedavõrd niiskuselembene, et teda tuleb kasvatada üleujutatavail põldudel. Riis ei saa kasvada hirsile sobivais tingimustes ja, vastupidi, hirss ei suuda kasvada üleujutatud põldudel.

Sedasama võime öelda ka loomade kohta. Näiteks hobusele on loomulikuks arenguks ja elutegevuseks vajalikud hoopis teised söötmis-, pidamis- ja hooldamistingimused kui näiteks kanale, kitsesele või seale.

Iga taime- ja loomaliigi nõuded teatavate keskkonnatingimuste suhtes on välja kujunenud ajalooliselt nende põlvnemisloo kestel. Näiteks palavatelt maadelt põlvnevad kultuurtaimed, nagu puuvill, on väga soojusnõudlikud ja külmuvad kergesti. Kultuurtaimede kõrgete saakide saamiseks ja koduloomade suure produktiivsuse saavutamiseks on hädavajalik luua sellised agro- ja zootehnilised tingimused, mis vastaksid nende nõudlustele.

Kuna eri taime- ja loomaliigid elavad erinevais keskkonnatingimustes, kujuneb neil välja ka erinev ainevahetuse tüüp. See põhjustabki erinevaid nõudlusi kasvuks ja arenguks vajalike keskkonnatingimuste suhtes.

**Organismide arengu stadiaalsus.** Seemnete külvist kuni seemnest kasvanud taimede viljumiseni läbib iga taim *individuaalse* (isendi) arengu protsessi. Sedasama võib öelda ka loomade kohta. Kana areng viljastatud munast täiskasvanud isendini on samuti individuaalse arengu protsess.

Akadeemik T. D. Lõssenko tõestas, et mitte ainult eri taimeliikidel (hirss, riis, nisu, oder jt.), vaid ka samal organismil (näiteks nisutaimel) on nõuded keskkonnatingimuste suhtes isendi arengu- loo eri etappidel erinevad. Oma individuaalse arengu käigus läbib iga organism mitmesugused staadiumid, millede vältel nõuded arengutingimuste suhtes on erinevad.

Stadiaalse arengu teooria töötati välja peamiselt üheaastaste

Akadeemik T. D. Lössenko.



taimede materjalil. Selgus, et üheaastastel taimedel on kaks arengustaadiumi: *jarovisatsioonistaadium* ja *valgusstaadium*.

**Jarovisatsioonistaadium.** Paljud üheaastaste kultuurtaimede liigid (rukis, nisu, oder) jagunevad suvi- ja talisortideks. Suvisordid külvatakse kevadel, talisordid — suve lõpul või sügise algul.

Talisortide kevadisel küvil, vaatamata sellele, et on olemas head tingimused taimede kasvuks (soodus temperatuur, niiskus, valgus), ei suuda taim läbida teatavat arengutaset, mis on vajalik viljumisorganite tekkeks. Ilmselt ei saa taim kevadel põllul vajalikke tingimusi selle staadiumi läbimiseks.

Talisordi taim saab neid tingimusi ainult siis, kui seemned külvatakse enne talve. T. D. Lössenko tõestas, et taim läbib sel juhul erilise arenguastme — *jarovisatsioonistaadiumi*. Selle staadiumi läbimiseks vajavad taliviljad madalamat temperatuuri kui suviljad. Kui taliviljad külvata sügisel, siis saavad nad põllul kõiki vajalikke tingimusi jarovisatsioonistaadiumi läbimiseks. Kui aga külvata samad sordid kevadel, jääb taliviljadel puudu madalatest temperatuuridest; taimed moodustavad lehti, kasvavad hästi, kuid ei hakka viljuma, sest vajalike tingimuste puudumise tõttu nad ei läbinud jarovisatsioonistaadiumi.

**Jarovisatsiooni agrovõte.** Taimed võivad läbida jarovisatsioonistaadiumi ka kunstlikult loodud tingimustes.

Näiteks kui talvel laotada talinisu terad kuuri alla, niisutada neid veega, vahetevahel segada (et õhk ligi pääseks) ja hoida neid temperatuuris  $0 - +3^{\circ}$  35 kuni 50 päeva vältel (olenevalt sordist), siis külvates neid kevadel hakkab selline talinisu arenema samuti nagu suvinisu. Nisutaimeid hakkavad hästi kasvama, arenevad nor-



Joon. 67. Kevadel külvatud jaroviseerimata ja jaroviseeritud seemnetest kasvanud talinisu.  
 Numbrid taimede all näitavad seemnete külvieelse jaroviseerimise päevade arvu.

maalselt, luues päid, ning annavad head saaki (joon. 67). Sellist seemnete külvieelset töötlemist nimetatakse *jaroviseerimiseks*.

Joonisel 67 on kujutatud rida talinisu taimi, mis on üles kasvatatud sama sordi seemneist. Kuigi kõikide seemnete külv toimus kevadel samal päeval, taimed, nagu näha, ei ole ühesugused. Millest on see tingitud? Asi on selles, et seemned enne külvi jaroviseeriti, kuid jarovisatsiooni aeg oli eri seemnel erinev. Joonise vasakus osas kujutatud taim kasvas jaroviseerimata seemnest, järgmised taimed (joonisel vasakult paremale) kasvasid seemneist, mis jaroviseerusid 5, 10, 15, 20 ja enama päeva vältel. Selgub, et kui selle sordi seemned jaroviseerusid lühema aja vältel kui 36 päeva, ei loonud neist kasvanud taimed pead, kuigi moodustasid rohkesti haljasmassi. 36—51 päeva jaroviseerunud seemneist kasvanud taimed arenevad hästi ja viljuvad normaalselt.

Mis toimub seemnetega külvieelse jarovisatsiooni käigus? Seemnes asetsev, äsja kasvama hakanud idu läbib sel perioodil jarovisatsioonistaadiumi. Looduslikes tingimuses, põllul, talivilja-taim oleks läbinud selle staadiumi vaid siis, kui seeme oleks välja külvatud talveks (sügisel).

**Valgusstaadium.** Nisu, rukki ja teiste teraviljade jaroviseeritud talisordid saavad normaalselt areneda ja luua pead ainult siis, kui nad on külvatud kevadel või suve algul. Külvates neid suve teisel poolel, ei kannu taimed vilja ja ei erine väliselt jaroviseerimatuist. Vaatamata soodsale temperatuurile on neil taimedel puudus veel

mingisugustest tingimustest, mis ei võimalda neil jarovisatsiooni-  
staadiumile järgneva staadiumi läbimist. Selgus, et neile ei piisa  
päevase valgustuse kestusest. Sellepärast nimetas T. D. Lõsenko  
selle staadiumi valgusstaadiumiks.

Põhja- ja lõunapoolsed kultuurtaimede sordid erinevad tihti  
oma nõuetelt valgustingimuste suhtes, mis on vajalik valgusstaa-  
diumi läbimiseks. On teada, et kevadel ja suvel päeva kestus aega-  
mööda väheneb, kui liikuda poolustelt ekvaatori poole. Põhjapool-  
keral on päev kevadel ja suvel lõunapoolsetes laiustes lühem kui  
põhjapoolsetes. Seepärast vajavad lõunapoolsed taimed valgus-  
staadiumi läbimiseks märksa lühemat päeva pikkust kui põhja-  
poolse päritoluga taimed. Näiteks mõned lõunapoolsed hirsi-, soja-  
oa-, maisi- ja maapirniliigid vajavad lühikest valguspäeva. Kui  
neid külvata mitte lõunas, vaid keskviirandis, kus päev on pikem kui  
lõunas, ei suuda nad läbida valgusstaadiumi ega asuda viljuma.  
Sedasama võime täheldada kui kasvatame neid taimi kunstliku  
valguse tingimustes, valgustades neid vahetpidamata (öösiti  
elektrilampidega). Need on *lühikese* päeva taimed.

Joonisel 68 on kujutatud hirss, mida on kasvatatud mitme-  
suguse valguspäeva kestuse tingimustes. Kahes vasempoolses nõus  
kasvatati taimi pika valguspäeva tingimustes, mille tõttu nad ei  
moodustanud õisi. Kahes parempoolses nõus kasvatati hirssi lühi-  
kese valguspäeva tingimustes — need taimed arenesid normaalselt  
ja hakkasid õitsema.

Veel üks näide. Joonisel 69 on näidatud üks maisisort, mis kuu-  
lub lühikese päeva taimede hulka. Seda maisi kasvatatakse Odes-



Joon. 68. Valgusstaadiumi olemasolu tõestus.

Hirsi (lühipäevataim) arenemine: vasakul — pika päeva tingimustes, paremal —  
lühikese päeva tingimustes.



Joon. 69. Valgusstaadiumi lähimata mais.

Pika päeva tingimustes kasvasid taimed 3 meetri kõrguseks, kuid neil ei olnud sigimiselundite algeidki.

sas. Soojust ja valgust oli küllaldaselt, taimed kasvasid hästi ja olid juba ligi 3 meetri kõrgused, kuid ei suutnud läbida valgusstaadiumi, sest Odessa päev oli neile liiga pikk. Seepärast need taimed ei omanud isegi mitte õite algeid.

Põhja päritoluga taimed, vastupidi, vajavad tavaliselt valgusstaadiumi läbimiseks kestvamat igapäevast valgustust. Need on *pika päeva* taimed (näiteks redis, salat, sibul).

Valgusstaadiumi läbimiseks on muidugi vajalik mitte ainult valgus, vaid ka rida teisi tingimusi, näiteks niiskus, soojus ja mineraalne toitumus. Suurt tähtsust omab mitte ainult valgustuse või pimeduse kestus, vaid ka valguse intensiivsus.

Areng toimub ranges staadiumide järjestuses. Niikaua, kuni taim pole läbinud jaroisatsioonistaadiumi, ei saa ta astuda ka valgusstaadiumi. Seni, kuni pole läbitud need mõlemad arengustaa-

diumid, taim ei saa ka moodustada paljunemisorganeid (õisi).

**Kasvu ja arengu erinevus.** Pole raske mõista, et organismi kasv ja areng on kaks ise asja. Kuid täiesti selgeks sai teaduses kasvu ja arengu erinevus alles tänu stadiaalse arengu teooriale.

Kui külvata talivilja (näiteks nisu) kevadel, seeme idaneb ja taimed hakkavad hästi kasvama, kuid paljunemisorganeid ei moodustu ja seemnesaaki ei kujune. Ilmselt rakud, mis peaksid moodustama õite algeid, ei ole veel suutelised neid tekitama — neil puuduvad selleks vajalikud eeldused. Seega organismi kasv ja areng ei ole seesama, kuigi nad on omavahel seoses.

*Areng* — see on organismi kudede kvalitatiivne muutus, mille kaudu toimub taimeisendi elus üleminek ühelt staadiumilt teisele.

*Kasv* on organismi või tema üksikute elundite suuruse ja kaalu kvantitatiivne suurenemine.

**Taimede pärilikkuse suunatud muutmine.** Stadiaalse arengu seaduspärasuste tundmine võimaldab muuta taimede pärilikku loomust, muuta sihikindla kasvatuse teel talisorte suvisortideks, suvisorte talisortideks.

Selle tõendiks toome mõned näited. Joonisel 70 on kujutatud kolmes nõus «Ukrainka» nisu, mis on kasvatatud ühesugustes tingimustes. Ometi on taimed erineva ilmeaga. Esimeses nõus nisu ei loonud pead, teistes nõudes ta areneb normaalselt. Millega seda seletada? Asi on selles, et esimeses nõusse külvati tavaline talinisu «Ukrainka», teise ja kolmandasse nõusse aga seesama «Ukrainka», kuid kasvatuse teel suviviljaks muudetuna.

Kuidas toimub selline ümberkasvatamine? Tavaliselt kasutatakse järgmist meetodit. Talinisu seemned jaotatakse 40—50-sse kotikesse, igaühes 5—10 g, ja alates veebruarist (lõunarajoonides) või veebruari lõpust (keskvööndis ja põhjapoolsemis rajoones) pannakse iga päev üks kotike teri jaroviseeruma. Kevadel külvatakse terad kõikidest kotikestest üheaegselt välja, iga proov eraldi väikesele katselapile. Seega koosneb külv mitmesugusel määral jaroviseerunud seemneist. Mõned taimed ei hakka üldse kõrsuma, sest nad pole läbinud jarovisatsioonistaadiumi. Osa taimi hakkab kõrsuma, sest nad lõpetavad jaroviseerumise põllul. Viljunud taimedelt (eraldi igalt katselapilt) kogutakse seeme ja külvatakse see järgmisel kevadel maha külvi-eelse jaroviseerimiseta. Neis külvides võib juba leida suvitaimi. Uue tunnuse, suvisuse, kinnistamiseks toimub selline kasvatamine tavaliselt kolme-nelja põlvkonna vältel.

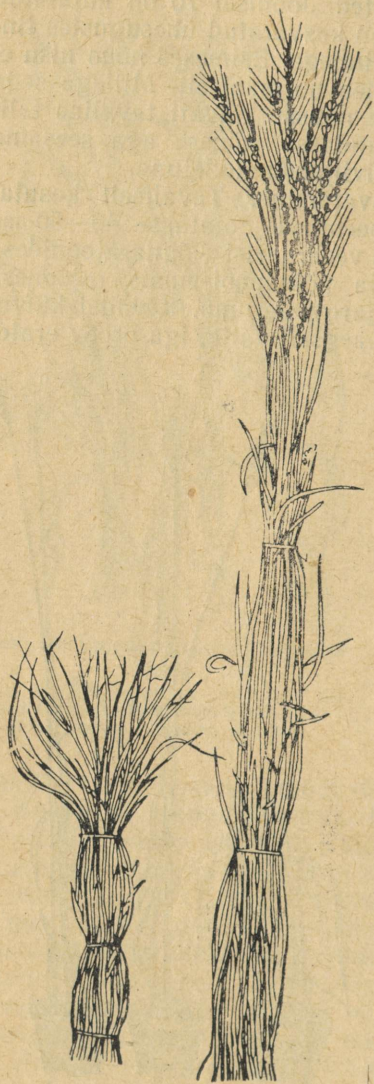
Sellisel viisil on saadud paljude nisu talisortide suvivorme. Joonisel 71 on kujutatud kaks kevadel külvatud talinisu «Kooperatorka» vihku. Vasakul on tavalise «Kooperatorka» vihk, mis kevadise külvi korral ei kõrsu. Paremal on vihk sama sorti nisuga, mis oli ümberkasvatamise teel muudetud suviviljaks.

Suvivilju võib samuti vastava kasvatuse teel muuta taliviljadeks. Selleks külvatakse suvisorte mitme põlvkonna vältel sügiseti. Suurem osa taimi algul hukkub, kuid mõned neist läbivad jarovisatsioonistaadiumi uutes, neile ebatava-



Joon. 70. Talinisu «Ukrainka» muutumine suvinisuks.

1 — talinisu „Ukrainka“, mis on kasvatatud kasvuhoones (ei suutnud läbida jarovisatsioonistaadiumi); 2—3 — „Ukrainka“, mis on kasvanud samades tingimustes, kuid muutunud ümberkasvatamise teel suvinisuks (kolmas põlvkond).



Joon. 71. Talinisu «Kooperatorka» muutumine suvinisuks kasvatamisega.

Taimed mõlemas vihus on külvatud kevadkülvil ajal. Vasakul — tavaline talinisu „Kooperatorka“, paremal — sama „Kooperatorka“, mis on muudetud suvinisuks.

listes tingimustes. Nende taimede järglased omandavad uue talisuse omaduse ega kõrsu enam kevadel välja külvatuna. Neile on jarovisatsioonistaadiumi läbimiseks vajalik madalam temperatuur.

**Stadiaalse arengu teooria praktiline tähtsus.** Stadiaalse arengu seaduspärasuste tundmine annab võimaluse juhtida kultuurtaimede arenemist. Kasutades taliviljade külveelset jaroviseerimist, võib talivilju külvata kevadel, tõsta saagikust, kiirendada hiljavalmivate suvisortide küpsemist.

Jaroviseerida võib mitte ainult talivilju, vaid ka suvisorte. Näiteks kui on olemas hea, kuid hiljavalmiv, antud rajoonis mitte küpsev nisusort, siis tulebki appi jaroviseerimise agrotehniline võte. Kui sama nisusort külvata pärast külveelset seemnete jaroviseerimist, siis tema vegetatsiooniperiood lüheneb ja hilise nisu (või mõne teise kultuuri) sort hakkab aegsasti valmima.

Selleks et suurendada kartuli saagikust ja kiirendada tema arengut, soovitas T. D. Lössenko jaroviseerida kartulimugulaid. Mugulad laotatakse õhukese kihina (kahe-kolme mugula paksuselt) valgusrohkes ruumis riiulitele, kastidesse, korvidesse või lihtsalt põrandale. Kartuli jaroviseerimine toimub temperatuuril 12 kuni 15° C 30—45 päeva vältel. Hea õhustuse ja küllaldase valguse tingimustes annavad mugulad tugevaid rohelisi kasvusid rohkete juuremügaratega. Jaroviseeritud mugulate mahapanekul kartul tärkab ja kasvab kiiremini, hakkab varem õitsema ja annab varasema ning kõrgema saagi.

Stadiaalse arengu teooria aitab

luua uusi sorte. Varem toimus uute taliviljasortide aretamine väga aeglaselt. Hübridiseeritavate vanematepaaride valik toimus hea õnne peale, sest polnud võimalik ette näha ristamise tulemusel kujuneva uue sordi omadusi. Nüüd on teada, et mistahes kultuur-sordi omadused antud rajoonis olenevad sellest, kuivõrd rajooni looduslikud tingimused vastavad sordi stadiaalse arengu iseärasustele (taimede nõudmistele jarovisatsiooni- ja valgusstaadiumil).

Arvestades stadiaalseid iseärasusi, võib valida hübridiseerimiseks selliseid liike, mis annaksid antud koha tingimustes kõrgeima saagikusega ja kiiremini valmiva sordi. Selgus, et varavalmiva sordi aretamiseks on vaja ristamiseks võtta sordid, milledest ühel on lühike jarovisatsiooniperiood, teisel — lühike valgusstaadium. Muidugi tuleb arvestada ka teisi vanemate omadusi, eriti saagikust. Nüüd luuakse uusi teraviljasorte stadiaalse analüüsi alusel plaanipäraselt ja lühikese ajaga. Näiteks loodi uued nisusordid Odessa oblastile T. D. Lössenko ja tema kaastööliste poolt kahe aasta jooksul.

## KOKKUVÖTE

Eri taime- ja loomaliigid erinevad oma ainevahetuse tüübilt ja evivad oma kasvuks ja arenguks vajalike keskkonnatingimuste suhtes erinevaid nõudeid.

T. D. Lössenko tõestas, et ka sama taim nõuab oma eri arengustmeil erinevaid tingimusi. Üheaastastel taimedel on eristatav jarovisatsioonistaadium ja valgusstaadium. Kui pole tingimusi vastava staadiumi läbimiseks, võib taim hästi kasvada, kuid ei arene, ei vilju.

Stadiaalsuse teooria võimaldab juhtida kultuurtaimede arengut: kasvatusel teel muuta talisordid suvisortideks, suvisordid talisortideks ja plaanipäraselt luua uusi varavalmivaid ja saagikaid sorte.

### Küsimusi ja ülesandeid

1. Tooge näiteid selle kohta, et eri taime- ja loomaliigid esitavad keskkonnatingimuste suhtes erinevaid nõudeid.
2. Kuidas kujunesid mitmesugustel taime- ja loomaliikidel erilised nõuded keskkonna tingimustele?
3. Miks on mitmesugustel taime- ja loomaliikidel erinev ainevahetuse tüüp?
4. Milles seisneb stadiaalse arengu teooria olemus?
5. Mis vahe on kasvu ja arengu vahel?
6. Milles seisneb jaroviseerimise agrotehniline võte?
7. Kuidas saab kasvatusel teel muuta talivilju suviviljadeks ja suvivilju taliviljadeks?
8. Millist praktilist tähtsust põllumajandusele omab organismide stadiaalse arengu teooria?
9. Tutvuge kooli õppe- ja katseaias teostatavate katsetega taimede stadiaalse arengu tundmaõppimiseks. Vaadeldge talisortide taimi, mis olid üles kasvatatud kevadisel külvil jaroviseeritud või jaroviseerimata seemneist.

## Täiendav ülesanne

Korraldage elavnurgas katseid ja vaatlusi redise ja salati kasvatamise kohta pika ja lühikese päeva tingimustes.

### § 22. Mitšuurinliku sordiaretuse ülesanded ja saavutused taimekasvatuses

**Mitšuurinlaste ees seisvad ülesanded.** Mitšuurinlik elusorganismi käsitusviis, Mitšurini poolt avastatud seaduspärasused organismide arengus ning neile põhinevad päriliku loomuse ümberkujunemise viisid evivad suurt tähtsust põllumajanduse produktiivsuse pideva tõstmise seisukohalt.

Mitšurini näitas, et igal põllumajanduslikul piirkonnal peavad olema oma kultuurtaimede sordid, mis kõige rohkem vastaksid kohalikele looduslikele ja majanduslikele tingimustele. Neid sorte tuleb luua, nagu õpetas Mitšurini, «kohapeal, otse tootmises, s. o. sovhoosides ja kolhoosides».

Meil Nõukogude Liidus toimub hiiglasuur töö kohalike viljapuude ja marjapõõsade ning teiste kultuurtaimesortide aretamise ja täiustamise alal Darwini ja Mitšurini õpetuse alusel. Sellest tööst võtavad osa mitte ainult asjatundjad-selekttsionärid, vaid ka kolhoosnikud-katsetajad.

Mitšurini püstitas ülesande «vallutada metsikult looduselt» üha uusi kasulikke taimi, et hakata neid kasvatama kultuuris.

Tõhusat abi Mitšurini poolt näidatud ülesannete täitmisel võivad osutada ka kooliõpilased — noored mitšuurinlased.

Mitšurini õpetus võimaldab lühikese ajaga aretada uusi kultuurtaimede sorte, mis vastavad kõige paremini kohalikele ja majanduslikele tingimustele.

**Mitšuurinliku aretustöö kaasaegsed saavutused.** Mitšurini õpetus sai kaasaegse selektsioonipraktika aluseks mitte ainult Nõukogude Liidus, vaid ka rahvademokraatia maades ja isegi mõningais kodanlikes riikides.

Mitšurini õpetuse alusel on meil, Nõukogude Liidus loodud sadu uusi teraviljade, õlitaimede, viljapuude ning marjapõõsaste ja köögiviljade kultuurisorte. Ainuüksi puuviljanduse, marja- ja viinamarjakasvatuse alal on Nõukogude Liidus loodud üle 200 uurimis- ja katseasutuse. Tohutut tööd tehakse mitšuurinlaste-katsetajate poolt — nende liikumine on muutunud Nõukogude Liidus massiliseks.

Vaatleme mõningaid mitšuurinliku selektsioonitöö näiteid.

Suurt tööd teevad nõukogude selektsionärid uute maisisortide aretamise alal mittemustmulla-vööndile, mis annaksid kõrget saaki nii kuiva seemne kui ka vahaküpsuse faasis (silo ja haljassööda jaoks). Nii on eri sortide mitmekordse omavahelise ristamise tulemusel aretatud rida Moskva oblastis valmivaid hübriidseid sorte.



Joon. 72. Nisu-orasheina suurepealised hübriidid, mis on aretatud N. V. Tsitsini poolt.

Paremal — mõõt sentimeetrites.

Erakordsed edusammud teraviljade aretamise alal on saavutatud kaughübriidiseerimise teel Mitšurini põhimõtete alusel. Hübriidiseerides nisu ja selle metsikut sugulast — orasheina, aretas akadeemik N. V. Tsitsin väärtuslike nisu-orasheina hübriidide suvi- ja talisorte (joon. 72). Need sordid on väga vastupidavad, ei lamandu ning on kõrge saagikusega (üle 70 ts/ha).

Suuri ülesandeid lahendatakse nõukogude mitšuurinlaste poolt võitluses aianduse arendamise eest Siberis ja Kaug-Idas. Puuviljanduse arengut takistas seal kuni viimase ajani karmidele looduslikele tingimustele vastupidavate heade õuna- ja pirnipuude kultuursortide puudumine. Mitšurin ise alustas vajalike sortide aretamist, luues Siberi jaoks rea uusi õunapuusorte (näiteks «Jermak», «Siberi aniis», «Taigaõun» jt.). Kuid kõik need sortid on väikeseviljalised. Mitšurin näitas kätte tee, mille suunas peab toimuma edasine talvekindlate õunapuusortide aretustöö Siberi ja Kaug-Ida jaoks. Seal on metsikuid õunapuuliike (siberi ja mandžuuria õunapuu), mis on sedavõrd hästi kohanenud kohalike looduslike tingimustega, et isegi kuni 56-kraadine pakane ei kahjusta neid. Mitšurin soovitas hübriidiseerida neid euroopa kultuursortidega ja saadud hübriide korduvalt ristata euroopa valiksortidega. Täites seda Mitšurini soovitust ongi viljapuude aretajad aretanud hübriidiseerimise ja hübriidseemikute kasvatamise teel terve rea külmakindlaid suureviljalisi sorte (näiteks «Siberi kuld», «Amuuri sinap» ja paljud teised).

Laialdast kasutamist on Mitšurini meetodid leidnud ka viinamarjakasvatuse alal.

Külmakindlate viinamarjasortide aretamisel kasutatakse edukalt Mitšurini korduva hübriidiseerimise meetodit. Alguses saadi hübriide kultuursortide ristamisest metsiku amuuri viinapuuga, seejärel aga hübriidiseeriti neid veel korduvalt kultuursortidega. Vastava kastmis- ja väetusrežiimiga ning võrsete tagasilõikamisega kasvatati hübriididel külmakindlust. Sellisel viisil on aretatud palju uusi külmakindlaid viinamarjasorte. Nüüd on viinamarjakasvatus nihkunud kaugele põhja poole. Viinamarju kasvatatakse Moskva, Ivanovo ja Kuibõševi oblastis, Baškiirias, Valgevenes, Ida-Kasahstanis, samuti Primorje ja Habarovski kraides.

## KOKKUVÕTE

Mitšurini õpetus on teoreetiliseks aluseks ulatuslikule uute kultuurtaimede aretustööle Nõukogude Liidus ja rahvademokraatia maades.

Hübriidiseerimise, valiku ja hübriidseemikute suunatud kasvatamise mitšuurinlike meetodite rakendamisega on viimastel aastatel aretatud sadu uusi teravilja-, õlitaimede ja juurviljasorte.

### Küsimusi ja ülesandeid

1. Jutustage mitšuurinlike meetodite rakendamisest uute maisi-, teravilja-, viljapuude ja marjasortide aretamisel.
2. Jutustage mitšuurinliku selektsioonitöö tulemustest kultuurtaimede uute sortide aretamisel teie kodukohas.

## MITSUURINLIK SUUND LOOMAKASVATUSES

## § 23. Mitsurini põhimõtete rakendamine koduloomade aretamisel

Nõukogude loomakasvatus tugineb Darwini, Mitsurini ning Pavlovi õpetusele ja kodumaiste zootehnikute kogemustele.

Mitsurin tõestas, et häid kultuurtaimede sorte on võimalik aretada ainult heades agrotehnilistes tingimustes. Zootehnikateadus ja loomakasvatuse praktika kinnitavad seda seaduspärasust ka loomadel. Vene loomakasvatusteadlaste tööd on kindlaks teinud, et vanade tõugude parandamisel ja uute aretamisel on otsustava tähtsusega valik, elundite harjutamine ja head pidamistingimused. Mitmesuguste omaduste eelduste ilmumine ja väljaaremine on loomade kasvatamise tingimustest. Paljusid eeldusi võib muuta või uuesti esile kutsuda, muutes loomade toitmise ja pidamise režiimi.

Konservatiivse ja kõigutatud pärilikkuse mitsuurinlik käsitlus on rakendatav ka loomadel. Nagu taimedel, nii ka loomadel on noored organismid plastilisemad, s. t. on kergemini muudetavad välistingimuste mõjul (söötmissrežiim, kasvatus, hooldamine, treening jt.). Eriti plastilised on noored hübriidsed organismid, nende pärilikkus on kõige vähemal määral konservatiivne.

Need tähtsad seisukohad on mitsuurinliku suuna lähtekohtadeks loomakasvatuses.

Mitsuurinliku suuna rajajaks loomakasvatuses on silmapaistev vene teadlane-zootehnik — akadeemik Mihhail Fjodorovitš Ivanov (1871—1935).

M. F. Ivanovi töömeetodid. Tutvume M. F. Ivanovi töömeetoditega uue lambatõu aretamise näitel.

M. F. Ivanov püstitas endale ülesande aretada uus lambatõug, mis oleks kohane Ukraina lõunapoolsetele stepirajoonidele, annaks palju liha ja peent, kõrgekvaliteedilist villa.

Oma tööd teostas M. F. Ivanov Askania-Novas (Hersoni oblastis). Uue tõu lähtematerjalina kasutas ta seal kasvatatavaid *askaania meriino* tõugu lambaid, mis on hästi kohastunud sealsetele tingimustele. Valinud välja sellest karjast parimaid emasloomi, paaritas ta neid *ameerika rambuue* tõu parimate oinastega. Viimane on peenvillaliste lammaste tõug, eriti kõrgeväärtusliku villaga, mille loomad olid Askania-Novasse toodud Ameerika Ühendriikidest. M. F. Ivanov valis hübriidiseerimiseks selle tõu selliseid oinaid, kes olid üles kasvanud juba Askania-Novas ning olid rohkem kohanenud uute tingimustega kui nende Ameerikas sündinud vanemad.

Vanemate valikul võeti arvesse loomade järgmisi omadusi: 1) tugev tervis ja hea kehaehitus, 2) suurus, 3) pika ja peene villa



M. F. Ivanov (1871—1935)

hulk, 4) põlvnemine (eriti oinail) rohkearvuliste järglastega vane-  
maist. Need nõuded olid tingitud aretaja eesmärgist välja aren-  
dada uues lambatõus kolm omadust: kõrget lihatoodangut, kõrget  
parima väärtusega villatoodangut ja rohket järglaste arvu (suurt  
tallede arvu emasloomadel).

M. F. Ivanov teostas valitud vanemate paaritamisel saadud  
järglaspõlves hoolikat valikut. Kõik talled, mis ei vastanud tule-  
vase tõu ettenähtud omadustele, praagiti välja.

Kümneaastase aretustöö tulemusel kujuneski välja uus villa-  
lihalammaste tõug (joon. 73), mille M. F. Ivanov nimetas *askaania rambu-  
jееks (askaania peenvillaliseks lambaks)*. See on kõige  
kõrgema villatoodanguga lambatõug maailmas. Nüüd on ta laialt  
levinud Ukraina lõunaosas, Siberis ja Põhja-Kaukaasias. Rekordi-  
line eluskaal ulatub oinastel 176 kg-ni, lammastel 115 kg-ni, rekor-  
diline villahulk ühelt oinalt ulatub 29,4 kg-ni (millest piisab küm-  
neks ülikonnaks), ühelt lambalt — 10 kg-ni.

Sama meetodit kasutas M. F. Ivanov produktiivsete karakull-  
lammaste ja ukraina valge stepisea aretamisel.

M. F. Ivanov omistas suurt tähtsust loomade headele söötmis-  
ja pidamistingimustele, mis soodustavad vajalike tõutunnuste  
väljaarenemist. Ta rõhutas, et söödad ja söötmisrežiim avaldavad  
loomade sisemisele ja välisele organisatsioonile suuremat mõju  
kui tõug ja päritolu.

M. F. Ivanovi meetodil on aretatud Nõukogude Liidus palju  
uusid hinnalisi lamba-, hobuse- ja veisetõugusid.

**Kostroma veisetõu aretamine.** Mitsurini põhimõtete rakenda-

mine loomakasvatuses on andnud suurepäraseid tulemusi kuulsa kostroma veisetõu aretamisel. See töö toimus Kostroma oblastis Karavajevo sovhoosis zootehnikute S. I. Šteimani ja V. A. Saumjani juhtimisel.

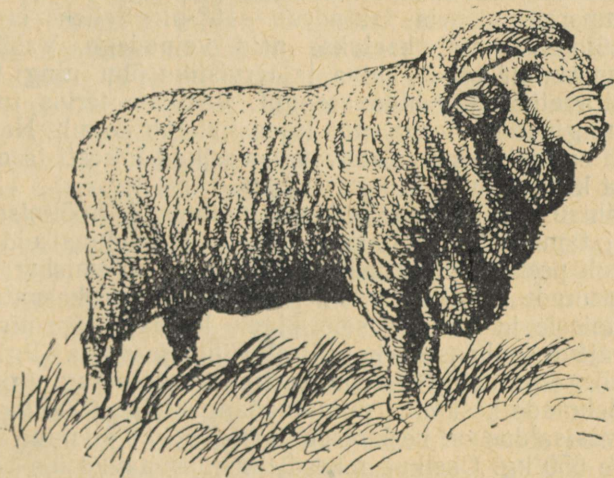
Seleksioonitöö algas sovhoosis 1927. aastal eesmärgiga aretada uus kõrge piima- ja lihatoodanguga veisetõug.

Sovhoosi esialgne kari koosnes kohalikust talunike karjast švitsi karja lisandiga. Kari komplekteeriti suurtest hea piimaanniga loomadest.

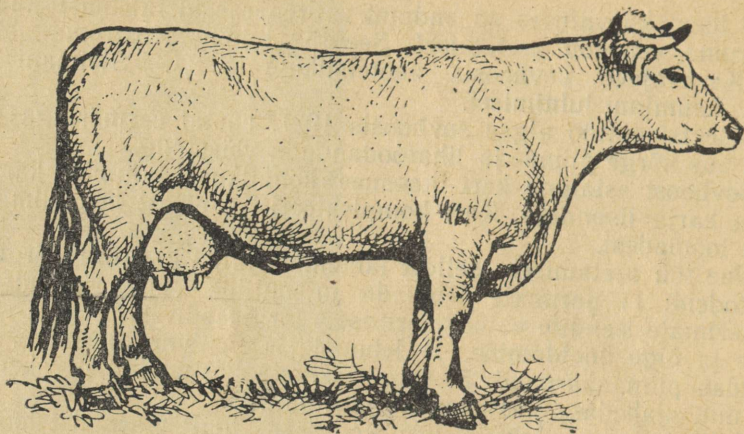
Uue tõu aretamiseks sellest lähtematerjalist kasutati järgmisi meetodeid: 1) parimate lehmade ja pullide valik ristamiseks, 2) parimate isendite valik hübriidsest järglaspõlvest, 3) hea söötmine ja õige hooldamine, 4) lehmade intensiivne lüpsmine, mis arendas piimanäärmeid, 5) õige vasikate kasvatamine, rakendades uut, «jahedas» kasvatamise meetodit.

Valik toimus selleks, et kari koosneks ainult primaist loomadest. Peamiseks omaduseks, mille alusel teostati valikut, oli lehmade produktiivsus (piimatoodangu suurus, piima rasvasisaldus). Võeti arvesse ka teisi tunnuseid: hea tervis, tugev kehaehitus, suur eluskaal. Pullide valikul arvestati tema järelpõlve omadusi (produktiivsus, kehaehitus, eluskaal). Vanemate ja nende järglaste pideva valiku teel paranes kari aastast aastasse.

Kostroma tõu erakordsete omaduste väljaarendamises etendas väga tähtsat osa õige ja mitmekesine söötmine. Söödad mõjutavad looma kasvu ja produktiivsust ning järglaspõlve omadusi. Paljud väheproduktiivsed lehmad hakkasid andma rekordilisi väljalüpsse pärast seda, kui neid hakati paremini söötma, valides söötasid iga



Joon. 73. Askaania rambujee tõugu jäär.  
Eluskaal 176 kg (rekordkaal).



Joon. 74. Kostroma veisetõug.

Rekordlehm Kamsa, annab palju kõrge rasvasisaldusega piima (300 laktatsioonipäeva jooksul 12 005 kg piima, rasvasisaldusega 4,01%).

looma individuaalse maitse kohaselt. Näiteks lehm Silnaja andis alguses 3000—4000 kg piima aastas, hiljem aga, kui teda hakati hästi söötma, andis ta üle 7000 kg piima aastas.

Otsustava tähtsusega looma arengule on kasvatamistingimused. Olulist osa kostroma tõu kujunemises etendas vasikate «jahe-das» kasvatamise meetod. Kuni kahe kuu vanuseni kasvatatakse vasikaid kütmata laudas individuaalseis puurides. Talvepakastega langes temperatuur neis lautades  $-15^{\circ}$ -ni. Selleks et kaitsta vasikaid külmetuse eest, kaetakse neid vaipadega. Vasikalauda madal temperatuur tagab kuiva ja tervisliku õhu ning takistab haigustekitavate mikroobide arengut. Vasikate tervis tugevneb, karastub ning nende ainevahetus intensiivistub järsult. Neis tingimustes hea söötmise juures kasvavad vasikad kiiresti ja omandavad tugeva kehaehituse.

Suur tähtsus on loomade pidamistingimustel. Söötmisel, lüps-misel, karjatamisel arvestatakse lehmade individuaalseid iseärasusi. Rangelt peetakse kinni päevarežiimist ja söötmiskorrast.

Tänu loomade hoolikale selektsioonile, vasikate kasvatamisele, heale söötmisele ja hooldamisele, õigele lehmade lüpsmisele aretati Karavajevo sovhoosis rekordiliselt lühikese ajaga (ligi 10 aastat) uus kõrge produktiivsusega kostroma veisetõug (joon. 74). Selle tõu lehmade keskmine piimatoodang ületab 6000 kg aastas. Piima rasvasisaldus on keskmiselt 3,7—3,8%. Keskmine lehmade eluskaal on 650 kg. Üksikud rekordlehmad annavad üle 17 000 kg piima aastas ja piima rasvasisaldus tõuseb üksikjuhtudel kuni 5,5—5,7%-ni.

**Kõrgema närvitalitluse osatähtsus koduloomatõugude kujunemisel.** Akadeemik I. P. Pavlovi füsioloogiaõpetus loomade kõrgemast närvitalitlusest omab suurt tähtsust zootehnikateadusele. See õpetus annab võimaluse uut moodi läheneda koduloomade tõugude loomise ja täiustamise probleemile, võttes arvesse kõrgema närvitalitluse (eriti tingitud ja tingimatute reflekside) tähtsust loomadel.

On kindlaks tehtud, et põllumajandusloomade produktiivsus oleneb mitte ainult nende tõust ja kehaehitusest, vaid ka kõrgema närvitalitluse iseärasustest. Õigesti korraldatud kasvatamine ja hooldamine kujundab loomadel rea produktiivsust tõstvaid tingitud reflekse. Nii näiteks tõstab range režiim lehmalaudas (vaikus, kindel söötmise ja lüpsmise aeg) lehmade piimaandi. Vastupidi, loomade korrapäratu töö, söötmine ja puhkus, eriti aga jäme kohtlemine (karjumine, peksmine) alandavad järsult veiste produktiivsust, hobuste tööjõudlust jm.

**Nõukogude selektsioonitöö saavutused loomakasvatuses.** Kasutades mitšuurinlikke selektsioonimeetodeid on Nõukogude Liidu aretatud kümneid uusi hobuse-, veise-, sea-, lamba- ja kodulindude tõugusid.

Peatugem vaid mõningatel näidetel.

Hobuste seast tuleb eriti esile tõsta üht parematest raskeveotõugudest — *vladimiri raskeveohobust*. See tõug on aretatud Ivanovo ja Vladimiri oblastite kolhoosides ja sovhoosides. Vladimiri raskeveohobused paistavad silma massiivse kehaehituse, tugeva veojõu, suure töövõime ja kohalikele tingimustele kohastumise poolest. Üks hobune suudab vedada kuni 16 tonni raskust koormat. Täkk Perets vedas katsetel 4 tonni raskuse koorma 10 kg kaugusele 1 tunni 39 minuti jooksul. Ratsahobusetõugudest tuleb esile tõsta *budjonnoi tõugu*, mis on aretatud Rostovi oblasti hobusekasvandustes, ja *terski tõugu*, mis on aretatud Terski kasvanduses Stavropoli kraisis. Terski tõugu hobused on kohastunud karjaviisilisele pidamisele ja on väga väledad. 1600-meetrise vahemaa läbib terski tõugu hobune 1 minuti 55 sekundiga.

Uutest väärtuslikest veisetõugudest paistab eriti silma *kasahhi valgepäine tõug*, mis on aretatud Kasahstani sovhoosides. Lehmade eluskaal tõukarjas ulatub keskmiselt 558 kg-ni, piimatoodang — 2930 kg piima 4,05-protsendilise rasvasisalduse juures. Üksikud rekordlehmad annavad üle 12 000 kg piima 300-päevase lüpsiperioodi kohta. Seega ühendab see tõug endas rea väärtuslike majanduslike omadusi: kõrge piima- ja lihatoodangu, suure rasvasisalduse piimas ja on kohanenud Kasahstani looduslike ja majanduslike tingimustega.

Nõukogude Liidu lambatõugudest tõuseb esile kasahhi *arhaarmeriino* peenvillatõug, mida kasvatatakse Alma-Ata oblastis. Ta on kohastunud kõrgmäestiku pidamistingimustele.

Väljapaistvate seadetõugude hulka kuulub Orjoli oblasti

kolhoosides ja sovhoosides loodud *livnõ tõug*, mis on kohastunud karjamaal pidamisele. Jaroslavl'i oblasti kolhoosides on aretatud *breitovi tõug*, mis paistab silma kõrge sigivuse poolest (keskmiselt 12 põrsast igalt emiselt ühe poegimise kohta). Selle tõu sead saavad kiiresti suguküpseks ja on hästi nuumatavad.

## KOKKUVÕTE

Nõukogude loomakasvatatajad tuginevad oma töös C. Darwini, I. V. Mitšurini ja I. P. Pavlovi õpetusele ning kodumaiste zootehnikute kogemustele.

Mitšuurinliku suuna rajajaks loomakasvatases oli akadeemik M. F. Ivanov. Ta aretas kõrge produktiivsusega liha-villa lamba-tõu — askaania rambujee, ukraina valge stepisea ja rea teisi väärtsulikke loomatõuge.

Üheks paremaks mitšuurinliku suuna saavutuste näiteks on kõrgetoodanguline kostroma veisetõug.

Vanade tõugude parandamise ja uute tõugude aretamise mitšuurinlike meetodite hulka kuuluvad liikidevaheline, tõugudevaheline ja tõugudesisene ristamine hoolika vanemate valikuga ja järglaspõlve suunatud kasvatamine ning valikuga. Suure tähtsusega on ka õige hooldamine, hea söötmine ja pidamine.

Koduloomade aretamisel ja õigel kasutamisel tuleb arvestada akadeemik I. P. Pavlovi füsioloogiaõpetust. Õige loomapidamise puhul kujunevad välja produktiivsust tõstvad tingitud refleksid. Range söötmis-, töö- ja puhkerezžiimi puudumine ja loomade jäme kohtlemine alandavad nende produktiivsust.

Mitšuurinliku õpetuse alusel on Nõukogude Liidus aretatud kümned uued hobuse-, veise-, lamba-, sea- ja kodulindude tõud.

### Küsimusi ja ülesandeid

1. Missugused seaduspärasused on mitšuurinliku suuna lähtekohtadeks loomakasvatases?
2. Missugused iseärasused iseloomustavad M. F. Ivanovi poolt väljatöötatud meetodeid uute koduloomatõugude aretamises? Tooge näiteid.
3. Mille poolest erineb kostroma veisetõug ja kuidas seda loodi?
4. Missugune tähtsus loomakasvatusele on akadeemik I. P. Pavlovi õpetusel kõrgemast närvitalitlusest?
5. Jutustage mitšuurinliku selektsioonitöö edusammudest loomakasvatases.
6. Jutustage koduloomatõugudest, mis on aretatud teie kodukohas.
7. Tutvuge mitšuurinlike meetodite rakendamise kohta kolhoosi või sovhoosi loomakasvatusefarmis või linnufarmis.

## IV. ELU TEKKIMINE JA ARENEMINE MAAKERAL

### X PEATÜKK

#### ELU TEKKIMINE NING TAIME- JA LOOMARIIGI ARENEMINE

##### § 24. Elu tekkimine maakeral

**Materialismi võitlus idealismiga elu tekkimise küsimuses.** Elu tekkimise küsimus maakeral on üks keerukamaid probleeme bioloogias. Ajaloo mitmesugustel perioodidel on lahendatud seda küsimust mitmeti, olenevalt bioloogiliste teadmiste tasemest ja kahe lepitamatu maailmavaate — materialismi ja idealismi vahelisest võitlusest.

Materialistid väidavad, et elusaine on tekkinud eluta ainest. Idealistid aga püüavad tõestada, et maailmas on olemas igavene mittemateriaalne elu alge, et esimesed elusolendid on loodud jumala poolt eimillestki ja elus aine võib tekkida ainult elusast.

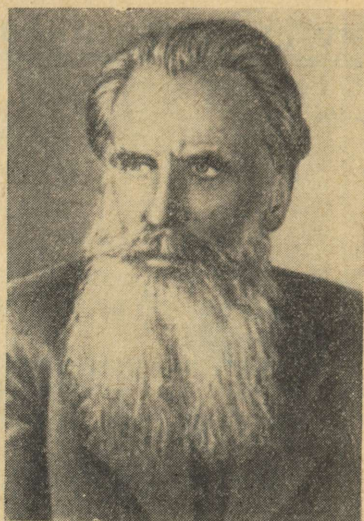
**F. Engels elu tekkimisest.** Elu tekkimise probleem maakeral leidis esmakordselt õige materialistliku seletuse F. Engelsi töödes. Ta tõestas, et küsimust elusaine tekkimisest elutust ainest tuleb lahendada, arvestades elusaine kvalitatiivseid iseärasusi, mille poolt see erineb elutust materiasst.

Meie teame juba, et elu on lahutamatu seotud valkainetega. Kõikjal, kus leidub valkaineid mittelagunevas seisundis, me kindlasti kohtume elunähtustega. Järelikult selleks, et lahendada elusaine tekkimise probleemi, tuleb selgitada, kuidas tekkis elus valk.

Engels märgib, et materia läbib oma arengus rea etappe. Tekivad järjest keerukamad materia olemasolu vormid üha uute omadustega. Materia arengu üheks kõrgemaks astmeks ongi elusvalgu tekkimine. Engels tuli järeldusele, et valk on tekkinud keemilisel teel materia arengu ja täiustumise tulemusena. Elu sai maakeral tekkida alles siis, kui temperatuur Maa pinnal alanes sedavõrd, et valgu olemasolu sai võimalikuks. Algul kujunes vormitu valkaine ja alles hiljem kujunesid valgukehakeste evolutsioonilise arengu tulemusena ainuraksed, ning nende järel ka hulkraksed organismid.



F. Engels  
(1820—1895)



Akadeemik O. J. Schmidt  
(1891—1946)

**Maa tekkimine.** Elu tekkimise küsimus on tihedalt seotud Maa tekkimise probleemiga. Maa tekkimise seletamiseks on loodud rida hüpoteese. Üks neist on püstitatud nõukogude teadlase, akadeemik Otto Juljevitš Schmidt poolt.

Akadeemik Schmidt oletab, et Päike, läbides maailmaruumi, sattus kosmilise tolmu ja gaaside pilve. Aegamööda, tiireldes ümber Päikese, kontsentreerus ja tihenes tolmas ja gaasiline aine Päikesesüsteemi planeetideks, nende seas ka Maaks.

Schmidt hüpoteesi kohaselt oli Maa algul külm, kuid hiljem, radioaktiivsete elementide lagunemise toimele, hakkas sulama. Jahutades tekkis maakera pinnale kõva koor.

**A. I. Oparini teooria elu tekkimisest maakeral.** Engelsi vaateid elu tekkimisele arendas edasi nõukogude teadlane akadeemik A. I. Oparin.

Peamine keemiline element, mis moodustab valkainete ja organismide koostisse kuuluvate teiste orgaaniliste ühendite põhiosa, on *süsinik*. Sellepärast on valgu tekkimise selgitamiseks eriti oluline jälgida süsiniku ja süsinikuühendite muundumisi maakera tekkimise ja esimeste arengustadiumide ajal.

Süsinik on levinud kogu maailmaruumis. Ta esineb mitmesugusel kujul, olenevalt vastava kinnistähe või planeedi arenguastmest.

Kõige suuremate tähtede atmosfääris, mille temperatuur ulatub 15000 kuni 28000°C, keemilisi ühendeid pole olemas. Neis on aatomite aluses hajunud üksikute aatomite kujul. Tähtede tempera-

tuuri alanedes tekivad esmakordselt mitmesugused keemilised ühendid, nende seas ka süsinikuühendid. Meie Päikese pinnal on temperatuur langenud 5000—7000° C. Seetõttu sisaldab Päikese atmosfäär juba rea gaasitaolises seisundis olevaid keemilisi ühendeid — süsiniku ja vesiniku ühendit *metaani* (CH<sub>4</sub>), süsiniku ja lämmastiku ühendit *tsüaani* (CN). Juba sellel temperatuuril hakkab ilmema süsinikuaatomite eripärane omadus paarikaupa ühineda, millest olenebki orgaaniliste ühendite tohtu mitmekesisus. Päikese atmosfääris esineb kahest süsinikuaatomist koosnev ühend *karbon* (C<sub>2</sub>).

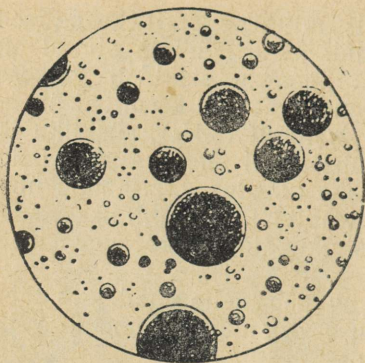
Selline materia arengu pilt, mis avaneb meile vaadeldes tähtede ja Päikese pinda, annab kujutluse orgaaniliste ühendite ja valkainete tekkimisest Maa arenguloos.

Kui Maa oli hõõguvas seisukorras, esines tema koostisse kuuluv süsinik üksikute aatomitena. Maa pinna jahtumisel omandasid süsinikuaatomid võime ühineda paarikaupa omavahel ja teiste keemiliste elementidega. Süsinik moodustas kõrgete temperatuuride suhtes püsivad ühendid raskete metallidega (eriti rauaga) — *karbiidid*.

Sedamööda kuidas Maa jahtus, tekkis tema pinnale kõva koor. Algul oli see õhuke; talle tekkis kurdusid ja lõhesid. Hõõguvad



Akadeemik A. I. Oparin



Joon. 75. Valkaine tilgad vees, mis on tekkinud erinevate valgulahuste segamisel («koatservaattilgad»).

kodumaa õpetlased A. M. Butlerov ja akadeemik A. N. Bach näitasid, et süsivesinikud ja nende derivaadid võivad veekeskkonnas muunduda keerukateks *süsivesikute*, *rasvade* ja *valkude* tüüpi ühenditeks.

Maakeral tekkinud süsivesinikud hakkasid ühinema õhkkonnas leiduva veeauru ja ammoniaagiga. Tekkisid keerukad orgaanilised ühendid, mis koosnesid juba neljast keemilisest elemendist — süsinikust, vesinikust, hapnikust ja lämmastikust, mis kõik on vajalikud elusaine moodustamiseks.

Algul olid orgaanilised ühendid gaasilises olekus, atmosfääri koostisosadeks. Kui Maa pinna temperatuur langes alla 100°, veeaurud kondenseerusid. Kuumade sadudena langes vesi maapinnale ja moodustas esmase ookeani. Süsivesinikud ja nende derivaadid lahustusid selle ookeani vetes ja allusid edasistele muundustele, mille tulemusel kujunesid sellised keerukad ühendid nagu *amiinhapped* ja *valgud*.

Esialgused valguühendid olid merede ja ookeanide vees lahustunud kujul. Seejärel toimus nende ainete kontsentreerumine erilisteks, vees hõljuvateks *mikroskoopihisteks tilkadeks*. Nendes tilkades püsib orgaaniline aine eraldatuna veest ega segune sellega. Selliste tilkade kujundamist võib jälgida katseklaasis, segades kaht valkude lahust, näiteks araabiakummi ja želatiini (joon. 75).

Valgutilkakeste tekkimine oli oluliseks etapiks elu lihtsaimate vormide kujunemiskäigus. Sellised tilgad suudavad imeda väliskeskkonnast orgaanilisi ja anorgaanilisi aineid ja kasvada nende ainete juurdetuleku arvel. Samaaegselt toimuvad tilgakeste sees lagunemisprotsessid. Järelikult avaldus valgutilkades juba lihtsaimal kujul *ainevahetus* — *assimilatsioon* ja *dissimilatsioon*. Tänu

karbiidid voolasid läbi lõhede välispinnale. Tulivedelate karbiidide kokkupuutel atmosfääri küllastava ülikuumenenud veeauruga kujunesid lihtsaimad orgaanilised ühendid — *süsivesinikud*, mis olid gaasitaolises seisundis ja kuulusid atmosfääri koosseisu. Sellise reaktsiooni võimalikkust on tõestanud kuulus vene keemik D. I. Mendelejev.

Süsivesinike tekkimine oli oluliseks etapiks elusaine kujunemise teel. Süsivesinikud on suurte keemiliste võimalustega ühendid: nad võivad moodustada peaaegu kõiki taim- ja loomorganismi koosseisu kuuluvaid orgaanilisi aineid. Meie

fermentide tekkimisele muutusid keemilised reaktsioonid tilkades üha keerukamaiks ja kiiremaiks.

Ühed valgutilgakestest osutusid suuremal, teised vähemal määral kohanenuks sellise ainevahetusega. Kohanenumail olid assimilatsiooniprotsessid ülekaalus võrreldes lagunemisprotsessidega; nad kasvasid; seejärel igaüks neist jagunes kaheks. Nii kujunes lihtsaim *paljunemise vorm*. Vähem kohanenud valgutilgakesed lagunemisprotsesside mõjul lagunesid, hukkusid. Nii sai alguse *looduslik valik*, mis omakorda täiustas valgutilgakeste struktuuri ja ainevahetust.

Sellisel viisil arenesid vees lahustunud valgust lihtsaimad valgutombukesed. Nendest elu lihtsaimatest vormidest kujunesid Maa arenguloos paljude aastamiljonite vältel kõik keeruka ja täiusliku ehitusega organismid.

## KOKKUVÖTE

Maakeral elu tekkimise probleem on materialismi ja idealismi pideva võitluse areeniks.

Materialistid eitavad mittemateriaalset elu loomist jumala poolt, väites et elusaine on kujunenud elutust ainek.

Materia on läbinud oma arengus rida etappe. Üheks kõrge- maks materia arengu etapiks on elusa valkaine tekkimine. Engelsi järgi tekkis elus valk keemilisel teel elutust ainek. Alguses kujunes vormitu valkaine. Valgukehakeste edasise evolutsiooni käigus kujunesid hiljem ainuraksed, nende järel ka hulkraksed organismid.

Engelsi vaateid elu tekkimise kohta maakeral arendas edasi akadeemik Oparin.

### Küsimusi

1. Mille poolt erineb materialistlik elu tekkimise seletus idealistlikust?
2. Kuidas lahendas Engels küsimuse elusaine kohta elutust ainek?
3. Milles seisneb akadeemik A. I. Oparini teooria elu tekkimise kohta maakeral?

## § 25. Paleontoloogiline kroonika. Elu arengu varasemad etapid maakeral

Maa vanus ja elu arengu paleontoloogilised tõendid. Maa koguvanust hindavad teadlased umbes viiele miljardile aastale. Esimeste mandrite ja ookeanide tekkimisest on möödunud umbes kaks miljardit aastat. Sellest ajast pärineb ka elu algus maakeral. Järelkult tekkis elu Maakerale umbes poolteist-kaks miljardit aastat tagasi.

Elu arenguloo uurimine sõltub geoloogia ja paleontoloogia arengutasemest. Geoloogia taastab elutingimuste ja muutuste

käigu maakeral, paleontoloogia — orgaanilise maailma arenguloo maakeral.

Kujutlust taime- ja loomariigi minevikust võimaldavad luua väljasurnud taimede ja loomade kivistunud jäänused, mis on säilinud maakoore pindmistes kihtides (joon. 13 ja 14). Selle järgi, millistest lademetest need jäänused on leitud, saavad teadlased otsustada leidude vanuse üle; saavad öelda, millal elasid need organismid.

Maakoore ja elu arengu kogu kestus jaotatakse viide aegkonda: *arhailine* e. *ürgaegkond*, *proterosoiline* e. *aguaegkond*, *paleosoiline* e. *vana-aegkond*, *mesosoiline* e. *keskaegkond* ja *kainosoiline* e. *uusaegkond*. Iga aegkond jaguneb ajastuteks e. perioodideks.

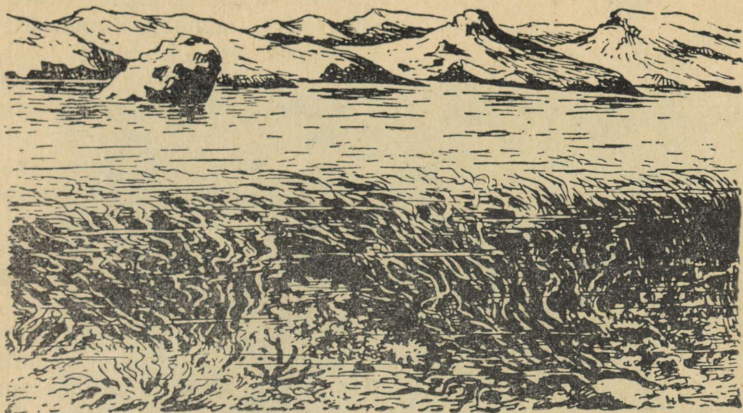
Aegkondade ja ajastute kestuse on teadlased kindlaks teinud küllaldase täpsusega. Kõige kindlam meetod selleks on keemiliste elementide muundumise kiiruse määramine. Nii on teada, et näiteks uraan ja torium muutuvad aja jooksul seatinaks. Kui võtame mineraali, mis sisaldab nii uraani kui ka seatina või toriumi ja seatina, siis võime nende hulkade suhte abil arvutada, kui palju aastaid on möödunud selle mineraali tekkeajast. Nii võib leida selle lademe või kihi vanuse, milles uuritav mineraal paiknes.

**Arhailine e. arheosoiline aegkond, ürgaegkond.** See on vanim, umbes miljard aastat kestnud aegkond. Sellest aegkonnast pärinevaist lademeist pole leitud mingisuguseid kivistisi. Kuid süsiniku esinemine grafiidi näol ja võimsate lubjakivide ladestumine räägib selle poolt, et vähemalt selle aegkonna teisel poolel pidi juba olema elu. Mitmesuguste kaudsete meetoditega on teaduses suudetud teatav kujutlus luua elu kohta selles aegkonnas.

Maismaa oli tollal absoluutselt viljatu kivikõrb. Maapind oli kaetud hanguva laavaga, mis moodustas mitmesuguste mõõdetega ebataasusi. Elu oli koondunud merede ja ookeanide vetesse. Lihtsaimateks elusolenditeks olid algul *rakutud* tuuma ja kestata *organismid* — mikroskoopilise suurusega elusvalgu tombukesed. Toitumisel imesid nad kehapiinnaga veest lahustunud orgaanilisi aineid.

Saabus hetk, mil vees lahustunud orgaaniliste ainete varud olid ammendatud. Elusvalgu mikroskoopiliste tombukeste seas oli ka selliseid, mis hakkasid kasutama keemiliste reaktsioonide energiat orgaaniliste ainete sünteesimiseks anorgaanilistest ainetest. Kujunenud tingimustes osutusid viimased elujõulisemateks — need olid mitmesugused bakterid.

Elusolendite täiustumisel kujunesid välja *üherakulised organismid*. Need mikroskoopiliselt väikesed valgutombukesed on juba varustatud kesta ja tuumaga. Mõnedel neist kujunes võime luua fotosünteesi teel anorgaanilistest ainetest orgaanilisi aineid — need olid mikroskoopilised vetikad, mis andsid alguse taimeriigile. Teised üherakulised organismid toitusid ainult valmis orgaa-



Joon. 76. Kambriumi ajastu.

Maismaal viljatud paljad kaljud, meres hulk mitmesuguseid vetikaid

nilistest ainetest ja neist said alusepanijad loomariigile. Nii kujunes orgaanilise looduse kaks haru.

Organismide kehaehituse edasise täienemise tulemusel moodustasid mõlemad orgaanilise looduse harud *hulkrakseid vorme* — tekkisid hulkraksed taimed ja loomad.

Ürgaegkonnas toimus elu areng valgutilgakestest rakkudeta organismideni, seejärel üherakuliste ja lõpuks hulkraksete organismideni.

**Proterosoiline e. aguaegkond.** See on «elukoidiku» aegkond: elu areng jõudis selles ilmsele õitsengule. Meredes esines baktereid, mitmesuguseid vetikaid, loomadest ürgsemaid *ainurakseid, käsnu, ainuõõseid, rõnguse*, mitmesuguseid *limuseid* ja *vähilaadseid*.

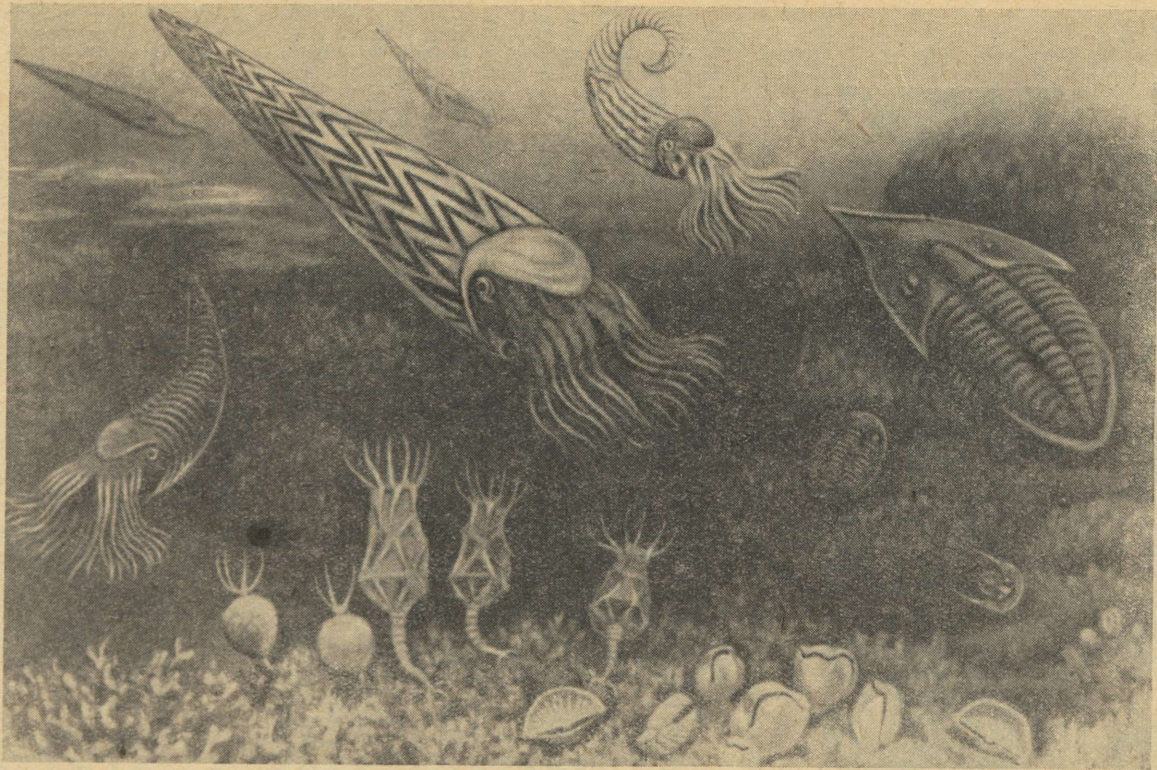
Proterosoilises aegkonnas polnud veel selgroogseid, kuid selle aegkonna lõpuks ilmusid *algelised keelikloomade* esindajad, mis meenutasid süstikkala. Neist kujunesid hiljem selgroogsed.

Aguaegkond kestis umbes 600 miljonit aastat.

## § 26. Paleosoiline e. vana-aegkond.

Paleosoiline aegkond kestis umbes 335 miljonit aastat. Ta jaguneb viieks ajastuks: kambrium, silur, devon, karbon ja perm.

**Kambrium.** Sellel ajastul oli elu endiselt koondunud vette, maismaa aga kujutas endast kõrbet. Taimestik oli esindatud ainult *merevetikate* (joon. 76) näol. Meredes elas suur hulk mitmesuguseid selgrootuid, eriti ürgseid *koralle, limuseid, vähilaadseid, okasnakkseid*. Merepõhjas roomasid arvukad *trilobiidid* — need olid lõpustega hingavad lüljalgsed, koorikloomade sugulased. Enamasti olid need väikesed, 3 kuni 12 cm pikkused loomad, kuid mõned neist kasvasid poole meetri pikkuseks ja veel pikemaksiki.



Joon. 77. Siluri ajastu. Elu Balti mere põhjas.

Ülal vasakul (ujuvad) peajalgsete molluskid; paremal (lebavad merepõhjas) trilobiidid; all — iidsete okasnahksete ja käsijalgsete mitmesugused esindajad.

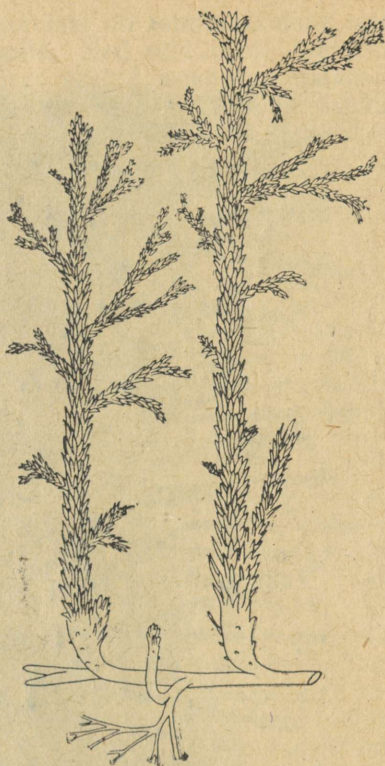
**Silur.** Sellel perioodil saavutasid mereloomadest erilise õitsengu *trilobiidid* ja *ürgvähid* (joon. 77). Ürgvähid on tähelepanuväärsed selle poolest, et neist põlvnevad esimesed maismaalüljalgsed. Suured vanaaegkonna ürgvähid kuulusid suurimate selgrootute loomade hulka üldse. Mõned neist olid kuni nelja meetri pikkused.

Siluri lõpul ilmub huvitav keelikloomade rühm — *rüükalad*. Nende keha oli kaetud suurtest luuplaatidest rüüga. Nad polnud veel tõelised kalad — neil polnud veel lõugu. Selgroogsete edasine ajalooline areng oli seotud lõugade kujunemisega. Lõuad võimaldasid aktiivselt haarata toitu. See soodustas täiuslikumat toitumist ja intensiivsemat ainevahetust. Siluri lõpul ilmusid alamad, lõugadega varustatud kaasaegsetele haikaladele lähedased kõhrskeletiga kalad (*kõhrkalad*).

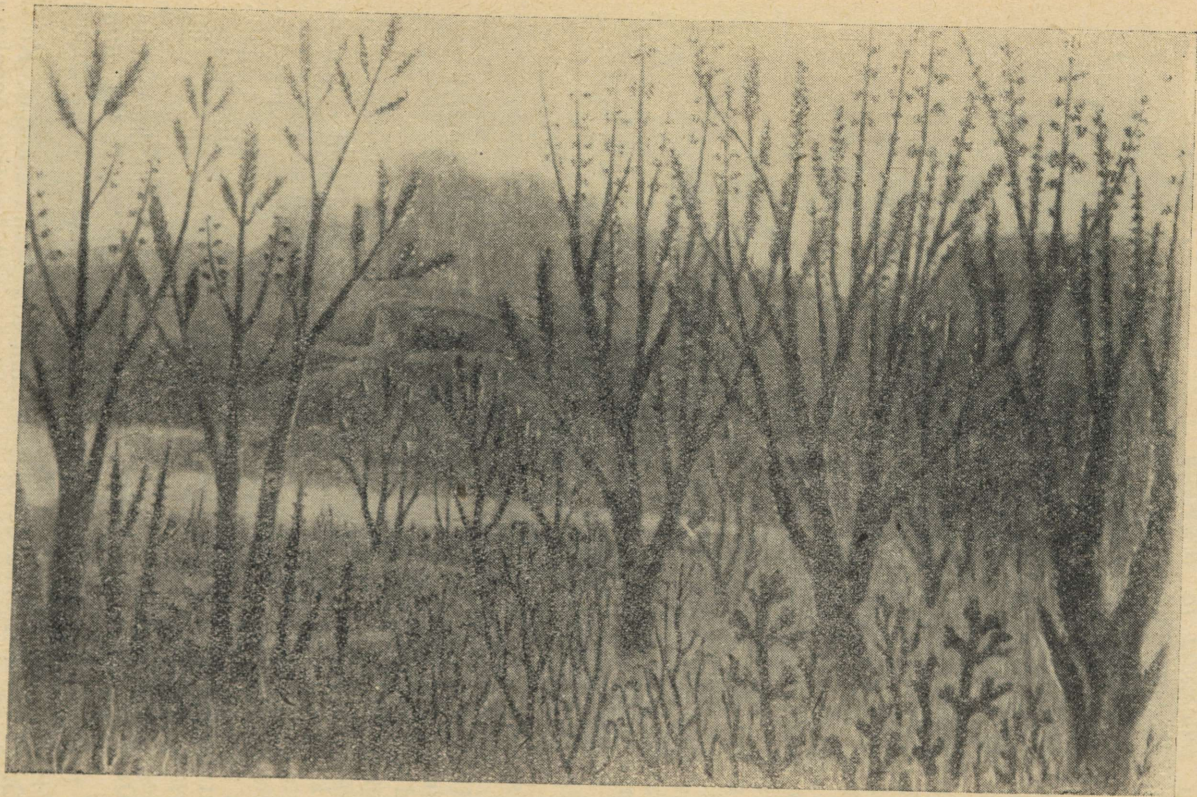
Siluris hakkab elu vallutama maismaad. Mere hulkraksed vetikad annavad alguse esimestele maismaataimedele — *psilofüütidele*, mis veidi meenutavad kaasaegseid samblaid. Psilofüütidel kujunevad esmakordselt maismaa-eluks vajalikud elundid: juurte alged kinnitumiseks mullas, vars juhtkimpudega vee ja toitainete juhtimiseks ning väikesed rohelised soomused varrel — lehtede alged (joon. 78). Psilofüütidest arenesid hiljem kõik maismaataimed. Siluri lõpul ilmuvad esimesed maismaaselgrootud — *skorpionid*. Selleks ajaks oli maismaa juba kattunud ürgse taimkattega.

**Devon.** Sellele ajastule on iseloomulik maismaakatte edasine areng. Ilmuvad ürgseimad eostaimed: *osjad*, *kollad*, *sõnajalad*. Devoni lõpul arenevad seemnesõnajalad, tulevaste okaspuude ja õistaimede eellased (joon. 79).

Selgroogsed teevad devonis sammu edasi oma arengus. Koos primitiivsete rüükaladega esineb juba ürgseid *tuurlasi*, *kopskaiu* ja *vihtuimseid kalu* (joon. 80).



Joon. 78. Psilofüüt. Devoni ajastu esimene maismaataim.



Joon 79. Devoni ajastu. Rannikuäärse madaliku taimestik.

Viht- e. käsiuimsete kalade ilmumisel oli tohutu tähtsus selgroogsete edasise evolutsiooni käigule. Neil olid hästi arenenud tugevad rinna- ja kõhuuimed, millede skelett meenutas maismaaselgroogsete labakätt. Paljud vihtuimsed elasid madalal ärakui-vavais veekogudes ja kohustusid rinna- ja kõhuuimede varal «kõndimisele» veekogude põhjas. Neil tekkisid seedekulgla eesotsas paarilised kotitaolised väljasopistised — algelised kopsud. Kui veekogu hakkas kuivama ja vees tuli hapnikust puudus, võisid vihtuimsed kalad hingata õhuhapnikuga ning isegi kaldale roomata.

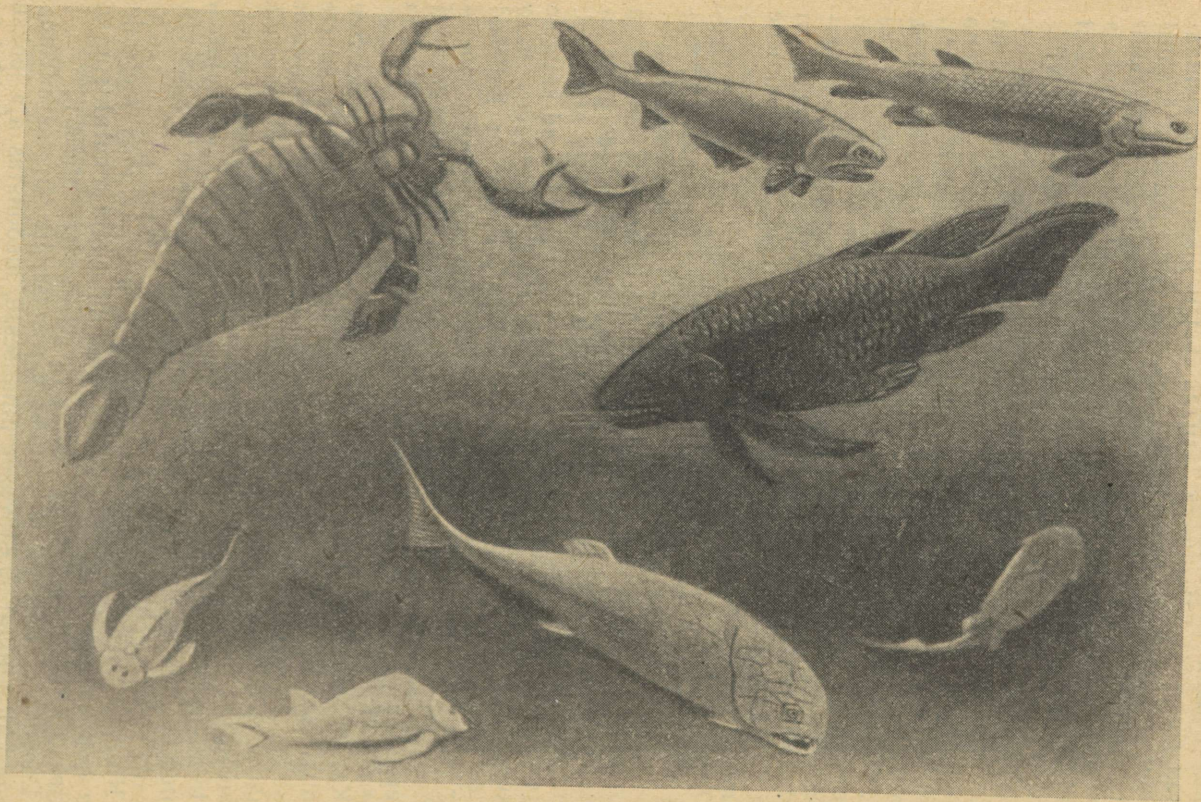
Ka praegu on olemas kalu, kes nagu ürgsed vihtuimsedki on võimelised hingamiseks kasutama õhuhapnikku ning kasutama paarisuimi mitte ainult ujumiseks, vaid ka roomamiseks veetaimed vahel. Nende hulka kuuluvad *kopskalad* ja *hulkuimlased*. Joon. 81 (I) on kujutatud hulkuimlane, kes elab troopilise Aafrika mageveelistes veekogudes. Tal on paariline, söögitoruga ühenduses olev ujupõis, mida kasutatakse kopsuna õhuhapnikuga hingamisel, kui vees on vähe lahustunud hapnikku. Joonisel 81 (II) on näha väljasurnud vihtuimsete kalade välisilmet ja nende uimede ehitust.

Devoni lõpul hakkasid selgroogsed vallutama maismaad. Ürgseist vihtuimseist kaladest põlvnesid esimesed maismaaselgroogsed. Need olid ürgkahepaiksed — *stegokefaalid*, kelle pikkus ulatus mõnest sentimeetrist nelja meetrini. Vihtuimsete rinna- ja kõhuuimed muundusid ürgkahepaikseil viievarbasteks ees- ja tagajäsemeteks (joon. 81 — III). Algul olid jäsemed väga algelised. Stegokefaalid roomasid aeglaselt mööda maad ega läinud kaugele veekogust. Need loomad elasid niiskeis soistes kohtades ning munesid vette. Stegokefaalide vastsed elasid vees nagu kullased ning hingasid lõpustega. Hiljem toimus nende elus moone (metamorfoos): lõpused asendusid kopsudega nagu kaasaegsetelgi kahepaikseil (konnadel). Stegokefaalidest põlvnevad roomajad ja kaasaegsed kahepaiksed.

**Karbon e. kivisöeajastu.** Kliima muutub soojaks ja niiskeks. See soodustab maismaa taimekatte hoogsat arengut ja tohutu suurte soostuvate alade kujunemist. Taimestikust valitsevad eostaimede puukujulised esindajad: *puutaolised sõnajalad*, *kollad* ja *osjad*. Ilmuvad okaspuudele lähedased puud (*kordaiidid*). Puutaoliste eostaimede hiidmõõtmeist kivisöeperioodil annavad ettekujutuse mõned kollad (sigillaariad, lepidodendronid), millede kõrgus ulatus üle 40 m (VII tahvel).

Kivisöeperioodi soodes elas suur hulk *stegokefaale*, metsades aga mitmesuguseid *putukaid*. Mõned putukad olid tohutulult suured: näiteks oli ühe hiigelkiili tiibade siru-ulatus ligi 2 meetrit.

Lopsakas taimestik, ladestudes pärast surma suurtes hulkades veega küllastunud soostuvasse pinnasesse, moodustas aja jooksul kivisöe lasundi. Sellepärast nimetataksegi seda perioodi kivisöeajastuks.



Joon. 80. Devoni ajastu. Elu Kesk-Euroopa merelahtedes  
Ürgvähk (ü l a l) ja mitmesugused kalad (a l l — rüükalad, keskel — suur vihtuimne kala)

**Perm.** Sellel perioodil kliima muutus kuivemaks. Taime- ja loomariik muutub tunduvalt.

Puutaolised eostaimed surevad aja jooksul välja. Asemele tulevad seemnetaimed, mis aegamööda välja tõrjudes eostaimi muutuvad taimeriigis valitsevaiks. See oli tingitud sellest, et neil taimedel oli olulisi eeliseid olelusvõitluses. Nad hakkasid paljunema seemnete abil, mis on varustatud noore taime kasvamahakkamiseks vajalike toitainetega. Esimesteks seemnetega taimedeks olid *okaspuud* ja *palmlehid*.

Kliima muutus avaldas mõju ka selgroogsetele loomadele. Kuiv kliima sundis paljusid stegokefaale loobuma kahepaiksest eluviisist ja siirduma täielikult kuivale. Nii kujunesid neist *ürgsed roomajad* e. *reptiilid*. Neil tekkisid mitmesugused kohastumised maismaaelule. Roomajate munad omandasid kõva koore — nii said nad areneda (vastupidi kahepaiksete munadele) väljaspool vee-keskonda ega kuivanud ära. Looteline areng toimus nüüd mitte enam vees, vaid kuival; noorloomad omandasid kahepaiksete vastse-ea lõpuste asemel kopsud. Roomajate keha kattus kaitsva kihiga sarvsoomustest või -kilbistest (nagu kaasaegsei! kilpkonnadel ja madudel) — see kaitses keha kuivamise eest maismaatingimustes ja kuivas kliimas.

Ürgsed reptiilid olid enamikus taimtoidulised, kuigi esines ka kiskjaid. Viimastest pakub erilist huvi *imetajahambuste* roomajate rühm. Oma luustiku ja hammaste ehituselt lähenevad nad imetajaile. Hambad jagunevad neil nagu imetajailgi silma-, lõike- ja purihammasteks. Oletatakse, et imetajahambustele roomajatele lähedased loomad andsidki alguse esimestele imetajatele.

Joonisel 82 on kujutatud moment, kus *inostrantseevia* — suur imetajahambune kiskja, keha pikkusega kuni 3 meetrit, tungib kalalale taimtoidulisele *pareiasaurusele*. Nende reptiilide jäänused on leitud Nõukogude Liidus, Severnaja Dvinaa kaldal.

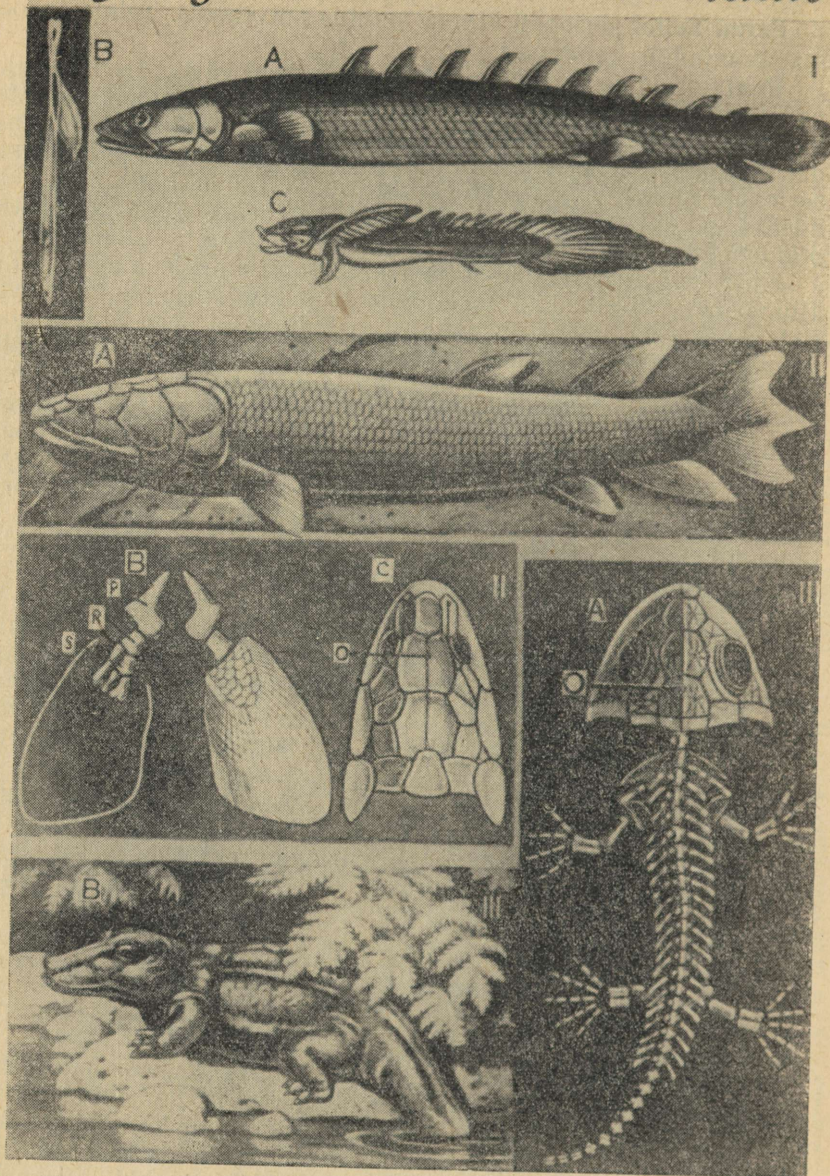
## § 27. Mesosooline e. keskaegkond

Keskaegkond kestis umbes 125 miljonit aastat. Ta jaguneb kolmeks ajastuks: triias, juura ja kriit.

**Triias.** Taimkattes hakkavad üha suuremat osa etendama okaspuud. Ürgkahepaiksed surevad aegamööda välja. Esikoht selgroogsete seas hakkab minema mitmesuguste roomajate kätte (joon. 83). On tekkinud palju uusi maismaa- ja veereptiile, nende seas *krokodille*, *kilpkonni*, *sisalikke* ja mitmesuguseid hiiglaslikke loomvorme, keda on hakatud nimetama *hiidsisalikeys* ehk *dinosaurusteks*<sup>1</sup>. Väga sagedad olid tol ajal näiteks meres elavad *kalasisalikud* e.

<sup>1</sup> *Dinosaurus* tähendab ladina keeles «kohutav sisalik».

# Selgroogsete tulek veest maismaale



Joon. 81. Selgroogsete tulek maismaale.

- I — hulkuimlane; A — hulkuimlase väliskuju; B — hulkuimlase ujupõis; C — hulkuimlase vastne.
- II — väljasurnud vihtuimne kala; A — selle kala väliskuju; B — kõhuuimed (uimede skeletis on luud, mis vastavad selgroogsete tagavöötme ja tagajäsemete luudele: p — puusaluu, r — reieluu, s — sääreluu); C — kolju (kolju luude vahel on avaus O, milles paiknes kiirusilm).
- III — esimeste maismaaselgroogsete esindaja — stegokefaal: A — stegokefaali skelett (stegokefaali koljus on nagu vihtuimsetelgi kiiruava, mis näitab stegokefaalide põlvnemist vihtuimsetest kaladest); B — stegokefaali väliskuju.

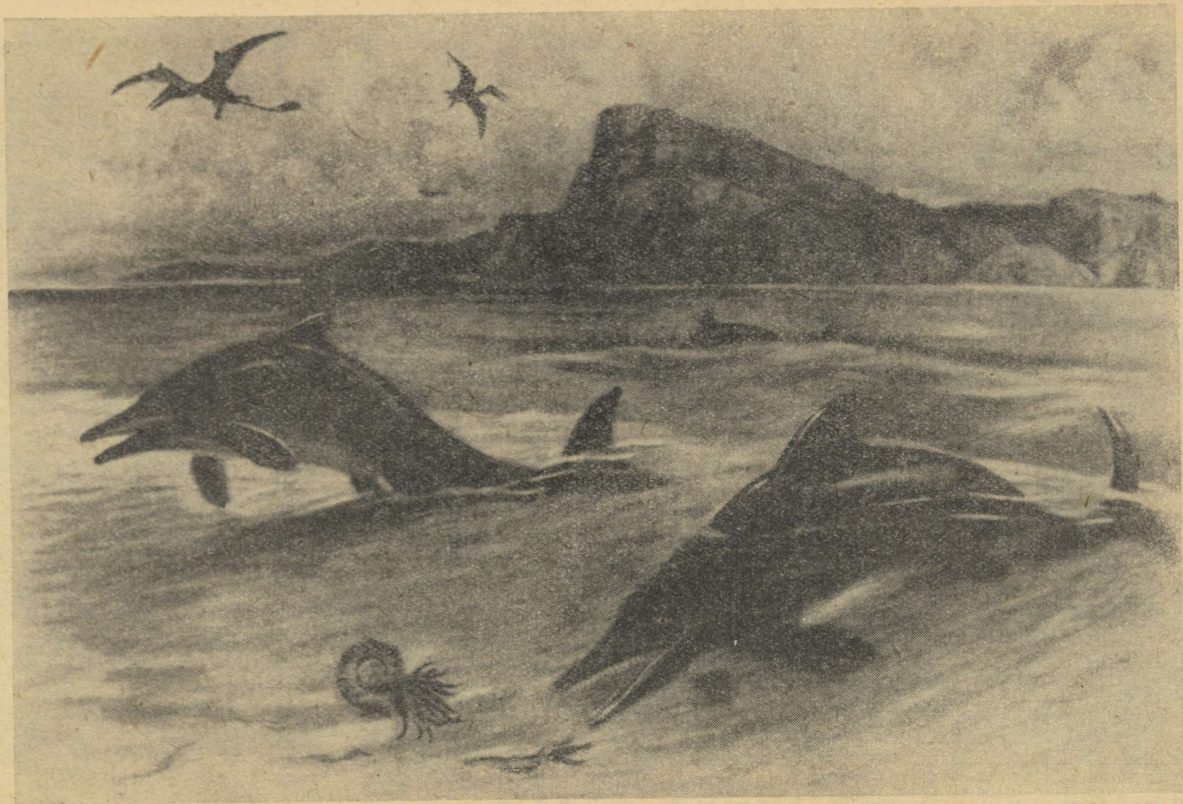


Joon. 82 Permi ajastu. Maastik Ees-Ukraina piirkonnas.

Roomajad: a 11 — taimtoiduline sisalik pareiasaurus; ü 1 a 1 — kiskjaline imetajahambune sisalik inostrantseevia.



Joon. 83. Triiase ajastu. Mets Taga-Volgamaal.  
Vasakul all — stegokefaal; ülal paremal — iidsetd krokodillid.



Joon. 84. Juura ajastu. Meri Euroopas.  
Vees — kalasisalikud (ihtüosaurused) õhus — lentsisalikud (pterosaurused).

*ihüosaurused*. Nende pikkus ulatus 12 meetrini; kehakujult meenutasid nad kalu.

Triiase ajastu lõpul kujunesid reptiilidest esimesed *imetajad*. Algul olid nad väikesed rotisuurused kiskjad, kes ei etendanud märgatavat osa teiste loomade seas.

**Juura.** Taimedest on kõige tähelepandavamad paljasseemnetaimed, eriti *okaspuud*. Mere- ja magevetes on kaladest esikohal luulise skeletiga *luukalad*, kes tõrjusid välja ürgsemad, algelisema kõhrskeletiga vormid. Selgroogsete klassidest on valitseva seisundiga *reptiilid*: nad olid vallutanud maismaa, vee ning isegi õhukeskkonna, sest mõned neist olid omandanud lennuvõime (joon. 84).

Ilmus suur hulk *maismaa-hiidsisalikke*. Neist näiteks oli brontosaurus 20 meetri pikkune ja 5 meetri kõrgune. Diplodookuse keha oli isegi 26 m pikk (joon. 85). Selle looma nimetus tähendab tõlkes «kahe aruga»; selline nimi anti talle seepärast, et peale väikese peaaegu esines tal tugev närvidepõimik ristluupiirkonnas.

Õhus lendasid arvukad lentsisalikud.

Juuras ilmusid esimesed *ürglinnud* — arheopterüks ja arheornis. Need olid tuvisuurused linnud (joon. 86), millel oli kehaehituses reptiilidele omaseid tunnuseid, kuigi keha oli kaetud sulgedega. Nii oli arheopterüksil pikk, 20-st lülist koosnev saba, lõualuud olid varustatud hammastega ja tiivaks muundunud eesjäsemel oli säilinud 3 küünistega varvast.

Joonisel 86 on kujutatud arheopterüksi jäänused ja selle linnu oletatav väliskuju. Lend oli ürglindudel veel väga ebatäiuslik; nad kasutasid tiibu ka ronimiseks puudel ja hüpetel oksalt oksale.

Lindude põlvnemine roomajaist leiab kinnituse, uurides lindude lootelist arengut. Joonisel 86 (III) on näha, et tiibade alged noorel kanapojal meenutavad algul sisaliku eesjäsemete algeid.

**Kriit.** Kriidi ajastul omandab taimkate kaasaegsemaid jooni. Ilmuvad *katteseemnetaimed*, nende seas rida nüüdisaegseid perekondi. Üheidulehelistest olid iseloomulikud palmid, liilialised; kaheidulehelistest viigipuud, vahtrad, tammed, paplid, kased, viinapuud.

Meredes elas suurel hulgal lubikojaga varustatud *ainurakseid*. Pärast loomade surma nende kodjad ladestusi tohututeks kriidimassideks — sellest saigi see ajastu nimetuse.

Maismaal hakkavad kahepaiksed aja jooksul kaduma. Neist säilivad vaid väikesed, kaasaegsetele konnadele, vesilikele (triitoniitele) ja salamandritele lähedased loomad. Roomajail on endiselt juhtiv seisund selgroogsete seas (joon. 87), ja alles kriidi ajastu lõpul hakkavad nad välja surema, loovutades koha lindudele ja imetajaile.

Joonisel 88 on kujutatud tüüpiline kriidi ajastu looduspiit Amuurimailt. Soostunud madalike tavalisemaiks elanikeks olid mandžurosaaurused — pardinokalised hiidsisalikud, kes toituisid



Joon. 85. Juura ajastu. Hiidsisälilikud — diplodookused.

# Lindude põlvnemine



Joon. 86. Lindude põlvnemine.

I — arheopterüksi jäljend kiltkivis.

II — arheopterüksi väliskuju, mis on rekonstrueeritud teadlaste poolt jäljendi järgi.

III — kanapoja arenemine: 1 — varane arengujärk (on näha loode ja munakollase pinnale tekkinud veresooneid); 2 — hilisem arengujärk; 3 — kanapoja tiiva arenemisjärgud (arenev tiivaalge on sarnane sisaliku jala algega).

IV — sisaliku loode (pöörake tähelepanu sarnasusele kanapoja lootega).



Joon. 87. Kriidi ajastu. Gigantosaurus.

Hiiglasuur roomaja, kelle turjakõrgus oli 5–6 meetrit. Pikkus 30 meetrit. Võrdlemiseks on all kujutatud inimene.

soodes taimedest ja väikestest loomadest. Nende lõualuud olid pardi noka taoliselt välja venitunud, mis soodustas soos toidu haaramist.

## § 28. Kainosoiline e. uus-aegkond

See aegkond, mis kestis umbes 60 miljonit aastat, jaguneb kaheks ajastuks: tertsiaär ja kvaternaar.

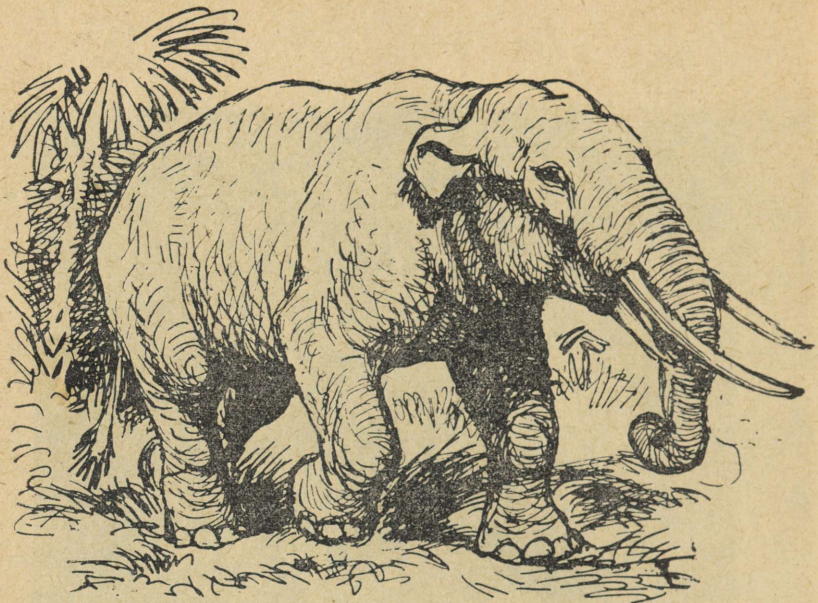
**Tertsiaär.** Sellel ligi 59 miljonit aastat kestnud ajastul omandasid õistaimed (*katteseemnetaimed*) juhtiva seisundi taimeriigis. Üha rohkem ilmub taimi, mis meenutavad kaasaegseid liike. Selle



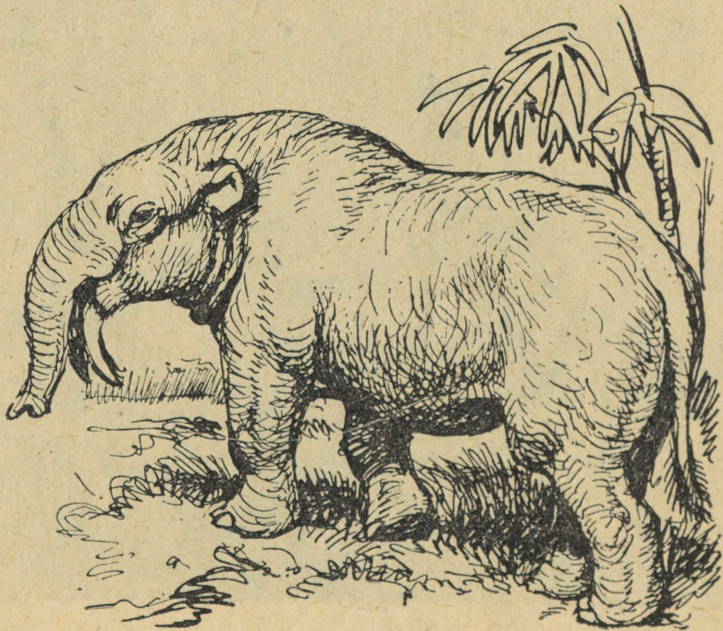
Joon. 88. Kriidi ajastu. Amuuri-äärne soine maastik. Mandžurosauresed — pardinokalised dinosaurused.



Joon 89. Tertsiaär. Metsalagendik Kesk-Aasias. Sarveta hiigelinasarvik — indrikoteeria.



Joon. 90. Tertsiaär. Mastodon.



Joon. 91. Tertsiaär. Dinotarium.

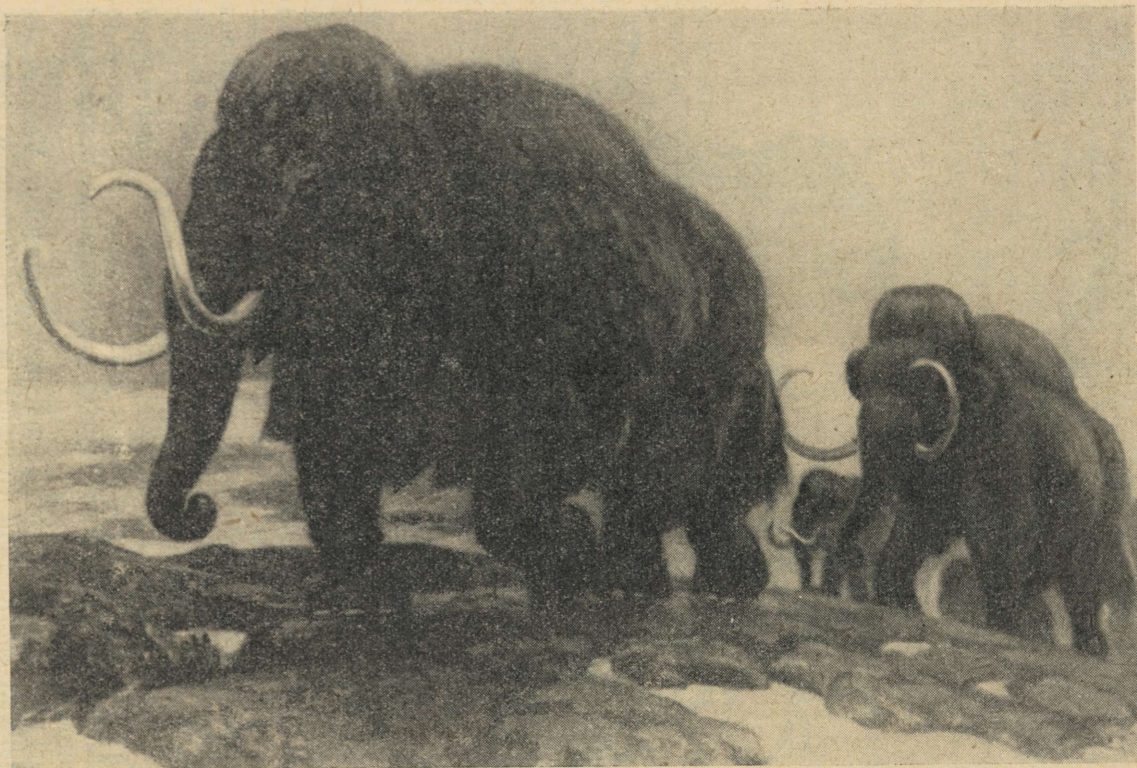


Joon. 92. Tertsiaär. Metsastepp NSV Liidu lõunaosas.

Esiplaanil väikeste (ponisuuruste) kolmevarbaste hobuste — hipparionide kari. Tagaplaanil v a s a k u l — jaanalinnud, p a r e m a l — antiloobid.



Joon. 93. Kvaternaar. Jääaja maastik NSV Liidu keskosas.  
Esiplaanil polaarrebane, v a s a k u l — karvane ninasarvik, p a r e m a l — liustiku serval põhjapödrad.



Joon. 94. Kvaternaar. Mammutid.



Joon. 95. Kvaternaar. Hiidsarveline hirm.

ajastu alguses oli kliima soe. Euroopas kasvasid tollal igihaljad magnooliad, viigipuud, loorberid, palmid, bambused, viinapuud. Euroopa ja Aasia põhjaosas, kus kliima oli mõõdukam, valitsesid heitlehised puud — pärn, vaher, lepp, paju, tamm, pappel. Tertsiaari lõpus algas jahenemine ja soojalembene taimkate taandus lõuna poole. Kesk-Euroopas valitsesid siis külmakindlamad taime-liigid — kuusk, mänd, kask.

Tertsiaaris ilmuvad *kõrrelised* ja mitmesugused *üheaastased rohttaimed*. Hõivates ulatuslikke alasid Siberis, Mongoolias ja Põhja-Ameerikas ning välja tõrjudes puistaimestiku, moodustasid need taimed steppe.

Suuri muutusi esineb vee- ja maismaa loomastikus. Veekogudes levib rohkesti *kõhtjalgseid* (tigusid) ja *liistaklõpuselisi* (karpe). Hiiglasuured roomajad kaovad. Neid asendavad linnud ja *imetajad*, kelle areng on läinud kiiresti progressi suunas. Neil selgroogseil kujunesid kohastumised, mis andsid neile eeliseid reptiili-

lide ees tertsiääris alanud üldise jahenemise tingimusi. Lindudel ja imetajail on täiuslikum kesknärvisüsteem (eriti peaju), meeleelundkond, luustik ja lihastik. Olulist osa etendas nende soojaverevus, mis muutis linnud ja imetajad vähem olenevaiks külmast. Lindudel etendab tähtsat osa kohastumine lendamisele ja lõimeti-shooldus, imetajail aga poegimine ja poegade toitmine emapiimaga.

Tertsiääri vältel kujunesid imetajate hulgas välja putuktoidulised, närilised, sõralised, vaalalised, kiskjalised, ahvilised.

Tertsiääri suurimatest loomadest tuleb nimetada pikkade kõvete kihvadega *mõõkhambust tiigrit*, tohutut, kuni 5 m kõrgust *sarveta ninasarvikut* ja londilisi, kaasaegsete elevantide sugulasi *mastodoni* ja *dinoteeriumi* (joon. 89, 90, 91 ja 92).

**Kvaternaar.** See periood vältas umbes üks miljon aastat ja kestab vahetult kaasajani.

Juba tertsiääri lõpus oli põhjapoolkeral alanud jahenemine. Põhjast valgusid lõuna poole jäämassid, kattes mannerjääna ulatuslikke alasid. Külmad jää-ajad vahetusid soojemate jää-vaheaegadega. Toimusid järsud taimestiku ja loomastiku muutused. Soojalembesemad liigid taandusid Euroopa ja Aasia põhja- ning keskosadest Aafrika ja India troopilistesse piirkondadesse.

Jääaja iseloomulikeks imetajaliikideks olid *mammut*, *hiidsarveline hirs*, *koopakaru* ja *koopalõvi*. Need loomad olid hästi külmale kohastunud; nende keha oli kaetud tiheda karvaga (joon. 93, 94 ja 95).

Kvaternaaris kujuneb lõplikult välja kaasaegne taimestik ja loomastik. Sel ajastul ilmub *inimene* ja omandab valitseva tähtsuse looduses.

#### Ulesanne.

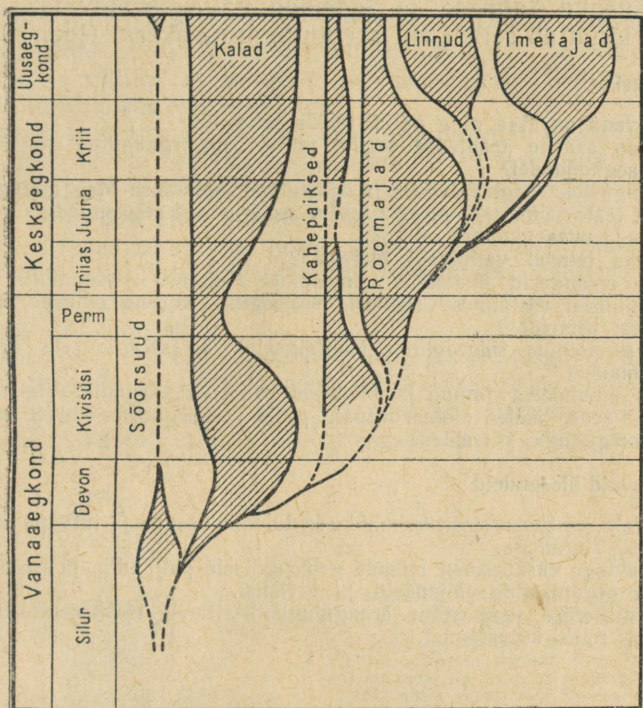
Pärast peatüki läbilugemist tutvuge järgneva tabeliga, milles on ära toodud elu arengu põhilised etapid aegkondade ja ajastute vältel, lugege läbi tekst ja vaadeldge õppetabeleid, mis kujutavad taimestikku ja loomastikku mitmesugustel aegkondadel.

### KOKKUVÕTE

Elu tekkis ürgaegkonnas, 1,5—2 miljardit aastat tagasi. Esimesed organismid arenesid mikroskoopilistest valgutombukestest, neist kujunesid algul rakutud, seejärel üherakulised ja lõpuks hulk-rakused organismid. Juba siis eraldus kaks orgaanilise looduse haru: taime- ja loomariik. Elu arenes esialgu ainult meredes ja ookeanides; maismaal elu ei olnud.

Aguaegkonnas oli meri asustatud bakterite, vetikate ja mitmesuguste selgrootutega. Vana-aegkonna algul ilmuvad alamad selgroogsed (kalad). Elu vallutab aegamööda ka maismaa. Ilmuvad esimesed maismaataimed (psilofüüdid) ja maismaaselgrootud.

Aegkonnad	Ajastud	Elu arengu põhilised etapid
<b>Arhailine</b> e. ürgaegkond 1 miljard a.		Elu tekkimine. Bakterite, vetikate ja alamate selgrootute kujunemine.
<b>Proterosoiline</b> e. aaguaegkond, 600 miljonit a.		Selgrootute loomade hõimkondade enamiku (käsnaade, ainuõossete, usside, lüliljalgsete, limuste) väljakujunemine. Ilmusid esimesed keelikloomad.
<b>Paleosoiline</b> e. vana-aegkond, 335 miljonit aastat	<b>Kambrium</b> 80 miljonit aastat	Vähiladsete, trilobiitide ja okasnahksete areng.
	<b>Silur</b> , 120 miljonit aastat	Ürgvähkide, rüükalade ja kalade areng. Elu algus maismaal: esimeste maismaataimede (psilofüütide) ja -selgrootute (lüliljalgsete) ilmumine.
	<b>Devon</b> , 55 miljonit aastat	Ürgsete eostaimede (osjade, koldade, sõnajalgade) areng. Tuurlaste, kopskalade ja vihtuimsete areng. Maismaaselgroogsete kujunemine — esimeste kahepaiksete (stegokeetalide) ilmumine.
	<b>Karbon</b> , 55 miljonit aastat	Puukujuliste eostaimede hoggus areng. Okaspuude tekkimine. Putukate ilmumine.
	<b>Perm</b> , 25 miljonit aastat	Seemnetaimede areng. Roomajate ilmumine.
<b>Mesosoiline</b> e. keskaegkond, 125 miljonit aastat	<b>Triias</b> , 30 miljonit aastat	Mitmesuguste roomajate, nende seas ka hiidsisalike (dinosauruste) areng. Imetajate ilmumine.
	<b>Juura</b> , 25 miljonit aastat	Paljasseemneliste, eriti okaspuude areng. Roomajate ülekaal maismaal, vees ja õhus. Lindude tekkimine.
	<b>Kriit</b> , 70 miljonit aastat	Katteseemneliste ilmumine. Keskaegkonna roomajate väljasuremine.
<b>Kainosoiline</b> e. uusaegkond, 60 miljonit aastat	<b>Tertsiaär</b> , 59 miljonit aastat	Õistaimede ülekaal. Kõrreliste ja üheaastaste rohttaimede ilmumine. Hiidsisalike kadumine. Lindude ja imetajate areng. Ahvide ilmumine ja areng.
	<b>Kvaternaär</b> , 1 miljon aastat	Kaasaegse taimestiku ja loomastiku kujunemine. Inimese ilmumine.



Joon. 96. Selgroogsete loomade sugupuud.

Vasakul — geoloogilised aegkonnad ja ajastud, paremal — selgroogsete klassid.  
 Joonisel on näha sugulussuhte erinevate selgroogsete klasside vahel.  
 Harude laius annab kujutluse ühe või teise selgroogsete rühma liikide arvukusest erinevatel aegkondadel ja ajastutel.

Vana-aegkonna keskel tekivad ürgseist vihtuimseist kaladest esimesed kahepaiksed (stegokefaalid). Sel ajal, karbonis, palava ja niiske kliima tingimustes, arenevad tugevasti puukujulised eostaimede vormid.

Vana-aegkonna lõpul, kui kliima muutus kuivemaks, tekkisid tõelised maismaaselgroogsed — roomajad. Keskaegkond on roomajate epohh: nad asustavad maismaa, vee- ja õhukeskkonna. Ilmuvad arvukad hiigelroomajad. Taimestik hõlmavad esikoha paljasseemmelised taimed.

Keskaegkonnas tekkisid roomajaist esimesed imetajad ja linnud. Uusaegkonna alguseks oli enamik endisi roomajaid välja surnud. Valitseva seisundi maismaaselgroogseist omandasid linnud ja imetajad, kes osutusid olemusvõitluses, eriti külmema kliima tingimustes, kohastunumateks. Uusaegkonnas omandab taimestik ja loomastik üha enam praegusaegse ilme. Selle aegkonna lõpul ilmub inimene, kes sai maa peremeheks.

Väljasurnud taimede ja loomade väljakaevatavate jäänuste uurimine kinnitab sellist elu arengulugu maakeral (joon. 96).

### Küsimusi

1. Kui vana on Maa ning millal tekkis sellel elu?
2. Kuidas saavad teadlased teada, milline oli orgaaniline loodus ammu-möödunud aegkondadel?
3. Missugusteks aegkondadeks ja ajastuteks jaotatakse Maa ajalugu?
4. Mida teate taimestiku ja loomastiku arengust eri aegkondade (ürg-, agu-, vana-, kesk- ja uusaegkonna) vältel?
5. Kuidas taimed vallutasid maismaa?
6. Miks omandasid õistaimed taimestikus valitseva seisundi ja tõrjusid välja puukujulised eostaimed? Milliseid bioloogilisi eeliseid omavad õistaimed eostaimedega võrreldes?
7. Kuidas toimus selgrootute (lüljalgsete) ja selgroogsete siirdumine veest maismaale?
8. Miks omandasid linnud ja imetajad valitseva seisundi teiste maismaa-selgroogsete seas, jäädes olelusvõitluses peale keskaegkonna suurte kahepaiksete ja roomajatega võrreldes?

### Täiendavaid ülesandeid

1. Korraldage ekskursioon kohalikku koduloomuuseumi ja tutvuge seal paleontoloogiliste kogudega.
2. Korraldage ekskursioon mõnele geoloogilisele paljandile ja koguge sealt väljasurnud organismide jäljendeid ja kivistisi.
3. Organiseerige loomastiku arengulugu käsitleva tšehhoslovakkia filmi «Ebatavaline reis» külastamist.

## XI PEATÜKK

### INIMESE PÕLVNEMINE

#### § 29. Inimese loomast põlvnemist tõestavad faktid

**Materialismi võitlus idealismiga inimese põlvnemise küsimuses.** Kõige teravam on olnud võitlus materialismi ja idealismi vahel inimese põlvnemise küsimuses.

Ürgrahvaste katsed seletada inimese põlvnemist peegelduvad usundlikes legendides. Paljude rahvaste usundlikes pärimustes kõneldakse jumaluse poolt esimeste inimeste loomisest savisi, kivist, mullast või veest. Näiteks väitsid vanad egiptuse legendid, mis läksid üle ka piiblistse ning ristiusku, et jumal lõi esimesed inimesed mullast.

Loodusteaduse, eriti zoologia, süstemaatika, võrdleva anatoomia ja embrüoloogia arenemise tulemusena kogunesid aga pidevalt faktid, mis ümberlökkamatult tõestasid inimese sugulust loomadega.

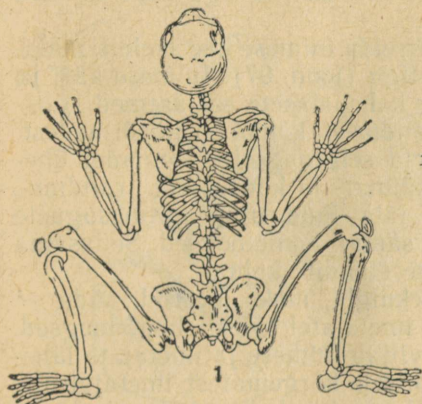
Inimese põlvnemise küsimuse lahendamisele oli otsustav tähtsus C. Darwini töödel. 1871. aastal avaldas Darwin töö «Inimese

põlvnemine ja suguline valik». Erakordse julgusega rakendas ta oma elusa looduse ajaloolise arenemise teooriat inimese kohta. Darwin esitas arvukalt fakte inimese loomadest põlvnemise tõestamiseks ja näitas, et inimene ja kaasaegsed kõrgemad ahvid põlvnevad ühistest esivanematest.

Darwin ei suutnud lõplikult avastada põhjusi, mis kutsusid esile meie ahvilaadsete eellaste inimeseks muutumise, kuna ta alahindas sotsiaalsete faktide tähtsust. Need põhjused avastas F. Engels. Artiklis «Töö osa ahvi kujunemisel inimeseks» tõestas F. Engels, et meie eellaste inimeseks muutumises oli otsustav tähtsus töö.

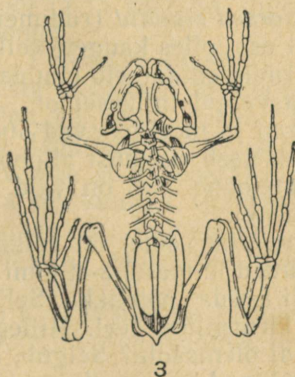
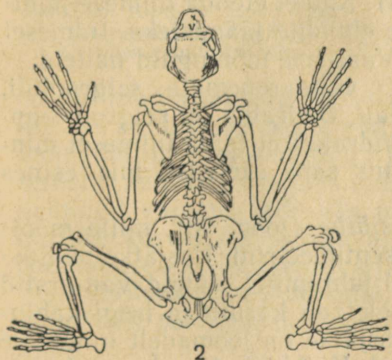
**Inimese sarnasus selgroogsete loomadega.** Inimese põhilistel elunditel ja kehaosadel on niisamasugune asetus ja ehitus kui selgroogsetel loomadel.

Nagu kõikidel selgroogsetel, nii on ka inimesel skeleti peamiseks telgmiseks osaks selgroog, mille eesotsale kinnitub kolju. Selgroo külge kinnituvad ees- ja tagavööde. Inimese käte ning jalgade skelett vastab maismaaselgroogsete ees- ja tagajäsemete ske-



Joon. 97. Inimese ja selgroogsete loomade ühtne ehitusplaan.

1 — inimese skelett; 2 — šimpansi skelett; 3 — konna skelett. Võrdlemise lihtsustamiseks on inimese ja šimpansi skeletil sama asend mis konna skeletil.



letile (joon. 97). Inimesel on ka needsamad kesknärvisüsteemi (pea- ja seljaaju) põhilised osad. Inimese, nagu kõikide selgroogsete peaaegu jaguneb viieks osaks: eesaju, vaheaju, keskaju, väikeaju ja piklikaju. Inimesel ja selgroogsetel loomadel on ka siseelundid (näiteks vereringe- ja seedeelundid) ühesuguselt paigutatud.

See tõestab, et inimene on kehaehituselt sarnane selgroogsete loomadega.

Kõige lähemal seisab inimene imetajatele. Imetajaid iseloomustavad põhilised anatoomilised ja füsioloogilised iseärasused on omased ka inimesele: püsisoojasus, karvade ja piimanäärmete esinemine, poegade sünnitamine ja nende toitmine emapiimaga.

Inimese sarnasust selgroogsetega, eriti imetajatega, võib seletada vaid inimese põlvnemisega imetajatest.

Seda tõestavad paljud võrdleva anatoomia ja embrüoloogia faktid.

**Võrdlev-anatoomilised tõendid inimese suguluse kohta selgroogsetega.** Inimese kehaehitust selgroogsete, eriti imetajate omaga võrreldes jõuame veendumusele, et neil on peaaegu kõik elundid homologused.

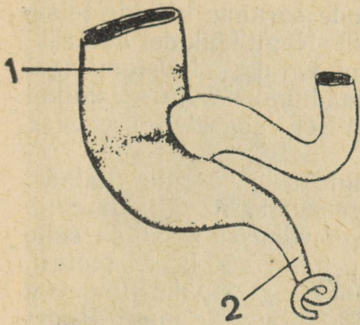
Seda on kerge täheldada, kui võrrelda inimese käe skeletti maismaselgroogsete eesjäsemete skeletiga (joon. 97). Inimese käsi ja lindude, imetajate, roomajate ning kahepaiksete eesjäsemed koosnevad õlavarrest, küünarvarrest, randmest, kämblast ja sõrmedest. Need osad moodustuvad inimesel ja selgroogsetel loomadel ühesugustest luudest: õlavarreluust, küünar- ja kodarluust, randme-, kämbla- ja sõrmeluudest. Inimese jala luud ning mitmesuguste selgroogsete tagajäsemete luud on samuti homologused. Sedasama võib öelda peaaegu kõikide inimese elundite kohta.

Pea- ja seljaaju, kopsud, sedekulglä, maks, neerud, süda — kõik need elundid on inimesel ja imetajatel täiesti homologused. Homoloogsete elundite olemasolu viitab inimese ja imetajate lähedasele sugulusele, inimese põlvnemisele kõrgematest imetajatest.

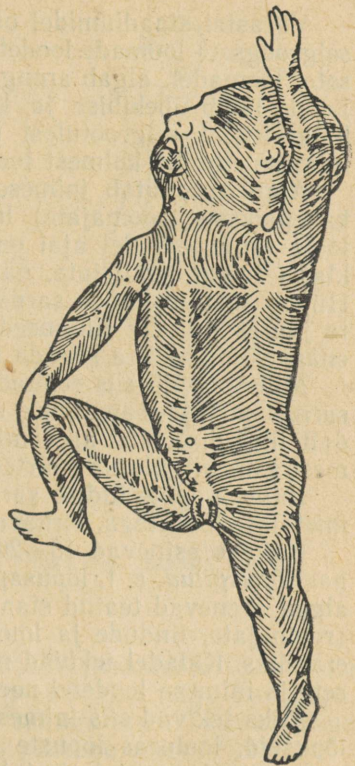
Parimaks tõendiks inimese põlvnemise kohta loomadest on *rudimentaarsed elundid* (rudimendid). Nad ei etenda inimesel mingit olulist osa, olles kaugete eellaste elundite jäänusteks. Inimesel on palju rudimentaarseid elundeid. Vaatleme mõningaid näiteid.

Täiskasvanud inimesel on 4—5 väljaarenemata selgroolüli, mis liituvad ja moodustavad õndraluu. Õndraluu on selgroo lõpposa, mis asetseb ristluust allpool. Õndraluu ei täida inimesel mingid funktsioone. See on vaid jäänus saba skeletist, mis esines meie eellastel.

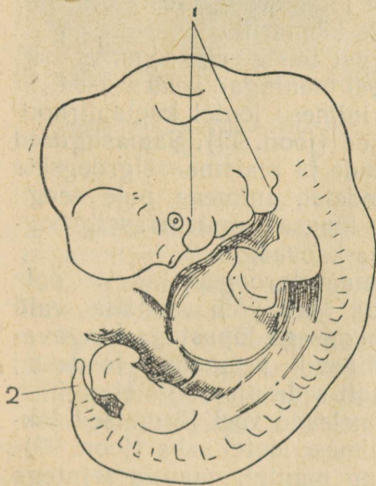
Inimese pimesoolel on väike *ussjätke* (joon. 98), mille mõõtmised ulatuvad inimesel 2-st kuni 23 sentimeetrini. Ussjätke põhjustab sageli ägedat põletikku. Sellistel juhtumitel eemaldavad arstid ussjätke kirurgilisel teel. Millega seletada kasutu ja isegi kahjuliku elundi olemasolu? Selgub, et ussjätke on loomadelt inimesele edasi kandunud rudimentaarne elund. Kõikidele koredast taimtoi-



Joon. 98. Pimesool (1) ja ussjätke (2) inimese lootel.



Joon. 100. Inimese loote karvkatte. Karvkatte asetus langeb kokku karvade asetusega imetajatel.



Joon. 99. Inimese loode teise arenemiskuu algul.  
1 — lõpuspilud; 2 — saba.

on säilinud rudimentsed loomsetelt eellastelt päritud kõrva-  
lesta tahteliselt liigutada. Inimesel  
liigutavad lihased, kuid nad pole tegutsemisvõimelised. Paljudel  
loomadel on kõrva-  
lesta tahteliselt liigutada. Inimesel on ammu  
kadunud vajadus pidevaks pingutatud kuulamiseks. Inimene ei  
harjuta kõrva-  
lesta tahteliselt liigutavaid lihaseid, sellepärast jäävad need  
rudimentseteks, ei arene välja.

**Embrüoloogilised tõendid.** Palju väärtuslikke tõendeid inimese  
loomadest põlvnemise kasuks annab inimese lootelise arengu uuri-  
mine.

Varastel staadiumidel on inimese loode sarnane kõikide teiste selgroogsete loomade loodetega (joon. 18). Nagu kõikidel hulkraksetel loomad, algab areng viljastatud munaraku lõigustumisega. Loode läbib ühekihise ja kahekihise staadiumi. Nagu enamikuli hulkraksetel selgrootutest ning kõikidel selgroogsetel, arenevad inimese elundid kolmest lootelehest.

Algul meenutab inimese loode alamate selgroogsete (kalade, kahepaiksete, roomajate) loodet, siis arenevad tal välja imetaja loote tunnused. Sel ajal on teda peaaegu võimatu eristada selle klassi teiste esindajate, näiteks küüliku, kassi või koera lootest. Hiljem muutub loode sarnaseks ahvi lootega ja lõpuks ilmnevad ta juures inimese tunnused. Sellel perioodil pole inimese loodet enam võimalik ära segada mõne teise imetaja lootega.

Millega võib siis seletada inimese ja loomade lootelise arengu sarnasust? Me teame juba, et individuaalne arenemine kordab lühidalt liigi ajaloolist arenemist. Inimese loote areng tõestab, et inimese minevik ulatub juurtega sügavale loomariiki.

Inimese loote üldise sarnasuse kõrval teiste selgroogsete, eriti imetajate loodetega, torkavad silma veel mõningad iseärasused.

Näiteks esinevad 18—20-päevasel inimese lootel kaelapiirkonnas *lõpuspilud*, s. t. lõpusaparaadi alged (joon. 99). Samasugused alged arenevad teatud staadiumis kalade ja maismaaselgroogsete (roomajate, lindude ja imetajate) loodetel. Inimene pole seega erandiks. Kaladel tekivad neist hiljem lõpused, maismaaselgroogsete ja inimese loodetel need alged aga kaovad.

Miks tekivad siis inimesel ja maismaaselgroogsetel, kellel pole lõpuseid, looteas lõpuste alged? Seda fakti võib seletada vaid maismaaselgroogsete ja inimese põlvnemisega lõpustega hingavatest kalalaadsetest esivanematest. Minevik peegeldus loodetes; viimased kordavad oma arengus lühidalt seda ajaloolist etappi.

Inimese sugulusest imetajatega kõnelevad veel järgmised faktid. Looteea teise kuu lõpuks areneb inimese lootel saba (joon. 99). Hiljem jääb see arenemises maha ning muutub vaagna seintega varjatuks, väliselt mittemärgatavaks õndraluuks. 5—6 kuu vanusel inimese lootel on peaaegu kogu nahk kaetud peente tihedate karvadega (joon. 100). Loote karvkate kaob veidi enne sündimist.

**Atavism.** Veenvaks tõendiks inimese põlvnemise kohta loomadest on inimesel harva täheldatavad atavismi juhud.

Atavismiks nimetatakse organismidel kaugete eellaste tunnuste ja omaduste ilmnemist<sup>1</sup>.

Vaatleme mõningaid atavismi juhte.

Üllatavaks näiteks on karvased inimesed. Neil on nägu ja kogu keha kaetud tiheda loomade karusnahka meenutava karvkattega. Selline nähtus on tingitud sellest, et loote karvkate ei kao enne sündimist, nagu tavaliselt, vaid areneb edasi (joon. 101).

<sup>1</sup> Ladinakeelsest sõnast «*atavus*» — esivanem.



Joon. 101. Karvane inimene  
A. Jevtihhiev.



Joon. 102. Sabaga poiss.

Teada on ka *sabaga inimeste* sündimisi korratuste tõttu loote normaalses arengus. Loote saba areng ei katke, nagu harilikult, vaid kestab edasi. Tulemusena sünnib sabaga laps. Täiskasvanud inimesel on saba 5 kuni 15 sentimeetri pikkune (joon. 102).

Keskajal, kui atavisminähteid ei suudetud seletada loomulike põhjustega, süüdistati naisi, kellel sündisid lapsed selliste kõrvalekaldumistega normist, «mustade jõududega» läbikäimises ning neid põletati tuleriidal.

## KOKKUVÖTE

Usundlikud legendid inimese jumalikust põlvnemisest lükatakse ümber tõestusega inimese loomsest põlvnemisest.

Inimese põhilised elundid ja kehaosad on asetatud niisamuti kui kõikidel selgroogsetel loomadel. Kõige lähemal on inimene kehaehituselt ja elundite talitluselt imetajatele. Inimese skeleti osad ja kõik siseelundid on homologsed imetajate vastavate elunditega. See kõneleb inimese lähimast sugulusest imetajatega. Seda sama tõendavad ka inimese arvukad rudimentaarsed elundid.

Inimese looteline areng on varastel staadiumidel sarnane kõikide hulkraksete arenguga. Hilisematel staadiumidel on ta sarnane selgroogsete, eriti imetajate arenguga.

Inimese loomse päritolu veenvaks tõendiks on atavism.

## Küsimusi ja ülesandeid

1. Milles ilmneb inimese kehaehituse sarnasus selgroogsete loomade, eriti imetajate kehaehitusega?
2. Võrrelge inimese käe ja maismaaselgroogsete eesjäseme ehitust. Millisele järeldusele viib see võrdlus? Tooge homologsete elundite näiteid inimesel ja imetajatel.
3. Loendage teile tuntud rudimentaarseid elundeid inimesel. Missugune tähtsus on rudimentaarsel elunditel inimese loomse päritolu tõestamisel?
4. Mida te teate lootelise arengu sarnasusest inimesel ja loomadel?
5. Tooge näiteid atavismi kohta inimesel ning selgitage selle nähtuse põhjust.
6. Vaadeldge tabelit inimese ja mitmesuguste selgroogsete skelettide kohta (või skelette endid) ning leidke sarnasusi ja erinevusi nende ehituses.
7. Vaadeldge tabelit inimese ja mitmesuguste selgroogsete lootelise arengu kohta ning selgitage, milles seisneb sarnasus nende vahel.

## § 30. Sarnasusi ja erinevusi inimese ja inimahvlaste vahel

**Inimahvlased — inimese lähimad sugulased.** Kõige lähedasemad on inimesele anatoomilistelt ja füsioloogilistelt iseärasustelt imetajate kõige kõrgemini arenenud seltsi — ahviliste — esindajad. Nendest inimesele lähimad on inimahvlased.

Inimahvlaste sugukonda kuuluvad orangutang, gorilla ja šimpans (joon. 103). Neile lähedased on gibonid. Orangutangid ja gibonid elutsevad Kagu-Aasias, gorillad ja šimpans — Aafrika troopilistes rajoonides. Need on suured, metsades puul ronivad loomad.

**Sarnaseid jooni inimese ja inimahvlaste vahel.** Inimese ja inimahvlaste anatoomiliste ja füsioloogiliste iseärasuste võrdlemisel ilmneb suur sarnasus nende vahel.

Sarnased on keha mõõtmed, üldine haabitus. Inimahvlastel puudub saba. Nad võivad kõndida tagajäsemeil, kuigi toetuvad seejuures pikkadele kätele. Väga sarnane on skeleti, lihaste, vereringe, närvisüsteemi ning siseelundite ehitus. Varbail on küüniste asemel küüned. Neil on inimesega ühepalju lõike-, silma- ja purihambaid. Inimahvlastel, nagu inimeselgi, on 12—13 paari roideid ja 5—6 ristluulüli, mis tugevasti liidavad ristluu vaagnaga (joon. 104).

Inimahvlaste peaju on tugevasti arenenud ning sarnane inimese omaga. Sarnasus väljendubaju ning selle suurte poolkerade suurtes mõõtmetes ning vagude ja voltide tugevas arenemises. Ajumaht ulatub 350-st 600 kuupsentimeetrini (joon. 105).

Inimahvlaste kõrgem närvitalitus on kõrgelt arenenud; neil on hea mälu ja taip. Emotsioonide väljendumine meenutab neil suurel määral inimest. Nad on võimelised rõõmustuma, naerma, vihastuma, kurvastuma, nutma. Emaloomad hoolitsevad liigutavalt poegade eest. Ema toidab ja kaitseb poega, sageli puhastab selle nahka ja karvu putukatest, viiendal elukuul õpetab poega kõndima.



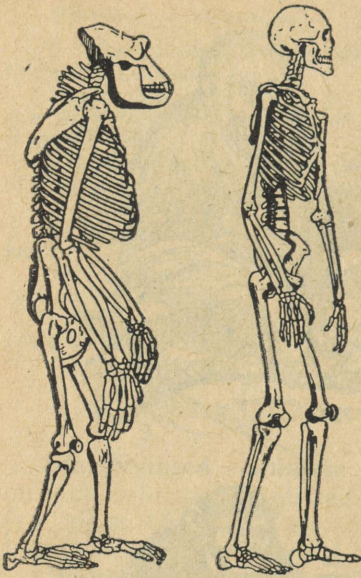
Joon. 103. Inimahvid.

1 - gibbon; 2 - orangutang; 3 - gorilla; 4 - šimpans.

Akadeemik I. P. Pavlovi füsioloogialaboratooriumis korraldati katseid inimahvlaste kõrgema närvitalitluse uurimiseks.

Vaatlused šimpansi käitumise kohta näitasid, et ahvid võivad kasutada lihtsamaid tööriistu. Näiteks kasutavad nad keppe taimede söödavate juurte väljakaevamiseks ja raskete esemete tõstmiseks. Kui puuvili paigutati ahvidele ligipääsmatusse kohta, hankis šimpans seda kepi abil. Kui puuvili riputati väga kõrgele, vedasid ahvid kokku kastid, asetasis need üksteise peale ning hankisid maiuspala käe või kepi abil (joon. 106).

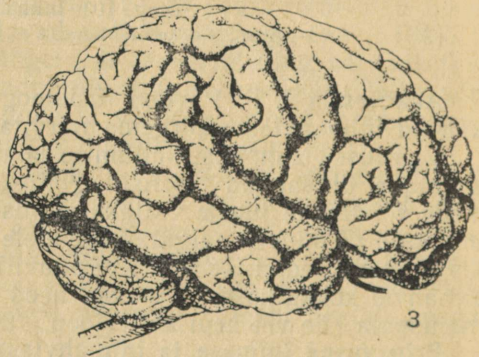
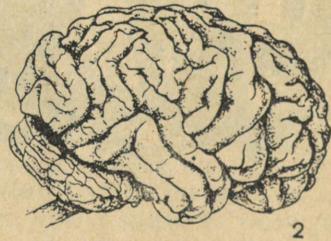
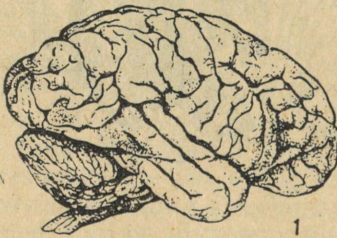
**Erinevused inimese ja inimahvlaste vahel.** Inimese ja inimahvlaste vahel on mitte ainult sarnasus, vaid ka väga olulised kvali-



Joon. 104. Gorilla ja inimese skeletid.

tatiivsed erinevused. Inimene väljus ammu loomariigis valitsevate seaduste raamest. Inimühiskonna arenemine allub kõrgemat liiki seadustele — sotsiaalsetele-majanduslikele seadustele. Need on tootlike jõudude ja tootmissuhete arenemise seadused, klassivõitluse seadused (klassiühiskonnas). Inimene erineb loomadest kvalitatiivselt selle poolest, et tema elu aluseks on töö, võime valmistada ja kasutada tööriistu.

Need inimese põhilised iseärasused, mis teda kvalitatiivselt eraldavad ka kõige kõrgemini arenenud loomadest, ei võinud muidugi peegeldumata jääda ka inimese keha anatoomilistes ja füsioloogilistes iseärasustes. Inimese keha on ko-



Joon. 105. Inimahvide ja inimese aju.

1 — organgutangi; 2 — šimpansi ja 3 — inimese aju.



Joon 106. Simpans Rafael ehitab kastidest torni.

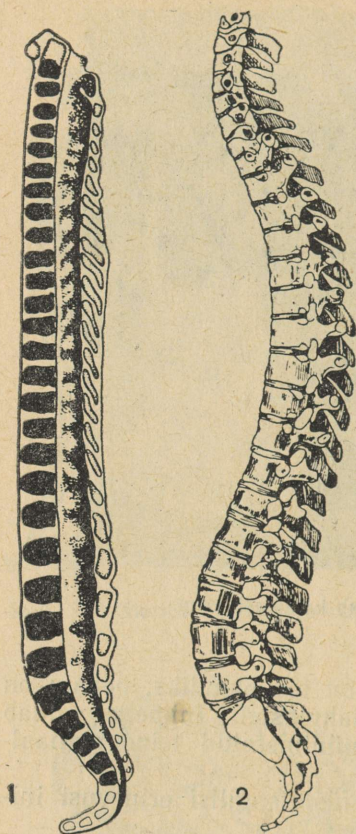
hastunud püstisele kõndimisele; käsi on töö elundiks; peaaju on arenenud palju tugevamini kui inimahvlastel. Inimene valdab artikuleeritud kõnet; talle on omane niinimetatud teine signaal-süsteem, mis puudub loomadel.

Vaatleme põhilisi anatoomilisi ja füsioloogilisi erinevusi inimese ja inimahvlaste vahel.

Keha vertikaalne asend on inimesel esile kutsunud palju iseärasusi skeleti, lihaste ja teiste elundite ehituses, mis puudusid ahvidel. Näiteks on selgroog iseloomulikult kõverdunud (joon. 107). Jalatallal on nõgus kuju. See vähendab keha põrumist ning rappumist kõndimisel, jooksmisel ja hüppamisel, mis on eriti tähtis selja- ja peaaju kaitsmiseks. Ahvidel on selgroo kõverus vaevaltmargatav.

Inimese vaagen on laiem ahvi omast, kuna ta toetab siseelundeid keha vertikaalse asendi puhul.

Erinevused ilmnesid ka jäsemete ehituses. Inimese labakäsi muutus haardeelundiks, mistõttu põial on tugevasti arenenud ja väga liikuv. Ahvidel on põial lühike ja väheliikuv, teised sõrmed aga pikad. Ahvide labakäsi on kohastunud puuokstest kinnihoidmiseks ja keha heitmiseks ühelt oksalt teisele. Ahvidel on ka tagajäse kohastunud ronimiseks ning sellepärast on neil suur varvas teistele varvastele vastandatav, nagu inimesel põial sõrmedele (joon. 108).

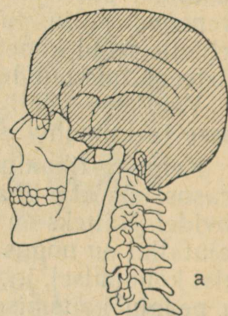


Joon. 107. Selgroo kuju.

1 — vastündinud lapsel (selgrool on suur sarnasus ahvide selgrooga); 2 — täiskasvanud inimesel on selgroog kõverdunud S-kujuliselt.

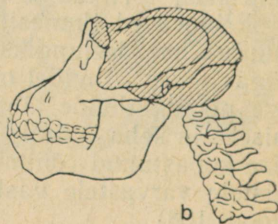


Joon. 108. Orangutangi käsi ja jalg.



Joon. 109. Inimese ja šimpansi kolju võrdlus.

Kolju ajuosa on viirutatud. Võrrelge aju- ja näokolju suurusi inimese ja šimpansi koljul.



Olulised on erinevused ka kolju ehituses. Ahvidel on tugevasti arenenud lõuad ja mälumislihased. Näokolju on neil ajukoljust suurem. Inimesel on lõuad ja mälumislihased tunduvalt nõrgemini arenenud seoses eluviisi ja toitumise iseloomu muutumisega. Aju kolju on inimesel näokoljust suurem (joon. 109).

**Teise signaalsüsteemi tähtsus.** Akadeemik I. P. Pavlovi õpetus annab võimaluse orienteerumiseks paljudes inimese põlvnemisega seotud küsimustes.

I. P. Pavlov tõestas, et inimese ja loomade kõrgemal närvitalitlusel on kvalitatiivne vahe.

Loomad saavad väliskeskkonnast mitmesuguseid meeleelunditega (nägemis-, kuulmis-, kompamis- ja maitsmiselundid) vastu võetavaid ärritusi. Need ärritused kutsuvad loomadel esile vastavaid tingitud ja tingimatuid refleksi. Samasuguseid signaale väliskeskkonnast saab ka inimene: neist kujuneb ta kujutus väliskeskkonnast. Seda organismi seose süsteemi väliskeskkonnaga nimetas I. P. Pavlov *esimeseks signaalsüsteemiks*.

Inimesele on aga selle kõrval iseloomulik veel *teise signaalsüsteemi* olemasolu. Viimase all mõistab I. P. Pavlov sõna — kuuldatavat ja nähtavat (lugemisel). See on spetsiifiline, inimesele omane signaalsüsteem.

I. P. Pavlov märgib ära teise signaalsüsteemi tohutut tähtsust inimese kujunemise protsessis. Tänu sõnale sai võimalikuks üldistamine ja abstraktne mõtlemine, samuti mõistete tekkimine. Sõnal on tohtu bioloogiline ja sotsiaalne tähtsus inimese kasvatamisele, kogemuste säilitamisele põlvest põlve. Tänu sõnale sai võimalikuks teaduse tekkimine.

**Sugulussuhted inimese ja inimahvlaste vahel.** Inimese ja inimahvlaste kehaehituse sarnasus viitab nende lähedasele sugulusele. Nendevahelised erinevused tõendavad aga, et kaasaegsed inimahvlased pole inimese esivanemad. Inimene ja kaasaegsed inimahvlased on ajaloolise arengu eriharudeks, mis hiljutises geoloogilises minevikus eristusid ühisest tüvest. Inimene põlvneb mitte kaasaegsest, vaid väljasurnud inimahvlasest. Seda seisukohta tõendab paleontoloogia.

## KOKKUVÖTE

Kõikidest imetajatest on inimesele kõige lähedasemad inimahvlased. Keha mõõtmed, haabitus, skeleti, peaaaju ja siseelundite ehitus on inimahvlastel ja inimesel väga sarnased. Siiski on inimese ja inimahvlaste vahel kvalitatiivsed erinevused. Inimühiskonna areng allub sotsiaalsetele-majanduslikele seadustele. Inimese elu aluseks on töö, võime tööriistu valmistada ja kasutada.

Inimese sotsiaalsed iseärasused on mõjustanud ka tema keha anatoomilisi iseärasusi. Inimese keha on kohastunud püstitsele kõnnakule, inimahvlastel aga puudel ronimisele. Inimese peaaaju

on arenenud tugevamini kui inimahvlasel. Inimene valdab artikuleeritud keelt, talle on omane teine signaalsüsteem, tänu millele sai võimalikuks mõtlemine.

Kaasaegsed inimahvlased pole inimese eellasteks. Nad on lähedasteks sugulasvormideks, kes põlvnevad inimesega ühisest tüvest.

#### Küsimusi ja ülesandeid

1. Missugused kehaehituse jooned lähendavad inimahvlasi inimesega?
2. Missugused füsioloogilised iseärasused ja käitumise jooned viitavad inimahvlaste sugulusele inimesega?
3. Milles seisneb inimese kvalitatiivne erinevus kõige kõrgemini arenenud loomadest?
4. Millised kehaehituse iseärasused eraldavad inimest inimahvlastest? Millega seletub see erinevus?
5. Jutustage teisest signaalsüsteemist.
6. Kas kaasaegsed inimahvlased on inimese eellased? Milles seisneb inimese sugulus inimahvlastega?
7. Vaadeldge inimese ja inimahvlaste koljude, skelettide ja siseelundite tabeleid ning mudeleid ja loendage erinevaid ning sarnaseid jooni inimese ja inimahvlaste vahel.

### § 31. Töö osa ahvi inimeseks muutumise protsessis

**F. Engelsi tööteooria.** Tõestades inimese põlvnemise ahvilaadest eellasest, ei suutnud Darwin avastada ahvi inimeseks arenemise põhjusi. Seda tegi F. Engels töös «Töö osa ahvi kujunemisel inimeseks».

Engels viitab inimese peamistele iseärasustele, mis eraldavad teda loomadest. Inimene on ühiskondlik olend, kes allub ühiskonna arengu seadustele. Inimühiskonna tüüpiliseks tunnuseks on töö. Töö on inimelu põhiline tingimus. Inimkond võlgneb tänu kõigi oma saavutuste eest tööle. Samal ajal kui loomad vaid väliselt kasutavad loodust, sunnib inimene, tänu tööle, loodust ennast teenima, valitseb tema üle.

Töö põhiline iseärasus on tööriistade rakendamine. Töö algab tööriistade valmistamisest. Tööriistade valmistamise ja kasutamise oskus eraldab inimese loomadest. «Töö lõi inimese,» ütles Engels.

Tutvume Engelsi tööteooria põhiliste seisukohtadega.

**Inimese käsi kui töö elund ja töö produkt.** Vastavalt Darwini teooriale väidab Engels, et inimese eellaseks oli sadu tuhandeid aastaid tagasi (tertsiaäris) elanud ebatavaliselt kõrgesti arenenud inimahvlaste tõug. Need ahvid ronisid puudel ning elasid karjakaupa. Engels rõhutab eriti, et inimene kui kõige ühiskondlikum olend võis tekkida vaid ühiskondlikest loomadest. Kulus siiski sadu tuhandeid aastaid, kuni puudel ronivatest ahvidest arenes inimühiskond.

Puudel elutsemine valmistas ahve ette püsti kõndimiseks, kutsudes esile talitluse jaotumise ees- ja tagajäsemete vahel. Ronimisel täidavad käed teistsugust funktsiooni kui jalad. Ronival loo-

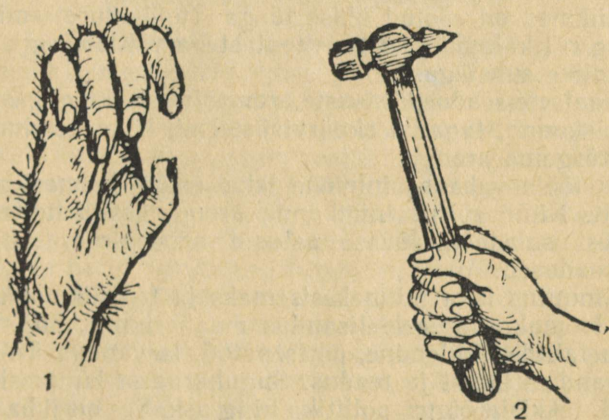
mal asetseb keha sagedamini vertikaalselt ning toetub sagedamini tagajäsemeile kui maismaa neljajalgsetel. Ahvidel areneb lihastik, mis on tarvilik keha hoidmiseks püsti tagajäsemeil.

Maapealsele eluviisile üleminekul hakkasid ahvid loobuma käte kasutamisest kõndimisel. Nad omandasid püstise kõnnaku, mille juures keha asetseb väljasirutatud, poolvertikaalses asendis. Sellega on tehtud otsustav samm ajaloolise arengu teel ahvist inimeseni. Püstine kõnnak muutus meie ahvilaadsetele eellastele harjumuseks ning sai neile paratamatuks.

Tänu püstisele kõnnakule vabanesid käed keha toetamisest ning hakkasid täitma teisi funktsioone. Ka kaasaegsetel inimahvlastel esineb talitluse jaotus ees- ning tagajäsemete vahel. Ahvid kasutavad käsi puuvilja haaramiseks ja toidu hoidmiseks, pesade ehitamiseks puudele, enesekaitseks kepi või kivi abil jne.

Siiski on erinevus kõige kõrgemini arenenud inimahvlaste käte ja inimese käe vahel väga suur (joon. 110). Ükski ahv ei suuda oma käe abil valmistada kas või kõige lihtsamat ürginimese tööriista — kivist nuga. Käe täiustumise protsess töö mõjul kestis pidevalt sadu tuhandeid aastaid. Käsi kohastus ikka uuteks ja uuteks operatsioonideks ning sel viisil tekkinud nõtkus kandus edasi pärilikkuse teel, suurenedes põlvkonnast põlvkonda. Käsi pole mitte ainult töö elund, vaid ka töö produkt, märgib Engels.

**Toidu mitmekesisus ja tule kasutamise tähtsus.** Engels märgib, et ahvi inimeseks muutumisele aitas kaasa toidu mitmekesisumine. Tänu sagedastele ümberasumistele kasutasid ahvid toiduks ikka suuremal ja suuremal arvul uusi taimi. Organism sai mitmekesisemaid keemilisi ühendeid, kujunesid välja organisatsiooni



Joon. 110 Orangutangi käsi (1) ja haamrit võttev inimese käsi (2).

Pöörake tähelepanu vähearenenud päkale ahvi käel.

täiustumiseks, «nende ahvide inimesteks muutumiseks» tarvilikud keemilised tingimused.

Arheoloogilistel kaevamistel leitud vanimateks tööriistadeks on jahi- ja kalastustarbed. Järelikult hakkasid meie esivanemad teatud arenguastmel puhta taimtoidu kõrval kasutama ka kala ja liha. See oli tähtis samm inimese kujunemisel. Lihatoidus sisalduvad peaaegu valmis kujul organismile vajalikud ained. Lihatoit suurendas kehalist jõudu ning soodustas aju kiiremat arengut.

Lihatoidu kasutamine viis tule kasutamisele ja loomade kodustamisele. Tänu toidu valmistamisele tuel lühenes seedimisprotsess, hoiti kokku energiat, mida kasutati teisteks elulisteks protsessideks. Loomade kodustamisega loodi täiendav toiduallikas. Piimas leidis inimene uue toitaine, mis pole lihast vähema tähtsusega.

**Artikuleeritud kõne ja teadvuse areng.** Käe arenedes ning töövormide mitmekesisitudes tekkisid eeldused looduse valitsemiseks. Pidevalt muutus avaramaks meie esivanemate silmaring. Nad avastasid loodusnähtuste juures ikka uusi omadusi.

Tööprotsessis tekib vajadus teineteisele midagi öelda. Ahvide arenematu kõri muutus keerukamaks ja täielikumaks ning sai kõne elundiks. Kõne tekkimine on seotud tööga ja töösuhetega inimeste vahel.

Töö ja kõne areng stimuleerisid meeleeelundite ning peaaegu arengut. Järk-järgult tekkisid teadvus, järelduste tegemise oskus, abstraktne mõtlemine. Meeleeelundite, peaaegu, teadvuse ja mõtlemise areng mõjus omakorda arendavalt ka töö ja kõne arengule.

Töö lähendas veelgi tihedamalt ürginimesi omavahel. Jahil ja vaenlastega võideldes said ikka sagedamaks teineteise toetamise ning vastastikuse abistamise juhtumid. Selline vastastikune abi osutus kasulikuks. Karjast kujunes järk-järgult ühiskond. Ühiskonna liikmed on seotud ühise tööga (toidumuretsemisega jahipidamise või kalapüügi näol, vaenlastega võitlemisega jne.) ning ühiskondlike suhetega.

**Sotsiaalsete seaduspärasuste arenemine.** Töö tegi karjast kollektiivi, ühiskonna, tagas kesknärvisüsteemi, kõne, teadvuse ja mõtlemise kõrgema arengu.

Tänu tööle vabanes inimene ikka enam loomariigi seaduste mõju alt. Nüüd sõltus inimkonna areng töövahenditest ja ühiskondlikest suhetest. Jõusse astusid sotsiaalsed, ühiskondlikud arenguseadused.

Töö muutus ikka mitmekesisemaks ja täiuslikumaks. Jahindusele ja loomakasvatusele lisandus maaharimine, hiljem ka kudemine, metallide töötlemine, pottsepatöö, laevandus. Tekkis tööstus ja kaubandus, kunst ja teadus. Suguharudest kujunesid rahvused ja riigid, tekkisid õigus, poliitika ning usk. See on juba ühiskonna-teaduste, mitte enam loodusteaduste uurimisala.

## KOKKUVÖTE

Inimese loomadest põlvnemist tõestanud Darwin ei suutnud avastada ahvi inimeseks muutumise põhjusti.

Engels näitas, et peamine inimest loomadest eristav iseärasus seisneb töös, tööriistade valmistamises ja nende kasutamise oskuses. «Töö lõi inimese,» ütles Engels.

Pärast üleminekut püstisele kõnnakule vabanesid ahvide — inimese eellaste — eesjäsemed tööst keha toetamisel, hakkasid täitma uusi ülesandeid ning kujunesid järk-järgult käteks. Käe täiustumine mitmekesise töö mõjul kestis sadu tuhandeid aastaid.

Töö ja käe areng, mitmekesisem toit, tule kasutuselevõtmine — see kõik aitas kaasa inimese igakülgsemale arengule ning tema aju ja meeleeelundite arenemisele.

Käe, kollektiivse töö ja vastastikuse abistamise arenemise tulemusena tekkis artikuleeritud kõne. See stimuleeris veelgi aju arengut ning mõjus arendavalt teadvuse ja mõtlemise arengule.

Töö kujundas karjast kollektiivi, ühiskonna. Tänu tööle vabanes inimene loomariigi seaduste võimusest. Astusid jõusse sotsiaalsed ühiskondlikud seaduspärasused.

### Küsimusi

1. Miks ei saa inimese põlvnemist seletada ainult bioloogiliste seaduspärasustega? Millist osa etendab töö ahvi inimeseks muutumise protsessis?
2. Kuidas toimus töö mõjul inimese käe kujunemine?
3. Milline tähtsus oli tule kasutamisel ja toidu mitmekesistumisel inimese kujunemisele?
4. Kuidas tekkisid artikuleeritud kõne ja teadvus?

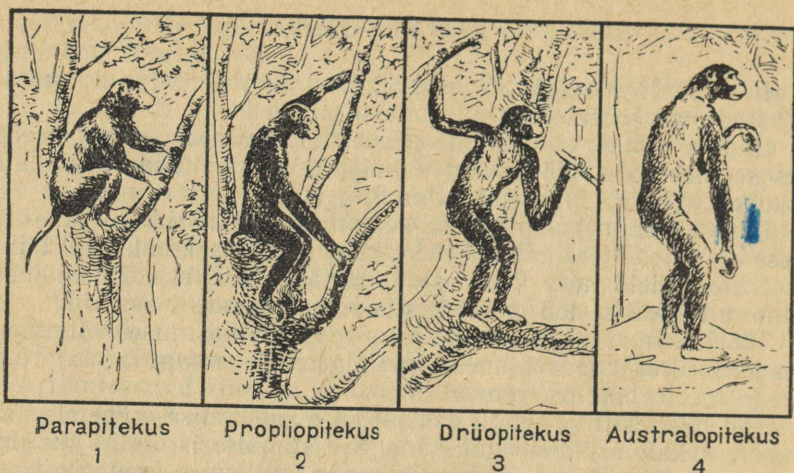
## § 32. Inimese paleontoloogia

**Inimese ja inimahvlaste ühised esivanemad.** Kõige usaldatavamaid andmeid inimese põlvnemise kohta annab paleontoloogia.

Kõige ürgsemateks kõrgemateks ahvideks, kellest on alguse saanud inimese esivanemad, olid *parapitekused*, kes elasid tertsiääri keskel, umbes 30 miljonit aastat tagasi (joon. 111). Parapitekustest põlvnevad kaasaegsed gibbonid, orangutangid ja välja-surnud, puudel elutsenud ahvid — *drüopitekused*. Viimased olid suured šimpansi meenutavad loomad. Drüopitekustest põlvnevad kolm järglaste haru, mis viivad *šimpansi*, *gorilla* ja *inimeseni*.

Drüopitekuste järglaste inimeseni viiv haru algab väga huvitava inimlaadse ahviga — australopitekusega (joon. 112). See kõndis tagajäsemeil poolvertikaalses asendis. Ta lõuad polnud nii massiivsed kui kaasaegsetel inimahvlastel. Australopitekused elasid tertsiääri lõpul, umbes 10 miljonit aastat tagasi.

**Ahvinimesed.** Esimesteks inimkonna esindajateks, australopitekuste järglasteks olid ahvinimesed. Nendel üleminekuvormidel põimusid inimese jooned inimahvlaste iseärasustega. Ahvinimeste



Joon. 111. Inimese ja kaasaegsete antropiidide eellaste — väljasurnud ahvide ajaloolise arenemise etapid.

hulka kuuluvad kolm inimese väljasurnud eellast, kes vastavad tema arengu kolmele üksteisele järgnevale staadiumile. Need on: pitenkantropus, sinantropus ja heidelbergi inimene.

*Pitekantropus* elas ligi miljoni aasta eest. Tema jäänuseid leidis esmakordselt 1891. aastal Jaava saarelt hollandi arst Dubois (loe: dübuaa). Hiljem leiti pitekantropuse jäänuseid ka mujalt (joon. 113). Neid uurides löid teadlased kujutluse ahvinimese väliskujust. Pitekantropus kõndis kahel jalal, veidi kaldunult. Ta oli ligi 170 cm pikk. Koljul oli tugevasti arenenud kulmuülised mõikad, ajukolju maht ulatus 900 kuupsentimeetri (joon. 114).

Pitenkantropuse leiul oli määratu tähtsus C. Darwini inimese ahvidest põlvnemise materialistliku teooria tõestamisele.

Ahvinimeste arengu järgmist etappi iseloomustavad *sinantropuse* ehk «hiina inimese» jäänuste leiud<sup>1</sup>.

Sinantropuse kolju on veel suurel määral sarnane pitekantropuse koljuga: madal laup, hästiarenenud kulmumõikad, massiivne alalõug tugevate hammastega, lõuats puudub (joon. 115). Need jooned lähendavad pitekantropust ja sinantropust kõrgematele ahvilistele. Siiski on ajukolju maht sinantropusel suurem kui pitekantropusel: see ulatub 1200 kuupsentimeetri. Järelikult oli sinantropuse aju pitekantropuse omast enam arenenud (joon. 115).

<sup>1</sup> Sinantropuse nimetus on tulnud sellest, et ta skelettide jäänuseid leiti esmakordselt Hiinas, Pekingi lähedal asetsevast koopast.

Sinantropused elasid koopais, oskasid hankida ning säilitada tuld, valmistada ja kasutada lihtsamaid tööriistu (joon. 116). Koopast, kus elas sinantropuste kari, on leitud lõkkeasemeid ja arvukalt kivist, loomakontidest ning hirvesarvedest jämedalt tahutud tööriistu. Suurte loomade ajukoljud olid sinantropustele joogin- ning vee säilitamise nõudeks.

Sinantropus elas 500—700 tuhat aastat tagasi. See oli vanem kiviaeg, mis vastas Engelsi väljenduse kohaselt «inimkonna lapseaele».

Kõige hilisemaks ahvinimeste esindajaks oli *heidelbergi inimene*<sup>1</sup>. Ta alalõualuu on veel väga massiivne ning ilma inimesele iseloomuliku lõuatsita, kuid hambad meenutavad inimese omi (joon. 117).

Heidelbergi inimene elas ligi 400 tuhat aastat tagasi.

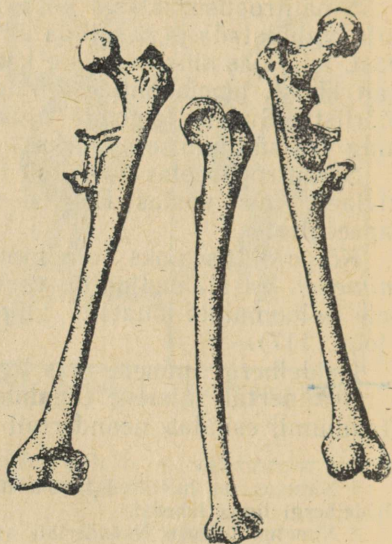
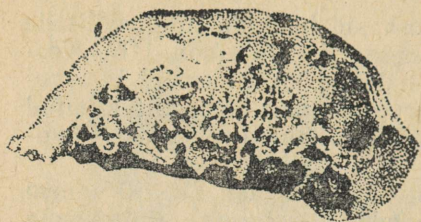
**Neandertali inimene (neandertaallane).** Inimese arengu ürgset staadiumi, esindab neandertali inimene<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Nimetus on tuletatud ta skeleti osade esimesest leiukohast Saksamaal, Heidelbergi linna lähedal.

<sup>2</sup> Nimetus tuleneb Neandertali asulast Saksamaal, kust on esmakordselt leitud kõige täielikumad selle inimese skeleti jäänused.



Joon. 112. Australopithecus — väljasurnud inimahv.



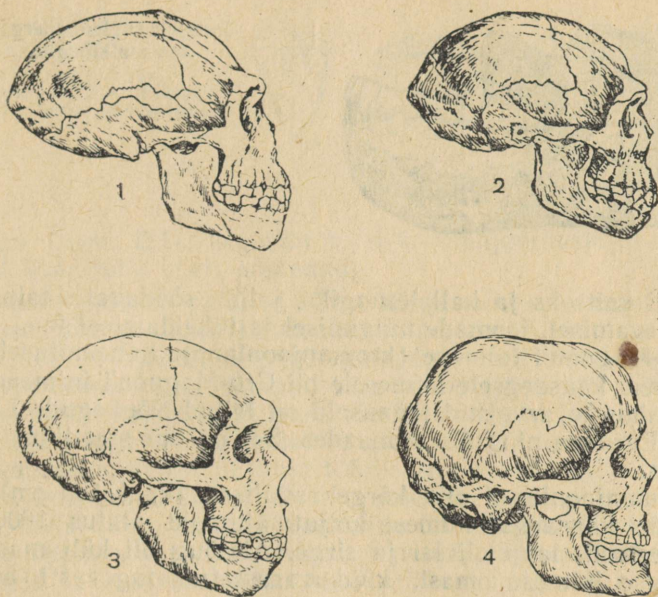
Joon. 113. Dubois' poolt Jaava saarelt leitud pitekantropuse jäänused.  
 Vasakul — koljukaas (vaade küljelt ja pealt); all — reieluu kolmes erinevas  
 vaates.



Joon. 114. Pitekantropus.

Neandertaallaste skeletijäänuseid on leitud Nõukogude Liidust, mitmetest paikadest Lääne-Euroopas, Aasias ja Aafrikas. Teadlased on kindlaks teinud, et neandertali inimene oli laialt levinud ligi 100 tuhat aastat tagasi. Neandertaallased olid madalakasvulised (ligi 160 cm), suure pea ning mahuka ajuga. Ajukolju maht oli umbes 1300 kuupsentimeetrit. Alalõug meenutas juba rohkem inimese oma (joon. 118 ja 119). Mõnedel neandertaallastel võis märgata nõrgalt arenenud lõuatsi jälgi. See näitab, et neil oli juba artikuleeritud kõne algeid.

—Neandertali inimesed elasid



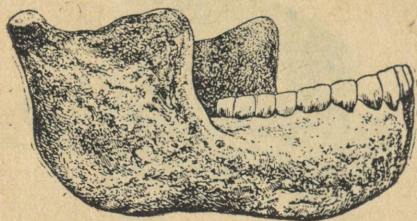
Joon. 115. Väljasurnud inimese koljud:

1 — pithekanthropus; 2 — sinantropus; 3 — neandertaallane; 4 — kromanjoonlane.

perioodil 200—75 tuhat aastat enne meie ajaarvamist, karmides jääaja tingimustes (VIII tahvel). Nad elutsesid koopais, mida soojendasid lõkete abil. Toiduks kasutasid nad mitte ainult taimi, vaid ka liha, küttides mitmesuguseid loomi. Neandertaallased kasutasid laialt mitmesuguseid töövahendeid: kivist nuge, kaabitsaid, kirveid, odasid teravate kivist otstega jne. (joon. 120). Neid riistu



Joon. 116. Sinantropuse kivist tööriistu (kolmes vaates).



Joon. 117. Heidelbergi inimese alalõualuu.

tarvitati kaitseks ja kallaletungiks, jahil, söödavate taimejuurte väljakaevamisel, loomade nülgimisel ja tükeldamisel jne.

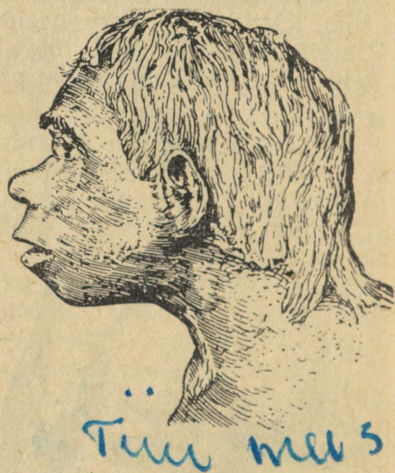
**Crô-Magnon'i inimene (kromanjoonlane).** Kehaehituselt kõige lähedasem kaasaegsele inimesele oli Crô-Magnon'i inimene<sup>1</sup>. Seda tüüpi inimeste arvukaid jäänuseid on leitud Nõukogude Liidus ja teistes Euroopa ning Aasia maades. See on uus staadium inimese arengus.

Kromanjoonlased olid kõrgekasvulised (kuni 180 cm). Kolju meenutas kaasaegse inimese koljut; ajumaht ulatus 1600 kuupsentimeetrini, laup oli lai ja sirge. Alalõug oli küll massiivsem kaasaegse inimese omast, kuid varustatud tugevasti arenenud

<sup>1</sup> Nimetus on tuletatud esimesest skelettide leiukohast Prantsusmaal, Grô-Magnon'i asula lähedal.



Joon. 118. Neandertaallane.



Joon. 119. Neandertaallase poisi pea.

Joon. 120. Ürginimese primitiivseid tööriistu.

- 1 — pihukirves;  
2 — köövits; 3 — kaabits;  
4 — kaabitsa kasutamine.



lõuatsiga (joon. 121). See näitab, et kromanjoonlastel oli artikeleeritud kõne juba hästi arenenud.

Kromanjoonlased paistsid silma kõrge vaimse arengu poolest. Nad kasutasid arvukaid hästivalmistatud kivist, luust ja sarvest tööriistu. Kromanjoonlaste peatuspaikadest on leitud näiteks luust ja sarvest odaotsi ning hambulisi harpuune (joon. 122). Nad riie-tusid loomanahkadesse. Viimast tõestavad teiste tööriistade hul-gast leitud luunõelad ja ränist «traadid», mida kasutati nahkade läbitorkamiseks. Kivist ja luust tööriistad on juba palju täiusliku-mad kui neandertaallastel. Saabus noorem kiviaeg, mida iseloo-mustab kivist ning luust töövahendite täiuslikum väljatöötamine. Inimene õppis valmistama kivist lihvitud, läbipuuritud auguga kivikirveid ja vasaraid, mida kinnitati kepi külge; õppis valmis-tama savist nõusid (joon. 123).

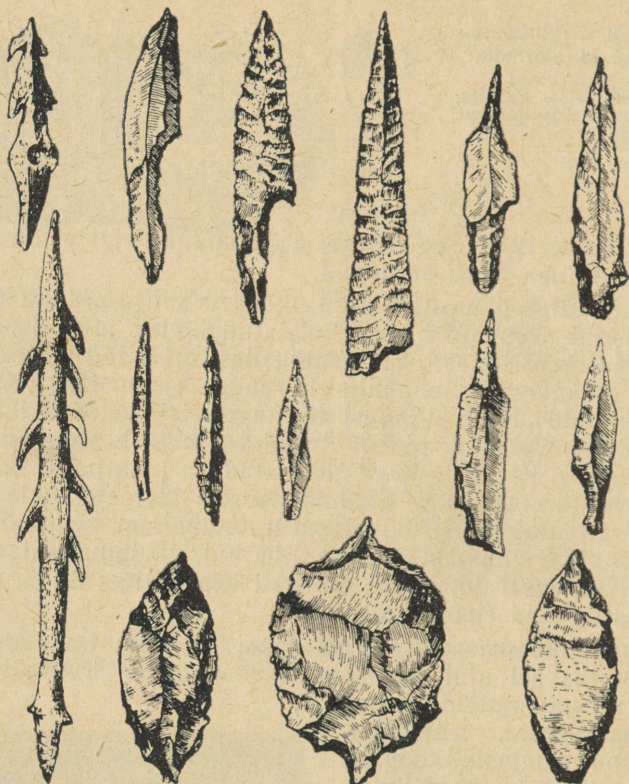
Üleminek nooremasse kiviaega algas 7—10 tuhat aastat tagasi. Kliima muutus sel ajal järk-järgult soojemaks; arvukalt esines põhjapõtru, marmuteid, karva-seid ninasarvikuid, metshobu-seid. Kromanjoonlaste koopais ja peatuspaikades on säilinud loomade ning inimeste kujutusi. Nende jooniste sisu on seotud jahipidamisega ja usundlike ku-jutluste algmetega (joon. 124).

Kromanjoonlastel tekivad juba üsna keerukad ühiskondli-kud suhted; inimene astus va-rajase kogukondliku ühiskonna staadiumi. Järk-järgult väljus ürginimene loomariigi seaduste mõju alt, alludes ühiskondlikele seaduspärasustele. Ikka enam täiustuvad jahipidamise ja ka-lapüügi meetodid ning vahen-did, algab loomade kodustami-ne ning taimede kasvatamine: tekivad põllunduse algmed.



*Ada neas*

Joon. 121. Kromanjoonlane.

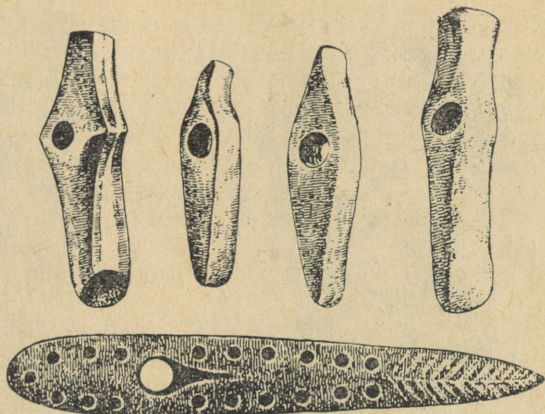


Joon. 122. Kromanjoni laste kivist tööriistu (vanem kiviaeg).

**Inimese põlvnemise ühtsus. Rassismi kriitika.** Inimesed erisugustest maadest erinevad oma välisilme poolest. Inimkond jaguneb mitmeks rassiks. Rassid erinevad naha ja juuste värvuse poolest, näojoontelt, kehaehituselt ning teistelt füüsilistelt tunnustelt. Näiteks kuuluvad euroopa rahvad valge nahavärvusega *euroopa rassi* hulka. Mõned Aasia ja Ameerika rahvad (hiinlased, burjatid, indiaanlased, mongolid) kuuluvad kollaka nahavärvusega *mongoloidsesse rassi*. Enamik aafrika rahvaid (neegrid) kuuluvad *negroidsesse rassi*, kelle nahk on tumeda värvusega (joon. 125).

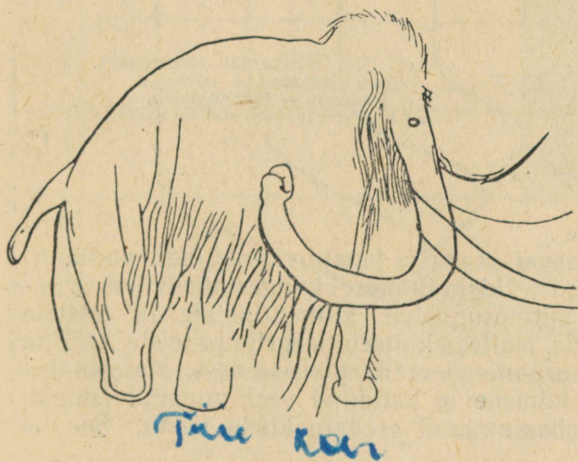
Kapitalistlikes maades on levinud rassiteooria, mis väidab, et rassid pole ühesuguse väärtusega. Väidetakse, nagu eksisteeriks id täisväärtuslikud «kõrgemad» ning vähem täisväärtuslikud «alamad» rassid. Rassistid seletavad paljude rahvaste majanduslikku ja kultuurilist mahajäämust nende rahvaste «rassilise alaväärtuslikkusega».

Joon. 123. Haamid ja kirved lihvitud kivist (uuem kiviaeg).

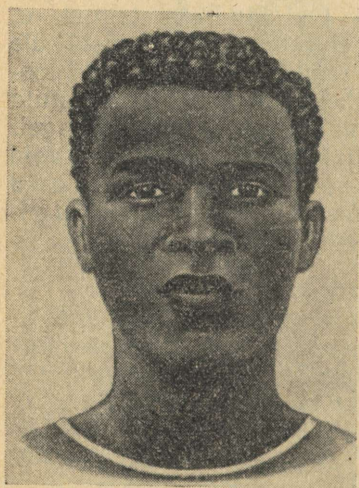
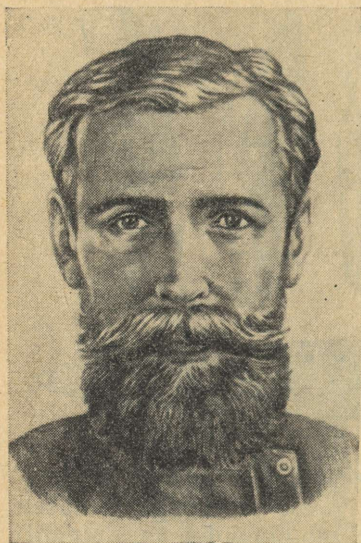


Rassistid väidavad, et põhilised rassid on üksteisest sõltumalt tekkinud erinevad inimese liigid. Nende arvamuse kohaselt põlvneb euroopa rass neandertaallasest, mongoloidne rass sinantropusest, austraallased pitekantropusest, neegrid aga australopitekusest.

See teooria on vastuolus faktidega. On kindlaks tehtud, et neandertaallased elasid ka väljaspool Euroopat; nad levisid üle kogu Vana Maailma. Teiselt poolt on teada, et erinevate bioloogiliste liikide esindajad ei ristu omavahel ning annavad viljatuid järglasi. Inimese erinevate rasside esindajad aga astuvad sageli abiellu. Selliste abielude järglaste viljakus mitte ei lange, vaid vastupidi — tõuseb. See on tõendiks, et kogu inimkond koos kõigi rassidega moodustab ühe bioloogilise liigi (joon. 126).



Joon. 124. Ürginimese poolt tehtud mammuti joonis, mis on leitud ühest koopast Prantsusmaal.



Joon. 125. Tähtsamad inimrassid.  
Ülal vasakul — euroopa,  
paremal — mongoloidse,  
all — negroidse rassi esindaja.

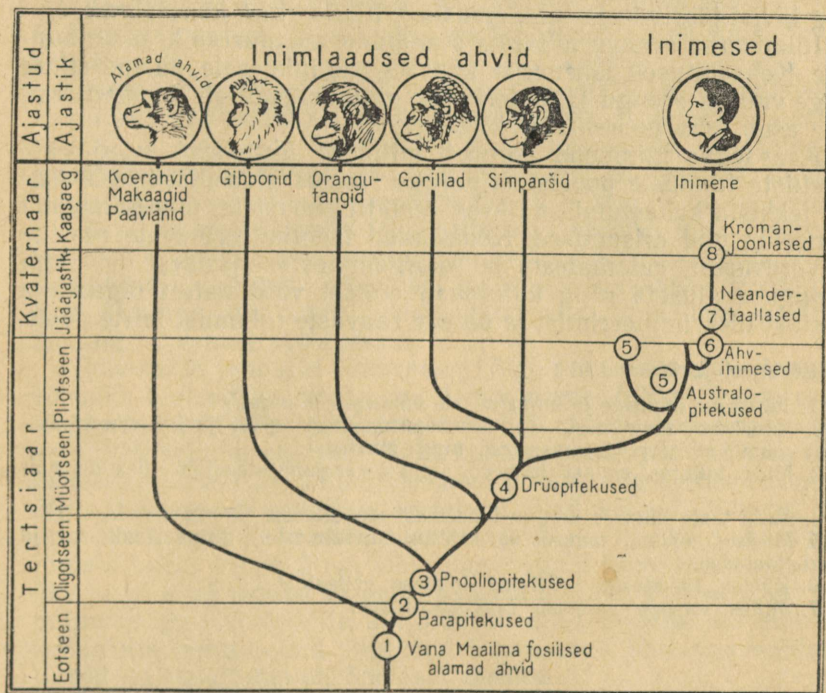
Keha füüsilisi iseärasusi (naha ja juuste värvus jne.) puudutavad rassilised erinevused tekkisid inimesel kauges minevikus organismi kohastumisena mitmesugustele kliimatilistele ja teistele looduslikele tingimustele. Näiteks kaitseb neegrite ja teiste Aafrika rahvaste tume värvus organismi ereda päikese eest. Materiaalse kultuuri koidikul, kui inimene ei kandnud veel mingeid riideid, tekkisid organismis kohastumused eredate kiirte vastu. See ei

tähenda, et neegrid oleksid vähem võimelised majanduslikuks ja kultuuriliseks arenguks kui euroopa rahvad ainuüksi oma tumeda nahavärvuse, mustade lokiis juuste ning eurooplastest erinevate näojoonte tõttu...

Rasside võrdsusetuse valetooria oli kodanlusele tarvilik imperialistlike sõdade, koloniaalpoliitika, ühete rahvaste teiste poolt rõhumise ning rassilise diskrimineerimise<sup>1</sup> õigustamiseks. Saksa fašistid väitsid näiteks, et sakslased kuuluvad, «kõrgemasse» slaavlastele ning teised rahvad aga — «alamasse» rassi. Sellega põhjendasid nad ideoloogiliselt röövellikku sõda Nõukogude Liidu ja teiste maade vastu.

Mõnede rahvaste majanduslik ja kultuuriline mahajäämus sõltub mitte nende rassilistest erinevustest, vaid nende arengu sotsiaalsetest-majanduslikest tingimustest, imperialistlike maade koloniaalpoliitikast, mis segab nende poolt rõhutavate rahvaste

<sup>1</sup> Rassiline diskrimineerimine — kodanlikes maades teostatav elementaarsete inimlike õiguste piiramine ja vähemusrahvaste tagakiusamine.



Joone 126. Ahvide ja inimeste sugupuu.

iseseisvat arengut. Erinevate rahvaste rassilised iseärasused ei oma siin üldse tähtsust. Tõestuseks on sotsialistliku ülesehitustöö praktika Nõukogude Liidus ja rahvademokraatiamaades. Tsaari-Venemaal oli palju majanduslikus ja kultuurilises suhtes mahajäänud rahvusi (näiteks kasahhid, kirgiisid, usbekid, turkmeenid). Kui aga Suur Sotsialistlik Oktoobrirevolutsioon hävitas mõisnike isevalitsusliku režiimi, mis segas rahvaste vaba arengut, jõudsid varem mahajäänud rahvused meie maal lühikese ajaga nii majandus- kui ka kultuurielus teistele NSV Liidu vennasrahvastele järele.

## KOKKUVÕTE

Inimese ajaloolist arengut uurib paleontoloogia.

Inimese iidseteks esivanemateks olid kõrgelt arenenud inimahvlased — australopitekused. Nendest põlvnevad ahvinimesed (pitekantropus, sinantropus, heidelbergi inimene), kellel inimese jooned veel tihedalt põimusid ahvlike joontega.

Järgmiseks astmeks inimese arengus olid ürginimesed, kelle hulka kuulub neandertaallane. Neandertaallased kasutasid puust ning kivist tööriistu ja tuld, omasid artikuleeritud kõne algmeid.

Inimkonna arengu hilisema staadiumi moodustas kromanjoonlane. Kehaehituselt lähenes ta kaasaegsele inimesele, paistis silma kõrge vaimse arengu ja materiaalse kultuuri poolest. Kromanjoonlane asub juba nooremasse kiviaega.

Kaasaegne inimkond jaguneb mitmeks üksteisest mõningate füüsiliste tunnuste poolest erinevaks rassiks. Rassilised iseärasused tekkisid kohastumisena keskkonnatingimustele, mis erinevatel mandritel olid erisugused. Kodanlikud teooriad erinevate rasside ebavõrdsusest, «alamatest» ja «kõrgematest» rassidest on ilma igasuguse aluseta ning kujutavad endast vaid katset õigustada rassilist diskrimineerimist ja ühtede rahvaste rõhumist teiste poolt.

### Küsimusi ja ülesandeid

1. Jutustage inimeste ja inimahvlaste ühistest eellastest.
2. Jutustage ahvinimeste (pitekantropuse, sinantropuse ja heidelbergi inimese) anatoomilistest iseärasustest ning eluviisist.
3. Mida kujutas endast inimese arengu varajane staadium (neandertaallane)?
4. Mida teate inimese arengu hilisemast staadiumist (kromanjoonlasest)?
5. Millises suunas muutus kehaehitus ahvinimestel, neandertaallastel ja kromanjoonlastel?
6. Kuidas täiustusid tööriistad inimese eellastel?
7. Milles seisneb rassismi reaktsioonilisus?

## § 33. Materialismi võitlus idealismiga bioloogias

Tutvudes orgaanilise maailma ajaloolise arenemise põhiliste seadustega, jõudsime veendumusele, et teaduslikud kujutlused loodusest tekkisid kahe vastandliku filosoofilise maailmavaate — materialismi ja idealismi — vahelises visas võitluses.

Nende kahe maailmavaate vaheline võitlus puudutab kõige olulisemaid darvinismi küsimusi: elu tekkimist ja selle olemust, taime- ja loomaliikide tekkimist, inimese põlvnemist.

*Idealism* on reaktsiooniline maailmavaade, mille kohaselt meid ümbritsev maailm, kogu loodus on teadvuse, vaimu ning jumala kehastuseks.

Erinevalt materialistidest väidavad idealistid, et teadvus eksisteeris ka enne materiat, et ta on primaarne, materia aga sekundaarne, et loodus on «loodud» teadliku vaimse jõu — «looja» ehk jumala poolt. Idealistid arvavad, et teaduse ja praktika andmeile rajatud meid ümbritseva maailma täielik tunnetamine on võimatu.

Idealism on religiooni truu liitlane ja abiline. V. I. Lenin näitas, et filosoofiline idealism on «tee papimeelsusele». Looduse idealistlikku tõlgendamist arendasid peamiselt ühiskonna reaktsionistide klasside ideoloogid. Idealism on alati võidelnud progressi, teaduse ja demokraatia vastu.

Pole mitte juhus, et esimeseks, kõige primitiivsemaks idealismi vormiks bioloogias oli õpetus bioloogiliste liikide loomisest ja muutumatusest. See idealismi vorm oli laialt levinud teaduses kuni XIX sajandi alguseni. Selle õpetuse pooldajad (näiteks rootsi loodusteadlane Karl Linné) uskusid piiblit ning kandsid teadusse üle piibli legende maailma loomisest. Nad väitsid, et kogu maailm, sealhulgas ka päikesesüsteem ja kogu maakera, on loodud jumala poolt. Luues Maa, «lõi» jumal igast taime- ja loomaliigist ühe paari ning lõpuks ka paari esimesi inimesi. Sellest ajast peale paljunes iga elusolendite liik pidevalt ning isendite arv suurenes, kehaehitus ning teised liigilised iseärasused jäid aga endisteks. Liigid on muutumatud, õpetasid idealistid.

Palju tööd ja vaeva kulus teadlastel selleks, et kummutada «õpetus» liikide loomisest ning nende muutumatusest. Paljud õpet-

lased, kes on aidanud kaasa bioloogia arengule. püüdsid teadust usuga lepitada. Selliste teadlaste hulka kuulus näiteks G. Cuvier. Ta tegi palju süstemaatika, võrdleva anatoomia ja paleontoloogia arendamiseks, kuid eitas visalt elusa looduse evolutsiooni.

Isegi Cuvier' kaasaeglane J. Lamarck, üks esimesi evolutsioniste, kes lõi harmoonilise õpetuse orgaanilise maailma üldisest ajaloolisest arengust, ei suutnud täiesti vabaneda idealismi mõju alt. Ta ei suutnud kuidagi õigesti seletada, miks taimed ja loomad evolutsiooni käigus pidevalt täiustuvad. Ta arvas, et igas elusolendis peitub «tendents» täiustumisele.

Siiski tegi Lamarck palju organismide keskkonnale kohastumise seletamiseks materialistlikult seisukohalt. Ta hindas täiel määral väliskeskkonna osatähtsust elundite harjutamisel ja mitteharjutamisel.

Faktilise materjali edasine kogunemine teaduses, eriti seoses süstemaatika, võrdleva anatoomia, embrüoloogia, biogeograafia ja paleontoloogia arenguga andis XIX sajandi alguseks tohutu hulga tõestusi liikide muutumise kohta, evolutsiooni kohta.

Otsustava löögi idealismile ja metafüüsikale bioloogias andis XIX sajandi teise poole algul Charles Darwin. Ta kasutas ära kogu teaduses kuhjunud faktilise materjali ning mitte ainult ei tõestanud liikide muutlikkuse ja evolutsiooni olemasolu, vaid avastas ka selle protsessi põhjused. Ta tõestas, et uute liikide tekkimine toimub looduses ilma igasuguse üleloomulike jõudude imepärase vahelesegamiseta, toimub pärilikkuse, muutlikkuse ja loodusliku valiku mõjul.

Tähtsaimaks evolutsiooni tõestuseks Darwini õpetuses on taime- ja loomakasvatajate üldistatud sajanditepikkused kogemused uute kultuurtaimede sortide ning koduloomade tõugude loomisel ning vanade parandamisel. Ebateadliku ja kunstliku valiku uurimine, tänu millele toimus ja toimub sortide ning tõugude loomine inimese poolt, võimaldas mõista liikide tekkimist looduses.

Darwin kindlustas põhjalikult materialismi positsiooni bioloogias. Tõestades liikide loomuliku tekkimise, ei peatunud ta poolel teel, vaid tõestas ka inimese põlvnemise loomadest. Eriti kõrgelt hindasid marksismi-leninismi klassikud K. Marx, F. Engels ja V. I. Lenin Darwini õpetust selle löögi eest, mille Darwin andis idealismile ja metafüüsikale.

Püüame nüüd üldistada meie kujutlusi materialismist.

*Materialism* on maailmavaade, mis tunnistab, et kogu olemasoleva looduse aluseks on materia, teadus ja mõtlemine aga tekivad materia produktina.

Aatom, mineraalitükike, elus rakk, organism, mõtlev inimene — need on kõik materia mitmekesised vormid. Pole mingisugust teist maailma peale lõpmatult areneva materiaalse maailma. Materialism lükkab otsustavalt ümber väljamõeldised «sealpool-

sest» maailmast, «kõrgemast vaimsest jõust», «jumalast» jne. Midagi materiaalist sõltumatut ja tunnetamatut ei eksisteeri.

Materialism on alati olnud teaduse progressi ja arengu eest võitlevate eesrindlike ühiskondlike klasside maailmavaateks.

Kaasaegne materialismi teaduslik vorm on rajatud K. Marxi ja F. Engelsi poolt ning edasi arendatud V. I. Lenini poolt. Marksistlik materialism on lahutamatu seotud dialektikaga — see on *dialektiline materialism*.

*Dialektika* on tunnetusmeetod, mis vaatleb kõiki esemeid ja nähtusi (looduses ja ühiskonnas) vastastikusel seoses ja pideva muutumise ning arenemise protsessis.

Dialektiline materialism õpetab, et materiaali lahutamatuks osaks on pidev arenemine. Anorgaaniline ja orgaaniline loodus, taime- ja loomariik, sealhulgas ka inimene, tekkisid materiaali arengu pika protsessi tulemusena. Looduse areng toimub talle omaste seaduste kohaselt, ilma idealistide poolt välja mõeldud ebamateriaalsete üleloomulike jõudude vahelesegamiseta.

Selline vaatekoht loodusele on loodusteaduse saajanditepikkuse progressiivse arengu tulemuseks. Kõiki looduses ja inimühiskonnas toimuvaid protsesse ja nähtusi peame me vaatlema dialektilise materialismi valguses.

Oleks ekslik arvata, et pärast C. Darwini tööde ilmumist idealism täiesti taganes ning loovutas kõik oma positsioonid bioloogias.

Paljud idealistid tunnustasid ümberlõkkamatute faktide mõjul orgaanilise looduse evolutsiooni, kuid tõlgendasid seda mittematerialistlikult.

Näiteks hakkasid mõned õpetlased XIX sajandi lõpul ja XX sajandi algul väitma, et kõik elulised protsessid organismis toimuvad erilise «elujõu» mõjul. Nende arvates suunab elujõud ka taimede ja loomade evolutsiooni. Sellise papimeelsusele tagasi-pöördumise vastu astus teravalt välja K. A. Timirjasev. Fotosünteesi näite varal tõestas ta, et elulised protsessid organismis alluvad aine jäävuse seadusele, järelikult pole organismis kohta mingile üleloomulikule «elujõule».

Suur tähtsus materialismi võitlusele idealismiga oli Darwini ideede edasisel arendamisel inimese loomadest põlvnemise kohta. F. Engels rikastas teadust oma õpetusega töö osatähtsusest ahi inimeseks kujunemisel. Ta näitas, et inimese kvalitatiivsed iseärasused — kõne, teadvus, mõtlemisvõime — arenesid kollektiivse töö tulemusena. Olulise panuse materialistlike kujutluste arengusse teadvuse ja mõtlemise tekkimisest tõid vene füsioloogide I. M. Setšenovi ja I. P. Pavlovi tööd. Setšenov tegi kindlaks, et inimese mõte on keerukas refleks, et inimese vaimse tegevuse kujundab väliskeskkond. Akadeemik I. P. Pavlov töötas Setšenovi ideid arendades välja materialistliku õpetuse kõrgemast närvitallitlusest. Ta tegi kindlaks tingitud ja tingimatute reflekside osatäht-

suse loomade ja inimese käitumises ning teadvuse ja mõtlemise kujunemises. I. P. Pavlov selgitas välja teise signaalsüsteemi tähtsuse, mis kvalitatiivselt iseloomustab inimese kõrgemat närvitallust.

Nii sai valus küsimus inimese teadvusest ja mõtlemisest täiesti materialistliku seletuse. Sai selgeks, et teadvus ja mõtlemine pole mingid üleloomulikud omadused; nad on vaid materia arengu kindlal etapil tekkinud kõrgelt arenenud materiaale omased jooned.

Idealismi üheks viimaseks katseks elusa looduse materialistliku seletuse ümberlukkamiseks on veismanistide-morganistide «õpetus». Eitades elu jooksul omandatud tunnuste pärilikkust, eitavad selle õpetuse pooldajad samaaegselt otsest sidet keskkonnaga muutuste ja orgaanilise looduse evolutsiooni vahel.

Veismanismi-morganismi vead avastati ning paljastati tänu mitšuurinliku suuna arenemisele bioloogias. I. V. Mitšurini õpetus teeb võimalikuks organismide pärilikkuse aktiivse ja suunatud juhtimise.

---

## TEKSTIS MAINITUD ISIKUNIMED

**B a e r.** Karl Maksimovič (1792—1876), silmapaistev vene teadlane, emb-rüoloogia rajaja, geograaf — Venemaa uurija, Peterburi Teaduste Akadeemia akadeemik. Avastas imetajate ja inimese munaraku ning sarnasuse kõikide selgroogsete loomade loodete vahel varastel arengujärkudel. Süvendas õpetust loomade tüüpidest.

**B u r b a n k,** Luther (1849—1926), ameerika selektsionäär — darvinist. Aretas palju viljapuu- ja dekoratiivtaimede sorte, kasutades selleks erinevate sortide ja liikide hübriidiseerimist.

**C u v i e r,** Georges (1769—1832), silmapaistev prantsuse teadlane, tuntud oma töödega võrdleva anatoomia, süstemaatika ja paieontoloogia alalt. Töötas välja tüüpide mõiste, avastas elundite korrelatsiooni printsüübi ja kasutas seda väljasurnud loomade kehaehituse rekonstrueerimisel. Vaatamata sellele kaitses ta liikide loomise ja muutumise teooriat ning seletas paleontoloogilisi fakte katastroofide teooriaga, mis oli reaktsiooniline.

**D a r w i n,** Charles (1809—1882), suur inglise teadlane, orgaanilise looduse ajaloolise arenemise materialistliku teooria looja. Aastail 1831—1836 purjetas ümber maailma laeval «Beagle», kogudes hiiglasuure materjali geoloogia, paleontoloogia, botaanika, ja zooloogia alalt, mida kasutas evolutsiooniõpetuse väljatöötamisel. Tähtsamad tööd — «Liikide tekkimine» (1859), «Loomade ja taimeid muutumine kodustatud olukorras» (1868), «Inimese põlvnemine ja suguline valik» (1871).

**D o k u t š a j e v,** Vassili Vassiljevitš (1846—1903), vene teadlane, mulla-teaduse rajaja.

**D u b o i s,** Eugen (1858—1940), hollandi arst. 1891.—1893. a. leidis Jaava saarelt ahvinimese (pitekantropuse), inimese väljasurnud eellaste jäänuseid.

**E n g e l s,** Friedrich (1820—1895), üks teadusliku kommunismi rajajatest, rahvusvahelise proletariaadi juht ja õpetaja, Karl Marxi sõber ja kaastööline. Tegeles palju loodusteaduslike probleemidega. Engelsile kuuluvad juhtivad ideed elu olemuse ja tekkimise kohta, inimese põlvnemise kohta. Ta andis sügava hinnangu Darwini evolutsiooniõpetuse erinevate külgede kohta. Engelsi tähtsamad tööd, milles on käsitletud loodusteaduse üldisi küsimusi, on «Anti-Dühring» (1877—1878) ja «Looduse dialektika» (1870—1880).

**G e o f f r o y S a i n t - H i l a i r e,** Etienne (1772—1844), prantsuse progres-siivne zooloog, Darwini eelkäija, kes tõestas liikide muutlikkust ja kõikide loomade omavahelist sugulust. Pööras tähelepanu homoloogsete elundite tähtsusele loomariigi evolutsiooni tõestamisel. 1830. a. astus vaidlusse Cuvier'ga, kes eitas elusa looduse evolutsiooni.

**I v a n o v,** Mihhail Fjodorovič (1871—1935), nõukogude teadlane, loomakasvataja, V. I. Lenini nimelise Üleliidulise Põllumajandusteaduste Akadeemia akadeemik, Mitšuurinliku suuna rajaja loomakasvatases. Aretas väärtuslikud loomatõud — ukraina valge stepisea, askaania peenvillalise lamba ja rea teisi tõuge.

**K o v a l e v s k i,** Aleksander Onufrijevitš (1840—1901), silmapaistev vene darvinist, akadeemik. Üks embrüoloogia rajajatest. Uuris selgrootute ja alamate

selgroogsete lootelist arenemist, tõestas kõikide hulkraksete loomade embrüonaalse arenemise ühiseid iseärasusi.

Kovalevski, Vladimir Onufrijevitš (1842—1883), silmapaistev vene bioloog — darvinist, evolutsioonilise paleontoloogia rajaja. Tõestas kabjaliste evolutsiooni näitel sideme loomade ajaloolise arenemise ja elutingimuste muutumise vahel.

Lamarck, Jean-Baptiste (1744—1829), silmapaistev prantsuse teadlane, Darwini eellasi, esimese evolutsiooniteooria looja. Evolutsiooni tähtsamateks teguriteks pidas ta elutingimuste muutumist ning elundite harjutamist ja mitteharjutamist. Lamarcki tähtsaim teos on «Zooloogia filosoofia» (1809).

Lenin (Uljanov), Vladimir Iljitš (1870—1924), inimkonna suur geenius, Nõukogude Liidu Kommunistliku Partei looja, Nõukogude riigi asutaja, kogu maailma töörahva õpetaja ja sõber. Arendades edasi marksismi, töötas Lenin läbi rea loodusteaduse üldisi küsimusi. Loodusteaduslikke küsimusi käsitlevad tähtsamad tööd on «Materialism ja empiriokrititsism» ja «Filosoofilised vihikud».

Linné, Karl (1707—1778), silmapaistev rootsi teadlane, taimede ja loomade teadusliku süstemaatika rajaja. Võttis süstemaatikas kasutusele kahesõnalise nimetuse (binaarse nomenklatuuri) ja süstemaatilised ühikud. Pooldas liikide loomise ja muutumatuse idealistlikku õpetust. Tähtsam teos «Looduse süstem» (1735).

Lõssenko, Trofim Denissovitš (sünd. 1898), silmapaistev nõukogude bioloog, ja agronoom, akadeemik. Töötas välja taimede stadiaalse arenemise teooria ja mitmeid teisi mitsuuriinliku õpetuse küsimusi. Peab aktiivset võitlust idealistliku ja metafüüsilise suuna — veismanismi-morganismi vastu. Tähtsamad tööd on ilmunud kogumikus «Agrobioloogia».

Malthus, Thomas Robert (1766—1843), inglise reaktsiooniline kodanlik majandusteadlane, vaimulik. Rajas reaktsioonilise teooria, millel oli negatiivne mõju darvinismi arenemisele ja mis põhjustas sotsiaaldarvinismi tekkimise.

Marx, Karl (1818—1883), teadusliku kommunismi rajaja, rahvusvahelise proletariaadi suur õpetaja ja juht, geniaalne mõtleja. Oma töödes ja kirjaldes puudutas korduvalt Darwini evolutsiooniõpetust, märkides, et see on ajaloolise ja dialektilise materialismi loodusteaduslikuks aluseks.

Metšnikov, Ilja Iljitš (1845—1916), silmapaistev vene bioloog-darvinist, mikrobioloogias, embrüoloogias ja arstiteaduses evolutsioonilise suuna rajajaid. Koos A. O. Kovalevskiga avastas selgrootute ja selgroogsete loomade lootelise arenemise ühised iseärasused. Tähtsam teos darvinismi alalt — artiklite kogumik «Darvinismist».

Mitšurin, Ivan Vladimirovitš (1855—1935), silmapaistev nõukogude teadlane, selektsionäär, looduse ümberkujundaja, akadeemia auliige, mitsuuriinliku suuna rajaja bioloogias, mis on darvinismi arenemise uueks etapiks. Tõestas organismide arenemise juhtimise võimalust, organismide pärilikkuse ja muutlikkuse juhtimise võimalust. Töötas välja sugulise ja vegetatiivse hübriidsiooni teooria. Lõi üle 350 uue viljapuu- ja marjapõõsasordi ja teiste kultuurtaimede sorte. Mitšurini põhiideed on esitatud tema töös «Kuuekümneaastase töö kokkuvõte» (1934).

Morgan, Thomas Hunt (1866—1945), ameerika teadlane, «morganismi» — reaktsioonilise suuna looja bioloogias. Arendas edasi Weismanni idealistlikku seisukohta erilise surematu pärilikkuseaine kohta.

Oparin, Aleksander Ivanovitš (sünd. 1894), nõukogude bioloog, akadeemik, Maal elu tekkimise materialistliku teooria looja. Peateos — «Elu tekkimine Maal» (1936).

Pavlov, Ivan Petrovitš (1849—1936), suur vene füsioloog, inimese ja loomade kõrgema närvitalitluse materialistliku õpetuse looja. Ta tõestas, et loomadel teostub organismi ühtsus elutingimustega närvisüsteemi kaudu, tingitud ja tingimatute reflekside kaudu. Tähtsamad teosed «Loomade kõrgema närvitalitluse (käitumise) uurimise kahekümneaastane kogemus» (1923) ja «Loengud peaaegu suurte poolkerade tööst» (1927).

Setšencov, Ivan Mihhailovitš (1829—1905), suur vene teadlane, mõtleja, materialistliku füsioloogia ja psühholoogia rajaja, akadeemia auliige. Kasutas esimesena Darwini evolutsiooniõpetust inimese ja loomade füsioloogias. Avaldas mõtte organismi ja elutingimuste ühtsusest. Põhendas refleksiõpetuse ja seletas psüühilisi nähtusi materialistlikust seisukohast. Tähtsamaid teoseid on «Peaaju refleksid» (1863).

Schmidt, Otto Juljevitš (1891—1946), nõukogude matemaatik ja geograaf, Arktika uurija, akadeemik. Töötas välja Maa tekkimise uue hüpoteesi.

Timirjazev, Kliment Arkadjevitš (1843—1920), suur vene bioloog, evolutsioonilise taimefüsioloogia ja darvinismi loomulise suuna rajaja. Timirjazevi tähtsamad tööd on pühendatud fotosünteesi tundmaõppimisele ja evolutsioonipropagandale. Eriti tuleb märkida ta töid «Taimede elu», «Charles Darwin ja tema õpetus», «Ajalooline meetod bioloogias» ja artiklite kogumik «Darvinism ja selektsioon».

Tsitsin, Nikolai Mihhailovitš (sünd. 1898), nõukogude botaanik-selektionäär, akadeemik. Tegeleb taimede kaughübridiseerimisega, on loonud nisu-orasheina hübriidi, mil on suur viljakus ja lamandumiskindlus. Töötab mitmeaastase nisu loomise kallal. Tähtsaim teos «Taimede kaughübridiseerimine» (1954).

Viljams, Vassili Robertovitš (1863—1939), silmapaistev nõukogude mullateadlane — agronoom. Lõi õpetuse mullatekke protsessidest ja maaviljelus-heinaväljasüsteemist. Viljamsi tähtsaim teos on «Üldine mullateadus».

Weisman, August (1834—1914), saksa bioloog. Rajas «veismanismi» — idealistliku õpetuse, mis väidab, et vanemate tunnuste pärandamine järglastele on tingitud erilisest «surematust» pärilikkuseainest.

## SISUKORD

Sissejuhatus . . . . .	3
------------------------	---

### I. ORGANISM JA KESKKOND

I peatükk. Organismide mitmekesisus ja nende kohastumine keskkonna tingimustega	
§ 1. Elusate organismide mitmekesisus . . . . .	8
§ 2. Organismide suhteline kohastatus ja keskkonna tingimused	9
II peatükk. Organismide seos keskkonna tingimustega	
§ 3. Organismide seos keskkonnaga ainevahetuse kaudu . . .	14
§ 4. Taimede, loomade ja mikroorganismide osa keskkonnas muutmises . . . . .	22

### II. DARWINI EVOLUTSIOONIÕPETUS

III peatükk. Ajaloolise vaatekoha areng loodusele	
§ 5. Süstemaatika ja liigi mõiste tekkimine . . . . .	27
§ 6. Lamarcki evolutsiooniõpetus . . . . .	31
§ 7. Darwin — kaasaegse evolutsiooniõpetuse rajaja . . . . .	36
IV peatükk. Evolutsiooni tõendid	
§ 8. Evolutsiooni paleontoloogilised tõendid . . . . .	40
§ 9. Evolutsiooni tõendid embrüoloogia, võrdleva anatoomia ja süstemaatika vallast . . . . .	47
§ 10. Evolutsiooni biogeograafilised tõendid . . . . .	57
V peatükk. Pärilikkus ja muutlikkus	
§ 11. Pärilikkus ja muutlikkus kui kõikide elusate organismide omadus . . . . .	62
§ 12. Omandatud tunnuste pärandamine . . . . .	67
VI peatükk. Kultuurtaimede ja koduloomade muutumine ning looduslik valik	
§ 13. Kultuurtaimede ja koduloomade põlvnemine . . . . .	70
§ 14. Kunstlik valik . . . . .	78
VII peatükk. Liikide tekkimine loodusliku valiku teel	
§ 15. Looduslik valik ja olemusvõitlus . . . . .	84
§ 16. Liikide tekkimine . . . . .	95

### III. MITSUURINLIK ÕPETUS

VIII peatükk. Organismide päriliku loomuse juhtimine	
§ 17. Mitsuurini õpetus — uus etapp darvinismi arengus . . . . .	103
§ 18. Suguline hübriidatsioon ja domineerivusseadused . . . . .	106
§ 19. Hübriidseemikute valik ja kasvatamine . . . . .	112
§ 20. Vegetatiivne hübriidseerimine ja mentori meetod . . . . .	118
§ 21. Organismide stadiaalse arenemise teooria . . . . .	124
§ 22. Mitsuurinliku sordiaretuse ülesandeid ja saavutusi taimekasvatases . . . . .	132

IX	pea tük k.	Mitšuurinlik suund loomakasvatuses	
	§ 23.	Mitšurini põhimõtete rakendamine koduloomade aretamisel	135

#### IV. ELU TEKKIMINE JA ARENEMINE MAAKERAL

X	pea tük k.	Elu tekkimine ning taime- ja loomariigi arenemine	
	§ 24.	Elu tekkimine maakeral . . . . .	141
	§ 25.	Paleontoloogiline kroonika. Elu arengu varasemad etapid maakeral . . . . .	145
	§ 26.	Paleosoiline e. vana-aegkond . . . . .	147
	§ 27.	Mesosoiiline e. keskaegkond . . . . .	153
	§ 28.	Kainosoiline e. uusaegkond . . . . .	161
XI	pea tük k.	Inimese põlvnemine	
	§ 29.	Inimese loomset põlvnemist tõestavad faktid . . . . .	172
	§ 30.	Sarnasusi ja erinevusi inimese ja inimahvlaste vahel . . . . .	178
	§ 31.	Töö osa ahvi inimeseks muutumise protsessis . . . . .	184
	§ 32.	Inimese paleontoloogiline ajalugu . . . . .	187

#### KOKKUVÖTE

	§ 33.	Materialismi ja idealismi võitlus bioloogias . . . . .	199
<i>Lisa.</i>			
		Tekstis mainitud isikunimed . . . . .	203

Веселов Елпидифор Алексеевич  
ОСНОВЫ ДАРВИНИЗМА

Учебник для IX класса средней школы  
Обложка Р. Роос  
На эстонском языке

Эстонское Государственное Издательство  
Таллин, Пярнуское шоссе, 10.

Toimetaja J. Metsar  
Kunstiline toimetaja H Keigo  
Tehniline toimetaja A. Tõnisson  
Korrektor S. Kõiv

Ladumisele antud 28. XI 1960. Trükkimisele  
antud 8. II 1961. Paber 60×90, 1/16. Trüki-  
poognaid 13 + lisa 0,5. Arvutuspoognaid  
14,5. Tiraaž 7000. Tõllimise nr. 8724. Trüki-  
koda «Kommunist», Tallinn, Pikk 2.

Hind 34 kop.



I tahvel. Elu mageveekogus.

Veepinna kohal ja veepinnal: 1—kõrkjas (esiplaanil) ja pilliroog (tagaplaanil); 2—kiil — vesineitsik (emasloom); 3—vesileedik; 4—junk (tulikonn) vesiroosi lehel; 5 — konna peab jahti ühepäeviku peale; 6 — neljatähniline vesikiil; 7 — hundinui; 8 — kõõluslehe lehel istuv vesineitsik (isasloom); 9 — kollane vesikupp (õied ja lehed); 10 — veepinnal liuglevad vesivaksikud; 11 — veepinnal ujuvad lemled. Vees: 12 — mudatigu; 13 — selgujur; 14 — ujuri (mardika) vastne on kinni püüdnud kulluse (15); 16 — labatigu; 17 — vesikuusk; 18 — kardhein; 19 — koger sööb mutta kaevunud sääsevastseid (tümmissääse vastseid); 20 — puruvanad ronivad mööda põhja; 21 — vähk; 22 — ahven penikeelte ja kardheinte vahel; 23 — kollaservujur (mardikas).



II tahvel. Kodutuvide erinevad tõud ja nende metsik eellane kaljutuvi.  
Ülemine rida (vasakult paremale): pugutuvi, kukerpallitaja tuvi, tuttkaelaline  
tuvi; alumine rida: lehviksabatuvi, metsik kaljutuvi.



III tahvel. Metsikud bankiva kanad ja erinevad kodukanade tõud.  
 Ülemine rida (vasakult paremale): metsikud bankiva kanad, vene valged kanad;  
 keskmine rida: pervomai kanad ja jurlovi häälekad kanad; alumine rida:  
 roodallendid, võitluskanad.



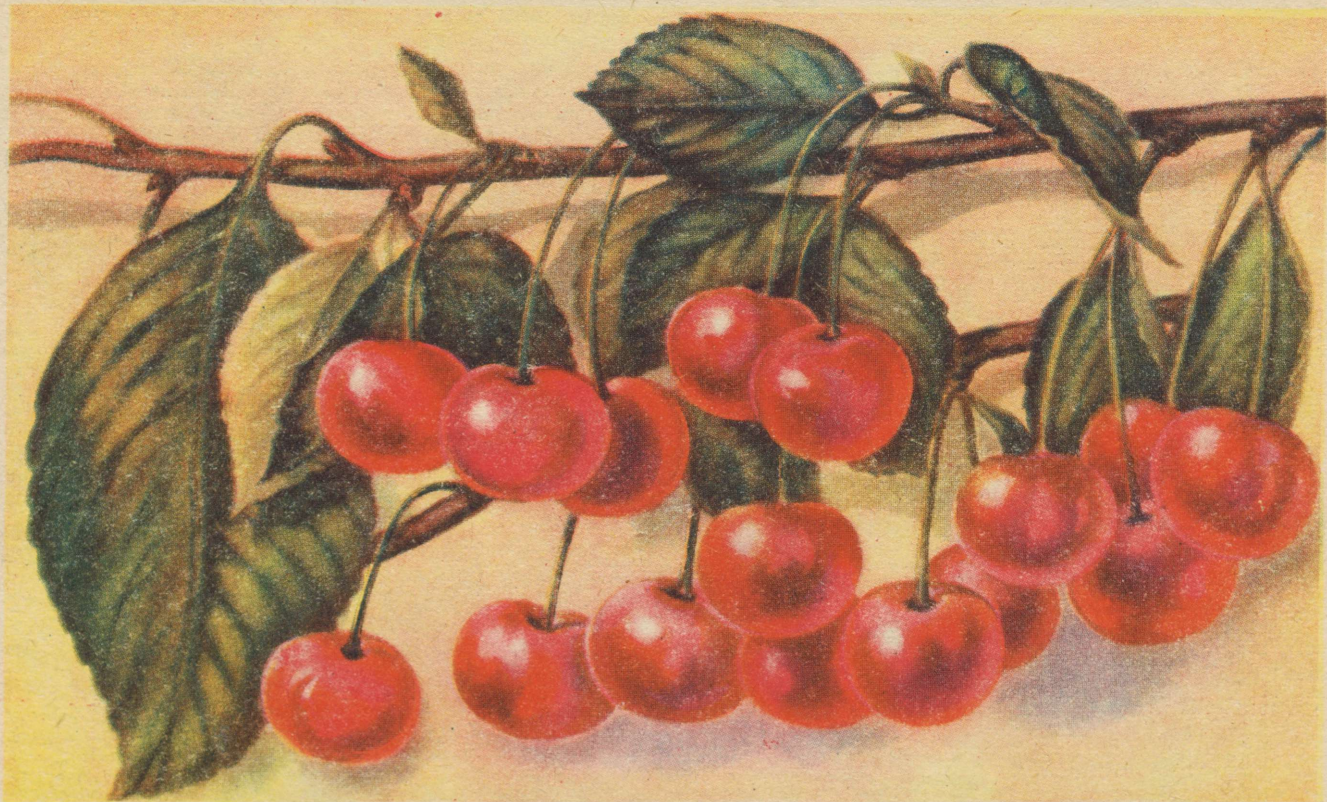
IV tahvel. Kaitsekuju ja mimikri putukatel.

1 — kimalane; 2 — kärbes, kes sarnaneb kimalasega; 3 — herilane; 4 — liblikas (klaastilblane), kes sarnaneb herilasega; 5 — liblikas *Dismorfia*, kes sarnaneb mitesöödava liblikaga (6); 7 — kase-varjuvaksiku röövik, kes sarnaneb oksaga; 8 — liblikas *Kallima*; 9 — sama liblikas kokkupandud tiibadega oksal, mille küljes on lehed.



V t a h v e l. Tomatite vegetatiivne hübridiseerimine.

Ülemine rida: vasakul — kollaseviljaline tomat „Albiino“; paremal — tomat „Mehhiko punane“. Keskel: „Mehhiko punasele“ tomatile poogitud „Albiino“ pookoksast kasvanud vill. Alumine rida: „Mehhiko punase“ (alus) ja „Albiino“ (pookoks) vegetatiivse hübridi neli vilja esimesest seemnelisest järelpõlvest.



VI tahvel. Kirsisort «Põhja ilu», mis on aretatud I. V. Mitšurini poolt liikidevahelise hübriidiseerimise teel koos mentori meetodi kasutamisega.



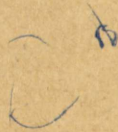
VII tahvel. Kivisõeajastu mets.

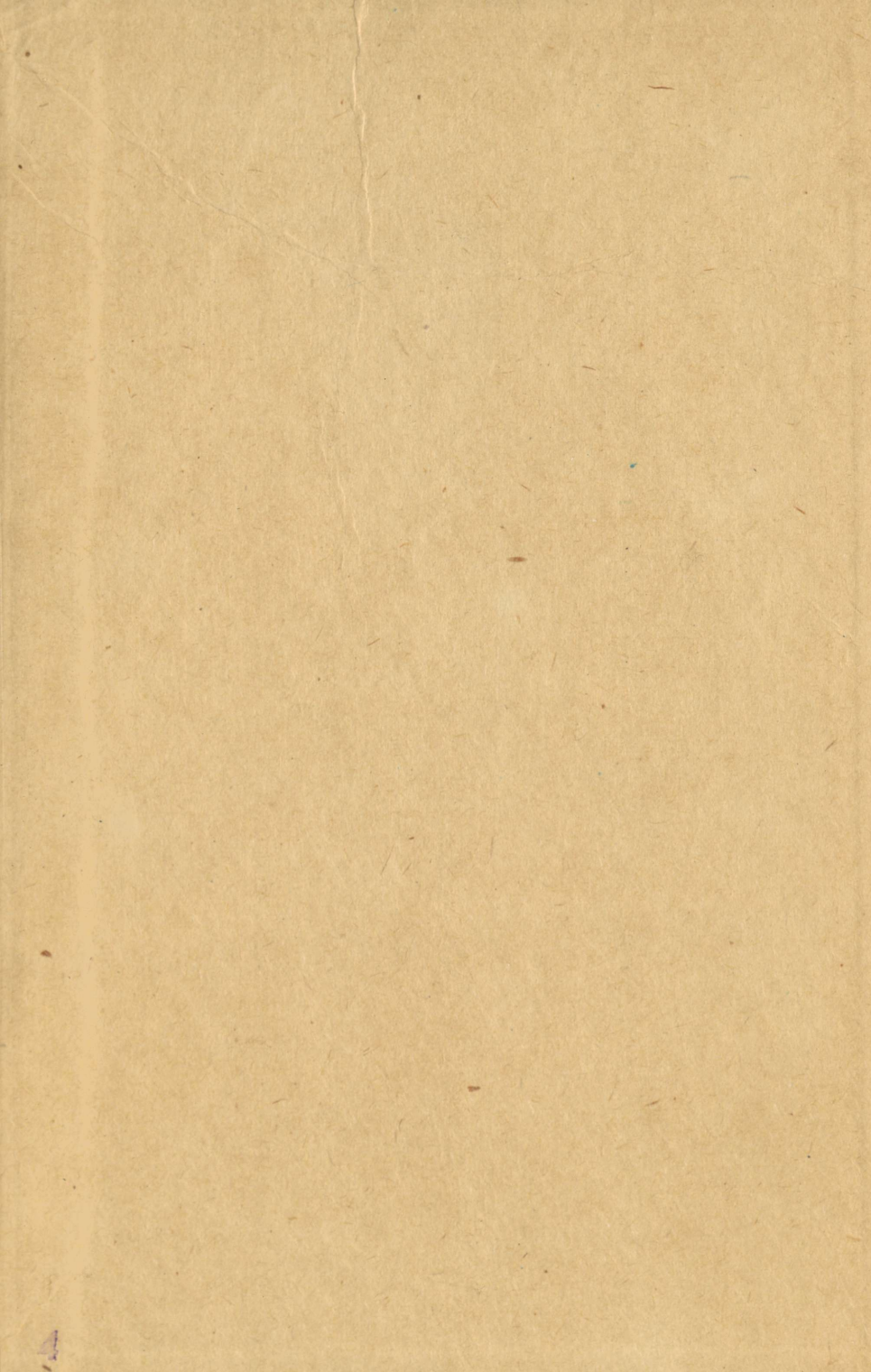
Oistaimi sel ajal ei olnud. Ürgmetsad koosnesid hiiglaslikest eostaimedest: puukujulistest sõnajalgadest, osjadest ja koldadest.



VIII tahvel. Neandertaallaste hord koopasuu ees.







34 kop.

A  
23689

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00768988 0

34 kop.

A  
23689



J. VESSELOV DARVINISMI ALUSED

J. VESSELOV

# DARVINISMI ALUSED

ÕPIK IX KLASSILE