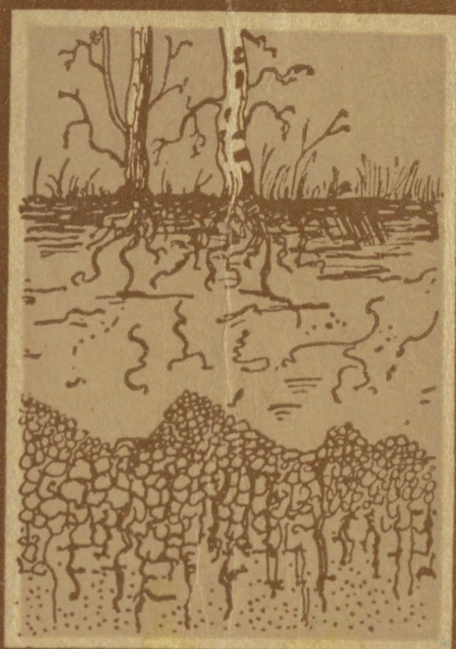


* POPULAARTEADUSLIK SARI *

N. A. KATŠINSKI

MULLA TEKKIMINE
JA ELU



RK TEADUSLIK KIRJANDUS'

A-16558

PROF. N. A. KATŠINSKI

MULLA
TEKKIMINE JA ELU

Kohustuslik kontrollseksemplar



RK „TEADUSLIK KIRJANDUS“
TARTU, 1948

Tõlgitud teose järgi: Проф. Н. А. Качинский, Происхождение и
жизнь почвы. ОГИЗ „Сельхозгиз“, Москва, 1946.

Tõlkinud A. Raid.



19969
A-16558

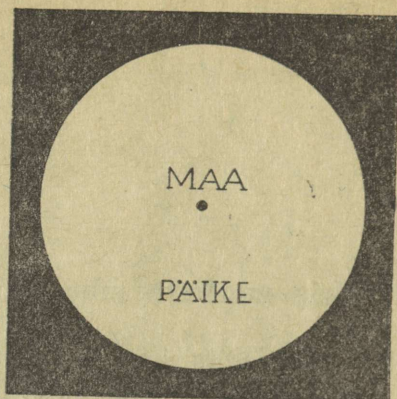
I. Meie maakera minevik.

Juba XVIII sajandil ütles suur vene õpetlane Mihhail Vassiljevitsš Lomonossov: „Ei ole kahtlust, et mustmuld pole mitte ürgmateriat, vaid on tekkinud loomsete ja taimsete kehade kõdumisest aja jooksul.

M a a k e r a j a h t u m i n e. Tõepoolest, meie maakera pole mitte alati olnud selline, nagu me teda oleme harjunud nägema, ega ole alati olnud muldi. Teadus on kindlaks teinud, et ammu-ammu, palju miljoneid aastaid tagasi, on meie maakera olnud hõõguv tulekera. Paljusid selliseid hõõguvaid tulekerasid näeme veel praegugi selgel ööl taevas ja nimetame neid tähtedeks. Heledasti helkiv täht oli ka meie maakera. Õigemini öelda — ta ei olnud täht, vaid pisike täheke, sest tema suurus on tuhandeid ja miljoneid kordi väiksem enamikust neist tähtedest, mida me taevas näeme. Joonisel 1 on kujutatud päikese ja maakera suurus: hele sõõr on päike, väike must täpp aga meie maakera.

Maakera tiirles külmas maailmaruumis, kaotas oma soojust ja jahtus. Hõõguvast gaasist muutus ta vedelaks sulaks massiks, kattudes aegamisi hangnenud tahke koorikuga, mis koosnes mitmesugustest mineraalidest.

Vulkaaniline tegevus. Maakera jahtumine ei ole lõppenud nüüdki. 100—150 km paksuse kooriku all leidub veel praegugi tuline gaasitaoline ja vedel mass. See mass ja



Joon. 1. Maakera (must täpp) ja päikese (valge sõõr) suuruse võrdlus. (E. Kayser'i järgi.)

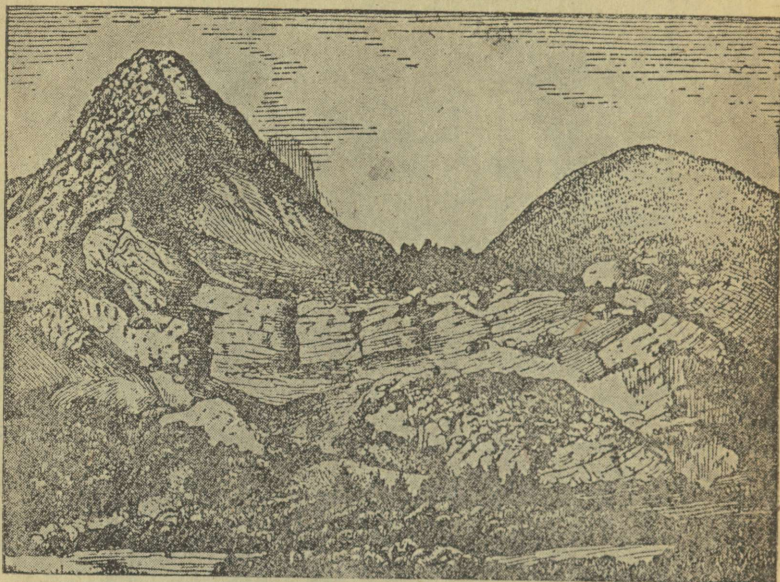
hõõguvad aurud purustavad mõnikord maa kooriku ja tulise vedela vooluna kui ka kuuma suitsu ja tuhana purskuvad nad maakera pinnale kõige õhemates kohtades, sagedamini seal, kus leidub pragusid. Vulkaani purske kohal pundub maakera pind. Sellesama ava ümber, kust laava on läbi murdnud (seda ava nimetatakse vulkaani kraatriks), koguneb aja jooksul maakera sisemusest väljapaisatud materjal. Tekivad (vulkaanilised) mäed.

Sääraseid mägesid leidub maakeral veel nüüdki rohkesti. Mõned neist on ammu „kustunud“ ega purska enam laavat. Niisugused on näiteks kõige kõrgemad Kaukasuse mäed Elbrus, Kazbek ja Dõhtau, samuti ka Ararat, mis asub Lõuna-Armeenias. Teised suitsevad veel nüüdki alatasa ja purskavad oma sisemusest aeg-ajalt tuliseid kive, auru ja tuhka. Joonisel 2 on kujutatud üks selline mägi Itaalias, nimelt Vesuuv. See on tuld purskav vulkaan. Tema pursetest on viimasel ajal märgitud suurimaina 1906. ja 1944. aasta purskeid.



Joon. 2. Vesuivi (Itaalias) vulkaani tulepurskamine
1906. aastal. (Fumagalli foto järgi.)

Maakoore murrangud, alangud ja kurrud. Enamik mägesid maakeral ei ole siiski vulkaanilist päritolu. Nad on tekkinud maakoore libisemisest, murranguist ja kortsutõmbumisest. Põhjuseks on siin maakera sisemiste kihtide jahtumine ja nende mahu muutumine. Tänu sellele on maakoor eemaldunud seesmistest kuumadest kihtidest, jäädes



Joon. 3. Kurdmäed Ülem-Savojas (Prantsusmaal).

kohati nende üle tohutu katusena rippuma. Oma kihtide raskuse all ei pidanud see „katus“ vastu. Ta vajus ning murdus, rõhus naabruses asuvaid maapinna osi, nihutas neid kümneid või sadu kilomeetreid edasi, kägardas ja surus neid voltideks — mägedeks. Vastandina vulkaanilistele nimetatakse neid mägesid kurdmägedeks, mõnikord ka murrangmägedeks. Sellised on meie Uurali ja Krimmi mäed, enamik Kaukasuse mägesid, Karpaadid ja Alpid Euroopas jne. Joonisel 3 on näha osa kurrulisest mäeahelikust.

Maaväringud. Maakera kihtide murrangutega ja kokkutõmbumisega kui ka vulkaanilise tegevusega kaasub maakoore värisemine, maaväring.

Mõnikord põhjustab maalibisemisi ja ühes sellega ka maa-
väringuid vee tegevus. Suuremas või väiksemas sügavuses
voolav põhjavesi lahustab üksikuid maakoore osi, nagu näi-
teks lupja ja kipsi. Selle tulemusena tekib maakoores koopaid.
Nende lagi võib kihtide raskuse mõjul kokku variseda ja
naaberkohti värisema panna.

Tard- ehk purske kivimid. Me kõnelesime
juba, et maakera jahtumisel ja vulkaanide tegevusel moodus-
tusid mitmesugused kivimid, mineraalid. Et need kivimid on
purskunud maakera sisemusest, siis nimetataksegi neid purs-
ke kivimeiks (eruptiivseiks kivimeiks). Säärased kivimid on
graniit, millest koosnevad Soome ja Karjala mäed (graniiti
leidub aga mujalgi), süeniit, dioriit, andesiit, basalt jt. Mõned
kivimid koosnevad ainult ühest mineraalist, näiteks kvarts ja
kips. Teised aga, nagu graniit, basalt ja andesiit, koosnevad
mitmest mineraalist. Nii on näiteks graniiditükis õige lihtne
eraldada kolme mineraali: kollaseid, valgeid või lihapunaseid
terakesi — põldpagu, klaasitaolist kvartsi ja tumedaid viirus-
sid — vilgukivi. (Graniit esineb sageli kividena ja rahnudena
NSV Liidu Euroopa-osa kesk- ja põhjaalade metsades ning
põldudel.)

Kivimite ja mineraalide hulk maakoores on suur. Siin-
kohal on huvitav märkida seda, et neis mineraalides leidub
kõiki neid aineid, mis on vajalikud taimede toiduks. Sellised
ained on fosfor, kaltsium, kaalium, magneesium, mangaan,
väävel, alumiinium, raud, boor, vask, räni. Maakoore mine-
raalides puudub ainult üks koostisosa, mis on taimedele toit-
miseks ja elamiseks absoluutselt vajalik. See on lämmastik.
See aine sisaldub gaasina õhus, kust ta pääseb mulda ning
sealt edasi juurtesse ja taimesse. Kuidas see toimub, seda kir-
jeldame allpool.

Purske kivimite murenemine. Purske kivimid,
sattunud maapinnale, ei jäänud siin rahule. Neile mõjusid pide-

valt temperatuur (soojus ja külm), vesi ja tuul, mis neid muutsid.

Temperatuuri mõju. Teaduse ja elu kogemustest on teada, et temperatuuri muutumisega kaasub ka kehade mahu muutumine. Soojenemisel peaaegu kõik kehad paisuvad, suurendades oma mahtu; külmast aga tõmbuvad kehad kokku. Erandiks on ainult mõned üksikud kehad, näiteks vesi¹. Seejuures on tähele pandud, et temperatuuri kõikumisel muudavad eri kehad oma mahtu erineval määral: ühed rohkem, teised vähem. See nähtus on omane ka eri mineraalidele.

Tekkinud mäed murenesid temperatuuri kõikumiste mõjul. Päeval soojenes nende pind päikese käes ja paisus siis. Paisunud kihid eraldusid sisemistest, külmemaist kihtidest. Öösel aga, vastupidi, jahtusid kaljud pinnal ja tõmbusid kokku, kuna päevased soojalained liikusid nende sisemusse. Seesmisid kihid paisusid ning rebisid kivi välist kokkutõmbunud kihti. Teistest kiiremini murenesid need kivimid, mis koosnesid mitmest erinevast mineraalst, näiteks graniit. Me teame juba, et põhiliselt koosneb ta kolmest mineraalst: vilgust, kvartsist ja põldpaost. Need mineraalid paisuvad soojas ja tõmbuvad kokku külmas erineval määral. Temperatuuri kõikumisel nad nagu murduksid graniidis. Graniit hakkab pragunema ja lagunema. Nii murenesid teisedki kivimid. Vaadake joonist 4, kus on kujutatud aeglaselt murenev graniitrannik Muurmanis.

Eriti tugevasti avaldub temperatuuri mõju neis kohtades, kus üleminek soojalt külmale esineb sageli ja järsult, nimelt lagedates kaljumägedes ja kõrbedes. Nii näiteks soojenevad Karakumi kõrves suvepäevil liiv ja kivid kuni 83 kraadini Celsiuse järgi. Seevastu selgetel tähistel öödel

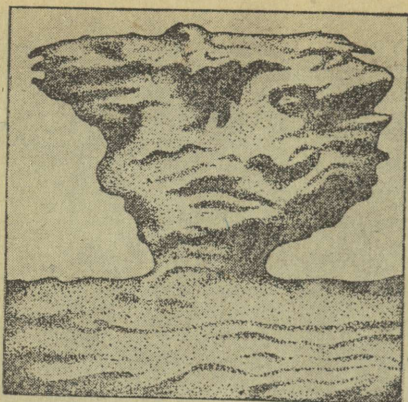
¹ Külma mõjul tõmbub vesi kokku ainult teatava piirini (kuni +4° Celsiuse järgi). Sellest temperatuurist madalamal hakkab vesi taas paisuma. Eriti tugevat vee paisumist on märgata tema külmumisel.



Joon. 4. Muurmani graniitrannik, mis laguneb murenemisel.
(V. F. Dobrõnini raamatust.)

jahtuvad maa ja õhk niivõrd, et karjane, rändur või vabas kõrveõhus töötaja peab isegi suvel teki all magama. Nii-sugune järsk temperatuuride vaheldumine põhjustabki seda, et siin kõrbedes purunevad mäed ja murenevad kivised kaljud ka vee puududes.

Tuule tegevus. Õige tugevaks kivimite purustajaks on ka tuul, mis puhub üle kogu maa, kuid eriti tugevasti avaldub lahtistes paikades, milleks nüüdsel ajal on stepid ja kõrved. Tuul rebib pragunenud kaljurünkade ja kivide tükke, mis lange-misel kui ka temperatuuri toimetel lagunevad, purunedes kivi-rähaks, kiviprügiks, liivaks. Tuul tõstab liiva, ajab teda mööda maapinda, hõõrub vastu kive ning kaljusid, hõõrub teda veel väiksemaiks osadeks — tolmuks ja saviks, lihvides samal ajal



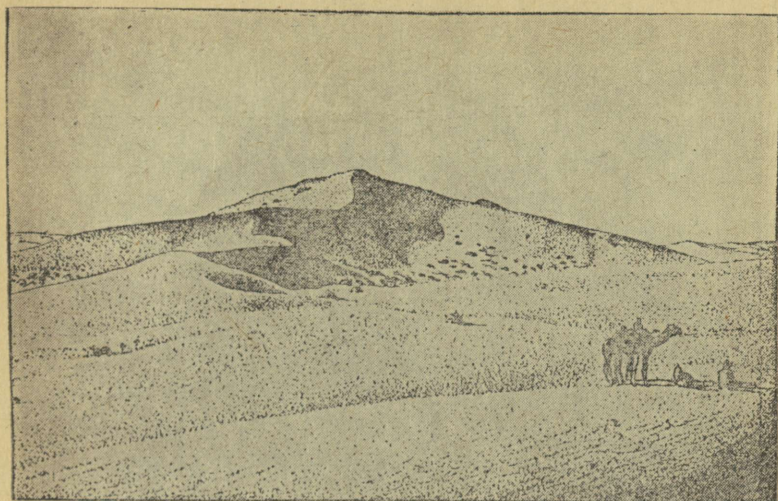
Joon. 5. Tuulest silutud kalju Lüübia kõrves. (E. Kayseri järgi.)

kive ja mägesid nagu riiviga. Üks selliseid kaljusid Lüübia kõrves meenutab seent, nagu nähtub jooniselt 5.

Mõnikord tuulise ilmaga täidavad liiva- ja tolmupilved kõrve, vahel aga ka stepi õhku, varjates päikest ja kandudes ühest kohast teise. Tuul kuhjab liiva erikujulisteks küngasteks ja kinkudeks — düünideks (mererannikul ja suuremate

jõgede kallastel) või kaarluiteiks ehk barhaanideks (kõrbedes), millel on terav hari ja sageli sirbitaoline kuju, nagu joonisel 6. Aegamisi silub tuul kive, hõõrub mägede tipud kumeraks ja täidab nende vahed kiviräha, liiva ja tolmuga.

Vee lammutav tegevus. Mitte vähem tugevasti kui tuul lammutab kivimeid ka vesi. Viimane tekkis maakera ümbritsenud ja selle jahtumisel tihenenud aurust. Suured vihmaajad langesid maapinnale ja uhasid seda. Voolasid ojad ja jõed, kujunesid mered ja ookeanid. Voolates mägedelt alla, purustasid ojad ja jõed kivipanku, rebisid neist tükke, purustasid neid peenemaks ja kandsid enesega kaasa. Hõõruti peeneks kivid, tekkisid veerkivid, liiv, tolm ja savi. Veerkive ja liiva võib leida iga jõe kaldal ja ka põhjas. Suuremainsa ja raskemainsa sadestuvad nad vees hõlpsamini. Seevastu peenemad saviosakesed kanduvad veega kaugele ning osa neist setib alles selle ookeani või mere põhja, kuhu jõgi suubub. Joonisel 7 on kujutatud Siberi mägioja, mis kannab edasi kivipanku. Päevast päeva, aastast aastasse,



Joon. 6. Kaarluited (barhaanid) Sahara kõrves.

kümneid aastaid töötavad vihmanired, ojad ja jõed. Nende igapäevane töö ei ole nii tajutav ja esimesel pilgul tundub, et maa väline ilme muutub vähe. Kuid mööduvad aastad ja mägede harjad, nõlvad kui ka kõrgendikud on hõõrdunud ja muutunud, kuna merede ja ookeanide põhjas ning maismaa madalikel sadestuvad võimsad peenmulla kihid, mida on kokku kandnud vesi.

Tuleb veel tähendada, et vesi ei lammuta kivimeid mitte ainult oma langemise või voolamise jõul, vaid ka lahustab neid, nagu näiteks võib lahustada keedusoola veeklaasis. Ühed kivid lahustuvad rohkem, teised vähem, kuid ei leidu kivimeid, mis vees sugugi ei lahustuks. Isegi niisugused metallid nagu hõbe ja kuld lahustuvad vees, kuigi, tõsi küll, väga väikestes kogustes.

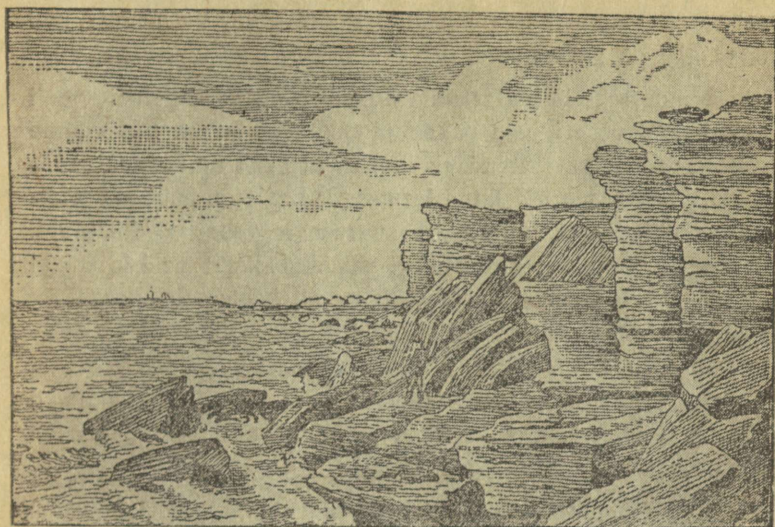
Ühes kohas uhab vesi mitmesuguseid soolasid mullast välja, teisel setivad need soolad temperatuuri muutuse, vee



Joon. 7. Tšulõšmani jõgi Altai mägedes. (V. N. Makarovi raamatust.)

surve ja muude tingimuste tagajärjel enam või vähem paksudeks kihtideks. Sääraseid sadestusi leidub meil mitmeis paigus, näiteks Stalingradi oblastis, Eltoni ja Baskuntšaki järve juures, Sivaši juures ja mitmel pool mujal.

Ojad ja jõed kannavad oma veed meredesse ja ookeanidesse, millede põhja setivad liiv ja savi. Kuid meredeski püsib vesi harva rahulikuna. Puhub tuul ja merel tekivad võimsad lained. Üksteise järel löövad nad jõuliselt vastu randa ja lõhuvad seda. Kivid langevad. Neid haaravad lained ja paiskavad uue jõuga vastu kaljusid, purustavad neid kildudeks, uhavad neid veerkivideks ja hõõruvad liivaks. Rand variseb, taganedes



Joon. 8. Lainetest purustatud kaljurand Gotlandil. (Nathorsti foto järgi.)

mere jõu ees. Joonisel 8 on kujutatud Gotlandi saare kaljune rand (Läänemeres), mida lained on lammutanud.

Vastandina pursketegevusest tekkinud kivimeile nimetatakse vee ja tuule tegevuse tagajärjel sadestunud kivimeid sete-kivimeiks.

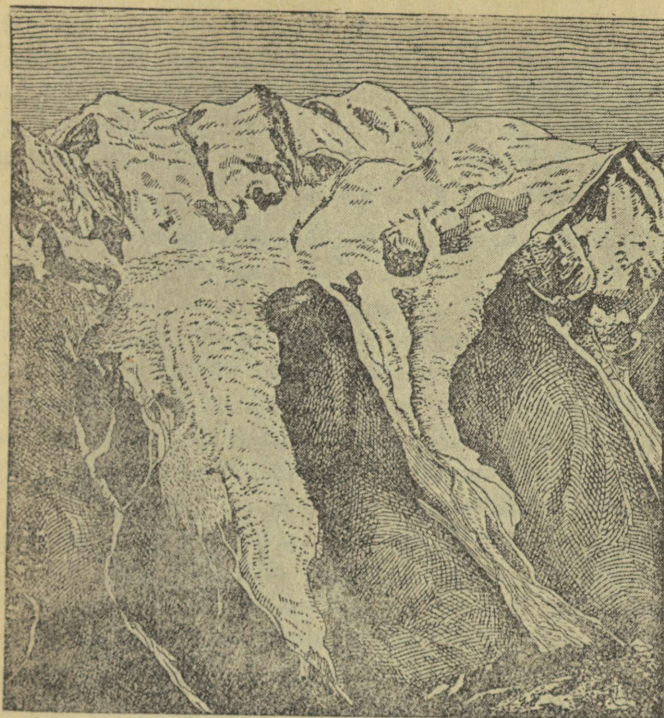
Jääliustike tegevus. Lammutades purskekivimeid, sadestavad vesi ja tuul nende läbitöötatud jäänuseid teatava korrapärasusega, otsekui sorteerides neid kaalu järgi. Eriti hoolikalt sorteerib vesi. Enamasti on vee sadestised rangelt kihitunud ja seetõttu on neid hõlpu ära tunda. Tuulega sadestunud materjal esineb samuti kihiliselt, kuid siin on kihid kõverad, kaldudes kord ühele, kord teisele poole, vastavalt

sellele, kummale poole künkast, düünist või barhaanist nad omal ajal on sadestunud.

Nende kihtide materjalide kõrval esineb maapinnal sageli alasad, kus võib tähele panna täielikku korratust materjalide sadestumises: savi vaheldub liivaga ja osalt on sellega segatudki. Liiv on üle puistatud kruusaga; peale on paisatud tohutud graniitpangad kui ka eri suurusega veer- või kildkivid. Tekib mulje, nagu oleks keegi sihilikult kõiki neid kivimeid seganud. Niisuguseid alasad võib sageli kohata Soomes, NSV Liidu loode- ja põhjapoolseil aladel, Koola poolsaarel, Karjala-Soome NSV lõunaosas, Leningradi oblastis, mõnedes Vologda, Kalinini, Vitebski ja teiste oblastite aladel. Siin on avaldunud uue jõu, nimelt jääliustike tegevus, milledest olgu öeldud mõni sõna.

Madala temperatuuri tõttu ei sula lumi kõrgeil mägedel isegi suvisel ajal. Osalt puhuvad tuuled lume orgudesse ja see variseb laviinidena alla. Ülejäänud lumi, osalt sulades päikese kiirtes ning külmudes temperatuuri alanemisel, osalt aga ka omaenese raskuse mõjul, tiheneb aja jookšul ja muutub jääks. Juhtudel, kui mägedes esineb nõgusid, mis soodustavad lume kogunemist, kuhjub jääd suurel hulgal. Mäelõhede ja süvendite kaudu vajub lumi tiheda sinise „jõena“ alla (vt. joon. 9).

Jää liigub aeglaselt, mõnest sentimeetrist kuni mitme meetrini ööpäeva kestel, kuid kümnete ja sadade aastate jookšul läbib ta suuri kaugusi. Praegusel ajal esineb jääliustikke peamiselt mägistel maadel, meil näiteks Kaukasuses ja Tienšanis. Aga kunagi oli aeg, umbkaudu 40—50 tuhat ja rohkemgi aastat tagasi, kus jääliustikud katsid palju suuremat osa maapinnast. Siis oli maakeral igal pool palju külmem kui praegu ja jää võis sulamata laskuda mäelt ning katta tasan-dikke. Üle poole NSV Liidu Euroopa-osast ja osa Siberist



Joon. 9. Mont Blanc'i jääliustikud.

olid siis jää all. Üks jääliustik lähtus Skandinaavia poolsaarelt, teine väiksem, Uurali mäeahelikult.

Liikudes üle Soome mägede, murdis Skandinaavia-Vene jääliustik graniitmägede teravikke. Kaasaveetud kivide ja jää enese raskuse mõjul kündis ta hiiglakündjana palju sügavikke oma teel — jääliustiku-orgusid. Mitmesugused kivimid segunesid ja kandusid ühest paigast teise. Need kivimid, mis püüsid paigal, lihviti jää ja jääliustikusse jäätunud liiva ja kivide poolt siledaks.

Möödusid aastatuhanded. Maa peal muutus soojemaks. Maad aheldanud ja sirunud jää hakkas tohutute massidena sulama. Tekkisid ojad ja jõed, kohati äga liikus vesi suurtes kogustes lõunasse ja läände, viies kaasa jääliustikuga kaasa- toodud ja sadestunud materjali. Endise jääliustiku asemele tekkis taimestik, siginesid loomad.

Maakera kliima muutus. Jääliustik sulas korduvalt ja aheldas korduvalt jälle maad. Kui ta äga viimast korda sulas, jäi silumatu jälg tema püsimispaigale, muuseas ka Vene tasan- dikule. Norras on arvukaid orgusid (fjorde), mida mööda jää- liustik laskus Skandinaavia mägedelt. NSV Liidu Euroopa äärmisse loodeossa ja Soome on jäänud rebitud tippudega, kriimustatud mägesid ja jääliustiku poolt ülesküntud nõgudesse tuhandeid järvi. Lõunas ja kagus, määratu suurel maa-alal kuni steppideni, on sadestunud mitmesugune jääliustiku ja veega kaasatoodud materjal (muuseas niinimetatud moreenid — kivi- sed kuhilikud). Mida kaugemale lõunasse, seda vähem on märgatav jääliustiku enese tegevus ja seda selgemini ilmneb jääliustike vete töö. Nii on Musta mere steppidesse sadestunud ainult peeneteralist materjali, millest koosnebki siin peamiselt esinev kivim — löss.

Nii muutsid vesi, jää, tuul ja temperatuur maakera ilmet, hävitades kivimägesid, mis olid hangunud hõõguvast massist.

Praegusel ajal on peaaegu kogu maa pind kaetud setekivimitega.

Setekivimid ei jää samuti muutusteta. Veel hõlpsamini kui purskekivimid leostuvad ja lahustuvad nad vees ning kanduvad tuules laiali.

Maakera kõrgenenud temperatuuri ja peal lasuvate kih- tide suure rõhumise mõjul muutuvad sete- ja purskekivimid mõnikord nii tugevasti, et näib, nagu muutuksid nad uueks, kihise ehitusega kristallidest koosnevaks kivimiks. Niisuguste

kihilis-kristalsete kivimite hulka kuuluvad näiteks savi-kilt- ja vilkkiltkivim, gneiss ning mõned muud.

Mitmesuguste kivimite moodustumine toimub pidevalt veel nüüdselgi ajal. Ka praegu esineb vulkaanide purskeid. Endiselt uhavad maad ojad ja jõed, mühavad mered ning ookeanid, lammutades randu. Tuul kannab liiva- ja tolmupilvi. Maa pale muutub ühtesoodu, kuigi see iga hetk pole märgatav.

II. Elu ja esimeste muldade tekkimine maakeral.

Mitmesuguste loodusjõudude mõjul varisesid mäed, purunesid kivised kaljud. Liiva ja savi uhas vesi ja lennutas tuul. Neid ei hoidnud miski. Tarvitses ainult, et sadas suuremat vihma või lõõtsus tugevam tuul, kui juba maapind tunduvalt muutus. Seal, kus veel eile oli tasane koht, võis täna kerkida tuulest kokkukantud liivaküngas või haigutada vee tekitatud kuristik. Ei olnud elusolendeid, ei olnud taimi, mis oma juurtega oleksid maad sidunud. Ei olnud elusolendeid ega olnud ka mulda.

Möödusid mitmed miljonid aastad, enne kui maakeral tekkisid elu ja mullad. Tollal oli maakera soojem kui praegu.

Õhk oli veeaurudest küllastunud ja sisaldas praegusest tunduvalt rohkem selliseid gaase nagu ammoniaak ja süsi- vesinikud (metaan, etüleen, atsetüleen jt.). Neis oludes võis vee pinnal tekkida uus aine, mida maakeral seniajani ei olnud olemas. See aine sisaldas mitmesuguseid osi, mida leidis maa sees, vees ja õhus, nagu näiteks süsinikku, vesinikku, hapnikku, lämmastikku, väävlit, fosforit ja mõningaid muid. Seda ainet nimetatakse valgukuks ehk valkaineks. See aine kuulub ka praegu põhiosisena elava keha — taime, looma ja inimese — koostisse.

Esimesed elusolendid. Äsja moodustunud valkaine ei omandanud elu veel niipea. Ta lagunes ja taastus korduvalt, enne kui sai elusa aine püsivad vormid: võime

kasvada, liikuda, paljuneda ja surra. Need olid kõige väiksemad kõigist tuntud elusolendeist. Neid leidub veel praegugi maa peal, kuid nad on nii väikesed, et senini pole veel õnnestunud neid näha ka kõige paremate mikroskoopidega. Neist olendeist teame ainult nende haigusttekitavate omaduste tõttu. Inimesel põhjustavad nad tähnulist soetõbe, rõugeid, nohu, grippi, marutõbe ja soolatüükaid; sigadel tekitavad nad rõugeid, koolerat, suu- ja sõratõbe, koertel marutaadi, taimedel mosaiikhaigust (näiteks kartulil) jne. Neid olendeid nimetatakse praegu ultramikroobideks ja viirusteks (sõnast „virus“, mis tähendab mürki). Neid nimetatakse ka filtreeruvaks viirusteks, sest nad on nii väiksed, et läbistavad (filtreeruvad) koos vedelikuga kõige peenemaid avausi (poore) isegi niisugustel takistustel, nagu seda on portselan.

On võimalik, et peale viiruste sarnanesid esimesed elavad valkolendid maa peal nende ainetega, mida praegu kasutatakse arstiteaduses haigusttekitavate bakterite vastu. Need on bakteriofaagid, s. o. bakteriõgijad. Neid ei ole samuti näha ka kõige paremate mikroskoopidega. Nende suurus on ainult 5 miljondikku millimeetrit.

Esimesi elusolendeid ei või nimetada ei taimedeks ega loomadeks. Möödus palju tuhandeid ja miljoneid aastaid, enne kui neist pisikesist ultrabaktereist arenesid meile nüüd tuntud bakterid, samuti ka taimed ja loomad.

Ka bakterid on väga väiksed, kuid nad on tunduvalt suuremad viirustest ja bakteriofaagidest. Neid on võimalik mikroskoobiga näha ja sel viisil saab ka jälgida nende elu ja tegevust.

Mõned bakterid võisid elada ja elavad veel nüüdki paljastel kaljudel. Toitu hankisid need olendid nii õhust kui ka kaljudelt süsihappe ja lämmastiku näol. Nende elutegevuse tagajärjel kujunevad hapud mahlad (happed), mis söövitavad kive. Kivi (kivimi) lahustunud osadest leidsidki bakterid endile osa toitu.

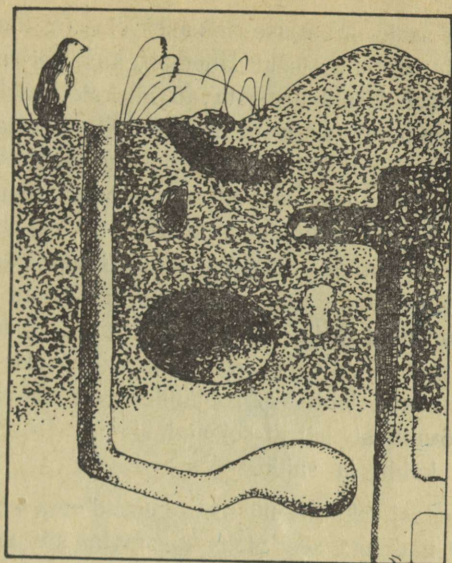
Bakterite järel arenesid ning kasvasid kaljudel ja lagundatud kivimeil samblad ja samblikud. Ka need lahustasid kiviosakesi oma hapude mahladega. Niisugune võime on eriti omane samblikkudele, mille mahlas sisaldub palju oblikhapet. Neid on hõlpus leida igal vanal kivil mustade, hallikate ja valkjate laikudena, mis koosnevad soomustest. Sääraste laikude all võib vahel kompida õõnsusi, mis on kujunenud kivi söövitamisest sambliku poolt.

Esimesed mullad. Vähehaaval lammutasid esimesed elusolendid koos vee ja õhuga maa kivist koorikut, surres kõdunesid ja lagunesid, moodustades huumuse. Huumus segunes ja ühines peenestatud maaosakestega ja tsementeeris neid (liitis kokku). Nii tekkis esimene muld, mis sai arenemiskeskkonnaks järgnevaile, suuremaile ning tugevamaile taimedele. Mullal kasvavad puud ja rohud tungisid oma juurtega kivipragudesse, laotades ja killustades neid. Mullale sadas vihma. Vesi uhas mullaosakesi, lahustas kivimeis ja huumuses sisalduvaid mitmesuguseid soolasid ja toitis nendega taimi, kuna osa soolasid nõrgus koos veega sügavamaisse kihtidesse. Mulda moodustavad kivimid murenesid edasi.

Kuid lammutades kive ja mägesid, kaitsesid taimed samal ajal mulda. Huumus liitis mullaosakesed kokku, tihe juurte võrk aga tugevdas neid.

Tasandikud ja mäed hakkasid haljendama. Maa elustus. Elasid ja arenesid taimed, aga nendega koos „elas“ ja kujunes ka muld.

Mullabakterid, -putukad ja -loomad. Nüüd ei asustanud mulda enam ainult taimed. Siin leidsid asupaiga loendamatud hulga kõige pisemaid, silmale nähtamatuid elusolendeid, nagu bakterid, suur hulk putukaid ja loomseid mullaelanikke (ussid, sipelgad, mutid, suslikud, hamstrid jt.). Kõik nad elasid, liikusid, toitusid, paljunesid ja surid. Loomad



Joon. 10. Mustmullastepi ala. Suslik oma pesa juures. Esitatud on põiklõige. (Althauseni foto järgi.)

tegid mulla kohevaks, segasid mitmesuguseid mullakihte omavahel ning surres kõdunesid ja suurendasid endi arvel huumuse hulka. Seda loomade osavõttu mulla tekitamisest võib veel praeguselgi ajal tähele panna. Kes ei ole metsas näinud tohutuid mulla-, okka- või lehtede hunnikuid, mis sipelgad on kokku kandnud! Kes pole märganud mutiauke ja mutimullahunnikuid või vihmausside käike! Lõunas, NSV Liidu Euroopa stepiosades võib veel nüüdki sageli näha ühelainsal ruutkilomeetril kümneid tuhandeid hamstrite ja suslikute kokkukantud küngaste jälgi. Need künkad või ka nende asemed võtavad vahel endi alla kuni poole stepi pinnast, ja kui neid ühelt ruutkilomeetrilt üleskündmata pinnalt kokku koguda, siis moodustaks see ligi 2000 kuupmeetrit mulda. Joonisel 10 on kujutatud suslik oma pesa ees.

Et lugeja saaks kujutluse pinnases elavate loomade kaevamisvõimest, peatume pisut lähemalt kas või usside tegevuse vaatlemisel. Ussid armastavad niiskeid, varjulisi muldi. Soodsais tingimustes sigib neid mullas loendamatu hulki. Ühei hektaaril võib lugeda kuni miljon ussiauku. Põuastel ja külmadel aastaegadel poevad ussid sügavamaisse mullakihtidesse, kus keeravad end kerra, et vähem kuivada ja vähem soojust kaotada. Soojal ajal, eriti aga pärast vihma, tõusevad nad ülespoole, mõnikord ronivad koguni maapinnale. Eriti hõlpus on neid leida soojal suveööl pärast vihma metsas, aias või pargis. Rohkearvuliselt ronivad ussid maapinnale, haaravad langenud lehti või rohuliblesid ja veavad neid siis mullasse. Öövaikust häirib sel ajal üksnes lehtede ja rohkõrte pidev kahin ja sahin.

Mullas edasi liikudes nihutavad ussid oma kehaga mullaosakesi; kui nad aga seda teha ei suuda, siis neelavad nad enda ees seisvad mullaosakesed ja liiguvad edasi sel moel tekkinud tühikusse. Oma koobastesse tassivad nad varisenud lehti, kõrrekesi, sõnnikut. Allaneelatud mullaosakesed kui ka taimsed ja loomsed jäänused paisatakse ussi soolest tublisti muudetud kujul välja: muld peeneneb ja imeb endasse orgaanilist ainet — ussi maomahla. Niisugused taimsed jäänused muutuvad kergemini huumuseks.

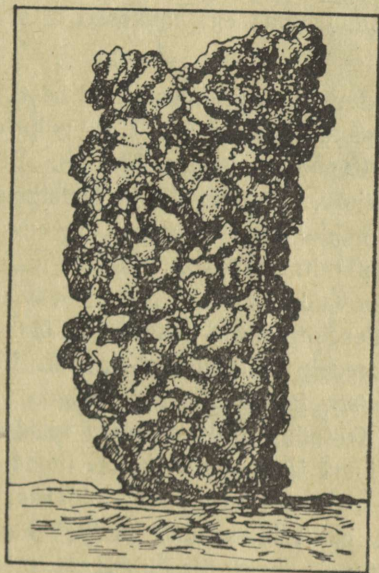
Pärast vihma võib mullapinnal kergesti leida väheldasi ümaraid terakesi, mis asetsevad mitmekesi koos. Need on usside jätted (kaproliidid), mis annavad suurepärase struktuurse mulla.

Päevast päeva töötades töötlevad vilhmaussid tohutu hulga mulda ümber. Vahel on mullapind tihedalt kaetud seesuguse läbitöötatud kihiga.

Meie kliimas elavad ussid ei ole kuigi suured. Seevastu aga lõunapoolsete maade pinnases leidub kuni meetripikkusi

usse. Nende usside töö mullas on palju märgatavam: nad töötlevad kogu ülemise mullakihi kobedaks.

Joonisel 11 on kujutatud mullatornike, mille ussid on maapinnale välja heitnud. Selle foto on teinud tuntud inglise looduseuurija Charles Darwin.



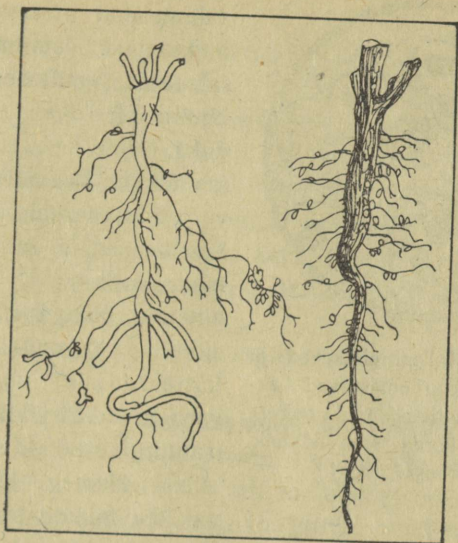
Joon. 11. Mullatornike. Selliseid tornikesi heidavad mullaussid maapinnale Indias. Suurendatud 2 korda. (Ch. Darwini foto järgi.)

Säärane on üksnes usside töö. Kui siia lisada veel putukate (sipelgate, termiidide, hulkjalgsete, tõukude) ja ka loomade töö, siis selgub kõigi nende mullakaevajate tohutu tähtsus nii kivimite murendamisel kui ka mulla tekitamisel.

Mulla bakterid. Nagu juba tähendatud, elab mullas peale loomade ja putukate veel lõpmatu hulk hariliku silmaga nähtamatuid olendeid — baktereid.

Nendegi juures kihab elu: hingatakse, toitutakse, paljune-
takse. Enamikul juhtudest on nende saagiks surnud loomad
ja taimed. Bakterid lagundavad neid ja „söövad ära“. Ainult
tänu bakteritele lagunevad lõpnud loomad ja taimed, muutudes
huumuseks. Kui neid väikesi olendeid ei oleks, siis korjaksid
taimsed ja loomsed jäänused niivõrd tiheda massina maa-
pinnale, et taimed, loomad ega inimesed ei saaks seal enam
elada.

Paljusid baktereid on praegusel ajal hästi tundma õpitud
mikroskoobi ja muude riistade abil. Eriti palju on nende küsi-
muste kallal töötanud prantsuse õpetlane Pasteur ja vene
teadlased Metšnikov, Vinogradski ja Omeljanski. Selgub, et
paljale silmale nähtamatud bakterid on oma välimuselt ja
omadustelt väga mitmesugused ning et nad vajavad oma
arenemiseks erinevaid tingimusi. Nende seas on seesuguseid,
kes oma keha ülesehitamiseks omastavad õhust lämmastikku,
mis on ka taimedele toitumiseks vajalik. Mõned bakterid
asuvad liblikõieliste taimede, näiteks ristiku, lutserni, herne
ja viki juurtel. Toitudes osalt viimaste mahladest, ärritavad
bakterid taimede juurt ja nende asukohas moodustub pundunud
koht, just nagu paistetud või, nagu öeldakse, mügar. Sellest
siis ongi need bakterid saanud endile nimetuse „mügar-
bakterid“. Vastavalt bakterite liigile ja taimetele arenevad
mitmesugused mügarad. Ristiku, lutserni ja viki juurtel on
mügarad väikesed, 1—2—3 mm, piklikud ning nibutaolised.
Teiste taimede, näiteks lupiini juurtel omandavad mügarad
suuremad mõõtmed, saavutades mõnikord metspähkli suuruse
või isegi enam. Liblikõieliste juurtel võib mügaraid kergesti
leida. Selleks tuleb vaid ristiku-, lutserni- või lupiinipuhmas
labidaga välja kaevata ja vees loputada. Juurtele jäävad
mügarad, mis eriti hästi on märgatavad lupiini puhul. Jooni-
sel 12 on kujutatud hariliku lutserni ja viki juured müga-
ratega.

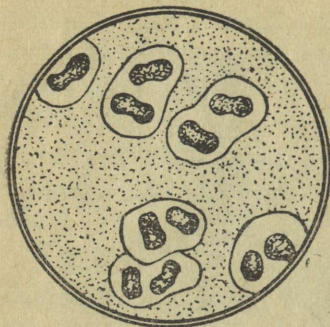


Joon. 12. Mügarad liblikõieliste taimede juurtel. Vasemal — hariliku lutserni juur (Katšinski järgi); paremal — viki juur (Strasburgeri järgi).

Pärast bakterite surma ja mügarate lagunemist satub neis sisalduv lämmastik mulda, kus teda kasutavad toitumiseks samad taimed, mille juurtel bakterid elasid, kui ka uued külvatud taimed.

Peale mügarbakterite leidub mullas ka vabalt elutsevaid baktereid, mis samuti omastavad õhust lämmastikku. Joonisel 13 on need bakterid kujutatud suurendatult.

Lisaks neile lämmastikku omastavaile bakteritele leidub mullas veel muidki, millel on täita asendamatu osa taimede toitumisel lämmastikuga. Need bakterid võtavad osa taimede ja loomade, samuti ka teiste bakterite surnud jäänuste lagun-



Joon. 13. Mullas elutsevad ja õhulämmastikku omastavad bakterid (lämmastikusidujad bakterid). 1850 korda suurendatud. (Vinogradski järgi.)

damisest. Nende elutegevuse tulemusena tekivad mullas ammoniaak, lämmastikhape ja salpeeter, milles sisalduv lämmastik läheb taimede toiduks. Peale selle lahustab mullas tekkiv lämmastikhape terret rida mineraale, andes nende koostisosadele, muuhulgas taimede toitumiseks vältimatuile ainetele, nagu fosforile ja kaaliumile, taimedele hõlpsasti kättesaadava vormi. Seega varustavad kirjeldatud bakterid (samuti ka mõned seened) taimi mitte üksnes lämmastikuga, vaid ka muude toitainetega.

Ometi oleks ekslik arvata, et mullas elavad ainult taimedele kasulikud bakterid. Seal leidub teisigi, kahjulikke baktereid. Need lagundavad salpeetrit ja vabastavad seotud lämmastikku, mis seejuures lendub õhku. Maaharija ülesandeks on soodustada mullas kasulike ja pärssida kahjulike bakterite arenemist. Sellest kõneleme allpool lähemalt, kuid siin olgu ainult niipalju tähendatud, et mügarbakterid, nagu needki, mis moodustavad salpeetrit, arenevad soodsalt kobeddas, hästi õhustatavas mullas. Need bakterid aga, mis salpeetrit lagundavad, hävivad niisuguses mullas: nad arenevad hästi halvasti õhustatud, niiskes mullas.

Miks tekivad maapinnal erinevad mullad. Me mainisime mitmesuguste elusorganismide osa mulla kujundamisel. Ent sõltuvalt oma elupaigast on nad ise õige erinevad. Meie kodumaa äärmises külmas Põhjas kasvavad samblad, samblikud ja mõningad pöösad. Rohkem lõuna

pool on arenenud vägevad metsad, seejärel stepid, poolkõrved ja kõrved.

Erinev kliima on tinginud ka erinevate taimede, loomade ja mikroorganismide arenemist, kuid erinevad elusolendid mõjustavad eri viisil ka mulda.

Peale selle avaldub mulla omadustes ka eri kohtades erinev sademete hulk (vihm, lumi, kaste), samuti erinev õhu temperatuur — kord kõrge, kord madal, edasi ka niiskus, tuuled jne. Tervikuna võttes osutub kliima mulla tekkmisel võimsaks teguriks.

Eespool oli mainitud, kuidas muld tekib tard- ehk purskekivimeil.

Hulga kiiremini ja lihtsamini tekib muld sete- ja purdkivimeil: liival, saviliival ja savil. See on ka arusaadav. Et asuda kividele, peavad taimed ja loomad neid lammutama ja vallutama, seevastu aga on purdkivimid purustatud materjal, mis on juba tunduvalt murenenud ja sageli sisaldab ohtrasti toitesoolasid. Suuremalt jaolt on mullad tekkinudki setekivimeile.

Igal kivimil on temale omased tunnused. Räniliiv on näiteks kobe, kuid viljatu; savi on tihedam, kuid harilikult toitainerikkam. Teissugused on omadused lubjal, turbal jne.

Seetõttu on arusaadav, et eri kivimeil tekivad ka eri omaduste ja koostisega mullad (täpsemalt selle kohta vaata allpool).

Suurt mõju avaldab mullale ka pinnareljeef. Mägede muld näiteks on alati erinev tasandiku mullast, sest seal on erinev kliima, erinev taimestik, ja ka kivimid, millel mullad moodustuvad, on mägedel harilikult teissugused kui tasandikul. Seejuures on ka mägede põhja- ja lõunanõlv erinevad, sest seal on saadava soojuse, niiskuse jms. hulk erinev.

Mullad erinevad samuti ka vanuse ja tekkimisprotsessi kiiruse poolest. Mõnes paigas on nad otsekui jõudnud juba „vananeda“ (agronoomilises mõttes — „hall“ leetmuld), mujal on nad nagu oma arenemise keskjärgus ja kõige viljakamad (mustmuld). Lõppeks leidub muldi, mis nagu elaksid läbi oma arenemise „lapseiga“, näiteks värsketel uhetitel jõekaldail, inimeste kaevatud kääbastel, vanade kindluste müüridel või mägedel.

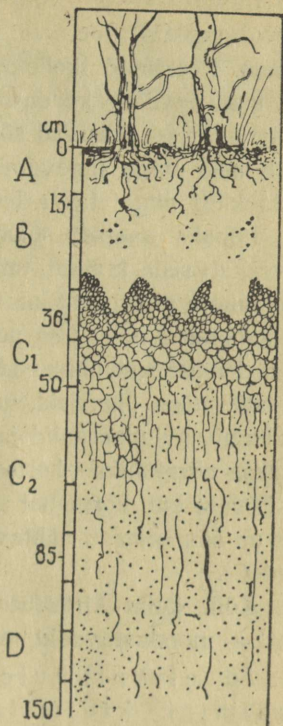
Mitmesuguste loodusjõudude mõjul tekib „metsik“ ehk loomulik muld. Seda mulda kasutab inimene oma huvides, muutes põhjalikult kõiki mulla omadusi. Inimene harib mulda külviks, muudab tema koostist väetiste abil, kuivendab soid, niisutab kõrbi. Et kujutleda inimese mõju mullale kogu ulatuses, piisab viitest sellele, et kogu maailma põlluharijad pööravad aastase mullaharimise kestel ümber ligi 1000 kuupkilomeetrit mulda. See on 7—10 korda rohkem kui see tahke aine (savi, liiv), mis kogu maailma jõed igal aastal merre kannavad.

Inimese mõju mullale võib olla kahesugune: 1) eksplaateerides mulda võib inimene teda kurnata, laostada, väärtusetuks teha; 2) kasutades mulda võib inimene teda harida, tema viljakust tõsta. Esimene moodus, mulla röövekspluateerimine esines vanemal ajal ja mõnikord esineb nüüdki kapitalistliku korra oludes maa eraomanduslikul kasutamisel. Üksikisikute ajutise kasu huvides kurnatakse sel juhul põlde, raiutakse maha metsi seal, kus nad kaitsevad pinnast soostumise või uhtumise eest. Loomade ebaotstarbeka karjatamisega hävitatakse karjamaade heinkamar, mida siis uhab vesi, jms.

NSV Liidu sotsialistliku korra tingimustes, kus maa on töö objektiks ja üldiseks tootmisvahendiks, peab inimese kui mulla kujundaja osa olema loov ja meie maaharimise ning agronoomilise tegevuse lõplikuks eesmärgiks olgu kõigi Liidu

muldade harimine, nende viljakuse tõstmine kõige kõrgemale astmele, et pidevalt kasvaksid põllukultuuride saigid.

Mulla välisilme ehk profiil. Üksikute mulla osadega tutvumiseks esitame täiesti väljaarenenud mulla näitliku kirjelduse (vt. joon. 14). Selline muld erineb tunduvalt äsjatekkinust, mida kirjeldasime ülalpool. See ei ole enam õhuke kiht kivimi pinnal, vaid paks, mõnikord mitmemeetrilise läbimõõduga muldkate. Kui niisugusesse mulda kaevata 2—3 meetri sügavune auk ja hoolikalt tasandada selle seinad, siis märkame kohe enam või vähem selgesti erinevaid kihte (horisonte). Ülemine mullakiht on harilikult tumedamat värvust (joon. 14, A). Siin levib suurem osa taimede juuri. Sellele pinnale langevad ka varisenud lehed ja varred. Kõik see laguneb, tekib huumus, mis ühineb ja seguneb murenenud kivimi osakestega (lubja, savi või liivaga jne.), andes mullale tumeda värvuse. Huumus liidab need osakesed ja takistab mulda nõrguvat vett neid kiiresti välja uhtmast. Seda mullakihti nimetatakse huumuskihiks. Kergesti lahustuvad soolad uhab siit vihm kõige sagedamini välja.



Joon. 14. Leetunud liivsavi-muld. Moskva oblasti Sobakino katsejaam. (Autori joonis.)

Huumuskihi all võib märgata teist, harilikult heledama värvusega kihti (joon. 14, B). Huumust esineb siin tunduvalt vähem. Peenimad (kolloidsed) mullaosakesed, samuti ka soolad, nagu tavaline keedusool, edasi kips, lubi ja muud, lõpuks ka humus ise, püsivad siin halvemini ja mulda imbunud vesi uhab neid välja tugevamini kui kõrgemal asetsevast kihist. Seda kihti nimetatakse leetkihiiks (-horisondikis).

Lõpuks asetseb sügavamal kolmas kiht, mis värvuselt meenutab seda kivimit, millest on tekkinud muld (joon. 14, C). Siia tungib ülemistest kihtidest nõrguv vesi, tuues kaasa neist väljauhetud aineid. Osa neist aineist, sooladest, sadestub siin. Mõned neist aga ühinevad omavahel ja kivimi osadega, moodustades uusi ühendeid, uusi mullamineraale (montmorilloniit, kaaliumi savimineraalid jm.), uusi soolasid. Seda kihti nimetatakse nõrgkihiiks (-horisondikis). See on harilikult tihedam ja kõvem kui kõrgemal asetsev mullakiht. Mõnedes muldades on siin selgesti nähtavad soolade suletised (joon. 20, horisont C).

Kõik kolm kirjeldatud kihti — humus-, leet- ja nõrgkiht — moodustavadki mulla.

Järelikult tuleb mulla all mõista kõiki pealmisi kivimite kihte, mida on ümber töötnud ja muutnud kliima (valgus, soojus, õhk, vesi) ja taimsed ning loomsed organismid oma koostegevusel, ülesharitud aladel ka inimese tegevus.

Iga mulla all lasub see kivim, millel muld on tekkinud. See kivim nagu oleks mulla sünnitanud ja seetõttu nimetatakse teda emakivimiks (joon. 14, D).

Tuleb tähendada, et mitte igal mullal pole kõik horisondid selgesti välja arenenud. Nagu juba teame, on olemas eri vanusega muldi. On endastmõistetav, et näiteks „noore“ mulla leet- ja nõrgkiht on nõrgalt arenenud. Peale selle

sõltub muldade arenemine kliimast ja teistest põhjustest, millest lühidalt allpool.

Me uurime mulda kui looduslikku ning ajaloolist keha sel eesmärgil, et kasutada teda kõige täielikumalt ja kõige otstarbekamalt põllumajandusliku töövahendina ja üldise rahvamajandusliku tootmisabinõuna.

III. Mulla koostis.

Muld, millel me käime, mida harime ja mis esimesel pilgul võiks näida ühesugusena, ühtlasena, kujutab endast tegelikult keerukat maailma ja keerukat elu.

Siin võime eraldada tahkeid osakesi, mullavett, õhku ja elusolendeid.

Tahked osakesed on omakorda samuti ebaühtlased. Nad koosnevad mineraalsetest ja orgaanilistest ainetest.

Mulla mineraalosa. Massilt põhilise osa muldade enamikus moodustab mineraalosa. See osa mullast on tekkinud mitmesuguste kivimite ja mineraalide lagunemisest või murenemisest, millest oli juba eespool juttu. Selles osas sisaldub kvartsi, raud- ja alumiiniumhapendeid (raua ja alumiiniumi ühendid hapnikuga), edasi süsihappelubja kogumeid, kipsi jm.

Mulla lõimis. Igaüks meist kasutab igapäevases elus väljendeid nagu savi, liiv, saviliiv, liivsavi, kuid igaüks ei tea, missugust mulla materjali nende sõnade all mõeldakse. Ometi on tähtis osata eraldada savi liivsavist, liiva saviliivast jne., sest mulla mehhaanilisest koostisest ehk lõimisest, osakeste suurusest sõltuvad kõik mulla omadused, nende seas ka peaomadus — viljakus. Seepärast tuleb tähelepanelikult vaadelda mulla osakesi ja tunda nende omadusi. Muld koosneb eri suurusega osakestest. Siin on kive — kivimite ja mineraalide jäänuseid —, mis on pähkli või õuna suurused ja suure-

madki; siin leidub palju väikesi osakesi, mis on paljale silmale nähtamatud. Leidub osakesi, mida võib näha ainult mikroskoobiga tuhat või rohkem kordi suurendatult. Ja lõpuks on olemas osakesi, mida ei näe isegi mikroskoobiga.

Mulla mehhaanilisel analüüsil võib eristada järgmisi suuruselt erinevaid osakesi, mis annavadki mullale tema mitmesugused omadused (vt. tab. I).

Väiksemaid kui 0,01-mm läbimõõduga osakesi nimetatakse sageli ka füüsikaliseks saviks, kuna alla 0,0001-mm läbimõõduga osakesi kutsutakse kolloidosakesteks.

Kõiki tabelis eristatud osakesi võib eraldada mulla-analüüsil. Analüüsi tehakse sel teel, et muld hajutatakse sõelal või uhetakse teda vees.

(Lähemalt kirjeldatakse seda täpsemis mullateaduse õpikuis, näiteks prof. S. A. Zahharovi raamatus „Praktilisi töid mullateaduse alal“).

Tabel I.

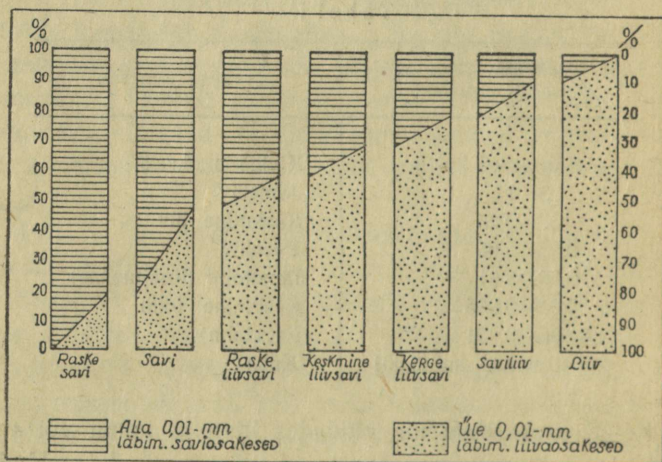
Osakeste läbimõõt (millimeetrites)	Osakese nimetus
Suuremad kui 3	Kivine mullaosa
3—1	Jämeliiv
1—0,25	Keskmine liiv
0,25—0,05	Peenliiv
0,05—0,01	Jämetolm (lössitaoline)
0,01—0,005	Keskmine tolm
0,005—0,001	Peentolm
Väiksemad kui 0,001	Kübe

Kõige enam sisaldub muldades liiva ja tolmu või savi. Kivid seevastu esinevad suurtes kogustes ainult muldades, mis on tekkinud kas jääliustike ladestistel või kiviseil kivimeil. Liiv ja savi sisalduvad mullas samuti mitmesugustes

vahekordades. Tabelis II ja joonisel 15 on antud muldade nimetus lõimise järgi kui ka nende savi- ja liivaosakeste sisaldus %-des.

Tabel II.
Muldade klassifikatsioon (nimetus) lõimise järgi.

Mullas leitud savi- osakesed (alla 0,01-mm suurusega) %-des	Mullas leitud liiva- osakesed (üle 0,01-mm suurusega) %-des	Mulla nimetus lõimise järgi
Üle 80	Alla 20	Raske savimuld
80—50	20—50	Savimuld
50—40	50—60	Raske liivsavimuld
40—30	60—70	Keskmine „
30—20	70—80	Kerge „
20—10	80—90	Saviliivmuld
10—5	90—95	Liivmuld
Alla 5	Üle 95	Kobe liivmuld



Joon. 15. Mitmesuguste muldade lõimis %-des kuivmulla kaalu alusel. (N. A. Katšinski järgi.)

Loendatud mullad erinevad teravalt mitte ainult mullaosakeste suuruselt, vaid, nagu juba mainitud, ka koostiselt.

Savi- ja liivsavimullad sisaldavad palju mitmesuguseid mineraale. Me oleme neid juba nimetanud. Need on põldpagu, vilk, kvarts, montmorilloniit, mitmesugused kaaliumi savi-mineraalid, raua, alumiiniumi ja mangani vesihapendid jt. Neis mineraalides sisaldub mitmesuguseid taimetele vajalikke aineid, nagu kaltsiumi, kaaliumi, fosforit, rauda jne. Toiteväärtuse poolest on kõige tähtsamad üliväikesed kolloidosakesed, sest neist uhab vesi kõige hõlpsamini välja taimetele vajalikke aineid.

Liiv- ja saviliivmullad aga sisaldavad kõige sagedamini rikkalikult kvartsi, mis ei suuda tagada taimede toitumist.

Huumus. Teises peatükis tähendasime, et mulla tekkimine maakeral algas sellest ajast, kui maa pinnale ilmusid elusolendid, kelledest ja tänu kelledele moodustubki huumus. Ilma huumuseta ei ole mulda. Huumus avaldab mõju kõigile mulla omadustele ja seepärast on arusaadav, et igaüks peab tundma seda väärtuslikku osa mulla koostisest. Suurema osa muldade ülemine kiht on halli, musta või pruuni värvusega. Kui võtta tükk niisugust mulda ja kuumutada tulel, näiteks tulisel söepannil, siis märkame, et muld omandab telliskivipunase või kollase värvuse. See tuleneb asjaolust, et mullast on ära põlenud huumus, mis andiski tumeda värvuse.

Eri mullad sisaldavad huumust erineval määral. Ühtedes moodustab huumus ainult sajandiku osa kaalust või veelgi vähem, teistes ulatub huumuse hulk ühe kümnendikuni mulla kogukaalust või on veelgi suurem.

Huumus tekib taimede, loomade ja mikroorganismide jäänustest pärast nende täielikku lagunemist, vahel aga ka pärast loomsete ja taimsete organismide lagunemisel tekkinud üksikosade uut ühinemist. Huumuse koostisosad tekivad

ka loomade, taimede ja mikroorganismide mitmesugustest eritistest nende eluprotsessis.

Kõdunedes mikroorganismide (seente ja bakterite) mõjul, minetavad loomsed ja taimsed jäänused aegamisi oma üksikuid koostisosi, mõningaid aga liidavad endi külge. Nii kaob jäänuste endine ilme, nad tumenevad ja muutuvad mustjas-pruuniks.

Huumuses on võimatu ära tunda endiste taimede või loomade osi. Huumus seguneb ja ühineb mulla mineraalosakestega. Mullas võime alati leida poolkõdunenud lehetükikesi, kõrrekesi, juuri jms., kuid see pole veel huumus. Need kõdunevad jäänused muutuvad huumuseks alles mõne aja pärast.

Huumus koosneb mitmesugustest osadest. Kõige tähtsamad neist on humiinained, mis annavad huumusele ja mullelale tumeda värvuse. Selle huumuseosa tekitajaiks on mullas orgaanilist ainet lagundavad bakterid. Vees lahustub ta halvasti ja vesi uhab teda raskesti välja, mistõttu ta võibki mullas koguneda suurtes hulkades.

Huumus, mis sisaldab palju tumedat humiinainet, on kõige väärtuslikum. Seda nimetatakse vahel ka „pehmeks“ huumuseks. Nagu allpool kuuleme, soodustab ta mulla viljakuse tõusu.

„Pehme“ huumuse kõrval esineb pinnases veel happene, heledavärvuseline huumus. Mullas leidub seda huumust kreen- ja apokreenhappena. Neid mõlemaid happeid nimetatakse veel fulvohapeteks. Nagu nende ühendid mullas, on nad ka ise vees tugevasti lahustuvad ja seetõttu uhtuvad hõlpsasti välja, peatumata seal kuigi kaua. Need happed mulla viljakuse tõusu ei soodusta.

Tuleb märkida, et erinevais muldades on ka huumus erinev. See sõltub kliimast ja neist taimedest, seentest, bak-

teritest ja loomadest, kelledest või kellede eritistest huumus tekib.

NSV Liidu põhjapoolses ja keskosas näiteks on huumus okas- ja segametsade all niisketes leetmuldades põhiliselt happene ja hele, koosnedes peenimaist osakestest.

Siin on vähe tumedaid humiinaid, kuid palju liukuvaid, veega ühinevaid olluseid, mis vees kergesti lahustuvad ja mullast välja uhtuvad. Need on nimelt kreenhape ja apokreenhape. Seepärast koguneb leetmuldades vähe huumust (vt. joon. 14).

Lõuna pool, steppides, on muld kuivem. Ta sisaldab palju õhku, mis täidab mullas olevaid tühikuid (mullapoore), kus vesi sageli puudub. Kliima on siin soojem, taimkate rohtne. Taimestiku keemiline koostis on erinev metsa omast, olles lämmastiku- ja tuharikkam (rohkem tuhkaaineid). Muld sisaldab siin palju lupja. Orgaanilised jäämused lagunevad enam bakterite kui seente mõjul. Neis oludes tekib huumus, mis erineb metsa huumusest. Siin on palju püsivaid, rikkalikult hapnikku sisaldavaid neutraalseid (mitte happesi ega leelisi) humiinaid. Need ei allu hõlpsasti vee mõjule, lagunevad aeglasemalt mikroorganismide tegevuse tagajärjel, kogunevad mulda suuremal määral, säilivad siin kindlalt ja annavad mullale tumeda värvuse ning sõmeralise struktuuri (vt. joon. 20).

Palava (kevadel ja suvel) kliimaga ja vähese sademete hulgaga poolkõrbedes ja kõrbedes, kus maapinnal leidub vähesel arvul taimi, tekib suurem osa huumust mullas elavaist mikroobidest. Muld on siin valge või hall, sest ta on kuiv, sisaldades palju lupja ja vähe huumust. Kuid selles huumuses peitub õige ohtrasti taimedele vajalikku lämmastikku.

Huumuse tähtsus. Oma elu kestel omandavad taimed mullast koos veega neile toitumiseks tarvilikke aineid, nagu lämmastikku, kaaliumi, fosforit, kaltsiumi, väävlit, rauda, vaske, magneesiumi, hapnikku, vesinikku, manganit, räni, alumiiniumi ja boori. Kõik need ained on taimetele vältimatud ja ühtki nendest ei saa asendada teisega. Kuid selliseid aineid, nagu näiteks raud, alumiinium, väävel jt., leidub mullas harilikult sel määral, et neist jätkub taimede toiduks. Teiselt poolt aga esineb sageli puudus lämmastikust, kaaliumist ja fosforist, millede täiendamise eest tuleb hoolitseda. Nende ainete olulisemaks allikaks on huumus. Teatavasti jäävad kõik mullast hangitud ained taimes püsima. Kui taim sureb ja ta jäänused kõdunevad, pöörduvad soolad taas mulda tagasi uutele taimedele toiduks. Lisaks sellele eraldub taimede lagunemisel vabanev süsihape ja teised happed, millest kõnelesime eespool. Need happed lahustavad mulla mineraalosas leiduvaid toitesoolasid, sellal kui harilik vesi ei suudaks neid nii kiiresti lahustada.

Tähendab, mida enam on mullas huumust, seda toitvam ja rikkam ta on. Tõsi küll, seda võib öelda enamiku, kuid mitte kõigi muldade kohta. NSV Liidu põhjaosas on palju väga huumuserikkaid soomuldasid, kuid vee ülikülluse ja seisu tagajärjel nii mulla pinnal kui ka mullas eneseski on sinne huumus niiske, happene ja vähetoitev. Neis muldades on vähe õhku ja kõik nende muudki omadused on taimedele ebasoodsad. Ilma eelkäiva parandamiseta kõlbavad sellised mullad vaevalt taimede kasvatamiseks.

Huumuse osa mulla struktuuri moodustumisel. Peale toitvuse on huumusel veel teine, väga oluline tähtsus. Huumus võtab osa mulla struktuuri loomisest. Selgitame seda.

Muld pudeneb harilikult eri suurusega ja eri kujuga üksikuiks tükikesteks. Neid tükikese nimetatakse struktuuri-

elementideks. Need esinevad kord tombukestena, kord aga sarnanevad suuremate või vähemate pähklitega. Leidub ka herne- või tolmuttera suurusi tükikesi. Vastavalt sellele, missuguseid struktuurielemente esineb mullas rohkem, kõneldatakse ka tompjast, pähkeljast või tolmsest struktuurist jne. Mida vastupidavamad ja poorsemad on need tükikesed mullas ja mida vähem on mullas tolmu, seda kobedam ta on. Kobedasse mulda aga pääsevad vesi ja õhk vabamalt. Ilma nendeta ei saa läbi ei taimed ega ka need bakterid ja seened, mis muudavad taimsed ja loomsed jäänused huumuseks ja lagundavad osa huumust.

Eriti soodus on taimedele sõmeraline mulla struktuur. Huumus liidab otsekui tsementeerides mullaosakesi, nii et need koonduvad poorseteks teradeks. Mida enam on mullas humiinaimeist koosnevat huumust, seda vastupidavamad on ka need terakesed. Sel juhul ei vetti nad pikema aja vältel vees ja osutavad tunduvalt vastupanu tolmustumise suhtes künni ajal. Muld muutub kobedaks, laseb endasse hõlpsasti vett ja õhku, suutes neid mõlemaid samaaegselt sisaldada.

Huumusevaestes muldades aga esineb selliseid terakesi vähe ja needki lagunevad vees kergesti laiali ning purunevad kündmisel tolmuks. Muld tolmab. Pärast vihma tekib säärasel mullal koorik, millelt mullas leiduv vesi kergesti õhku aurab ja mis halvasti laseb õhul kui ka vihmaveel mulda tungida. Seetõttu võib taim koorikuga kaetud põllul kas kuivusest hukkuda või lämbuda.

Lõpuks peab tähendama, et huumus annab mullale tumeda värvuse. Kuid tumedamad mullad soojenevad päikese käes kiiremini ja jahtuvad aeglasemalt kui heledamad mullad.

Soojus aga on taimede eluks ja arenguks niisama hädavajalik kui toitained ja õhk.

Nüüd näeme, kui suur tähtsus on huumusel mulla tekkimises, mulla õhu- ja veerežiimi parandamisel ning toitainetega rikastamisel. Seepärast peame rakendama kõiki abinõusid selleks, et rikastada mulda „üllä“ neutraalse „pehme“ huumusega, mis sisaldab palju humiinaid. Selleks tuleb säästa iga tsentner sõnnikut ja orgaanilist komposti, mida võiks mullale anda. Suurel määral soodustab huumuse kogunemist mullas kui ka mulla struktuuri paranemist mitmeaastaste heintaimede kasvatamine — külvikorras peavad esinema liblikõielised ja eriti kõrrelised (timut, luste, kerahein jt.).

Mullavesi. Igas mullas esineb teatav hulk niiskust. Kui võtta tükk mulda, näiteks 100 grammi, laotada see alustassile ja kuivatada siis köetud ahjus, kus ei ole enam tuliseid süsi, või ka päikesepaistel, siis märkame kaalumisel, et muld on oma kaalus kaotanud. Muld on muutunud heledaks, tükikesed kõvemaks, kuna käes murendamisel või haamriga löömisel muutuvad need tükid tolmuks. Kallake sellele kuivanud mullale vett, ja ta omandab pikkamööda endise ilme: ta muutub tumedaks, lakkab pudenemast, omandab kleepuvuse. On selge, et kuivatamisel kadus mullast vesi. Soojendamisel muutus vesi auruks ja lendus õhku.

Vee hulk mullas sõltub sellest, kas me võtame savise või liivase mulla, kas pärast vihma või põua ajal, samuti ka muudest asjaoludest.

Mulda satub vesi vihmana, lumena, rahena ja kastena. Vahel satub ta pindmistesse mullakihtidesse ka altpoolt, tõustes üles kapillaarideks nimetatud kitsaid mullavahesid mööda. Lõpuks võib vesi mulda pääseda ka auruna õhust või sügavamaist mullakihtidest. Kerkides soojemaist kihtidest külmemasse, tiheneb veeaur külmades kihtides ja veeldub. Mõnedes

kohtades, näiteks kõrbedes, on auru kujuline vesi oluliseks mullaniiskuse täiendamise allikaks.

Mullalahus. Mullas ei jää vesi mitte kunagi puh-
taks. Temas lahustuvad mitmesugused mullas sisalduvad
soolad, samuti ka mulla õhk. Vett koos temas lahustunud
sooladega ja õhuga, samuti ka koos mulla mikroorganismi-
dega nimetatakse mullalahuseks. Sellest lahusest omastavad
taimed oma juurte abil endile vajalikke toitaineid.

Erinevais muldades on ka mullalahus erinev: kord on ta
rikas sooladest (soolakud), kord orgaanilistest ainetest (turba-
mullad), kord aga on mõlemaid vähe (liivad). Liikudes mul-
las edasi, niisutab mullalahus taimede juuri ja mullaosakesi.
Tahketest mullaosakestest võtab ta mitmesuguseid aineid,
temas lahustuvad ka taime juurte ja mulla mikroorganismide
eritised. Samal ajal omastavad mullalahusest mitmesugu-
seid toitaineid taimede juured, mullabakterid ja seemned, kuna
osa aineid sadestub mullaosakestele ja muudab neid. Mulla-
lahuse koostis muutub pidevalt, nagu ka muld ise.

Mullaõhk. Kui võtta tükk mulda ja asetada veega
täidetud klaasi, siis märkame otsekohe, et mullast hakkab
eralduma suur hulk gaasimulle. Eraldub õhk, mis varem
sisaldus mullas ja mida nüüd vesi välja tõrjub. Nagu vesigi,
asetseb õhk mulla poorides. Mida kuivem on muld, seda
vähem on temas vett ja seda rohkem õhku.

Mullas sisalduv õhk erineb tublisti pealpool pinda esine-
vast ehk atmosfääriõhust. Esimene omab rohkesti süsihappe-
gaasi, mis tekib hingamisel ja põlemisel. Mullas tekib
see gaas orgaaniliste ainete lagunemisel kui ka loomade, mik-
roorganismide ja taimede juurte hingamisel.

Peale selle on mullaõhk hapnikuvaesem kui atmosfääri-
õhk.

Mulla elusfaas. Eespool osutasime sellele, et
muld on tihedasti asustatud mikroorganismidest, kes elavad,

hingavad, toituvad, sigivad ja võitlevad olemasolu eest. Nende arv mullas on erakordselt suur. Ühes grammis mullas leidub neid miljoneid ja kümneid miljoneid. Eriti palju mikroorganismide asub taimejuurte ligiduses, kus nad kõdunenud juuri ja juure-eritisi endale toiduks tarvitavad.

Mikroorganismid ongi mulla elusfaas ehk -osa. Siia tuleks juurde arvata ka taimede elusad juured.

Mulla koostise muutuvus ajas. Mulla koostis ja omadused ei jää ajas muutumatuks. Pidevalt areneb mulla peenenemine, uhtmine vee toimel, mineraalide lagunemine ja teiste moodustumine. Bakterid, seened, taimed, loomad — kõik nad sünnivad, elavad ja surevad; elades tekitavad nad huumust ja muudavad mulda. See elu tardub talviti, puhkeb aga uuele õitsele kevaditi ja suviti. Tahkeid mullaosi leotavad mullalahus ja õhk, kuna viimaste koostis muutub omakorda päevast päeva.

Lõpuks muudab inimenegi pidevalt mulla koostist. Mulla harimisel ja väetamisel ning muude kultuurvõtete puhul, muutub mulla koostis, muutuvad ka tema omadused, mida kirjeldame järgnevas peatükis. Muld ise muutub.

IV. Mulla omadused.

Mulla viljakus. Arenemiseks vajab taim toitaineid, vett, õhku ja soojust. Muld, mis on võimeline rahuldama neid kultuurtaime vajadusi, ongi viljakas.

Viljakus on mulla peamine ning tähtsaim omadus. Ta sõltub omakorda paljudest muudest omadustest, mida kirjeldame allpool.

Mulla toitevõime. Toitu võtab taim oma juurtega mulla lahustest. Kuid selleks, et taim saaks omandada talle vajalikke toitaineid, peavad lahused olema nõrgad, s. t. suure veehulga kohta peab olema lahustatud õige väike hulk soolasid (mitte üle 2—3 grammi toitesoolasid 1 liitri vee kohta). Kui soolasid on liiga vähe, siis taim nälgib. Kuid ta hukkub selgi korral, kui vesilahus on liiga kange. Niisugusest kontsentreeritud vesilahusest ei suuda taimede juured soolasid omastada ja taim hukkub nii, nagu ta hukkuks näljast.

Kuid me teame, et veehulk mullas pidevalt muutub. Pärast sadusid on vett rohkem, põuaajal aga vähem. Järeltõtt peab muutuma ka mullalahuse kangus, aga koos sellega peab kannatama ka taim. Selgub, et taimetele tulevad appi teda toitva mulla, peamiselt selle saviosakeste ja huumuse omadused.

Mulla saviosakesed ja huumus reguleerivad teatavais piirides lahuse kangust. Kui lahuse kangus suureneb, neelab muld osa lahustatud aineid. Vastupidi — pärast vilmasid

või mulla kunstlikku niisutamist, kui mullas tunduvalt suureneb veehulk, muutuvad ka mulla tahkes osas sisalduvad toitained, soolad, jällegi lahuseks.

Paljudel juhtudel neelduvad just need toitained, mida taim vajab, näiteks kaalium, kaltsium, fosforhape, lubi jm. Ent nende kõrval neelab muld ka naatriumi, mis teravalt halvendab mulla omadusi¹.

Mulla tahke osa võime neelata vesilahusest mõnesuguseid aineid ja soolasid ning neid siduda (selleks, et neid hiljem jälle vabastada), nimetatakse mulla neelamisvõimeks.

Mulla neelamisvõime sõltub peamiselt temas sisalduvaist väikestest kolloidosakestest — mineraalsetest ja orgaanilistest osakestest kui ka nende mõlemate kogumist (orgaanilis-mineraalsetest osakestest). Seda osa mullast nimetatakse tema neelavaks osaks ehk absorbeerivaks kompleksiks.

Muld võib neelata isegi mõningaid gaase, näiteks ammoniaaki, mille tugevat lõhna tunneme tallides. Mulda neeldunud ammoniaak muutub bakterite toimel salpeetriks.

Kõik ained ei neeldu mulda ühtemoodi hästi. Väga nõrgalt neeldub näiteks taimedele nii vajalik salpeeter ja seepärast uhab vesi salpetri hõlpsamini välja kui teised ained.

Et mulla neelamisvõime suureneb koos savi- ja huumuse-sisaldusega, siis võib saviseid, huumuserikkaid muldi julgesti väetada suurte toitaime-annustega. Viimaste ülejäägid neelduvad mulda, ei kahjusta taime ja neid ei uha vesi ära. Erandiks on siin ainult salpeeter, mida halvasti neelavad ka savised mullad. Seepärast tarvitataksegi praktikas tavaliselt kahte salpetriannust: esimest enne külvi ja teist taime suurima arenemise perioodil.

Hoopis teissugused omadused on liivasel mullal. Savi ja huumust on siin vähe. Liivaste muldade neelamisvõime on

1 Naatriumi sisaldub keedusoolas, glaubrisoolas, mida kasutatakse kõhulahtistajana, ja mõnedes teistes soolades.

tühine. Vesi uhab niisuguste muldade toitesoolad hõlpsasti ära ja nad lähevad taimetele jäljetult kaotsi. Põuasel ajal, kui mullalahus tugevasti kangemaks muutub, on liivane muld võimetu neelama soolade üliküllust; kui mulda on üleliia väetatud vees lahustuvate ainetega, siis taimed hävivad (kõrbevad läbi). Seetõttu tuleb liivasele mullale anda väetist vähehaaval, mitmes annuses, et mullalahus liigselt ei tiheneks ega kaotaks toitaineid. Samuti ei ole soovitatav jätta liivast mulda mustkesa alla, sest et söötis seismise ajal kogunenud, vees lahustuvad toitained uhab vesi ära.

Saviosakeste ja huumuse kõrval on mulla neelamisvõime suhtes tähtis osa mulla mikroorganismidel, mis kord neelavad rida aineid oma keha ülesehitamiseks, teinekord aga jälle vabastavad neid suremisel ja kõdunemisel.

Samasugust neelamist ja vabastamist toitainete suhtes võib tähele panna ka taimede elus ja suremisel.

Mulla reaktsioon. Kui mullas on palju happeid (näiteks happest huumust) või leelisi (näiteks soodat), siis hävib kultuurtaim. Enamik kultuurtaimi tahab, et mullalahus ei oleks happene ega leelisene; see peab olema keskne, neutraalne.

Selgub, et mulla reaktsioon sõltub suurel määral sellest, milliseid aineid muld on neelanud. Kui muld (selle talke osa) on neelanud vesinikku, siis on ta happene; kui ta on neelanud naatriumi, siis on ta leelisene; neutraalne, s. t. keskse reaktsiooniga¹ on niisugune muld, mis on küllastatud kaltsiumist.

Looduses on erinevail muldadel ka erinevad reaktsioonid. Nii näiteks on soo- ja leetmullad, samuti ka punamullad happesed, soolakud aga leelised ja mustmullad keskse reaktsiooniga.

¹ Vesinik sisaldub vees ja mitmesugustes hapetes. Peale selle eritavad mullalahusesse vesinikku ka elavate taimede juured. Kaltsium sisaldub lubjas, kipsis ja teistes soolades.

Mulla urbsus ehk poorsus. Kui mullas on küllaldane hulk toitaineid, kuid veest või õhust on puudus, siis taimed hävivad. Seepärast peab hoolitsema selle eest, et peale toitainete oleks mullas alati vett ja õhku, mis asetsevad mulla tühimikes või urvetes. Mullaosakeste-vahelised urbed võtavad endi alla õige suure ruumi, umbkaudu poole mulla kogumahust. Kui näiteks lõigata üks liiter mulda ilma seda tihendamata, siis oleks selles tühimikke ligi 500 cm^3 , kuna ülejäänud maht kuuluks mulla tahkele osale. Kobedais liiv-savi- ja savimuldades võib ühe liitri mulla urvete summa ulatuda 600 või isegi 700 cm^3 -ni, turbamullas 800 cm^3 -ni. Liivmullas on urbeid vähem, umbes $400\text{--}500 \text{ cm}^3$ ühe liitri mulla kohta.

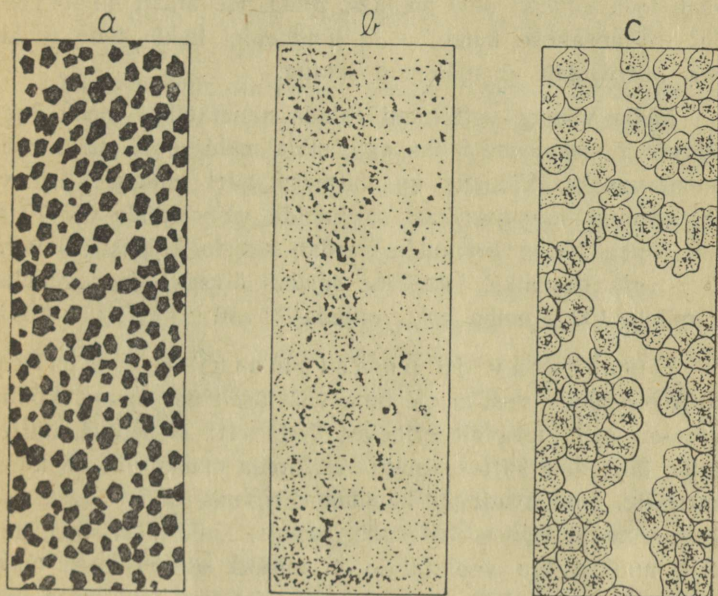
Tühimike maht ja vorm on õige erinevad ühes ja samas mullas, seda enam veel erinevais muldades. Kultuurtaimedele on kasulik luua keskmise suurusega urbeid, mille läbimõõt on mõnest millimeetrist kuni kümnendiku või sajandiku millimeetriteni. Ebasoodsaid tingimusi loovad taimedele liiga väikesed vaheruumid, nagu näiteks soolaku tulpijas horisondis (vt. joon. 21, horisont *B*), või leetmulla tihendatud horisondis (vt. joon. 14, horisont *C*₂). Sama kehtib ka liiga suurte urvete kohta. Taimede juusjuured võivad tungida ainult neisse urvetesse, mille läbimõõt on vähemalt $0,01 \text{ mm}$, kuna bakterid tungivad mitte alla $0,003\text{-mm}$ urvetesse.

Mulla veeläbilaskvus. Raskustungi mõjul nõrgub sademetena maapinnale sattuv vesi suurte urvete kaudu mulda ja tungib seal kitsaid käike ehk kapillaare mööda edasi, ümbritsedes mullaosakesi tiheda kihina.

Liivas on poorid suured ja neis liigub vesi hõlpsasti ning ruttu. Väga väikeste avadega savimullas imendub ta aga raskesti, kümneid ja sadu kordi aeglasemalt kui liivas.

Veeläbilaskvus struktuuris mullas. Savimulla kohta öeldu on õige ainult struktuuritu mulla puhul.

Sisaldab aga savine muld rohkesti lupja ja huumust, siis kalgenduvad ja kleepuvad üksikud pisiosakesed poorseteks terakesteks ning tombukesteks. Lubja ja huumuse leidumisel



Joon. 16. Mitmesuguste muldade poorsus. *a* — liivane muld: kõik poorid on suured; *b* — struktuuritu savi: kõik poorid on peenkapillaarsed; *c* — struktuurne muld: tompude vahel on poorid suured, tompudes väikesed ja kapillaarsed. (A. Stebuti järgi.)

on need püsivad ega lagune vees hõlpsasti. Mullaosakeste vahele kujunevad keskmise suurusega (nagu liivas) või ka mõnevõrra suuremad poorid. Selline (struktuurne) savimuld laseb vett hästi läbi ka hoolimata sellest, et ta koosneb kõige pisemaist osadest. Joonisel 16 on kujutatud mitmesuguseid poore nii struktuursetes kui ka struktuuritus mullas.

Mulla veepidavusvõime ja veemahutavus. Mulda sattudes niisutab vesi mullaosakesi, ümbritsedes neid mitme kihina. Vesi kleepub mulla külge ja muld hoiab teda kindlalt oma pinnaga. Mida tihedamalt liibub veekiht mullaosakese külge, seda kindlamini hoiab teda muld, seda püsivamalt on mõlemad seotud.

Mulla võimet vett kinni pidada nimetatakse mulla veepidavusvõimeks, vee hulka aga, mida muld seob, mulla veemahutavuseks. Viimane on mitmesugustel muldadel erinev. 100 grammi huumuserikast savimulda võib siduda 60—70 g vett, kuna 100 g liivmulda suudab siduda kõigest 10 kuni 25 g vett. Enamikul juhtudest suudab liivsavi- ja savimulla künnikiht 100 g mulla kohta siduda 30—40 g vett (30—40%).

Omastatav ja omastamatu vesi mullas. Mullas sisalduv vesi ei ole oma väärtuselt ühesugune. Võime eristada nelja teravalt erinevat liiki vett: 1) seotud, mitte-vaba, taimedele kättesaamatu vesi, mida mullaosakesed tugevasti ligi tõmbavad; 2) kapillaarvesi, mis täidab keskmise suurusega mullapoore; 3) vaba, raskustungile alluv vesi, mis võib mullast ära voolata, ja 4) auruna esinev vesi. Oma juurtega võivad taimed omastada teist ja kolmandat liiki vett, kusjuures eriti oluline on antud juhul kapillaarvesi, sest et ta püsib selles mullakihis, kus juured kasvavad, ega voola sealt ära. Sel veel on omadus liikuda mulla kapillaare mööda igas suunas: alt üles, ülalt alla ja külgedele. See on väga tähtis, sest kui taime juur joob enda ümbert vee ära, siis võib niiskemast naabrusest uut vett juurde imbuda.

Kuid ei tohi unustada, et sama võime tõttu võib muld ka liigselt kuivada. See toimub siis, kui põld on halvasti haritud või on põllupind hoopis kohendamata jäänud. Nii-sugustel põllualadel ulatuvad mulla kapillaarid pinnani. Vesi tõuseb neid kapillaare mööda üles ja aurub õhku.

Tugevasti kuivab muld selgi korral, kui küntud maa kattub koorikuga. Seda juhtub pärast lumeminekut ja pärast suuri vihmasadusid. Koorikus on väga hästi arenenud kapillaare, mis imevad vett. Kui me tahame mullas niiskust säilitada, siis tuleb selline koorik otsekohe purustada, kas kultivaatori või äkke abil.

Mida vähem on mullas seotud, taimede poolt omastamatut vett, seda parem. Savises mullas esineb säärast vett 10—15 g iga 100 g mulla kohta, sellal kui liivases mullas leiame ainult 1—2 g. Nõnda siis tuleb meeles pidada, et kuigi savine muld hoiabki endas vett paremini, on siin taimedele kasutamatu vett siiski rohkem kui liivases mullas.

On väga halb, kui muld kiiresti kuivab ja sisaldab vähe vett. Niisugusel juhul hukkuvad taimed. Kuid nad ei saa areneda ka veega küllastunud mullas. Taimetele on soodus keskmine veesisaldus, mille puhul osa vaheruumidest on veega täidetud, ülejäänuis aga asub õhk.

Mulla õhk. Kuivas mullas on kõik vaheruimid õhuga täidetud. Seejuures tõmbavad mullaosakesed osa õhku oma pinna külge. See osa õhust on nõrgalt liikuv ja teda nimetatakse neeldunud õhuks. Ülejäänud õhk, mis asetseb suurtes poorides, on vaba. Sellel osal on tunduv liikumisvõime, ta võib mullast kergesti lenduda, olles asendatud uute atmosfääriõhu hulkadega.

Sedamööda, kuidas muld niiskub, tõrjub vesi mullast õhu välja, kuna osa õhku ja muid gaase (näiteks ammoniaak) lahustub mullavees.

Õhust kasutatakse mullas peamiselt hapnikku. Nagu eespool juba tähendatud, vajavad seda taimede juured ja mullas elutsevad loomad hingamiseks. Hapnik ühineb mullas mitmesuguste ainetega, näiteks rauaga, kuid peamiselt kasutavad teda mitmesugused bakterid hingamiseks kui ka taimsete ning loomsete jäänuuste lagundamiseks ja hapendamiseks. Elus-

olendite poolt äratarvitatud hapniku asemel rikastub mulla õhk süsihappegaasiga, mida eritavad need elusolendid hingamisel ja surnud orgaanilised jäänused lagunemisel.

Mullas esinev õhk ei püsi liikumatult, vaid vahetub pidevalt atmosfääriõhuga. Eelkõige soodustab seda vahetumist mulla soojenemine ja külmenemine, mille tagajärjel paisumisel õhk mullast lahkub, jahtumisel aga tõmbub kokku, ja mulda tungivad uued atmosfääriõhu hulgad („mulla hingamine“).

Mullast võib õhk eemalduda tuule mõjul või ta tõrjutakse välja sademete (vee) poolt.

Õhu uuenemine võib toimuda isegi tuule, vihma ja temperatuuri vahelduse puudumisel.

Niisugusel korral väljub rohkesti süsihappegaasi ja veeaurusid sisaldav õhk pidevalt mullast, kuna kuivem ja hapnikurikkam atmosfääriõhk tungib pooridesse tema asemele.

Ühel või teisel eelmaintud põhjusel toimub mullaõhu uuenemine eri kliimavöötmeis erineva tugevusega. Kõrves näiteks mõjub tugevamini temperatuuride järsk vaheldumine ööpäeva vältel, kuid samuti ka mullaõhu väljatõrjumine tuule mõjul. Sademeterikkais paikkondades, nagu näiteks taigaladel, on õhu vaheldumine märgatav vee imbumisel mulda jne.

„Normaalseks“ arenemiseks vajavad kultuurtaimed pidevat mulla õhustamist, „kerget hingamist“, et hapnikutagavara mullas pidevalt uueneks.

Mulla soojus. Mulla arenemiseks ja taimede kasvuks on soojus vältimatu. Soojust saab pinnas päikesekiirte kaudu. Teatav osa soojust tuleb mullapinnale ka sisemistest, soojadest maakera kihtidest, või siis eritatuna elusolendite hingamisel ja taimsete ning loomsete jäänuste lagunemisel. Vahel soojendavad pinnast ka soojaveeallikad, mis maakera soojadest kihtidest pinnale voolavad.

Kuid mitte kõiki muldi ei soojenda päike ühtlaselt. Tumedad, huumuserikkad, peamiselt aga kuivad mullad soojenevad tunduvalt kiiremini kui heledad ja niisked mullad. Eriti aeglaselt soojeneb niiske muld. See tuleneb sellest, et palju soojust kulub vee soojendamiseks ja aurumiseks. Liivased mullad on savistest kuivemad, seepärast soojenevad nad ka kiiremini.

Mulla soojenemisel on peale värvuse, huumusesisalduse ja vee suur tähtsus ka koha asendil. Paremini soojenevad need mullad, mis asetsevad lõunapoolseil kallakuil. Pisut nõrgemini soojenevad aga ida- ja läänekallakud, kõige halvemini põhjapoolsed nõlvad.

Saadud soojus antakse mullaosakeste, vee ja õhu kaudu aegamööda alumistele kihtidele edasi. Öösel mulla pind jahtub, päevane soojalaine aga liigub teatavasse sügavusse. Nii suundub iga päev üks laine teise järel mulda. Kord laienevad mullaosakesed soojuse mõjul, kord aga tõmbuvad nad külmast kokku. See asjaolu soodustab mulla suuremat ning kiiremat murenemist.

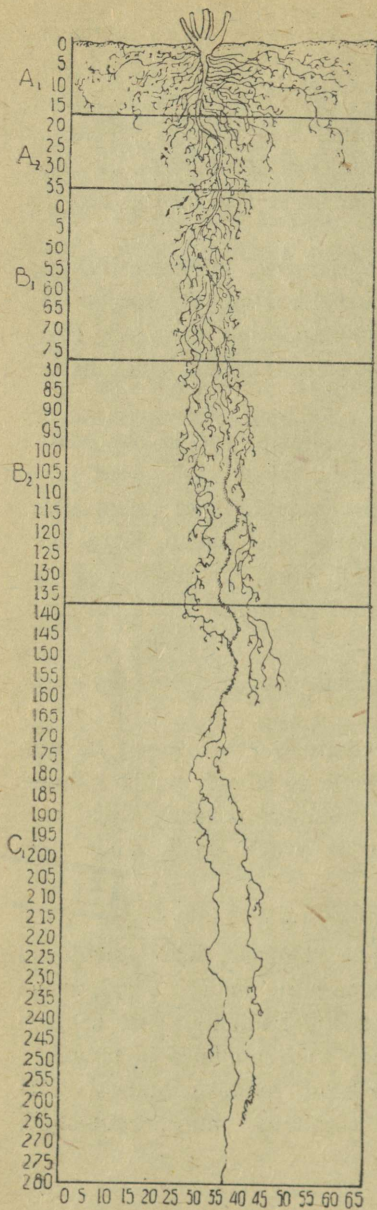
Taimede ja mullas elavate olendite arenemisele on kasulikud soojad mullad.

Talvel, kui mulda varjab lumikate, kui vesi temas külmub jääks ja soojade õhulainete asemele tungivad mulda külmad hoovused, vaibub ka mulla elu tunduval määral. Kõik, mis mullas elab, vajub taliuinakusse ja ärkab uuele elule alles järgmisel kevadel.

Veel kord mulla struktuuri tähtsusest. Kõik põllumajanduslikele taimedele olulised mulla omadused ilmnevad kõige selgemini struktuurses mullas. Struktuurne muld sisaldab üheaegselt nii vett kui ka õhku. Vesi asetseb sel juhul sõmerais, õhk aga nende vaheruumides ja pinnal.

Struktuursel mullal on ka head soojusomadused. Siin arenevad soodsalt taimedele kasulikud mikroorganismid.

Exhib. 1. 1. 1.



Mineraalosa mureneb siin hõlpsamini, vabastades toitaineid. Struktuurses mulla sõmerate pinnal lagunevad paremini taimsed ja loomsed jäänused, kuna sisemine, vähem õhustatav sõmerate osa osutub „laboratooriumiks“, kuhu koguneb kõrgeväertuslik neutraalne, „pehme“ huumus. Lõpptulemusena annab struktuurne muld alati kõrgemat viljasaaki.

Kuid mitte igale mullale ei ole juba looduse poolt antud head struktuuri. Sageli tuleb püsivalt töötada, et saada struktuurset mulda. Kõikide muldade puhul aitab struktuuri luua huumuse kunstlik suurendamine ja mulla küllastamine kaltsiumiga. Viimatimainitud otsarbeits kasutatakse happes- tel muldadel lupja, leelisestel (näiteks soolakuil) aga kipsi.

Mulda on vaja sõnnikuga väetada, külvikorda tuleb võtta mitmeaastaste

Joon. 17. Punase ristiku juur-
kond hallis metsamullas.

(N. A. Katšinski järgi.)

Juured lõpevad eri puhmaste-
l 150, 170, 200, 230 cm sügavu-
sel ja veelgi sügavamal.

kõrreliste ja liblikõieliste taimede segu, liivastel muldadel aga lupiini ja seradellat. Liblikõielised taimed rikastavad mulda lämmastikuga, kõik heintaimed aga — liblikõielised ja kõrrelised — huumusega, sest nende juurkond on väga suur, mitu korda suurem kui kaeral, rukkil, nisul või teistel põld- ja köögiviljataimedel. Joonisel 17 on kujutatud punase ristiku juurkond.

Tõsist tähelepanu tuleb pöörata mulla õigeaegsele harimisele. Kuiva mulla kündmisel purustame ja muudame mulla struktuuri tolmjaks, liiga niiske mulla kündmisel aga litsume struktuuri kinni, sõtkume ta kokku. Võimalust mööda tuleb püüda künda keskmiselt niisket mulda, milles niiskust on 50—70% täielikust veemahutavusest. Sel juhul saame kvaliteedilt parima struktuurse põllumaa.

Struktuurne muld on haritud põllu tunnus. Mulla struktuursus tõstab saaki ja teeb selle põuaseil aastail stabiilseks.

V. Lühikesi andmeid tähtsamaist NSV Liidu muldadest.

Mullavöötmeist ehk -tsoonidest. Meie kodumaa, NSVL, ulatub tuhandete kilomeetriteni põhjast lõunasse ja läänest itta. Mitte ükski teine maa ei hõlma nii erineva ilmastikuga, taimestikuga ja kivimitega maa-alasid: „külmadest Soome kaljudest kuni kõrvetava Kolchiseni“, tundratest läbi metsade ja põldude kuni subtroopikateni ja kõrbedeni.

Et erinevad looduslikud olud tekitavad ka erinevaid muldi, siis on ka loomulik, et NSV Liidus peaksime leidma peaaegu kogu maakera muldi.

Kõige tugevamini mõjuvad mulla omadustele kliima ja taimestik. Kuid kliima vahetub maapinnal teatava korrapärasusega ja jaotub üksikuisse vöötmeisse. Külma vööde vahetub parajaga, paras soojaga jne. Igas kliimavöötmes areneb sellele kliimale omane taimestik. Seetõttu vahetuvad ka mullad meie kodumaa piirides üksikute vöötmete (tsoonide) kaupa ja just niisama, nagu muutub kliimagi, lähevad vahel järsemalt, vahel aga aeglasemalt üksteiseks üle.

Kuid ei tule arvata, et üks ja sama muld moodustaks pideva vöötme. Vahel muutub ta mõnekümne meetri ulatuses.

Siin on põld, sealsamas kõrval aga mets või kivine muld, samas aga liiv ja savi jms. Kõik see teeb mullad vahelduvaks.

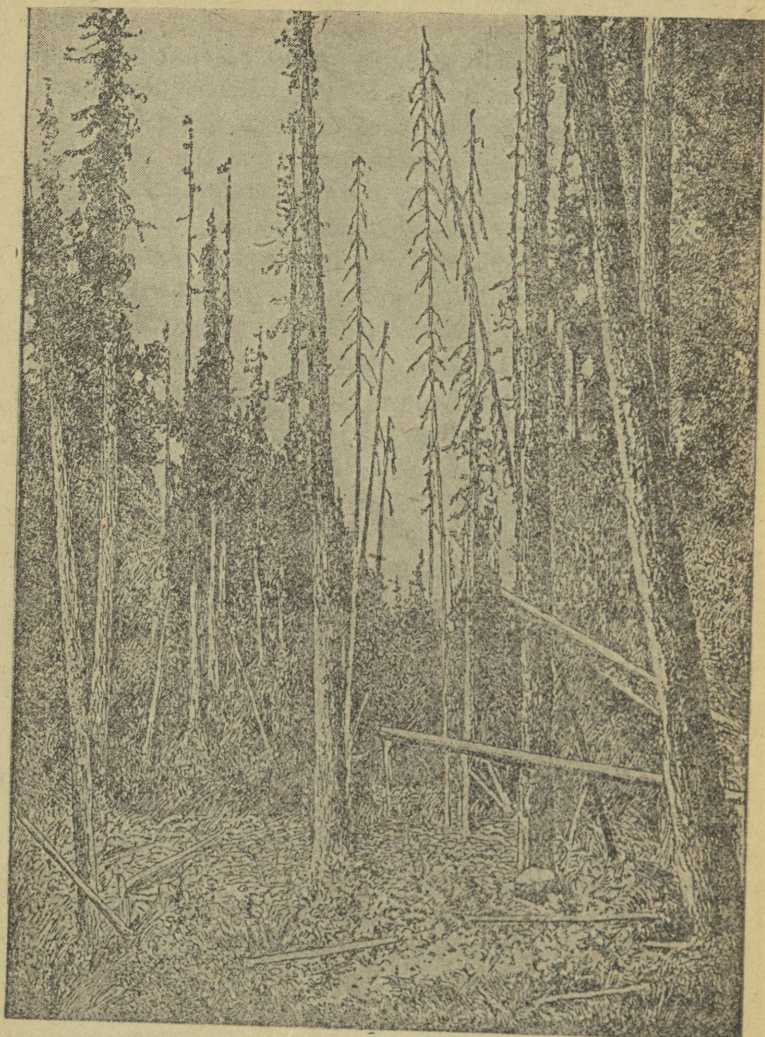
Seepärast tuleb muldade jaotumist maakeral kujutleda järgmiselt: vastavalt kliima muutustele, taimestikule, maapinna reljeefile, emakivimeile ja maa-ala vanusele asetsevad mullad üksikute pidevate või katkeliste vöötmetena (tsoonidena), mis vahel võivad laieneda, teinekord aga kitseneda. Nende vöötmete piirides võib esineda suuremate või väiksemate laikudena muldi, mis naabruse omadest erinevad.

NSV Liidus vahelduvad mullavöötmed põhjast lõuna suunas, ulatudes põhiliselt läänest itta (näiteks leetmullatsoon) või siis edelast kirdesse (näiteks mustmulla- ja kastanmullatsoonid). Allpool esitame lühimad andmed NSV Liidu tähtsamaist muldadest põhjast lõunasse.

T u n d r a m u l l a d. Kõige põhjapoolsemat NSV Liidu osa Põhja-Jäämere kaldail katavad tundrad ja tundramullad. Siin on külm kliima, vähe atmosfäärilisi sademeid, kuid ka vee aurumine maapinnalt on siin tähtsusetu. Seepärast on siin mullad alati niisked. Taimestik on siin nõrgalt arenenud: põdrasammal, tarn, edasi põõsad, nagu jõhvikas, murakas, leesikas, sinikas, vahel harva mõni jändrik kask või pajuraag. Kõigi nende jäänused lagunevad soojuse puudusel ja vee ülikülluse tõttu vaevaliselt, kogunedes maapinnale poolkõdunenud hapu massina — turbana. 30—40 ja enama cm sügavusel võib juba leida külmunud kihti.

Kultuurtaimede kasvatamiseks vajavad need mullad tublisti kunstlikku parandamist, eelkõige kuivendamist, soojendamist, lupjamist ja väetamist fosforit, kaaliumi ning lämmastikku sisaldavate mineraalainetega. Neil tingimustel võiks siin edukalt kasvatada mitte ainult heintaimi (näiteks timutit) või teravilju (otra, rukist, kaera), vaid koguni aedvilju, nagu kartulit, kaalikat, sibulat ja muid.

L e e t m u l l a d. Leetmullad võtavad endi alla suurima pindala kõigist NSV Liidu muldadest. Need on tekkinud mõõdukas ja parajalt niiskes kliimas okas-, sega- ja lehtpuu-



Joon. 18. Siberi taiga. (D. Dranitsõni foto järgi.)

metsade all ning ulatuvad laia vöötmena üle kogu NSV Liidu, alates Läänemerest kuni Vaikse ookeani rannikuni (vt. joon. 18, taiga). Leetmulla peamine omapära seisneb selles, et tema ülemised kihid on tugevasti välja uhetud (vt. joon. 14 tähtedega A ja B märgitud kihte). Nendest kihtidest on kõrvaldatud lahustuvad soolad, lubi ja tunduv osa mulla mineraalaineid, mis olid moodustunud murenemise tagajärjel. Leetmuldade huumus on happene ja koosneb peamiselt vees lahustuvaist kreen- ja apokreenhappeist. Mullas püsib see huumus halvasti (1—3% kogukaalust), kogunedes üksnes kõige pindmisemas kihis (horisondis) 5—10—15 cm ulatuses.

Kõige tugevamini on uhtunud kiht B (vt. joon. 14). Siia on jäänud ainult kvartsi, mis annabki sellele kihile tuhkjavalge värvuse.

Osa ülemistest mullakihtidest väljauhetud ainetest on settinud alumistesse kihtidesse, mis seetõttu muutusid tunduvalt tihedamaks (vt. joon. 14, C). Neist alumistest leetmullakihtidest tungivad vesi ja õhk halvasti läbi, soodustades niiviisi soostumist.

Leetmullad on happesed (nende neelav kompleks on põhiliselt vesinikuga küllastunud). Huumust ja mineraalaineid on neis vähe. Nõrga struktuuri tõttu valguvad kergesti laiali ja tolmustuvad. Leetmullad vajavad hoolikat harimist, lupjamist ja orgaanilisi ning mineraalväetisi, vahel ka kuivendamist. Õige agrotehnikaga ja heintaimede paigutamisega külvikorda võidakse leetmuldadelt saada rekordilisi rukki-, nisu-, kaera-, odra- ja mitmesuguste tehniliste kultuuride (lina, kanep) kui ka aedviljade saake.

Soostunud ja soomullad. Peale leetmuldade esineb taiga- (metsa-) vöötmes laialdastel aladel erineva soostumisastmega muldi. Neid leidub harilikult madalais või tasaseis kohtades, kus põhjaveed seisavad maapinna ligidal ja

kuhu voolavad ka vihma- ning lumeveed. Mulla ülemäärase niiskuse tõttu areneb orgaaniliste jäätmete lagunemine siin nihästi mullas kui ka selle pinnal aeglaselt. Järk-järgult kogunevad need jäätmelised suurema või väiksema paksusega turbakihiks. See happene, jäme ning toores huumus ei kindlusta mulla viljakust. Turbakihi all asetsevad niisked mineraalkihid, milles õhku on vähe ja mis sisaldavad taimedele mürgiseid, mulda rohekassiniseks värvivaid raud-alahapendeid (glei). Veel madalamal (30—50—100 cm sügavusel) seisab vesi.

Sellised mullad võivad kujuneda ka leetmuldadest tasastel kohtadel, kust puudub vee äravool.

Soomuldadel kasvavad hapud rohttaimed (luga, tarn), sammal, mõnikord jändrikud kased või haavad, viletsad käabusmännid jm.

Soomuldi saab parandada kuivendamisega, milleks soostunud aladel kaevatakse erilised kuivenduskraavid, drenid. Kuivendatud soid lubjatakse ja seejärel väetatakse mineraalainetega. Sääraseid kuivendatud alasid kasutatakse edukalt niiduks või võetakse metsa- ja põllukultuuride alla.

Soo kuivendamisega käib sageli käsikäes ka väärtusliku kütteaine — turba — hankimine.

M u s t m u l l a d. Mustmullad esinevad Ukraina, Doni- ja Volga-äärsetes steppides, edasi Siberis ja mujalgi (vt. joon. 19). Kliima on siin paras ja parajalt kuiv. Emakivimiks on löss, lössitaolised liivsavid, mõnikord savi ja liiv, mis peaaegu alati sisaldavad lupja.

Rohttaimedest saadavad ained sisaldavad rikkalikult tuhka. Mulla suhtelise kuivuse tõttu lagunevad taimede jäägid aeglaselt. Lagunemisel tekib neutraalne, „pehme“ huumus, mis vees nõrgalt lahustub ja rohkesti humiinaineid sisaldab. Paksu mullakihti (50—70 cm, vahel veelgi rohkem) koguneb palju huumust (4—6—8—12—16%, mõnikord isegi 20%), mis



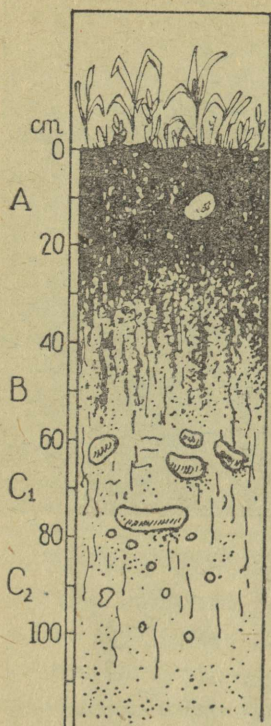
Joon. 19. Rohustepp Kurski oblastis. (V. N. Makarovi raamatust.)

värvib mulla mustaks. Seepärast nimetataksegi seda mulda mustmullaks (vt. joon. 20).

Mulla neelav kompleks on küllastuniud kaltsiumi ja magneesiumiga, mistõttu reaktsioon on keskne, neutraalne.

Mineraalsete kolloidosakeste, lubja ja huumuse rikkalik sisaldus selles mullas soodustab suurepärase sõmeralise struktuuri tekkimist.

Mustmullad on kõigist muldadest viljakaimad, kuid mõnikord ei piisa siin veest, nii et tuleb hoolitseda vee alalise olemasolu eest. Õige agrotehnikaga saadakse mustmullal kõiksugustest kultuuridest kõrgeid saake. Mustmuld on nisu ja muude teraviljakultuuride kasvutsoon. Siin kasvatatakse õlitaime (päevalille, sojauba), tehnilisi kultuure (suhkrupeeti, kartulit) kui ka mitmesuguseid puu- ning köögivilju.



Joon. 20. Viljakas mustmuld Belebei kantonis Baškiiri ANSV-s. (Autori joonis.)

Hallid metsamullad. Hallid metsamullad kulgevad kitsa siksakilise vöödina metsa-leetmullade ja stepi-mustmullade vahel. Nad esinevad Lvovi, Žitomiri, Kiievi, Tšernigovi, Kurski- Orlovi, Tuula, Rjazani, Tambovi ja Gorki oblastis jm. Kõigi näitajate järgi on siinsed looduslikud tingimused taiga- ja stepivöötme vahel. Siin vahelduvad põllud ja metsad, minevikus aga vaheldusid metsad ülesharimata steppidega. Selle tsooni metsad erinevad taigametsadest: nad on hõredad, lopsaka rohukasvuga. Puudest on siin esindatud laialehelised liigid: pärnad, tammed, vahtrad, saared jt. Vahepealse kliima tõttu (metsa- ja stepivöötme vahel) on nende metsade all arenenud ka mustmullalt leetmullale üleminev pinnas. Oma halli värvuse tõttu nimetatakse neid muldi hallideks metsamulladeks. Tundub, nagu oleks tegemist enam või vähem leetunud mustmulladega. Mida tugevamini leetub mustmuld, seda heledam on pinnas, sest huumust jääb temasse sel puhul vähem ja selgemini tuleb esile mullast nõrgalt ärauhuv valge kvarts.

Hallid metsamullad on toitainerikkamad kui leetmullad, kuid vaesemad kui mustmullad. Nad vajavad väetist ja mitmesuguste abinõude rakendamist struktuuri tõstmiseks (vt. IV ptk.).

See on teraviljakultuuride tsoon, kus kasvavad nisu, hirss, tatar, aga ka suhkrupeet ja üleliidulise kuulsusega puuvili (antoonovka, aniis, kaneelõun jt.).

Kastanmullad. Kastanmullad asetsevad mustmulla-tsoonist lõuna ja kagu pool (Dnepri alamjooksul, Põhja-Krimmis, Volga alamjooksul, Kasahhi NSV-s jm.). See on kuivade lamba-aruheina- ja koirohustepide tsoon. Sademed ulhavad siin pinnast isegi vähem kui mustmulla-aladel, seetõttu on kastanmullades palju lupja, vahel ka mõningaid lahustuvaid soolasid. Peale kaltsiumi ja magneesiumi kuulub mulla neelavasse kompleksi mõnikord naatrium, mistõttu mulla reaktsioon on nõrgalt leelisene (nagu öeldakse — need mullad on pisut soolakulised).

Huumust koguneb siin tunduvalt vähem kui mustmullas (4—5%), ka struktuursus on halvem. Põud mõjub siin tugevamini.

Kastanmuldi kasutatakse kõrgeväärtusliku kõva nisu, õlikultuuride ja osalt ka puuvilla kasvatamiseks. Maaviljelejal tuleb siin alaliselt võidelda vee säilimise eest pinnases.

Kastanmulla-tsoonis asetsevad suured looduslikud karjamaad, seepärast on see ka karjakasvatuse tsooniks.

Pruunmullad. Pruunmullad asetsevad kastanmulladest lõuna pool, osalt aga vahelduvad nendega. Nad tekiavad veel kuivemas kliimas ja veel soolasemal aluspinnal. Nad sisaldavad vähem huumust ja rohkem soolasid. Siinsed põllud vajavad kunstlikku niisutamist, ilma milleta hakkab mõjuma põud. Nagu kastanmulla-tsoon, on ka pruunmulla-alad rikkad karjamaade poolest, mistõttu siin on tugevasti arenenud lihloomapidamine.

Hallmullad (kõrvetsoon). Kõrvetsoon haarab NSV Liidus osa idapoolset Taga-Kaukaasiat, peamiselt aga Kesk-Aasia vabariikide territooriumi. See on kuiva kliima ja

pikkade, kuivade suvede tsoon. Mulla aluspind sisaldab sool-
lasid, looduslik taimekasv on nõrgalt arenenud.

Kõrved jagunevad kivi-, liiva-, liivsavi- ja savikõrbedeks. Põllunduse jaoks kasutatakse põhiliselt ainult liivsavi- ja savikõrbi. Mullad sisaldavad siin ohtralt lupja (kuni 20%), kuid on kehvad huumuse poolest (1—2%) ja suurema osa aastast on kuivad. Seepärast on nad helehallid ja neid nimeta-
taksegi heledateks ehk hallmuldadeks. Et siin valitseb põud, siis praktiseeritakse kunstliku niisutusega maaviljust ainult niiskemas tsoonis — mägede jalameil, niinimetatud normaalseil hallmuldadel. Mujal on laialdaselt arenenud kunstlik niisutamine.

Hall tsoon on NSV Liidu peamine puuvillakasvatuse ala. Kunstliku niisutamise korral kasvavad siin jõudsasti ka riis, nisu, oder kui ka kõiksugused puu- ja aedviljad.

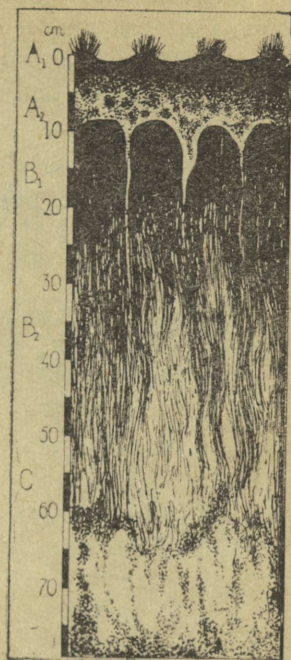
S o l o n t š a k i d. Mustmulla-, kastanmulla ja hallmulla-
tsoonides, niisama nagu kõrvealadel, esineb muldi, mis rik-
kalikult sisaldavad lahustuvaid soolasisid, nagu kipsi, keedu-
soola, glaubrisoola, inglise soola jt. Kõige sagedamini esine-
vad need mullad kõrvetsoonis. Nad asetsevad merede, järvede
või jõgede kaldail, stepi madalikel, kuivanud järvede sängides
jne. Nende muldade tekkimine on seoses põhjavete asetsemi-
sega maapinna lähedal ja pinnase suure aurumisvõimega. Mõõda
mullakapillaare tõusevad põhjaveed ühes neis leiduvate
sooladega maapinnale. Vesi aurab ära, ent soolad kogunevad
aja jooksul, immutades läbi ülemise mullakihi.

Ilma kunstliku parandamiseta on solontšakid põllumajan-
duslikele taimedele kõlbmatud.

S o l o n e t s i d. Kui solontšaki all asetsevad põhjaveed
mingisugusel põhjusel märgatavalt sügavamale tõmbuvad, siis
ei ulatu nad enam kapillaare mõõda maapinnale. Sellest het-
kest peale ei lisandu mullale enam soolasisid. Hoopis vastu-
pidi, atmosfäärisademed hakkavad soolasisid aegamööda välja

uhtma. Sel korral leidub mullalahuses palju naatriumi, mis astub mulla neelavasse kompleksi. Solontšaki asemel tekib uus muld, nimelt solonets (vt. joon. 21). Vastavalt sellele, millises tsoonis solonets on tekkinud, sisaldab ta kas rohkem või vähem huumust. Kõige huumuserikkamad solonetsid asuvad mustmulla-tsoonis.

Kõigil solonetsidel on kultuurtaimedele kahjulik leelisene reaktsioon ja halvad füüsikalised omadused. Niiskes olekus paisudes muutuvad nad ülimal määral kleepuvaks, põua puhul aga kuivavad ja pragunevad. Eriti tugevasti paisub ja praguneb sammasehke ehk tomplik horisont (vt. joon. 21, horisont B), mis kõige rohkem sisaldab kolloide ja on küllastunud naatriumist. Solontšakid kui ka solonetsid vajavad



Joon. 21. Sammas-solonets.

kunstlikku parandamist. Neid haritakse sügavalt, kusjuures tomplikku kihti segatakse peal asetseva kihiga. Mulda viiakse kips, et sealt naatriumi välja tõrjuda ja seda asendada kaltsiumiga. Struktuuri loomiseks ja mulla rikastamiseks huumusega kasvatatakse siin liblikõielisi ja kõrrelisi heintaimi. Kipsimisel uhetakse mulda veega. Sellise harimisviisi puhul on solonetsi võimalik viljakaks muuta.

Punamullad. Meil Lääne-Gruusias esinevas soojas ning niiskes kliimas on tekkinud purskekivimeile (andesiididele ja basaltidele) kui ka lõunamaiste metsade all muistsete järvede ladestikele mullad, mida nimetatakse punamuldadeks.

Need sisaldavad ohtrasti rauda, alumiiniumi ja mangaanit. Seetõttu ongi neil muldadel punased, lillakad ja pruunid värvitoonid. Kui vihmavalingud neid muldi ei uha, siis koguneb neisse suur hulk huumust, mille tagajärjel mulla ülemine kiht muutub tumedaks.

Niisama nagu leetmuldadel, on punamuldade reaktsioon happene. Ka punamuldades on sageli vähe toitaineid, eriti fosforit. Seepärast väetatakse neid muldi mineraalväetisega ja sõnnikuga, kui neid tahetakse kasutada kultuurtaimede kasvatamiseks.

Punamuldadel kasvatatakse kõige hinnalisemaid kultuure, nagu teed, mandariine, tungipuud, viinamarju jms.

VI. Mulla muutumine aja jooksul. (Mulla evolutsioon.)

Oleme lühidalt tutvunud meie maa kõige tähtsamate muldadega. Ei tule siiski arvata, et NSV Liidu või kogu maailma muldkate jääb muutumatult püsima. Eespool oli tähendatud, et mulla omadused sõltuvad kliimast, taimestikust ja teistest teguritest. Kuid ega need teguridki jää maa peal muutumatuks. Peatükis jääliustike ladestuste kohta mainisime, et kliima vaheldus maakeral korduvalt, muutus maapinna reljeef ja taimkate, samuti muutusid loomad ja need kivimid, millest tekivad mullad.

NSV Liidu põhja osas, Arktises, kus praegu puuduvad metsad ja kasvavad üksnes samblad, viletsad rohukõrred ja põõsad, võime leida kivisöelademeid, mis on tekkinud lopsakast metsataimestikust. Siberis on lume ja jää alt korduvalt avastatud mammutite laipu. Need ja mõned teised tunnused viitavad sellele, et palju tuhandeid aastaid tagasi oli meie Arktises hoopis teine, palju soojem kliima, hoopis teine taimestik ja hoopis teised loomad. Kuid siis tekkis külmenemine. Praegusel ajal võivad nõukogude õpetlased tähele panna uut aeglast soojenemist Arktises.

Seega siis muutuvad aja jooksul need põhjused, millest sõltub mulla tekkimine. Järelikult muutub ka muld ise.

Mulla elu aasta vältel. Tuleb siiski tähendada, et ka muutumatu kliima puhul kulgevad mullas pidevad protsessid, mis tingivad mulla muutumist.

Et selgitada, kuidas see toimub, kirjeldame mulla elu ühe aasta jooksul, võttes näiteks kas või leetmulla-tsooni.

Kas olete kunagi märtsi algul või keskpaiku sattunud kuhugi metsa või põllule kuski Moskva läheduses või Smolenski, Kalinini, Ivanovi või Jaroslavi oblastis? Sel ajal on veel palju lund, kuid keskpäeval hakkab päike juba kevadiselt soojendama. Vaikse ilmaga võib suusatada ka ilma särgita ja seejuures päevitada. Istuge (muidugi rõivastatult) metsa-servale või lund täistuisanud oru lähedusse ning pange loodust tähele. Lumi sulab pinnalt, imbub veega läbi, tiheneb ja vajub. Vaikse ilmaga võib seda vajumist isegi kuulda. Haarake käega peotäis lund ja vaadake seda teravalt: te märkate väikesi musti putukaid jooksmas. Need on skorpioonkärbised, läheneva kevade kuulutajad. Lume pinnal on juba elu, kuid selle all, põllul, on muld veel külmunud kihiga aheldatud ja kõik elav uinub alles talviselt.

Metsas, eriti lehtpuumetsas, on talve jooksul kogunenud rohkem lund, mis pealegi sadas rohust ja lehtedest tekkinud kõdukihile. Säärase katte all on muld soojem ja seetõttu külmub ta vähem kui põllul, mõnikord aga ei külmu hoopiski. Sel juhul ei lakka elu metsa mullas talvelgi täiesti. Kõrvaldage külma ilmaga selliselt pinnaselt lumi ja lehed — te leiате külmast vingerdavaid vilmausse.

Kirjeldatud ajal tõttab kolhoosnik kasutama lumeteed ja lõpetab sõnniku, komposti, lubja, tuha ning muude väetiste vedu põllule. Toitainete kadude vältimiseks asetab ta sõnniku suurtesse hunnikutesse, mineraalväetisi aga kaitseb ligunemise ja uhtumise eest.

Möödub päevi. Tee vabaneb lumikattest ja paari nädala jooksul tekib kõrgendikele ning mäenõlvadele lumest vabanenud lappe, mida nii väga armastab kevadet kuulutav lõoke. Järelejäänud lumi on tumedaks muutunud, sulama lõõnud, tihenenud ja vastu maad vajunud.

Esineb veel öökülmi, kuid päike nõrgendab neid iga päevaga. Lume alt vabanenud alad avarduvad, veed kohisevad, mulla pind sulab, temas ärkab elu. Muld lõhnab nüüd isemoodi, kevadiselt. See lõhn tekib eriliste kiirikseente eritistest. Need seened elavad mulla sees ja neid nimetatakse aktinomitsetideks.

Sula vesi uhab mulda, lahustab mitmesuguseid toitaineid, huumust ja soolasid, millest me juba eespool kõnelesime. Osa vett voolab madalamaisse kohtadesse, niisutab viimaseid lumejäänuseid. Öökülmadega võib mullale tekkida kahjulik jääkoorik. Kolhoosnikud käivad põldudel, lasevad madalamais kohtades vee ära voolata, suunates teda kraavidesse, et kaitsta väärtuslikku künnikihti leotamise ja ärauhutuse eest.

Põlluveerul, metsaserval ja kraaviäärtel hakkavad punetama pajupõõsad, urvad pakatavad. Ka metsatihnikus tõmbuvad puud rohekaslillakaks, eriti haavad ja kased. Lumi sulab metsas, kuid vett voolab siin vähem kui põllul, sest metsas kaob lumi aeglasemalt, kuna puud varjavad lund päikese eest. Muld on siin jäätumata. Niisugune muld neelab hästi vett endasse ja vesi uhab teda.

Aprilli keskel, mõnikord isegi varem, jätame lumega ilma kahjutundeta hüvasti. Ta püsib orgudes ja põhjapoolseil nõlvadel. Appi tuleb küll „noor“ kevadine lumi, mida toovad aprilli põhjatuuled, aga ikkagi on lume päevad juba loetud. Esimesed heledad ning soojad päikesekiired on lumele hukatuseks. Ta püsib veel mõned päevad sügavais pragudes või lõhedes kui ka vanade kuuskedega varjatud järskudes põhjapoolsetes kohtades, kuid lõpuks ikkagi sulab.

Põllumulla sügavuses võib veel nädala-poolteise kestel säilida jäätunud kiht, kuid pinnal tärkab juba pulbitsev elu. Muld hakkab kergelt kuivama, taliviljad ärkavad. Nüüd õitseb ja lõhnab meelitavalt paju. Järskudel mäerinnakutel kollendab paiseleht, kerkivad ristik ja kortsleht, kuu lõpuks aga on näha

hllakat kopsurohtu. Vahel vilksavad õhus siin-seal kirev koera-liblikas ja kollane liblikas. Ilmub esimene mesilane, tema järel ka kimalane.

Metsas kostab lindude vidin. Aprilli lõpul kukub esimene kagu. On hakanud kasvama lumikelluke ja lõhnav kannike (raiesmikul ja hõredais metsades), näsiniin, esimesed naadi, metspipra lehekesed, sammal, leselehed, kastikud ja kümned teised taimed, mis maikuu puhkevad õide, täites õhku oma lõhnaga. Kirjeldamatult ilus on sel ajal meie põhjamine varakevad. Maa peal ja veel külmas, läbipaistvas õhus — kõikjal on teda tunda. Taevas aga venivad põhja poole tuttavad lõpmatud lindude parved nii päeval kui ka öösel. Õhtuti ja hommikuti saabub metskurvitsaid.

Kiiresti käib taliviljade äestamine. Hommikukülmade järel külvatakse timutit ja ristikut. Algab valikkünd. Korratakse sügisküнди kohtadel, kus muld on laiali valgunud ja tihedenud. Haritakse sügisel ülesküндmata jäetud suviviljade põlde. Enne külvi antakse mulda sõnnikut, komposti, tuhka ja muid väetisi. Lubjatakse põldu seal, kus see on tarvilik. Mida paremini on põllumees talvel ettevalmistusi teinud, mida paremas korras on tal inventar ja mida rohkem on tal väetisi, seda julgemini ning sügavamalt harib ta leetmulda, et teda kiiremini kultiveerida ja tõsta selle madalat viljakust, luues sügava, struktuurse ning viljaka künnikili.

Muld on veel külm. Tema elanikud hakkavad alles ärkama. Teiste seas ka bakterid, kes omastavad õhust lämmastikku ning tekitavad ammoniaaki ja salpeetrit. Umbrohud aga enam ei maga, vaid püüavad paremaid muldi endile haarata, röövides neid kultuurtaimedelt. Siin-seal ilmuvad orashein, vesihein, rõigas — „kollane hädaoht“ — ja teised mulda kuivatavad umbrohud, mis röövivad kultuurtaimedelt toitained. Niikaua kui umbrohud pole võimust võtnud, seisneb kolhoosniku ülesanne nende hävitamises kõigi vahenditega.

Kus aitab õigeaegne kultuurkünd, kus kõrrekoorimine, kus aga käsitsi-kitkumine.

Nüüd, nagu öeldakse, toidab päev aastat.

Aprilli lõpul või mai algul toimub taliviljade pealtväetamine, varaste suviviljade — kaera, porgandi, peedi, herne, nisu jt. külv. Nende järel tuleb ka kartuli järjekord.

Muld on juba märgatavalt soojenenud ja tahenenud. Ta „hingab“ soojalt ja kevadiselt. Kõik tema elanikud koguvad jõudu ja kiirustavad uuele elule. Taimed uuristavad mulda oma juurtega, haarates üha enam selle kihtide sügavusse, kus püüavad hankida vajalikku niiskust, õhku ja toitaineid. Juured eritavad mitmesuguseid happesi produkte, millega lahustavad mulla mineraalosa. Elavad ja paljunevad bakterid ning lagundavad varem surnud loomade ja taimede jäänuseid. Muutnud need huumuseks, surevad ja kõdunevad nad ka ise. Mõned neist baktereist rikastavad mulda lämmastikuga, teised aga võtavad taimedele vajaliku salpeetri ja lagundavad seda, kui muld on halvasti haritud, niiske ja külma. Seejuures lendub vabanev lämmastik uuesti õhku, muutudes niiviisi taimedele kättesaamatuks.

Mullale sajab vihma, see uhab mullaosakesi ja tekitab mullalahuse, mis osalt toidab taimi, osalt aga kaob juurte ulatusest sügavamaisse kihtidesse.

Päev-päevalt suunduvad mulda soojahoovused, mis päikesekiirtega maapinnale tulevad. Temperatuuri ja niiskuse vaheldus kiirendab mulla mineraalosakeste murenemist ja huumuse tekkimist. Muld elab nüüd täit elu, temaga koos — tema sees ja tema pinnal — elavad ka taimed.

Juba mais on kesa üles küntud, on lõppenud tatra ja aedviljade külv. Peale kesa haljendavad juunis juba kõik põllud. Kõige kõrgemale aga ulatuvad roheline müürina taliviljad — nisu ja rukis, mis hakkavad kõrsuma.

Aasad kirendavad mitmevärvilises ehtes. Siin on harjashein, lõhnav maarjahein ja kastehein, timut ja luha-kastevars, rebasesaba, luste, kerahein ja ristik, valge kakar, lillad kellukad, punased põisrohud, nelgid ja paljud, paljud teised lilled, mis teevad meie põhjamaa aasad nii kauniks.

Koit ja eha „ulatavad teineteisele käe“. Lõoke lõõritab väsimatult, öösiti häälitsevad rukkirääk ja vutt. Ööbik laulab viimaseid laule. Viimaseid kordi kukub metsas kägu¹. Inimene aga jõuab palju ära teha, sest päev on pikk. Toimub vahelt-harimine, pealtväetamine, vahel ka mitmesuguste kultuuride niisutamine, haritakse usinasti kesa, et vabastada maad umb-rohust, et talle struktuuri anda, koguda rohkem toitaineid taliviljadele ja hoida neile niiskust. Käivad ettevalmistused niitmiseks ja lõikamiseks.

Juulis puhkeb muld suurimale elule, algab saagi koristamine. Öhus on tunda küpse rukki ja niidetud heina lõhna. Muld on soe, nagu mitte kunagi aasta jooksul. Sagenenud vihmad täiendavad niiskusetagavara. Jõudsasti arenevad bakterid, mullaseenekesed, vihmaussid, lõpmatu hulk kõiksuguseid putukaid, nende röövikuid ja põldhiiri ning mutte, kui inimene ei mõistnud neid hävitada. Kõik see elab ja liigub, sööb ja hingab, sigib ja sureb, lagundades ühtesid orgaanilisi aineid ja luues nende asemele teisi. Suurima arengu on saavutanud peaaegu kõikide taimede juured. Madala viljakuse tõttu koondub leetmullas juurte peamass künnikihti (vt. joon. 14). Üksikud juured tungivad mööda ussikäike ja pragusid 50, 100 ja 200 cm sügavusse või veelgi sügavamale.

Iga päev muutub ka muld ise kõige elava mõjul, temperatuuri ja niiskuse vahelduse tõttu ja inimese tegevuse toimel. Ei jõua veel kujuneda toitaineid, kui neid juba tarvitavad

¹ Tahtmatult meenuvad lauliku sõnad: „Kuku, kuku, käokene! Jõuab rukis sirguda, neelad okka — ei sa kuku...“ (Nekrassov.)

taimed ja mulla nähtamatud elanikud. Kuid nagu eespool kirjeldatud, soodustavad ka taimed, bakterid ja seenekesed omakorda mulla rikastumist huumusega ja mitmesuguste toitainetega.

Eriti palju koguneb toitaineid kesapõldudele, kus puuduvad taimed, nende ainete kasutajad. Nii näiteks on kesas salpeetrit juulis ja augustis kümneid ja sadu kordi rohkem kui aprillis. Palju on kesapõllus ka niiskust. Kõik see koguneb taliviljade jaoks, mille külv toimub augustikuu teisel poolel pärast eelnenud harimist.

Augustis muutuvad päevad märgatavalt lühemaks ja öhtud jahedamaks. Kõige virgem põldude laulik, lõoke, on vaikinud. Lindude elav häälitsemine metsas vaibus veelgi varem. Sulgsed külalised on oma pojad välja haudunud ja nüüd toidavad ning kasvatavad neid ja valmistavad tasapisi ette äralennuks.

Varahommikust hilisõhtuni käib põllutöö: koristatakse kõrsvilju, kaera, tatart ja varaseid köögivilju. Kartul on juba ära õitsenud, peedi ja kaalika juured paisunud, kapsas kasvatab päid.

Augusti teisel poolel tabavad mulda mõnikord kerged hommikused öökülmad, justkui kiirustades põllumeest lõpetama põllutöid. Muld jahtub aeglaselt ja pingeline elu tema rüpes nõrgeneb. Koristatud taimede juured kõdunevad. Vihmaussid ja putukad poevad sügavamale mulda ja tulevad veel harva pinnale. Bakterid ja mullaseenekesed muutuvad vähem liikuvaks ja nende elutegevus on vaibumas. Kuigi ees seisab veel küllalt sooje päevi ja nn. „naistesuvi“, valmistub kõik, mis elab, aegamisi talveks.

Öökülmad sagenevad septembris. Kartulipealsed mustuvad. Sageli omandab kapsas ööhallast ja härmatisest hõbedase värvingu. Kolhoosnik kasutab selgeid ilmu, et kuivaga võtta kartuleid, kaalikaid, naereid, peete ja lõpetada ristikuädala niitmist.

Kui tühjenevad koristatud põllud, kui koristatakse kõige vähem külmakartlik taim — kapsas, kui hakkab mustendama sügiskünnil tekkinud põllulaike, siis hakkab ka mulla elu aegamööda oktoobris vaibuma.

Mõnevõrra kauem püsib ta metsa varjus, lehtede, okaste, sambla ja koltuva rohu kaitsva kōdukhi all, kuid lõpuks jõuab sügise jääne hingus paratamatult ka siia.

Sulgsed laulikud on ammu vaikinud ja lahkunud. Haava, kase, vahtra ja pärna lehed süttivad punakalt hōōguma. Kuivad lehed varisevad maha, mets kaotab oma senise ilu. Saabub aeg, mille kohta ütles surematu Puškin:

„On nukker aeg, mil lahkumise hurma

Toob suve jumalagajättev kadu.

Ma armastan looduse lopsakat surma

Ja lehtede kullakaspunakat sadu.“

Novembris kattub muld külmunud koorikuga ja uinub lume all kuni kevadeni. Nüüd liigub siin ainult veeaur ühest paigast teise, alumistest soojadest kihtidest ülespoole, kus ta mulla kõrgemais kihtides jääks tardub.

Nii elab muld päevast päeva, kuust kuusse, aastate kaupa, vahetades ja muutes omadusi, siirdudes ühest arenemisjärgust teise. Selles peatükis kirjeldasime leetmullas kulgevat elu ühe aasta jooksul. Kui aga jälgida seda elu mitte üks aasta, vaid palju aastaid, eriti veel neil juhtudel, kus inimene mulda palju ei puuduta, näiteks metsas, siis võib tähele panna, et oma omadusi muutes kujuneb muld aja jooksul teiseks. Keskmiselt leetunud muld, mis iga päev uhtub, muutub aastate jooksul tugevasti leetunud mullaks, s. t. kõige viljatumaks, kõige ainete-vaesemaks mullaks. Järk-järgult aga hakkab leetmuld soostuma (tavaliselt tasastel, vee äravooluta kohtadel). Niisuguses mullas ei lähe taimede juured sügavale ebaviljakasse kihti, vaid levivad maapinna läheduses, moodustades kõvu kamaraid. Siit tungib vesi hädavaevalt allapoole. Kogune-

des mulla pinnal, takistab ta õhu pääsemist mulda. Muld elab „ebanormaalset“ elu: ta „lämbub“ ja soostub. Kaob mets, kaovad niidutaimed, asemele tulevad tarnad, pilliroog, kõrkjad, hiljem sammal. Niidu ja metsa asemel kujuneb soo.

Mulla ellu segab inimene meelevaldselt ja mõistlikult vahele.

Harides ja väetades mulda, kuivendades soid, niisutades kõrbi jms., muudab inimene mulda mõne aastaga meie silme all ja kohandab teda oma vajadustele. Nagu juba märgitud, peab NSV Liidus mulla muutmine arenema ainult ühes suunas, s. o. sotsialismimaa põllud peavad järjest viljakamaks muutuma.

Põhjalikumaks tutvumiseks NSV Liidu muldadega ja nende omadustega on soovitatav läbi lugeda meie populaarteaduslik raamat „Muld“, Selhozgiz'i väljaanne 1945. a.

Sisukord.

	Lk.
I. Meie maakera minevik	3
II. Elu ja esimeste muldade tekkimine maakeral	18
III. Mulla koostis	32
IV. Mulla omadused	43
V. Lühikesi andmeid tähtsamaist NSV Liidu muldadest	54
VI. Mulla muutumine aja jooksul. (Mulla evolutsioon.)	65

Vastutav toimetaja

O. Hallik.

Tehniline toimetaja

H. Seletus.

Ladumisele antud 20. II 48.
Trükkimisele antud 17. IV 48.
Paberi kaust 56×79. 1/16. Trükipoognaid 4³/₄. Autoripoognaid 3. Arvestuspoognaid 3,51. MB 01382. Laotihedus trpg. 34300. Tiraaz 5200. Trükikoja tellimus nr.405. Trükikoda „Hans Heide-mann“, Tartu, Vallikraavi 4.

Hind rbl 2.50

Н. А. Качянский, Происхождение и жизнь почвы.

На эстонском языке.
Эгосиздат „Научная Литература“, Тарту.

RK „TEADUSLIKU KIRJANDUSE” KIRJASTUSEL
1947/48. AASTAL ILMUNUD POPULAARTEADUSLIKUD
TEOSED.

	Lk.	Hind
Bajan, O., Esimesed Kesk-Aasia uurijad	76	Rbl. 3.—
Dorfman, V. A., Elus ja eluta loodus	44	„ 2.—
Dzerdzejevski, B. L., Ohumeri	42	„ 3.—
Frolov, J. P., Jutustusi füsioloogiast	140	„ 6.—
Iljin, M., Jutustusi asjadest	343	„ 15.—
Iljin, M., Mäed ja inimesed	240	„ 5.—
Iljin, M., ja Segal, J., Kuidas inimesest sai hiiglane	196	„ 6.—
Ivanovski, M., Päikese perekond	194	„ 8.75
Joffe, A. F., Elektrilaeng	46	„ 2.—
Katšinski, N., Mulla tekkimine ja elu	76	„ 2.50
Keller, B. A., Kuidas tekkis elu maakeral	44	„ 2.—
Kostõkov, J., Imelamp	120	„ 5.—
Kunitski, R. V., Päev ja õõ. Aastaajad	37	„ 2.—
Lunkevitš, V. V., Kohutavad loodusnähtused	138	„ 8.—
Makarenko, A., Raamat lastevanemaile	410	„ 12.—
Netšajev, I., Jutustusi elementidest	160	„ 8.—
Orlov, V., Leiduri saladus	165	„ 6.50
Polak, I., Aeg ja kalender	50	„ 2.—
Polak, I., Astronoomia kõigile	416	„ 15.—
Poljakov, G. I., Närvisüsteemi evolutsioon	97	„ 5.—
Russel, H. N., Päikesesüsteem ja selle tekkimine	126	„ 10.—
Saveljev, L., Jäljed kivil	334	„ 10.—
Subbotin, M., Maakera tekkimine ja iga	48	„ 2.—
Svešnikov, M. P., Klaasi saladused	217	„ 12.—
Veltkov, F., Elektri edukäik	388	„ 14.—
Pilper, J., Pilte ja hääli Eesti loodusest	192	„ 12.—
Fučik, J., Viimne raamat	148	„ 3.50

A-16558

Ilmumas:

	Trükipoognaid
Aristov, G., Maa ja meri	ca 4 $\frac{1}{2}$
Bubleinikov, F., Maa aarded	5
Darwin, Ch., Naturalisti reis ümber maailma purjekal „Beagle”	25
Fersman, A. E., Jutustusi teadusest ja selle loojast	35
Kogumik „Vestlusi loodusest ja inimesest”	17
Novikov, N. I., Elu tekkimine maakeral	2
Perelman, J., Elav matemaatika	11
Perelman, J., Huvitav füüsika I	17
Safonov, V., Elu mõistatus	15
Serebrovski, A., Jutustusi bioloogiast	16
Zavadovski, B., Eluprotsesside keemilised regulaatorid	3
Tumerman, L., Valgus ja selle allikad	4

Lugejale.

Palume lugejaid avaldada oma arvamusi RK „Teadusliku Kirjanduse” kirjastusel ilmuvate populaarteaduslike teoste sisu, tehnilis-kunstilise kujunduse jne. kohta ning teha omapoolseid ettepanekuid, milliseid konkreetseid teoseid või milliste alade käsitlust soovitakse meie populaarteaduslikus sarjas näha.

Arvamused ja ettepanekud saata RK „Teaduslikule Kirjandusele”, Ülikooli 18, Tartu.

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00497843 5

HIND RBL. 2.50

48 344