V-21259

TAHAN KÕIKE TEADA

V. ALEKSANDROVA



# Maa jõud

A
NA-717 II

VEERA ALEKSANDROVA

# MAA JÕUD

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN · 1960

Originaali tiitel:

В. Александрова

СИЛА ЗЕМЛИ

Детгиз

Ленинград 1958

Kaane kujundanud *E. Tali*
Illustratsioonid *E. Palmiste*
Tõlkinud *L. Poots*

Bioloogiakandidaat, botaanik V. D. Aleksandrova jutustab raamatus «Maa jõud» taimestikust. Kuid selles raamatus ei ole juttu ainult taimedest, vaid ka mulla viljakusest.

Lugejad saavad teada, kuidas tekkisid mullad, mis katavad kaasajal meie planeeti.

Nad saavad teada ka seda, kuidas ajaloo vältel sajandist sajandisse on muutunud inimese suhtumine maasse, kuidas ta aja jooksul on õppinud seda harima.

Meie kodumaal leidub mitmesuguseid muldasid. Raamat jutustab, kuidas toimida, et nad muutuksid veelgi viljakamaks, ja missugused tohutud mullarikkuste reservid on veel olemas meie kodumaa mõõtmatuil avarustel.

N
Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
59 550

## EMAKE MAA

Ammust aega nimetavad inimesed maad emaks: «Emakeseks maaks».

Muistsetel kreeklastel oli maajumalanna Gaia, kogu maailma esiema. Enne teda oli ainult ilmetu, vormitu, sünge Kaos.

Kreeklaste pärimuse järgi sünnitas Kaos maajumalanna Gaia, kellest omakorda sündisid taevas, meri, mäed ja kõige vanemad jumalad. Olümpose valitseja piksejumal Zeus oli alles suure jumalanna Gaia lapselaps.



«Maa annab», kõnelesid inimesed, korjates «maa andisid». Meie kõneleme praegugi: «viljakus, saak». «Küll aga saab tänavu nisu!» rõõmustab kolhoosnik, libistades käte vahel raskeid viljapäid.

Igivanadest aegadest alates on inimene jälginud, kuidas maast tärkavad väikeste tõusmetena taimed. Hiljem nad sirguvad, muutuvad karjamaade lopsakaks roheluseks, teraviljadeks, kõrgeteks puudeks.

Milline jõud on peidetud maasse, et sellest igal aastal võib uuesti kasvada rohi, puud aga sirguda suurteks hiiglasteks?

Võtame näiteks meie esivanemate armastatuima puu — tamme. Kui palju on temast loodud legende, muinasjutte, laule! Tamm on meie metsade kõige suurem ja eakam puu. Ta võib kasvada sadu aastaid, sirguda mitmekümne meetri kõrguseks. Tamme võra võib olla tohutu suur ning ta juurte pikkus ulatuda sadadesse meetritesse.

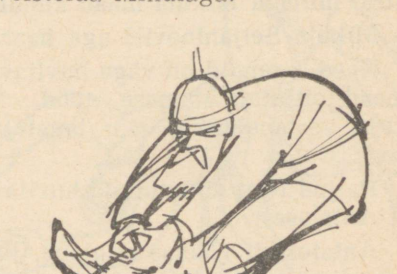
Inglismaal on säilinud tamm, mille vanus on üle tuhande aasta. Tema ümbermõõt on üle 20 meetri, tüve õõnde aga on ehitatud nelja meetri laiune tuba. Elu alguse saab võimas tamm aga väikesest tõrust.

Millest tekib siis see aine, see tohutu hulk puitu, mis koguneb tammes? Praegu on see mõistatus lahendatud (sellest aga jutustame hiljem), kuid vanasti arvasid inimesed, et kõike seda annab maa. Ja et inimese elu sõltus lõppude lõpuks sellest, mis talle andis maa, siis pole imestada, et vanades muistendites ja legendides kujutatakse maad elu ja jõu allikana.



Rahvaste legendide võitmatud vägilased said oma jõu emakeselt maalt.

Vene bõliinades oli tugevamaks vägilaste hulgas põlluharija Mikula Seljaninovitš. Maaga oli ta töö kaudu lahutamatult seotud ja sai temalt oma jõu. Palju jutustatakse bõliinades sellest, kuidas teised vägilased püüdsid võistelda Mikulaga.



Mikula Seljaninovitšil oli sadulapaun, paunas aga maa jõud. Kord proovis vägilane Svjatogor pauna maast kergitada.

«Sõidab Svjatogor väljal lagedal,
leiab koti väikese, sadulapauniku.
Võtab, piitsaga puudutab — paun ei liigugi,
lükkab sõrmega — see ei nihkugi,
haarab käega — ei see tõuse veel.
... Hüppab Svjatogor healt hobuselt,
haaras paunast ta kahe käega,
tõstis paunakese kõrgemale põlvedest, —
kuid põlvist saadik maasse vajus Svjatogor.
... Kuhu vajus Svjatogor, ei suutnud ta tõusta sealt.
Ja seal siis lõpp talle tuligi.»

Nii häbistavalt lõppes Svjatogori üritus. Mikula Seljaninovitš aga kandis seda pauna vaevata endaga kaasas.

Teises võitluses ei suutnud vägilane Volga Svjatoslavovitš oma kolmekümnest uljast noorukist koosneva druzhinaga maast lahti kiskuda vahtrapuust atra, millega Mikula maad kündis.

Mikula Seljaninovitš aga haaras adra ühe käega.

Need legendid on väga huvitavad. Neis ülistatakse maad-toitjat ja inimese tööd. Töötava põlluharija kuju vastandatakse siin logelejatele vürsti druzhinast.

Paljud teist on kuulnud huvitavat kreeklaste müüti Antaiosest.

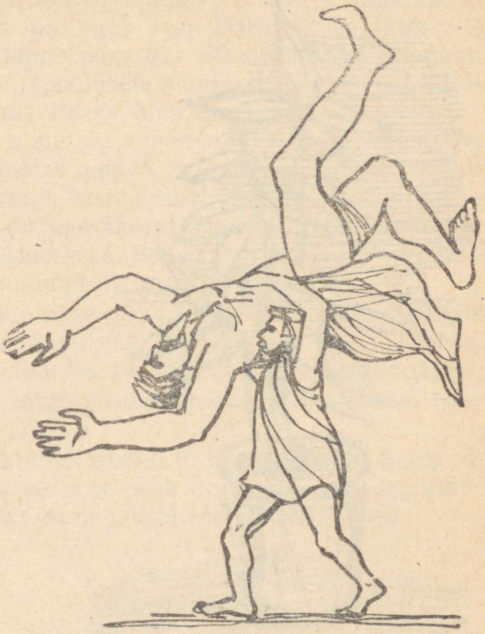
Antaios oli võimas hiiglane, jumalate poeg. Tema isa oli merejumal Poseidon, ema aga Gaia — maajumalanna.

Keegi ei suutnud võita Antaiost. Igaüks, kes proovis temast jagu saada, püüdis teda kõigepealt maha heita. Kui aga Antaios puudutas maad, andis suur jumalanna, tema ema, talle uut jõudu. Ja mida sagedamini ta maha kukkus, seda tugevamaks ta muutus. Vastane aga väsis. Nii võitis Antaios kõiki.

Antaiosega tuli võidelda ka Heraklesel, Zeusi enda pojal. Herakles aga märkas, et kui Antaios lahti rebida maast, hakkab viimase jõud kahanema. Nii taipas Herakles, milles peitub Antaiose jõud. Ta tõstis Antaiose kõrgele ja kägistas ta õhus.

Mitmete maade rahvad nimetasid maad emaks sellepärast, et tal on eriline omadus — viljakus, s. t. omadus anda aastast aastasse saaki ja nii luua toitu kõigele elusale.

«Maa viljakus . . .,» ütlesime meie. Tuleb siiski

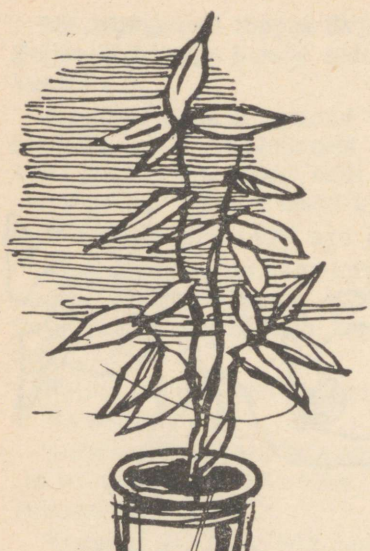


väljenduda täpsemalt. Asi on selles, et «maa» on väga laialdane ega mitte alati konkreetne mõiste.

Kui kirjutada Maa suure algustähega, siis tähendab see, et jutt on Maast kui planeedist, taevakehast. Väikese algustähega kirjutatult tarvitatakse sõna «maa» mitmes mõttes ja varjundis.

Tütarlaps istus aias pingil ja luges. Äkki ta kummardus, et tõsta üles raamat, mille ta oli maha pillanud.

Poiss monteerib raadiovastuvõtjat ning ütleb kaaslasele: «Siin on mul antenn, siin aga maa», s. o,



koht vastuvõtja maandamiseks. Kui 30-ndate aastate algul hakkas Leningradis töötama esimene ringhäälingu saatejaam RV-3, siis teadustaja lõpetas ülekande iga päev sõnadega: «Ärge unustage maandamast antenni. Head ööd. Jällekuulmiseni. Jällekuulmiseni.»

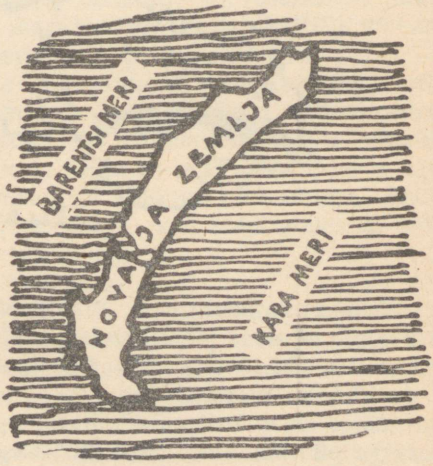
Tihti nimetatakse maaks mõnda maakohta. Oma riigi kohta ütleme meie kodumaa. Maakaardil leiate palju nimesid, kus mõnda saart või mandri osa nimetatakse maaks. Novaja Zemlja («Uus Maa») — mägine, lauge, loogana kõverduv kaksiksaar Põhja-Jäämeres on nagu jätkuks Uraali mäeahelikule. Se-

vernaja Zemlja («Põhja Maa») on terve saarestik. Nende hulgas on suur saar Bolševik ja väike — Pioneer. Põhjapoolseim osa Gröönimaast kannab esimesena Põhjapoolusele jõudnud maadeuurija Robert Peary auks Peary Maa nime.

Gröönimaa nimetus tähendab tõlkes «Roheline Maa». Nii nimetas teda X sajandil norralane Eerik Punane, sest rand, kus ta maabus, oli kaetud taimede rohelusega. Lõunapoolkeral asub Tulemaa, millega lõpeb Lõuna-Ameerika. Selle nime andis talle Magalhães, nähes tundmatul rannal lõkkeid.

Niisiis kasutatakse sõna «m a a» mitmesuguste mõistete määratlemiseks. Sellepärast, kui me kõneleme maa viljakusest, ei olegi meie väljendus täpne. Käesoleval juhul on õigem öelda sõna «maa» asemel «muld».

M u l d on kindel, range ja täpne mõiste. Selle sõnaga tähistatakse maakoore pindmist, kobedat kihti, mis on viljakas ning millel kasvavad taimed.

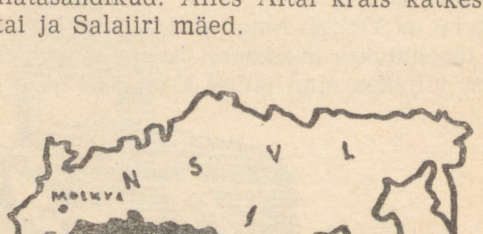


Viljakus on mulla tähtsaim omadus. Viljatud kaljud, kruusakuhjumid, puhtad tuiskliivad ei ole mullad. Neid võib nimetada kivimiks või pinnaseks, mitte aga mullaks.

Nüüd aga tutvume mullaga lähemalt. Valime selleks meie muldadest kõige viljakama — mustmulla.

## MUSTMULD ON STEPIMULD

Kiievist ja Kurskist lõuna pool asub viljakas mustmullamaade piirkond. See on Ukraina. Kui me liigume temast ida suunas, siis satume viljakaile Volgamaadele. Veel edasi ulatuvad pideva vööndina nelja ja poole tuhande kilomeetri kaugusele Siberi mustmullatasandikud. Alles Altai krais katkestavad neid Altai ja Salaiiri mäed.




Kunagi laiusid siin mõõtmatud stepiavarused. Praegu on need stepid peaaegu kõik üles küntud. Et aga tutvuda ülesharimata mustmullaga, katsume leida kündmata maatüki.

On olemas kaitsealad, kus stepi loodust säilitatakse puutumatuna. Seal uuritakse steppi, õpitakse

tundma tema saladusi. Nende tundmine annab meile võimu stepi üle.

Üleskündmata stepialasid võib leida isegi kolhoosides stepikarjamaadel. Tõsi küll, esialgne stepitaimestik on siin tunduvalt muutunud: karjamaal ei ole säilinud kõik metsiku, ülesharimata stepi taimed.




Seal, kus aastast aastasse karjatatakse loomi, ei näe te näiteks enam hõbedasi, tuules hõljuvaid stepirohu pikki ohteid.

Teine stepitaim — lamba-aruhein — on vastupidavam. Stepikarjamaal võib tema tihedate mätaste seas näha salvei siniseid õisikuid, taevassiniseid mailase ja kollaseid marana õisi, stepi-rukkilille väikesi roosakaid korvõisikuid ja palju muid lilli.

Kui aga stepis väga intensiivselt karjatada, siis taanduvad ka lamba-aruhein ja teised mitmekesised stepitaimed. Niisuguseid paljastunud kohti nimetatakse «tallermaaks». Muld on seal väga tihke ja kattunud madala, maadligi hoiduva umbrohuga. Kuid meie valime sellise paiga, kus stepitaimestik pole liiga rikutud karjatamisega.

Hakkame kaevama auku.

Augu kaevame sügava, vähemalt kaks meetrit, ja pikliku. Mulla tõstame välja nii, et augu ühes seinas asuksid astmed, vastassein aga oleks järsult püstine. Sellel seinal hakkamegi vaatlema mulda.

Et hästi näha ja mulla värve õigesti määrata, peab valgus langema uuritavale seinale. Sellepärast



on tarvis varem välja arvestada, kuskohal on päike siis, kui me augu kaevamise lõpetame.

Veel üks nõue: ärge loopige mulda sellele küljele, kuhu tuleb augu peamine püstsein. Muld peab jääma vallina augu pikale äärele. Ja veel — hoiduge maad tallamast augu eesseina kohal ja ärge rikkuge ega muutke mulla ning taimestiku loomulikku seisundit juba pealispinnast alates.

Nüüd aga, teades kõiki reegleid, võtame labida ja . . . hakkame pihta! Vajutame labida stepi mulda.

Tuleb pingutada: labidas lõikab läbi lamba-aruheina sitke mätta, lõikab ka teiste taimede juuri. Näe, labida ette sattus pikergune, väikese kartuliga sarnanev flomise juure mugul. Taim on kaunis. Tal on laiad tumerohelised lehed ja roosakaslillad, kujult salveiõisi meenutavad õied.

Kaevasime üles tüki stepikamarat. Vaadake, kui must ja kobe on muld. Osa mulda pudenes juurtelt kohe, kuid ülejäänu püsib väikeste sõmeratena üsna

tihedalt. Peenikesed juured isegi katkevad, kui katsute nende küljest eraldada mullasõmeraid.

Kui võtta veidi seda mulda ja liigutada teda peos,



siis ei pudene ta peeneks tolmuks, vaid laguneb võrdlemisi vastupidavateks terakesteks, mis meenutavad hästi keedetud paksu tatraputru.

Joonestame mulla pinnale nelinurga ja koorime sellelt kiiresti labidaga kamarakihi. Meie ees süvendi põhjas on must kobe teraline muld — taimejuurtest läbipõimitud mustmuld.

Võtame välja veel ühe kihi mulda ja edasi kaevame nii, et eesseina vastas olevale otsale jääks aste. Üldse teeme kolm-neli astet. Nii on mugavam auku laskuda ja ka mulda tuleb vähem välja loopida.

Juuri on juba tublisti vähem, kuid muld on veel niisama must, kohev ja tundub jahedana.

Veidi sügavamal (mõnikord juba poole meetri, mõnikord ka 60—70 sentimeetri sügavusel või veelgi sügavamal) märkame, et mulla värvus hakkab muutuma. Ta ei ole enam nii must: ilmub kollakas toon. Juba kaevamegi kollakasmusta ja valkjaskollaka mulla segu; peatselt lisanduvad sellesse mingisugused valged tähnid. Muld on muutunud märgatavalt tihedamaks.

Oleme juba poolteise meetri sügavusel. Mulla värvus on ühtlaselt kollakas, ühetaoline; valkjas toon ja valged tähnid on kadunud.

Sügavamal on ikka samasugune kollakas pinnas, mingit teralisust pole märgata. Kui selline mullatükk visata maapinnale, lõheneb ta sirgelt pragunedes osadeks. Nii oleme kaevamisega jõudnud kahe meetri sügavusele ja võimegi lõpetada.

Nüüd uurime hästi mulda. Näeme kohe, et see koosneb mitmest kihist. Kihtide mõõtmiseks võtame «sentimeetri», mida tarvitavad õmblejad, s. t. paela, kuhu on märgitud sentimeetermõõdustik. Kinnitame ta nõelaga augu eesseinale nii, et nullpunkt jääks ülemise ääre kohale.

Pealmine kiht on must, teraline, steppitaimede juurtest läbi põimitud. Musta värvuse annab talle taimejäätmete muundumisel tekkinud huumus. Seepärast nimetatakse seda kihti h u u m u s h o r i s o n d i k s. Märgime sentimeetrilindil tema paksuse: võrdugu ta siin 60—65 sentimeetriga.

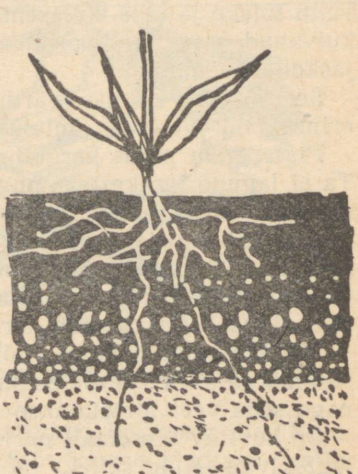
Sügavamal seguneb mustale värvusele ikka enam kollast. Varsti kaob must värvus päriselt ja algab juba täiesti uus kiht, mis erineb järsult ülemisest, huumuskihist.

See kiht on hele, kollakas, valge varjundiga, tema keskosas aga on näha hernetera-, mõnikord ka pähklituumasuurused täpikesed. Mis need on?

Et seda teada saada, võtame pudelikese nõrga



(lahjendatud) soolhappega, mis igal mullauurijal peab alati kaasas olema. Torgake nuga valgete täppidega mulda ja pange käsi alla. Käe peale jääbki paras mullatükk.



Nüüd tilgutame hapet otse valgele laigule. Kohe kuuldub tugev sisin, valge pind pundub, ajab mulle, hakkab nagu keema! Mis siis juhtus? Osutus, et valged tähnid (neid nimetatakse «valgesilmadeks») on lubi, mis hakkab happe mõjul ägedasti «keema», sest seejuures eraldub süsihappegaas.

Seda horisonti nimetatakse karbonaatseks horisondiks (lubi on keemiliselt koostiselt kaltsiumkarbonaat). Meie kaeves, nagu näitab sentimeetrilint, algab see kiht 60—65 sentimeetri sügavusel

maapinnast, lõpeb aga umbes 130 sentimeetri sügavusel. Valgeid täppe leidub kihi keskosas.[1]

Veelgi allpool kaob valkjas toon ning algab ühtlane kollakas pinnas. Augu kaevamisel oli ta värske, veidi niiske ja näis kollasemana. Nüüd on ta pind kuivanud, muutunud heledamaks ja omandanud kahkjaskollase varjundi.

See on juba kolmas, värvuselt kahest ülemisest erinev kiht. Vaatame, missugune on tema struktuur.

Pigistagem pihus kergelt sellist pinnasetükikest. Ta ei lagune terakesteks nagu huumushorisont, vaid murdub vertikaalselt pragunedes kämpudeks, mis tugevamal pigistamisel kergesti lagunevad. Tähelepanelikult vaadates võib kämbu murrukohal märgata väikesi augukesi, nagu oleks ta poorne. Kui tilgutada sinna hapet, kostab nõrk sisin.

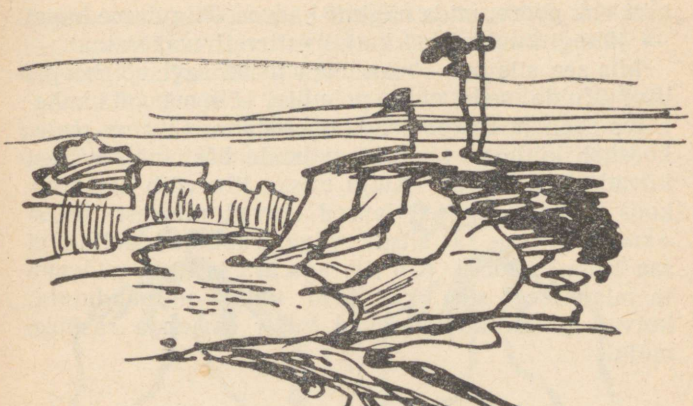
See kiht ulatub augu põhjani. Taimejuuri pole siin märgata. See ei ole enam muld, vaid aluskiht või nagu seda veel nimetatakse — l ä h t e k i v i m.

On huvitav täpsemalt uurida, mida kujutab endast lähtekivim. Kuid selleks on meie auk liiga madal. Vaatame tähelepanelikult ringi, võib-olla on loodus ise kaevanud meile sügavama augu, kui seda tegime meie.

## KOLLASE JÄRSAKU KOHAL

Meie ümber laiub künklik tasandik. Paistavad põldude ühtlased ristkülikud. Nad on kord kuldsed — see on valmiv nisu, kord kollakasrohelised — need on maisi laiad lehed, mis ei ole veel jõudnud kollaseks muutuda, kord tumerohelised — sinna on

[1] Siinjuures peab täiendavalt märkima, et karbonaatses horisondis «valgesilmi» ei leidu mitte alati. Sageli on see horisont valkjaskollane, ilma valgete täppideta.



külvatud päevalille, kord mustad — seal puhkab maa kesana.

Üleni rohelusse on mattunud kolhoosiasula. Veidi eemal voolab aga jõgi. Siin leiame kindlasti selle, mida otsime.

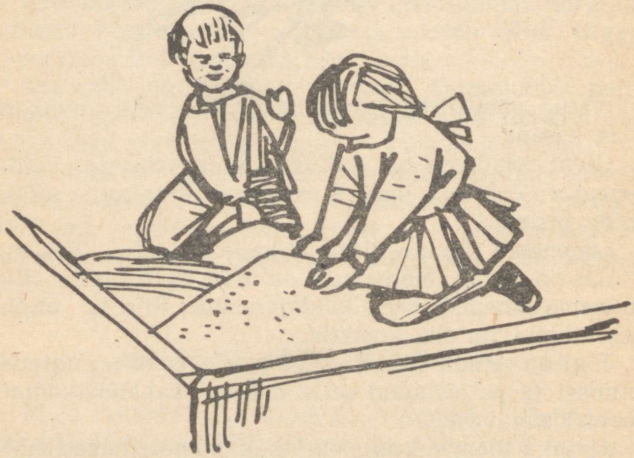
Läheneme järsule, üsna kõrgele kaldale. Vastaskallas on madal. Heinamaal on näha heinakuhje. Silmitseme lähemalt seda kaldajärsakut. Siin ta ongi, see lähtekivim ehk aluskiht.

Jõgi on teinud meie jaoks suure töö: ta on uhtnud pinnast ja paljastanud selle umbes kaheteistkümne meetri sügavuselt.

Järsaku ülemises osas paljanduvad needsamad mullakihid, mida me nägime augus. Sügavamal aga, kuni veepiirini, järgneb kollaka koheva pinnase lasund. Siin on hästi näha, kuidas teda lõhestavad vertikaalsed praod ning kuidas ta lahti murdudes moodustab hapraid ja konarlikke täisnurkseid kamakaid. Võtnud tüki kätte, näeme samasuguseid imepeenikesi augu-

kesi ehk poore, mida nägime kaeves. Tilgutame hapet — jällegi kuuldub nõrka kiiresti vaibuvat sisinat.

Mis see siis on — kas ikka tõesti savi või hoopis liiv? Muide, seda, et see pole liiv, võib märgata kohe. Liiva saab ju savist kergesti eristada. Liiv on pude, koosneb küllaltki suurtest, silmale hästi nähtavatest kõvadest osakestest. Kuigi niiske liiv võib kämbuna koos seista (väikesed lapsed teevad niiskest liivast «kooke»), on ta siiski väga rabe ja voolida ei saa temast midagi. Kui liiv aga ära kuivab, pudeneb ta laiali isegi siis, kui teda üldse ei puudutata; kuivad liivaterad veerevad laiali omaenda raskuse mõjul.



Mis aga toimub niisugustel juhtudel saviga? Märg savi on väga sitke ja kleepuv. Niiske savi sobib voolimiseks; temast saab voolida ükskõik mida: nii nõusid kui ka ilusa mälestussamba. Kuivanud savitükk ei lagune, vaid muutub kõvaks ning murdub kaunis

tugevateks nurklikeks tükkideks, mispuhul lendub väga peenikest tolmu. Selle tolmu üksikosakesed ei ole isegi palja silmaga nähtavad.

Kuid looduses ei leidu sageli savi mitte puhtal kujul, vaid suuremate liivaterakeste lisandiga. Samuti leidub ka liiva imepeente saviosakeste lisandiga.




Rahvas on andnud neile muldadele nimetused: saviliiv, liivsavi. Kuidas neid eraldada? Mullateadlased teevad nii: võtavad näputäie mulda, panevad peo peale ja teevad süljega märjaks. Siis katsuvad nad sellest voolida «vorstikese».

Saviliivast, veel vähem aga liivast te «vorstikest» voolida ei saa — muld teie peol pudeneb laiali. Liivsavist ja savist aga on see võimalik.

Vahe on siin järgmine. Savist «vorstike» tuleb tihe, painduv; te saate seda ettevaatlikult rõngaks painutada, ta ei murdu. Liivsavist saab küll korralik «vorstike», kui aga hakkate seda painutama, siis mõraneb ta tingimata mitmest kohast. Kui tahate teda aga rõngaks keerata, siis «vorstike» puruneb. Liivsavil on lisandiks jämedamad osakesed, seetõttu ta ei ole nii sitke kui puhas savi.

Nii saadakse teada mulla mehhaaniline koostis,

s. o. missugustest osakestest ta koosneb — kas väiksematest saviosadest või suurematest liivaosadest. Muidugi on selline meetod väga ligikaudne. Kuid ta aitab, kui oled põllul ja kaasas ei ole laboratooriumitarbeid. Laboratooriumis määratakse aga mulla mehhaaniline koostis täpselt kindlaks. Selleks on olemas erilised meetodid.

Nüüd katsume oma lihtsal viisil teada saada järsaku savi mehhaanilise koostise. Võtame väikese tükikese, paneme peo peale, niisutame süljega, veeretame seda käe peal, püüame teha «vorstikese». «Vorstike» tulebki välja. Keskelt on ta jämedam, otstest aga peenem.

Proovime sellest teha rõnga. Kuid rõngast teha ei õnnestu. «Vorstikest» saab ainult natuke painutada, siis ta aga praguneb ja katkeb. Tähendab, see pole ehtne savi, vaid liivsavi. Liivsavi on siiski lähem savile kui liivale.

Niisiis osutus stepimulla lähtekivim oma mehhaanilise koostise poolest liivsaviks. Teda nimetatakse «lõssitaoliseks liivsaviks». Sellised liivsavid on väga levinud Euroopa tasandiku lõunaosas. See on peaaegu kõigi meie mustmuldade lähtekivim.

Vaadake, kui tugevasti erineb mustmuld lähtekivimist.

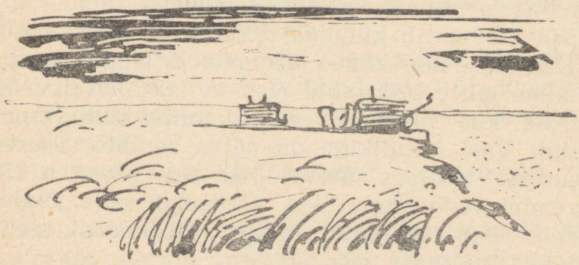
Eriti tugevasti erineb ülemine, nn. huumushorisont, millest see muld on saanudki oma nime — «mustmuld». Ta on must, taimejuurtest läbi põimitud, tema struktuur on peenesõmeraline, teraline, happe mõjul ta ei «kee».

Lähtekivim (lössitaoline liivsavi) on aga kahkjaskollakas, väikestest aukudest ehk pooridest läbistatud; mingisugust teralisust siin ei ole, vaid vastupidi — ta lõheneb vertikaalselt pragunedes kaunis suurteks pudedateks tükkideks ja hakkab happe mõjul «keema».

On veelgi üks väga oluline erinevus: mustmuld on viljakas. Üleskündmata mustmullal kasvab suurepärane stepitaimede vaip, kui aga stepp üles künda, külvata sinna nisu, saame sajapuudase saagi (100 puuda ühelt hektarilt).

Aga lähtekivim?

1954. aastal tuli mul olla Altai krais. See oli uudis- ja jäätmaade laiahaardelise kasutuselevõtmise aasta. Altai krai tasandiku üleskündud uudismaadel voogas kuldne nisumeri. Tihe, kõrge, terade raskuse all lookas peadega hällis ta tuules kuuma päikese all. Tahtmatult tekkis võrdlus merega eriti siis, kui tuul hõljus üle lainetava tiheda kõrge vilja.



Ja Altai krais, kus nii sageli leidub keset steppe kasesalusid, näivad need rõõmsad salud saartena nende vahel voogavas nisu kuldses meres.

Kord tuli meil aga sõita piki suurt balkat. Selle nõlv oli üles küntud ja ka seal kasvas nisu. Ainult siin oli ta kuidagi ebaühtlane: kohati tihe ja kõrge, kohati aga madal, harv, mannetu, lühikese ja kidura peaga. Need paigad näisid eemalt älvestena. Hõreda nisu vahelt paistis selgesti kollakas maa.

Niisugust masendavat pilti võis näha balka nõlva nendes kohtades, kus sulaveed ja vihmavood olid

ära uhtnud mulla ja paljastanud lähtekivimi — lössitaolise liivsavi.

Mustmullal kasvas tore vili, paljastunud lähtekivimil aga vilets ja kidur nisu.

Hooletud olid peremehed, kes sellele nõlvale nisu külvasid. Ebaõige künniga hävitasid nad mulla neis kohtades, kus voolavad sulava lume ja vihmaveed.

Seni kui balka oli üles kündmata, ei esinenud siin uhtumist.

Stepirohud seisid voolava vee teel ees ja pidurdasid vee jooksu. Ülemises kihis oli mustmuld kinnitatud taime juurtega. Nõlva üleskündmisega anti aga veele vabadus. Ta hakkas viljakat mulda ära kandma ja uhtis ta oma teelt täiesti.

Nõlvadel peab kündma oskuslikult. Järske nõlvu ei tohi üldse üles künda. Laugetel nõlvadel aga peab kündma mitte piki, vaid risti kallakut. Neisse kohtadesse, kus voolavad veenired, tuleb kuhjata muldvallid. Veel kasulikum on nõlva servale, veevoolu algusesse, istutada metsavöönd. See tõkestab kõige paremini vooluvetele teed, vähendab selle jõudu ja sunnib vett vaikselt, mulda niisutades temasse imbuma, uhtmata teda aga ära.

Mustmuld on väga viljakas, lähtekivim — paljastunud lössitaoline liivsavi — on aga peaaegu viljatu.

Nii suur on vahe mustmulla ja selle all asuva lähtekivimi vahel! Millest see vahe on tingitud? Kuidas juhtus, et kiht, mis asub kollakal liivsavil, ei sarnane sellega sugugi, vaid on must, teraline ja viljakas?

## KUIDAS TEKKISID MAA PEALE MULLAD?

Oli aeg, millal inimesed mõtlesid, et kõik maailmas on loodud jumala poolt, et loomisest saadik pole midagi muutunud ja et ka mulla koos viljakusega lõi jumal. Piibli esimeses raamatus, kuhu on kogutud muistsete juutide müüdid ja legendid, räägitakse näiteks järgmist:

«Ja Jumal ütles: Vesi kogunegu taeva all ühte paika, et kuiva näiks. Ja see sai nõnda.

Ja Jumal nimetas kuiva maaks, aga veekogu nimetas ta mereks: ja Jumal nägi, et see hea oli.

Ja Jumal ütles: Maast tärgaku noor rohi üles, rohud, mis seemet annavad, viljalised puud, mis vilja kannavad, oma soo järgi, kus nende seeme sees on maa peal. Ja see sai nõnda.

Ja maa ajas noore rohu üles, rohud, mis seemet annavad oma soo järgi, ja puud, mis vilja kannavad, kus nende seeme sees oma soo järgi. Ja Jumal nägi, et see hea oli.

Siis said õhtu ja hommik kolmandaks päevaks . . .»

See tähendab, nagu oleks jumal loonud mulla sellel kasvavate taimedega kolmandal päeval, pärast seda kui ta esimesel päeval oli loonud valguse ja pimeduse, teisel päeval taeva. Üldiselt aga jutustatakse selles legendis, et jumal lõi kogu maailma kuue päevaga, kusjuures inimese oleks ta nagu loonud kõige lõpuks, s. t. viimasel, kuuendal päeval.

Ja kaua, kaua, paljude sajandite kestel uskusid inimesed, et muld ja kogu maailm on niisugune, nagu ta loodi jumala poolt. Selline ettekujutus valitses mitte ainult religioonis, vaid ka teaduses.

Siis aga tulid teadlased, kes püüdsid seletada muldade tekkimist mitte jumala tahtega, vaid looduslike tingimuste mõjuga. Üheks esimeseks nende

hulgas oli meie kaasmaalane Mihhail Vassiljevitš Lomonossov.

1763. aastal kirjutas ta teoses «Maa kihtidest», et «tohutu suure osa» ülemisest kihist ehk «maa välimusest» moodustab mustmuld. «Selle tekkimine ei ole Mineraalne, vaid kahest teisest Looduse riigist — loomsest ja taimsest . . . ,» arvas Lomonossov.

Teisiti mõtles akadeemik Pallas. Tema arvates on mustmuld tekkinud meresetteist, mis on ladestunud meres lössitaoliste liivsavide peale. Mustmullast ei leitud aga merelimuste kodasid ega teisi meres elavate organismide jäänuseid ning see akadeemik Pallase oletus osutus ebaõigeks.

See, et Lomonossov ja Pallas olid huvitatud just mustmulla tekkimisest, on täiesti mõistetav. Mustmuld on ju meie kodumaa kõige viljakam muld, Venemaa viljaait.

Juba XIX sajandil ilmus uus teooria: mustmuld olevat tekkinud soodest. Olid tohutud sood, neis ladestus turbakiht ja sellest turbast kujunes mustmuld.

Ka see «soo»-teooria tõugati troonilt väga kiiresti. Sood tekivad ju seal, kus on märg, kus maa on veest läbi imbunud, mustmuld aga esineb alati kuivadel stepialadel. Sada aastat pärast seda, kui Lomonossov oli kirjutanud oma teose «Maa kihtidest», ilmus aga akadeemik Ruprechti raamat «Geobotaanilised uurimised mustmulla kohta». Selles teoses elustusid geniaalse Lomonossovi ideed.

Ruprecht ütles, et meresetteil ega turbal ei ole midagi ühist mustmullaga. Mustmuld on tekkinud stepitaimestiku mõjul. See mõte oli täiesti õige, kuid Ruprecht ei suutnud seda vajalikul määral tõestada. Pidi mööduma veel kakskümmend aastat, enne kui mustmulla saladus lõplikult lahendati.

See juhtus pärast seda, kui 1859. aastal ilmus

Charles Darwini[1] raamat «Liikide tekkimine», milles ta ümberlükkamatult tõestas, et kõik loomad ja taimed pole alati olnud sellised, nagu nad on praegu, vaid nad on tekkinud teistest, nüüd väljasurnud loomadest ja taimedest. Inimestki pole loonud jumal mullast, nagu seda kinnitas piibel, vaid ta põlvneb ahvilaadseist olendeist.




Sellega oli inimeste usk looduse muutumatusse hävitatud.

Varsti lahenes ka mustmulla ja kõigi teiste muldade tekkimise küsimus.

Selle lahendas silmapaistev vene teadlane Vassili Vassiljevitš Dokutšajev.

## VASSILI VASSILJEVITŠ DOKUTŠAJEV

Siirdume mõttes sada aastat tagasi.

Talv. Smolenski kubermangu lund täistuisanud metsatukkade, põldude ja soode vahel liigub vaevaliselt talumehe hobusesetuka taha rakendatud regi. Rees on kohvrid seminaristide varaga, ree järel aga sumavad südilt läbi hangede kohvrite omanikud — Smolenski vaimuliku seminari õpilased. Tuleb kakssada versta käreda külmaga jalgsi maha vantsida,

[1] Charles Darwini kohta lugege V. M. Korsunskaja huvitavat raamatut: Charles Darwin. Eesti Riiklik Kirjastus, Tallinn 1959.

et talvisel õppevaheajal kodukülas käia. Kuid kodu tõmbas seminaristе nii tugevasti, nii väga igatsesid nad pääseda neetud seminarist, kus neid piinati mõttetu tuupimisega ja peksti vähemalgi põhjusel, et kahesajaverstane jalgsimatk läbi tuisu neid ei kohutanud. Ühekandi poisid, kes elasid lähestikku, palkasid rubla eest küüdimehe kimpsude-kompsude jaoks ning asusid teele.

«Ninameheks» oli neil Dokutšajev — tulevane kuulus teadlane.

Külapapi poeg Vassili Vassiljevitš Dokutšajev oli sunnitud alustama oma õpinguid vaimulikus koolis, seminaris. Papipojad said seal õppida tasuta.

Vaimuliku seminari elu on õigesti kirjeldatud Pomjalovski raamatus «Jutustusi bursast».

Seal valitses karm kord, toorus, tuupimine ja peksmine. «Keegi ei suutnud vältida ihunuhtlust; isegi hiilgavad hinded ei päästnud «urvaplaastrist», nagu nimetasid seminaristid värskeid kasevitsu. Kui õpetaja ei leidnud õppeaasta kestel ainsatki põhjust norimiseks, siis peksis ta «vitsahirmu pedagoogika» kindla pooldajana aasta lõpul õpilast just sellepärast, et see ei olnud kordagi peksa saanud. Lõunata jätmine oli isegi kooli ülemuste eriliseks sissetulekuallikaks,» nii kirjeldab akadeemik B. B. Polõnov olukorda vaimulikus seminaris, kus õppis Dokutšajev.

Peamiseks õppeaineks oli usuõpetus. Õpetamine seisnes aga selles, et sunniti kõike pähe tuupima. Dokutšajev, elav ja teadmisjanuline poiss, vihkas usuõpetust ja tundis selle vastu vastikust kogu elu.

See-eest armastas ta aga lapsepõlvest peale kirglikult loodust. Juba seminaris olles otsustas Dokutšajev, et temast ei saa kunagi vaimulikku ja et ta hakkab õppima ülikooli füüsika-matemaatikateaduskonnas geoloogiat.

Nii ta tegigi. Ta oleks võinud õppida kroonu kulul vaimulikus akadeemias, kuid ta loobus muretust elust ja astus ülikooli.

Elatuda polnud millestki, ja Dokutšajev oli sunnitud ise endale leiba teenima. Missugust tööd võis aga leida üliõpilane? Ainult eratunde loengutest ja õppimisest vabal ajal. Kuid tunde leida ei olnud sugugi kerge. Ja Dokutšajev elas kitsikuses.

«Esimese poolteist aastat elas Dokutšajev Peterburis vaeselt. Linna servas leidis ta krosside eest «onni», nagu ta oma elamut nimetas. Dokutšajev tõusis vara ja läks jalgsi, kamassid paljastel jalgadel, Vassili saarele ülikooli. «Sokkide kasutamine oli mulle tol ajal tundmata,» jutustas ta hiljem oma sõpradele. Raha ei jätkunud ei sokkide ega ka toidu ostmiseks; lõunasööki ei saanud Dokutšajev kaugeltki iga päev... Vaatamata sellisele raskele olukorrale ei antud Dokutšajevile stipendiumi, mille saajate arv oli tollal väga piiratud, ta sai ainult ühekordset toetust 25 rubla ulatuses. Järgmisel aastal anti talle toetust 15 rubla... Vaatamata sellele oli tal diplomil kõigis kahel esimesel kursusel õpitavates ainetes peale füüsika ja zooloogia kõrgeim hinne: «väga hea».

Möödub neli aastat. 1871. aastal lõpetab Dokutšajev ülikooli. Nüüd ongi ta diplomeeritud geoloog, teaduste kandidaat (tol ajal saadi teaduste kandidaadi kraad kohe ülikooli lõpetamisel).

1873. aastal tabab aga Venemaa mustmullaalasid põud, mis kordub ka 1875. aastal.

Need kaks põua-aastat, mis kordusid nii lühikese ajavahemiku järel, tõid kaasa kirjeldamatu viletsuse.

Kuidas võidelda ikalduste ja kehvade vilja-aastate vastu? Kuidas tõsta mulla viljakust tavalistel, sood-

satel aastatel, et katta kehva vilja-aasta puudujäägid?

Nendele küsimustele oli seepärast raske vastata, et polnud midagi teada mullast endast, sellest mustmullast, millel kasvab nisu. Nagu Dokutšajev ütles: «... kõik geoloogilised faktid mustmulla kohta olid seni kogutud juhuslikult, möödaminnes, ilma ühtse plaanita ja mitte alati vajaliku kriitikaga.»

1876. aastal otsustati tõsiselt asuda mustmulla uurimisele ja see töö anti V. Dokutšajevile, kes vaatamata oma noorusele oli end näidanud andeka, energilise ja asjatundliku geoloogina.

Aega viitmata asus Dokutšajev uurimistöödele looduses. Tema plaanid olid laiaulatuslikud. Ta pidi «läbima Venemaa Euroopa-osa mustmullavööndi selle kõige tüüpilisematel aladel üks kord põhjast lõunasse, teine kord idast läände».

Kerge on öelda — «läbima». See tähendas suuri vahemaid. Venemaa Euroopa-osa mustmullavöönd laiub põhjast lõunasse, Rjazanist Kubanini, ligi tuhande kilomeetri ulatuses, idast läände aga vähemalt 700 kilomeetri ulatuses.

Praegu on teadlaste käsutuses ju lennukid, helikopterid, mitmesugust tüüpi maastiku-, veo- ja sõiduautod. Dokutšajevil oli aga ainult kalessi ette rakendatud hobune ja omaenda jalad.

Siin tuligi kasuks treening ajast, kui ta veel seminariaastail talvevaheajaks koju minnes kakssada versta maha kõmpis, Peterburis aga jalgsi läbi terve linna ülikooli käis.

Neli aastat kestis Dokutšajevi uurimistöö. Selle aja jooksul käis ta läbi kogu Euroopa-Venemaa lõunaosa kuni Uraali jõeni ja läbis selle hiiglaala mitte kahest, nagu oli kavatsenud, vaid õige mitmest kohast.




Ta tõusis alati koidikul, sõitis kogu päevaks välja, töötas väsimatult loojakuni ja jõudis ära teha palju enam kui kestahes tema abilistest või õpilastest.

Peale kirjelduste ja võrdluste välitingimustes, looduses, kogus ta keemiliseks analüüsiks tohutul hulgal mullaproove.

Selle töö tulemusena kirjutas Dokutšajev oma kuulsa teose «Vene mustmuld», milles ta käsitles mitte ainult mustmulda, vaid mulda üldse: mis on muld, kuidas mullad tekivad, mis mõjutab nende tekkimist.

V. Dokutšajev tõestas, et muld areneb lähtekivimist (s. t. liivast, savist, liivsavist või mõnest teisest kobedast kivimist) kliima, taimede ja loomade mõjul.

Nii sai alguse uus teadus — mullateadus. See ei olnud enam geoloogiaharu, vaid iseseisev teadmiste valdkond.

Mulda hakati vaatlema mitte enam kui üht geoloogilistest kihtidest, vaid kui erilist looduse osa, mis moodustub eluta kivimite ja elusorganismide vastastikusel mõjutusel.

Venemaa sai mullateaduse hälliks. Teiste maade teadlased õppisid Dokutšajevilt ja laenasid venelastelt muldade nimetused (tšernosjom, podzol jt.). Sõna «solonetz» esineb praegugi Austraalia muldade kohta kirjutatud ingliskeelsetes artiklites.

M. Lomonossovil oligi õigus, kui ta kakssada aastat tagasi avaldas geniaalse oletuse, et mullad moodustuvad «kahest Looduse riigist». Selgub, et

muldade Maa peal moodustumise mõistmiseks tuleb vaadata, kuidas sellest võtavad osa mõlemad «Looduse riigid» — mineraalne ja elus.

Alustame oma jutustust esimesest, mineraalsest riigist. Mida kujutavad siis endast lähte- ehk mulda tekitavad kivimid: liivad, liivsavid, savid? Missugust osa nad etendavad muldade tekkimisel? Kust nad on tekkinud?

Liivadel, savidel, saviliivadel, liivsavidel, klibul ja paljastel kaljudel on oma ajalugu.

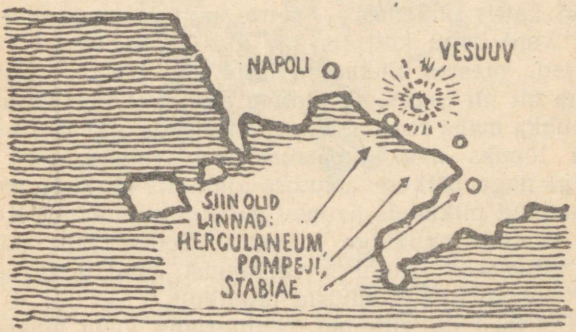
Ja kõigil kivimitel on üks esivanem, millest nad on tekkinud. Mis esivanem see on, seda saate kohe teada.

## KÕIGE MAAPEALSE TULINE ESIISA

1583. aasta septembris kirjutas itaallane Francesco del Nero ühele oma sõbrale: «Ma ei tea, kas te olete olnud Pozzuolis. Kuue noolelennu kaugusel sealpool linna algab tasandik. Ta oli poole miili laiune ja piiras vööna mäest paremal asuvat laheosa. Nüüd on see tasandik ja osa mäge muutunud tulekraatriks. 28. septembril umbes kell 12 päeval muutus meri Pozzuoli juures 600 küünra ulatuses maismaaks, nii et Pozzuoli elanikud võisid sealt koormate kaupa vedada kuivalejäänud kalu. 29. septembril kella 8 paiku hommikul laskus maa seal, kus praegu on kraater, kahe jalutuskepi sügavusele ning välja tuli vesi. Keskpäevaks hakkas maa samal kohal üles paisuma ja õhtuks tekkis väike mägi. Oli näha tuld ja sära ning koletu müra saatel tekkis kraater, kust paiskus välja palju mulda ja kive, mis langesid ümber kraatri, täites mere pooleteisemiilise läbimõõduga poolkaarena. Pozzuoli pool oli tekkinud mägi, maa ja puud ümberringi olid tuhaga kaetud.»

Francesco del Nero nägi pealt, kuidas Itaalias Napoli lähedal tekkis täiesti tasasel kohal kahe päeva jooksul 140 meetri kõrgune vulkaan. Seda vulkaani nimetatakse praegugi Monte Nuovoks, mis tõlkes tähendab «Uus mägi». Praegu uinub ta rahulikult ja tema kraatri lamedale põhjale on külvatud maisi.

Monte Nuovo asub Napolist läänes. Temast ida pool on aga kuulus Vesuuv. See on Euroopa mandri ainuke tegevvulkaan. Vesuuvi tipp suitseb praegugi pidevalt ja viimane suur purse toimus üsna hiljuti. — 1944. aastal.




Eriti kuulsaks sai Vesuuv sellega, et ta peaaegu kaks tuhat aastat tagasi, 79. aastal toimunud purske ajal heitis endast nii palju kive ja tuhka, et mattis täielikult tema jalamil asuvad suured Rooma linnad Herculaneumi, Pompeji ja Stabiae.

Ka seda purset on kirjeldanud pealtnägija. Rooma õpetlane Plinius viibis sel ajal Napoli lahe vastaskaldal, 25 kilomeetri kaugusel Vesuuvist. Ta kirjeldab nähtut järgmiselt: «Mäe kohale kerkis sambakujuline pilv ja pealt laienedes võttis itaalia männi

(piinia) võra meenutava kuju. Pidevate plahvatuste müra saatel laienes see pilv — kord valge, kord tume — ikka enam ja varsti hakkas maa peale ning merre sadama tuhka ja musti kivikilde. Teisel päeval kell 7 hommikul oli üsna pime, kuid võis näha, et linna ehitised olid tugevasti paigalt nihkunud ja varisemisohus, et meri oli kalda juurest taandunud, mäe kohal olevat musta pilve aga lõhestavad heledad sähvatused ja leegid, nagu seda juhtub tugeva äikese ajal. Varsti hakkas pilv allapoole laskuma, ümbruskonda otsekui üle ujutades.

Jooksva rahvahulga eest põgenedes keerasime teelt kõrvale. Vaevalt jõudsime maha istuda, kui meid kattis pimedus — mitte selline nagu pilvisel ööl, vaid nagu kottpimedas toas. Kuuldusid naiste karjed, meeste hõiked ja laste vali kisa . . . Tuhavihm oli nii tugev, et pidime aeg-ajalt üles tõusma ja tuhka maha raputama, et mitte selle alla mattuda. Kui lõpuks hakkas paistma päevavalgus, nõrk ja sünge nagu päikesevarjutuse ajal, siis oli kogu meie hirmunud pilkudele avanev maailm muutunud. Kõik oli kaetud lumivalge tuhaga.» Sellist pilti nähti 25 kilomeetri kaugusel vulkaanist, kuid tema jalamil asuvad linnad hävisid täielikult.

Kes teist on viibinud Leningradis Vene muuseumis, mäletab arvatavasti kunstnik Brüllovi maali «Pompeji viimne päev». Pimedus on katnud linna. Sähvatab ärganud vulkaani ähvardav kuma . . . Hooned varisevad, paanikasse sattunud inimesed püüavad end põgenemisega päästa . . . Kuid keegi ei pääsenud ja kivid ning tuhk katsid kauni linna katuseharjadeni. Et aga kogu ümbrus pärast purset oli muutunud tundmatuseni, siis polnud võimalik leida isegi kohta, kus asus kunagi Pompeji, samuti Herculaneum ja Stabiae.

Enam kui poolteise tuhande aasta pärast, 1713.



aastal, satuti kaevu kaevamisel täiesti juhuslikult Heraklese kujule . . . Hakati kaevama ja leiti üles mattunud Pompeji. Tänavad, ehitised, siseõued, kunstiteosed, isegi maalid seintel — kõik oli säilinud.

Veel praegugi võib väraval lugeda kirja «*Cave canem*» («Karda koera») ja näha õnnetu koera jäljendit, mis on säilinud kivistunud vulkaanilises tuhas.

Elanikele tuli see katastroof täiesti ootamatult. Keegi ei teadnud, et Vesuuv on tuldpurskav mägi. «Kui me oleksime sattunud veidi enne meie ajaarvamise algust Napoli ja Baiae lahe kaldaile,» kirjutab akadeemik A. P. Pavlov, «ja peatuksime kusagil Kreeka koloonia Neapolise (Uuslinna) juures asuval kõrgendikul, siis võiksime ida suunas näha taa-

mal suurt äralõigatud tipuga mäge, mis jalamil ja külgedel on kaetud viinamarjaistanduste ja aedade rohelusega. Märkaksime ka palju suvilaid ja mõningaid võrdlemisi suuri linnu. Kui hakkaksime küsitlema selle paiga kohta, siis saaksime teada, et mäeharjal asub lai lameda ja tasase põhjaga lohk. See nagu valliga ümbritsetud väljak on rooma leegionide sõjaliste harjutuste paik. Suuri linnu mäe jalamil aga nimetatakse Herculaneumiks, Oplontiseks, Stabiaeks, Pompejiks ning neis on uhked skulptuuride ja maalidega kaunistatud majad, templid, amfiteatrid jms. Ühe sõnaga, me ei kuuleks midagi kohutavat ja veenduksime, et siin vohab elu ning areneb rooma kultuur.» Siiski toimus siin 63. aastal maavärisemine. Vesuuv nagu hoiatas, et ta on ärkamas. Ja 79. aastal toimuski kohutav purse.

Sellest ajast peale on pursked kordunud sageli. Vesuuv ise koosneb üksteisel lasuvatest laava ja vulkaaniliseks tufiks kivistuva tuha kihtidest. Neis kohtades, kus sula magma pragude kaudu välja voolas, läbivad kihte hangunud laava vertikaalsed seinad ja sooned.

See tulikuum vulkaaniline magma ongi kõigi maakeral asuvate algkivimite esivanem. Nendest kivimitest tekkisid hiljem liivad, savid ja teised muldade lähtekivimid.

Kunagi iidsetel aegadel, kolm ja pool tuhat miljonit aastat tagasi, oli meie maakera ere, tuline täht, mis säras omaenda valguses.

Kuid Maa pealispind hakkas aegamööda jahtuma. Algul hakkasid vedela sulamagma meres tekkima üksikud tardunud laava rahnud. Nad ujusid mööda keeva ookeani, millest aeg-ajalt kerkisid üles heledad tulepursked. See hõõgkuum aine on kõige Maa peal oleva esivanem. Ta andis materjali kõigi kivimite, merede, ookeanide, õhkkonna, pilvede, kõigi mul-

dade, elusolendite ja meiegi tekkimiseks. (Siiski märgime, et kogu see materjal lebaks kasutamata ja maakera oleks surnud ilma päikeseenergiata. Kuid sellest kõneleme edaspidi.)

Vaikses ookeanis asub Havai saar Kilauea vulkaaniga. See on üks huvitavamaid kohti Maal.

Kilauea kraater on väga lai ja ääreni täidetud hõõguva magmaga. See on ehtne tulejärv. Ta pind alatasa nagu keeks. Aeg-ajalt purskuvad üles pimestavalt valged joad, laava pind aga kerkib vahel nii, et valgub üle serva, siis aga langeb kiiresti tagasi.

Seda tulejärve vaadates võib saada mingi ettekujutuse sellest, missugune oli maakera pind kolm ja pool miljardit aastat tagasi.

Aegamööda kattus kogu Maa kõva, pealt jahtunud koorega.

See koor oli algul nõrk. Ta pragunes sageli, murdus, kohati sulas uuesti, pragudest valgus välja helendav, tuline magma.

Kuid aegade jooksul muutus maakoor üha paksemaks ja vastupidavamaks ning lõpuks aheldas tulise magma väljastpoolt kõva rüüga.

Kuid Maa sisemus pole veel käesoleva ajani kaugeltki jahtunud. See saab märgatavaks Maa sügavusse laskumisel. Selgub, et iga 33 meetri järel tõuseb temperatuur ühe kraadi võrra.

Sügavates kaevandustes on väga kuum. Tuleb palju vaeva näha õhu jahutamisega, et inimesed võiksid seal töötada. Ameerikas on väga sügav kullakaevandus. Kui seda oli süvendatud 2000 meetrini, tõusis temperatuur 56°-ni ja kulla kaevandamine ei olnud enam tasuv — õhu jahutamine oleks läinud liiga kalliks.

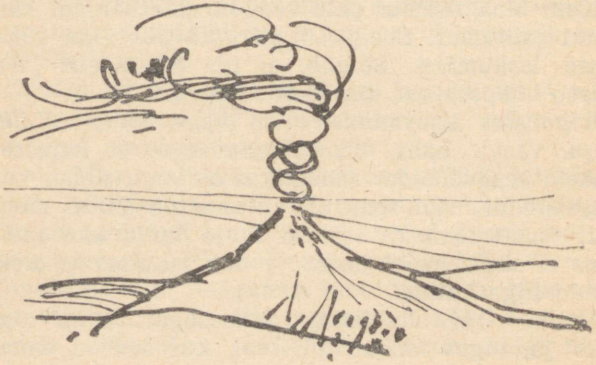
Maakoor ei ole ühtlase paksusega. Ta on väga paks ja tugev mandritel, seal, kus asuvad ammu

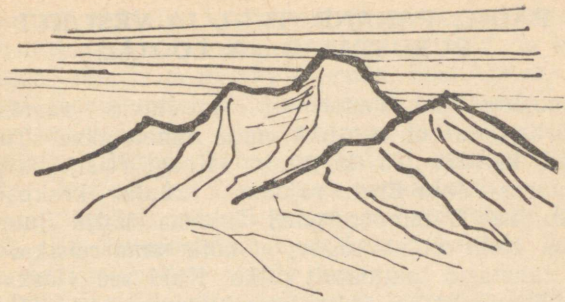
kivinenud kolossaalsed platvormid. Siin ei ole maaväringuid ega lõhestumisi. Need hiiglasuured rasked platvormid võivad ainult veidi tõusta ja laskuda, otsekui hõljudes sulamagma raskel sitkel alusel. Niisugune on näiteks Vene platvorm. Moskva asub peaaegu tema keskel. Kuid Maa peal on ka kohti, kus maakoor ei ole nii tugev, vaid palju õhem. Neid alasid läbistavad lõhangud, siin toimuvad maavärisemised ja leidub avasid maakoores — vulkaanide kraatreid, mida on tekitanud väljapääsu otsiv maakoore alla vangistatud vulkaaniline magma.

Maa peal on kaasajal üle neljasaja tegevvulkaani, koos kustunutega ulatub nende arv aga ligi tuhandeni.

Seda ei ole just palju. Pealegi toimuvad pursked võrdlemisi harva ja sulamagma voolab pinnale küllaltki väikestes kogustes. Värskelt hangunud laavat võib näha vaid vulkaanide nõlvadel ja laava poolt hõlmatud pindala on väga väike võrreldes kogu maakera territooriumiga.

Siiski võime me looduses täheldada nende aegade jälgi, millal vulkaaniline tegevus oli hoopis tuge-





vam. Me võime näha hiiglaslike katastroofide jälgi, kus tulikuum magma maakoore lõhede kaudu sellise tohutu vooluna välja tungis, et kattis lausalise tulemerena maapinna ulatuslikud alad.

Niisugune maapinnal laialivalgunud laavavool moodustas näiteks Siberis Kesk-Siberi kiltmaa ääretud alad.

Jahtunud vulkaanilisest magmast tekkinud kivimeid nimetatakse purskekivimeiks, kuigi nad alati pole välja purskunud. Mõnikord tuline magma ainult kergitas maakoore kihte, siis aga voolas nende all laiali ja tardus seal maapinnale tõusmata. Vahel tungis ta lõhedesse ja tardus seal kivisoonteks.

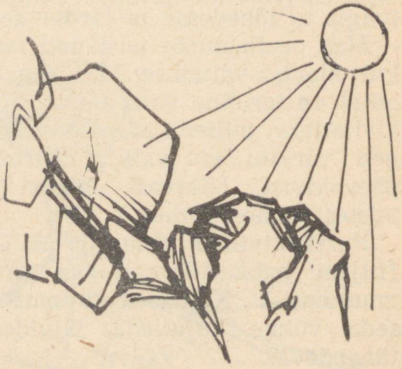
Maa pealispinnal tardunud laava omandab harilikult klaasja välimuse. Maa sügavuses tardunud kivimitel on teraline struktuur. Neid nimetatakse süvakivimiteks, millede näiteks on graniit. Graniit koosneb värvitu või valkja kvartsi teradest, punasest päevakivist, läikivast vilgust ja vähesest hulgast teistest mineraalidest.

Purskekivimid ilmusid Maa peale esimestena. Hiljem hakkasid nad aga järk-järgult lagunema, muutuma . . . Kuidas see toimus noil iidsetel aegadel, seda võime kujutleda, jälgides nende lagunemist tänapäeval.

## PÄIKE, PAKANE, TUUL JA VESI KUI PURUSTAJAD JA LOOJAD

Geoloog B. Fedorovitši huvitavas raamatus «Kõrbe pale» on peatükk, mida nimetatakse «Tulistavad kivid». Ta kirjutab: «Keegi reisija, sõites Sahaaras Suur-Ergi rajoonis, kuulis keskpäeva paiku 42° C temperatuuril lähema kalju juurest lasku. Kõla oli nii tugev, et kõik tema reisikaaslased vahetasid tahtmatult pilke. Kuid see «lask» ei tulnud püssist, vaid päikese kuumuse tõttu lõhkes lubjakivikalju. Kõrbe elanikud — tuareegid — nimetavad seda «päikese hääleks». Nad ütlevad, et nende kodumaa päike «paneb isegi kivid kisendama».

Kõrbes on öösel külm, kuid päeval väga kuum. Kivid kord kuumenevad, kord jahtuvad, kord paisuvad, kord tõmbuvad kokku. Seejuures nad pragunevad, lõhenevad. Eriti tugevasti pragunevad kivid siis, kui nende kuumenenud pinnale langeb külm vihmavaling. Sellepärast, nagu kirjutab B. Fedorovitš, «... kujutavad paljude kõrbete keskosad endast kummaliste vormidega kaljude labürinte ja



murenenud kivimi kuhjumeid. Säärastes kohtades on graniitkaljud niivõrd murenenud, et neid on kerge käega tolmuks ja liivaks hõõruda. Sise-Aasias, Nan-Šani veeta mägedes, toodavad hiinlased kulda, purustades kätega graniidikampu ja siis seda puru tuulates. Mõnes kohas on kaljud otsekui kärnas, olles kaetud kord väikeste «laastudega», kord suurte, keskelt puhevil kestadega. Pudenenud kaljudelt alla, moodustavad need kestad kaljude jalamitel teravaservaliste kivide mere».

Põhjas ei ole niisugust suurt kuumust, kuid seal pragunevad kaljud pakase mõjul. Kui aga pragudesse satub vesi, paisub see külmudes ja purustab kivi. Kaljud purunevad rahnudeks, nendest eralduvad omakorda väiksemad kivid, mis raskustungile alludes alla veerevad ja «kivikülve» moodustavad.

Kaljude purustamisele aitab tugevasti kaasa tuul, eriti liivakõrbetes.

Barhaanide tipud hakkavad «suitsema» isegi võrdlemisi nõrga tuulega. Aga kui tuul tugevneb, algab liivatorm. Kogu õhk on täis kuuma lendavat liiva. Ega asjatult ole araablased andnud liivatormile nimeks «samuum», mis tähendab «mürk».

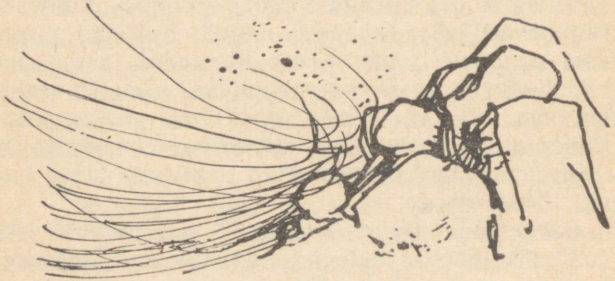
Liivatormide ajal jõuliselt vastu kaljusid paiskudes nikerdavad kõvad liivaterakesed viimastest imeväärseid kujusid, mis sarnanevad kord seene, kord inimese, kord kummalise sambaga. Nad uuristavad kaljudesse süvendeid, puurivad meekärgede-taolisi auke ja tunginud kivide sisemusse, õõnestavad sinna tühemikke, tekitades «kivikirste».

Nii lõhenevad ja purunevad aegade kestel monoliitsed ja terviklikud purskekivimid. Seejüures omandavad nad vahel väga huvitavaid vorme.

Krasnojarski lähedal asub looduskaitseala «Stolbõ» («Sambad»). Pool miljardit aastat tagasi purskus siin maapinnale hõõguv magma, ujutas üle mitme

ruutkilomeetri suuruse ala ning hangus siis tohutu suure «hobuserauana».

Päikese, pakase, vee ja tuule tegevus lõi paljude tuhandete aastate kestel kummalised kaljud. Ümberringi aga laius taiga. Ammusest ajast armastavad siin jalutada Krasnojarski elanikud. Siia sõidavad siberlased, et nautida kaunist loodust ja ronida kaljudel. On tekkinud isegi alpinismi eriliik — «stolbism». Igal kaljul on oma nimi.



Kahe naaberpanga nimed on «Taat» ja «Eit». Kaljupank «Taat» meenutab tõesti laubale tõmmatud kaabu ja habemega vanamehe profiili. Siin on ka kalju «Lõvi väravad», kus kahte tohutu suurt sammast liidab pealt kuubikukujuline süeniiditükk. Kaljud on kollased ja punased. Värvidemängu täiendavad mitmevärvilised samblikud.

Need kaljupangad on tervikliku kivirahnu jäänused. Nende küljest on lahti murdunud palju kive, mis purunesid väikesteks tükkideks ja mis vee poolt ära kanti.

Vesi on kõige võimsam kivimite peenendaja. Eriti suur on kiiresti voolava vee jõud.

Mäestikuveed viivad kaasa mitte ainult liiva ja

kive, vaid kangutavad kohalt suuri panku. Kivid hõõruvad üksteise vastu, tasandavad siledaks teravad nurgad ja muutuvad järk-järgult veeristeks või peeneks jõeliivaks.

Tugev on ka laintemurru jõud. Isegi vaikse ilmaga ei ole meri täiesti rahulik: pidevalt ja ühtlaselt veereb laine randa ning vaob vaikse mühaga tagasi. Seda müha tekitab klibustik. Vesi liigutab kivikesi ja nad hõõruvad klõbisedes üksteise vastu. Veenirekesed aga vulisevad, rutates kivikeste vahelt tagasi merre.

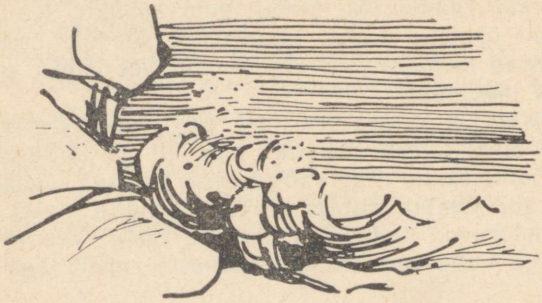
Meeldiv on mererannal vaadata neid ilusaid kivikesi, millele meri on andnud sileda, kuid mitmekesise vormi. Siin on ümmargusi, ovaalseid, leivapätsikujuliselt piklikke, suuremaid ja väiksemaid. Kivide hulgas võib siin-seal leida nagu treipingil treitud puu- või korgitükke.

Tuul läheb tugevamaks, merel tekivad valged «jänesed», laineharjadevaht. Murdlaine aga enam ei sosista ega vulise. Klibusele rannale paiskub kohinaga kõrge laine ja ulatub kaugele. Ta taob, keerab, nühib ja hõõrub kive tugevasti üksteise vastu.

Järsu kalda vastu paiskuvad merelained veelgi kohutavama jõuga. M. Gorki luuletuses «Laul tormilinnust» kõneldakse sellest järgmiselt:

«... Aga tuul see võimsa käega kaissu haarab laineharjad, õela hooga virutab vahuks-tolmuks vastu rahne rohelisi vetevalle.»

Kui kallas koosneb pehmetest settekivimitest, lõhub meri teda väga ruttu, vahel otse silmanähtavalt. Murdlained tasandavad pinda, tekitades kõrge kalda kohale sileda leetseljaku. Mere uue taandumise korral jääb siia tasane astang — mereterrass. Kõvadest kaljudest koosnev kallas puruneb palju



aeglasemalt, sajandeid. Kuid meri tegutseb visalt ja järelejätmatult, päevast päeva. Pealegi pole siin tegevuses ainuüksi meri. Temaga koos töötavad päike, pakane ja tuul. Kaljud lõhenevad ja lahtimurdunud kivipangad langevad lainete löökide all mürinal merre. Siin peksavad neid lained, hõõruvad veeris ja liiv, kuni nad päris peeneks lagunevad.

Vesi purustab kive isegi jääna. Seda võib hästi näha mägedes, kus igilumi moodustab algul jääkristallid — firni —, siis aga tiheneb tihkeks sinkjaks jääks.

Kõva ja rabe jää (kui kergesti ja kõlisedes puruneb jääpurikas!) on tähelepanuväärse omadusega: ta võib voolata, kuigi väga aeglaselt.

Mäetippudele kuhjunud jää hakkab nihkuma allapoole jääliustikuna. Liustiku sisse külmuvad kivid ja liiguvad sellega kaasa. Aeglaselt, kuid vastupandamatu jõuga kisub neid endaga jääliustik. Kivid murduvad, hõõrduvad siledaks, nende teravad nurgad aga jätavad kaljudele kriimustusi ja vagusid, mis hiljem on hästi märgatavad.

Nii järjekindlalt tegutsevad looduse purustavad jõud, mille tagajärjena terviklikud kivirahnud aegapidi väikesteks osadeks pihustuvad.

Samaaegselt toimub mineraalide keemilise koostise muutumine. Ja jällegi etendab siin kõige tähtsamat osa vesi.

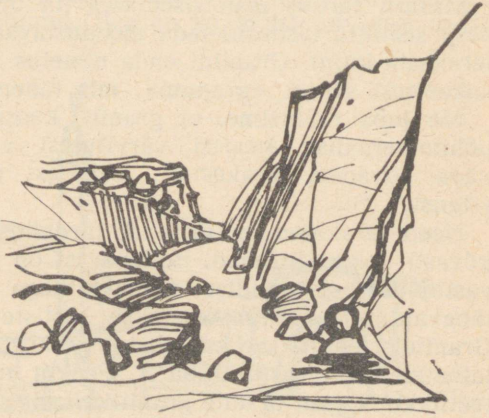
Tõsi, purskekivimid ei lahustu vees, kuid vesi ei ole kunagi täiesti puhas mitmesuguseist lisandeist. Temas on alati lahustunud õhus leiduvaid gaase, sealhulgas süsihappegaasi. Süsihappegaas moodustab vees lahustudes nõrga happe, mis on juba suuteline kive söövitama.

Vees võib leiduda ka kangemat hapet — lämmastikhapet, mis tekib õhus äikese ajal. Vulkaanidest aga eraldub harilikult isegi nende puhkeperioodil väävli põlemise resultaadina väävlisgaasi. Vees lahustudes moodustab ta väävelhappe.

Need happed söövitavad kivid järk-järgult peeneks.

Purskekivimite kõvadel pangastel võib alati leida mikroskoopilisi organisme — baktereid. Ka nemad võtavad osa kivimite keemilisest lagundamisest.

Kaljudele asuvad elama samblikud. Tihti kleepu-



vad nad õhukese koorikuna või vahuna kivi pealispinnale. Samblikud on mitmevärvilised: punased, kollased, mustad, pruunid, ereoranžid, mõnikord ka piimvalged. Sageli katab niisugune samblikukile kivid täielikult, nii et nad näivad mitmevärvilistena, kusjuures kivimi enda värvust pole samblike tõttu üldse nähagi. Kividele asuvad ka pruunid, valged, kollakad või rohekad puhmakujulised samblikud. Samblikud sisaldavad palju happeid, mida nad kividele kleepumisel eritavad, söövitades aegamööda kivi.

Kui aga kaljurahn praguneb, asuvad sinna ka õistaimed. Nende juured tungivad pragudesse ja aitavad kaasa kivide purustamisele.

Nagu näete, etendab kivimite purunemine väga suurt osa muldade moodustumisel.

## MIS TEKIB GRANIIDITERADEST?

Võtame näiteks kõigile tuntud graniidi — ühe kõige levinumatest kivimitest maakeral.

Graniit tardus maa sisemuses (ta on süvakivim) ning seetõttu tardusid teda moodustavad mineraalid terakeste kujul. Graniidi enda nimetus tuleneb ladinakeelsest sõnast «granum», mis tähendab «tera».

Me juba rääkisime, et graniit koosneb kolmest põhimineraalist: kvartsi värvitutest või valgetest väga kõvadest terakestest, punasest põldpaost ja vilgust.

Need terakesed on graniidi tardumisel omavahel kõvasti kokku liitunud. Sellepärast on graniit väga vastupidav. Graniidist munakividega sillutatakse tänavaid. Graniidiga kaetakse ehitiste välispindu. Graniidist ehitatakse kaldakaid: graniittahud peavad lainetele hästi vastu. Juba A. Puškin imetles majesteetlikku Neevat ta uute graniitkallaste vahel:

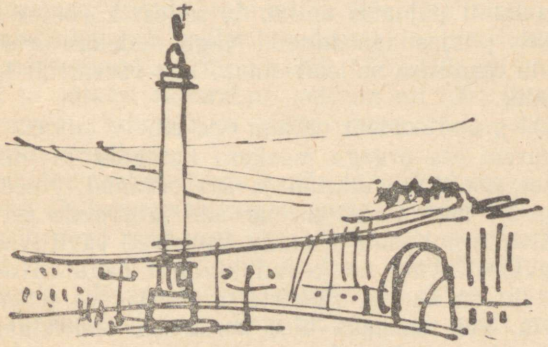
«...Raudsillad üle vete aet,
saar saare kõrva kihav-keevas
graniiti soomustunud Neevas
mahlränka rohelusse maet.»

ning edasi:

«Meel ammu sinusse ju armus,
su külge köidab, Peetri teos,
sind sinu sirgus, sinu karmus,
su kallaste graniitne seos...»

Graniitpangast on tehtud «Vaskratsaniku» alus. Igaüks, kes on viibinud Leningradis, on imetlenud Iisaku katedraali kauneid poleeritud graniidist sambaid. Leningradis Lossiväljakul asuv 47,5 meetri kõrgune Aleksandri sammas on välja raiutud ainsast graniitrahnust. Mitmevärvilise graniidiga on kaunistatud paljud Moskva ja Leningradi metroojaamad.

Neeva graniitkaldad on üle saja aasta vanad. Siiski pole märgata, et nad selle aja kestel oleksid kuidagi muutunud. See on ka mõistetav, sest sada,



sada viiskümmend või isegi kakssada aastat on ääretult lühike aeg, ainult silmapilk võrreldes näiteks Soome graniitsete mägede eaga, mida arvatakse poolele miljardile aastale. Selle aja kestel on mitmed graniitkaljud purunenud ja vee, tuule ning jääliustike poolt Soomest kaugele kantud.

Ehkki graniiditerad on omavahel tihedalt seotud, jääb sooja ja külma, vee ja tuule mõjul side nende vahel üha nõrgemaks. Väikesed praokesed eraldavad neid üksteisest ja graniit hakkab murenema, ta terad eralduvad.

Nende terade edasine saatus on erinev. Valged kvartsiterad on imekõvad. Neist tekib liiv. Põldpaost ja vilgust aga saavad alguse savid.

Sellega lõpeb graniidi pikk iga. Kuid me näeme, et ta hävinedes annab alguse kahele tähtsaimale kobedale kivimile — liivadele ja savidele.

Nii toimub looduses hävimine alati käsikäes loomisega. Tõepoolest, kuumus, pakane, vesi ja tuul — loodusjõud, millest me nii palju rääkisime, üht hävitades loovad samal ajal teist.

Võtame tuule. Jah, ta hävitab kaljusid, voolib kive. Siiski tegutseb ta ka ehitajana — loojana. Liiva laiali puhudes ehitab ta sellest kõrbetes barhaanid, põhjas aga luited. Nagu andekas arhitekt loob ta maalilise reljeefi sinna, kus varem oli lame tasandik.

Veel grandioossem on aga vee ehitav toime.

Suurem osa praegu maakera katvatest kivimitest on vee poolt ära uhutud ja siis settinud. Need on peamiselt mere-, aga ka järvede ja jõgede setted. Ja mitte ainult suur enamik liivadest, saviliivadest ja savidest, vaid ka kõvad kivimid nagu liiva- ja kiltkivid on kunagi väikeste osadena vees settinud. Hiljem, kui maismaa üles kerkis ja vesi taganes, muutusid nad kõvadeks kivideks, mis maapinnale

kerkinuna hakkasid jällegi purunema. Nende osakesed kantakse uuesti ära ja nad setivad teistes paikades.

Nüüd siirdume aga pakaseriiki ja vaatame, missugust loovat tööd teeb jää.

Me juba kõnelesime sellest, et jääliustikud liigutavad mägedes paigalt kivisid ja kuhjavad neid moreenina hunnikutesse. Kuid meenutagem neid lössitaolisi liivsavisid, millest on tekkinud meie vene mustmuld. Osutub, et need liivsavid settisid sulava jääliustiku vetest umbes kakssada tuhat aastat tagasi.

Noil aegadel jääliustik, laskunud alla kaugetest Skandinaavia ja Novaja Zemlja mägedest, valgus laiali mööda Venemaa tasandikku ja kattis selle hiiglasliku jäävaibaga. Kahe pika keelena väljaveninult ulatus ta oma arengu kõrgperioodil kaugele lõunasse: üks keel piki Doni jõge, teine piki Dneprit.

Kui kliima muutus jälle soojemaks ja jääliustik hakkas sulama, siis jäid sulava jää kohale kõik need kivid, liiv, tolm ja pori, mis sajandite vältel olid temasse külmunud ja mis temaga koos aeglaselt edasi nihkusid.

Suuremad kivid, rahnud ja liiv jäid maha jää sulamispaika (või selle lähedusse) ja moodustasid siin moreenkünkaid ning voori. Kõikjale jäi maha suuri ja väikesi rändrahne, mis on nii hästi tuntud Leningradi, Vologda ja teiste meie põhjapoolsete oblastite elanikele.

Väikesed osakesed aga kandusid sogase veega jääliustiku alt kaugemale lõuna poole. Need veed moodustasid järvi ning vees olev soga settis aegamööda.

Jääliustik oli väga suur nii oma pindalalt kui ka paksuselt. Kaasajal on niisuguse jääga kaetud Gröönimaa. Seal on jääkate umbes kaks tuhat meetrit paks.

Jääliustik sulas aegamööda ja järk-järgult. Sajandeid tekkisid temast sogased sulaveed. Soga settis neist sajandite vältel ja moodustas lõpuks need paksud liivsaviladem ed, mis asuvad NSV Liidu Euroopa-osa lõunaaladel ja mis on enda alla matnud iidsemad liivakivi, kriidi ja teiste kivimite lademed.

Nii moodustas jääliustik meie mustmuldadele lähtekivimi.

Sellega lõpetame oma jutustuse «looduse mineraalse riigi» muundumistest.

Me nägime, kuidas maapind elab. Siin valitseb igavene liikumine ja muutumine.

Mööduvad sajandid, aastatuhanded, ja seal, kus asusid mäed ning kõvad kaljud, tekib kobedate kivimite — liivade ja savidega kaetud tasandik. Teises kohas aga kerkib pinnale merepõhi, tekivad uued mäed; meresetted muutuvad tihenedes kivideks, hakkavad uuesti lagunema, uhutakse ära... Kõigi nende muutuste kestel luuakse see materjal, millest moodustuvad mullad. Selleks materjaliks on kobedad kivimid.

Kuid kobe kivim ise on elutu, surnud. Kuidas siis tekib temast muld? Kus on see jõud, mis loob elutust liivsavist, tuiskliivast viljaka mulla — helde emakese maa?

Just siin ongi meil tarvis üle minna «mineraalsest riigist» Elu Suurde Riiki.

## KINNIKASVAVATE LUIDETE SALADUS

Suure Isamaasõja päevil sattusin ma Hopjori looduskaitsealale. See kaitseala ulatus piki Hopjori jõge viiekümne versta kaugusele.

Lai jõgi (Doni haru) voolab siin metsarikkas orus, kus kasvavad kord tamme-, kord haava-, kord

jalaka- ja pärnametsad. Seal aga, kuhu jääb kauaks seisma sulavesi, laiuvad lepalodud. Lepa kõrgete tüvede sihvakad sambad lõpevad ülal tumeroheliste kroonide lopsakate kapiteelidega, all on aga iga tüvi ümbritsetud jaanalinnu sulgi meenutavate suurte sõnajalgade ja hiiglaslike kollaste õitega võhumõõkade toreda palistusega.

Lugematuid järvi — endise jõesängi jäänused — ümbritsevad pajutihnikud. Kaldalt ulatuvad vette kõrge pilliroog, põdralill, odajate lehtedega kõõlusleht; vee peal aga ujuvad päikesele laialt avatud lumivalgete kroonlehtedega kaunitarid — vesiroosid; ogalise vesikarika nagu suhkrust õied ja rõõmus väike vesisõnajalg — salviinia.

Hopjori laialdased luhad on kaetud kõrgete rohupuhmastega ja heinaajal levib siin meeldivat heinalõhna.

Hopjori üleujutuse ajal kevadel viib tugev veevool endaga kaasa liiva ja savi. Vastu kaldajärsakuid põrgates uhub ta nad sealt välja ja viib pikale teekonnale kuni Donini, Doni mööda aga Aasovi ja Musta merre. Kui aga lõpeb üleujutus, setivad liiv ja savi, mis ei jõudnud edasi kanduda, siinsamas Hopjori kallastel.

Raskemad ja suuremad liivaterad langevad kiiresti tõttavast veevoolust välja ning kuhjuvad värskest jõeveest uhutud puhta liiva küngasteks.

Saviosakesed ei kiirusta aga neile armsaks saanud jõeveest lahkumisega. Veel kaua püsivad nad seal, käivad ära vaiksetes jõekäärudes ja alles siis, kui vesi rahuneb, vajuvad tasahilju põhja õhukeseks savikaks jõemudaks.

Väsimatu tööga paljude sajandite kestel on jõgi kandnud oma kallastele palju liiva ja savi. Liiva seal, kus üleujutuse vood liikusid kiiresti ja voolu kiirus aeglustus vähehaaval, savi aga vaiksetes jõe-

käärudes, rahulikuks jäänud vees. Nii kogunes Hopjori vasakule kaldale paljude kilomeetrite pikkuselt liiva. Iga kord pärast vee taganemist asusid liiva kallale päike ja tuul. Päike kuivatas märgi liivateri, tuul aga tõstis nad õhku ja kandis endaga kaasa ühest kohast teise. Ja paljudes kohtades piki Hopjori kujunesid maalilised liivakünkad — luited.



Suuremal osal luiteist hakkavad kasvama männid: neid istutasid sinna inimesed. Siiski leidub siin küllaltki paiku palja, katmata tuiskliivaga. Seal sõelub ja pillutab tuul liiva veel praegugi.

Kuid juba paistavad liivast vareskaera (veidi nisu meenutavate suurte peadega kõrrelise) karedad sinkjad lehed ja tugevad varred.

Edasi vilksatavad liivapuju harvad kaharad puhmikud.

Seal aga helgivad päikeses stepirohu siidjad ohted. Nagu kõige peenemad pikad valged suled hõljuvad nad kaunilt tuules.

Stepirohuga koos kasvavad sinakashall liiva-aruhein, madal lõhnav lillakasroosade õitega liivatee ja peenevarreline käokannus, mille valkjaskollased õiekesed lõhnavad õrnalt ja meeldivalt.

Taimed ei lase siin tuultel enam liiva ära puhuda: nad kinnistavad seda oma juurtega.

Veel edasi me näeme juba nõlvadel varjurikkaid tammi ja nende vahel tiheda rohuga kaetud päikesest üleujutatud õierikkaid niite.

Nii võime kinnikasvavatel luidetel liikudes ja tähelepanelikult vaadeldes samm-sammult kindlaks teha, kuidas taimed aegamööda on võitnud tuiskliivad, kinnistanud ja katnud nad kamaraga.

Siin on näiteks vareskaer — kõige südim ja kõige vähenõudlikum esimene asukas. Tema võsude ja juurtega läbikasvanud liiv suudab juba tuule jõule vastu seista.

Kuid vareskaer mitte ainult ei kinnista liiva, vaid ka väetab seda. Igal aastal osa tema lehtedest ja vartest kuivab ja sureb. Ja need surnud jäänused hakkavad kõdunema: nad muutuvad halliks, tumenevad, muutuvad järk-järgult huumuseks.

Algul tekib siin huumust väga vähe ja kui kaevata liiva hõredalt kasvavate vareskaera puhmaste vahel, on isegi raske silmaga märgata huumuse olemasolu — vaevaltnähtavat hallikat värvust, mis on ilmunud liiva.

Kuigi huumusesisaldus on väike, annab ta siiski liivale mõningad viljakuse tunnused. Me näeme, et vähenõudliku vareskaera kõrval hakkab esinema õrnemaid ja nõudlikumaid taimi: stepirohtu, sinkjashalli stepi-aruheina, mägimünti ja teisi. Nad kinnistavad oma juurtega liiva lõplikult, nende surevad vanad lehed, võsud ja juured aga pehkivad ja kõdunevad ning muld muutub iga aastaga üha viljakamaks.


TRÜ Raamatukogu

Ja polegi enam puhast jõeliiva. Kui võtame labida ja hakkame kaevama stepirohu mätaste ja lõhnava mägimündi vaibakeste vahel, siis näeme, et liiva pealmine kiht on omandanud märgatavalt hallika värvuse, mis ulatub 30—40 sentimeetri sügavusele (allpool tuleb aga liiv, mida silmaga ei eralda puhtast jõeliivast).

Sellistel *hallidel liivadel* kasvavad head arbuusid. See on juba muld!

Vaatame nüüd edasi sinna, kus rohi on veelgi tihedam, kus rohelistel lagendikel kasvavad tammed. Püüame siin kaevata.

Kõigepealt lõikab meie labidas läbi rohukamara. Kamara all on aga tumehall, peaaegu must rohujuurtest läbitud muld. Kaevame sügavamalt ja näeme, et tumehall, peaaegu must kiht ulatub 50—60 sentimeetrini ja isegi sügavamale. Alles siit algab hele liiv, mis on algul veidi hallikas, siis kollakas ja umbes poolteise meetri sügavusest peale väliselt puhtast heledast jõeliivast mitte millegagi erinev. See on lähtekivim. Tema ülemine kiht on muutunud hästi arenenud mullaks, liival paiknevaks mustmullaks.

See muld on väga viljakas. Kui teda üles künda, siis kasvab siin suurepärane mais, tohutute, peaaegu kolmandikmeetriste tõlvikutega, tore kartul ja teised kultuurid, mis armastavad liivast (ehk, nagu öeldakse, kerget) mulda. Kuid niisugust mulda tuleb künda ettevaatlikult ja osade kaupa. Ei tohi välja raiuda siin kasvavaid puid, vaid tuleb istutada uusi metsaribasid ja võtta tarvitusele teisi abinõusid mulla ärakandmise vastu. Vastasel korral võib pärast üleskündmist tuul selle väärtusliku mulla ära puhuda.

Me jälgisime siin samm-sammult, kuidas on tekkinud viljakas muld. Taimed olid selle loojaks.

Möödusid aastad, aastakümned, sajandid... Esimeste vähenõudlike taimede hõredavõitu kate on asendunud tiheda rohuvaibaga. Ja mida rohkem taimi siin kasvas, seda enam jõudu andsid nad maale, seda mustemaks muutus maa temasse kogunevast huumusest, seda tüsedamaks sai mustmulla viljakas kiht...

Nüüd aga mõtleme õige selle üle järele, mida praegu ütlesime: aastast aastasse kasvasid mullal taimed, muld aga muutus üha viljakamaks.

Kas pole see imelik? Loomulik oleks ju, et mida rohkem kasvab mullal taimi, seda enam mahlu imevad nad temast välja ja seda lahjemaks ta jääb. Kuid tegelikult toimub just vastupidine: muld muutub üha paremaks ja viljakamaks. Temasse koguneb üha rohkem ja rohkem uut ollust — huumust, kõdu, mida ei olnud lähtekivimis.

See toimub nii sellepärast, et taimed väetavad mulda oma kõdunevate lehtede, juurte ja vartega.

Nii ta ju on; aga kust siis taimed ise võtavad need ained, millest koosnevad nende juured, lehed, varred? Võib-olla saavad nad neid mullast? Kuid siis tekiks ju nõiaring: nii palju aineid kui taim võtaks mullast, niisama palju annaks ta kõdunemisel tagasi ja viljakus jääks kogu aeg endiseks. Tegelikult aga näeme, et mulla viljakus on üha kasvanud, temasse on kogunenud ikka rohkem huumust.

Tuleb välja, et taimed annavad mullale rohkem ainet, kui nad sealt saavad!

On see alles looduse mõistatus! Kuid selle mõistatuse on inimesed lahendanud ja ka meie teiega avastame selle saladuse.

Võti selle saladuse avamiseks peitub küsimuses: millest ja kuidas toituvad taimed?

## MILLEST TOITUVAD TAIMED?

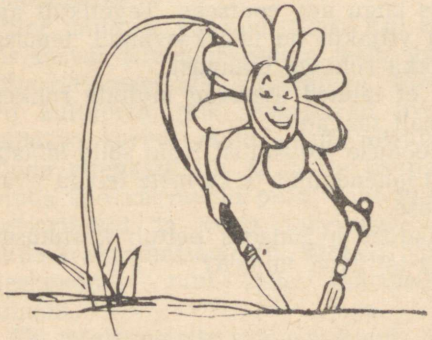
Antiikaja teadlased olid veendunud, et taimed toituvad maa mahladest, et nad imevad juurtega maast valmis toitu. Antiikaja suurim teadusemees Aristoteles kõneles, et taimedel sellepärast polegi magu ja teisi seedeelundeid, et neid asendab muld, milles seeditakse ja töödeldakse ümber surnud taime juured ja teised taimede ning loomade jäänused.

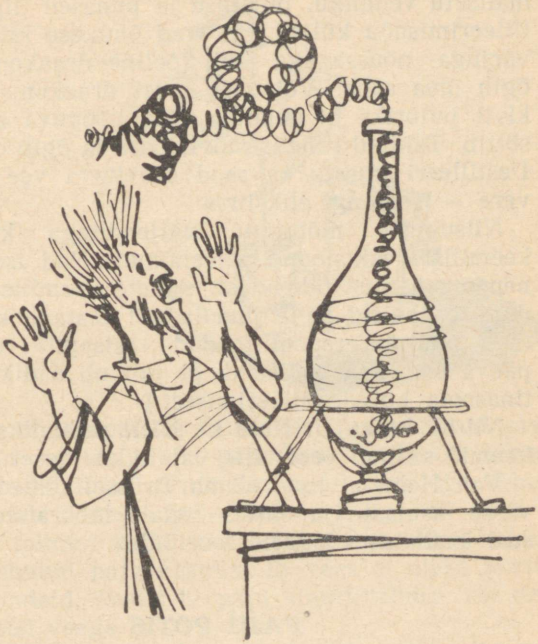
Nii mõtlesidki inimesed paljude aastatuhandete jooksul. Siiski ei taibanud keegi seda katseliselt kontrollida.

Alles kaks tuhat aastat pärast Aristotelest, 1629. aastal, tehti esimene katse, mille eesmärgiks oli teada saada, millest siis taimed toituvad.

Brüsseli lähedal väikeses asulas elas tol ajal hollandi arst Johann Baptist van Helmont. Andekana ja teadusejanulisena püüdis ta aina teada saada, missugune on siis nende ravimite keemiline olemus, mida kasutas tolleaegne arstiteadus. Ja kuigi van Helmont sõitis läbi kogu Euroopa, ei leidnud ta neile küsimustele vastust.

Keemia ei olnud tol ajal veel tõeline teadus.





Need teadmised, mida iidsetel aegadel oli raashaaval kogutud, uppusid keskaja alkeemikute salapäraste ja müstiliste «retseptide» hulka. Neis retseptides anti «täpseid» andmeid selle kohta, kuidas valmistada «tarkade kivi», mis muudab igasuguse metalli kullaks või «elueliksiiriks».

Alkeemikud segasid erinevaid aineid kuidas juhtus, keetsid, hautasid, kõrvetasid ja põimisid keemia faktidele juurde müstikat, salapäraseid lausumisi ja igasuguseid kuraditempe.

Nende ülestähenduste resultaadid olid näiteks sellised: «Pane vaik retorti ja destilleeri. Saad

maitsetu vedeliku, piirituse ja punased tilgad. Destilleerimisnõu küljed kattuvad õhukese kilega nagu varjuga, nõusse aga jääb tõeline draakon, sest ta õgib oma saba. Võta see must draakon, hõõru ta kivil pulbriks ja puuduta teda hõõguva söega. Ta süttib. Tekitad rohelise lõvi. Lase ta õgib oma saba. Destilleeri uuesti: sa saad söövitava vee ja inimvere — see ongi eliksiir.»

Niisuguste mõttetute väljenditega kirjeldasid keemilisi reaktsioone alkeemikud. Nad ise uskusid nende müstilist tähendust. Ainete keemilised muundumised näisid neile jumala või saatana kätetööna. (Mis puutub eespool toodud «retsepti», siis tänapäeva teadlased mõistsid, et jutt oli äädikhapu-seatinasoola kuivdestilleerimisest.)

Nii oli keskajal. Kuid ka XVII sajandiks ei olnud keemia saanud veel talle vajalikku täpset meetodit.

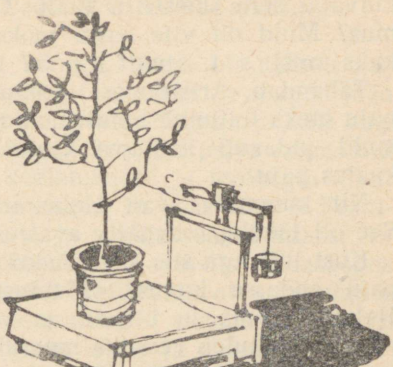
Van Helmont asus elama Brüsseli läheduses olevasse asulasse ja ehitas endale laboratooriumi, et seal üksinduses katseid sooritada.

## PAJU POTIS

Van Helmont püüdis kõigepealt saavutada täpsust. Ta hakkas tegema täpseid kvantitatiivseid katseid, püüdes korralikult kaaluda ainet enne ja pärast keemilisi reaktsioone.

Ühe oma katsetest sooritas van Helmont elusa taimega — pajuga. Van Helmontile näis, et taimed ei peaks toituma mitte maa mahladest, nagu arvas Aristoteles, vaid veest, sest tema, nagu mõned teisedki vanaaja filosoofid, pidas vett kõigi ainete aluseks.

Ta võttis kaks kotitäit muldа, kuivatas selle ära ja kaalus sellest täpselt 200 naela (umbes 91 kg).



Selle mulla puistas ta eriliselt valmistatud savipotti ja istutas sinna pajuvõrse, mille oli samuti enne ära kaalunud. Paju kaalus ei enam ega vähem kui täpselt 5 naela (s. o. umbes 2 kg). Et potti ei satuks tolmu, kaeti ta raudkaanega. Siis hakkas van Helmont paju kastma. Et vees ei oleks kõrvalisi lisandeid, kastis ta paju ainult vihma- või destilleeritud veega.

Katse kestis aasta, teise, kolmanda, neljanda. Igal sügisel, kui paju langetas lehed, kogus van Helmont nad hoolikalt kokku, kuivatas ja kaalus.

Lõpuks viie aasta pärast, kui paju oli tublisti kasvanud, otsustas ta katse lõpetada.

Ta võttis sirgunud puukese potist välja, puhastas selle hoolikalt, et juurte külge ei jääks terakestki mulda, ning kaalus ära. Selgus, et paju koos igal sügisel mahalangenud lehtedega kaalub umbes 77 kilogrammi. Tähendab, viie aasta jooksul võttis ta kaalus juurde umbes 75 kilogrammi.

Seejärel kogus van Helmont niisama täpselt ja korralikult kokku mulla kuni viimase kübemeni,

kuivatas selle uuesti ja kaalus ära. Milline oli tulemus? Muld oli viie aasta jooksul kaotanud kaalus kaks untsi, s. t. ainult ligi 57 grammi.

Tähendab, Aristotelesel polnud ikkagi õigus. Kui paju oleks toitunud ainult maa mahladest, siis oleks muld pidanud kaotama kaalus niisama palju, kui kaalus paju.

Nii kummutas van Helmont Aristotelese väite. See oli tähelepanuväärne avastus.

Kust tuli aga siis see 75 kilogrammi ainet, mida paju endasse kogus? «Muidugi veest,» ütles van Helmont, «ma ju ütlesin, et vesi on kõigi ainete alus. Kõik tuleb veest ja muutub veeks. Puu ei saanud minult midagi peale puhta vee. Tähendab, et just vesi muutus tihkeks ja muundus puuaineks!» Nii oli välja mõeldud taimede veest toitumise teooria, mis teaduses hiljem püsis veel kaua.

Aga ka van Helmonti järeldus ei olnud õige.

Van Helmonti katsest võis teha ainult ühe järelduse: mitte mullast ei ammuta taim toidu peamise osa.

Kuidas võis paju kaalus juurde võtta tervelt 75 kilogrammi, kui ta mullast sai kõigest umbes 50 grammi? Mis oli siis veel peale vee puu käsutuses selle viie aasta kestel? Näiliselt mitte midagi.

Siiski, seal oli veel . . . õhk.

Van Helmontile ei tulnud pähegi, et ta paju võis kogu nende viie aasta vältel toituda õhust.

See esimesel pilgul täiesti ebatõenäoline avastus toimus peaaegu 200 aastat pärast van Helmonti. Inglise keemik Joseph Priestley oli mees, kes aitas lahendada selle saladuse.

## PIPARMÜNT KLAASKUPLI ALL

Joseph Priestley, kangru poeg, oli rahutu inimene. Ta oli ebatavaliselt andekas ja õppis juba nooruses tundma kümmet keelt. Millega ta küll oma eluajal ei tegelnud! Ta andis välja palju raamatuid filosoofia, poliitika, keeleteaduse ja teoloogia alalt, tegeles kirglikult keemiaga. Ta elas Suure Prantsuse Revolutsiooni ajal ja tundis sellele kaasa. Ta oli suure prantsuse keemiku Lavoisier' kaasaegne ja sõber. Oma seisukohti kaitses ta alati niisuguse leppimatuse ja teravusega, et ei saanud kuskil üle kuue aasta elada. Lõpuks leidis ta rahuliku teenistuse lord Shelborne'i juures raamatukoguhoidjana, kus tal oli võimalus tegelda oma armastatud keemiaga. Kuid Priestley tegutses anglikaani kiriku vastu ning kirikutegelaste poolt tagaõhutatud rahvajõuk rüüstas ja põletas ta maja, hävitas raamatukogu ja laboratooriumi. Ta ise pääses vaevu ning põgenes Ameerikasse. Seal suri ta kümme aastat hiljem Northumberlandi linnakeses.

Juba Inglismaal tegi Priestley suurepäraseid avastusi, mida ta hiljem avaldas teoses «Katsed ja vaatlused õhu mitmesuguste olekute kohta».

Algul ta vaatles, mis toimub hiirega, kui ta asetada klaaskupli alla. Mõne aja pärast hakkas hiir lämbuma ja suri. Hiire hingamise tagajärjel riknes õhk ega võimaldanud enam elu.

Samuti kustus mõne aja pärast klaaskupli alla asetatud küünal. Priestley katsus hoida klaaskupli all samaaegselt nii hiirt kui ka küünalt ja veendus, et siis rikneb õhk tunduvalt kiiremini.

Seejärel tuli Priestley mõttele asetada hiire hingamise tagajärjel rikutud õhku elus taim — piparmündioks.

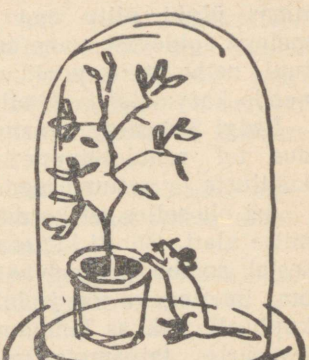
Anname sõna Priestley'le endale. Ta kirjeldab



oma katset järgmiselt: «Ma võtsin teatava koguse hiire hingamise läbi täielikult rikutud õhku, milles hiir oli hukkunud; jaotasin selle kahte ossa: ühe osa õhust juhtisin vette asetatud nõusse, teise ossa aga, mis oli samuti suletud veega nõusse, istutasin piparmündioksa. See oli augusti algul 1771. aastal. Kaheksa-üheksa päeva pärast leidsin, et hiir võis väga hästi elada õhu selles osas, kus kasvas piparmündioks, teises osas aga hukkus hiir silmapilkselt. Viibides seitse päeva hingamise läbi rikutud õhuga nõus, kasvas piparmündivõsu peaaegu kolm tolli ja moodustas pealegi mitu uut võrset.»

Tähendab, taim parandas õhku. Kuidas ta seda siis tegi?

Ja jälle ei tulnud kellelegi pähe, et hiire hingamise tagajärjel rikutud õhk oli toiduks piparmündioksale. Algul oletati muud. Arvati, et taimede hin-



gamine on vastupidine loomade omale, et loomad nagu neelaksid hingamisel seda, mida taimed eraldavad, ja vastupidi.

Priestley katsed avaldasid ta kaasaegsetele kolossaalset mõju. Et aga nähtuse tõeline olemus oli tundmata, siis pöörati tähelepanu ainult n.-ö. asja hügieenilisele küljele. Tekkis mõte, et taimede peamiseks ülesandeks on inimeste ja loomade hingamisega rikutud õhu parandamine.

Londoni Kuningliku Seltsi president ütles Priestley'le tema avastuse eest seltsi poolt määratud suurt kuldmedalit kätte andes: «See avastus veenab meid, et kasutuid taimi pole olemas. Alates majesteetlikust tammest ja lõpetades kõige väiksemaga on kõik inimesele kasulikud. Kuigi mitte alati pole võimalik mõista iga üksiku taime otsest kasulikkust, siis igal juhul üldise terviku osana võtab ta osa atmosfääri puhastamisest. Selles suhtes on nii lõhnaval roosil kui ka mürgisel kuslapuul ühesugune ülesanne; kõige kaugemates, asustamata paikades pole maa-

ilmas ühtki niitu ega ühtki metsa, mis ei oleks meiega pidevas vahetuses; vahetpidamata kannab tuul neile meie poolt rikutud õhku, soodustades nende kasvamist ja kindlustades meile elu.»

Kuigi Priestley avastus tõi talle kuulsuse, asendus tal rahulolutunne varsti nõutuse, piinavate kahtluste ja pettumusega.

Asi oli selles, et kordamisel katsed ei õnnestunud mitte alati. Õhtuti küünla vilkuvas valguses ja sügisestel sombustel päevadel piparmünt nagu kaotas oma imettegeva jõu ja hiireke, viibides taimega ühe kupli all, hakkas lämbuma ning hukkus. Nii Priestley surigi, taipamata, miks ta katsed kord õnnestusid hiilgavalt, teine kord aga mitte.

Alles kaheksa aastat pärast Priestley't avastas hollandi õpetlane Jan Ingenhousz piparmündioksa sellise imeliku käitumise põhjuse. Ingenhousz pööras esimesena tähelepanu sellele, et piparmünt puhastas õhku ainult valguse käes. Varjus kaotas ta äkki selle võime.

Ingenhouszi järel huvitusid Priestley avastusest šveitslased Jean Senebier ja Nicolas Saussure. Nad sooritasid palju töörohkeid ja täpseid katseid ning tõestasid, et rohelised taimed neelavad valguse käes süsihappegaasi, kusjuures õhku eraldub hapnik.

Ingenhousz, Senebier ja Saussure kasutasid Priestley kaasaeglase — suure prantsuse keemiku Lavoisier' ideid keemiliste ainete muundumisest. Nad oletasid, et roheline taim lagundab päikese valguse abil õhus olevat süsihappegaasi. Seejuures ühe osa süsihappegaasist, nimelt süsiniku, neelab taim ja kogub endasse, teise osa aga — hapniku — eraldab õhku.

Nii sai inimene esmakordselt teada taimede toitumisest õhust.

On huvitav, et geniaalsel Lomonossovil tekkis

mõte taimede toitumisest õhust juba kaheksateist aastat enne seda, kui Priestley teostas oma kuulsa katse. Ta kirjutas: «... viljatusse liivasse juuri kinnitanud lihavate puude võimas kasv on selgeks tõenduseks selle kohta, et nad ammutavad endasse lihavate lehtede abiga õhust rammu.»

Et paremini mõista kõike edasist, tuleb meil nüüd teha väike ekskursioon keemia, selle ainete muundumise suure teaduse valdkonda.

«Keemia sirutab oma käed kaugele inimeste toimingutesse,» kõneles M. Lomonossov.

## AATOMID JA MOLEKULID

Kandume mõttes viie aastatuhande võrra tagasi. Kõrbeline kuum Nuubia Põhja-Aafrikas. Tohutu suurtes kiviuhmrites tambivad egiptuse orjad kullamaaki. Siis uhutakse seda, et saada kullaliiva, mida puhastatakse mitmesuguste ainetega viie päeva jooksul kinnistes tiiglites kuumutades. Saadakse sulam, mida nimetatakse «chemi».

Sellest vanaegiptuse sõnast tuligi nimetus «keemia» või χυμεια, nagu seda algul hakkasid nimetama Vana-Aleksandria filosoofid, kusjuures esialgu keemia all mõisteti oskust kulda ja hõbedat saada ning puhastada.

Jälgides ainete arusaamatuid muundumisi omistasid inimesed neile imettegeva jõu. Mitmed vanaaja keemikud tegid katseid valmistada kõikvõimalikke «eliksiire», mis oleksid võinud teha inimesi rikkaks, anda neile tagasi nooruse, teha surematuks.

Samal ajal kogusid aga keemikud teadmisi mitmesuguste ainete ja nende muundumiste kohta. Isegi alkeemikute fantastilised raamatud sisaldasid maskeeritud kujul paljude ainete ja keemiliste reaktsioonide kirjeldusi.




Siiski sai keemia tõeliseks teaduseks alles XVII sajandil, s. o. kõigest kolmsada aastat tagasi.

Keemiat teaduseks muuta aitas iirlane Robert Boyle. Boyle ütles, et on tarvis katselisel teel otsida niisuguseid aineid, mida poleks võimalik koostisosadeks jagada. Need ained on keemilised elemendid ja neid peabki uurima keemia.

Peale selle kasutas Boyle vanaaegset oletust selle kohta, et kõik maailmas koosneb lihtsaimatest, väga väikestest osakestest — aatomitest.

Sõna «aatom» mõtles välja kreeka filosoof Demokritos, kes elas väga-väga ammu, umbes 2500 aastat tagasi. Mõtiskledes selle üle, kuidas on ehitatud maailm, otsustas ta, et kõik, mis meid ümbritseb, peab koosnema imeväikestest osakestest. Ta pidas neid osakesi jagamatuteks ja nimetas neid sellepärast «aatomiteks» (aatom — ατομ — tähendab kreeka keeles «jagamatu»).

Demokritos arvas, et aatomid on mitmesuguse kujuga ja et kõik asjad ja ained moodustuvad nende erinevatest kombinatsioonidest. Ta väitis, et lõhn sõltub aatomite kujust. Lõhnav lill saadab endast välja siledaid ümmargusi aatomeid, mis inimese ninna sattudes annavad õrna aroomi aistingu. Pipral aga näiteks on kandilised aatomid. Sellepärast nad ärritavadki haistmist.

Demokritosel oli järelkäijaid. Üks neist, rooma filosoof ja luuletaja Lucretius Carus, kirjeldas aatomeid poeemis «Asjade loomusest». Ta nimetab neid «algseteks» ja väidab, et nad on muutumatud ja igavesed.

«Algsed on vististi need, mis iial ei kao ega sure,
et kõik asjad, mis kõduvad, lõpuks võiks muutuda
nendeks.»

Lucretius Caruse luuletusest nähtub, kuivõrd naiivsed ja isegi naeruväärsed olid vanade kreeklaste ja roomlaste kujutlused sellest, missugused on mitmesuguste ainete aatomid. Nii kirjutab ta näiteks:

«Ained, mis meile on tuntud kui kõvad ja tahked,
koosnevad kindlasti algsetest, millel on konksud või
kidad,
mis nagu põimitud oksad on haakunud üksteise külge.
Selliste ainete liiki, hõivates esimest kohta,
kuuluvad teemandid, lööke mis üldse ei karda ...

Teistsugu esemed, millede aine on liikuv ja vedel,
koosnevad osadest, millede kuju on ümar ja sile.
Peotäis mooni võib laiali valguda justnagu vesi:
koos tema ümarad seemned ei püsi ning kokku ei liitu,
vähimat raputust kartes nad veerevad kallakut mööda.»

Robert Boyle oletas, et lihtsamatest osakestest, aatomitest, koosnevad kõik keemilised elemendid, aga mitmete keemiliste elementide ühenditest moodustuvad liitained. See oletus osutus õigeks.

Praegu teab iga kooliõpilane, et on olemas aatomid. Tõsi küll, nimetus «jagamatu» ise on vananenud. Ilmnes, et aatom koosneb väga väikestest osakestest ning inimesed on õppinud kasutama selles peituvaid tohutu suuri energiavarusid.

Aatomid moodustavad omavahel liitudes keerukamaid osakesi — molekule. Neist koosnevad kõik asjad, kõik esemed, õhk, vesi ja ka meie teiega.

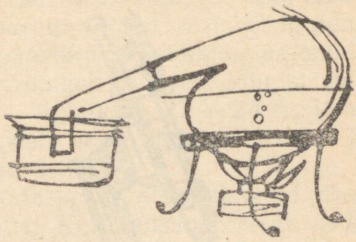
Kui üheks molekuliks ühinevad erinevad aatomid, siis nende esialgsed omadused kaovad ja tekib täiesti uus aine. Seda nimetatakse keemiliseks ühendiks.

Võtame näiteks kaks gaasi: vesiniku ja hapniku. Hapnik on kõigile hästi tuntud. Ta on värvitu gaas, teda me hingame. Vesinik on samuti värvitu ja lõhnatu ning väga kerge gaas: varem täideti sellega õhupalle. Kui aga võtta vesinikku ja segada katseklaasis hapnikuga ning see segu süüdata, siis kuuldub nagu plaksu või lasku meenutavat heli. Mõlemad gaasid on kadunud, katseklaasis on aga näha veetilgakesi.

On tekkinud täiesti uus aine — vesi. Iga veeosake (molekul) koosneb omavahel aheldunud hapniku ja vesiniku aatomeist, kusjuures igale hapniku aatomile on «haakunud» kaks vesiniku aatomit.

Neid võib uuesti lahutada, kui näiteks lasta veest läbi kas või taskulambipatareist saadav alalisvool. Kummastki vette asetatud traadiotsast kerkivad pinnale väikesed mullikesed: veest eralduvad hapnik ja vesinik. Üks gaas eraldub ühel, teine teisel traadil. Kui neid gaase segada, siis tekib plahvatuv segu, nn. paukgaas.

Molekulid on nii üliväikesed ja nende arv nii eba-



tavaliselt suur, et seda on isegi raske, õigemini võimatu ette kujutada. Kui võtta kuupsentimeeter õhku ja muuta iga selles leiduv gaasi molekul liivateraks, siis saaksime tohutu suure, poole kilomeetri kõrguse liivamäe.

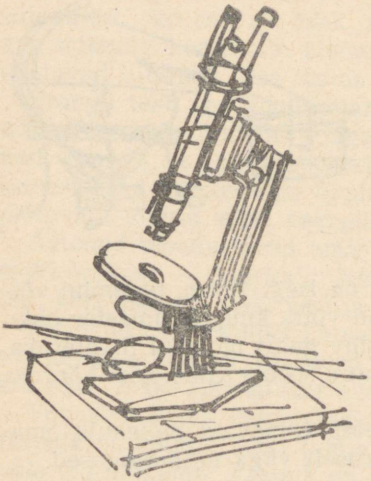
Tõsi küll, kui võrrelda erinevaid molekule omavahel, siis on nad suuruselt väga mitmesugused.

Vee ja õhu molekulid on pisitillukesed molekulid. Nagu me juba kõnelesime, koosneb vee molekul kolmest aatomist (ühest hapniku ja kahest vesiniku aatomist), õhus aga lendavad lämmastiku ja hapniku molekulid, mille aatomid on paarikaupa ühinenud.

Peale lämmastiku ja hapniku on õhus veel väike osa inertseid ehk «väärisgaase» (argooni, neooni, krüptooni, ksenooni, heeliumi). Nende molekulid on kõige lihtsamad: igaüks neist koosneb ainult ühest aatomist.

Kuid on olemas hiiglasuuri molekule, näiteks valgu molekulid.

Algul nimetati valguks ainult seda limast läbipaistvat ainet, mida sisaldab kanamuna. Valguks nimetati teda valge värvuse tõttu, mille ta omandab keetmisel. See aine on tuntud igivanast ajast ja kõigis keeltes tähistatakse teda sõnaga, mis viitab ta valgele värvusele (roomlastel — album ovi, sakslastel — das Weisse, inglastel — white of egg jne.).



Kui leiutati mikroskoop, hakkasid teadlased mikroskoobi all uurima loomade ja taimede eluskudet. Nad leidsid, et rakkudes, millest koosnevad kõigi elusolendite kehad, esineb munavalget meenutavat poolläbipaistvat lima, mis uurija hämmastunud pilgu ees liikus ja väreles rakus. Seda elusat lima hakati nimetama protoplasmaks.

Kui siis pärast paljusid katseid, ebaõnnestumisi ja pingutusi õnnestus tundma õppida protoplasma keemilist koostist, osutus, et ta koosneb peamiselt aineist, mis oma koostiselt sarnanevad munavalgega. Ja kõiki taolise keemilise koostisega aineid hakati nimetama valkaineteks ehk lihtsalt valkudeks.

Selgus, et valkude molekulid on hiiglasuured võrreldes gaaside lihtsate molekulidega. Nad koosnevad tuhandeist ja kümneist tuhandeist üksteisega ühinenud aatomeist.

Ühtlasi on aga suuremal osal valkudest neid aatomeid kõigist mõned «sordid». Neist peamisi on neli: süsiniku, hapniku, lämmastiku ja vesiniku aatomid. Süsiniku aatomite osaks langeb ligi pool kõigist valgu molekuli aatomeist, hapnikule 21—24%; lämmastikule 15—18%; peale selle leidub väävlit 0,3—2,5% ja fosforit kuni 0,8%.

Valgu molekulis moodustavad need aatomid ebatavaliselt keeruka mustri. Kuid niisama, nagu seda võib näha kootud pitsidel, korduvad neis kogu aeg ühed ja samad mustrid, ühed ja samad või sarnased aatomite kombinatsioonid. Erinevatel valkudel ühinevad nad erinevalt, moodustades ketikesi, rõngaid, vanikuid. Valgu hiiglasuured molekulid aga koosnevad nende põimikutest ning on pikkade niitide või ülipeente ja keeruka konstruktsiooniga kerade kujulised. Need molekulid on nii suured, et neid on õnnestunud pildistada elektronmikroskoobi abil.

Kuivõrd suured on gaaside molekulidega võrreldes valkude molekulid, võib otsustada nende kaalu järgi. Näiteks on inimese verele punase värvuse andva valkaine (hemoglobiini) molekuli kaal 68 000 korda suurem vesiniku aatomi kaalust!

Kui huvitavad on need valgu saladused! Siin ju ongi peidetud elu mõistatus! Mitte ühelgi teadlasel pole korda läinud luua kunstlikult kas või kõige lihtsamat valku, kuid loodus ise on selle loonud meie Maa päevade koidikul ammoniaaki sisaldavatest ainetest!

Niisiis, elusvalgu koostisse kuuluvad alati süsinik, hapnik, vesinik, lämmastik, samuti ka väävel ja fosfor.

Nendest elementidest on peamised süsinik ja lämmastik, sest tänu just nende omadustele võivad valgu molekulid olla nii suured, keerulised ja mitmekesised.

Kust siis taim võtab kõik need elemendid?

Et seda teada saada, pöördume eelkõige tagasi meie jutustuse juurde sellest, kuidas taim toitub õhust.

## «ÕHUST ELADA EI SAA»

On niisugune kõnekäänd: «Õhust elada ei saa.» Kuid selle kõnekäänu on välja mõelnud inimene.

Kui aga taimed suudaksid kõnelda, nad vist naeraksid selle kõnekäänu üle. Võib-olla me kuuleksime siis, kuidas öö jooksul näljaseks muutunud tammelehed ütleksid kargel hommikul esimeste päikesekiirte ilmudes üksteisele: «Milline toitev õhk on täna! Vist on selles palju süsihappegaasi.»

Kuid mil viisil toitub taim õhust?

Ta teeb seda lehtede abil. Taimede rohelised lehed pole midagi muud kui tema toitumiselundid.

Murdke roheline leht, tõmmake sellelt ettevaatlikult õhuke marrasknahk ja asetage mikroskoobi alla. Te näete, et marrasknahk on üleni läbitud ülipeentest, paljale silmale nähtamatutest augukestest. Need on õhulõhed. Nende kaudu tungib õhk vabalt lehe sisemusse. Ta satub roheliste rakkude vahelistesse tillukestesse tühemikkudesse. Seejuures lahustub süsihappegaas lehemahlas ja tungib rakkudesse.

Siin algabki see «ime», mis on teaduses saanud nimetuse «fotosüntees». (Sõna «fotosüntees» on tuletatud kahest kreekakeelsest sõnast: «foton» — «valgus» ja «süntees» — «ühend», s. o. ainete ühinemine valguse toimel.) Lehe sisemiste kudede elusrakkudes on terakesed. Neis leiduvat rohelist ainet nimetatakse «klorofülliks». Neil rohelistel terakestel on tähtis omadus: nad on võimelised kinni püüdma päikesevalguse energiat ja muutma selle abil süsi-

happegaasi toitaineteks. Seejuures eraldub õhku puhas hapnik.

Kust siis tuleb see hapnik?

Lavoisier arvas, et hapnik tekib süsihappegaasi molekulidest. Ta oletas, et roheline taim lagundab süsihappegaasi molekulid süsinikuks ja hapnikuks, süsiniku «sööb ära», hapniku aga eraldab õhku.

Niisugune oletus näib kaunis tõenäolisena.

Kuid selgus, et see pole õige.

Osutus, et rohelises lehes lagunduvad mitte süsihappegaasi molekulid, nagu oletas Lavoisier, vaid vee molekulid.

Nagu me teame, koosneb vee iga molekul kahest vesiniku ja ühest hapniku aatomist. Niisiis võtab taim päikesevalguse energia abil veelt tema vesiniku. See vesinik liitub süsihappegaasiga ja läheb toitainete valmistamiseks. Paljude muundumiste teel saab temast suhkur ja tärklis; need võtavad omakorda hiljem osa kõigi teiste taimes leiduvate ainete moodustamisest. Hapnik aga lendub vee molekulidest õhku.

Seda tõestas nõukogude teadlane akadeemik A. Vinogradov «märgitud aatomite» meetodi abil, millest me hiljem lähemalt jutustame.

Niisiis, taim kasutab kõige lihtsama suhkru — glükoosi valmistamiseks mitte ainult süsihappegaasi, vaid ka vett, millest ta võtab kogu talle vajaliku vesiniku.

Järelikult ei olnud van Helmontil mitte kõik vale: taim ikkagi kasutab toitumiseks vett ja ta ainult ei «joo», vaid ka «sööb» seda. Ka van Helmonti paju toitus veest.

Ja siiski toituda ainult veest, nagu seda oleks soovinud van Helmont, ei võinud ta kuidagi, sest vett kasutab taim toitumiseks ainult samaaegselt

süsihappegaasiga. Nii et kui van Helmonti katses paju võttis kaalus juurde viie aasta kestel 75 kilogrammi, siis tegi ta seda nii süsihappegaasi kui ka vee omastamise arvel.

Kuid kas suudab taim elada, kui ta toitub ainult süsihappegaasist ja veest? «Ei usu,» ütleb teist igaüks, «sest nagu me juba teame, on elusale valgule vajalikud veel nii lämmastik kui ka väävel ja fosfor, kuid neid elemente ei ole ei süsihappegaasis ega vees.»

Tõsi! Selle tõenduseks tuletame meelde veel üht ammuaegset katset. Selle katse tegi XVII sajandil üks inglise õpetlane seitsekümmend aastat pärast van Helmonti katset pajuga. Ta võttis piparmündivõsu (nähtavasti oli see inglaste armastatuim katsetaim) ja hakkas seda puhtas vihmavees kasvatama. Teise võsu pani ta Londoni veevärgist võetud vette. Kolmandale andis ta vett, milles oli loksutanud veidi aiamulda ja huumust.

Mida ta siis saavutas?

Huumusega segatud vees kasvav piparmünt sirgus kiiresti ja kaalus juba varsti 284 grammi.

Veevärgi vette asetatud piparmünt ei näinud nii hea välja; ta oli väike ja nõrk ning kaalus kõigest 139 grammi.

Kuid kõige viletsam oli lugu vihmavees elava piparmündiga: ta kasv jäi kängu, võsu hakkas põdema ja kaalus katse lõpul ainult 17 grammi.

Selgus, et piparmündile polnud normaalseks arenemiseks ainult veest ja õhust küllalt.

Toituda ainult õhust on taimele ju sama, mis inimesele toituda ainult kartulist. Kartul on toitev ja kasulik produkt, kuid ta on hea võis praetuna, soola lisandiga, aga veel parem, kui selle kõrval on kotlett ja käes leivatükk. Proovige süüa päevast päeva ainult kartulit ilma soola, leiva ja võita. Varsti juh-

tub teiega seesama, mis juhtus selle õnnetu piparmündiga, mis katse lõpul kaalus ainult 17 grammi.

Missugused ained peale süsihappegaasi ja vee on veel vajalikud taimele? Ja kust taim neid võtab?

Me juba teame, et on vaja lämmastikku, väävlit ja fosforit, sest need kuuluvad elusa protoplasma koostisse. Aga mida veel?

Et selles selgusele jõuda, vaatame, missugustest keemilistest elementidest koosneb roheline taim.

## KUI PALJU NEID ON?

Lähme metsa või põllule ja võtame kaasa kaalud. Kitkume rohtu, korjame mitmesuguste taimede mahlakaid noori osi. Need võivad olla kas lehed, noored rohelised varred, õied, viljad või peenikesed elusad juured. Enne kui taimed pole veel kuivama hakanud, kaalume nad ära. Siis paneme oma saagi ettevaatlikult kokku (et ainustki lehte kaduma ei läheks) ja viime koju. Seal aga kuivatame taimed päikese käes või ahjul. Kuivanult kaalume nad uuesti.

Milline on tulemus? Selgub, et pärast kuivatamist on taimed muutunud 80—90 protsendi võrra kergemaks. Neist on vesi välja auranud. Esialgsest kaalust on järele jäänud ainult 10—20%. Seda jääki nimetatakse taime kuivaineks.

Nüüd viime oma taimed keemialaboratooriumi ja palume keemikut teha nende kuivaine keemiline analüüs.

Eelkõige pannakse siin taimed põlema. Nad süüdatakse nii, et põlemisel saadavad gaasid jääksid analüüsimiseks alles. Seepärast põletatakse neid klaastorus ja puhta hapniku rangelt kindlaksmääratud koguses.

Erilised imamisseadeldised püüavad saadud gaasistunud ained kinni. Klaastorusse jääb põlematu jääk — tuhk.

Nüüd analüüsib keemik neid eraldi. Selgub, et põlematut tuhka on kõigest 5%, suurem osa taimedest — umbes 95% nende kuivainest — põles aga ära, haihtus süsihappegaasi, veeaurude ja puhta lämmastiku näol.

Süsihappegaas ja veeaur aga sisaldavad, nagu me juba teame, kolme keemilist elementi: süsinikku, hapnikku ja vesinikku, kusjuures süsinikule langeb ligi 45% (s. o. peaaegu pool) elustaime kuivainest, hapnikule natuke vähem: umbes 42%. Tähendab, taime kuivaine koosneb tervelt 87% ulatuses süsinikust ja hapnikust!

Kuivaines on vesinikku umbes 6,5% ja lämmastikku umbes 1,5%. Need neli elementi kokku annavad 95% kuivatatud taime kaalust.

Mis siis ikka, seda oligi oodata. See elementide nelik ongi elusa valgu peamine ehitaja.

Aga tuhk?

Selgus, et kuigi tuhka sai väga vähe, ainult näputäis, avastati temas paljude mitmesuguste teiste elementide segu. Siin on meile juba tuttavad fosfor ja väävel, samuti veel kaalium, naatrium, kaltsium, magneesium, räni, raud, alumiinium, mangaan, kloor. Veel täpsemal analüüsimisel leiti lisaks väga väikestes kogustes boori, tsinki, vaske, koobaltit, fluori ja paljusid teisi elemente, nende hulgas vahel isegi kulda. Need on niinimetatud mikroelemendid. See nimetus tuleneb sellest, et neid leidub taimedes väga väikestes, mikroskoopilistes kogustes.

(Meenutagem ühtlasi, et lämmastikku ei leidu tuhas, kogu lämmastik haihtub põlemisel õhku. Sellepärast ei saa tuhka kasutada lämmastikväetisena.)

Tehti palju katseid selleks, et teada saada, kas tõesti kõik tuhas leiduvad elemendid on taimedele vajalikud.

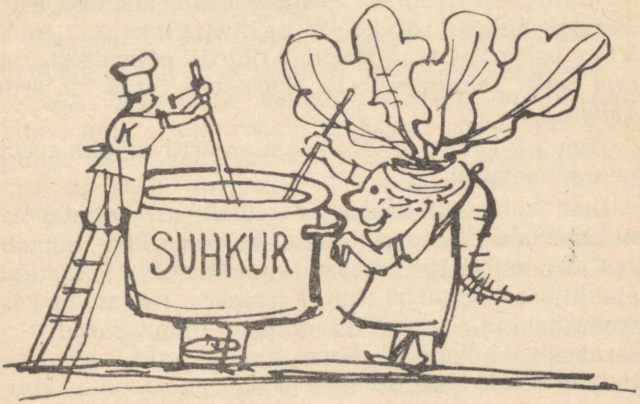
Selgus, et mitte kõik elemendid pole samavõrra tähtsad, et ilma mõnede elementideta, näiteks kaaliumita või fosforita, ei saa taim üldse elada: tema kasv peatub, arenemine jääb seisma. Kui aga taimele ei anta räni, ei juhtu midagi kohutavat: taim kasvab edasi ja areneb, nagu poleks midagi olnud. Tõsi, mõningaid muutusi võib märgata. Näiteks lakkavad nõgese kõrvekarvad kõrvetamast, hirsiterade kestad muutuvad pehmemaks. Nii et räni on siiski neile taimedele vajalik, kuid elulist tähtsust tal pole.

Katsetest selgus, et kõigist tuhaelementidest on kõige tähtsamad kuus: fosfor, väävel, kaalium, kaltsium, magneesium, raud.

Kui taimele ei anta kas või ühte neist elementidest, ei arene ta.

Miks?

Fosfori ja väävli kohta me juba teame, et nad kuuluvad elusaine koostisse. Seejuures on fos-



for eriti vajalik siis, kui kujunevad ja valmivad seemned. Kui fosforit ei jätku, kasvavad nigelad ja väljaarenemata seemned või ei kasva neid üldse. Peale selle täidavad fosforiühendid taimes palju teisi ülitähtsaid ülesandeid. Neid pole võimalik siin loetleda.

Vahel juhtub, et muld on rikas lämmastiku poolest, kuid fosforit on vähe. Siis võivad lopsakalt kasvada varred, lehed, taimede pealsed, kuid seemnete arenemine on pidurdatud. Sellepärast teevadki agronoomid mulla analüüse, et õigesti kasutada väetisi.

Nii on lugu fosforiga.

K a a l i u m i on tarvis taimedele sellepärast, et selle abil glükoos — lihtsaim suhkur, mis rohelistes lehtedes tekib esimesena süsihappegaasist ja veest, — muutub teisteks suhkruliikideks, tärkliseks ja veelgi keerukamateks ühenditeks. Mõned taimed, näiteks suhkrupeet, vajavad eriti kaaliumi. See on ka arusaadav: peet on ju «spetsialiseerunud» suhkru tootmisele.

Alati peab hoolitsema kaaliväetiste andmise eest. Pidage meeles, et heaks kaaliväetiseks on tuhk. Väga palju kaaliumi sisaldab õlgede põlemisest saadud tuhk. Puutuhas, eriti okaspuude omas, on seda vähem.

Aga k a l t s i u m? Kaltsium on eriti vajalik seemnete idanemisel.

Ilma kaltsiumi kaastegevuseta ei saa toitainetest moodustuda elus protoplasma ja taime kasv lakkab.

Kaltsiumita ei saa noor võsu areneda ja ta hukkub alatoitluse tagajärjel, kuigi seemnes, millest ta kasvama hakkas, on veel kasutamata toiduvarusid. See sarnaneb olukorraga, kus inimese ette asetatakse toitvad road, tema käed ja jalad aga seotakse kinni

ning inimene on sunnitud nälga surema, kuigi ta lähedal on toit.

Andestagu mulle lugejad liiga kauge analoogia, kuid mulle meenus sellega seoses katkend Oscar Wilde'i jutustusest «Canterville'i viirastus»: «. . . nad leidsid end väikeses madalas võlvitud lae ja ainsa võretatud aknaga toas. Seina oli kinnitatud tohutu suur raudrõngas ja selle külge ketiga aheldatud hiiglaslik luukere, mis oli kogu pikkuses kivipõrandale välja sirutunud. Ja näis, nagu oleks ta pikkade, naha ja lihata sõrmedega püüdnud haarata vana-aegset vaagnat ja kruusi, mis olid asetatud nii, et ta nendeni ei ulatanud. Arvatavasti oli kruusis olnud vesi, sest selle sisemust kattis roheline hallitus. Vaagnal ei olnud aga peale väikese peotäie tolmu midagi . . .» Need olid lord Simon Canterville'i jäänused. Tema naise vennad näljutasid ta 1584. aastal surnuks selle eest, et ta oli tapnud nende õe, lady Eleonora Canterville'i . . .

Kaltsiuminälja korral on häiritud ka juurte õige arenemine. Seepärast on kaltsium vajalik ka juurte kasvamiseks ja arenemiseks.

Kui seda ei jätku, antakse mullale lupja või kipsi.

Magneesium kuulub klorofülli koostisse, ja sellega ongi kõik öeldud. Klorofüll on ju ainus aine, mille abil rohelised rakud suudavad kinni püüda päikesekiiri ja nende energiat kasutades valmistada süsihappegaasist ja veest suhkrut, tärklist ning teisi toitaineid. Kui ei oleks klorofülli, lakkaksid taimed kasvamast, nendega koos sureksid nälga ka kõik loomad. Klorofülli aga ei saa olla ilma magneesiumita.

Magneesiumi puudumisel kaotavad lehed oma rohelise värvuse, neile tekivad valkjad kirjad, nad muutuvad nagu marmorimustriliseks. Sellised lehed

ei suuda enam taime täielikult toiduga varustada ja ta hakkab nälgima.

Magneesiumväetised on kaalimagneesiat ja väävelhapumagneesiumi sisaldav mineraal kainiit.

Rauа tähtsus taimedele on samuti seotud klorofülliga. Tõsi küll, raud ise ei kuulu klorofülli koostisse, kuid tema abil toimub klorofülli tekkimine taimedes.

Kevadel pungade puhkemisel peavad uued lehed kiiresti koguma küllaldasel hulgal klorofülli, et asuda oma ülesannet täitma: varustama taime toitainetega. Klorofülli moodustumine rauata on aga võimatu.

Raua puudumisel kasvavad noored lehed kahvatukollastena või isegi päris valgetena. Ilma klorofüllita ei suuda nad taime toiduga varustada, mille tõttu ta jääb kiduraks, nälgib ja lõppude lõpuks hukkub.

Muldades on rauda harilikult küllaldaselt, pealegi vajab taim seda väga vähe. Seepärast kasutatakse rauaga väetamist väga harva, erandjuhtudel.

Nüüd on selge, miks taimed ilma fosfori, väävli, kaaliumi, kaltsiumi ja rauata toime ei tule.

Siiski ei ole ka teised tuhas sisalduvad keemilised elemendid kasutud. Eriti vajalikud on taimele mikroelemendid: boor, tsink, vask, jood, mangaan ja paljud teised.

Niisiis, millised keemilised elemendid kuuluvad elusa taime koostisse?

Eelkõige on siin süsinik, hapnik ja vesinik; neid on kaalult kõige rohkem. Taim saab neid süsihappegaasist ja veest.

Ülejäänud elemendid on lämmastik, mis lendub taimede põlemisel, peale selle viis kõige tähtsamat tuhaelementi: fosfor, kaalium, kaltsium, magneesium ja raud. Lisaks veel

teised tuhaelemendid, sealhulgas väga väikeses koguses kõige mitmekesisemaid mikroelemente.

Kaasajal on teada, et Maa peal ei ole ainsatki keemilist elementi, mida ei oleks leitud kas või kõige tühisemas koguses ühes või teises taimes. Tuhaelemente ja lämmastikku võtavad taimed mullast juurte abil.

Kuid siin me põrkame kokku veel ühe imeliku mõistatusega.

Asi on selles, et kui teadlased tegid muldade lähtekivimite analüüse, leidsid nad erinevais ühendeis kõiki tuhaelemente, kuid ei leidnud kunagi lämmastikku!

Selgus, et muldasid moodustavates lähtekivimites lämmastik üldiselt puudub. Üldse leidub Maa peal lämmastikku sisaldavaid mineraale äärmiselt harva (Tšiilis on näiteks salpeetrilademed, mille tekkimise üle vaidlevad teadlased tänaseni). Enamasti aga *ei sisalda lähtekivim, millest muld tekib, üldse lämmastikku.*

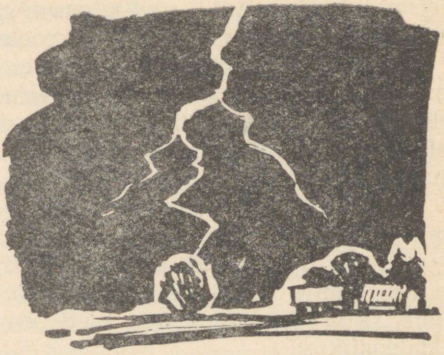
Mullas aga on lämmastik. Mulla huumuses leidub 3—8% lämmastikku. Kust on ta siis sattunud mulda, kui teda ei olnud lähtekivimis?

## IMELISED MÜGARAD

On olemas loodusjõud, mis muretseb mullale lämmastikku. See jõud on tegutsenud alati, ka neil kaugeil aegadel, mil Maa peal veel elu ei olnud. See jõud on äike.

Läheneb äike. Saabus vaikus; raske pilv kerkis üles ja kattis taeva. Kiiresti muutub ümberringi pimedaks . . .

Sähvatas välk, kõmiseb kõu, soe vihmavaling tuleb pahinal taevast alla. Lapsed avasid akna;



üllatavalt värskest lõhnast küllastunud niiske õhk tungib tuppa, aknalaua vastu sabisevad vihmapiisad. Näe, sähvatas välk ja üheaegselt sellega kostus piksemürina kuiv lühike raksatus. «Kui ligidal!» rõõmustavad lapsed. Nad ei karda äikest: nad teavad, et piksevardad juhivad elektrilaengu maasse.

Kunagi hirmutasid välk ja müristamine inimesi. Vanad slaavlased arvasid, et äikesejumal Perun pillub seal oma nooli. Kuid meie teiega teame, et piksemürin ja välk on võimsa elektrilaengu tulemus.

Selle laengu ajal ühinebki äikese puhul õhu vaba lämmastik hapnikuga. Vihmavees lahustudes muundub see ühend lämmastikhappeks.

Lämmastikhape satub vihmaveega mulda. Siin astub ta kohe reaktsiooni mullas olevate ainetega, esmajoones lubjaga, ning moodustab lämmastikhappesoolasid.

Sel teel saab muld aastas 6 kuni 15 kilogrammi lämmastikku hektari kohta.

Siiski on see kogus viis kuni kümme korda, vahel isegi kakskümmend korda väiksem sellest lämmastiku hulgast, mida taimed aasta jooksul tarvitavad.

Näiteks arvutati ühe metskonna kohta, et kuusikus võtavad taimed mullast aastas ühelt hektarilt 62 kilogrammi lämmastikku.

Tõsi küll, 37 kilogrammi sellest kogusest tuleb mahalangenud lehtede, okaste, kooretükkide ja muu taolisega mulda tagasi, kuid 25 kilogrammi lämmastikku ei pöördu enam tagasi, vaid kulub puude kasvuks. Need 25 kilogrammi aastas peab muld kusagilt juurde saama, muidu jääb metsa kasv seisma.

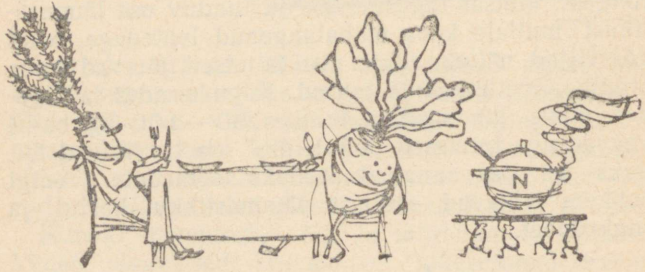
Aga põllukultuurid kasutavad lämmastikku veelgi rohkem. Metsas tagastatakse ju tunduv osa lämmastikust mullale koos mahalangenud lehtedega, kuid kõrsviljad, näiteks rukis, nisu ja teised, jätavad maha ainult kõrretüükad ja juured. Kogu terades ja õlgedes oleva lämmastiku (umbes 80—100 kg ha-lt) veavad aga inimesed põllult ära: osa tarvitavad toiduks ise, osa annavad söödaks loomadele. Veelgi rohkem võtavad mullast lämmastikku kartul ja suhkrupeet.



On selge, et lisaks äikesele peab olema veel mingi teine lämmastiku allikas.

Niisugune allikas ongi olemas. Selleks on mulla mikroorganismid.

Mullas on sellised bakterite ja vetikate liigid, mis püüavad õhust vaba gaasilist lämmastikku. Nad võivad sellest toituda, haarates õhust lämmastiku aatomeid, ja muudavad neid oma tibatillukeste kehakeste valkaineiks.




Kui nad aga surevad, siis jäävad nende mikroskoopilised kehakesed mulda ja annavad oma surnud valgud taimsete jäänuste üldfondi. Nendest valmistavad teised mikroobide liigid mulla huumust. Ning see bakterite poolt õhust näpatud lämmastik jääb mulda, suurendades selle viljakust.

Õhulämmastikust toituvate bakterite hulgas on selliseid, kes elavad vabalt mullas. Kuid osa neist ei suuda iseseisvalt eksisteerida, nad elavad roheliste taimede juurtel.

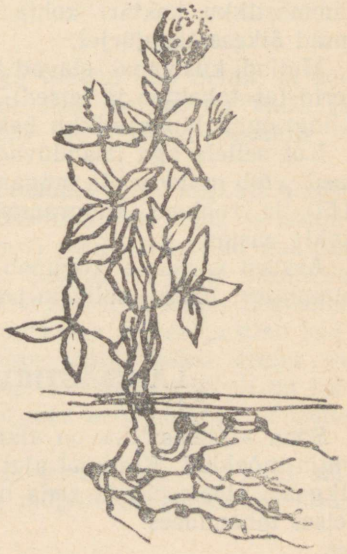
Mitte kõik rohelised taimed ei ole suutelised andma varjupaika neile väärtuslikele väikestele olenditele. Silmapaistev osa kuulub siin liblikõieliste taimede sugukonnale.

Bakterid elavad liblikõieliste taimede juurtel erilistes väikestes mügarataolistes kühmukestes.

Erinevate taimeliikide mügaratel on mitmesugused mõõtmed ja erinev kuju. Lupiinil näiteks on nad pähklitaoliselt ümmargused, suured (kuni sentimeeter läbimõõdus); ristikul ja lutsernil — väljavenitatud, nisakujulised ja väikesed, suurusega üks kuni kolm millimeetrit.

Need mügarad on hästi märgatavad ja olid juba vanast ajast kõigile hästi tuntud. Kuid alles 1865. aastal avastas vene botaanik M. Voronin, et need on bakterite poolt tekitatud pahad.

Kui bakterid tungivad taime juurtesse, ärritavad nad sel kohal juure kudet. Kude hakkab haiglaselt vohama, tekivad pahaloomulise kasvaja taolised



kühmud. Juured nakatuvad sellesse «tõvesse» mullast, kus harilikult leidub nende mikroobide eoseid.

See liblikõieliste «tõbi» osutus suurimaks hüveks kõigele maa peal elavale, sest teda tekitavad bakterid on kõige aktiivsemad «lämmastikukogujad».

Vabalt elavad bakterid suudavad õhust aasta jooksul kinni püüda 20 kuni 50 kilogrammi, mügarbakterid aga kuni 150 kilogrammi ja isegi rohkem lämmastikku hektari kohta.

Kui liblikõielise taime juured mullas kõdunevad, satub ka lämmastik koos nendega mulda. Kui aga liblikõielisi taimi (nagu lupiini, linnujalga ehk seradellat, mesikat) sisse künda koos rohuga, siis on lämmastiku kogus, mida muld saab, veelgi suurem. Seda nimetatakse «haljasväetiseks».

Kust saab siis muld lämmastikku?

Teeme kokkuvõtte. Kuus kuni viisteist kilogrammi lämmastikku hektari kohta aastas saab igasugune muld äikese tagajärjel.

Mullad, kus vabalt elavad lämmastikukogujad bakterid (asotobakter ja teised), saavad veel juurde 30 kilogrammi lämmastikku hektari kohta.

Kui sellele aga lisanduvad veel liblikõielised taimed, võib muld saada mügarbakterite abil veel kuni 150 ja rohkem kilogrammi lämmastikku hektari kohta aastas.

Aastast aastasse koguneb lämmastik aegamööda huumuses, tõstes mulla viljakust.

## LÄMMASTIKU RINGE

Sõna «lämmastik» on alkeemikute poolt keskajal välja mõeldud. Kuid sel ajal ei teatud veel lämmastikgaasi olemasolu ja seda nimetust kasutati hoopis teises tähenduses.

Lämmastikuks nimetasid alkeemikud seda salapärast nooruse ja rikkuse eliksiiri, mida nad otsisid. Sõna «lämmastik» (vene keeles «азот») oli koostatud alkeemikutele iseloomulikul viisil: võeti kolm tähestikku — ladina, kreeka ja heebrea — ning nendest tähestikest esimesed ja viimased tähed. Esimene täht kõigis tähestikes on üks ja sama — A. Viimased tähed aga on: ladina tähestikus Z, kreeka tähestikus ω (oomega) ja heebrea tähestikus th (tav). Kõigi nende tähtede ühendamisel saadi müstiline sõna azωth, s. o. AZOT (oomega loetakse nagu pikk «o»).




Selle sümboolse sõnaga tahtsid nad öelda, et see maagiline talisman, mida nad otsisid, on «alfa ja oomega», «algus ja lõpp», s. o. kõige peamine ja tähtsam aine maa peal.

Kuulus Lavoisier jäi peatuma sellel keskaja alkeemikute sõnal, kui ta otsis nimetust tema ja samaaegselt M. V. Lomonossovi poolt avastatud gaasile. See gaas saadi õhust. Selgus, et ta ei võimalda hingamist ja põlemist. Seepärast nimetas Lavoisier seda algul «lämmatavaks õhuks» (saksa ja eesti keeles on säilinud see nimetus senini: saksa keeles — «Stickstoff», eesti keeles — lämmastik). Kuid hiljem otsustati kokku kutsuda erikomisjon, et anda sellele lõplik nimetus.

Siis valitigi vanaaegne termin «azot»; kuid sellesse kätketi juba teine mõiste: kreekakeelne eitus

«a» ja kreekakeelne sõna «zoo», mis tähendab elu. Niisugune nimetus anti sellepärast, et puhtas lämmastikgaasis loomad ja taimed hukkusid, küünlad kustusid. Tuli välja, et lämmastik on mitte-eluline, «elu eitav» element.

Ja alles hiljem selgus, et seesama «elu eitav» element on tähtsaim elusaine koostisosa ning selleta ei saa läbi ükski organism. Lämmastiku kohta lausus akadeemik V. L. Omeljanski: «Lämmastik on üldbioloogilisest seisukohast hinnalisem kõige haruldasematest väärismetallidest.» Väetiste kasutamisel on peamiseks ülesandeks varustada taimi nimelt lämmastikuga.

Maa peal on lämmastik tihedalt seotud eluga. Kõik need muundumised, mida lämmastikuühendid läbi teevad, toimuvad tänu elusolendite elutegevusele. Sellepärast on lämmastikul looduses eriline koht.

Kivimites lämmastik puudub. Vabas gaasitaolises olekus esineb ta atmosfääris, ühendite näol aga ainult elusorganismides või nende elutegevuse produktides ja mullas, kusjuures just mulla kaudu toimub lämmastiku üleminek ühtedest ainetest teistesse.

Kuidas toimub looduses lämmastiku ringe?

Atmosfääris on kolossaalsel hulgal vaba lämmastikku. See kogus suureneb mõningal määral vulkaanide pursete ajal.

Õhuookeanist satub lämmastikku vahetpidamata mulda, osalt elektrilaengute mõjul äikese ajal, kuid peamiselt bakterite tegevuse tõttu.

Mullast satub osa lämmastikku elusate roheliste taimede juurtesse, vartesse, lehtedesse, õitesse, viljadesse.

Teine osa «konserveerub» huumuses.

Kolmas osa aga lendub õhku tagasi nende mikroobide tegevuse tagajärjel, kes lagundavad mullas

lämmastikuühendeid ja vabastavad neist lämmastikku.

Peab mainima, et põldudel on need bakterid kahjulikud. Nad hävitavad kogu selle töö, mida teevad töökad lämmastikukogujad mikroobid. Nad esinevad aga peamiselt niisketes, halvasti õhustunud muldades. Siin võivad nad hakata tormiliselt arenema ja õgima lämmastikuühendeid. Ja vaba lämmastik hajub uuesti atmosfääri ookeani.

See on üks põhjustest, miks kobe muld, kuhu tungib õhk, on viljakam võrreldes tihedama niiske mullaga ja miks nii hästi mõjub mulla kobestamine.

Lõpuks sattus lämmastik rohelise taime organismi. Milline on selle edasine saatus?

On võimalik, et taim elab õnnelikult vanaduseni, närtsib, sureb ja siis tema varre ja lehtede koostisse kuuluv lämmastik läheb mulda ning antakse uuesti taimseid jäänuseid lagundavate mullamikroobide väsimatutesse kätesse.

Kuid taim võib ka vanaduseni mitte elada. Tema elu õitsengul võib mõni loom ta ära süüa.

Mis juhtub lämmastikuga siis? Lämmastik satub looma kehasse ja läheb tema elusa valgu koostisse. Kui loom sureb, läheb lämmastik tema kehast bakterite kaasabil jällegi mulda.

Nii toimub looduses lämmastiku ringe siis, kui sellesse ei sega end inimene. Kuid inimene lisas siia veel teise tsükli. Inimesed õppisid tehastes atmosfääri lämmastikku kinni püüdma, valmistades sellest ammoniaaki.

Ammoniaagist valmistatakse lämmastikväetisi, neid veetakse põldudele ja ka nemad astuvad ainete ringesse mullas.

Atmosfääris on lämmastikku nii palju, et täielikuks ringeks, milles kõik õhulämmastiku aatomid

käiksid ära mullas ja pöörduksid uuesti õhku tagasi, kuluks sada miljonit aastat.

Ei ole teist keemilist elementi, mis oma muundumistes oleks nii vahetult seotud eluga maa peal, kui on seda lämmastik.

Süsinik näiteks pole elusolenditele vähem tähtis: ka temal on looduses oma ringe; taimed neelavad teda süsihappegaasist tohutu suurel hulgal ja annavad toiduga koos loomadele. Hingamise ja mikroobide tegevuse tulemusena haihtub osa süsinikku uuesti õhku, kuid osa konserveerub sütes ja naftas, kriitides ja lubjakivides. Lubja- ja põlevkivisse on kogunenud määratu hulk süsinikuühendeid. Neid on siin mitu tuhat korda rohkem kui elusolendites, mullas ja atmosfääris. Süsinikku leidub ka purskekivimites: basaltides ja graniitides.

Lämmastik aga ei kogune kivimitesse. Tema ringe toimub ainult läbi elusorganismide ja organismide poolt asustatud õhukese mullakihi, mis katab maakoore kobedaid kihte.

Inertne, kõige vastu ükskõikne, mitte millegagi seotud lämmastik liigub rahulikult koos õhulainetega maakera atmosfääris ja lahkub temast ainult selleks, et võtta osa elusolendites toimuvatest tormilistest reaktsioonidest, et koos nendega läbida imeline elutee täis üllatavaid muutusi, üle minna taimede kehadest looma kehasse, sealt ümber asuda mikroobi tillukesse kehasse ja uuesti väljuda sõltumatuna ja vabana atmosfääri mõõtmatusse ookeani.

Ilmselt sobib sõna «azot» — keskaegne mõiste «alfa ja oomega» «algus ja lõpp» — paremini sellele hämmastama panevale elemendile kui kreeklaste seletus — «elu eitav».

## LANGENUD LEHTEDE ÕGIJAD

Saabus sügis. Metsas on alanud lehtede langemine. Lendlevad, keerlevad sügisesed lehed, langevad ja langevad, katavad metsarajad, laskuvad paksu kihina puutüvede vahele. Aiad ja pargid on raagus. Mööda vihmast läikivat asfalti sõitvate autode juhte hoiatab hoolitsev silt teel: «Ettevaatust! Lehtede langemine!» — auto võib libiseda.

Kui me aga väljume metsast lagendikule või laskume jõeorgu luhale, siis näeme, et ka rohttaimede lehed on surnud ja kolletunud; kuivadena ja murdunutena seisavad kõrred, millelt seemned on eemale kandunud.

Üheaastased taimed surevad täiesti, nad jätkavad oma elu idanevates seemnetes. Mitmeaastased taimed valmistuvad aga talvitumiseks.

Siin on tulikas. Kõik ta lehed ja varred on närtsinud, kolletanud, kuivanud. Kuid juure jämedas ülemises osas, kuhu on kogunenud toitainetevarud, on päris maapinna lähedal peidus elus pung: ta ärkab kevadel ja annab alguse uuele varrele, lehtedele, õitele.

Seal on aga luha-kastevarre puhmik. Ainult üsna aluse lähedal on tal mõned lehed säilitanud rohelise värvuse. Õige küll, nende vahelt paistavad ka päris värsked, õrnad, nähtavasti alles hiljuti võrsunud lehekesed. Nad lähevad elusatena lume alla, säilitades kogu talve kestel oma roheluse. Kui kevadel tekivad esimesed lumest paljad kohad, asuvad need lehed kohe süsihappegaasist toitu hankima. Kuid suurem osa luha-kastevarre lehtedest ja kõik kõrred on surnud.

Raagujäänud metsas seisavad ehtes ainult tumerohelised kuused ja kaharad männid.

«Kuusehiid kus varjab pinna,
mullust kopitust lööb ninna,
ja ka vaigulõhna peent,
rõskustki, mis katab seent.

Astud tema poole, — kingi
hoia libisemast nüüd:
kombeks kuusel aastaringi
vahetada okkarüüd.

Teda aastaaeg ei puutu,
iial kuuse värv ei muutu:
padrikus, kus on poolpime,
ta kui igihaljas ime.

Hea on vihmavarju minna
kuuse alla, kus nii vaik.
Metsaõhku täiel rinnal
hingata siin parim paik!»

Selles luuletuses V. Roždestvenski ei ülista üksnes poeetiliselt kuuske. Ta jutustab veel järgmisest. Kuigi kuusk on igihaljas, saab muld ka temalt iga-aastase andami; tema okkad on lühiealised: igaüks neist elab kuus-seitse aastat, siis vananeb, langeb maha ja asemele kasvab uus. Okaste langemine ei toimu aga kuusel korraga nagu lehtpuudel, vaid järk-järgult ja päris paljaks ei jää kuusk kunagi.

Sel viisil saab muld igal aastal nii niitudel kui ka leht- ja okaspuumetsades suure hulga taimseid jäänuseid.

Taimejäänused koosnevad väga keerukatest ühenditest. Need on valgud, elusa protoplasma alus; suhkur ja tärklis, mis tihti kogunevad toitainete varudena; tselluloos, millest koosnevad taimerakkude tugevad seinad; rasvad, mida vahel nii ohtralt

on viljades, näiteks pähklites ja päevalilleseemnetes; vaha, mis tekitab mõnede taimede lehtedele ja vartele õhukese kirme; vaik — seda on eriti palju okaspuudel; parkained, mida näiteks leidub tamme- ja pajukoores ja mida kasutatakse nahkade töötlemisel; vitamiinid ja palju muid aineid.

Mis siis toimub mullale langenud või mullas kõdunenud taimsete jäänustega? Neid ründab kohe mullastiku arvukas elanikkond.

Igas mullas elab palju elusolendeid. Peale mulda läbivate juurte peitub selles tohutu suur hulk mikroskoopilisi taimi ja suuri ning väikesi loomi.



Need on mulda uuristavad loomad: mutid, karihiired, steppides suslikud, tundrates lemmingud ja paljud teised.

Ka palju suuremad loomad — rebased, polaarrebased ja isegi hundid kraabivad maasse urge.

Siin on suur hulk putukaid: mitmesugused vastsed, mardikad, sipelgad.

Muldade eriti levinud elanikud on vihmaussid.

Putukate ja usside arv on mullas väga suur. Kui metsas mõõta mullapinnal välja ruutmeeter maad, kaevata auk ja lugeda ära kõik seal leiduvad vastsed, mardikad ning ussid, siis ilmneb, et neid on mitu tuhat ja nad kaaluvad kümneid gramme.

Kõik need loomad peenendavad taimejäänuseid, kannavad neid oma urgudesse või pesadesse, segavad neid mulla mineraalosadega.

Kuid peamine osa kuulub neile loomadele, kes söövad taimede jäänuseid. Ning siin on esimesel kohal vihmaussid.

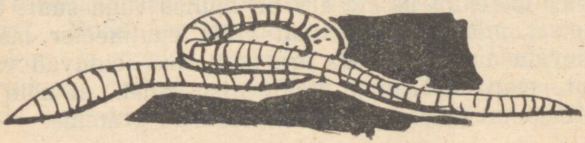
Nende arv mullas on tohutu suur. Vahel võib ühel ruutmeetril leida kuni sada urgu. Vihmaussid toituvad surnud taimede jäänustest. Maapinnale roomates kannavad vihmaussid sealt mahalangenud lehti, kuivanud rohukõrsi, sõnnikuraasukesi oma käikudesse.

Nad söövad mitte ainult taimede jäänuseid, vaid neelavad alla ka mulda, kui nad selles liiguvad. Soolestiku läbinud mulla heidavad nad väikeste ümmarguste tombukestena välja. Nende tombukeste väikesi hunnikuid võib hästi näha aiateedel pärast vihma. Mullas säilivad need tombukesed kaua ja aitavad tal omandada struktuuri, teralisust. Neis on mullaosakesed ümber töötatud ja vihmaussi seedemahlaga läbi imbunud.

Mulla hulk, mida ussid läbi soolte lasevad, on väga suur. Ch. Darwin, kes spetsiaalselt uuris vihmausse ja nende vastu suurt huvi tundis, tegi kindlaks, et see hulk võib aastas ulatuda kuni 25 tonnini hektarilt.

Nii väsimatult töötavad taimejäänuste töötlemise kallal mullas elavad loomad.

Kuid siiski ei kuulu siin peamine osa loomadele, vaid taimedele, tillukestele, silmale nähtamatutele



taimedele, mille loendamatud hulgad asustavad mulda. Need nähtamatud töötajad on mullabakterid. Koos nendega «töötavad» taimejäänuste muundamisel hallitusseened ja mitmesugused teised mullas elavad seened.

Baktereid on mullas nii palju, et nende arvu ei oska endale ette kujutadagi. Ainuüksi ühes grammis mullas leidub neid sadu miljoneid ja isegi miljardeid! Seda ainult ühesainsas grammis! Kui palju on siis neid kogu üleskünẗud põllu mullas?

Kui viljaka künnimaa ühelt hektarilt koguda kokku kõik elusad bakterid, siis ulatub nende kaal mitme tsentnerini, vahel isegi mitme tonnini. Nii palju on mullas baktereid! Ja seeni seeneniidistikuna ei ole metsamuldades sugugi vähem kui baktereid põldudel.

Bakterid ja seened elavad taimsetest (ja isegi loomsetest) jäänustest toitudes.

Kuid selleks, et omada võimalust süüa taimejäänuseid, mis, nagu me teame, koosnevad oma ehituselt ja koostiselt väga keerukatest ainetest (valkudest, tselluloosist jne.), peavad bakterid ja seened neid algul muutma lihtsamateks aineteks, mis võiksid lahustuda vees. Teisiti ei tuleks bakterid nendega toime. Neil ei ole ju suud, hambaid, magu ning teisi seedeelundeid ja toitu peavad nad imema endasse otse läbi oma tillukeste kehade õhukeste seinte. Seepärast peab nende toit lahustuma vees.

Valgud ja tselluloos aga ei lahustu vees. Katsuge lahustada vees puutükikest, mis peaaegu tervenisti koosneb tselluloosist, või munavalku — sellest ei tule midagi välja.

Kuid bakterid ja seened võivad lahustada tselluloosi. Nad eritavad erilisi mahlu, niinimetatud ensüüme, ja need on süutelised muutma tselluloosi glükoosiks, s. t. suhkruks. Suhkur aga lahustub vees

ja seda söövad mikroobid. Lõppude lõpuks võib tselluloos mikroobide tegevuse tagajärjel täiesti lagunduda, nii et sellest saab süsihappegaas ja vesi.

Sel viisil söövad bakterid ja seened metsas tohutu suurel hulgal surnud puitu. Seepärast kaovadki aja jooksul metsast ka kõige suuremad mahalangenud puude tüved. Algul nad muutuvad pudedaks kõduks, hiljem ei jää sellest aga jälgegi järele — kõik söövad puhtaks, lagundavad ja töötlevad ümber putukad. ussid, seened ja bakterid. Selle lagundamise produktidega väetavad nad aga mulda ja toidavad uusi mullal tärkavaid taimi.

Surnud oksad ja kuivanud lehed annavad bakterite abil elu kevadel puhkevatele õitele.

Nii moodustavad surm ja elu looduses ühtse ahela.

Mikroobid ei lagunda ainult tselluloosi, vaid ka teisi taimede koostisse kuuluvaid keerukaid ühendeid. Näiteks lagunevad valkude suured molekulid lihtsamateks osadeks. Seejuures tekib lämmastikku sisaldav gaas — ammoniaak. Tõsi küll, ammoniaak ei eraldu puhtal kujul, selle püüab kohe kinni ja ühineb temaga süsihape, mida alati leidub mullas. Sel kujul on ta lämmastiktoiduks rohelistele taimedele.

Kui bakterid lagundavad valku õhu juurdepääsuta, siis võib nendes peituv väävel ühineda vesinikuga. Tekib haisev gaas — väävelvesinik.

Mäletan järgmist juhtumit. Töötasin Hopjori looduskaitseala järvedel, Hopjori jõe endises sängis. Sõitsin väikeses puutüvest uuristatud paadis, mida juhitakse ühe aeruga. Uurisin taimestikku, võtsin põhjaproove, mõõtsin loodiga vee sügavust. Sel ajal, kui ma proove võtsin ja andmeid üles märkisin, juhtis paati minu abiline.

Oli kuum ilm, hakkas janu, pealegi olime enne

seda tugevasti söönud rasvast kogresuppi. Kuid vesi järvepinnal oli väga soe ja seda juua oli vastik. Otsustasime siis vett võtta sügavamatest, külmematest kihtidest. Sidusime loodi külge tühja pudeli ja lasksime ta järve põhja. Sügavusest saime külma maitsvat vett. Nii tegime korduvalt. Siirdusime teisele järvele. Selles järves oli üks eriti sügav koht. «Võtame õige nüüd põhjast kõige külmemat limonaadi!»

Viskasime pudeli koos loodiga järve, tõmbasime välja — vesi aga ei kõlvanud juua! Nagu selgus, oli «limonaadil» mädamuna lehk. Sel kohal oli järve põhjas süvik, mille seismajäänud vees polnud hapnikku. Kuid ka neis tingimustes töötavad energiliselt bakterid, mis võivad elada õhuta. Nad lagundasid põhjalangenud taimede ja loomade jäänuseid. Üheks selle lagunemise produktiks oli haisev gaas — väävelvesinik, mis on pealegi mürgine.

Valkude lagunemisel õhu juurdepääsuta võib saada põlevat soogaasi ehk metaani ja fosforisvesinikku — värvitut kerget mädanenud kala lõhnaga gaasi. Fosforisvesinik võib õhuhapnikuga kokkupuutumisel iseendast põlema süttida. Nii tekivad «soo-» ehk «virvatuled», mis on hirmutanud ebausklikke inimesi, kes pidasid neid viirastusteks või surnute hingedeks.

Bakterid ei lagunda ainult tselluloosi ja valke, vaid ka kõiki ülejäänud taimede koostisse kuuluvaid aineid: rasvu, tärklist ja teisi süsivesikuid ning vaha, vaike, parkaineid jt.

Bakterid võtavad neist toitudes ning paljunedes osa ühendeid oma kehakeste elusainesse. Teise osa muudavad nad veeks ja gaasideks: süsihappegaasiks, vesinikuks, metaaniks ning väävelvesinikuks olenevalt tingimustest ja sellest, millised mikroobide liigid võtavad osa lagundamisest. Gaasid haihtuvad,

vesi aurub, kasutatakse ära elusolendite poolt või voolab lähimasse veekogusse: jõkke, järve, ookeani. Niisamuti lagundavad mikroobid ka loomade jäänuseid. Laipu süües puhastavad nad nendest maad. Kuid mitte kõiki laguprodukte ei söö ära mikroobid ja nad ei haihtu ka gaasidena. Osa neist annab alguse sellele ainele — huumusele —, millest põhiliselt sõltub mulla viljakus.

## HUUMUSE MÕISTATUS

Võtame peotäie huumusrikast mustmulda, paneme tulekindlast portselanist tassi ja kuumutame tulel. Must värvus kaob ja muld muutub telliskivipunaseks.

See toimus seepärast, et huumus põles ära. Järele jäid mulla tulekindlad mineraalosad. Punase värvuse andsid neile rauaühendid, mida saviosakestes alati leidub. Kuumuse mõjul muutusid nad punase värvusega hapendiks (oksüüdiks).

Huumuse põlemisel haihtuvad süsihappegaas, veeaur ja lämmastik just samuti nagu siis, kui me põletasime taimede kuivainet.

Keemikud avastasid, et huumus koosneb samast neljast elemendist kui taimgi: süsinikust, mida huumuses on kaalu järgi umbes 50%, hapnikust (ligi 40—45%), vesinikust (umbes 4—5%) ja lämmastikust (3 kuni 5—8%).

Kõige tähtsam on asjaolu, et siin on lämmastik!

Seejuures selgus, et huumust moodustavate ainete molekulid on väga suured ja ebatavaliselt keeruka ehitusega. Nad haakuvad kindlalt üksteise külge, moodustades mullas tillukesi, umbes 0,0001 millimeetri suurusi ja veelgi väiksemaid osakesi.

Huumus kleepub ka mulla mineraalosakestele,

kleebib neist mügarakesi, tatra- või hirsiterasuurusi terakesi. Ning muld muutub sõmeraliseks, struktuurseks.

Mineraalosad sisaldavad tuhkaineid. Huumuses aga on lämmastik. Seega on nendes mullaterakestes kõik taimedele vajalikud keemilised elemendid.

Tuleb välja, et taimele jääb ainult üle imeda neid juurte kaudu endasse. Näib, nagu ei oleks midagi lihtsamat.

Kuid asi pole sugugi nii lihtne.

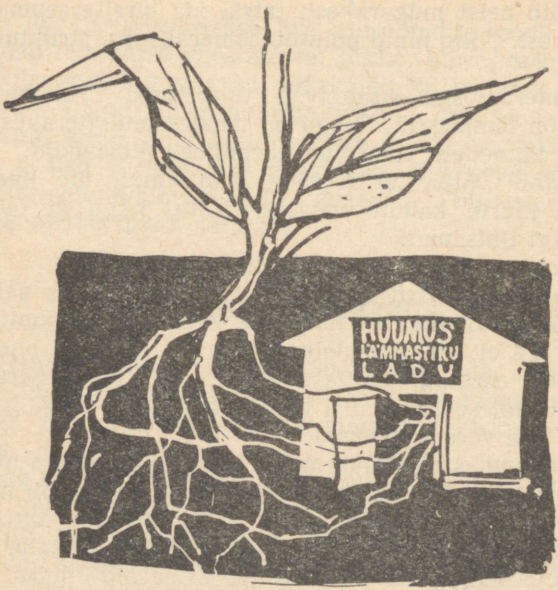
Juba enam kui sada aastat tagasi tõestas saksa teadlane Liebig, et huumuse keerukas orgaaniline aine ise ei ole taimedele söödav, et taimede juured võivad neelata mullast ainult lihtsaid mineraalühendeid, soolasid, mis võivad lahustuda vees. Huumus aga vees ei lahustu.

Nii andiski huumus meile mõistatuse. Kogu maaharimise praktikast on teada, et mida enam on mullas huumust, seda viljakam ta on. Selgub aga, et taim ei suuda toituda sellest huumusest, talle on vaja, et lämmastik ja tuhkained esineksid lihtsamate, vees lahustuvate sooladena. Milles on siis asi?

Asi on selles, et taimed kasutavad huumuses olevaid toitaineid nendesamade mullabakterite kaasabil.

Tuleb mainida, et alates idandi elu esimestest päevadest hakkavad tema juurekeste ümber kogunema miljardid mikroobid. Neid on siin hoopis rohkem kui ümbritsevas mullas. Need mikroobid muundavadki huumuse koostisse kuuluvad keerulised orgaanilised ained lihtsateks mineraalsooladeks, millest taimed võivad toituda. Sellisteks abilisteks on paljudel juhtudel näiteks metsas seened.

Nii kolossaalset osa etendavad bakterid muldade ja taimede elus. Ilma nendeta poleks võimalik kogu see ainete ringe, mis toimub mulla ja taimede vahel. Võib liialdamata öelda, et mullabakteriteta ja seen-




teta lakkaks roheliste taimede edasine kasv ja kaoks üldse elu Maal.

Nii lahendub mõistatus, mille meile andis Liebig. Kuigi roheline taim ei ole suuteline toituma huumusest endast, kasutab ta selles leiduvaid toiduvarusid bakterite abil.

Kuid sellega ei piirdu veel huumuse kasulikkus mullas.

Juba umbes sada aastat tagasi oli teada, et muld suudab talletada endas mitmesuguseid aineid. Kui temast nõrgub läbi soolalahus (näiteks mõne väetise oma), siis osa sellest soolast «takerdub» harilikult mullas. Muld on suuteline neelama endasse ka gaase,

näiteks ammoniaaki või süsihappegaasi. Mulla poolt neelatud ained püsivad seal ning hiljem võib ta neid anda taimede juurtele või «ümber vahetada» mõnede teiste ainete vastu.

Millest on tingitud selline muldade omadus, see on meile selgeks saanud tänu suure vene teadlase Konstantin Kaetanovitš Gedroitsi töödele. Osutus, et kõige enam sõltub see mullas leiduvate osakeste hulgast, millede suurus on vähem kui üks tuhandik millimeetrit. Mulla poolt «neelatud» ained jäävad peatuma nende tillukeste osakeste pinnale.

Nii tibatillukesed võivad olla savi-, aga ka huumuseosakesed.

Mulla neelamisvõime on väga tähtis tegur tema viljakusele. Selle abil varub muld toitaineid: nii tuhkaineid kui ka lämmastikku. Ja mida rohkem on mullas huumust, seda viljakam ta on.

Nüüd teeme aga kokkuvõtte sellest, milline on huumuse osa mullas.

Huumus on panipaik, kus hoitakse lämmastikuvarusid, mida lähtekivimis kunagi ei leidu.

Huumus kleebib mulla mineraalosad tugevateks, kuid urbseteks sõmerateks, luues sellega mulla struktuuri. Need sõmerad on eriti vastupidavad siis, kui mullas leidub lupja. Nad imbuvad kergesti vett täis ja hoiavad seda siis kaua alal. Seetõttu võib muld pikka aega säilitada niiskusevarusid. Peale selle on sellistest urbsetest sõmeratest koosnev struktuurne muld kobe, tuuldub hästi, sinna pääseb alati ligi juurtele ja kasulikele mikroobidele hingamiseks vajalik värske õhk.

Huumus suurendab mulla neelamisvõimet.

Seepärast ongi muld seda viljakam, mida mustem ja huumuserikkam ta on.

Kõneleme veel veidi mulla viljakusest.

Missugune muld on viljakam? Nähtavasti see, mis suudab paremini varustada taimi kõige vajalikuga nende normaalseks arenemiseks ja eelkõige toiduga soolade näol, mis sisaldavad lämmastikku, fosforit, kaltsiumi, väävlit ja teisi elemente, millest me juba palju kõnelesime.

Kuid muld peab varustama taimi ka veega.

Sest kui elu on võimatu lämmastikuta, siis on ta võimatu ka veeta.

Taimes on vee osa väga suur.

Nagu me teame, toitub taim eelkõige veest. Veest võtab ta kogu talle vajaliku vesiniku, vesinik aga kuulub kõigi nende ainete koostisse, millest on ehitatud taim.

Siiski «sööb» taim ainult ühe, kõige rohkem kaks tuhandikku kogu sellest veest, mis läbib tema organismi. Milleks on siis taimele vaja nii palju vett?

Vesi kuulub elusa protoplasma koostisse.

Vesi on taimedele niisama vajalik kui loomadele. Ta on organismis olevate ainete lahustaja. Ained saavad taimes edasi liikuda ainult koos veega, vees lahustunult.

Kui me paneme mulda kartuli, siis tärkavad tal idud: need on tulevased varred lehtedega ja juurestik uute mugulatega. Idude moodustamiseks kulub kartulimugulas leiduv varuaine. See aine on tärklis. Kartulimugul on otsast otsani tärkliseterakesi täis.

Hiljem muutub tärklis suhkruks ja suhkrulahus valgub kasvavate idude juurde.

Idud poevad mullast välja, muutuvad roheliseks, hakkavad sirguma ja hargnema, neil tekivad lehed ning algabki lakkamatu ainetevahetus lehtede ja juurte vahel. Lehed valmistavad suhkrut,



see peab valguma juurtesse, et juured saaksid edasi kasvada ja hingata. Juured aga püüavad mullast kinni lämmastikku ja tuhkaineid. Neid on vaja toimetada üles kasvavale varrele, uutele arenevatele lehtedele, muidu jäävad need kasvus kängu. Kõik see toimub vee kaasabil.

Kuid sellega ei piirdu veel vee tähtsus.

Taimede lehtedest aurub alati vett. See aurumine on taime eluks väga tähtis. Teaduses on sellele antud eriline nimi — transpiratsioon.

Lehed töötavad, hankides valguse käes toitu süsihappegaasist ja veest. Neile on vaja päikeseenergiat. Kuid nad püüavad kinni ja muudavad keemiliseks energiaks ainult nähtavaid kiiri, valguskiiri. Päikesest tuleb aga veel võimas nähtamatute kiirte, soo-

juskiirte vool. Need kiired peaksid tugevasti soojendama lehti.

Kuid puudutage lehte ka kõige päikesepaistelisemal päeval. Ta on alati jahe. Vee auramine kaitseb teda ülesoojenemise eest.

Auramisel on veel teinegi tähtis ülesanne. Selle tagajärjel voolavad mahlad pidevalt alt juurtest ülespoole. Lehtedes vesi aurustub, juurtest aga kerkib uus.

Auramiseks tarvitavad taimed tohutu suurel hulgal vett. Näiteks tarvitab kask päevas kuus ämbritäit vett. Üks maisitaim aurustab aga suve vältel terve tünni (200 liitrit) vett.

Veel palju muidki ülesandeid täidab vesi.

Ei ole midagi imelikku selles, et elusad taimed koosnevad 80-protsendiliselt, vahel isegi 90-protsendiliselt veest.

Olgugi muld rikas toitainetest, kuid kui puudub vesi, siis jääb niisugune muld viljatuks.

Eriti ränkadel põua-aastatel, näiteks 1891. aasta põua ajal, muutus oma viljakuse poolest kuulus vene mustmuld täiesti viljatuks. Taimed ei saanud kasutada temas leiduvat toitu. Põldudel kuivasid ja hukkusid nisu noored võrsed, niitudel kõrbes rohi. Toiduvarusid oli mustmullas küllaldaselt, kuid selles ei olnud vett.

Selleks et taim saaks vett, on väga tähtis, et muld oleks struktuurne, sõmeraline.

On näiteks kaks põllutükki. Ühele külvati ammust aega aastast aastasse järjekindlalt nisu, mulla struktuuri säilitamise eest aga ei hoolitsetud. Kõik mullasõmerad on seal lõhutud, korduvate kündide, kultiveerimiste ja äestamiste läbi hävitatud; muld on muutunud struktuurituks, tolmjaks. Teisel põllul alles künti üles sööt. Muld on siin teraline, struktuurne.

Sadas vihma. Vaatame, mis toimub vihmaveega




kummalgi põllul. Esimesel põllul ei saa vesi tungida sügavale: mulla pealmise kihi väikesed, tihedasti üksteise ligi surutud tolmjad osakesed paisuvad ega lase veel sügavamale imbuda. Kui aga vihmasadu lakkab, tuleb nähtavale päike ja ilm muutub palavaks, hakkab vesi kiiresti auruma ning tõuseb pidevalt mööda tihedalt koos asetsevaid osakesi alt üles (nagu põlevas lambis petrooleum mööda tahti).

Varsti on kogu vesi mullast õhku auranud ja mullapinnale tekib kõva koorik. On hea, kui varsti jälle sajab vihma. Kui aga vihma ei tule terve kuu, mis siis? Vili hävib — ja ongi kõik.

Vaatame nüüd, mis sünnib vihmaveega struktuurses, kobedas, sõmeralises mullas.

Siin tungib vesi kiiresti sügavale. Ta voolab sõmeravaheliste tühimike kaudu kergesti allapoole ja jõuab saju ajal nõrguda sügavale. Pärast imbub vesi sõmeratesse endisse, sõmeravahelised tühimikud tahenevad ja nendesse tungib atmosfäärist uuesti õhk.

Saabub päikesepaisteline kuum ilm. Päike kuumendab mulla pealmist kihti ja sealt hakkab auruma vesi. Kuid all, jahedas pimedas kohevas mullas jäävad veevarud sõmerakestes alles. Sõmerad ei liitu ju siin tihedalt üksteise külge, nendevahelistes tühimikes on õhk ning lakkamatut vee voolu ülespoole siin ei toimu.

Möödub nädal, teine . . . , kuid mullas on ikka veel säilinud niiskus. Taimed kulutavad seda aegamööda. Nende juured tungivad mullaosakeste vahele, otsivad üles niisked, veega läbiimbunud sõmerad ja «joovad» sealt vett.

Ärge mõelge ainult, et juured võivad mullas liikuda nagu mõne looma kombitsad või nagu vihmaussid. Edasi liikuda nad ei saa, kuid nad võivad kasvada. Ning mikroskoopiliselt peened juurekarvad kasvavad juurte hargnenud otstest igasse külge laiali ning kleepuvad tihedalt iga ettejuhtuva sõmera ümber, «lakuvad» sellelt veekilekese ning «imevad» välja sõmeras talletatud vee.

Seepärast kännatavadki struktuursetel muldadel taimed põudade tagajärjel vähem. Struktuursel, kobedal mullal võivad taimed läbi ajada järgmise vihmani, kuigi see ei tule niipea. Struktuursest mullast aurub niiskust ainult 15%, 85% aga säilib ja läheb taimede kasutusse.

Selgub, et võrdsete toiduvarude puhul on struktuurne muld viljakam kui struktuuritu.

Järelikult on vesi viljakuse vältimatu tingimus.

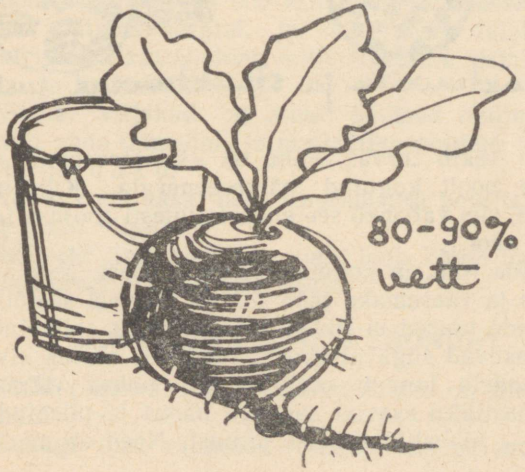
Läheme aga korraks rabasse. Vett on siin külluses. Märga pehmesse samblasse vajuva jala all lirtsub vesi. Vaatame õige, kui viljakas on muld siin.

Raba ümbritseb kõrge tihe mets, mis kasvab kõrgematel kohtadel, seal, kuhu vesi seisma ei jää. Seal kasvavad männid — võimsad, sihvakad mastipuud.

Mis on aga rabas? Kuhu kadusid männid-kaunitarid? Siin ei ole enam männid, vaid männikesed, harvad, kidurad, kõverad, madalad, peenikesed. Saed sellise männi maha ja selgub, et aastaringid on tal nii kitsad, et neid peab vaatlema luubiga. Palja silmaga neid loendada ei saa. Mänd ise on aga õige vana, vaatamata sellele, et ta on väike ja peenike.

Nagu näha ei ole muld siin kuigi viljakas.

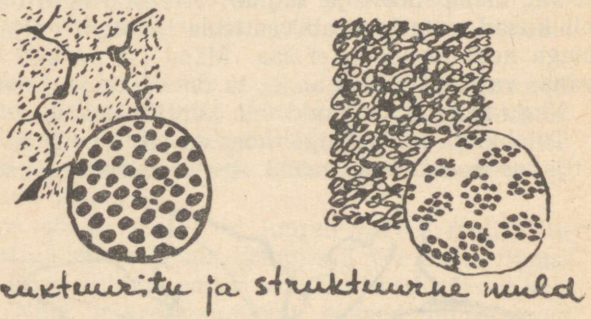
Tulebki välja, et kuigi rabas on palju vett, on siin viljakus madal. Isegi mänd, see äärmiselt vähenõud-



lik puu, ei suuda siin kuigi suureks kasvada. Rabapinnase viljakusest piisab vaid marjadele — jõhvikale ja murakale.

Kuid siiski, mispärast kasvavad vee külluse korral rabas ainult turbasamblad, kidurad männid ja jõhvikad — «lumealused marjad»?

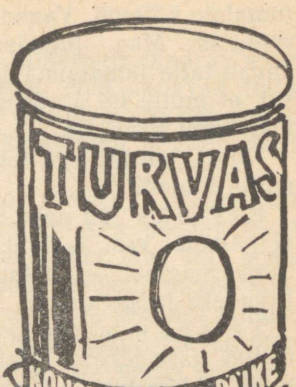
Eks sellepärast, et siin on seisev vesi, milles on liiga vähe hapnikku. Ilma hapnikuta ei saa aga taimede jäänused laguneda nii, et sellest saaks huumust. Pruunistunud, tumenenud taimejäänused ainult pressitakse kokku, kuid nad ei lagune.




Nii tekib turvas, kuhu on «konserveeritud» taimede poolt kogutud päikeseenergia. Kui turvas põleb, siis vabaneb see energia uuesti soojuse ja valguse näol.

Mida rohkem koguneb rabas turvast, seda vaesemaks ja vaesemaks jääb pinnas ka veel seetõttu, et taimede juured ei suuda enam tungida tuhkaineteni, mis asuvad sügaval turbalasundi all olevas kivimis. Taimedele langeb osaks ainult puhas vihmavesi, lämmastikku saavad nad aga harva ja piiratud hulgal — juhuslike äikeste armust. Need on nn. kõrg-

sood, kõige viljatumad sood. Nende turvaski kõlbab ainult kütteks või loomadele allapanuks.




See-eest on madalsoodes, kuhu ei ole veel lakanud põhjavee juurdevool, säilinud turbas tohutu suured toiduvarud. Neid varjavad endas need tumepruunid varrekesed, lehed ja taimejuured, millest koosneb turvas.

Kuivendame soo, anname seiskunud veele võimaluse äravoolamiseks, laseme turbasse värsket õhku — ja sinna tormavad väikesed ahned mikroobid ning hakkavad õgima taimseid jäänuseid. Turvas hakkab lagunema ja soo ära andma temasse kogunenud päikeseenergiat, ja seda mitte tuleleegina elektrijaama küttekoldes, vaid rikkalike vilja-, juurvilja- ja heinasaakidena.

Niisiis, viljakad on ainult sellised mullad, mis võivad anda taimedele ja mullamikroobidele t o i t u, v e t t ja õ h k u.

Kui kas või ükski neist tingimustest pole täidetud, jääb muld viljatuks.

Selliseid tingimusi taimedele loob kõige paremini struktuurne, huumusrikas muld.

## KES ON SIIS MULLA LOONUD?

Nüüd võime vastata küsimusele: kes on siis mulla loonud?

Kunagi olid inimesed veendunud, et muld on

jumalate kätetöö. Vanad kreeklased arvasid, et mulla sünnitas Maa jumalanna Gaia, aga viljakuse annab talle jumalanna Demeter. Vanad juudid uskusid, et mulla lõi ainus nähtamatu jumal, kes on loonud kogu maailma.

Kuidas on asi aga tegelikult? Kes on siis tõelised mulla loojad?

E s i t e k s on need looduse võimsad jõud: soojus ja pakane, vesi ja tuul, mis kõvu kaljusid — jahtunud magmat — lõhkudes muutsid need kobedateks liivadeks ja savideks.

T e i s e k s on need rohelised taimed. Nad on arenenud järk-järgult lihtsamatest elusorganismidest, kuid tekkinutena võitsid endale mereveed ja kogu mandri pinna. Imeteldav võime valmistada päikesevalguse energia abil süsihappegaasist ja veest toitaineid võimaldas neil muuta kogu maailma palet.

Kuni roheliste taimede ilmumiseni ei olnud Maa atmosfääris vaba hapnikku. Selles olid lämmastik, süsihappegaas ja ammoniaak. Kui keegi meist tahaks sõita «ajamasinal» minevikku ja kavatseks peatuda aguaegkonnas, mil ei olnud veel elusolendeid, peaks ta end varustama hapnikuaparaadiga, sest muidu lämbuks ta tolleaegses hapnikuta ja pealegi veel ammoniaaki sisaldavas atmosfääris.

Rohelised taimed on rikastanud õhku hapnikuga; nad puhastasid õhu ammoniaagist ja kasutasid seda toiduks.

Taimed olid loomadele toiduks ja andsid võimaluse rikkaliku loomariigi, sealhulgas ka inimese arenemiseks. Surnult ning kõdunedes väetasid taimed liivu ja savisid, muutsid need muldadeks ning «pumpasid» neisse päikeseenergiat. Kui poleks olnud rohelisi taimi, siis puuduksid Maal ka mullad.

K o l m a n d a k s on need miljardid teised, mitterohelised mikroskoopilised taimed, mis muudavad

taimejäänused huumuseks ja mineraalsooladeks ning püüavad kinni õhulämmastikku. Nad annavad toitu rohelistele taimedele ja neist sõltub kogu see ainete ringe, mis toimub taimede, lähtekivimi ja atmosfääri vahel.

Neljandaks on need loomad. Vihmaussid kui väsimatud pinnaseuuristajad, kes peenendavad taimseid jäänuseid ja lasevad mulla läbi oma sooltoru. Mitmesugused mardikad, vastsed, pinnaseloomad, mutid, suslikud. Kobestades ja segades mulda, väetades seda lämmastikuga, mida nad koguvad oma kehadesse, võtavad ka loomad osa mulla tekkimisest.

Viiendaks kliima. Kuumadel ja kuivadel ning niisketel ja külmadel aladel tekivad erinevad mullad. Kliima tähtsus on eriti suur seepärast, et sellest, kui palju soojust ja niiskust saab maa, oleneb taimede, loomade ja mikroobide arenemine.

Ja lõpuks on veel üks loodusjõud, eriline jõud, mis omab seda, mida ei ole ei graniitkaljudel, ei veel ega tuulel, ei rohelistel taimedel, mikroobidel ega ka vihmaussidel. See jõud on töövõime ja mõistus.

Selle jõu nimi on inimene.

Tänu tööle ja mõistusele omandas inimene võimu loodusjõudude üle.

Tema mõju loodusele, sealhulgas ka mullale, pole millegagi võrreldav. See mõju on eriline. Ta seisneb selles, et inimene suudab muuta muldasid teadlikult nii, kuidas see talle on vajalik. Seepärast on inimese osa teiste mulla loojate hulgas eriline ja väga tähtis.

Juba Vana-Kreeka kirjanik Sofokles ütles:

> «On palju jõudusid maailmas,
> kuid looduses ei säärast leidu,
> kes inimesest tugevam...»

Me rääkisime palju sellest, kuidas tekib muld murenemise, taimede, mikroobide ja loomade vahendusel. Inimese mõjust mullale tuleb kõnelda eraldi.

## INIMSOO KOIDIKUL

Inimene on eksisteerinud Maa peal miljon aastat. Miljon aastat tagasi ilmus Jaava saarele keset lopsakat troopilist loodust ürgseim inimene — ahvinimene. Tema esivanemateks olid kõige kõrgemalt arenenud inimahvid, kes noil iidsetel aegadel elasid hulgaliselt nii Aasias, Aafrikas kui ka Euroopas.

Kliima oli siis kogu maakeral väga soe, isegi palav. Ukrainas kasvasid palmid ja Teravmägedel õitsesid koguni magnoolíad ning kõrgusid pöögi- ja tammemetsad.



Ahvinimene.



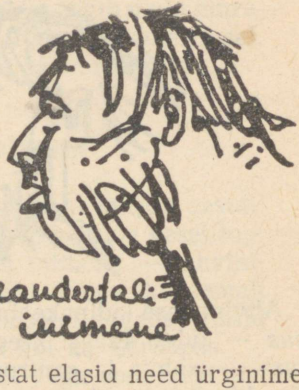
Hiina inimene

Ahvinimese ladinakeelne nimetus — *Pithecanthropus* — tuleb kahest kreekakeelsest sõnast: «pithecus» — «ahv» ja «antropos» — «inimene». Sellele olendile pandi niisugune nimi seepärast, et ta veel väga meenutas ahvi. Kuid siiski võis teda juba pidada inimeseks, sest ta oskas valmistada kivist töö riistu.

Teine, mõningal määral jaava ahvinimesest erinev, kuid temaga väga sarnane ürginimene elas Hiinas. Tema jäänused leiti esmakordselt 1929. aastal Pekingi lähedalt. Need leidis hiina teadlane Pei Veng-Tšung. Sellele ürginimesele pandi nimeks hiina inimene.

Hiina inimesed elasid koobastes, pidasid jahti jämedalt töödeldud kiviriistadega ja tundsid tuld. Nähtavasti ei osanud nad tuld saada, kuid oskasid seda kasutada ja säilitada. Hiina inimese koopais leiti seitsme meetri paksune tuhakiht. See näitab, millise visadusega säilitasid ürginimesed tuld põlvest põlve.

Nii ahvinimesed kui ka hiina inimesed olid kõigesööjad, s. o. nad toitusid peale liha ka taimedest. Seda võime otsustada nende hammaste ehituse põhjal. Kuid maad harida nad veel ei osanud. Nad ainult korjasid troopilistes metsades külluses kasvavate metsikute taimede vilju.




Umbes viissada tuhat aastat elasid need ürginimesed Maal. Neist arenesid aja jooksul juba kaasaja inimesega rohkem sarnanevad ürginimesed — neandertali inimesed. Oma nimetuse said nad Saksamaal asuva Neanderthali oru järgi, kus 1856. aastal leiti esmakordselt nende jäänused. Need inimesed olid füüsiliselt väga tugevad, nad oskasid teha kivist lihtsaid kiilukujulisi kirveid ja kõõvitsaid; kasutasid tuld, elatusid jahist ja taimede korjamisest.

Ürginimesed elasid üle suure jäätumise ajastu. Nad asustasid kogu Vana Maailma: Aasia, Aafrika, Euroopa, Polüneesia, Austraalia. Ainult Ameerikasse tulid inimesed tunduvalt hiljem, siis kui Maa peale ilmus juba uus, kaasaja inimene, kelle ladinakeelne nimi on *Homo sapiens*, mis tähendab «tark inimene».

See inimene ilmus mitte varem kui sada tuhat aastat tagasi.

Kuid maaviljelusega hakkas ta tegelema enam kui kümme tuhat aastat tagasi. See aeg on aga võrreldes inimkonna miljoniaastase olemasoluga väga lühike.

Tuleb välja, et inimene õppis alles üsna «hiljuti» maad harima. Enne seda kasutas ta aga paljude ja

paljude aastatuhandete vältel ainult valmis vilju, maa-aluseid mugulaid, juuri ja teisi metsikute taimede söödavaid osi.

Põllunduse ajastule eelnes korjamise ajastu, samuti nagu loomakasvatuse ajastule eelnes jahinduse ajastu. See oli kõige algelisem moodus toidu hankimiseks, kuid võimaldas siiski inimestele äraelamise ja kogu maakera asustamise. Metsikute taimede hulgas on ju palju söödavaid ja niisuguseid, mis võivad anda kiudu ja ehitusmaterjali.

Eriti palju on kasulikke taimi troopilistes maades, kus taimestik on ebatavaliselt rikkalik ning mitmekesine. Võtame näiteks saagopalmi. Jules Verne ei suutnud hoiduda kiusatusest paigutada see kasulik taim «Saladuslikule saarele», kus leidsid varjupaiga merehädalised Cyrus Smith ja ta kaaslased. Mäletate?

«Mis puu see küll on?» küsis Cyrus Smith. «Ta sarnaneb väikese palmiga.»

«See on «*Cycas revoluta*», mille pilt on mul loodusteaduslikus sõnaraamatus.»

«Aga ma ei näe sellel puukesel vilju.»

«Seda küll, härra Cyrus,» vastas Herbert, «kuid ta tüvi sisaldab jahu, mille loodus meile annab juba peeneksjahvatatud kujul.»

«See on siis leivapuu?»

«Leivapuu jah!»

«Noh, mu poeg,» lausus insener, «see on hinnaline leid, eriti praegu, kus meie vili pole veel lõigatud. Asume tööle ja annaks taevas, et sa ei eksi!»

Herbert ei eksinud. Ta murdis katki ühe puukese tüve, mis koosnes näärmelisest ja jahusest säsist. Läbi jahuse südamiku kulgesid kontsentriliste ringidena puitunud kiudude kimbud. Tärkliserikas säsi sisaldab ebameeldiva maitsega limast mahla, kuid pressimise teel saab mahla hõlpsasti kõrvaldada. See




sõre aine on tõeline kõrgekvaliteediline jahu, mis on äärmiselt toitev.»

Tõsi küll, selles Vaikse ookeani osas, kuhu Jules Verne paigutas oma «Saladusliku saare», ei võinud esineda saagopalmi, kuid troopilistes maades on kohti, kus see palm käesoleva ajani annab kohalikele elanikele peamise toidu.

Aga kookospalm? Teda nimetatakse õigusega «palmide kuningannaks». Kuigi me oleme põhjamaa elanikud, siiski on igaüks meist juba lapsepõlvest alates kuulnud kookospalmist. Kindlasti meenub igaühele teist raamatutes või kinos nähtud ookeanikallas ja saledad, alati veidi lookas palmid. Kuid kookospalm ei ole kuulus üksnes oma ilu, vaid ka selle poolest, et ta annab väga väärtuslikke vilju.

Kookospähklid on suured, lapsepeasuurused. Kogu noorte pähklite sisemust täidab läbipaistev magushapu vedelik. Kui lüüa noore pähkli kooresse auk,

siis võib kustutada janu jaheda, väga meeldivamaitselise joogiga.

Sedamööda kuidas pähkel valmib, tekivad tema vedelas mahlas mikroskoopiliselt väikesed õlitilgakesed, ja vedelik muutub valgeks — see on «kookospiim», mis on samuti väga maitsev. Hiljem hakkab «piim» pähklikoore lähedal tihenema, muutudes piimvalgeks pehmeks massiks. Kuid keskpaigas püsib see veel kaua vedelana.

Nõukogude teadlane L. Rodin, kes on käinud Brasiilias, jutustab sellest, kuidas ta esmakordselt maitses kookospiima:

«Enne jaama jõudmist astusime sisse kauplusesse, et osta teele kaasa puuvilju. Poenurgas seisis suur puupakk nagu lihakarnides; selle kõrval hunnik rohelisi tiheda koorega kookospähkleid. Nad olid kujult väga erinevad — peaaegu korrapärasest kerast sidrunina väljavenitatuteni . . . Meie muidugi otsustasime otsekohe maitsta kookospähkli piima. Müüja lõi erilise raske kiinitaolise noaga (sellist nuga nimetatakse siin matšetaks) pikenenud otsa ümbert kiiresti ja osavalt ära rohelise katte; olles avanud viljakoore, raius ta ainsa tugeva hoobiga maha selle ülaosa ja haaras samal hetkel pähkli vasaku käega, et vedelikku mitte välja lasta voolata. Meil jäi üle ainult võtta kõrs ja imeda mahla tollest oivalisest looduse poolt valmistatud tassist. Mahl oli jahe ja meeldiva maitsega; seda oli pisut vähem kui teeklaasitäis; viljakoore sisekülgi kattis õhukese kihina pähkli viljaliha. Selle söömiseks kasutatakse erilist teravaks ihutud servaga lusikat, mida tuleb tarvitada kaabitsana. Pähkel on väga tärkliserohke ja konsistentsilt jämedakoeline. Tema maitse meenutab kreeka pähklit, kuid oleks nagu toore kartuli kõrvalmaitsega.»

See pehme tuum on kookospähklite peamine väärtus. Kuivatatuna sisaldab ta 60—65% kookosõli,

õli aga on kookospalmi põhiline produkt. Üks palm annab aastas umbes kuuskümmend pähklit.

L. Rodin kirjutab: «Kõneldakse, et hea perenaine võib valmistada kookospähklist nii palju roogi, kui palju aastas on päevi.»

Peale selle kasutatakse palmide tüvesid ehitusmaterjalina, lehtedest aga saadakse kiudu, millest valmistatakse väga mitmesuguseid asju — trossidest kübarateni.

Kogu kookospalmi elu on tihedalt seotud ookeaniga. Ta kasvab mere poole kummardudes ja ta viljad langevad sageli vette. Nad ei upu vees ning kanduvad tuulte ja merehoovustega kaugele. Lainete poolt rannale uhutuna hakkab pähkel idanema ja temast kasvab uus palm. Seepärast võibki nii sageli näha kõige üksildasemates ookeani osades korallsaari, mida ümbritsevad kroonina kookospalmide suurepärased vanikud.

Õlipalm on aga troopilise Aafrika elanike toitja. Ta kasvab looduslikult Aafrika metsades praegugi. Õlipalmi viljad annavad kaht liiki õli. Üks neist läheb tehnilisteks vajadusteks, seda hangitakse vil-



Leivapuu vili

jade kestast. Teist kasutatakse toiduks; seda saadakse seemneist.

Õlipalm on Aafrika kohalikele elanikele käesoleva ajani peamiseks rasvainete allikaks, sest seal ei saa kasvatada koduloomi tsetse-kärbse tõttu, kes levitab loomadele surmavat unetõbe.

Kuid nüüd aitab palmidest. Meenutagem teisi taimi, mida nagu saagopalmigi nimetatakse «troopika leivaks».

Eelkõige meenub leivapuu. Tema tohutud kõrvitsasuurused lühikese varrega viljad ripuvad otse tüve küljes või okstel. Leivapuu viljadest küpsetatakse ehtsat leiba. Selleks oodatakse algul, kuni mahavõetud vili hakkab käärima. Siis kraabitakse talt koor maha ja käärinud sisu sõtkutakse, lisades sinna kookosõli. Saadakse taigen, millest küpsetatakse kohevat urbset leiba.

«Troopikaleivaks» kutsutakse ka banaane. Tõsi küll, kaasajal on kõikjal levinud kultuurbanaanid, kuid Tahiiti ja Samoa saarte mägimetsades kasvavad veel praeguseni ka looduslikud, seemnete abil paljunevad banaanid.

Banaanid sisaldavad peale suhkru ka tärklist, valku ja rasvast õli. Eriti palju valkainet on noortes pooltoorestes banaanides. Aafrika päriselanikud söövad neid keedetult.

Banaanid on nii toitvad, et kui kuulus Aafrikauurija Stanley läbis oma kaaslastega mandri põigiti Kongo suudmest Alberti järveni, olid banaanid paljude päevade kestel kõige sügavamas niiskes troopilises metsas viibides nende ainsaks toiduks.

Kõik need imepärased taimed kasvavad troopikamaade viljakal pinnasel. Ürginimene võis ka ilma maad harimata korjata nende vilju ja nendest toituda.

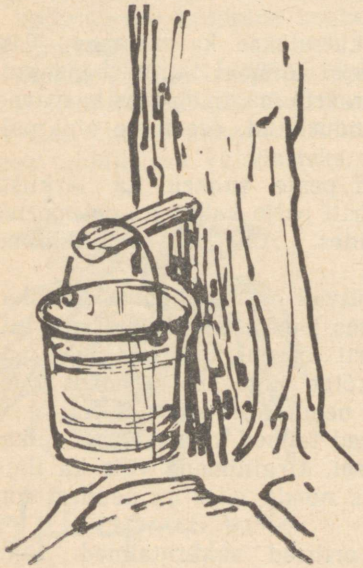
Troopikas on ka erilised suhkrutaimed. Suh-

kur on inimesele alati olnud üheks kõige vajalikumaks toitaineks. Seda sisaldavad nii banaanid kui ka suhkrupalm ja teiste taimede mahlakad viljad, eriti palju on suhkrut aga suhkruroos.

On olemas veel üks suhkru sisalduse poolest kuulus troopikataim — see on arbuus. Lõuna-Aafrikas Kalahari kõrbes kasvavad tänini väikesed, kuid väga magusad metsikud arbuusid.

Mõõtmeilt on nad umbes laptuupallisuurused. Saagirikkail aastail on arbuuse tohutult. Nad on maiuspalaks nii inimestele kui ka mitmesugustele metsloomadele. Arbuuside valmimise ajaks rändavad hotentotid ja bušmanid Kalahari kõrbe.

Kuigi parasvöötme maades on inimestele olnud üheks peamiseks suhkruallikaks arvatavasti ammust



ajast mesi, leidub ka siin looduslikus flooras palju taimi, mis sisaldavad suhkrut. Tähtsaim nendest on vaher. Magusat mahla võib vahtrast saada ainult kevadel, mahlajooksu ajal, enne pungade puhkemist.

Kui teha kevadel puutüvesse sisselõige, siis hakkab sealt imbuma mahla, mis sel ajal kerkib juurtest ja läheb paisunud pungadesse. See ongi kevadine mahlajooks.

Ka kasemahl on magus, kuid vahtra oma on magusam. Ta sisaldab 2,5—4,5% suhkrut. Keetmisel võib saada sellest merevaiguvärvilist vahtrasiirupit, mis meenutab värsket mett. Kas mäletate, kuidas «Saladusliku saare» kolonistid keetsid Cyrus Smith'i nõuandel vahtramahlast siirupit?

Inimesed õppisid vahtramahlast siirupit ajama väga ammu. On teada, et Põhja-Ameerika indiaanlased oskasid seda keeta juba kaua enne eurooplaste ilmumist Ameerikasse. Sellest kõneldakse «Laulus Haiavatast».

«... kütid vabalt ringi käisid,
tohust paate ehitasid,
jõel ja järvel kalastasid,
hirvi küttisid ja piibreid.
Rahus askeldasid naised,
keetsid suhkrut vahtramahlast,
luhalt korjasid metsriisi,
põdranahku parkisid.»

Olgu märgitud, et selles katkendis on kirjeldatud tolleaegset tööjaotust. Taimede kogumisega tegelesid peamiselt naised, kuna mehed aga käisid jahil ja püüdsid kala.

«Metsriis», millest siin kõneldakse, ei ole meile kõigile tuntud riis, vaid eriline taim. Botaanikud nimetavad seda vesiriisiks.

See on 1,5 meetri kõrgune järvede ja jõe abajate kaldail kasvav taim. Kui seemned olid küpsenud, sõitsid indiaaninaised oma piroogidel ettevaatlikult ta tihnikuisse. Nad haarasid pikad, 50-sentimeetrised pööriste vihud ja tagusid neid keppidega nii, et terad pudenesid otse paadi põhja. Hiljem kuivatati terad, hõõruti, et vabastada neid kestadest, ja kasutati toiduks.

Niisiis oleme jõudnud troopikast parasvöötmesse. Kuigi troopilised maad olid inimese sünnimaaks, asustasid juba neandertallased laialdaselt kogu Euroopa ja Aasia parasvöötme. Millist taimset toitu võisid nad leida ilma maad harimata, korjamise teel?

Esimeses järjekorras peab siin meenutama tõrusid. Tamm — võimas «metsade kuningas» — oli iidsetest aegadest üheks parasvöötme inimese toitjaks. Tõrud võivad rahuldada inimese nõudeid kõigi talle vajalike toitainete osas. Nad sisaldavad nii valke, rasvu kui ka süsivesikuid, mis esinevad tärklise ja suhkruna.

Tõsi küll, tõrud sisaldavad ka parkaineid, mis annavad neile mõruvõitu maitse. Kuid parkained lahustuvad kergesti vees. Kui leotada tõrusid kaks ööpäeva vees, mida sageli vahetada, siis kaob mõru maitse. Pärast võib tõrusid kuivatada, jahvatada ja keeta neist putru või küpsetada leiba.

Kirovogradi oblastis leidsid arheoloogid väljakaevamisel ahjude jäänused, mille savis olid tõrude jäljendid. Tähendab, 5000 aastat tagasi kuivatasid meie esivanemad ahjudes tõrusid, et neist toituda.

Käesoleva ajani on säilinud Kalifornias indiaanlaste suguharu, kes elatub tõrude korjamisest. Nad valmistavad tõrudest jahu ja küpsetavad sellest kakke.

Enne Oktoobrirevolutsiooni korjasid Kaspia-äärse madaliku elanikud söögiks maltsaliste sugukonda kuuluva kumartšiku seemneid. Need seemned meenutavad mannat.

Kaukaasias ja Kesk-Aasias, kus on palju metsõunapuid, ploomi-, lauka-, pähkli- ja kontpuid, kasutavad inimesed tänaseni neid looduse ande ja kohati varuvad nende vilju suurel hulgal, nii nagu põhjapoolsetes metsades korjatakse varuks murakaid, jõhvikaid, mustikaid, pohli. Siberi taigas aga varutakse tohutul hulgal seedripähkleid.

On palju teisigi looduslikult kasvavaid söödavaid taimi. Lugege N. Verzilini huvitavat raamatut «Robinsoni jälgedes». Sealt saate teada, kui palju kasulikke taimi leidub meie kodumaa metsades ja niitudel.

Isegi kaugel põhjas on rohkesti söödavaid taimi, mis väärivad tähelepanu oma kõrge toiteväärtuse poolest.

On huvitav märkida, et Arktikas sisaldavad taimede rohelised osad — lehed, rohukõrred, õisikud — rohkem toitaineid kui keskmistel laiuskraadidel, ning mida kaugemale põhja poole, seda kõrgem on nende toiteväärtus.

Näiteks sisaldavad polaarpaju lehed kuni 20% valkainet ja kuni 15% suhkrut. Seepärast korjavad Arktikas kohalikud elanikud, eriti eskimod ja tšuktšid, juba vanast ajast söögiks polaarpaju ja mitmete teiste taimede lehti, hapendavad neid ning söövad siis maitseainena hülgerasvaga valmistatud liha juurde. Samuti kaevatakse maa seest polaartatra tärkliserikkaid, magusavõitu, pähklit meenutava maitsega paksenenud juurikaid, samuti ka mõnede liblikõieliste taimede juuri.

Alaskas peavad kevadel ja varasuvel neile juur-

tele jahti pruun- ja mustkarud; põldhiired varuvad neid talveks oma «aitadesse», eskimod aga otsivad koerte abil need hiirte laod üles.

Põhjas lähevad toiduks ka vetikad — mitte ainult merevetikad («merikapsas»), vaid ka magevees kasvav sinivetikas — pilvvetikas. Muide, see vetikas on tähelepanuväärne selle poolest, et ta on võimeline püüdma õhust lämmastikku. Polaarreisija A. F. Middendorff, reisides sada aastat tagasi mööda Taimõri, tegi hiljem endale kibedaid etteheiteid sellepärast, et ta teadmatusest ei kasutanud söödavaid vetikaid ja kannatas Taimõri ääres näljapiinu.

«Ja veel nüüd teen ma endale etteheiteid selle eest, et ettevaatusest ei kasutanud söödavate taimede rikkalikke tagavarasid, mida me leidsime veel 74,5° põhjalaiusel. Meie toidumoon hakkas juba lõppema, kuid vaatamata sellele ei tulnud mitte ühelegi meist, ühekülgsetele eurooplastele, pähe lasta toitval pilvvetika süldil hea maitsta, kuigi ainult ühest väikesest tundra harjal olevast tiigist oleksime võinud mõne tunni jooksul koguda seda kuni 1000 kantjalga ja kindlustada enda olemasolu, mida tollal ähvardas suurim hädaoht.»

Pilvvetikas on peaaegu maitsetu, ta ei ole mõru ega oma mingit teist ebameeldivat kõrvalmaitset ning kui teda närida, krõmpsub ta meeldivalt nagu marineeritud seen.

Nii on kõigil aegadel ja kõigis maakera vööndites olnud inimesel võimalus kasutada maa andisid maad harimata. Inimene ei saanud taimedelt mitte ainult toitu, vaid taimed andsid talle ka kütust; eks hankinud ta kuni tulekivi leiutamiseni kaua aega tuldki ühte puutükki teise vastu hõõrudes; taimed andsid materjali sõja- ja tööriistade tegemiseks, elamute ehitamiseks ning kehakatete valmistamiseks; taimedega arstisid inimesed haavu ja haigusi; taimed olid

toiduks neile taimtoidulistele loomadele, kellele pidas jahti inimene.

Neil aegadel kasutas inimene metsikuid taimi ega mõjutanud kuigi aktiivselt mullastikku. Ta ainult kaevas teravaks tehtud kepi abil mullast juuri — ja see oligi kõik.

Peab mainima, et isegi looduse kogu helduse juures olid korjamine ja küttimine ebakindlad abinõud äraelamiseks. Inimene oli juhuslikkuse ori, loodusjõudude ori. Tema saatus olenes ilmastiku tujudest. Korjata taimi ja küttida oli vaevanõudev ja väsitav, sageli ka hädaohtlik, nõudis palju aega ja jõudu, maksis palju ohvreid.

Seepärast varitses korjamisajastul inimest alati nälg.

## KORJAMISEST MAAVILJELUSENI

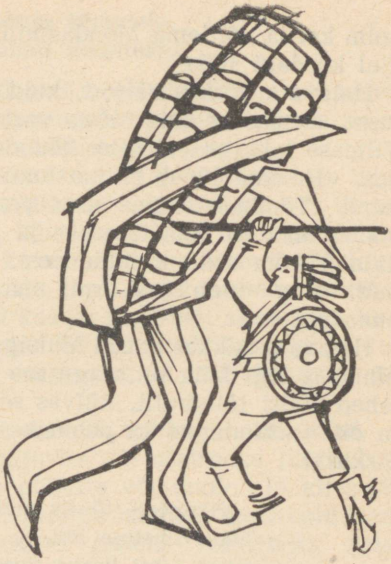
Selle kohta, kui ebakindlad olid küttimine ja korjamine, on säilinud mälestusi rahvaste legendides ja pärimustes. Nad kõlavad ka «Laul Haiavatast» poeetilistes kujudes.

Millest elatusid Põhja-Ameerika indiaanlased, kuni nad õppisid maisi kasvatama? Selle üle mõtiskles kibedusega rahvalegendi kangelane Haiavata.

«...haljas metsas ringi hulkus,
nägi padrikutes põtru,
jäneseid ta nägi urus,
kuulis faasanite mängu,
oravatki — adžidoomot —
õõnsas tüves tõrudega
vallatumalt krabistamas,
meigast nägi seal — omiimit —
pedakates pesitsemas,
nägi, kuidas haned — vovod —

kurvalt kõrgel häälitsedes
põhja poole rändasid.
Ahastuses Haiavata
hüüdis: «Võimas Elu Isand,
kas siis tõesti kõigist nendest
olenema peab me elu?»
Oma teisel paastupäeval
astus piki jõge aasal,
all metsriisi — manomoonit,
mustikat — minaagat — nägi,
maasikat — odaaminit — ja
karusmarja — šabomini,
viinamarjagi — bimaagut —
hüva lõhna levitamas.
Ahastades Haiavata
hüüdis: «Võimas Elu Isand,
kas siis tõesti kõigist nendest
olenema peab me elu?»
Kolmandamal paastupäeval
istus nuttes järve ääres,
selge Suure Järve pervel,
nägi hüppel samba — naamat —
piisku puistamas kui helmeid;
ahvenat vees nägi — saavat —
rusket saba vibutamas,
nägi havi — maskinoosat,
vähki — šougašiid — seal märkas,
ujus heering — okahavis.
Ahastades Haiavata
hüüdis: «Võimas Elu Isand!
kas siis tõesti kõigist nendest
olenema peab me elu?»»

Neis ridades loetletakse indiaanlaste elatusallikaid korjamisajastul. See oli aeg täis rasket võitlust elu eest. Sellepärast ülistasid Põhja-Ameerika



indiaanlased maisi (kõige iidsemat kultuurtaime Ameerikas) kui jumalate andi.

Legendis kõneldakse, et Mais tuli inimeste peale halastades kauni noormehe Mondaamini kujul Haiavata juurde.

«Läbi loojumise puna
nägi liginemas noormeest
kollases ja rohelises;
rohelised suled laubal
hõljusid kui ladvad laanes,
kuldsed juuksed katsid pead.»

Kaunis noormees Mondaamin määras Haiavatale raske katsumuse: kolme päeva kestel pidi Haiavata

kolm korda võitlema Mondaaminiga ega tohtinud sel ajal kordagi süüa.

Haiavata nõrkes näljast, kuid astus mehiselt võitlusse. Armastus oma rahva vastu andis talle jõudu. Viimase lahingu eel ütles Mondaamin talle naeratades: «Homme lõpeb su katsumus, homme võidad sa mind. Tõmba siis mu peast peakate ja mata mind maha, maa tee aga tasaseks ja pehmeks. Valva mu kalmu, hoia seda lindude eest, kitku välja umbrohud, ning tuleb aeg, mil ma ärkan sinu rahva õnneks.»

Haiavata hakkas uuesti Maisiga võitlema. Ta võitis Maisi ja tegi kõik nii, nagu see oli käskinud: kiskus lehed maisi tõlvikuilt, külvas seemned mulda, mille ta oli «tasandanud ja pehmeks teinud». Ning mais tärkaski.

«Pikapeale tõusis mullast
väike roheline idu,
hiljem lehti lisaks tärkas;
ammu enne suve lõppu
seisis enne täies ilus
uhkeldades päeva paistel,
juuksed kollased ja pehmed —
sirgus mais ja õõtsus tuules.

— — — — — — — — — — — — — — —

Hiljem, siis kui sügis tuli,
maisi lehed kolletasid,
mahlakad ja pehmed terad
kõvaks muutusid kui helmed,
kogus Haiavata viljad,
tõlvikutelt katte kiskus,
nagu kord Mondaaminiltki
oli riided seljast rebind;
esmakordselt peeti püha,
pidustust Mondaaminile;

peol ta näitas kõikidele
Suure Vaimu kingitust.»

Nii ülistatakse Põhja-Ameerika indiaanlaste legendides üleminekut korjamiselt põlluharimisele.

Kuid tegelikult oli kõik hoopis teisiti.

Arvatavasti märkasid naised juhuslikult — tegelesid ju naised harilikult korjamisega —, et sel kohal nende elamu läheduses, kuhu neil oli varisenud teri, hakkasid kasvama samad taimed. Muidugi pidi see korduma palju kordi, kuni inimene veendus, et need uued taimed kasvavad nimelt seemneist, kuni ta hakkas jälgima, kuidas ilmuvad tõusmed ja kuidas neist arenevad täiskasvanud, viljakandvad taimed.

Just niisama juhuslikult märkasid inimesed, et maasse torgatud pajuvits või sõstraoks juurdub ja annab alguse uuele põõsale või puule. Ja alles siis tegi inimene esimesi katseid istutada metsikuid taimi teadlikult ning hakkas selleks otstarbeks maad harima.

Vana-rooma kirjanik Lucretius Carus kirjeldab poeemis «Asjade loomusest» üleminekut korjamiselt põllundusele järgmiselt:

«Esimest eeskuju külviks ja põllutööks andis ning puude
pookimist otseselt õpetas loodus, kes on kõige looja:
marjad ja tõrud, mis puu otsast kukkusid maa peale alla
tiheda parvena juurtele, võrsusid kõik omal ajal.
Viiski see inimest mõttele pookida puudele võsud,
noorte taimede võrsikud torgata põllule mulda.
Seejärel igati harima hakati armsakssaand põldu,
märgates peagi, — kui ainult mullale hoolitsust anda,
vili neil metsikuil taimedel kasvas siis õrnem ja maitsvam.»

Kõige iidsemaks tööriistaks põlluharimisel oli seesama kepp, millega korjajad kaevasid maast juuri.

Niisuguseid puust «juurijaid» leidis Austraalia kohalike elanike juures hollandi kapten Willem Jansz, kui ta 1605. aastal kulla otsinguil jõudis tundmatu maa rannikule.

Niisuguse kepi ots tehti teravaks kivist kaabitsa või teokarbi abil. Algul kaevati kepiga ainult augukesed, kuhu visati seemned. Alles palju hiljem hakati aukude ümber maad kobestama.

Kaevamiskepp hakkas aegapidi muutuma kõplaks. Nii tekkis põlluharimine kõpla abil.

Sel ajal ei olnud kodustatud ühtegi looma peale koera. Seepärast hariti maad käsitsi.

Enamasti tegelesid sellega naised. Põlluharimine oli naiste töö. Sellepärast olidki kõigil vanadel rahvastel viljakust kehastavateks jumalusteks naised: vanas Babüloonias jumalanna Istar (Astarte), egiptlastel Isis, kreeklastel Demeter, roomlastel Ceres.

Kõpla abil harisid Ameerikas vanad peruulased maisi. Kagu-Aasias ja Okeaanias hariti sel viisil riisi, Aafrikas — sorgot ja maniokki.

Juba neil iidsetel aegadel hakkasid inimesed taipama, et mulda võib paremaks muuta. Põhja-Ameerika indiaanlased ja Kesk-Aasia vanad rahvad võtsid tarvitusele kunstliku niisutamise.

Mõned rahvad hakkasid kasutama väetisi, näiteks Kilimandžaaro mäe juures elavad suguharud väetasid oma põlde sõnnikuga. Muide, jõuda mõtteni, et maad on tarvis sõnnikuga väetada, oli lihtne. Polnud raske tähele panna, et neis kohtades, kus on maas loomade väljaheiteid, kasvab rohi kõrgemaks, tihedamaks ja on rohelisem.

Vahel inimesed põletasid maatükilt enne külvi taimestiku. Ka see mõjus väetisena.

Iidsel ajal levis põlluharimine laialt kogu maa-




keral, välja arvatud Austraalia. Austraalia päriselanikud ei jõudnudki põlluharimiseni: kogu taimtoidu hankisid nad eranditult korjamise teel. Samal ajal aga Austraalia naabruses, Okeaania saartel, hariti põldu kõikjal ja juba väga ammu.

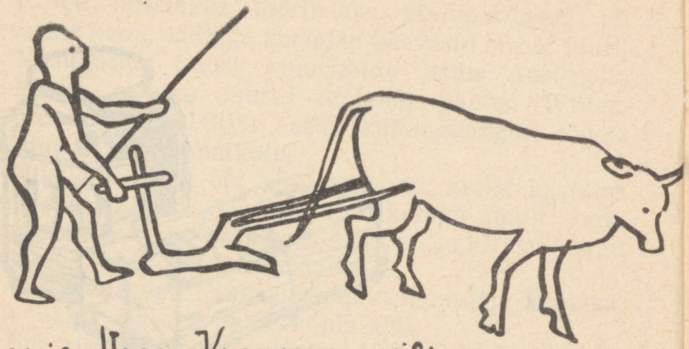
Akadeemik P. Žukovski oletab, et austraallased olid nii taibutud sellepärast, et nende maal puudusid suhkrut sisaldavad taimed, mis on nii vajalikud aju toitmiseks. Okeaanias aga olid terved suhkruroo, banaanide ja teiste magusate taimede tihnikud.

Lapsed, sööge rohkem suhkrut!

## ESIMENE ADER

Ja kõpla asemele ilmus ader.

Esimene ader ei sarnanenud sugugi meie kaasaegsete atradega, nende sädelevate terashõlmadega, eelkoorijate ja seadmetega, mis võimaldavad künda maad kindlal viisil ja soovitud sügavuselt. Ei, iidne ader kujutas endast ainult maast ülesjuuritud raske tüükaga puukest, mille juur oli painutatud ja teri-



Joonis Vana-Kreeka aegsilt

tatud ning mis täitis adrahõlma osa. Adra lohistamisel mööda maad kobestati mulda.

Alles hiljem taibati sellisele adrale juurde panna käepide, et sellega hõlmale vajutada ja sundida seda sügavamale maasse tungima.

Arvatakse, et kõige enne leiutati ader vanas Babüloonias, Tigrise ja Eufrati jõe orus. Väga ammu leiutati ader ka Hiinas, Egiptuses ja Ameerikas.

Hiinas oli põlluharimine juba seitsme tuhande aasta eest hästi arenenud. Külvati nisu, riisi, hirssi ja otra, teri aga jahvatati käsikividega.

Väga ammustest aegadest tunti kõrgelt arenenud põllundust hästi korraldatud niisutussüsteemiga ka Kesk-Aasias, Tadžikistanis.

Selleks ajaks olid inimesed juba kodustanud esimesed loomad: Babüloonias härja, Ameerikas laama, Egiptuses algul härja ja eesli, hiljem aga ka kaameli; Tiibetis jaki, Euroopas hobuse. Koduloomi rakendati puuadra ette, mõnikord vedasid atra ka inimesed — orjad.

Vanas Egiptuses oli adraga põlluharimine juba seitse tuhat aastat tagasi kõrgel tasemel.

Niiluse viljakandvas orus oli tulvavee kinnipidamiseks ja järkjärguliseks kasutamiseks püstitatud keerukas tammide süsteem.

Maad hariti kõblaste ja puuatradega, millel oli kaks käepidet. Adra ette rakendati härgi. Kobestatud mullale pilluti terad laiali käsitsi. Siis aga aeti põllule kariloomad, lamba- või seakari, et nad tallaksid terad mulda.

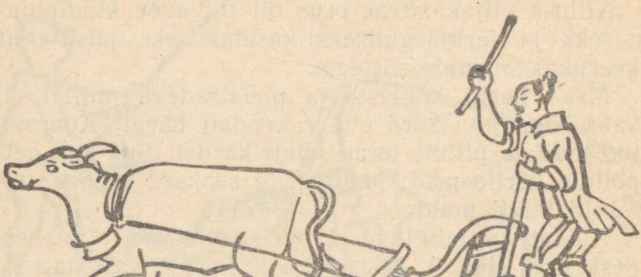
Külvati peamiselt nisu, peale selle veel otra, hernest, lina, sibulat, küüslauku ja kurki. Kasvatati ka viinamarju. Niiluse viljakas muld andis saagiks kolmkümmend kuni kolmkümmend viis seemet.

Saak koristati sirpidega. Sirbi käepide oli puust, tera asemele pandi hulk teravaid kivikesi. Hiljem ilmusid ka pronkssirbid. Vilja peksmisel kasutati samuti loomi — härgi või eesleid, kes tallasid viljapeadest välja terad. Vana Egiptuse ürikud on meile säilitanud viljapeksule pühendatud laulu:

«Pekske endale vilja, oo härjad,
pekske endale vilja!
Pekske endale söödaks pahmast,
teri aga — enda isandaile.
Ärge jääge seisma, —
täna ju jahedam ilm!»

Egiptuses hakatigi esmakordselt (umbes viis tuhat aastat tagasi) leiba küpsetama. Algul küpsetati seda nisujahust; rukki- ja odrajahu ilmusid juba hiljem. Vana Egiptuse hauakambritest on leitud väga mitmesuguse kujuga leivapätse: piklikke, ümmargusi, koonusekujulisi; sfinksi-, püramiidi-, kala-, linnu- ja vaasikujulisi. Kõik vaarao teenistuses olijad said töötasu viljas, sest viljaga kauplemine oli Egiptuses riigi monopoliks.

Vanas Egiptuses kasvatati ka viinamarju. Vana



Vana hiina joonise fragi

Egiptuse joonisel võib näha viinamarjaväädi ja veinivalmistamise toimingu kujutist.

Üldse oli viinamari üheks vanimaks kultuurtaimeks. Teda kasvatati Assüürias-Babüloonias; Hiinas tunti viinamarja juba viis tuhat aastat tagasi; viinamarjakultuuri arendati ka Palestiinas. Muistsetes juutide pärimustes, piiblis, meenutatakse sageli viinamarja, viinamarjaistandusi, viinamarjaveini.

Kreekas oli viinamarja kasvatamine ja veini valmistamine väga levinud juba õige ammust ajast. Kreeklastel oli isegi eriline veini- ja veinivalmistamise jumal Dionysos (Bacchus), üks populaarsemaid muistseid jumalaid. Tema auks korraldati kärarikkaid, lõbusaid pidustusi. Tänapäevani on säilinud Ateenas koostatud kreeka kuulsate joomarite nimestikud. Ühe joomari hüüdnimi oli «Lehter».

Ärge siiski arvake, et viinamari omas ja omab tähtsust ainult veinivalmistamises. Viinamari on väga toitev ja sisaldab palju suhkrut, sealjuures inimesele kõige kergemini omastataval kujul (glükoos, fruktoos). Seepärast kosutavad viinamarjad kurnatud ja

haigete inimeste tervist. On olemas isegi eriline viinamarjaravi. Kasulik on ka kuivatatud viinamari — rosin.

Päikesepaistelises Kreekas, helleenide maal, ei haritud ainult viinamarjaistandusi. Kuigi seal oli peamiseks ja vanimaks tegevusharuks karjapidamine (sellepärast, et Kreeka on mägine maa), arenes tublisti ka põllundus ja saavutas kõrge taseme.

Kreeklased suutsid juba märgatavalt mõjutada mullastikku ning muuta ja sundida teda ennast teenima. Selle üle võib otsustada kas või Theofrastose tähelepanu vääriva raamatu «Taimede uurimine» järgi.



## AGRONOOMIA ISA — ILUKÕNELEJA THEOFRASTOS

Theofrastos on hüüdnimi. Tema pärisnimi oli Thirtam. Ta oli suure kreeka teadlase Aristotelese armastatuim õpilane ja sõber. Aristoteles andiski talle hüüdnime Theofrastos, mis tähendab «kauni

kõnega nagu jumal». Pärast Aristotelese surma, s. o. alates 322. aastast enne meie ajaarvamist, oli Theofrastos 34 aastat Akadeemia juhiks Ateenas. Ta suri 85 aasta vanuses, olles veel tulvil energiat ja loomingulisi kavatsusi. Sellest kõnelevad tema viimased sõnad: «Meie sureme siis, kui hakkame elama.»

Theofrastost nimetatakse «botaanika isaks». Kuid samaaegselt oli ta ka «agronoomia isa». Oma raamatuis kirjeldab ta taimi ja jutustab peale selle ka nende kasvatamisest, maaharimise võtetest, mulla hooldamise abinõudest. Mida me siis saame teada 2300 aasta eest kirjutatud Theofrastose raamatust?

Muistses Kreekas viljeldi paljusid kultuurtaimi. Siin olid nii teraviljad (nisu, oder, polbnisu, hirss), liblikõielised taimed (uba, hernes, lääts, nuut, vikk, lupiin), köögiviljad (kapsas, naeris, rõigas, peet, sinep, till, seller, sibul, küüslauk), marja- ja luuviljaliste põõsad ning puud (viinamari, õli-, mandli-, õuna-, pirni-, viigipuu, datlipalm). Neid kultuurtaimi oli palju sorte.

Kreeklased teadsid väga hästi, et erinevatel sorti-



del on mulla suhtes erinevad nõuded. Nad töötasid välja nii külviajad kui ka maaharimise võtted, pöörasid tähelepanu künni tähtaegadele ja sügavusele: «Talvel küntud kesa on parem kevadel küntust. Mõnedes kohtades, näiteks Süürias, ei ole hea sügavalt künda, sellepärast kasutatakse seal väikesi atru,» kirjutab Theofrastos.

Kreeklased osutasid erilist tähelepanu väetamisele ja kastmisele. Kõige rohkem kasutati väetisena sõnnikut. Seejuures teadsid nad, et väetisi tuleb kasutada mitut moodi, sõltuvalt mullast ja taime sordist. Theofrastos märgib näiteks, et «sõnnikut vajavad erinevad puud erineval määral ja erineva koostisega. Ühtedele on vajalik vänge sõnnik, teistele vähem vänge, kolmandatele päris lahja. Kõige vängem sõnnik on inimese oma, seda peetakse parimaks; teisel kohal on sea-, kolmandal kitse-, neljandal lamba-, viiendal lehma-, kuuendal kohal aga eesli- ja hobusesõnnik».

Kreeklased teadsid ka seda, et liblikõielised taimed parandavad mulda, ja kasutasid haljasväetist. «Oad,» kõneles Theofrastos, «ei ole maale üldse koormavad ja nähtavasti isegi väetavad seda... Seepärast küntakse Makedoonias ja Tessaalias õitsemahakanud oad maasse.» Theofrastos püüab seda seletada sellega, et «uba on kohev taim ja hakkab kiiresti mädanema», kuid nagu me nüüd juba teame, seisneb kogu asi liblikõieliste juurtel olevates «imelistes» mügarates. Oad rikastavad mulda lämmastikuga. Seda kreeklased muidugi ei võinud teada.

Mullaharimisviise datlipalmi kasvupaigas kirjeldas Theofrastos aga järgmiselt: «Palm armastab soolakat mulda, sellepärast seal, kus muld ei ole selline, raputavad maaharijad puu ümber soola. Seda ei tule teha päris juurte juures, vaid veidi eemal, ja kallata

maha umbes pool hekteid . . .[1] See puu armastab väga kastmist. Kas ta vajab sõnnikut, selle üle vaieldakse. Ühed väidavad, et palm ei armasta sõnnikut ja et sõnnik on talle väga kahjulik, teised aga räägivad, et see on talle kasuks ja paneb palmi väga hästi kasvama: ainult et peale sõnniku andmist tuleb teda väga tugevasti kasta, nagu seda tehakse Rhodoses . . . Kui palm saab aastaseks, istutatakse ta ümber, andes samal ajal soola; samuti toimitakse kaheaastasega. Palm armastab väga ümberistutamist.»

Nii õppisid juba muistse Kreeka elanikud mulda tugevasti muutma. Abitutest looduse armuleivasöö-jatest, kelleks olid inimesed korjamisajastul, hakkasid nad saama mulla peremeesteks.

Veel enam arenes maaviljelus muistses Roomas. Rooma, maailmavalitseja, olles alistanud kogu Põhja-Aafrika, Lähis-Aasia ja Euroopa kuni Suurbritanniani, sai võimsaks ja kõrgesti organiseeritud riigiks. Põllundus esines Roomas rikastele patriitsidele kuuluvate majandite näol. Maad harisid orjad. Suurtes majandites — latifundiumides — hakati töid mehhaniseerima. Igivanast ajast alates koristati vilja käsitsi, sirpidega. Algul kasutati nagu Vanas Egiptuseski puusirpe neisse lükitud teravate kivikestega, hiljem pronkssirpe. Roomas aga leiutati esimene koristamismasin. Tõsi küll, see ei olnud kaugeltki kaasaegne kombain, see oli kõigest araba[2], mille tagaosa külge kinnitati tihe puust kamm.

Teiseks täiustuseks oli viljapeksuseadeldis. Ammusest ajast peksti vilja kaigastega või lasti viljapäid loomadel tallata. Roomas aga hakati selleks kasutama soonelisi kivirulle.

---

[1] Hektei — pudedate ainete mõõt Vanas Kreekas, 8,64 liitrit.

[2] Araba e. arba Kesk- ja Väike-Aasias tarvitatav käru, mille telg keerleb koos ratastega. (Tõlk.)

Muistses Roomas ilmus põllunduse kohta raamatuid. Neis raamatuis kõneldi palju maaharimise viisidest, väetistest. Roomlased tundsid peale sõnnikuga väetamise ka tuha ja kipsi mõju mullale.

Juba kreeklased tundsid haljasväetist, kuid roomlased hakkasid seda laialdasemalt kasutama. Kõige enam soovitasid nad mulla parandamiseks külvata liblikõielistest lupiini.

Kirjanik Varro, kes elas esimesel sajandil e. m. a. ja kirjutas «Kolm raamatut küla asjadest», soovitas külvata lina ja nisu «rammusale» maale, «lahjemad» maad aga võtta liblikõieliste alla. Ta soovitas mulla parandamiseks külvata lupiini, mida «tuleb maha niita ja sisse künda siis, kui kaunad on veel väikesed — see parandab maad».

Teine rooma kirjanik, Columella, kirjutas samuti eri töö väetiste kohta. Ta propageerib väetamist looma- ja linnusõnnikuga, tuhaga ning haljasväetistaime — lupiiniga. Neis majandeis, kus pole loomi, soovitab ta valmistada väetiseks komposti: «Võib korjata lehti, kaevata põõsaste vahelt, teedelt ja ristteedelt mulda, võib lõigata sõnajalgu, segada seda majapidamisjäätmetega, ajada kõik väetisauku, lisada sinna tuhka, solki, taimevarsi ja muud prahti. Nii tuleb toimida neis mõisates, kus pole loomi... Kui aga peremehel midagi ei ole, siis tuleb alati appi lupiin!»

Rooma aegadel hariti maad sageli nn. ale süsteemis. Seda kasutati nii metsas kui ka stepis.

Näiteks raiuti metsas enne vilja külvamist puud maha, räiss põletati, maa kobestati ja siis tehti külv, kusjuures isegi kände ei juuritud välja. Esimesel, teisel, kolmandal aastal saadi hea saak, hiljem aga muutus maa lahjaks. Siis jäeti see paik maha ja siirduti uuele kohale. Vanale põllule aga tekkis (osalt säilinud kändudest, osalt tuulest kantud seemneist)

uus võsa. Uuesti hakkas kasvama noor mets. Kuid selleks kulus kaks kuni kolm aastakümmet.

Samuti toimiti ka stepis: künti üles tükk puutumata stepimaad. Esimestel aastatel saadi sealt rikkalikku saaki, hiljem jäeti aga see koht maha. Hakkas lokkama kõrge umbrohi, orashein, ning alles aegapidi, kümne-viieteistkümne aasta pärast kattus maa uuesti esialgse stepitaimestikuga. Koos sellega taastus ka mulla viljakus.

Majandada niiviisi, maad väetamata ja hooldamata, võis ainult seal, kus maad oli külluses, inimesi aga vähe. Kuid Rooma impeeriumi paljudes paikades ei võidud enam kasutada maaharimiseks aletamist, sest ei olnud enam vaba maad. Ja roomlased hakkasid maale puhkuse andmiseks kasutama mustkesa. See oli suur saavutus.

Mis on mustkesa?

Mustkesaks nimetatakse üleskünttud põldu, kuhu pole midagi külvatud. Ta eraldub ümbritsevatest põldudest, mis on kevadel rohelised ja suvel kuldsed, oma musta värvuse poolest. Mustkesale ei külvata aasta ringi midagi, kuid teda hooldatakse igatviisi: puhastatakse pidevalt umbrohust, pärast vihma äestatakse, et vältida kooriku tekkimist. Sellepärast ongi ta kogu suve must.

Kui muld seisab mustkesana, tõuseb ta viljakus tunduvalt. Temasse tungib värske õhk, see aga soodustab kasulike bakterite tegevust — nii nende, kes püüavad õhust lämmastikku, kui ka nende, kes ammutavad seda taimejäänustest. Lämmastik koguneb mulda ning mustkesa järel on saak suurem.

Kuigi roomlastel polnud mikroobide olemasolust aimugi, tundsid nad praktika kaudu mustkesa kasulikkust. Nad propageerisid seda laialdaselt ja sundisid mustkesa väevõimuga kasutama nende poolt vallutatud Britannias.

Roomlastele oli tuntud ka külvikord. Nad olid teadlikud sellest, kui kahjulik on kasvatada aastast aastasse ühel ja samal põllul üht ja sama kultuuri. Neile oli teada, et eriti kurnab mulda nisu ja seda ei tohi külvata ühele kohale mitu aastat järjest.

Seepärast kasutasid roomlased näiteks sellist külvikorda: üks aasta seisis põld mustkesana, teisel aastal külvati sinna nisu. Kui nisu oli koristatud ja maa üles küntud, külvati sinna ube või teisi liblikõielisi, liblikõieliste järel aga suvivilju (otra, hirssi). Suviviljade koristamise järel jäeti põld jälle mustkesa alla, selleks et ta «puhkaks», koguks niiskust ja taimedele toitu. Pärast seda algas kõik jälle otsast peale: nisu — liblikõielised — suviviljad — mustkesa jne.

Sellisel harimisel maa ei lahjunud, sest iga nelja aasta jooksul parandati teda kaks korda: üks kord mustkesa, teine kord liblikõieliste taimede abil.

Nii kaugele oli agronoomia jõudnud muistse Rooma ajastul.

Külvikorda kirjeldas rooma luuletaja — agronoom Vergilius poeemis «Georgica»:

«Samuti oota, et põld aasta ringi kesana puhkaks,
et tema mullapind kosuks, kui jõude ta rahu saand maitsta;
või siis kullakat kõrsvilja külva, mis särab kui päike,
sinna, kust hernes on kogutud ja tema ripnevad kaunad,
samuti vikkide vähesed viljad või haprad lupiinid,
nende mõrudad varred, mis metsana mühada võivad.»

Kuid kogu maaharimise süsteem baseerus Rooma riigis orjade tööl ning hakkas vankuma. Kõiki neid saavutusi, nii mehhaniseerimist, külvikordi, võitlust umbrohtudega jne., oli üha raskem kasutada.

Orjad ei olnud head töölised. Mis mõte oli neil

rakendada tööks kogu jõudu, kui nende töövili kuulus patriitsidele, kusjuures nad ise olid ainult «tööloomad». Orjade hulgas kasvas rahulolematus ikka enam ja enam.

Kirjanik Columella märkis kibedusega: «Orjad laostavad täielikult majapidamise, nad laenutavad väljapoole härgi, söödavad neid halvasti, künnavad maad hooletult, külvavad teri maha palju vähem, kui näitavad; viljapeksu ajal, vedades iga päev peksuplatsilt vilja, tassivad seda laiali, ei kaitse seda teiste varaste eest ning ei näita ausalt, kui palju vilja on salvestatud . . . Orjad tekitavad põldudele väga suurt kahju . . . ning üldse ei ole midagi peale hakata meeltheitnud inimestega.»

Lõpptulemusena hakkasid roomlaste suured, orjatööle rajatud majandid minema allamäge; rooma mõisnikud laostusid. Nad hakkasid andma maad osade kaupa rendile. Siis aga laostus kogu muistne Rooma. Enne võimas ja võitmatu, hakkas ta nüüd kaotama sõdu; ta ei suutnud enam põhja poolt tulnud barbareile, valgepäistele germaanlastele, vastu panna. Ja saabuski Rooma langemise päev. See juhtus 410. aastal. Germaani suguharu, läänegootide juht Alarich marssis oma vägede eesotsas «maailma pealinna». Orjad avasid talle linnaväravad.

Siin lõpeb inimkonna vanaaeg ja algab keskaeg.

## ANDA VÄETISI VASTAVALT KUU FAASIDELE

See oli Euroopa elus sünge aeg. Ta möödus kiriku võimu all. Puhkesid õitsele vaimupimedus ja ebausk. Kõik teaduse saavutused unustati.

On hea, et araablastel, kelle juurde keskajal läks üle maailma kultuuri keskus, säilisid muistse maailma teadlaste Aristotelese, Theofrastose jt. teosed.

Euroopas aga lämmatas inkvisitsioon igasuguse mõttevälgatuse. Teadust peeti ketserluseks, mille eest oli ette nähtud karistada halastades «vastavalt võimalusele ning ilma verevalamiseta», s. o. elusalt põletada tuleriidal.

Mingisuguseid teadmiste algmeid õpetati ainult kloostrites. Ja mis haridus seegi oli! Õpetati ainult pühakirja. Õpetamise peamiseks eesmärgiks oli sundida inimesi uskuma seda, mida on kirjutatud pühades raamatutes. Looduse uurimist peeti patuks.

Keskajal oli ka «teaduslikke» raamatuid. Nende näitena võib nimetada juba II ja III sajandil kirjutatud kuulsaid teoseid «Füsioloog» ja «Bestiarium».

Need «teaduslikud tööd» olid peaaegu tuhat aastat koolidele käsiraamatuteks ja neid peeti kõige kütkestavamaks lugemisvaraks. Neid raamatuid tõlgiti paljudesse keeltesse. Kuid missugune oli siis nende sisu?

Neis kirjeldati peamiselt neid loomi ja taimi, mida on nimetatud piiblis. Ja on teadmata, mida oli siin rohkem: totraid õpetusi või võimatut fantaasiat.

Siin oli lugu lõvist, kes sõi puuvilja munkade käest; siin kõneldi, et hirved hävitavad madusid; et nagu oleks olemas kotkas, kes muutub nooreks pärast seda, kui on end kolm korda kastnud allikasse.

Neis jutustatakse föönikslinnust, see olevat hiigellind; tal on paabulinnu pea, sulgedelt aga peegeldub nagu peeglilt päike. Ta elab üle tuhande aasta, sest ta ei söönud õunu hea- ja kurjatundmise puust. Ta pesa süttib päikesekiirtest ja lind põleb ära, kuid järgmisel päeval tekib tuhast uuesti.

Neis raamatutes oli kirjeldusi raisakotkastest, harpüiadest, veehaldjatest ning teistest koletistest, samuti tiibadega, kahepealistest, ühesilmalistest inimestest. Jutustati, nagu kasvaksid mere kallastel puud, millede okstel viljade asemel arenevad lin-

nud. Kui need linnud langevad vette, moonduvad nad meripartideks, kukuvad aga kaldale, siis hukkuvad. Ning palju muud sellist loba.

Inimesed lakkasid õppimast looduselt, nende teadvuses valitsesid rumalad fantaasiad, mida nad uskusid, kuid mida praktikas kontrollida ei tulnud neile pähegi.

Kui Mark Twaini jutustuses «Prints ja kerjus» Tom Canty — vaene poiss —, kes oli saanud kuningaks, proovis sooritada kõige lihtsama katse, olid kõik õukondlased hämmastunud, sest teha mingisuguseid katseid ei tulnud keskajal kellelegi pähe.

«Tom soovis teada, millise verise kuriteo võisid korda saata see naine ja väike tüdruk. Niisiis toodigi ta käsu peale sisse — kaks hirmunud ja nuuksuvat olendit.

«Millega need siis on hakkama saanud?» päris ta šerifilt.

«Lubage ette kanda, teie majesteet... Nemad, nad müüsid oma hinge kuradile... kuradist saadud jõu abil nad manasid esile tormi, mis laastas tervet ümbruskonda...»

«Kuidas nad selle tormi välja kutsusid?»

«Sel teel, et võtsid jalast oma sukad, teie majesteet.»

See uudis rabas Tomi nii, et ta otse värises ja põles tohutust uudishimust...

«Näita siis oma jõudu! Ma tahan tormi näha!»

Ebausklikud õukondlased muutusid äkki kahvatuiks hirmust ning suuremal hulgal neist tekkis soov — olgugi salajane — võimalikult ruttu pääseda sellest saalist, Tom aga ei märganud midagi — teda ei huvitanud enam miski muu kui vaid eelseisev katastroof.

Märganud naise näol hämmeldust, lisas ta tulise innuga:

«Ära karda — sulle ei juhtu sellest midagi halba . . .»

«Oo, mu kõrge kuningas, mul pole seda võimu . . . mind süüdistatakse ilmaasjata.»

«Hirm köidab sind. Rahustu. Sulle ei juhtu ju midagi halba . . . Võta, palun jalast oma sukad ja kui sa päästad valla oma maru, siis annan sulle tasuks palju raha.»

Naine ruttas kuninga käsku täitma. Tom jälgis ta toimetusi äärmise põnevusega, mida veidi tumestas ärevus: õukondlased hakkasid ilmselt näitama rahutuse ja hirmu tundemärke. Naine haaras sukad nii enda kui lapse jalast, kuid sellel ei olnud mingit tagajärge.»

Kuigi kõik see on Mark Twaini poolt välja mõeldud, on ta väga hästi rõhutanud seda, mis oli nii iseloomulik keskaja inimeste psühholoogiale.

Pole imestada, et kui keskaegsetes raamatutes kirjutati põllundusest, siis anti seal igasuguseid mõttetuid õpetusi, umbes sellelaadseid, et väetisi tuleb maale anda vastavalt Kuu faasidele või et ühendada tuleb «sarnane sarnasega» ja seepärast näiteks peab kuiva maad väetama ainult kuiva sõnnikuga, märga aga märjaga jms.

Kõik see, mida teadsid mullast ja põlluharimisest muistsed kreeklased ja roomlased, oli unustatud. Maaharimine toimus barbaarselt — jäätmaa meetodil. Selleks et külvata vilja, raiuti mets maha, pärast aga jäeti maatükk jälle sööti.

Hiljem aga, kui vabu maatükke jäi väheseks, mindi üle kahe- või kolmepõllusüsteemile: esimesel aastal külvatakse vilja, teisel aastal põld «puhkab» (see on kahepõllusüsteem) või: esimesel aastal külvatakse talivilja, teisel suvivilja, kolmandal aga põld «puhkab» (see on kolmepõllusüsteem).

See süsteem leidis laialdast kasutamist. Väga kaua

säilis ta ka tsaristlikul Venemaal. Seejuures oli maa «puhkus» väga suhteline. See ei olnud roomlaste mustkesa. Kohe pärast viljakoristust lasti kõrrele kari ning «puhkavad» põllud muudeti karjamaaks, kus loomad algul sõid kõrre, hiljem aga siin kasvava umbrohu.

Sellise talitusviisi tagajärjel olid saagid madalad. Pealegi puudusid mitmekesised põllukultuurid — külvati ainult teravilju, sest kartulit hakati meil kasvatama hoopis hiljem.

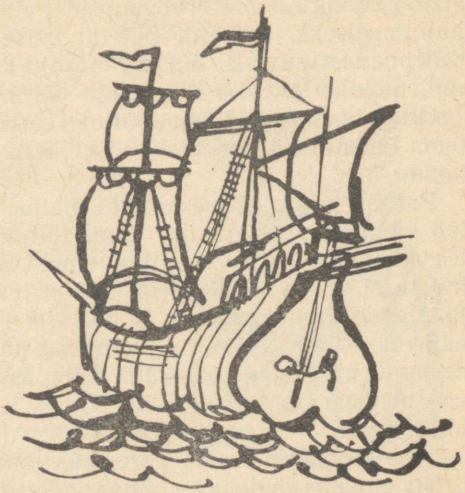
Seepärast mõne ebasoodsa juhtumi korral — kevadine põud või kahjurite rünnak — haaras ikaldus tohutu suured maa-alad, kõik hukkus ning sellistel aastatel valitses Euroopas kohutav nälg. Nii näiteks 879. aastal haaras nälg kogu Euroopa. Sama juhtus ka 1162. aastal.

See-eest saavutas õitsengu katoliku kirik: igaüks pidi talle loovutama kümnendiku oma tuludest; kiriku võim oli piiramatu. Kõige vägevamad kuningad värisesid Rooma paavsti ees, kartes kõikvõimsa inkvisitsiooni tuleriitu. Aga «püha» inkvisitsioon ilmutas tormilist tegevust. Hispaanias põletas viieteistkümne aasta jooksul ainult üks peainkvisiitor — Torquemada — tuleriitadel 8200 ketserit ja määndas vanglas üle 90 000 inimese — neid, kes ei kannatanud välja piinu ja «leppisid kirikuga».

## ALISTUMATUST PALISSYST JA GLAUBRISOOLAST

XV sajandil algas renessansiajastu. Nagu päike oleks tõusnud pärast tuhandeaastast variserlikkust, despotismi ja usupimedust.

Juba Kolumbus uskus, et Maa ei ole lame karask, vaid kera, ning juhtis oma purjelaevad läände, et



jõuda India kallastele — ja avastas seejuures Ameerika.

Saabusid ajad, mil geniaalne Leonardo da Vinci kuulutas: «Teadmine on katse tütar», ning hoolimata inkvisitsiooni hirmus rangetest keeldudest uuris inimese anatoomiat laipadel.

Saksamaal viis Luther rahvahulgad võitlusse katoliku kiriku vastu. Leiutati raamatutrükkimine, ilmusid uued poeedid ja kirjanikud, kes ei kirjutanud enam ladina, vaid oma emakeeles. Kiriku võim hakkas kahanema.

Samal ajal, 1510. aastal, sündis Prantsusmaal talupoja Palissy perekonnas poeg Bernard. Kui poiss suureks kasvas, hakkas ta kirglikku huvi tundma potissepatöö vastu.

Tema suurimaks rõõmuks oli kaunite portselanasjakeste valmistamine ja neil mitmevärviliste sisalike ja muude kummaliste olendite kujutamine. Ta

veetis kogu aja portselantasside maalimiseks uute ainete otsinguil. Maalrid pidasid Palissyt sellepärast hullumeelseks, et kord, kui tal katse lõpetamiseks tuli puudest puudus, hakkas ta ahju kütma mööbliga ning põletas ära osa oma maja põrandast.

Olles teaduse ja kunsti tuline entusiast, kandusid tema keemilised uurimised ka maaharimise valdkonda.

Palissy taipas esimesena, et mullas leiduvad soolad etendavad tähtsat osa taime toitumises. Ta kõneles: «Põllule veetav sõnnik ei omaks mingit tähtsust, kui ta ei sisaldaks soolasid, mis jäävad järele heina ja õlgede lagunemisel» . . . «Kas te ei ole juhtunud nägema, kuidas mõned põllumehed põletavad põllult niidetud nisuõlgede ülejäägi, enne kui uuesti külvavad nisu järgmiseks aastaks. Tuhas leidub neid soolasid, mida õled neelasid mullast. Anda nad tagasi — see tähendab mulda paremaks muuta.»

Nii ennetas andekas «potissepp-iseõppija» Palissy selle, mida tõestas kogu maailmale alles mitusada aastat hiljem Liebig.

Visadus oli Palissy iseloomujooneks ja ta säilitas selle kuni kõrge vanaduseni. Ta oli 79 aastane, kui katoliku kirik surus talle peale oma küüniskäpa: ta arreteeriti kui ketser. Ja kuigi kuningas isiklikult tuli ta juurde vanglasse ja veenis teda tunnustama katolikuusku, lükkas rauk uhkelt tagasi kõik veenmiskatsed ning läks surma; 4. juulil 1589. aastal poodi ta, laip aga põletati.

Kuid sada aastat pärast Palissyt avastas veel üks teadlane, nimelt prantslane Glauber, lämmastikväetise — salpeetri erilise tähtsuse. Ta tõendas, et «salpeeter on kõigi taimede kasvu alus».

Tol ajal, XVII sajandil, kasutati salpeetrit püssirohu valmistamiseks. Salpeetrit saadi aga sõnnikust, kuna märgati, et salpeeter tekib nende tallide sein-

tele, kus kuhjub sõnnik. Prantsusmaal oli salpeetri tootmiseks kolmsada niisugust punkti.

Glauber arutles nii: salpeeter tekib sõnnikust. Sõnnik on aga loomade poolt läbiseeditud taimed, tähendab — salpeetri algmed peavad peituma taimedes. Järelikult on salpeeter, see viljakuse sool, taimede kasvuks vajalik. Glauber soovitas väetada mulda salpeetriga viinamarjaistandikes ning leotada selle lahuses seemet enne külvamist.




Kuid kas ei meenuta teile midagi see nimi — Glauber?

Aga muidugi, on ju olemas selline lahtistaja — glaubrisool. Ka selle avastas Glauber.

Nii hakkas kobamisi edasi sammuma teadus mullast ja tema viljakusest, teadus, mis andis inimestele üha rohkem võimu mulla üle.

Kuid ikkagi oli see vaid koidik, ainult hommikune aovalgus pärast keskaja sünget ööd, alles teaduse tulevaste võitude ennustaja. Tol ajal ei olnud ju veel arenenud keemiateadus, polnud avastatud keemilised elemendid, midagi ei teatud hapniku, lämmastiku, vesiniku olemasolust, ei tuntud nende tähtsust taimedele.

Kuid siis sooritas van Helmont oma katse pajuga, Joseph Priestly päästis piparmündi rohelise oksa abil surmast hiirepoja. Lavoisier avastas hapniku ja lämmastiku. Ingenhousz, Senebier ja Saussure mõistatasid taime õhusttoitumise saladuse, seejärel tõestas aga Liebig, et taimed neelavad mullast lämmastikku ja tuhkaineid ainult mineraalsooladena.

XIX sajandi lõpuks oli avastatud liblikõieliste taimede juurtel asuvate imeliste mügarakeste saladus; vene mullateadlane ja agronoom P. A. Kostõtšev tegi kindlaks struktuuri tähtsuse mulla viljakusele. V. V. Dokutšajev aga üldistas kõik selleks ajaks kogunenud teadmised ja lõi pildi mulla arenemisest.

Tekkis uus teadus — mullateadus, mis eriti edukalt jätkas oma arengut Venemaal. Andekas keemik ja mullateadlane K. Gedroits avastas muldade neelamisvõime põhjused. Kuulus agronoom ja mullateadlane V. Viljams töötas välja õpetuse selle kohta, kuidas mitmeaastased rohttaimed parandavad mulda. Paljud teised teadlased avastasid üksteise järel mulla viljakuse saladusi.

Tunginud mulla saladustesse, õppinud tundma selle seaduspärasusi, omandas inimene mulla üle suure võimu. Inimene sai võimaluse muuta mulda oma soovi kohaselt, sundida teda ennast teenima.

Sai mõistetavaks, mis mõte on juba ammu kasutatud mulla kündmisel ja kobestamisel, haljasväetamisel, sõnniku ja tuhkväetise ning mustkesa kasutamisel. Tekkis võimalus ka uute, senitundmatute mulla parandamisviiside kasutuselevõtmiseks. Näiteks pärast seda, kui õpiti tundma kasulikke mullabaktereid, hakati kasutama bakterväetisi.

Laboratooriumides paljundatakse õhulämmastikku siduvaid mikroobe. Seejärel nakatatakse nendega turbapuru või lihtsalt kobe muld. Saadakse väetis, mida nimetatakse «asotogeeniks».

On ka selliseid bakterväetisi, mis aitavad taimedel omastada mullast tuhkaineid: fosforit, kaaliumi ja teisi. Viimasel ajal on aga teadus saanud uue võimsa meetodi, mis võimaldab mulla saladustesse tungida veelgi sügavamale ja tundma õppida selliseid taimede toitumise saladusi, millest inimestel varem polnud aimugi.

Looduses on aineid, nagu uraan, raadium ja mõned teised, mis kiirgavad nähtamatuid kiiri. Need kiired ei valgusta ega soojenda, kuid nad on võimelised mõjuma fotoplaadile isegi siis, kui see on tihedalt mässitud musta paberisse.

Omadust, saata välja nähtamatuid, läbi paljude esemete tungivaid ja fotoplaadile mõjuvaid kiiri, nimetatakse r a d i o a k t i i v s u s e k s.

Kujutlege, et teile on antud kaks tikutoosi: kummassegi on puistatud mingit pulbrit. Teile öeldakse, et ühes neist on uraanimaagi lisand, ja lastakse mõistatada — millises nimelt? Kui teil on fotoplaat, siis võite seda kergesti teada saada ilma mingi keemilise analüüsita ning isegi toose avamata.

Pange mõlemad toosid fotoplaadile, mis on tihedalt mässitud musta paberisse, pärast ilmutage plaat ja tehke äratõmme (positiiv). Seal, kus ei olnud uraani lisandit, ei ilmu plaadile mingit kujutist. Kui sellisest plaadist teha äratõmme, siis jääb see üleni mustaks.

See-eest ilmub teisel võttel selge, just nagu helendava toosi kujund. Neid silmale nähtamatuid kiiri «nägi» plaadi fotoemulsioon.

Mida siis teadlased leiutasid? Nad leidsid viisi muuta radioaktiivseteks lihtsate elementide — süsiniku, fosfori, väävli, vesiniku, lämmastiku jt. aatomeid.

Saadakse näiteks radioaktiivne süsinik. Ta erineb harilikust süsinikust selle poolest, et tema aatomid kiirgavad nähtamatuid kiiri, kõiges muus on ta aga samasugune nagu harilik süsinik. Ta võib samuti kuuluda süsihappegaasi koostisse, ka temast võivad toituda taimed. Kuid tema aatomid on nagu märgitud. Neid võib alati avastada fotoplaadi abil.

Oletame, et me lasksime anumasse radioaktiivse



Taime radio-autograaf

süsinikuga süsihappegaasi. Võtame nüüd rohelise taime, kas või sama Joseph Priestley piparmündioksa, paigutame ta sellesse anumasse ja asetame valguse kätte. Mõne aja pärast võtame oksa välja ja asetame ta musta paberisse mässitud fotoplaadi või filmi vastu.

Me saame oma taime radioautograafi.

Kui film ilmutada ja teha sellest äratõmme, siis osutub, et piparmündilehed näivad sellel nagu helendavat. Radioaktiivse süsiniku aatomid on koos süsihappegaasiga tunginud õhulõhede kaudu lehe sisemusse.

Kujutlege vaid, milline meelitav perspektiiv avanes teadlastele, kui nad esmakordselt hakkasid sooritama selliseid katseid.

Nüüd oli võimalik jälgida süsiniku kogu teekonda

taimes alates sellest momendist, kui ta satub lehesse süsihappegaasina, siis aga koos toitainetega hakkab liikuma mööda lehe ja varre sooni.

Võib jälgida, kuidas süsinik muutub liikumatuks tärkliseterakestes, mis on vees lahustumatud, kuidas ta uuesti asub teele, kui tärklisevarud muutuvad vastavalt vajadusele suhkruks, kuidas süsinik tungib noortesse pungadesse ja juurtesse, läheb elusate kasvavate rakkude koostisse ja kuidas osa temast taime hingamise tulemusena uuesti haihtub õhku süsihappegaasina.

Et kõiki neid muundumisi jälgida, on vaja ainult taime «toita» radioaktiivse süsihappegaasiga, siis aga saada taimest teatud ajavahemike järel radioautograafe.

Selliseid katseid on tehtud suurel hulgal ka teiste elementidega: radioaktiivse fosfori, väävli ja teistega. Sealjuures ilmnesid imeteldavad, täiesti uudsed nähtused. Näiteks selgus, et taim võib võtta süsinikku mitte ainult õhust lehtede kaudu, vaid ka juurte abil mullast.

Pildil näete taime, mis on istutatud mulda, millesse segati radioaktiivset «märgitud» süsinikku sisaldavaid soolasid. Näete, kui kirkalt «helendab» juur! Ning mööda sooni kandub «helendus» kõrgemale — varre ja lehtede juurde. Need on radioaktiivse süsiniku aatomid, mis juurte poolt kinnipüütutena liiguvad edasi lehtedesse, et võtta osa glükoosi valmistamisest.

Tõsi küll, juurte abil neelab taim ainult tühise osa süsinikust, võrreldes sellega, mida ta saab õhust.

Tehti teinegi imeväärne avastus. Selgus, et lehed on suutelised neelama lämmastikku ja tuhkaineid sisaldavaid mineraalsoolasid, s. o. täitma juurte ülesandeid.

Ka seda tõestati märgitud aatomite abil.



Märgistatud fosforiga pealt-väetatud taime radioautograaf

Lehed niisutati radioaktiivse fosfori soolasid sisaldava lahusega, pärast asetati see taim aga fotoplaadile ja saadi tema jäljend. Te võite joonisel näha taime sellist «autograafi». Üks selle taime lehtedest oli niisutatud märgitud fosforit sisaldavas aine lahuses.

Leht imes endasse fosfori ja saatis selle sooni mööda laiali üle kogu taime: vartesse, teistesse lehtedesse, juurtesse. Eriti palju fosforit said õiepungad — vaadake, nad on joonisel päris valged. (See on ka arusaadav. Mäletate, me kõnelesime sellest, et fosforit vajavad eriti seemned oma tekkeajal.)

Nii huvitavaid asju aitas avastada märgitud aatomite meetod.

Juba I. V. Mitšurin püüdis anda taimedele lisa-

toitu lämmastiku ja fosfori kujul lehtede kaudu, pritsides lehti väetiste lahusega. Kuid siis ei tuntud veel märgitud aatomite meetodit, ja Mitšurinil ei olnud kindlat veendumust selle kohta, et lämmastik ja fosfor taime poolt lehtede kaudu tõepoolest «ära söödi».

Nüüd aga ei tehta seda enam pimesi.

Usbekistanis pritsitakse näiteks fosforväetisega puuvillapõõsaid sel ajal, kui neil arenevad õiepungad. Tänu sellisele lisatoitmisele tekib taimel rohkem seemneid ja puuvillasaak suureneb.

Kaugel põhjas aga, kus mullad on lämmastikuvaesed, toidetakse kapsaid lehtede kaudu lämmastikväetisega.

Väga terava pilguga inimese kohta öeldakse: «See näeb maast läbi!» Selle all mõeldakse, et ta näeb isegi seda, mis on silmade eest varjatud. Kuid varem kõneldi nii kaudses mõttes. Märgitud aatomite meetod andis aga inimestele tõesti võimaluse näha seda, mis toimub maa sees.

Näiteks oli vaja kindlaks teha, kas taimed omastavad sõnnikust fosforit.

Otsustati kasutada märgitud aatomite meetodit. Kuid selleks oli tarvis kõigepealt saada märgitud fosforit sisaldavat radioaktiivset sõnnikut. Kust seda võtta?

Otsustati toimida järgmiselt: rohtu niisutati radioaktiivse fosforisoola lahuses ja anti seda lammastele. Lambad sõid rohu ära ja nende sõnniku uurimine näitas, et see oli muutunud radioaktiivseks: sõnnik sisaldas märgitud fosforit. Ja oligi tõestatud, et taimed tõepoolest omastavad fosforit sõnnikust: sõnnikus leidunud märgitud aatomeid oli taime vartes, lehtedes, eriti aga seemnetes.

Märgitud aatomite abil õnnestus jälgida paljusid, senini mullas varjatult toimuvaid protsesse: kuidas

liiguvad põhjaveed, millise kiirusega imbuvad mullasse väetised ning palju muud.

Veel paljugi huvitavat ja tähtsat avab meile see suurepärane meetod.

## INIMENE KUI MULLA VALITSEJA

Kunagi oli inimene mulla ori, sõltus tema tujudest, ootas temalt armuande ega teadnud kunagi ette, kas muld osutub jälle heldeks emaks-toitjaks või muutub kurjaks võõrasemaks.

Oli aeg, mil inimesed ei tundnud loodusseadusi, mille järgi elab muld, ja püüdsid teda mõjutada nõidumiste ja lausumistega. Näiteks pidasid nad palvejumalateenistusi, et tuleks vihma.

V. Majakovski kirjutas 1923. aastal väljendusrikka ja terava, agiteeriva luuletuse nimetuse all: «Palved jumala nimele ei päästa põuast» ning joonistas sellele ise ka illustratsioonid.

Nüüd on juba hästi teada, mida tuleb teha, et saada ka põua-aastal normaalne viljasaak. Põuavastased abinõud on välja töötatud V. V. Dokutšajevi, P. A. Kostõtševi ja teiste vene teadlaste poolt.

Kõige tähtsam on juba kevadisel lumesulamisel sundida mulda niiskust koguma, hiljem aga seda säilitama, et taimed võiksid niiskust kulutada pikkamööda.

Juba talvel tuleb koguda põldudele rohkem lund. Selleks asetatakse põldudele erilised lumeväraval, püstitatakse kõrgetest taimedest, näiteks maisist, «kulisse» ja jäetakse need talveks koristamata või — mis veel kõige parem — istutatakse põldude äärde metsaribad.

«Kuidas me vabanesime põuast, näis paljudele imena. Aga pole siin mingit imet,» jutustab

Nadežda Petrovna J. Nagibini jutustuses «Kolhoosi ema». «Paistab, et see töö, mida me juba talvel tegime, osutus väga kasulikuks. Lumekogumine. See oleks nagu lihtne asi, kuid maksab palju vaeva!... Paneme punutud tara läbi häda üles, hommikuks pillub tuul aga kõik laiali. Oleksimegi nii näinud asjata vaeva, aga aitäh Miša Strešnjovile, kes taipas hakata tegema astmelisi takistusi. Ja tõepoolest, hoidsimegi lume põllul kogu talve, ei lasknud tuulel ega tuisul lapikestki põldu paljaks ajada. Vahel hakkas puhuma nii kange tuul ja tänav muutus paljaks nagu kevadel, kuid meie põllud püsisid helevalgetena, lumevaibaga kaetuna... Ja mis oli tulemus? Mõned lülivanemad oskasid sellel põuasel aastal hektarilt sada viiskümmend tsentnerit peete koguda, teravilja aga said hektari kohta kümme tsentnerit!»

Et kevadel sulavesi ojadena ära ei voolaks, peab põllul kiiresti tekkima palju lumevabu laike. Selleks võib enne kevade algust raputada lumele risti nõlvu ribadena tuhka või peent musta mulda. Tumedatelt ribadelt sulab lumi kiiremini, sest tume värvus neelab rohkem päikesekiiri. Neis kohtades moodustuvad lumevabad laigud, mis aga imevad endasse vett ümbritsevast sulavast lumest. Ning kogu kevadine niiskus imbub mulda.

Kuid nüüd on seda vett tarvis alal hoida, ei tohi lasta sel ära aurata. Selleks äestatakse põldu võimalikult vara, maapind kobestatakse ja tasandatakse. Pealmine kobe kiht suudab kaitsta alumisi kihte kuivamise eest.

Eriti tähtis on aga hoolitseda mulla struktuuri eest, sest nimelt struktuurne, sõmeraline muld on võimeline kinni hoidma kuni 85% kogu temasse imbunud veest.

Mulla struktuuri säilitamiseks külvatakse põldu-

dele aeg-ajalt mitmeaastasi heintaimi, sest nende juured taastavad mulla struktuuri hästi. Sellist abinõu soovitasid P. Kostõtšev ja V. Dokutšajev. Eriti propageeris seda V. Viljams.

Aga on ka teine abinõu. Selle töötas hiljuti välja Lääne-Siberi Kurgani oblasti kolhoosi «Zavetõ Lenina» põllumees Terenti Semjonovitš Maltsev.

Et mitte rikkuda struktuuri, künnab T. S. Maltsev maad (kamarat) ümber keeramata. Ta ainult kobestab seda eriliselt konstrueeritud atradega 40—60 sentimeetri sügavuselt, s. o. harilikust künnist peaaegu kaks korda sügavamalt. Iga põldu künnab ta kaks korda: üks kord pikuti, teine kord risti, kuid see-eest mitte igal aastal, vaid kord nelja-viie aasta tagant. Ülejäänud aastatel kobestab ta mulda ainult pindmiselt, 7—8 sentimeetri sügavuselt.

Sellise künni juures jäävad kõik üheaastaste taimede juured mulda koos nendel olevate mikroobidega. Neist tekib aegamööda huumus ja mulla struktuur ei lagune, vaid säilib.

Peab hoolitsema ka selle eest, et taimed ei kardaks põuda.

Meie kodumaal on aretatud palju põuakindlaid sorte.

Väga tähtis on põuastel aladel võidelda umbrohtude vastu, mis raiskavad mulla väärtuslikku niiskust.

Ühe sõnaga, me näeme, et võitluseks põua vastu on vaja täielikku maaviljeluse süsteemi.

On veel üks vahend, kõige radikaalsem. See on niisutamine. Sel juhul ei ole enam mingisugune põud hirmus: ärgu tulgu kas või terve suve jooksul tilka vihma, õigesti niisutatud põldudelt saame suurepärase saagi.

Niisutamist on inimesed kasutanud juba iidsetest

aegadest, kuid meie päevil on see saavutanud, tänu tehnika kõrgele arengule, ennenägemata ulatuse ja võimalused.

Tõelised imed sünnivad praegu Doni steppide, Volga-ala, Kasahstani ja Kesk-Aasia põuastes rajoonides. Magistraal-niisutuskanaleid kaevavad masinad asendavad tuhandete inimeste töö.

Doni steppides kaevati minu silme all 1951. ja 1952. a. magistraal-niisutuskanal, mis läheb Tsimljanski veehoidlast stepi sügavusse. Meil tuli ekspeditsiooniautoga sellest sageli mööda sõita. Esimesel pilgul näis, et selle grandioosse, sügava ja laia kraavi kaevamisel oleks pidanud töötama terve kraavikaevajate armee. Kuid ei! Siin ei olnud inimesi näha, see-eest paistis eemalt sammuva ekskavaatori kopp: kord see tegi äkilise pöörde, ja kopast lendas pervele mullakuhi, siis pöördus see uuesti tagasi ja kummardus — jälle hammustas avatud lõugadega kopp tulevase kanali põhjast uue portsjoni, nii nelja kuupmeetri suuruse suutäie. Sõitsime lähemale ning jälgisime vaimustuse ja lugupidamisega ekskavaatori tööd. Ümberringi laius ääretu stepp. Ainult kaks inimest töötasid: ekskavaatorijuht ja ta abiline. Ekskavaatori kopp aga kaevus ja kaevus kavakindlalt ning vääramatult maasse. Ja järgmisel aastal oli siin juba veega täidetud kanal. Kolhoosnikud juhtisid vett oma põldudele ja õppisid uut keerukat niisutamiskunsti.

Peale niisutuskanalite ehitatakse meil palju tiike. Kuiva balka ette tehakse tamm, kevadel aga korjub siia sulavett. Ja näe, seal, kus varem olid balka viljatud nõlvad, läigib tiigi peegelpind. Hakkas mürisedes tööle mootorpump, ja ümberkaudsetele põldudele voolas vesi. Tiigil ujuvad juba haned. Tammi servadel haljendavad pajuoksad — neid istutasid siia kolhoosnikud. Poisid istuvad õngedega —

liki on soetatud kalu. Suur niisutatav majand on veega kindlustatud.

Niisiis, te näete, millised võimsad vahendid on meil võitluseks põua vastu. Mis tahes viljatu mulla võime muuta viljakandvaks. On vaja ainult asjatundlikult käed külge lüüa.

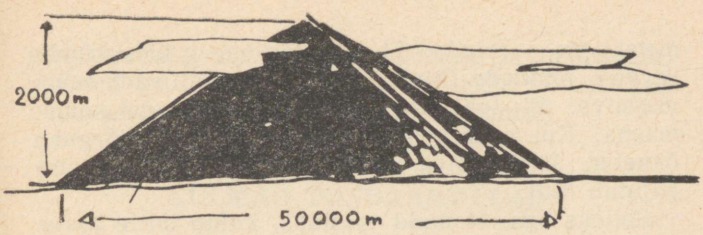
See on ainult üks näiteist, mis tõestab, et inimene on saanud mulla tõeliseks peremeheks. Oma uute töövahendite, oma uue tehnikaga nii maa peal kui ka õhus muudab ja kujundab ta täielikult ümber puutumata mulla.

Inimesed künnavad, lõikavad, keeravad ümber ja peenendavad tema pealmist kihti. Väetamisega muudavad nad mulla keemilist koostist. Kuivadel aladel varustavad nad mulda veega, märgadel aladel aga kuivendavad mulda.

Inimesed muudavad mulda asustavate mikroobide koostist ja mulla struktuuri oma soovi kohaselt, hävitavad endise taimestiku ja loovad selle asemele uue, endisest taimkattest erineva. Seal, kus oli põlismets, kollendab rukkipõld, kuiva kõrbe asemel aga õitseb aprikoosiaed.

Mulla pealmine kiht muutub sedavõrd, et kaotab loodusliku, puutumata mulla omadused. Sellele tuleb anda eri nimetus: k ü n n i h o r i s o n t. Siin ei ole enam looduslikku kamarat, muld on peenendatud, segatud, väetistega paremaks muudetud, läbi põimitud üheaastaste kultuurtaimede peente juurtega. Kuivendatud soodes ei ole enam turvast — ta on lagunenud ja muutunud kõduks. Tuhasarnane hall leede on muutunud mustemaks, on hakanud koguma huumust.

Mulla mõjutamine inimese poolt on omandanud tõepoolest tohutu ulatuse. Professor N. A. Katšinski ütleb: «Igal aastal pööravad põlluharijad maakeral harimisega ümber ligi 1000 kuupkilomeetrit mulda.




See on 7—10 korda rohkem sellest kõva materjali kogusest (savi, liivad), mida kogu maakera jõed kannavad meredesse ja ookeanidesse.» Kui seda mulda oleks võimalik koguda ühte paika, siis saaks 2000 meetri kõrguse tohutu suure mäe, mille jalami laius oleks ligi 50 kilomeetrit.

Kui aga mullaga ümber käia oskamatult, hooletult või kasutada teda röövellikult, hoolimata sellest, mis temast hiljem saab, siis võib viljakuse tõstmise asemel seda tugevasti halvendada.

Kui mulda harida ebaõigesti, võib vesi seda ära uhtuda ja tuul ära puhuda. Seda nähtust nimetatakse erosiooniks ja see on põlluharijale väga suureks õnnetuseks.

Selle raamatu algul me jutustasime sellest, kuidas Altai krais künti üles balka nõlvad ilma mingite ettevaatusabinõudeta. Sulaveed uhtsid mustmulla minema, ja paljastus kollakas aluspõhi ning tihedas nisu meres tekkisid inetud paljad laigud viletsate harvade kõrtega, mida kombain koristamisel ei suuda haaratagi. Kui uhtumine kestab veel edasi, võib tekkida ovraag (uhteorg).

Maad erosiooni eest kaitsvaid abinõusid on palju, kuid kõigepealt peame kindlasti teadma, mida e i t o h i teha. Ei tohi näiteks ilma eriliste kaitseabinõudeta künda üles järske nõlvu (kui kallak on üle 6°). Ei tohi jõgede äärest ja mägedelt täielikult

metsa maha raiuda. Ei tohi tervenisti üles künda kergete muldade (liivased mullad, saviliivad) suuri massiive. Ei tohi neid ülemäära kasutada karjamaana. Kui neid keelde ei arvestata, siis järgneb õnnetus. Järsu nõlva mulla peseb vesi ära, liivase hajutab tuul.

Selleks aga, et muld taastuks, kulub mitte aasta ega kaks, vaid kümned, sajad ning isegi tuhanded aastad.

Seepärast peame alati hoolitsema, et maa oleks kaitstud erosiooni eest. Ja paljudest vahenditest on parimaks abinõuks metsavööndite istutamine.

Metsavööndid kaitsevad mulda ärauhtmise ja laialipuhumise eest.

Kui on aga hakanud tekkima ovraag, võib seda peatada, kui istutada oskuslikult selle algusesse ja veertele põõsaid ja puid. Ovraagi võib isegi muuta viljapuuaiaks, sest marja- ja viljapuupõõsaste hulgas on palju selliseid sorte, mis kergesti tekitavad uusi, ovraagi mulda kinnitavaid juurevõsundeid.

Selleks et kaitsta muida, muuta teda veelgi viljakamaks, on meie sotsialistliku plaanimajandusega riigis olemas kõik võimalused.

Seejuures ei tule kaitsta mitte ainult mulda, vaid ka kogu loodust, millega muld on nii tihedalt seotud oma tekke ja kogu oma olemasoluga. Tuleb hoida metsi, hoida linde, kaitsta allikaid, jõelähtmeid ja veekogusid, et need ära ei kuivaks ega reostuks. Muldade kaitse ja parandamine on tihedalt seotud looduskaitsega.

Sõltuvalt mullast muutuvad ka ta parandamise võtted. Muldade mitmekesisus on aga meie maal väga suur. Meie kodumaa on ju väga laialdane ja ulatub lume ja jääga kaetud kaugetest arktilistest saartest kuni Kesk-Aasia kuumade kõrbeteni.

Tutvugem siis kõigi nende muldadega. Külasta-

gem tundraid, metsi, steppe, kõrbeid ja vaadelgem, millised on sealsed mullad ja milliseid võtteid nad nõuavad harimisel ja paremaks muutmisel.

## KÜLMAD TUNDRAMULLAD

Paljusid meelitab enda juurde kauge Arktika. Kes teist ei ole innuga lugenud sellele karmile külmale maale toimunud reiside haaravaid kirjeldusi, kes ei ole unistanud ise läbi elada seiklusi ja hädaohte võitluses selle maa karmi loodusega!



Meile, metsavööndi elanikele, on Arktikas kõik uus ja huvitav: suvel loojumatu päike, mis kesköö eredalt paistab taeva põhjakaarel, talvel — imelised kuupaistelised keskpäevad, mil täiskuu valgus on tugevam koidu punakast valgusest, igavesti liikuv, vahetpidamata muutuv virmaliste mäng. Kui

aga lõpeb polaaröö, kui päike ei ole veel horisondi tagant nähtavale ilmunud, algavad valged päevad hajuva valgusega, mis peegeldub puhtaimalt lumevaibalt. Siis kaotab inimene oma varju, millest me senini oleme lugenud ainult muinasjuttudes.

Siin tuleb suvel käia poolkasukas, talvel on aga pikale teele kardetav jalga panna vilte: tingimata võtab külm jalad ära. Ainult karusnahksed jalatsid suudavad kaitsta jalgu.

Siin ei kata lumi maad koheva vaibana — ta on kõva nagu liivakivi ja ta pind on kaetud lumelainete kivistunud harju meenutavate viirgudega. Öökullid on siin valged ja näevad hästi, nad püüavad sabatuid hiiri. Siin pesitsevad tuhandetena parvedesse kogunenud haned, valged luigeparved aga ujuvad tundrajärvekestel.

Jah, paljugi hämmastab meid Arktikas. Ning vahest kõige üllatavamad on igale uustulnukale mustrid maapinnal. Maapind on siin kirjatud kord kividest moodustunud hulknurkadega, kord kummaliselt kulgevate lõhede võrguga, mille servadele liibuvad eredad arktika lilled, kord mätaste ja nendevaheliste nõokeste mosaiigiga.

Tundra ei ole kuskil tasane, sile, üksluine.

Tundra soodes aga võib sageli leida teistlaadi imelist pilti: soode pind on kumerate vallidega jaotatud suurtesse, kümne meetri laiustesse ruutudesse. Lõunapoolsemates tundrates leidub suuri, kuni viie meetri kõrgusi turbakünkaid. Nende nõlvu katab tihe võsa, aga harjadel, millelt talvel tuul puhub lume ära, kasvavad samblikud.

Millega on seletatav, et tundra pind on nii rahutu, et kõik kohad on täis künkaid ja lõhesid? Miks kogunevad kivid ühtekokku, moodustades hulknurki ja ringe? Mispärast on sood ruutudeks jagunenud?

Need on kõik põhjamaiste muldade võimsa valitsejanna — igikeltsa vembud.

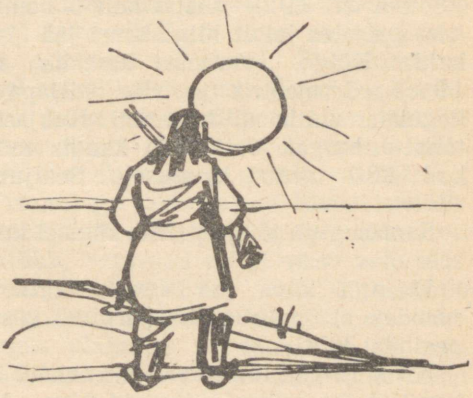
Kõikjal piki meie põhja ääremaid, metsata tundras ja mitte ainult tundras, vaid Ida-Siberis ka kaugele taigasse tunginult lasub maa sees igikelts.

Hakkate tundras auku kaevama... Juba varsti krigiseb teie labidas vastu kõva, külmunud pinnast.

Kõige sügavamalt sulab igikelts kergetes liivmuldades, lõunapoolsetel nõlvadel, seal, kus vesi ei seisku. Siin võib kelts suve jooksul sulada 1,5—2 ja enamgi meetri sügavuselt ja veelgi sügavamalt, sõltuvalt maakoha laiuskraadist.

Liivsavi tundrates toimub sulamine halvemini: siin sulab kelts 0,5—1,5 meetri sügavuselt, kaugemal Arktikas aga veelgi vähem; näiteks Uus-Siberi saartel kõigest 35—40 sentimeetrit.

Kõige õhem on sulakiht rabade turbaküngastel. Turvas on väga halb soojusejuht ja siin lasub kelts maapinnale päris lähedal. Ainult 20—25 sentimeetrit või isegi 15 sentimeetrit turvast sulab suve



jooksul, sügavamal aga tuleb künka kivikõva tardunud igikeltsast tuum.

Igikelts ei lase vett läbi. Ta moodustab vettpidava kihi, millel talve saabumisel külmub vesi jälle.

Te teate, et jäätudes vesi paisub: ta maht suureneb tervelt 9%, ja selle paisumise jõud on ebatavaliselt suur.

Vesi võib kivide pragudes jääks külmudes lõhkuda kive. Võivad toimuda isegi purustava jõuga lõhkemised.

Pealtnägijad kõnelevad järgmist: «Ühes Baikalitaguses raudteejaamas varuti suveks jääd, tohutus 25×10×5 meetri suuruses kastis vett külmutades. Kord 1932. a. veebruarikuu algul lõhkes see kast hirmsa mürinaga. Suured jäälahmakad lendasid õhus üle 20 meetri ning jääkillud katsid raudtee. Lõhkenud jääprisma keskel oli võrdlemisi suur vedel tuum.

Veelgi grandioossem oli jääkuhja lõhkemine Ononi jõel (Amuur-Jakuutia magistraalil). Juba eelmisel päeval pragises jääkuhi tugevasti ning vappus, 28. märtsil 1928. aastal kell 5 hommikul aga lõhkes, paisates laiali hiiglasuuri jää- ja pinnasekamakaid. Kõige suurema kamaka mõõtmed olid 19×5×2 meetrit ja viie väljapaisatud kamaka kogukaal ulatus 453 tonnini. Kuhjast paiskus välja tohutul hulgal vett, mis kandis mõned jäälahmakad 120 meetri kaugusele. Sealjuures hävis teel sild.»

Samasuguse jõuga paisub sügisel külmudes ka maa sees olev vesi.

Et aga kõva ja lausalist igikeltsa «koomale suruda» ei õnnestu, siis kergitab vesi jäätudes maa pealmist kihti.

Nii kerkivad tundras üles künkad. Sealjuures maa kergitab ka temas peituvaid kive. Aastast aastasse

tõusevad kivid kõrgemale ja kõrgemale, kuni ronivad päris pinnale.

Sama toimub ka kõigi teiste maasse kaevatud esemetega: postide, aedade, majade alusmüüridega. Kõneldakse, et vahel võib näha aias pinke, millele ei saa istuda — jalad ei ulatu maha. Selline surve altpoolt kahjustab tugevasti telefoniposte — mõne aasta pärast kerkivad nad maast välja, vajuvad küljeli ja muutuvad kõlbmatuiks.

Maapinnale tõusnud kivid aga asetuvad jäätuva vee mõjul hulknurkade, võrkude ja rõngastena. Kord oli mul Novaja Zemljal Kara mere rannikul võimalus näha, kuidas see toimub.

Oli septembrikuu, juba algasid tugevad öökülmad. Õhtul püstitasime telgi klibustikulisele nõlvale väikese järve ligidal. Must kiltkivi klibustik lasus nõlval hulknurkadena, mis ühinesid võrgukujuliselt, otse järvekese kaldal aga rühmitus rõngasteks. Need rõngad ümbritsesid veidi ülespaisunud, peene rähaga segatud liivsavisõõre. Sõõride läbimõõt oli 1—1,5 meetrit.

Öö tõotas tulla külm: tuul vaibus, taevas oli selge ja sinna ilmusid kord süttivad, kord uuesti kustuvad virmalised, esimesed sel aastal. Tõepoolest — kui ma järgmisel hommikul laskusin järvekese äärde, et end pesta, tuli purustada võrdlemisi kõva jääkiht.

Siin ma esmakordselt nägingi seda imelist nähtust, millest varem oli tulnud ainult raamatutest lugeda: kivist ringidega ümbritsetud liivsavist kühmude pinnal seisis terve seente mets; igal seenel oli kübaraks klibutükk, vars aga oli jääst.

Need olid nn. jäävarrekesed. Nad jäätusid öö jooksul musta kiltkivi lamedate tükkide all. Jäävarrekeste kõrgus ulatus 5 sentimeetrini. Et aga pind, millel nad kasvasid, oli kumer, siis kaldusid nad keskpunktist veidi äärte poole. Kui tõusis päike

ja jäävarred kivikübarate alt ära sulasid, siis ei sattunud iga kivi enam endisele kohale, vaid natuke mööda nõlva allapoole, kühmu servale veidi lähemale.

Nii moodustuvadki kivist ringid.

Külmadel sügis- ja kevadöödel kasvavad kivikildude alla jäävarred. Ja iga kord, kui päike tõuseb, sulavad nad. Kivi ei lange enam endisele kohale, vaid veidi allapoole. Aegamööda, kuid pidevalt nihkuvad kivid ikka edasi kühmu keskpaigast ääre poole ja kuhjuvad äärele korrapärase rõngana.

Niisiis ei ole muld tundras kunagi rahulik.

Külmudes ta kumerdub ja temas peituvad kivid liiguvad paigast, talvise pakase ajal muld aga praguneb.

Seetõttu ei olegi taimkate tundras sageli lausaline: teda purustavad maast väljatungivad kivid, külmuvad jäävarred, paisuvad mullaosakesed. Tekivad paljad laigud, millel võib alati näha taimestiku visa võitluse jälgi pakase purustavate jõududega: siin paistavad külmunud rohukamara tükikesed, seal aga asusid südid taimed uuesti paljastunud laigule.

Selliseid raskusi kohtab Arktikas muldade tekkimine. Kuid peamine ja kõige kohutavam vaenlane on külm.

Madalad temperatuurid ja lühike suvi takistavad roheliste taimede kasvu, halvendavad ainevahetust, piiravad mikroobide tegevust. Et aga just mikroobidest sõltub lämmastiku kogus mullas, siis pole imestada, et tundra mullad on lämmastikuvaesed. Isegi see lämmastik, mida õnnestub elusal taimel koguda varresse, lehtedesse ja juurtesse, seisab pärast taime surma teistele taimedele kaua kättesaadamatuna, sest taimejäänuste lagunemine toimub külmades tundra muldades väga aeglaselt.



Vaatame nüüd, mida kujutab endast tundra muld, millistesse horisontidesse ta jaguneb.

Mäletate, me kaevasime kord stepi mustmulda augu. Seal oli selle sügavus kaks meetrit. Kuid siin, tundras, saame nii sügavale harva kaevata — segab igikelts. Seepärast saab kaeve tundra tavalises liivsavimullas 60—80 sentimeetri sügavune.

Nagu enamikes muldades, nii on ka tundra mullas ülemine horisont kõige tumedam, sest selles on huumus. Siiski on huumust siin vähe, kõigest 1—3%. See-eest on siin palju veel lagunemata taimejäänuseid. Osa neist on juba turvastunud, tumenenud, osa on ainult veidi pruuniks tõmbunud, osa aga ei ole veel üldse jõudnud muutuda.

Peale selle on siin veel palju elusaid juuri. Kõik see on segatud mineraalosakestega.

Seda horisonti nimetatakse turvastunud huumushorisondiks. Ta on väga õhuke, harilikult mitte üle 8—10 sentimeetri.

Allpool lasub liivsavi juba vähese hulga juurtega. Siiski tungivad taimede elusad juured päris igikeltsani.

Liivsavi on sageli läbi imbunud veest, mida igikelts ei lase allapoole valguda. Seiskunud vesi ummistab mulla poorid ja takistab õhu juurdepääsu.

Kui sinna aga ei satu hapnik, siis tekivad erilised alahapendilised rauaühendid, mis värvivad liivsavi sinkjashalliks, rohekaks või helesinkjaks.

Sellist alahapendiliste rauaühendite kuhjumist mullas nimetatakse gleistumiseks.

Seal, kus mulda läbivad külmalõhed, võib vaba õhuhapnik tungida sügavale ja muuta sinkjashalli tooni roostekarvaliseks.

Niisiis võib tundramuldades tavaliselt näha kahte horisonti: ülemist — turvastunud huumushorisonti — ja selle all asuvat kuni igikeltsani ulatuvat gleistunud horisonti.

Mõnikord moodustuvad liivadel leetmullad. Üks neis muldades leiduvaist horisontidest meenutab värvuselt tuhka.

Üldiselt on need mullad iseloomulikud metsadele. Tundras on nad aga väga nõrgalt arenenud. Seepärast nimetatakse neid «kääbusjateks». Kõigi mullahorisontide üldine paksus «kääbusjates» tundraleetelistes liivmuldades on ainult 10 sentimeetrit! Allpool on peaaegu muutumatu liiv.

Sellised on tundra mullad.

Nende viljakus on äärmiselt madal. Kolmest viljakusele vajalikust elemendist — toidust, veest ja õhust — on harilikult küllaldaselt ainult vett. Toitu on vähe, eriti selle väärtuslikumat osa — lämmastikku.

Vee seiskumise tõttu ei jätku mullas tihti ka õhku. Seepärast on tundra looduslik taimkate madalakasvuline, liigivaene, ülekaalus on vähenõudlikud samblad ja samblikud. Õistaimedest leidub ainult mõnisada liiki, samal ajal kui parasvöötme aladel loendatakse neid tuhandeid, troopikamaadel aga kümneid tuhandeid.

Kuid inimene on õppinud alistama ka tundramul-

dasid. Tõsi küll, maaviljelus kauges põhjas algas üsna hiljuti.

Kui XVII sajandil akadeemik Gmelin rändas mööda Siberit, ei leidnud ta Irkutskist põhja pool ülesharitud maad.

Aga juba sada aastat hiljem mainis akadeemik Middendorff, pöördunud tagasi oma kuulsalt reisilt Siberi põhja- ja idaossa, et maaviljelus ulatub Jakutskist veidi põhja poole.

Tuleb märkida, et maaviljeluse edasitungimisele põhja poole osutasid neil meile kaugetel aastatel suurt abi asumisele saadetud. Näiteks harisid dekabristid Šahhovskoi, Muravjov-Apostol, Küchelbecker maad oma kätega, külvasid vilja, kasvatasid kartuleid ja juurvilja sellistes paikades nagu Jenisseisk ja Turuhansk, kus varem keegi polnud püüdnud seda teha.

Kuid kõik see toimus taiga piires — maaviljelusest tundras või metsatundras ei mõelnudki keegi. Ja alles nõukogude võimu ajal nihkus see kaugele polaarjoone taha.

Nüüd kasvatatakse polaarjoone laiuskraadil mitte ainult juurvilju — kapsast, naerist, kaalikat, redist, peeti, porgandit —, vaid ka teravilju — otra, kaera, suvirukist ja isegi suvinisu.

68—69 laiuskraadist põhja poole teraviljad enam ei kasva, kuid siin valmivad avamaal varajased juurviljad. Ning ainult kõige põhjapoolsemais tundrarajoonides ei harita maad enam avamaal, vaid kasvuhoonetes ja soojendatavais lavades.

Nüüd on kauge põhja tööstusasulail ja linnadel oma värske juurvili ning seepärast ei haigestu enam keegi skorbuuti. Kunagi oli skorbuut aga polaaralade elanike nuhtluseks.

Missuguste võtetega õnnestub vallutada tundra-

muldasid, muuta nad viljakaks lühikese suve, külma kliima ja igikeltsa karmides tingimustes?

Me teame juba, et tundramuldade peamine vaenlane on pakane. Tema esimesed abilised on aga sammalkate ja turvastunud kamar, mis katab tundra pinda. Need juhivad halvasti soojust ega lase muldadel lühikese polaarsuve vältel soojeneda. Seepärast, kui me tahame tundras asutada köögiviljaaeda, tuleb ennekõike hävitada sambla-turbakiht, koorida see maa pinnalt.

Harilikult tehakse seda raske rööbasäkke abil. Selline äke koosneb puuprussidest, millesse on pandud raudteerööbaste tükid. Seda äket veetakse traktori järel. Äke koorib pinnalt sambla ning juurtest ja turbast koosneva kamara, kusjuures samaaegselt kobestab maapinda. Seejärel küntakse maad. Kühmud lõigatakse tasaseks, augud täidetakse.

Et põld talvel tugevasti läbi ei külmuks ja hoiaks võimalikult alal suve jooksul kogunenud soojuse, kaetakse see lumega. Isegi õhuke lumikate (25—30 cm) kaitseb juba mulda tugeva jahtumise eest.

Lume kogumiseks seatakse üles lumeväravaid, laotatakse laiali hagu, tehakse lumevalle, istutatakse metsaribasid — täiesti nagu stepis.

Nüüd on Kaug-Põhjas, mitte ainult metsatundras, vaid ka tundras tekkinud puukoolid.

Metsaribade istutamiseks kasutatakse paju, kaske, lehist, kuuske ning teisi puid ja põõsaid, mis taluvad hästi karme Kaug-Põhja tingimusi. Metsaribad vähendavad tuule kiirust ja aitavad koguda lund. Näiteks Petšoora jõe ääres polaarlinna Narjan-Mari lähedal rajati metsariba kuuskedest. Kuused hakkasid kasvama ja sirgusid kahe meetri kõrgusteks. Samal ajal kui lagedas tundras oli lume sügavus 10—18 sentimeetrit, kattis saledate tumeroheliste

kuuskedega kaitstud alal maad 40—100 sentimeetri sügavune lumi.

Kuid tuleb silmas pidada, et sügav lumi on tundras «kahe teraga mõõk». Kuigi ta soojendab mulda, sulab ta külmal polaarkevadel liiga kaua. On tarvis sundida teda kiiremini sulama. On olemas läbiproovitud abinõu: puistata lumele tumedat pulbrit — tuhka või söetolmu.

Nüüd tuleb köögiviljaaia jaoks mulda hästi väetada: tundramullad on ju toitainetevaesed. Kõige kasulikum on anda sõnnikut ja mineraalväetisi: ammooniumsalpeetrit, superfosfaati, kaalisoola. Peale selle aga väetatakse taimi veel lehtede kaudu. Lehti pritsitakse nõrga väetiselahusega ja lehed imavad seda.

Nii väetatakse Kaug-Põhjas kartulit, peeti, kaalikat, kapsast.

Väikestes köögiviljaaedades võib aia kastmisel lihtsalt lisada iga kolme-viie päeva tagant üks supilusikatäis salpeetrit kastekannutäiele veele. Nii muutub kastmine ka väetamiseks.

Vaatamata niiskele õhule tuleb Kaug-Põhjas juurvilju ikkagi kasta. Kuigi sademeid esineb tundras küll sageli, on nende hulk niisama väike kui kõrbes. Niiske on seal vaid sellepärast, et külma mõjul väheneb aurumine, igikelts aga ei lase veel imbuda sügavale. Seepärast tuleb ülesharitud, kuivendatud, sügavale laskunud igikeltsaga muldadel köögivilju sageli kasta.

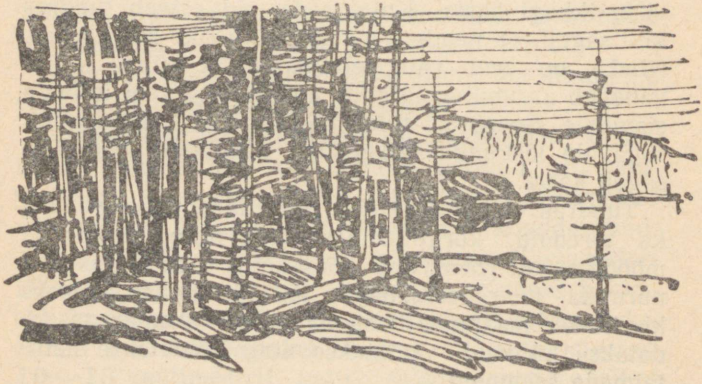
Tundras võib peale köögiviljaaedade rajamise luua ka toredaid, kõrge heinasaagiga niite: sambla ja mööda maad roomavate põõsakeste asemel kasvava nurmika ja rebasesabaga. Ka niitude rajamiseks kooritakse maapinnalt sammal ja turbakamar, tasandatakse kühmud, väetatakse ning külvatakse heintaimede seemneid.

## TAIGA JA SOODE KESKEL

Kui võluvad ka ei oleks oma karmi suursugususega Arktika avarused, on neile, kes on sündinud ja kasvanud metsade ja põldude keskel, kaua tundras elada väsitav. Igasse külge avatud horisont ängistab oma lõpmatusega. Tahaks puhata metsas ojakese kaldal, kuuse mugavas varjus. Seepärast on mõistetav selle inimese rõõm, kes pärast kauaaegset tundras viibimist uuesti näeb metsa.

Kuipalju rikkalikum on metsataimestik tundra omaga võrreldes! Siin, metsavööndis, saab maapind päikeselt rohkem soojust. Peale selle esineb metsas rohkem sademeid. Talvel on siin sügav lumi, suvel aga ja eriti sügisel sajab sageli vihma, mis korralikult niisutab ja peseb maa läbi. See on nende tingimuste peamine iseärasus, milledes moodustuvad metsamullad.

Metsas nagu kõikjal etendavad muldade tekkes tähtsat osa taimed. Siin on nad aga puud. Kuigi nende võimsad juured, jämedad tüved ja oksad ela-



vad kaua, isegi sajandeid, langevad igal aastal maha nende lehed, okkad, kuivanud oksad, käbid. Aasta aasta järel tekib uus kiht vana peale ja moodustub metsakõdu.

Metsas (mitte nii nagu tundras) on küllaldaselt soojust selleks, et kõdu võiks laguneda.

Kõdu lagunemises on suur osatähtsus seentel. See on metsa iseloomulik ning väga tähtis iseärasus. Peente, hargnenud niitidena (seeneniidistik) elavad nad metsakõdus ja mullas. (Need aga, mis ilmuvad päevavalgele ja mida me korvidesse korjame, pärast aga hapukoores praeme — need on seeneniidistiku viljakehad.)

Läheme metsa, kui maapind on kaetud varisenud lehtede ja okastega. Kui on kuiv, siis nad sahisevad jalge all; vihma järel on lehed märjad, kleepuvad üksteise külge. Valime kuivema ilma, urgitseme metsa mullas, vaatame, mida kujutab endast kõdu ja mis on selle all.

Peal lasuvad vastlangenud lehed, okkad, siinseal on oksakesi. Kraabime laiali nende koheva kihi. Nad on katnud samblapadjad ja juba võrdlemisi tihedalt kokkuvajunud möödunudaastase varekihi. Möödunudaastased lehed on juba tumedaks tõmbunud, kuid on säilitanud oma kuju ja ei ole veel hakanud lagunema. Allpool aga, kõdukihis, on lagunemisjäljed märgatavad: okkad, oksakesed ja teised taimejäänused on muutunud ning pehastunud. Lehtedest on enamasti järele jäänud ainult rootsud ja kõige jämedamad sooned, kuid ka need pudenevad käes hõõrudes pulbriks.

Siin on kõdu harilikult valkjaspruun. Ta on läbi põimitud valgete ja kollaste seeneniidikestega: seened leidsid siit rikkalikult toitu ning varisenud lehestikust toitudes lagundavad selle.

Kaevame ka selle kihi lahti: kihi paksus ei ole

suur, ainult mõni sentimeeter. Sügavamal on juba ammu siin lebava vare jäänused. Seened on vare peaaegu ära söönud, järele on jäänud «sõrad ja sarved»: ainult kõige kõvemad käbide osad ja kooretükikesed. Õrnemad lehed ja peened raod on täiesti kadunud. Nende asemele on tekkinud tumepruun, mõnikord peaaegu must mullamass. See on kõdu alumine osa. Kogu selle paksus on 5—10 sentimeetrit, harva rohkem.

Võtame nüüd labida ja hakkame auku kaevama, nii nagu me kaevasime selle varem stepis. Vahe on ainult selles, et nüüd läheb meil vaja ka kirvest — sellega raiume läbi puude juured. Jõuame kahe meetri sügavusele, kusjuures augu ühele küljele jäävad astmed.

Meie auk on valmis. Laskume astmeid mööda alla ja vaatleme metsamulla profiili.

Siin pole pilt kaugeltki niisugune, nagu me seda nägime stepis mustmulla läbilõikes, ega ka selline, nagu oli tundras.

Eelkõige torkab silma väga hele, valkjas, hallikas, vahel peaaegu valge 15—20 sentimeetri paksune horisont; see võõtab meie mullaaugu teravalt silmapaistva lindina ning eraldub hästi ülal ja all lasuvatest tumedamatest mullakihtidest. Muide, selle horisondi ülemine äär on lainjas ja moodustab nagu allapoolelaskuvaid keeli.

See on leethorisont, kõige iseloomulikum meie põhjamaistele metsadele. Sellest on vihmad peaaegu kõik ained välja uhtnud, peale kvartsiosakeste, mis ei allu mingisugustele mõjutustele. Sellepärast nimetatakse seda ka väljauhtehorisondiks.

Ülal (kõdu all) lasub huumushorisont, mis on tumehall, harilikult õhuke, ainult mõni sentimeeter paks.

Leethorisondi all ladestub punakaspruun sisse-

uhtehorisont; sellesse on kogunenud osa ülalt väljauhutud aineid.

Veel allpool aga, umbes meetri sügavusel (või veidi madalamal või sügavamal), lasub lähtekivim.

Selline on metsade leetmuld.

Kui metsas on palju rohttaimi ja lehtpuuliike (seda esineb taiga-ala lõunapoolsemates osades), siis on mullas paremini arenenud kõdu all ladestuv huumushorisont; seda läbivad tihedalt rohu-, põõsa- ja puujuured. Selliseid muldasid nimetatakse kamarleetmuldadeks. Niisugused mullad tekivad ka niitudel — maharaiutud metsade asemele.

Metsas tungivad puujuured huumushorisondi ja kõdu suunas: siit lähevad läbi nii jämedad juured kui ka tugevasti hargnenud peened juurekesed. Osa juuri tungib sügavamale, kuid leethorisondi läbivad nad peaaegu hargnemata ning hakkavad uuesti hargnema alles sügavamal — sisseuhtehorisondis.

See tuleb sellest, et leethorisondis ei ole juurtel midagi teha: see horisont on tühi, viljatu, toiduta. Ta on isegi lähtekivimist vaesem, kus ei ole küll lämmastikku, kuid see-eest leidub tuhkaineid. Leethorisondist on aga välja uhutud mitte ainult lämmastik, vaid ka tuhaelemendid. Kõige tugevamini uhutud leedetes ei leidu selles horisondis midagi peale kvartsiterakeste ja peene kvartsitolmu.

Miks see nii juhtus? Metsa kõrval on ovraag; siin on paljastunud ja päevavalgele ilmunud aluspõhi — munakaline liivsavi. Teda uhab vihm, kuid ta säilitab oma keemilise koostise: tema koostisse kuuluvad mineraalid ei lahustu vees ega kandu ära. Metsamulla leethorisondis on aga need mineraalid muutunud millegipärast lahustuvateks, liikuvateks ja voolanud koos veega ära.

Asi on selles, et surnud taimejäänuste lagundami-

sel seente poolt tekivad happed. Need lagundavadki mineraale.

Üksnes kvarts peab kindlalt vastu hapete mõjule, ainult tema üksi püsib leethorisondis.

Ülejäänud mineraalid aga, mis sisaldavad taimede toiduks vajalikke aineid, lagunevad aegapidi ja vihmavees lahustunult laskuvad allapoole. Osa neist sadestub ja peatub järgmises, sisseuhtehorisondis, andes sellele tiheduse, punakaspruuni või pruuni värvuse. Osa neist jõuavad kinni püüda puujuured, osa aga nõrgub läbi mulla tagasipöördumatult põhjavette.

Seepärast on metsa leetmullad väheviljakad ja vaesed. Tõsi küll, neil kasvab mets, kuid see tuleb sellest, et puud on spetsiaalselt kohastunud eluks nendel, nende eneste poolt loodud muldadel.

Tuhkaineid imevad puud juurte kaudu sügavamatest kihtidest. Mis puutub lämmastikku, siis seda aitavad metsas puudele hankida seened.

Erilised seened — mükoriisamoodustajad («mükoriisa» tähendab sõna-sõnalt «seen-juur») — tungivad peente niitidena puude juurekestesse või moodustavad nende peale midagi tupetaolist. Oma eritistega lagundavad nad kõdus leiduvaid taimejäänuseid ja vabastavad lämmastikuühendeid, millest puud toituvad.

Niisiis, mets kasvab ja areneb leetmuldadel seente abil.

Kui aga mets raiutakse maha, kännud juuritakse välja ning samal kohal tahetakse mulda muutmata kasvatada vilja, siis veendutakse, et head viljasaaki siit saada pole võimalik.

Kuidas see võikski teisiti olla, kui 10—15 sentimeetri sügavuses või isegi lähemal lasub viljatu leethorisont?

Vanal ajal, siis kui slaavlaste suguharud tegelesid

maaviljelusega põliste metsade keskel, leidsid nad lihtsa väljapääsu: põlluks puhastatud kohal põletati oksi, hagu, kände. Mullapinnale jäänud tuhk andis leetele selle, mis seal puudus — tuhkaineid: fosforit, kaaliumi, kaltsiumi jt. Kuid neid ei jätkunud kauaks. Selle, mida ei jõudnud omastada taimed, uhtsid ära vihmad. Viljasaagid kahanesid ruttu; tuli üle minna uuele alale, jälle raiuda ja põletada puid. Endisele kohale aga kasvas aegamööda uus mets.

Selline barbaarne meetod oli kasutatav siis, kui inimesi oli vähe, metsi aga rohkesti. Kui aga metsad maha raiuti, maad enam ei jätkunud ning vilja tuli kasvatada ühel kohal, siis ilma sõnnikuta leetmuld enam saaki ei andnud.

Pärast pärisorjuse kaotamist, kui mõisnikud said paremad maad, talupojad aga halvemad, põhjustasid viljatud leeted tsaristliku Venemaa laostunud talupoegadele kohutava viletsuse.

«Kas see on maa? Leede! Sellel ei õitse isegi kartul, ei taha teda, kurjavaimu, vastu võtta. Käigu põrgu see leede! Tasus küll tsaar meile töö eest, inimestel pole aga pääsu kuskile!» — nii kisendas K. Paustovski jutustuses «Austraallane Pilevo jaamast» kurt taat, kes käis Vanja Zubovi isa arstimas. Pärast isa surma sõitis Vanja Zubov oma kodukülast ära. Teda ajas sealt minema viljatu hall tuhataoline leede.

Selles K. Paustovski suurepärases jutustuses leiduvad sõnad: «Võõras taevas ja võõrad maad rõõmustavad meid, vaatamata kogu oma kaunidusele, ainult väga üürikest aega. Lõppude lõpuks saabub aeg, mil üksik karikakar isamajasse viiva tee veerel näib meile armsamana kui tähistaevas suure ookeani kohal ja naabri kuke kiremine kõlab kodumaa hüüdena, mis kutsub meid tagasi oma udusse mattunud põldudele ja metsadesse.»

Asjatult püüdis Vanja leida õnne võõrsil. Ta pöördus tagasi kodumaale alles pärast revolutsiooni ja jõudis uude riiki — Nõukogude Venemaale.

«Vanja saabus kodumaale sügisel . . . Maa puhkas pärast rikkalikku ja rasket viljasaaki, ta nagu magas sinises udus, vaiksete metsade sahinas. Ta hingus oli värske, endisi solvanguid raviv . . . Vanja tundis ära vanad paigad: haavatihnikusse viivad mahajäetud metsateed, kanarbiku, õlelille ja maarjaheinaga täiskasvanud sihid ning sipelgarajad punases sõredas liivas . . . Muld metsas — see hall tuhaga sarnanev leede, millest algasid kõik Vanja õnnetused, oli kaetud sõnajalgade ja oranže marju kandvate piibelehtedega . . .» Kolhoosipõldudel andis aga sama leede nüüd kõrget saaki.

Mida siis tuleb teha, et metsa alt vabanenud «halli tuhataolist leedet» muuta häid ja püsivaid saake andvaks mullaks?

Selleks on olemas terve abinõude süsteem. Peamised neist on õige kündmine, väetamine ja lupjamine.

Muide, metsamaa kasutuselevõtmiseks tuleb teha veel palju ettevalmistustööd: raiuda maha mets, juurida välja kännud, koristada maapinnale laialipaisatud kivid.

Seejärel tuleb tasandada maapind, mis pärast juurimist on eriti kühmuline.

Kui mets oli soostunud, tuleb seiskunud vee ärajuhtimiseks kaevata kraave.

Ja alles siis võib asuda kündmisele.

Kuid leetmulda tuleb künda ettevaatlikult, et kohe ei pööraks üles viljatut valkjat kihti.

Pealmised, viljakamad kihid, kõdu ja huumushorisont on siin ju harilikult õhukesevõitu ja seepärast on parem esimene kord künda üsna madalalt (18 cm), järgmisel aastal natuke sügavamalt, siis

veel sügavamalt, nii et madalal asuvat leetekihti võetaks juurde vähehaaval. Nii saavutatakse aegamööda vajalik künnisügavus, mis teraviljakultuuridel peab olema vähemalt 20—22 ja juurviljal 25—27 sentimeetrit.

Iga kord peab jälgima, et ülespööratud leethorisondi osa oleks hästi segatud pealmise, huumushorisondiga, ning seejuures lisama väetisi ja lupja. Vastasel korral ei anna leetmuld head saaki.

Miks peab mullale andma lupja? Asi on selles, et lubi sisaldab kaltsiumi, mis neutraliseerib, hävitab mullas esinevaid taimedele kahjulikke happeid. Huumus tiheneb ja toiteelemente ei uhuta enam mullast ära.

Pärast lupjamist moodustub künnikihis sõmeraline struktuur, mis on nii vajalik taimede õigeks varustamiseks nii toidu kui ka õhuga.

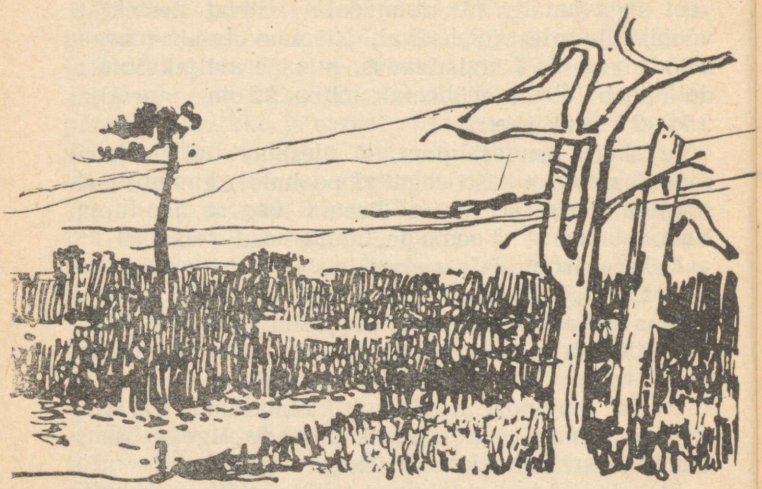
Et kaasa aidata struktuuri tekkimisele, on kasulik külvata aeg-ajalt mitmeaastasi heintaimi, eriti liblikõielisi: ristikut, liivmuldadel aga seradellat ja lupiini. Nad mitte ainult ei paranda mulla struktuuri, vaid, nagu me juba teame, rikastavad mulda ka lämmastikuga.

Nii saadakse kehvade leetmuldade asemel sügava künnikihiga, struktuurseid, viljakaid kultuurmuldi, mis annavad suuri rukki-, nisu-, lina-, kartuli-, kapsa-, köögivilja- ja heinasaake.

Eriti hinnatavad on need kultuurmullad veel sellepärast, et metsavööndis ei ole harilikult põuda nagu mustmulla-aladel ning seepärast on viljasaagid siin püsivamad ja kindlamad.

Nii on lugu leetmuldadega. Kuid taiga okas- ja segametsade vööndis on väga levinud veel üks muldade tüüp — soomullad.

Soid on meie põhjamaa metsades piiritult. On ju siin palju sademeid, aurumine aga nõrk, sest isegi



suvel ei ole alati kuum, kevad ja sügis on aga üsna jahedad. Seepärast seiskub vesi kergesti igas lohus ja isegi väga tasasel maal, kus puudub kallak, mida mööda vesi ära voolaks.

Sellest, kuidas ladestub soodes turvas, me juba kõnelesime. Mäletate, sellest oli juttu siis, kui me rääkisime õhu tähtsusest mulla viljakusele.

Turbakihi all on muld alati sinkjashall, helesinine või roheline. Värvuse annavad hapniku puuduse tõttu seiskuvas vees kogunenud rauaalahapendi ühendid. Sellist nähtust, nagu me juba teame, nimetatakse gleistumiseks (me tutvusime sellega, kui viibisime tundras).

Soos mullaauku kaevata ei olegi nii lihtne: hakkab segama sinna tungiv vesi.

Valime välja soo, kus turbakiht ei ole paks. Esiteks lõikab labidas vettinud turvast, hiljem hakkab

selle külge kleepuma märg sinkjashall või helesinine savi, mis lasub turba all.

Siin nad on — kaks soomuldade horisonti: ülemine turba- ja tema all lasuv gleihorisont.

Me juba teame, et turbas on säilinud suurel hulgal toitaineid. Kuid sellisel kujul on nad rohelistele taimedele kättesaadamatud. Ainult tänu juurtel olevatele seentele — mükoriisale — võivad rohelised taimed üldse soos elada. Neid leidub nii soos kasvavate mändide kui ka väikeste puhmastaimede — jõhvika, muraka ja teiste juurtel.

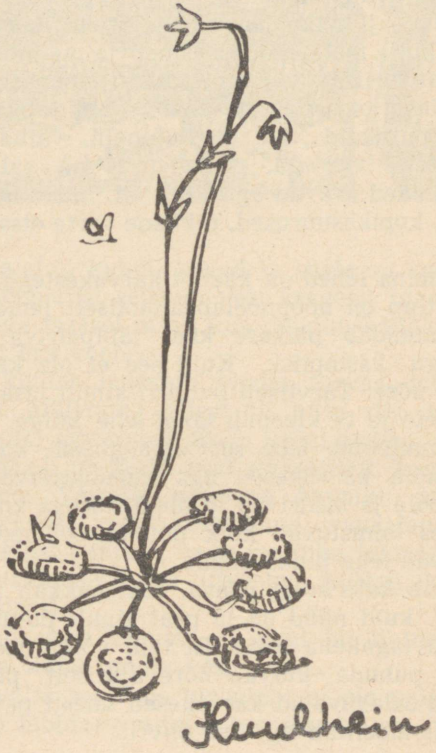
Tõsi küll, meie soodes esineb taim, mille juurtel ei ole mükoriisat, kuid mis oskab lämmastikku hankida täiesti omapärasel viisil — ta tapab ja sööb väikesi putukaid. See on huulhein, väike punakas taim peene varrega, mille otsas on valgete õite kobar. Lehed asuvad aga kõik all, maadligi; nad on ümarad, kopikasuurused, pikkade varte otsas samblal lebavad.

Huulheina lehed on kaetud karvakestega. Iga karvakese tipp on nööpnõelapea-taoliselt jämenenud ja sellel sätendab päikese käes läbipaistva vedeliku tilk nagu kastepiisk. Kuid see ei ole kaste, vaid kleepuv nõre. Tarvitseb putukal ainult laskuda sellisele lehele ja ta kleepub kohe lehe külge. Siis hakkavad huulheina lehe servad aeglaselt kokku tõmbuma, kõik karvakesed aga kummarduvad õnnetu ohvri poole ja määrivad ta üleni nõrega kokku. Selles nõres lahustuvad kõik putuka pehmed osad ja imenduvad lehe pinna kaudu.

Möödub kaks-kolm päeva, leht hakkab pikkamisi sirguma, kuid nüüd on ta peal ainult putuka kõvad tiivad ja tagakeha lülid. Et tuul võiks need jäänused ära puhuda, kuivab nõre ajutiselt, pärast aga kattuvad salakavalad karvakesed uuesti petliku kastega, mis meelitab ligi uue ohvri.

Niisiis, kui me sooviksime soos, selle mulda muutmata, kasvatada taimi, peaksime piirduma huulheinaistandusega või kasvatama jõhvikaid ja murakaid. Mitte mingisugused meie põllumajanduslikud kultuurid ei saaks elada soo puutumatul mullal.

Teine asi on aga siis, kui sood kuivendada. Selleks otstarbeks kaevatakse kraave, vahel asetatakse neisse erilised drenaažitorud. Liigne vesi juhitakse drenaažitorude kaudu ära, õhk saab juurdepääsu



soomullale, ja kohe asustavad turvast orgaanilistest jäätmetest toituvate bakterite leegionid.

Nende tegevuse mõjul hakkab turvas lagunema. Seejuures tekib huumus ning taimedele vabanevad toitained, nende hulgas ka väärtuslik lämmastik.

Sel põhjusel ei tunnegi kuivendatud soo muld esialgu tarvidust lämmastikväetise järele. Seepärast kõneles akadeemik V. R. Viljams kunagi, et «. . . kuivendatud turbasood muutuvad kultuurmaaks nagu kõige viljakamad alad . . .».

Tõsi küll, mitte kõik sood ei ole suutelised andma sellist kõrge viljakusega maad. See puudutab peamiselt nn. madalsoid, mille muld on läbi imbunud põhjaveest. Neis soodes leidub turbas tavaliselt palju rohttaimede jäänuseid, suuri lämmastiku- ja ka tuhaelementide varusid.

Rabad aga, kus turbalasund on nii paks, et põhjaveed on jäänud sügavale, ei anna sellist viljakat mulda. Ka ei koosne siin turvas mitte peamiselt rohttaimedest, vaid turbasamblast, milles on tuhka ja lämmastikku vähe. Niisugust turvast on otstarbekam kasutada kütteks või loomadele allapanuks.

Sood on meile viljakandvate maade tohutu suureks reserviks.

Turbasoid ja soostunud maid on NSV Liidu metsavööndis üle 150 miljoni hektari.

Kuid selleks et kasutada soode peidetud viljakust, tuleb, nagu me näeme, teha seal palju tööd: kaevata kraave, paigaldada drenaažitorusid, juurida võsa, vahel isegi puid, tasandada pinda, lõigata ära mättaid, väetada fosfori, kaaliumi, magneesiumi ja mikroelementidega, et vältida «soohaigust». Alles siis suudavad ülesharitavate soode mullad muutuda viljakaks.

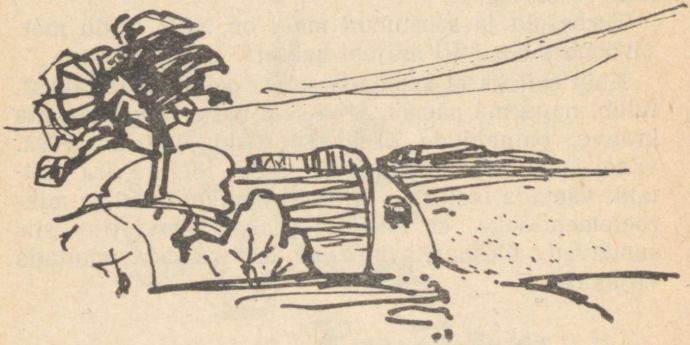
## METSASTEPI TAMMIKUTES JA KASE-TUKKADES

Kas olete sõitnud autobussil mööda Moskva—Simferoopoli maanteed?

Ees paistab sirge, kaugusesse kulgev tee. Asfalt on muutunud päikese käes palavaks ja ta kohal virvendab kuum õhk. Eemalt näib, nagu oleks tee peale läigitatud vett. Ümberringi aga on avarus. Taamal paistavad põldude rööpkülikutest viirutatud laugjad kingud. Siin-seal rohetavad metsasalud kaskede ja kuuskedega.

Kuid mida kaugemale Moskvast, seda enam muutub maastik. Varsti märkame, et Moskva-lähedased segametsad kaovad, okaspuid jääb üha vähemaks. Ning Tuula lähedal on meie ees kunagi laialdaste ja tihedate tumerohelise lehestiku ning ümarjate võrakontuuridega tammikute jäänused, kus valitseb majesteetlik kaunis tamm.

Kunagi laiusid siin, Tuula ümbruses, põlised tammemetsad. Osa neist oli võetud kaitse alla; neid hoiti hoolikalt, sest nad olid suure tähtsusega



Moskva riigi kaitsel. Need olid nn. Tuula raidtõkked. Siin kulges Moskva riigi kaitseliin vaenulike rändsuguharude vastu: tihedates metsades raiuti puud laia ribana maha, langetades nad latvadega stepi suunas. Nii loodi stepi rändrahvaste ratsaväele ületamatu takistus.

Laiade massiividena ulatusid tammemetsad ka edasi lõuna poole, vaheldudes metsata stepilagendikega, ja muutusid siin üha laialdasemateks.

See oli metsastepi põhjapoolne osa.

Kaasajal on suurem osa neist metsadest maha raiutud. Nende asemel lainetavad nisupõllud, kahistavad lehti maalilised maisitihnikud, valmib juurvili ja kartul. Kuid kõneldes kuulsa vene maadeuurija P. Semjonov-Tjan-Šanski sõnadega, oli siin veel üsna hiljuti, ainult mõni aastasada tagasi, «. . . kohati läbipääsmatu lehtpuupadrik, mis arvatavasti meenutas kaasaegset Siberi lehtmetsa selle alusmetsa ja sõnajalgadega, kohati harvik, kus rõõmsailmelises tihedas sarapikus kasvas tohutu suuri haabu ja teisi puid. Piirkonna põhjaosas leidus selles rägastikus kohati rikkaliku rohttaimestikuga metsalagendikke, mille ümber kasvasid mitmesaja-aastased kaharad tammed ja mida kattis metslõosilmade, metsülaste, võhumõõkade jt. imekaunis vaip.

Lõuna pool muutusid lagendikud üha ulatuslikumaks, moodustades tõelisi «välju», nagu näiteks Rjasskoje, Kulikovo . . . Nende väljade lõunapoolsetele nõlvadele ilmus kohati juba stepirohi ja lõpuks saavutas stepp piirkonna lõunaosas kindla ülekaalu, tõrjudes metsa nõgudesse, balkadesse ja jõeorgudesse.»

Tammemetsad ulatuvad praegugi kaugele lõunasse, päris stepivööndi sisemusse, kuid seal nad tunglevad jõgede äärde, peituvad balkadesse, bairakkidesse (siit nimetus — bairakimetsad). Nad kaovad

alles Põhja-Donetsist lõuna pool. Maharaiutud tammikute all olnud mullad hõlmavad aga võrreldamatult suurema pindala kui säilinud metsad ise.

Millised mullad need siis on? Kas siin on samad leet- või kamarleetmullad, mida me nägime meie põhjapoolseis okaspuu- ja segametsades?

Tutvugem lähemalt metsastepi tammiku ja selle mullaga.

Kes on üles kasvanud kas või Leningradi oblastis ja kes armastab korjata mustikaid vanas kuusikus, kus on hämaravõitu ja vaikne nagu vana lossi võlvide all, kus alati lõhnab niiskuse järele ning jalg upub mustriliste sammalde pehmesse vaipa, sellele ei tundu rõõmus, hele tammik täis valguselaike, lehtede sahinat ja turteltuvi õrna kudrutamist tõelise metsana.

Mis mets see on, kus pole sammalt jalge all, kus kevadel on maa nii tihedalt kaetud siniliiliate õitega, et ta näib taevast sinisem? Hiljem asendavad siniliiliaid kirevad lillad ja kollased lõokannused, melanhoolne siniroosa kopsurohi, salutulika helkivad kuldsed õied. Siis sirguvad kogu suveks laialehised rohttaimed: naadi peenelt liigestunud lehestiku kohale sirutuvad kõrged õrnsinised kellukad, alt maapinnalt aga piiluvad metspipra suured igihaljad läikivad lehed.

Kõik on siin teisiti kui põhja okaspuutaigas või segametsas — teine maailm, teine elu.

Proovime pisut sorida mullas. Peal lasub pruunikaspunaste tammelehtede kiht, mille paksus ulatub mõnest sentimeetrist kümne-kaheteistkümne sentimeetrini.

Kõige peal võib näha hiljuti mahalangenud, veel lagunemata tammelehti, kuid nende all tulevad juba kolletunud, tihedalt üksteise külge kleepunud, hõõrumisel põrmuks pudenevad lehed, aga veelgi sügava-

mal on lehed juba lagunenud ja siin leidub palju kohevaid tumehalle muldjaid huumuseosakesi.

See kiht on tihedalt liitunud tema all oleva tumehalli või halli horisondiga. Selle horisondi paksus on 15—20 sentimeetrit; temas on palju huumust (3—9%), kui aga sellist mullatükki pisut peos muljuda, siis pudeneb ta väikesteks «pähkliteks». See on tammiku mulla h u u m u s h o r i s o n t.

Kaevame sügavamale ning märkame, et hall värvus muutub heledamaks, pähkeljas struktuur on veelgi selgem; kui aga terasemalt vaadelda neid väikesi mullamügarikke, siis võib nende pealispinnal märgata mingit valkjat puistet.

See on tunnuseks, et siinne muld, kuigi teistsugune kui põhjas, on tekkinud ikkagi metsas: valkjas puiste on leetumise tulemus, mineraalide lagunemise tagajärg. Kuid erinevus on siiski tohutu suur.

Kuusemetsas, kus muld on tugevasti vihmadest läbi pestud, nägime läbinisti valkjat horisonti, mis peaaegu täielikult koosnes kvartsiterakestest ja peenikesest kvartsitolmust.

Siin on sademeid vähem, vett aga aurub rohkem (suvi on palavam!), ja kvartsitolm on ainult puuderdanud mulla pähkeljaid sõmeraid, milledes säilivad nii huumus kui ka tuhkained. Sellepärast on ka viljakus tammikute muldadel (neid nimetatakse hallideks metsamuldadeks) palju kõrgem kui leetmuldadel.

Huumushorisondi sügavus on 20—25 sentimeetrit. Sellest allapoole jääb s i s s e u h t e h o r i s o n t. Osa aineid uhuti ju ülemisest kihist välja ja need peatusid järgmises horisondis, mis on seepärast värvunud punakas- või kollakaspruuniks.

Selle alumises osas võib vahel märgata tulpjat struktuuri: kui mulda muljuda, siis laguneb ta pliiatsitaolisteks piklikeks pulgakesteks.

Aegamööda kaotab see horisont punakaspruuni varjundi ja läheb üle lähtekivimiks.

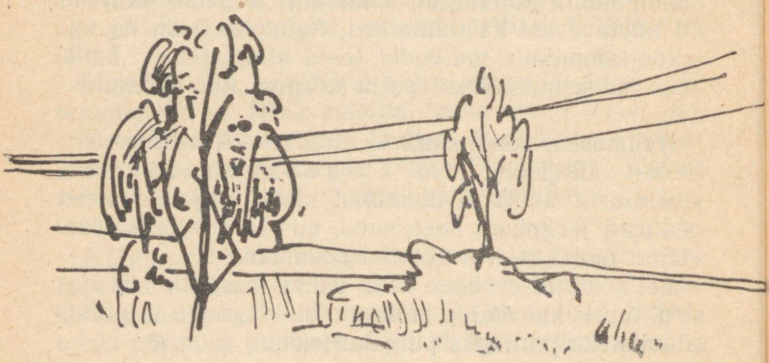
Praegu kõne all olnud tammikualust mulda nimetatakse t u m e h a l l i k s m e t s a m u l l a k s. See on tammiku muldadest kõige viljakam.

Leidub ka rohkem leetunud muldi, millede ülemises mullahorisondis on huumust vähem (2—4%); neil on heledam hallikas toon, leetunud horisont on aga ilmselt valkjas. Neid muldi nimetatakse helehallideks; nende looduslik viljakus on halvem kui tumehallidel ja sarnaneb nõrgalt leetunud kamar-leetmuldadega.

Meie kõnelesime kogu aeg tammemetsadest, kuid neid leidub ainult metsastepi Euroopa-osas. Niipea kui ületame Uraali, tamm kaob. Ja kogu metsastepi maastik muutub.

Ilmuvad kasesalud. Osa neist kasvab samuti balkade veertel ja harudes, kuid osa ronib otse stepitasandikule hulgaliste, üle kogu stepi laialipillatud salukestena. Neid salukesi nimetatakse kasetukkadeks.

Kasetukad kasvavad madalates, vahel isegi silmale vähe märgatavates ümarjates lohkudes; kuju tõttu



nimetatakse neid liudadeks. Siberi metsastepi põhjapoolsemas osas liituvad nad väheldasteks metsamassiivideks.

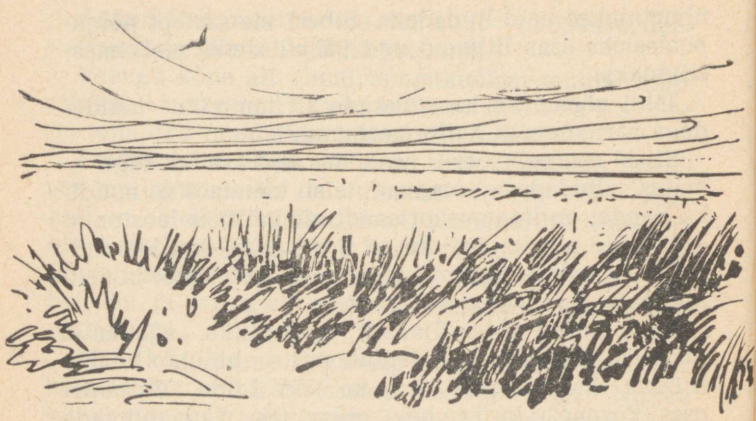
Tihti näeme ka kasetukkade all tammiku muldadega sarnanevaid halle metsamuldi.

Siiski osa neist, eriti seal, kus nad asuvad sügavamates «liudades», omavad teisi leetetaolisi muldi: ka nendel on huumushorisondi all hallikas leostunud kiht, kuid nende päritolu on teistsugune kui leetmuldadel — nad kujunevad sooldunud muldadest ja neid nimetatakse s o o l o d i t e k s.

Soolodid on väheviljakad, korralikku väetamist nõudvad mullad. Neid leidub mitte ainult Lääne-Siberis kasetukkade, vaid ka NSV Liidu Euroopa-osas Voroneži ja Tambovi oblastites haavatukkade all: ümarjates stepilohkudes — liudades.

## STEPIAVARUSTEL

«Stepirohi on kõikjal, udus silmapiir hall.
Kaugel, kaugel kurgaanid on laotuse all;
taevas valgete pilvede ahel on harv,
lendab üleval kruuksudes kurgede parv.
Pole ainustki hinge, ei paika siin muul, —
rohus põõnates uniseks jäänud on tuul.
Vaata jõgi... kuid ei! ainult kelm silmapett:
päike rohule valanud hõbejat vett.
Kõrgel, kõrgel on üleval värelev täpp,
linnu lõbusast kelluk'sest heliseb stepp.
Stepirohus on põrin — kord paisub, kord kaob,
kord siristab vile, kord haamrike taob;
tuul teerajal äkki, nii kuis on ta viis,
tolmusamba viib üles, steppi kihutab siis...
Kõik rajad on lahti. Kus metsad, kus mäed?
Kus sellist sa mõõtmatut avarust näed?...»



Selle pildi stepist kujutas möödunud sajandil luuletaja I. Nikitin. Kuid nüüd ei näe me seda enam kuskil. Kõikjal on stepid üles küntud. Viimased looduslikud stepid on üles haritud viimastel aastatel — uudis- ja jäätmaade ründamise aastatel.

Väikesi loodusliku stepi lapikesi võime leida ainult looduskaitsealadel, kus neid spetsiaalselt säilitatakse kui loodusmälestisi, kuid ka sovhoosides ja kolhoosides stepikarjamaadena.

Stepitaimestik, koos sellega ka stepimullad, on arenenud sootuks teistes tingimustes kui metsad, millega me äsja tutvusime.

Metsavööndi kliima peamine iseärasus on rohke niiskus, kusjuures aeg-ajalt toimub metsamuldade läbiuhtumine.

Stepis me näeme aga midagi muud: siin on sademeid vähem, vett aga aurub rohkem, sest suvi on pikk ja kuum. Seepärast ei ole siin kunagi vee üliküllust. Vastupidi, alati annab end tunda selle vähesus.

Stepimulda ei uhuta kunagi veega täiesti läbi — see on tema kõige iseloomulikum iseärasus; põhjavesi on sügaval ja vihmavesi ei suuda selleni tungida.

Sajab vihma, muld märgub, siis aga joovad osa sellest veest ära taimede juured, osa aurab õhku tagasi. Tihti tekivad veega varustamisel vaheajad: vahel ei tule vihma kaua aega, algab põud.

Sellepärast andsidki siin palju vett vajavad puud ruumi rohttaimedele.

Looduslikus, puutumatus stepis olid ülekaalus tihedate puhmikutena kasvavad kitsalehised kõrrelised, mis hästi taluvad kuumust ja põuda. Need on stepiaruhein, haguhein ning stepi uhkus, stepirohi ehk stiipa.

Eriti ilusad olid sulgjad stepirohud, kui nad õitsemisel sirutasid välja pikad hõbedased lainetena tuules hõljuvad ohted.

Kõrreliste seas, eriti põhjapoolsetes ja Musta mere äärsetes steppides, avasid kevadest sügiseni oma õisi mitmesugused lilled, mis katsid stepi õrnade ja eredate värvidega.

Kevadel sätendasid siin päikeses adoonise eredad kollased õied ja paistsid karukella suured sinised kroonlehed. Rühmiti eraldusid lillad ja kollased võhumõõgad, kuldsed tulbid ja stepihüatsindi õrnad valkjad õiekesed.

Üksteise võidu puhkesid õitsele lugematud stepitaimede liigid. Siin olid lillakad ja helesinised salveid, lõhnavad valkjasroosad sarikherne õisikud, nagu pika varre külge kleebitud vägiheina kollased ümarjad õied; kassinaeri suured kahvaturoosad kroonlehed, mailase õrn-helesinised longus kobarad ja suure stepitulika väljakutsuvalt kollased läikivad õied.

Kuni sügiseni jätkasid õied selle kummalise elusa vaiba kudumist.

Viimasena lõi õitsele hõbedase lehestiku ja peente kuldsete keelõitega stepiaster.

Seal, kus rohtu ei niidetud, talletusid mullas lehtede jäänused, moodustades midagi vilditaolist. See on sama, mis on varisenud lehtede kõdu metsas. Steppides nimetati seda «staarika» või «kaldan». Selle tähtsus oli väga suur.

Selle kõdukihi mullapoolne osa pehkis aegamööda, kõdunes ja rikastas mulda huumusega. Kõdunes ka surnud stepirohtude juurestik mullas.

Kuid taimejäänuste lagunemine toimus siin sootuks teisiti kui metsas.

Mäletate, kõdu lagundamisel metsas seente abil tekkisid happed. Nende mõjul lahustuvad vees nii huumus- kui ka tuhkained ja nad uhutakse vihmaveega allapoole. Säärasesse mulda tuleb sisse künda lupja, et selles sisalduv kaltsium hävitaks hapete kahjuliku mõju.

Hoopis midagi muud näeme stepis. Siin toimub taimejäänuste lagunemine algusest peale kaltsiumi juuresolekul. Stepitaimestiku surnud lehtedes ja vartes sisaldub hoopis rohkem kaltsiumi kui puude mahalangenud lehtedes. Ka lähtekivim ise on tavaliselt kaltsiumirikas, muld ei ole siin täiesti läbi uhutud ja kaltsium koos teiste tuhkainetega ei uhtu sellest välja.

Neis tingimusis ei etenda taimejäänuste lagundamisel peamist osa enam seened, nagu see oli metsas, vaid bakterid. Sealjuures tekib viljakas huumus, mis vees ei lahustu. Ta talletub mustmullas, värvides mustaks mulla pealmise horisondi ja andes talle sõmeralise struktuuri.

Aegamööda, sajandite ja aastatuhandete kestel on mustmuldadesse kogunenud huumust tohutu palju.

Sügavates mustmuldades, mida leidub Harkovi, Kurski, Voroneži ja Tambovi oblastis nii rohkesti, ulatub huumuse sisaldus 10%-ni, huumushorisondi tüsedus aga meetrini ja isegi üle selle. Rammusates mustmuldades aga, mida leidub näiteks Baškiirias, ulatub huumuse hulk pealmises horisondis 15%-ni, kohati aga kuni 20%-ni!

Kõige laialdasema maa-ala võtavad meil enda alla aga nn. «harilikud» mustmullad, kus huumushorisondi tüsedus ulatub 70 sentimeetrini, huumuse sisaldus on 7—10%.

Kuivemates lõunapoolsetes steppides langeb huumuse hulk 4—6%-ni, huumushorisondi tüsedus väheneb aga 40—60 sentimeetrini. Selliseid muldi nimetatakse *lõunapoolseteks mustmuldadeks*.

Veelgi lõuna pool kulgeb *tumekastanmuldade* vöönd. Ka need on mustmuldade teisendid. Nii nimetatakse neid sellepärast, et siin huumushorisont ei ole must, vaid tume-kastanpruun; huumuse sisaldavus siin on väiksem — 3—6%. Ka huumushorisondi tüsedus on väiksem — 30—50 sentimeetrit.

Huumushorisondi all asub mustmullas *karbonaatne horisont* (sisseuhtehorisont), kuhu koguneb lubi (kaltsiumkarbonaat). *Väljauhtehorisont*, nagu see oli metsamullas, mustmullas puudub.

Säärane on mustmuld — muld, mis on kuulus oma erakordse viljakuse poolest, — üks meie Kodumaa suurepäraseid aardeid.

Kõik metsavööndi mullad, metsa ja soode omad, on puutumata olekus väheviljakad. Ainult üleskündmise ja äestamisega ei saa neilt veel head saaki; siin tuleb kulutada palju hoolt ja näha vaeva kuivendamise, juurimise, lupjamise ja väetamisega.

Teine on olukord mustmullaga.

Uudismaa mustmuld ei nõua põlluharijalt midagi peale põllu korraliku harimise. Piisab, kui seda hästi künda, äestada, siis külvata vili, ja sügisel saate suurepärase saagi.

Uudismaa mustmullas on viljakuseks olemas kõik: toit — seda sisaldab paks huumusekiht; vesi — seda talletavad alates kevadest hoolikalt mulla struktuursed sõmerad, täiendades oma veevaru iga vihmahoo puhul; õhk — see tungib sellesse struktuursesse, poorsesse mulda, laseb hingata juurtel ja kasulikel mullamikroobidel.

Siiski võib ülihead saaki uudismaalt saada aasta, kaks või kolm, siis aga hakkab mustmulla viljakus paratamatult langema: eks veeta ju õlehunnikute ja viljakottidega lämmastikku, fosforit ning teisi väärtuslikke taimede toite-elemente põllult ära.

Igal aastal hakkab ader jälle ja jälle läbi lõikama ja ümber pööramа mulla pealispinda, äke ja kultivaator asuvad purustama mulla kamakaid, koos sellega aga ka pihustama väikesi sõmeraid, hävitama struktuuri. Mustmuld hakkab vaesuma ja üha enam kannatama põudade käes.

Seepärast ei nõua ainult uudismaa pärast kündmist ja äestamist mingit hooldamist. Vanale põllumaale tuleb aga anda väetisi ja võtta tarvitusele abinõusid struktuuri taastamiseks: kas külvata aeg-ajalt mitmeaastasi heintaimi või harida mulda T. S. Maltsevi meetodil, s. o. kobestada seda sügavalt, kuid ilma künnikihti ümber pööramata. (Mäletate, me juba kõnelesime Maltsevi meetodist, vaadake lk. 156.)

Peale selle tuleb hoolikalt võidelda umbrohtudega. Peab kaitsma põlde põua eest, istutama põllukaitsemetsaribasid.

Mustmulla eest peab hoolitsema, peab alal hoidma ja tõstma tema viljakust, hoolega kaitsma teda

tolmustumise ja ärauhtumise eest, hoidma kui silmatera seda meie rikkust, meie «musta kulda» — vene mustmulda.

Mustmullast oleme selles raamatus juba palju kõnelnud. Meenutagem uuesti: lk. 11 me kaevasime augu mustmullas, kirjeldasime horisonte; lk. 17 tutvusime peaaegu kõigi meie mustmuldade lähtekivimiga — lössitaolise liivsaviga; lk. 96 tutvusime mustmullas talletuva huumuse omadustega; lk. 102 jutustati mustmulla struktuurist ja selle tähtsusest, sealhulgas ka T. S. Maltsevi süsteemist. Kui me avame lk. 155, siis leiame abinõud, mida kasutatakse võitluses põuaga steppides.

Esialgu me ei hakka mustmullast rohkem jutustama, vaid kõneleme teistest muldadest, mis leiduvad stepis, ja esmajärjekorras pöörame oma tähelepanu viljatutele muldadele. Nagu ebameeldivad rõugearmid ilusa tütarlapse näol, moonutavad nad meie maa mustmulla steppide ülikaunist palet, eriti lõunapoolsemates rajoonides. Need on solonetsid ja solontšakid.

Sõidame Stalingradi oblastisse, Kasahstani, Altai krai Kulundaa steppi. Looduslike steppide asemel laiuvad siin kuldsed nisuväljad, seisab ridadena majesteetlik mais või kollasepäine päevalill, nende vahel aga paistavad silma puhkava maa — kesade tumedad nelinurgad.

Astume lähemale nisupõllu piirivaole. Rasked viljapead kord kummarduvad tuules, kord sirutuvad uuesti — just nagu liiguksid merelained. Kuid siis tulid nähtavale madalama nisu laigud. Neis kohtades on muld kuidagi hallikas ja nagu pealt tursunud. Mis see siis on?

Need on ju solonetsilaigud, ebameeldiv, kuid harilik lisand lõunapoolsemate mustmuldade teisenditele: lõunapoolsetele must- ja tumekastanmuldadele.

Häda on nende solonetsidega! Ebameeldivused algavad juba kündmisel.

Kui muld on märg, siis on solonetsi pind kleepuv nagu liim, püdel ja kleepub adra külge. On ta aga kuiv, siis ader hüpleb kivikõval mullakihil, mis asub pealispinna all, või siis pöörab üles kõvu pruunikaid sillerdava läikega kamakaid. Vahel meenutavad nad korrapärase kujuga prismasid.

Osa neist kamakaist puruneb äestamisel; vihmaga muutuvad nad pehmeks, kuivades aga moodustavad pinnale tiheda kooriku.

Nisu kasvab siin väikese peaga, lühike (nii et kombainiga koristamisel ei ulatu vikati alla), vahel aga üldse ei kasva ning laigud jäävad paljaks nagu kiilaspead. Et jõuda selgusele, mis kahjulik muld see siis on, otsime üleskündmata maatüki kuskil stepikarjamaal.

Üleskündmata stepi taimkate on samuti ebaühtlane, laiguline. Stepi-aruheina ühtlasel rohekal taustal paistavad siin-seal valkjad laigud, kus aruheinapuhmikud kasvavad hõredalt, nad on kiduramad, nende vahel aga on näha hallikaid pujupuhmikuid (see on nn. valge puju, stepisolonetside harilik asukas).

Võtame labida, mis oli muidugi meil kaasas, ja hakkame seal, kus kasvab puju, kaevama auku. See polegi nii lihtne! Labidas tungib maasse kergesti ainult 10—15 sentimeetri ulatuses, edasi aga enam ei lähe, põrkab vastu takistust.

Siiski proovime uuesti ja uuesti. Lõpuks õnnestub kobamisi leida pragu. Vajutame sellesse labida ja kangutame välja pealmise koheda valkjashalli kihi alt tüki tihedat ja väga kõva mulda. See on tume, pruunikas, pealispind aga on musta läikega.

Edasi läheb asi juba lihtsamalt. Murrame üksteise järel samasuguseid tükke või kamakaid. Nad on ku-

jult kõik peaaegu ühesugused ja meenutavad enamvähem sambakesi, lühikesi puunotte või natuke ümardunud. otsaga prismasid. Nende läbimõõt on 5—10, kõrgus aga 10—20 sentimeetrit.

Nende kummaliste sambataoliste kamakate tiheda kihi all asub juba harilikule mullale sarnasem hele, valkjaskollane, valgetähniline horisont. Selles me tunneme meile mustmulla läbilõikest tuttava karbonaatse horisondi. Siin aga märkame sageli veel valkjaid peenikesi sooni ja mustreid. Siia on kogunenud peale lubja veel teisigi soolasid, kipsi ja naatriumsulfaati.

See horisont ulatub meetrini või sügavamalegi, edasi aga tuleb lähtekivim.

Kuidas siis tekkis säärane muld, kust sattus siia kivistunud kamakate horisont?

Selline muld tekib siis, kui temasse kuhjub naatrium. Naatrium tõrjub huumusest välja kasuliku kaltsiumi ja asub ise asemele. Seejuures muutuvad huumuse omadused tundmatuseni. Naatriumist küllastunud huumus muutub liimiks, mis kleebib kõik mulla tillukesed osakesed tihedalt kokku ühtseks massiks. Hiljem jaguneb see peente pragude varal liitseteks nagu kivinenud sambakesteks või prismadeks. Pealispind näib neil lakeerituna — sellel läigib naatriumist küllastunud huumus.

Selline ongi s o l o n e t s i h o r i s o n t. Kuivaga on ta kivikõva, pärast vihma aga pundub, korkides tihedalt kinni kõik lõhed, ega lase tilkagi vett läbi.

Nüüd on arusaadav, miks solonetsidel isegi metsikult kasvav taimestik on hõre ja koosneb peamiselt vähenõudlikumatest pujudest, ülesharitud põldudel aga kasvab hõre ja nigel nisu.

Solonetsihorisondist ei suuda juured läbi tungida. Nad kasvavad ainult mööda lõhesid, kuid sealgi pole midagi head: solonets ei talleta vett, vesi ei

imbu sellesse — seda takistab solonetsihorisont. Ning taimed kannatavad siin tugevat janu.

Solonetsihorisondi peal lasub hallikas, hele ja kergelt lehtjas-kihistunud kiht. Selle pealispind on kuival ajal tahkunud ja moodustab õhukese kõva kooriku. Käte vahel hõõrumisel pudeneb see peeneks pulbriks. Seda kihti nimetatakse solonetsipealseks horisondiks.

Solonetsipealne horisont on viljatu: huumus on sellest välja uhutud.

Kui solonetsipealne horisont on väga õhuke — 1—6 sentimeetrit —, siis nimetatakse solonetsi koorikuliseks, kui selle paksus on aga 6—12 sentimeetrit, on see keskmine solonets. 12—20 sentimeetrise tüseduse korral nimetatakse solonetsi sügavaks.

Koorikulised solonetsid on täiesti viljatud mullad. Nendel võivad isegi looduslikest, metsikutest taimedest ainult vähesed kasvada, kuid ka need jäävad hõredateks, madalakasvulisteks. Siin kasvavad maadligi surutud, haraliaetud okasjate peenikeste lehtedega kamforosma maltsaliste sugukonnast ja mõned teised omapärased taimed. Põllumajanduslikest kultuuridest ei suuda ükski koorikulistel solonetsidel kasvada. Neis paikades tekivad põldudel helehalli koorikuga kaetud paljad laigud, mille all lasub üsna ligidal kivistunud, huumuselakiga kaetud solonetsisillutis.

Sügavad solonetsid ei ole aga nii viljatud. Kui suvi pole kuiv, vihma sajab sageli, siis võib nendel kasvada nisu, kuigi ta jääb madalaks ja kiduraks.

Solonetse leidub stepis kõige sagedamini väikestes, mõne meetri laiustes ja ainult mõne sentimeetri sügavustes nõgudes. Põhjus on lihtne. Pärast igakordset vihma liiguvad mullas väikestes kogustes leiduvad naatriumsoolad koos veega ümbritsevatelt

kõrgematelt aladelt nõgudesse. Vesi aurub, soolad aga talletuvad vähehaaval. Aegamööda tõrjutakse kaltsium mullaosakestelt naatriumi poolt välja ja tekibki solonets.

Teistel juhtudel moodustuvad solonetsid solontšakkidest.

Kas on võimalik võidelda solonetsidega, neid ümber kujundada, muuta viljakateks muldadeks?

Muidugi on. Selleks tuleb neist kõrvaldada naatrium, milles peitub kogu kurja juur, ja saavutada seda, et naatriumi asemele asuks uuesti oma kohale mullas meie sõber ja abiline — kaltsium.

Solonetse parandatakse keemilisel teel: mulda viiakse kipsi, mis kujutab endast väävelhapukaltsiumi ehk kaltsiumisoola väävelhappega. Siis toimub mullas keemiline reaktsioon: ablas naatrium tõrjub uuesti kaltsiumi välja (kuid seekord kipsist) ja asub ise asemele. Seda meil aga just ongi tarvis! Tekib väävelhapunaatrium, mis lahustub kergesti vees ja mis seetõttu uhutakse mullast välja. Vabanenud kaltsium siirdub uuesti mullaosakestele. Huumus lakkab pruunikasmusta lakina laiali valgumast, muld võib jälle moodustada sõmeralise struktuuri, muutuda kobedaks, taastada oma viljakuse.

Kuid peab kindlalt meeles pidama, et solonetside melioratsiooni (s. o. parandamist) võib saavutada ainult sel juhul, kui väävelhapunaatrium hiljem mullast veega välja uhutakse. Seepärast on pärast kipsi andmist vaja, et põld saaks täiendava hulga vett kas lumekogumise või, mis veel parem, niisutamise teel.

Nii on lugu solonetsidega. Aga solontšakid? Nendest me pole veel sõnagi lausunud.

Solontšakkidega on veel raskem kui solonetsidega. Nad tekivad säärastes paikades, kus põhjaveed on pinna lähedal (stepi solonetsides on põhjaveed aga alati sügaval).

Lõunapoolsetes steppides on kliima põuane. Päike kuumendab tugevasti maapinda ja ka õhk on sageli väga kuiv. Sellele lisanduvad tugevad tuuled — suhhoveid —, mis eriti kuivatavad maad.

Kui põhjavesi on lähedal, siis niisutab see mullakihti altpoolt. Mulla pinnalt vesi aurub, altpoolt aga tõuseb peenikeste pooride kaudu põhjaveest ikka uus ja uus vesi. Sealjuures tõusevad üles kõik need soolad, mis olid lahustunud põhjavees kas või väikestes annustes. Vesi küll aurub, soolad aga jäävad mulla ülemisse kihti.

Nii hakkab mulla ülemine kiht järk-järgult, pikkamisi, kuid kindlalt soolduma. Muidugi toimub see seda kiiremini, mida rohkem sooli oli põhjavees. Tekib vees lahustuvate sooladega läbiimbunud muld.

Need soolad on mitmesugused: kord talletub siin keedusool, kord sooda, kord kips jne. Sõltuvalt soolade keemilisest koostisest tekivad ka mitut «sorti» solontšakid. Vahel koguneb soolasid nii rohkesti, et nad tungivad välja valge kihina.

Võiks arvata, et neis tingimusis midagi ei kasva, kuid ei — on taimi, mis on kohastunud eluks sooldunud mullal. Need on nn. okasmaltsad. Nad võivad moodustada solontšakkidel küllaltki tihedaid kogumikke. Paljud neist on noores eas purpurpunased, hiljem aga muutuvad rohelisteks.

Kuid muidugi ei kasva ükski meie kultuurtaimedest solontšakkidel.

Võitluses solontšakkidega ei aita enam keemia; siin on ainult üks abinõu: uhta neid mageda veega selliselt, et vesi pärast seda voolaks antud paigast kaugemale, muidu sooldub muld uuesti. Seepärast on mis tahes solontšaki melioratsioon võimalik ainult siis, kui on olemas mingisugune madalam koht, kuhu võib juhtida uhtevee.

Seda ei leidu aga igal pool. Näiteks Altai krai

Kulundaa stepis on rohkesti solontšakke, aga kuidas neid parandada, ei ole veel senini teada, sest paikkond on madal ja väga tasane. See on madalam isegi kõige lähema suure jõe — Irtõši veetasemest. See on nn. Kulundaa äravooluta nõgu. Nii et vetel pole siit kuhugi voolata. Vastupidi, Kulundaa nõkku voolavad veed ümbruskonnast, mille tulemusena tekkisid madalamates kohtades rohkearvulised soolajärved.

Kuid see on eriti «raske» juhtum; harilikult leidub ikka mõni jõgi või balka, kuhu võib juhtida torusid ja kanaleid mööda solontšaki uhtevee.

Pärast seda, kui vesi on pesnud solontšakist liigse soola, lastakse läbipestud mullal kuivada, siis haritakse, antakse väetisi ja külvatakse sinna teravilja või asutatakse köögiviljaaed — ühe sõnaga, kasutatakse mis tahes vajaliku kultuuri kasvukohana.

Põhjapoolsetes steppides ei leidu tavaliselt selgeilmelisi solonetse ja solontšakke. Neid võib näha ainult lõunapoolsetel nõlvadel või seal, kus lähtekivim ise on sooldunud.

See-eest on solonetse arvutul hulgal poolkõrbetes, mis ulatuvad steppidest vööndina lõuna poole, alates Volga alamjooksust ja sealt ida poole.

Solonetsid on siin loendamatute laikudena tipitud h e l e - k a s t a n m u l d a d e fooni, mis on läbi kasvanud põuakindlate taimede hõredate puhmastike ja halli koirohuga.

Hele-kastanmullad on ka ise alati solonetsjad: 15—20 kuni 35—45 sentimeetri vahemikus asub tihe hallikaspruun horisont, mida lõhed jaotavad pangakesteks.

Selle solonetsja horisondi peal on huumushorisont, kuid huumust on selles vähe, kõigest 1,5—3%. Vastavalt on ka selle horisondi värvus hele, hallikaspruun. Horisondi pealispind on harilikult kaetud hapra poorse koorikuga.

Solonetsja horisondi all lasub veel karbonaatne horisont, sageli valgete «silmakestega»; selle alumises osas võib tavaliselt näha kipsi läikivaid kristalle.

Hele-kastanmuldade keskel on rohkesti solonetse. Peale selle on hallikas poolkõrbes siia-sinna pillatud stepiliuakesi, sarnaseid nendega, milles stepivööndi põhjaosas nägime lõbusailmelisi kasetukki, ainult siinsetes liuakestes ei kasva puud, vaid tihedad rohttaimed. Nende keskel kirendavad eredad lilled: tumesinised salveid, madara kuldsed kobarad jt. Kevadel lumesulamise ajal, vahel aga ka suvel, kui juhtub olema hea päev, voolab neisse liuakestesse vesi. Vett koguneb nii rohkesti, et ta peseb mulla läbi, uhub sellest kahjulikud soolad, vabastab huumuse naatriumi aatomitest. Mullad on siin viljakamad, meenutavad mustmulda. Neid nimetatakse tumedateks ehk niidu-kastanmuldadeks.

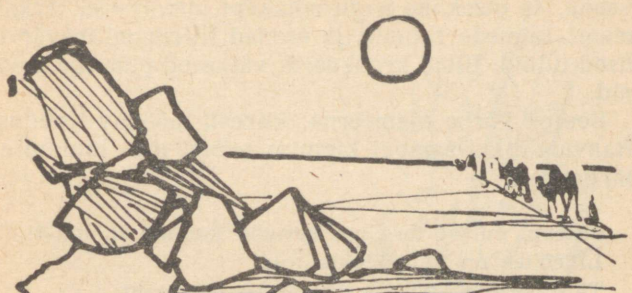
Laigulisest poolkõrbest lõuna pool asub kõrbevöönd.

## HALLMULLAD ON KÕRBEMULLAD

«Kas saab kanamuna küpsetada tuld tegemata?» See küsimus võib teile näida imelikuna: kõik teavad, et muna keetmiseks tuleb seda hoida keevas vees. Kuid ometi saab Kesk-Aasia kõrbetes muna küpsetada ilma igasuguse tuleta, looduslikus «praeahjus». Selleks tarvitseb ainult panna suvepäeval muna liivale, vajutada ta kergelt sellesse ja katta pealt õhukese liivakihiga. Sel viisil võib muna küpsetada «kõvaks» või jätta «pehmeks», vastavalt maitsele.

Nii kuum on kõrbes. Liiv kuumeneb siin kuni 70—80° (munavalge aga hakkab kalgenduma juba 50° juures).

Geoloog B. A. Fjodorovitš jutustab oma raamatus «Kõrbe pale» niisugusest juhtumist. «NSV Liidu



Teaduste Akadeemia ühe ekspeditsiooni tööde ajal Karakumi keskosas istusime kord päeval telgis. Äkki kostis zooloogi hüüd: «Aidake jänes kinni püüda!» Me jooksime välja ja nägime jänest tormamas ühe lähema põõsa suunas. Kaks meie hulgast sööstsid talle järele, aga niipea kui nad jõudsid põõsa juurde, hüppas jänes sealt välja, tormas teise põõsa juurde ja peitis end selle varju. Ehmunud lähenevatest tagaajajatest, hüppas ta uuesti lagedale ja lippas kolmanda põõsa varju. Umbes kolme minuti pärast, kui üks meist jõudis põõsa juurde, mille varju jänes oli pugenud, ei teinud see enam katsetki põgeneda ja võeti, nagu öeldakse, palja käega kinni. Isegi Karakumi kliimaga harjunud jänes — tolai — ei saa päeval joosta hõõguval liival. Jooksnud liival ainult 3—4 minutit, ei suutnud meie jänes enam paigast liikuda.»

Kõrbes on kuum, sademeid aga vähe: 150—250 millimeetrit aastas, kohati veelgi vähem, kuni 80 millimeetrit. Seepärast on suvel siin nii õhk kui ka maa kuumad ja kuivad.

Ainult kevadel — veebruaris, märtsis — sajab Kesk-Aasia kõrbetes vihma, mis niisutab maad elu-

veena. Ja otsekohe nagu nõiakepi puudutusel tärkab maast taimede rohelus ja eredad lilled: mitmevärvilised tulbid, lillad krookused, väikesed punased moonid.

See on kõrbe efemeerne, kiiresti mööduv toredus. Rahvalaulik Džambul kirjutas sellest oma luuletuses järgmiselt:

«Stepp, millist toredust kevadel kannab su muld!
Lilleõites on kalliskivide tuld.
Täis leekide hõõgust on punased moonid;
stepitulpidel säravad eredad kroonid.»

Efemeersed taimed ruttavad lõpetama oma elutsüklit kuni maa ei ole veel kuivanud: ainult ühe kuu jooksul nad kasvavad, õitsevad, jõuavad anda valminud seemneid ja surra enne pika kuuma suve saabumist.

Tõsi küll, ka suvel ei ole meie kõrbed viljatud, kuid nende taimestik on kasin ja omapärane. Siin suudavad elada ainult niisugused taimed, mis on hästi kohastunud kuumusele ja kuivusele. Paljud neist ulatuvad oma pikkade, kaugele maasse tungivate juurtega sügaval asuva põhjaveeni. Selline on näiteks liblikõieline taim kaameliohakas. Tema väikesed lehed on alati haljad, olgu kui tahes kuum ja kuiv.

Teised taimed, kuigi nad ei ulata juurtega põhjaveeni, jõuavad ruttu haarata harvade vihmade vee, kastetilku ja kulutavad seda ökonoomselt.

Kui aga mullas on vesi otsa lõppenud, suudavad nad kaua kannatada, kuni möödub ebasoodne aeg.

Näiteks võib kõrbe tarn soodsa aasta ootusel, mil vihm teda uuesti elustab, aastaiks peitu pugeda, hääbuda.

Samasugused «kannatlikud» on ka kõrbe tavalised asukad — pujude madalad poolpõõsad, mis on




tihti hallikad, kuivad ja väikeste lehtedega. Nad kasvavad hajusalt.

Kõrbes leidub ka põõsaid, nagu ažuurne lillakasroosakate väikeste õite pööristega tamarisk, ja isegi puid, nagu jändrikud, kõverdunud, lehtedeta ja peaaegu varjuta saksauulid. Neil pole lehti, kuid süsiniku hankimiseks õhust kasvavad neil noored rohelised oksad, mis eriti kuumal ajal ja sügisel langevad maha just nagu lehed meie põhjamaa metsades.

Hõreda taimestiku, kuivuse ja kuuma tõttu ei saa kõrbemuldadesse koguneda palju huumust. Muld on siin hele, hallmuld.

Sellе ülemine horisont on hall ja sisaldab huumust

ainult 1,5—2%, horisondi tüsedus on 15—18 sentimeetrit; ta on plaatjas ja poorne.

Selle horisondi all lasub teine horisont, tihedam ja pruunikam. Siin puudub küll plaatjas struktuur, kuid see-eest on palju usside, ämblike ja sipelgate poolt uuristatud augukesi.

Seda horisonti nimetatakse isegi «auklikuks». Selle tüsedus on umbes 20—30 sentimeetrit.

Veelgi allpool asub valkjas lubja horisont (karbonaatne horisont), milles on palju lupja. Selles horisondis on kogu muld lubjast läbi imbunud ja moodustab «silmakesi» ning suuremaid laike. See kiht on väga tihe. Tema alla talletub tihti kips.

Nii näeb välja kõrbe muld, hallmuld. Selle looduslik viljakus ei ole sugugi halb: ta sisaldab rohkesti kaaliumi ja fosforit; kuigi huumust ennast on vähe, sisaldab ta see-eest palju lämmastikku.

Hallmuldadel on ka struktuur hea, kuigi peen. Ta on poorne, mille tõttu imbub veega hästi läbi ja õhustub kergesti.

Puudub ainult vesi. Kui aga hallmuld saab vett, annab ta rikkalikke saake. Kõrbes on ju küllaldaselt päikest ja soojust.

Kõrbes kasutatakse maaviljelust spetsiaalse niisutuseta, nn. bogaraa-maaviljelust. Ta on rajatud peamiselt kevadisele niiskusele. Juba veebruaris kuuleme raadios diktorit ütlevat: «Usbekistanis algas külv...»

Bogaraal külvatakse põhiliselt nisu.

Kuid siiski saadakse kõige rikkalikumaid ja püsivamaid saake kõrbetes kunstliku niisutuse abil. Veega joodetud kõrbemuld annab toorpuuvilla hinnalisemaid sorte 40—50, vahel ka 100 tsentnerit hektarilt.

Kuid hallmuldade kõrval leidub ka savikaid tasaseid maa-alasid, mis on täiesti viljatud. Neil ei kasva ei looduslikes tingimustes ega ka harilike künni- ja

niisutusvõtete korral midagi. Need on takõrrid — lamedad, tasased, savised, nagu kõvaks trambitud elutud alad.

Siin ei lase tihe savi tilkagi vett läbi, ta ainult paisub. Takõrri pind muutub libedaks nagu seep. Jääksite hätta, kui peaksite ületama autol takõrri vihma ajal: masin hakkab libedal pinnal tantsima ja keerlema ja võib ka kergesti ümber minna. Autost väljudes satud aga sitkesse ja liimina kleepuvasse savisse, millest jalgagi ei suuda välja tõmmata.

Kui aga hakkab paistma päike, aurub vesi takõrrilt kiiresti. Selle pealispind kattub lõhede võrguga, meenutades parketti või pakksillutisest sõiduteed. Selline lõhenemine on taimedele õnnetuseks — ta rebestab nende juuri.

Siiski ei ole takõrrid nii elutud, kui see esimesel pilgul näib. Nende pinnal keeb paljale silmale nähtamatu elu. Märkad ehk ainult kortsulist koorikut või mingit kirmet. Siin areneb miljardeid mikroskoopilisi vetikaid ja baktereid.

Need «kodunevad» selles elutus pinnases vähehaaval ja loovad esimestena ta peal midagi mullataolist. Nende surnud kehakesed jätavad sinna lämmastikku, aitavad kaasa tillukeste saviosakeste kleepumisele peenteks sõmerateks, mis annavad alguse struktuurile.

Siis hakkavad laikudena takõrri asustama õistaimed. Nende abiga muutub takõrr üha viljakamaks.

Nii võib näha takõrride looduslikku melioratsiooni.

Kuid inimene oma teadmiste ja tehnikaga võib saavutada veel rohkem, võib ümber kujundada ja muuta viljakandvaiks isegi viljatud takõrrid.

On olemas lihtne abinõu, millest võib alata — see on parandamine liivaga. Takõrri pinnale puistatakse liiva, siis aga küntakse ja segatakse liiv hooli-

kalt takõrri peenendatud mullaga. Sellist liivatatud takõrri mulda on kergem parandada.

Kui takõrri ümbritseb tuiskliiv, võib sinna panna väravad, nagu seda tehakse lume säilitamiseks. Väravad ei hakka siin kinni pidama mitte lund, vaid tuulest kantud liiva.

Liiv aitab kaasa raskete saviste takõrride kasutamisele võtmisel, sest tal on hindamatu omadus — temasse imbub kergesti niiskus. Veelgi enam, ta võib koguda vett ja talletada seda suurel hulgal isegi kuumades veeta kõrbedes ja seda sellepärast, et liiva pealmine kohev kiht kaitseb allpool asuvaid kihte kuivamise eest. Seepärast ütlevadki turkmeenid: «Kum bar — su bar», mis tähendab: «kus on liiv, seal on ka vesi».



Liiv aitab kinni pidada mitte ainult vihmavett, vaid ka kasteniiskust. Ööd on ju kõrbes külmad. Liiva pealmine kiht kaotab pärast päikese loojumist kiiresti soojuse ja temperatuuri langemisel toimub veeaurude kogunemine ja kondenseerumine jahtunud liivaterakestel.

Kõige rikkalikumat taimestikku võib kõrbes kohata just liivadel.

Tuul hajutab liiva ja takistab taimede kinnistumist, kuid siiski leidub pioneere, kes ikkagi asuvad tuiskliivale ja pikapeale ta kinnistavad.

Säärane on näiteks kõrbetaim selin (ehk aristiida). Kord kohale asunud, ei loovuta ta enam oma positsioone ja moodustab üha uusi ja uusi võsusid, kuigi liiv jätkab ta kinnituiskamist.

Liival asuvad ka põõsad ja puud: tamarisk, liivaakaatsia, saksauul. Vee otsinguil võivad nende taimede juured kasvada mitmekümne meetri pikkusteks.

Kinnistatud liiv muutub aegamööda hallmuldade liivaseks erimiks.

Peale liivsaviste ja liivaste hallmuldade, takõrride ja tuiskliivade leidub kõrbes veel palju solontšakke ja solonetse. Kuidas neid kasutusele võetakse, sellest me juba rääkisime.

## MEIE KODUMAA UUDISMAAD

Niisiis me sooritasime pika reisi, käisime läbi meie suure riigi põhjast lõunasse, viibisime kauges tundras, kus igikelts ja pakane dikteerivad mullale oma seadusi; peatusime metsavööndis, kus esinevad metsade leet- ning soode turvasgleimullad.

Imetlesime metsastepi helget loodust, kus kasvavad viljakail hallidel metsamuldadel rõõmsailmelised tammikud täis rohelust ja lindude vidinat. Sõitsime mööda stepiavarusi, kus laiutas oma valdusi «muldade

valitseja — vene mustmuld», nagu teda nimetas V. V. Dokutšajev.

Me nägime poolkõrbe mustrilist vaipa, kus helekastanmullad vahelduvad solonetsilaikude ja purpurpunase okasmaltsaga äärestatud solontšakkide ning värviküllase muruga stepiliudades. Me tungisime kõrbe kuuma maailma ta hallmuldadega, kus kuumus ja kuivus aitavad säilitada paljusid taimedele kasulikke aineid ja mis ootavad ainult vett, et anda need varud inimese käsutusse.

Kuid ka see ei ammenda meie kodumaa looduse kogu mitmekesisust.

Meil on veel laialdased mägismaad: Kaukaasia ja Uraal; omapärased Pamiiri, Altai ja Sajaani mäestikud; karmid Taga-Baikali ja Kaug-Ida mäeahelikud. Mullad on siin väga mitmekesised.

Mägedes muutuvad muldade tüübid mäejalamilt tipu suunas (sest mida kõrgemale, seda külmemaks muutub).

Näiteks Kaukaasia mägede põhjanõlvade jalameil laiuvad mustmullastepid, mägede alumises osas levivad mägistepimullad, kõrgemal algavad lehtmetsad hallide mägimetsamuldadega, veel ülalpool tulevad nende asemele mägimetsa-leetmuldadega okasmetsad, aga seal, kus kaovad puud, algavad alpiniitude mäginiidumullad. Veelgi kõrgemal muutuvad nad mägitundramuldadega tundrateks, edasi tulevad aga paljad kaljud ning igilumi.

Mägedes leidub veel eriline tüüp metsamuldi, mida tasandikel ei ole — need on pruunid mägimetsamullad. Neid on kõigil neil mägistel aladel, kus kliima on parasniiske ja soe ning kus ka talv on soe. Neid võib leida Kaukaasia ja Krimmi mägedes, Uraalis, Kaug-Idas. Harilikult on nad kujunenud tamme- ja pöögimetsade all.

Pruunideks metsamuldadeks nimetatakse neid sel-

lepärast, et nende huumushorisont on tumepruun ja sisaldab rohkesti huumust (kuni 11%). Selle all lasub teine, samuti pruun, kuid veidi heledam, sõmeralise struktuuriga ja tihenemata horisont. Selle järel tuleb lähtekivim — murenemiskoorik.

Need mullad on väga viljakad, kuid metsi neilt maha raiuda on ohtlik, sest nad asuvad mäenõlvadel ja vihmad võivad kiiresti ära uhta muldade viljaka kihi, paljastada kalju.

Taga-Kaukaasias leidub ka vähesel hulgal troopilisi muldi — p u n a m u l d i. Need mullad kujunevad kuuma ja niiske kliima tingimustes.

Oma nimetuse on saanud nad sellest, et nende huumushorisont on pruunikaspunane, selle all aga lasub juba täiesti punane kiht. Punase värvuse annavad sellele erilised troopikatingimustes tekkivad rauaühendid. Taga-Kaukaasias kasvavad nendel punamuldadel tee, mandariinid, sidrunid, apelsinid ning teised hinnalised subtroopilised kultuurid.

Nüüd oleme tutvunud kõigi peamiste mullatüüpidega, mida leidub NSV Liidu territooriumil.

Kõige rohkem on meil leetunud metsamuldi: umbes 36% — üle ühe kolmandiku kõigist muldadest.

Teisel kohal on soode ja soostunud metsade all olevad mullad. Need mullad hõlmavad ühe seitsmendiku kõigist muldadest (14%). Kokku aga moodustavad metsa- ja soomullad poole kõigist Nõukogude Liidu muldadest.

Kolmas koht kuulub stepimuldadele: must- ja tumekastanmuldadele koos nendes esinevate solonetsilaikudega. Nende all on 13% ehk umbes üks kaheksandik kõigist NSV Liidu muldadest.

Tundramullad võtavad enda alla umbes 8%, kõrbe- ja poolkõrbemullad umbes 7%, hallid metsamullad (koos mägimetsamuldadega) umbes 4%.

Kui palju neid kokku sai? Arvutame, ja saame

82%. Ülejäänud 18% moodustavad liivad, jõeorgude mullad, osa mägimuldi (mägitundra-, mäginiidu- ja mägistepimullad), igilumi ja jääliustikud.

Kõik NSV Liidu mullad katavad hiiglasliku territooriumi, mis hõlmab umbes 20 miljonit ruutkilomeetrit või 2 miljardit hektarit. Suur ja lai on maa, mis on mu kodu!

Kui lasta mõttes pilk libiseda üle nende meie kodumaa mõõtmatute avaruste, üle tema looduse ammendamatu mitmekesisuse, siis avaneb majesteetlik pilt.

Kõigi nende mitmekesiste muldade hulgas ei ole selliseid, mida meil ei kasutataks põllumajanduses. Isegi külmad tundrad, viljatud leeted, mädasood, kivikõvad solonetsid, päikesest kõrvetatud takõrrid ja sooladest läbiimbunud solontšakid võetakse kasutusele, kujundatakse ümber, parandatakse, kasutatakse teravilja, juurvilja, lina, puuvilla ja teiste kultuuride kõrgete saakide saamiseks. Maaviljelus tungib sellistesse rajoonidesse, kus varem sellest ei osatud unistadagi.

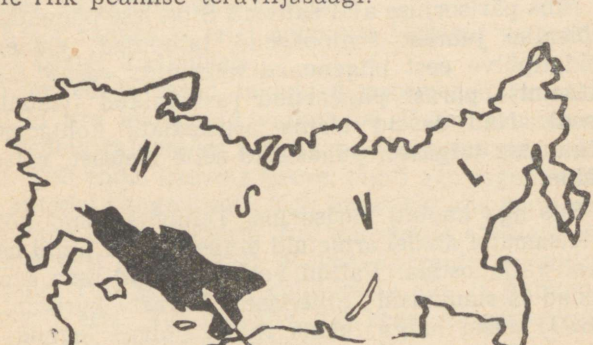
Kuid on loomulik, et erinevaid muldasid kasutatakse maaviljeluseks erineval määral.

Tundras näiteks haritakse maad ainult väikestel, üksteisest kaugel paiknevatel aladel: need on peamiselt köögiviljamajandid tööstuskeskuste ja asulate lähedal ning mõnedes kõige eesrindlikumates kolhoosides. Üldine ülesharitud maa hulk on tundras veel väga väike, võrreldes hiiglasuurte maa-aladega, mida põhiliselt kasutatakse põhjapõtrade karjamaana.

Metsavööndis on üleskündud maid juba tunduvalt rohkem: kasutusele on võetud umbes 50 miljonit hektarit leet- ja kamar-leetmuldi. Tõsi küll, kõiki metsamuldi on nii palju, et need 50 miljonit hektarit

moodustavad ainult veidi üle ühe kümnendiku (12%) metsamuldade üldpinnast.

See-eest on viljakamad stepi must- ja tume-kastanmullad peaaegu tervenisti üles küntud ja neilt saab meie riik peamise teraviljasaagi.




Kuid alles üsna hiljuti, kõigest mõni aasta tagasi, oli stepirajoonides veel palju üleskündmata maid. Eriti rohkesti oli puutumatuid uudismaid ida pool Uraali: Kasahstanis, Lääne- ja Ida-Siberis, Volga taga, Altai krais. Leidus suuri asustamata, elanikkudeta maa-alasid.

Vaadake kaardile: te näete, millistes meie maa rajoonides oli 1953. aastal palju stepi uudis- ja jäätmaid.

Mullad on siin kõige viljakamad. Kuid neid alasid kasutati ainult karjamaadena. Miks ei küntud siis neid üles?

Need uudismaa-massiivid olid säilinud veel vanast, revolutsioonieelsest tsaristliku Venemaa ajast.

Praegu kulgeb meie põllumajandus plaanikoha-

selt. Tsarismi ajal ei olnud ega saanudki olla mingit plaanimajandust.

Kuidas kasutati tsaari ajal idapoolseid, Uraalitaguseid maid?

Juba pärisorjuse ajal sattusid Siberisse põgenikud: mõisnike juurest ärajooksnud talupojad, eluaegse soldatipõlve eest põgenenud nekrutid, «usu» tagakiusamise pärast põgenenud raskolnikud (vanausulised). Nad asusid elama asustamata kohtadesse, sügavasse taigasse, puhastasid selle metsast, rajasid põlde.

Siis aga kaotati pärisorjus. Talupojad said kõige viletsamatel aladel armetuid hingemaid ja pidid need veel välja ostma. Paljud neist hülgasid oma kodukohad ja suundusid Siberisse. Pärast kurikuulsat 1891. aasta nälga tekkis rahva hulgas legend, et Uraali taga on «Belovodje» maa — muinasjutuliselt viljakate maade ala. Need olid vastukajad Altai krai viljakusest.

Sajad tuhanded laostunud talupojad asusid ümber Siberisse. Kuid tsaarivalitsus ei osutanud neile mingit abi. Ta isegi keelas neil asuda kõige viljakamatele aladele, näiteks Altai kraisse. Ja isegi neil ümberasujatel, kel õnnestus uutes paikades maad saada, oli olukord kibe. Nad võisid loota ainult oma jõule. Ilma abita, ilma riigi toetuseta, ilma tehnikata ei suutnud nad kuigi palju maad üles harida.

Pärast Suurt Oktoobrirevolutsiooni, kui rahvas võttis võimu enda kätte, muutus kõik teiseks.

Nõukogude võimu ajal hakkas külvipind kiiresti suurenema. Üldse kasvas külvipind NSV Liidus 1913. kuni 1940. aastani 45,5 miljoni hektari ehk enam kui 43% võrra. Ja ikkagi jäi Uraali taha palju üleskündmata viljakaid stepimaid. Siin peitusid veel tohutu suured rikkused. Need maad üles harida, kasu-

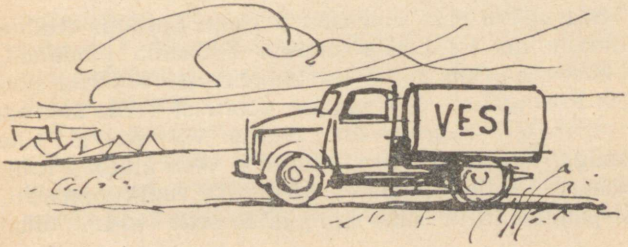
tusele võtta, kasvatada neil vilja — sellise ülesande püstitasid 1953. aastal partei ja valitsus. Otsustati lähematel aastatel üles künda ja täis külvata 20—30 miljonit hektarit uusi maid.

See oli grandioosne ülesanne.

Kogu rahvas ja eriti noorsugu vastasid vaimustusega partei üleskutsele.

Kümned ja sajad tuhanded noormehed ja neiud sõitsid itta uudismaid vallutama. Uutes asustamata ja teedeta rajoonides ootasid neid aga suured raskused. Tuli endal kaevata kaeve, algul aga sageli veda da autodel kaugelt vett. Tuli endal ehitada maju, esialgu aga elada telkides. Tuli muretseda sööklate ehitamise eest ja selle eest, et hästi korraldada toitlustamine. Tuli hoolitseda kultuursete elu- ja puhketingimuste eest. Aga mis siis, kui keegi haigestub? Oli vajalik ka alatine arstiabi.

Kõike tuli alustada otsast peale. Tähtsama ülesandena oli aga tarvis ennenägematult lühikese ajaga üles künda ja täis külvata hiiglasuured uudismaa-alad. Selleks tuli tundma õppida seda tehnikat, neid masinaid, millega heldekäeliselt varustas asukaid riik. Aga koristada ja säilitada saak ning anda see üle kadudeta? Tuli mõelda viljahoidlatele, viljakuivatitele, teedele.



Tuli võita suuri raskusi, kuid meie noorus, kommunistlikud noored olid seegi kord esirinnas.

Üle 350 tuhande kommunistliku noore ja noore asusid komsomoli lähetuskirjadega teele, et alatiselt elada ja töötada uudismaadel.

NLKP XX kongressil ütles N. S. Hruštšov: «Lubage Nõukogude Liidu Kommunistliku Partei XX kongressi nimel avaldada palavat tänu kommunistlikele noortele, agronoomidele, inseneridele, tehnikutele — kõigile patriootidele, kes vastasid partei üleskutsele ja võtavad aktiivselt osa uute maade ülesharimisest. Oma ennastsalgava tööga on nad pälvinud kogu nõukogude rahva armastuse ja lugupidamise.»

Uudismaa ülesharimise rajoonidesse oli lühikese aja kestel saadetud hulk tehnikat: üle 200 000 traktori ja palju teisi põllutöömasinaid.

Tulemuseks oli, et meie maal künti enneolemata lühikese ajaga, ainult kolme aasta jooksul, üles ja seemendati teraviljaga tohutu suur ala — 36 miljonit hektarit uudis- ja jäätmaid. Aga kui sellele lisada külvipindade suurendamine meie maa teistes rajoonides, siis näeme, et külvipind kasvas 1953. kuni 1956. aastani kogu riigis 37,5 miljoni hektari võrra.

37,5 miljonit hektarit on väga suur maa-ala, 375 tuhat ruutkilomeetrit.

See ületab oma suuruselt paljude Euroopa riikide pindala; on 12 korda suurem Albaania pindalast, 9 korda suurem Taani territooriumist, 4 korda suurem Portugalist või Ungarist, poolteist korda suurem Inglismaast, suurem kui Itaalia või Norra. Ühe sõnaga, kõigist Euroopa riikidest võib ainult Prantsusmaad, mille pindala on 551 tuhat ruutkilomeetrit, Hispaaniat (505 tuhat km²) ja Rootsit (449 tuhat

km²) oma mõõtmetelt võrrelda uue ülesküntud territooriumiga.

Selle tagajärjel kasvas meie maal teraviljatoodang järsult: 1956. aastal saadi ainult uutelt stepi uudis- ja jäätmaadelt täiendavalt üle ühe miljardi puuda vilja, üldse aga 3,3 miljardit puuda. Seda oli 1,5 korda rohkem kui 1953. aasta saak.

Tõsi küll, kasutuselevõetud uudismaad asuvad neis rajoonides, kus esineb sageli põud, kuid nagu ütles N. S. Hruštšov, «kui meil on viie aasta vältel ainult kaks saagirohket aastat, üks keskmise saagiga ja kaks saagivaest aastat, siis võib nende võrdlemisi väikeste kulutuste juures, mida on tarvis teraviljakultuuride kasvatamiseks antud tingimustes, arendada teraviljamajandust suure kasuga ning saada odavat vilja».

Nii viidi edukalt läbi meie maal tormijooks uudismaadele.

Nüüd on järjekorras teised uudismaad, mida meil on rohkesti metsade, soode, kõrbete, tundrate ja mägede näol.

Nemad ootavadki kasutuselevõtmist tulevikus. Esmajärjekorras tuleb neist maadest nähtavasti asuda metsade kallale. NSV Liidu Teaduste Akadeemia Mullainstituudi arvestusel on kõigi meie leet- ja kamar-leetmuldadega metsade ja võsade pindala grandioosne, 273 miljonit hektarit.

Paljusid neist metsadest ei või aga maha raiuda sellepärast, et nende all on väheviljakad mullad (liivad, kamarhorisondita leeted jm.). Samal ajal on neil metsadel puiduallikatena suur rahvamajanduslik tähtsus.

Teist osa metsadest (mägedes, jõgede ääres) ei või maha raiuda sellepärast, et vastasel korral muutuvad jõed veevaeseiks, algab mäenõlvade ärauhtmine, hakkavad tekkima ovraagid. Sellistel metsa-

del on, nagu öeldakse, veekaitseline ja erosioonivastane tähtsus.

Kuid vähemalt 70 miljonit hektarit metsa võib üles künda ja kasutada põldudena ning juurviljaaedadena. Need metsad asuvad NSV Liidu Euroopaosa lõunapoolses metsavööndis, Lääne-Siberis, Kaug-Idas. Just seal tuleb jätkata edasist ulatuslikku uudismaade ülesharimist.

Metsad nõuavad ülesharimiseks suuremaid kulutusi kui mustmullad. Enne üleskündmisele asumist tuleb puud maha raiuda, juurida; lubjata mulda, anda väetisi, kuid see-eest on siin püsivamad saagid, sest metsarajoonid ei kannata lõunasteppide nuhtluse — põua all.

Sellega lõpetame oma jutustuse mullast.

Kallid sõbrad! Te lugesite või äärmisel juhul lehitsesite seda raamatut, vaatasite pilte, peatusite üksikutel huvitavamatel lõikudel.

Võib-olla jäi teile midagi meeldegi.

Edaspidi, kui kaevate kalapüügiks vihmausse, meenutage, kuipalju nad toovad kasu, kuidas nad kobestavad ja uuristavad mulda. Põllu ühelt hektarilt võib leida kuni miljon vihmaussi urukest ja nad võivad oma sooltorust läbi lasta kuni 25 tonni mulda igalt hektarilt aastas.

Aga kui lähete metsa ja kuulate lehtede sahinat, meenutage, et lehed on taimede toiteorganid. Nende abil toitub puu õhu süsihappegaasist. Rohelised lehed püüavad kinni päikesekiire energia, aga sügisel surres loovutavad selle mullale. Inimestel on kõnekäänd: «Õhust elada ei saa». Aga mis oleks, kui lehed saaksid kõnelda? On naljakas kujutleda, kuidas nad varahommikul näljastena üksteisele sosistaksid: «Milline toitev õhk on täna! Vististi on selles rohkesti süsihappegaasi.»

Seenelkäimine on meeldiv ajaviide. Seeni on met-



sas palju. Näe kus seisab hallivarreline kaseseen, eemalt paistab haavaseene punakas kübar. Siin, kergitanud üles möödunudaastased paatunud lehed, ronib maa seest välja noor priske puravik. Seal aga on terve perekond kukeseeni.

Nüüd te teate, millist tähtsat osa etendavad seened metsamulla elus. Kuid korvis on teil ainult seente viljakehad. Nad ronisid päevavalgele selleks, et külvata paljunemiseks oma eoseid. Kuid seente peamine elutegevus toimub mulla sees, seal sooritavad peened seeneniidid tohutu töö: nad «õgivad» lehtedest, okastest, oksatükikestest, käbidest ja teistest taimejäänustest koosnevat metsakõdu. Seened lagundavad neid ja vabastavad surnud taimejäänustest toitained, mida võivad uuesti kasutada kevadel metsas õitselepuhkevad lilled.

Seal aga liigub põllul traktor; võib-olla just teie juhitegi seda? Ta veab järel kultivaatorit. Kultivaatori käpad kobestavad maad, purustavad nende teele ettejuhtuvat paatunud mullakamarat. Nüüd te ju teate, miks on see, mis siin toimub, nii tähtis.

Paatunud mullakamakates, kuhu ei tungi värske õhk, pesitsevad kahjulikud mikroobid, kes hävitavad lämmastikuühendeid, lagundavad neid ja lasevad väärtuslikul lämmastikul õhku haihtuda.

Kui kamakas on aga purunenud, murenenud — sööstab sellesse värske hapnik. Ja kõik muutub koheselt.

Kahjulikud mikroobid pidid katkestama oma tegevuse.

See-eest elustusid kasulikud mikroobid ja hakkasid kiiresti paljunema. Osa kasulikest mikroobidest püüab õhust lämmastikku, teised lagundavad taimede surnud jäänuseid, kolmandad aitavad juurtel omastada lämmastikku ja tuhkaineid. Värske õhk, tunginud mulda, võimaldas juurtele hingamist.

Kui müristab ja algab äike — meenutage lämmastikku.

Sõna «azot» (lämmastik) oli vanadel alkeemikutel maagiline sõna: «alfa ja oomega» — «algus ja ots». Nii nimetati salapärast nooruse ja surematuse eliksiiri, mida alkeemikud otsisid, kuid ei suutnud leida. Nüüd aga nimetatakse lämmastikuks seda keemilist elementi, millest kõneldakse, et ta on eluks «hinnalisem . . . kui kõige haruldasemad väärismetallid». Lähtekivimites, milledel kujunevad mullad, ei ole lämmastikku. Kuid lämmastikuga varustavad mulda äike ja mullas ning liblikõieliste taimede imelistes mügarakestes elavad mikroobid.

Kas jalutate põllul või stepis, põikate jalutades sohu, loete kõrbetest ja tundratest või kuulate raadiost saadet uudismaadest — meenutage seda, mida te lugesite sellest raamatust muldade kohta.

Kui aga kuskil näete, kuidas ovraagi harud kurjakuulutavate kiiludena lõhestavad endale uut teed või kui sogased veeojad valguvad mitte millegagi kaitstud mäeveerult alla, või kuidas tuul keerutab liiva laiali, — ärge jääge ükskõikseks.

Siin talitab mulla kardetavaim vaenlane — erosioon. Ta varitseb just seda, mida hooletu peremees maha magab. Ei hoolitsetud ovraagi kinnistamise

eest, künti ilma kaitseabinõudeta üles järsk nõlv — erosioon on kohe kohal. Algab mulla ärauhtmine ja uuristamine. Väärtuslik viljakus, mida on kujundanud sajandite ja aastatuhandete vältel peamised muldade loojad — taimed —, voolab koos ojadega minema, kandub tuules laiali. Fosfori ja lämmastiku — kõik viib kaasa täitmatu erosioon.

Ärge jääge ükskõikseks! Meil, sotsialismimaal, ei tohi esineda muldade erosiooni! Selle vastu tuleb võidelda kõigest jõust: ei tohi üles künda järske nõlvu ega tuiskliivu, tuleb kasutada õigeid harimisviise, istutada põllukaitse-metsaribasid ning ovraagi äärde puid ja põõsaid, täita kõiki teisi nõudeid, mida soovitab agronoom või melioraator.

Hakkame säästma ja rikastama maad — ta on meie toitja! Ega asjata ole rahvas teda nimetanud igivanadest aegadest alates «emaks».

Mullateadus on huvitav teadus, huvitav ja keerukas. Kui lugesite läbi selle raamatu, siis nägite: selleks et saada mullateadlaseks, peab olema nii keemik kui ka geoloog ja agronoom, peab hästi teadma, kuidas elavad ja toituvad taimed; peab palju õppima, peab armastama loodust, armastama oma kodumaad, et kasutada teadmisi tema kasuks.

On hea, kui keegi teist, lugenud läbi selle raamatukese, hakkas huvi tundma mulla elusa maailma vastu täis imelist mitmekesisust ja otsustas saada mullateadlaseks. Õnn kaasa!

## SISUKORD


Emake maa . . . . . 3
Mustmuld on stepimuld . . . . . 10
Kollase järsaku kohal . . . . . 16
Kuidas tekkisid maa peale mullad? . . . . . 23
Vassili Vassiljevitš Dokutšajev . . . . . 25
Kõige maapealse tuline esiisa . . . . . 30
Päike, pakane, tuul ja vesi kui purustajad ja loojad . . . . . 38
Mis tekib graniiditeradest? . . . . . 44
Kinnikasvavate luidete saladus . . . . . 48
Millest toituvad taimed? . . . . . 54
Paju potis . . . . . 56
Piparmünt klaaskupli all . . . . . 59
Aatomid ja molekulid . . . . . 63
«Õhust elada ei saa» . . . . . 70
Kui palju neid on? . . . . . 73
Imelised mügarad . . . . . 79
Lämmastiku ringe . . . . . 84
Langenud lehtede õgijad . . . . . 89
Huumuse mõistatus . . . . . 96
Viljakus — see on toit, vesi ja õhk . . . . 100
Kes on siis mulla loonud? . . . . . 107
Inimsoo koidikul . . . . . 110
Korjamisest maaviljeluseni . . . . . 123
Esimene ader . . . . . 129
Agronoomia isa — ilukõneleja Theofrastos . . . 133
Anda väetisi vastavalt kuu faasidele . . . . 140
Alistumatust Palissyst ja glaubrisoolast . . . 144

Märgitud aatomite meetod . . . . . 149
Inimene kui mulla valitseja . . . . . 154
Külmad tundramullad . . . . . 161
Taiga ja soode keskel . . . . . 172
Metsastepi tammikutes ja kasetukkades . . . 184
Stepiavarustel . . . . . 189
Hallmullad on kõrbemullad . . . . . 202
Meie kodumaa uudismaad . . . . . 209

Александрова Вера Даниловна

СИЛА ЗЕМЛИ

На эстонском языке

Эстонское Государственное Издательство

Таллин, Пярнуское шоссе, 10

*

Toimetaja J. Metsar

Tehniline toimetaja E. Lumet

Korrektor H. Peel

Ladumisele antud 10. VI 1960. Trükkimisele antud 4. X 1960. Paber 70×92, 1/32. Trükipoognaid 7. Formaadile 60×92 kohaldatud trükipoognaid 8,19. Arvutuspoognaid 9,54. Trükiarv 6000. Tellimise nr. 6010. Hans Heidemanni nimeline trükikoda, Tartu, Ülikooli 17/19. I.

Hind rbl. 4.— (40 kop.)

2—8

Rbl. 4.—
1961. a. — 40 kop.

