

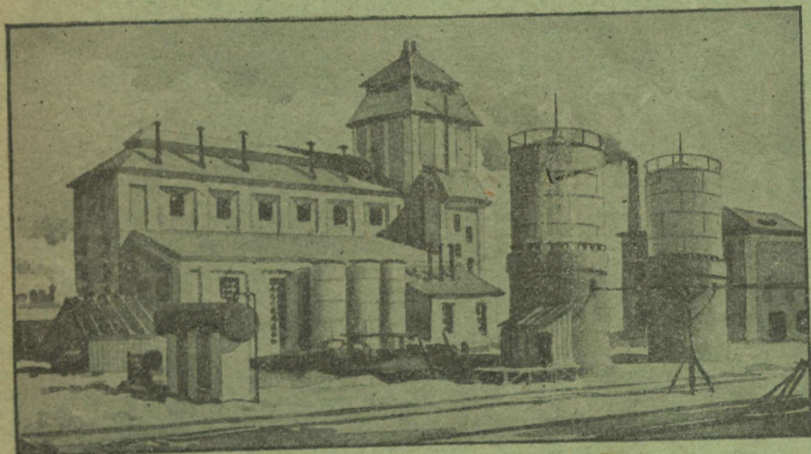
A-6875  
Duplum

LANG / PARIS / PEET / REIAL

VANKIE

# LOODUSE SÔBER

II



TARTU / 1930.

A

58315

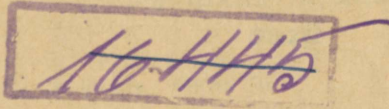
J. LANG, A. PARIS, W. PEET, G. REIAL

---

VÄIKE  
LOODUSE SÕBER

II

ÕPPERAAMAT ALGKOOLI V KLASSILE



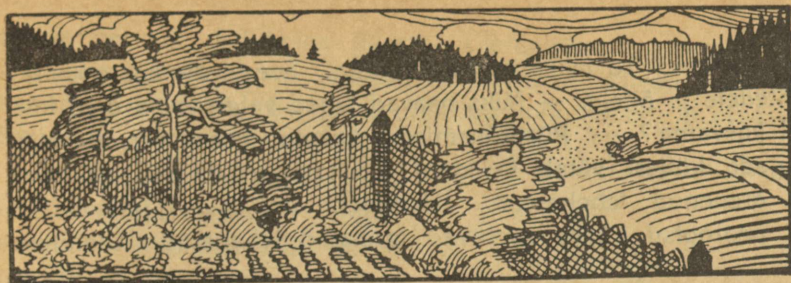
TARTU, 1930

Joonised ja ilustised kunstnik *R. Kivi*’ilt, keeleline  
korrekatuur *Marta Bekker*’ilt.

2



A-6875

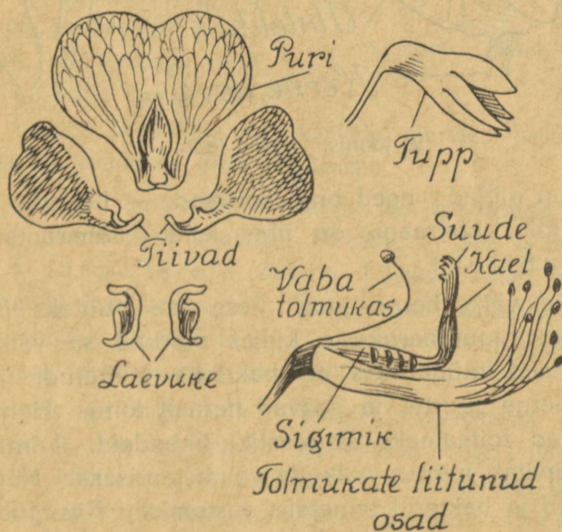


## Elu aias ja põllul.

### 1. Hernes.

1. Haruta lahti herne õis. Võrdle kroonlehtede suurust ja kuju. Vaata jooniselt nende nimetusi. Loenda, mitu tolmukat on õies. Mitu neist on alumiste osadega kokku kasvanud? — Vaatle emakat vastu valgust. Loenda, mitu seemnepunga on emakas. — Vaatle emaka-suuet luubis; sa näed sellel harilikult tolmuteri. — Sea kokku õie plaan.

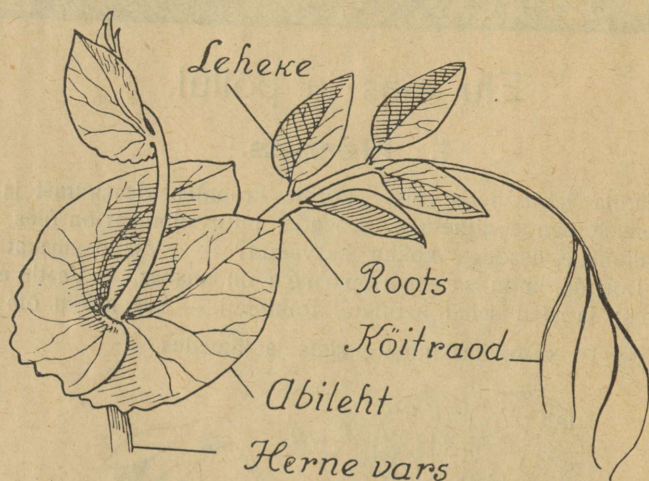
2. Leia 10 varre keskmine pikkus ja jämedus.



1. joonis. Herne õis.

Herne vars kasvab õige pikaks. Seejuures jääb ta aga väga peenikeseks ja nõrgaks. Säärane nõrk vars ei jaksa omal jõul.

püsti seista. Ta jääks maha lamama. See ei ole aga soovitatav lehtedele ja õitele. — Miks peavad lehed valguses ja õied kõrgel kasvama? — Püstitõusmiseks kasutab herne vars tugesid. Tugede küljest võtab ta kinni köitraagudega. Köitraad on arenenud lehekestest. Herneleht on sulgjas leht. Ta pearootsu küljes asetuvad munajad lehekesed. Ülemised



2. joonis. Herne leht.

lehekesed on niitjad; need ongi köitraad. — Loenda, mitu lehekest ja mitu köitraagu on ühel lehel. Leherootsu alusel asub suur abileht.

3. Kaeva välja herne juur. Pese see puhtaks ja vaatle vastu valgust: juureharukeste küljes märkad sa väikesi mügarikke. Need mügarikud on bakterite tekitatud. Bakterid elutsevad herne juurtel ja saavad hernelt toitu. Hernele valmistavad nad toiteaineks lämmastikuühendeid. Lämmastikuühendeid tarvitab hernes valkude valmistamiseks. Nõnda toetavad herved ja bakterid teineteist vastamisi. Niisugust vastastikust vahekorda nimetatakse võõrkeelse sõnaga sümbioosiks, mis tähendab kooselu.

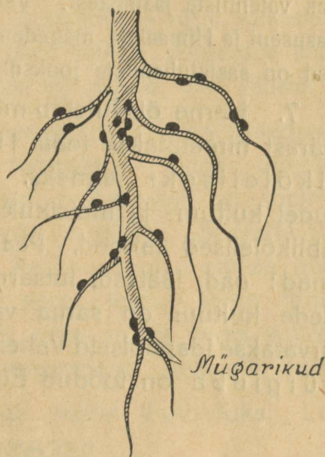
Bakterid elutsevad kooselus ka teiste taimedega, millel on samasugused õied nagu hernel, need on: hiireherned, seaherned, vikid, ristikheinad j. t. Bakterid valmistavad vahel lämmastikuühendeid rohkem, kui taimed jõuavad tarvitada. Seda on eriti

tähele pandud ristikehina juures. Üleliigseks osutunud ühendid jäävad mullasse tagavaraks, ja edaspidi külvatud taimed tarvitavad need ära. Sellepärast ütlevad põllumehed, et ristikehin rammutab maad.

4. Herne vili on kaun, milles kasvavad seemned. Herne seemned, mida harilikult nimetatakse ka hernesteks, on väga suure toiteväärtusega.

Keskmiselt sisaldavad kuivad herned 56% tärklisi ja tselluloosi, 23% valke, 2% rasva, 5% tuhkaineid ja 14% vett.

Mõõda 50 grammi herneid ja arvuta, kui palju on neis tärklisi ja tselluloosi, valke, rasva, tuhkaineid ja vett. Võta nüüd 6 rohuklaasi ja pane ühte mõõdetud herned — 50 g, teistesse aga iga koostisaine hulgale vastavalt liiva, või midagi muud, mis kergem on kätte saada. Sule kõik klaasid korgiga ja kinnita nad kindlale alusele; sellele kirjuta pealkiri, mida see diagramm peab selgitama.



3. joonis. Herne juur.

5. Herne kõige kurjemaks vaenlaseks on **herneuss**. Temast söõdud herneid nimetatakse ussitanud hernesteks. See ussike on väikese liblika, herne mähkleja, röövik. Liblikas lendab suve algul ja muneb munad hernekaunadesse; seal tulevad munadest röövikud, kes tarvitavad toiduks värskeid herneid. Talveks nukkub röövik põllumullas, ja kevadel poeb mullast välja liblikas.

6. Hernesorte on väga palju. Aedades kasvatatavad jaotatakse suhkru- ja poetishernesteks. Esimesi tarvitatakse söögiks ühes kaunadega; neist on tuttavam „Vürst Bismark“. Poetisherneid on sileda ja kortisusteralisi; neist peetakse paremateks: „ekspress“ (sile), „champion“, „telefon“, „William Hurst“ j. t. Põllul kasvatatavatest on sagedam Eesti hall või roheline hernes, siis veel roheliseteralisi „Victoria“, „Concordia“, „Mai dopper“ j. t.

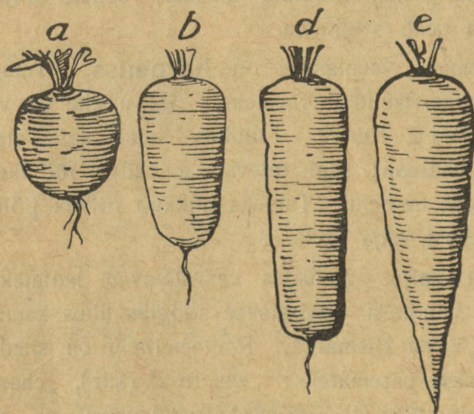
Mitmekehisus hernesortides näitab, et hernes on olnud inimesele kultuurtaimeks juba väga kaua aega. Tema kasvatamisest on leitud and-

meid vanast Indiast ja Egiptusest; seal on herneid kaevatud välja haudadest, kuhu on maetud 2000—1500 a. enne Kristuse sündimist; ka on herneid leitud Väike-Aasias vana Trooja varemetest ja Lõuna-Euroopas vaiehitiste jäänustest. Veel praegu leidub Edela-Aasias kuni Kaukasuseni ja Himaalaja mägedeni metsikult kasvav hernes, millest inimesed on aastatuhandete jooksul arendanud välja nii palju hernesorte.

7. Herne õis tuletab meelde oma kuju poolest liblikat, sellepärast nimetatakse teda liblikõieks ja hernest ennast liblikõieliseks taimeks. Sarnaseid õisi nagu hernel on paljudel kultuur- ja metsikult kasvavatel taimedel. Kõik need on liblikõielised taimed. Peale eelpoolnimetatute on veel tuttavamad: oad, läätsed, lutsernid, nõiahambad j. t. Übade ja läätsede kultuur on sama vana kui hernel; nende kodumaaks arvatakse idapoolseid Vahemere äärseid maid. Nõndanimetatud turgiuba on toodud Euroopasse Lõuna-Ameerikast.

## 2. Porgand.

1. Porgandeid kasvatatakse nende maitsvate juurte pärast. Porgandisorte on väga palju. Igal sordil on omapärane kuju



ja valmimisaeg. Üldiselt oled ehk tähele pannud, et lühikesed porgandid valmivad vara suvel, poolpikad hiljemini ja pikad hilisemal sügisel. Suurem osa porgandeid on punased; ristlõikes on näha, et paljudel on sees valgesüdamik.

4. joonis. Porgandisordid.  
a — lühike „Pariisi turg“; b ja d — poolpikad „Amsterdami“ ja „Nantaise“; e — pikk „Braunschweigi“.

Määra, kui palju sisaldab porgand vett. — Tee kindlaks, kas porgandis on sooli. — Pease puhtaks mõni porgand, lõika õhukesteks

tükikesteks ja keeda väheses vees umbes tund aega. Siis pressi kee-

detud tükikestest riide sees vedelik välja; nüüd auruta seda vedelikku, et osa vett ära auraks, ja maitse. Sa tunned selgesti, et vedelik on magus. Millest on magus maitse?

Sellekohased uurimised näitavad, et porgandid sisaldavad läbisegi toiteaineid järgmisel arvul: vett — 80%, suhkrut — 15%, valkusid — 4% ja sooli — 1%. See hulk ei ole aga kõikide porgandite juures alati nii suur, vaid on muutlik: üht ainet on rohkem, teist vähem.

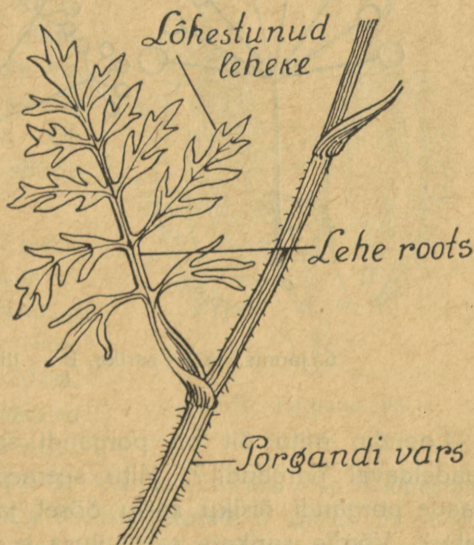
Toiteainete hulk porgandites on erinev maapinna headusest ja kasvutingimustest. Kõik need toiteained, mida porgand sisaldab, on inimesele väga kasulikud, sellepärast on soovitatav porgandeid suuremal hulgal kasvatada ja süüa. Soolade hulgas sisaldavad punased porgandid ka rauasooli; rauda sisaldab ka inimese veri. Kui kellegi veres leidub vähe rauda, siis on ta kahvatu ja haiglane. Et raua hulka veres suurendada, on soovitatav süüa rohkem porgandeid, iseäranis lastel.

Porgandid on ka loomadele väga heaks jõutoiduks. Loomade jaoks kasvatatakse suuri porgandeid.

Porgandisortide mitmekesisus näitab, et porgand on vana kultuurtaim. On kindlaid tõendeid, et juba vanad kreeklased ja roomlased kasvasid porgandeid, kuna vanadest egiptlastest seda ei teata. Sellepärast peab arvama, et kultuurporgand on metsikust porgandist välja arendatud Lõuna-Euroopas.

2. Porgandileht on mitmeti lõhestunud. Ligemalt vaadeldes leiad selles

siiski rootsu, mis jookseb lehe ladvani ja mille külge kinnituvad vastastikku lehekesed. Sellega on siis porgandileht sarnane



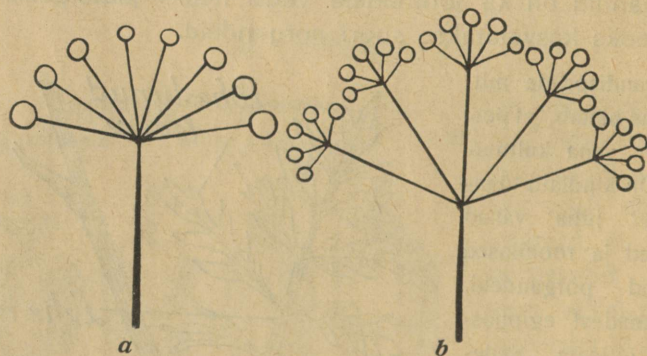
5. joonis. Porgandi leht.

hernelehega, ta on sulgjas leht. Kuid ta erineb hernelehest selle poolest, et ka tema lehekused on sulgjalt lõhestunud. Porgandi leht on seega kaks korda sulgjas ehk kahelisulgjas leht.

Otsi kolm sulgjat ja kolm kahelisulgjat lehte, kuivata nad ära ja kleebi oma töövihku. Kirjuta juure, missugustelt taimedelt sa need leidsid.

3. Sa tead juba, et porgand on kaheaastane taim. Mis see tähendab? Vaatle porgandi üksikut õit: ta sisaldab 5 õige väikest tupplehte, 5 kroonlehte, 5 tolmukat ja 2 emakat. Katsu keelele, kas õies on ka mett. Iga üksik õis asub oma õieraokesel. Need õieraokesed kasvavad välja suurema raodlavast; suuremad raod on omakorda porgandi varre harukesed, mis kõik kasvavad välja ühest kohast.

Võrreldes porgandi õisikut kevadel vaadeldud nurmenuku õisikuga näeme natuke sarnasust. Milles seisab sarnasus? Mille poolest nad erinevad? Nurmenuku õisikut nimetatakse sarikaks, porgandi oma liitsarikaks. Kumb sarikas sisaldab rohkem õisi?



6. joonis. a — sarika, b — liitsarika skeem.

Loenda, mitu õit on porgandi sarikas? Mitu õisikut on vaadeldaval porgandil? Mitu seemet annaks see porgand? Vaatle porgandi õisiku seisust öösel ja päeval. Missugune on vahe? Võrdle sarikate seisust ilusa ja halva ilmaga. Mis kasu on õitel sarika koondunult longus olekust öösel ja halva ilmaga? Samuti võib küsida: mis kasu on porgandil sellest, et õied on

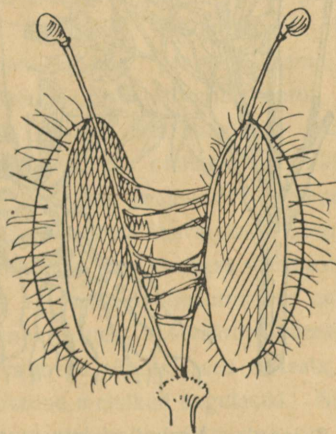
koondunud tihedatesse sarikatesse? Vastuse sellele küsimusele leiad siis, kui jälgid porgandi tolmlenemist. See toimub putukate abil. Õied on väikesed; kui nad kasvaksid üksikult, siis ei paistaks nad kaugelt, ja putukad ei näeks neid. Kasvades aga suurel hulgal koos, paistavad nad kaugelt silma ja meelitavad putukaid ligi. Putukad, otsides mett ja ronides ühelt õielt teisele, kannavad tolmu laiali.

4. Pärast õitsemist tõmbub sarikas kokku ja jääb sellesse seisusse, kuni vili valminud. On see sündinud, ajab sarikas end laiali, et seemned võiksid pudeneda.

Jälgi küpse viljaga sarikat aias hea ja vihmase ilmaga. Sa näed vahe ta seisus: kuivaga on ta laiali, vihmaga koondunud. Kui võimalik, pritsi end lahtiajanud sarikas üleni märjaks ja vaatle ta koondumist. Too see sooja tuppa ja vaatle, mis seisusse võtab ta kuivanult. Nähtavasti on see tundlikkus niiskuse vastu kasuks seemnetele.

5. Vaatle porgandi seemneid luubis. Litsu mõni seeme puruks ja nuusuta lõhna. Nuusuta porgandi juure ja lehtede lõhna. Mida tunned? — Porgandi seemned, juured ja lehed sisaldavad iseäralist õli, mis annab kogu taimale omapärase lõhna. Seda õli on ilma vastavate vahenditeta raske jälgida, sest ta on väga kergesti lenduv. Õli lõhn on taimale kaitseks söödikute vastu.

6. Porgandeid kasvatatakse seemnetest. Seemnete külvamiseks on kohaseim aeg aprilli-mai kuu. Neid on soovitatav külvata peenardele ridadeks; ridade vahet olgu 20—30 cm. Ridade jaoks tõmmatagu madalad vaod. Enne külvamist on hea seemneid hoida niisketena 3—4 päeva, siis idanevad nad peenral kiiremini. Et pisikesi seemneid mitte väga tihedalt peenrale ei satuks, on soovitatav neid segada liivaga ja külvata ühes liivaga. Kui ka liivaga külvatakse osutub tihedaks, siis tuleb kasvamise juures harvendada. Harvendada võib lihtsalt liigsete väljakitkumise teel.

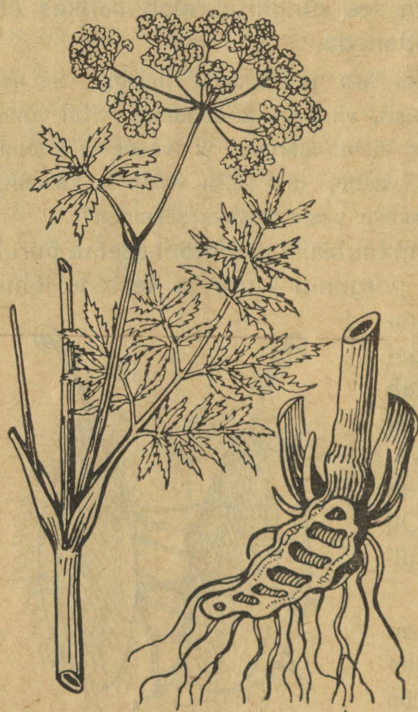


7. joonis. Porgandi vili.

Miks ei pea porgandid väga tihedalt kasvama?

Missuguste toitude juurde lisatakse porgandeid? Kuidas hoitakse porgandeid talvel?

Porgandid armastavad rammusat ja hästi kohedat maad. Värske sõnnikuga rammutatud maas nad ei edene; sõnnikut tuleb porgandi-  
maale panna sügisel. Millega võib rammutada kevadel?



8. joonis. Vesimürgi latv juurikaga.

mitmesugused putked, nagu: koerputk, heinputk, vesiputk j. t. Mõned neist on mürgised, nagu kraavides kasvav mürk ehk vesimürk, millel iseäranis mürgine on kambritega juurikas.

Korja sarikõielisi taimi, kuivata need ja kleebi suurele lehele. Lehele kirjuta üldiseks pealkirjaks: „Sarikõielised taimed“; iga üksiku taime alla aga kirjuta vastav seletus, nagu juhutatud „Väike Looduse Sõber I“ eelviimses peatükis.

Lõika porgandi keskelt pikuti õhuke liistak ja kuivata see ära, kuivata veel mõni ilus porgandileht ja õisikust mõni oks ühes pealmise varreosaga. On kõik kuivad, siis kleebi nad ühisele paberile; ka viljasarikast lisa mõni oks küpsenud seemnetega juurde. Nii saad tabeli porgandist.

7. Kõik taimed, mille õie ehitus sarnaneb porgandi õie ehitusega ja millel on õisikud sarikatena, nimetatakse sarikõielisteks. Nendest kasvatakse keeduvilja-aedades peterselle, tilli ja sellereid, mille juuri ja lehti tarvitatakse maitseaineina. Metsikult kasvavatest sarikõielistest on tuttavamad köömned, mille seemneid ka tarvitatakse maitseainena, ja

### 3. Meie aiaviljade minevikust.

1. Aiavili on inimesele väärtuslikuks toiduks. Sellepärast kasvatataksegi aiavilja igalpool, ja selle kasvatamine areneb iga aastaga. Maale asutatakse majade ligidale korralikud keeduviljaaiad ning linlased rendivad linna äärest maatükke, kus kasvatavad endile ühte ja teist aiavilja. Mitme meie suurema linna, nagu Tallinna ja Tartu, ümber on tekkinud ilusad keeduvilja-kasvandised, kuna mõni aasta tagasi nendel kohtadel olid kas söötmaad või põllud.

Toiduks tarvitab inimene aiaviljade mitmesuguseid osi: kapsastel ja salatitel — lehti; rabarbritel — leherootse; kurkidel, kõrvitsatel ja tomatitel — vilju; hernestel ja ubadel — seemneid; kaalikatel, porganditel, naeristel ja peetidel — juuri jne., — ikka neid osi, millesse on taim kogunud endale kõige rohkem toitu.

Aeg, mil inimene hakkas taimi toiduks kasvatama, ulatub kaugele minevikku. Kaua, väga kaua pidi ta enne olema sõõnud metsikult kasvavaid taimi, mis sisaldavad toitvaid aineid vähem kui meie praegused aiaviljad. Pikkamööda arendas ta neist kultuurtaimed. Kuidas see sündis, on meile teadmata. Aga peame arvama, et umbes sarnaselt, nagu nüüdne aiapidamine toimib sordi parandusel. See sünnib umbes järgmisel viisil: Kui tahetakse näiteks poolpikast porgandist arendada pikk porgand, siis otsitakse poolpikkade seast välja kõige pikem ja sellest kasvatatakse seemned. Seemnetest kasvanute hulgast valitakse jälle kõige pikem, sellest kasvatatakse seemned ja nõnda edasi. Sedaviisi toimitakse mitu aastat, kuni jõutakse soovitava kujuni või headuseni. Peame arvama, et ka vanad loodusinimesed samuti parandasid metsikute taimede omadusi, muutes neid toiteväärtuslikumateks.

2. Kus kohal see ühe või teise taimega sündis, seda ei teata, aga arvatakse, et seal, kus leiduvad kultuurtaime metsikud sugulased. Nõnda nägime porgandist, et andmed tema varemast tarvitamisest on pärit Lõuna-Euroopast, ja seal leidub tema sugulane metsik porgand. Sedasama arvatakse ka kapsast. Egiptuses kapsast ei tuntud, vanas Roomas aga küll. Lõuna-Euroopa merekallastel on kasvamas metsik kapsas, mis võiks olla aiakapsa esivanemaks. (Ka meie saartel on leida metsikult kasvavaid kapsaid, aga need on tekkinud metsistunud aiakapsast.) Roomlased nimetasid peakapsast *caputium*; sellest sõnast on pärit vist ka meie sõna „kapsas“. — Kapsa hapendamise oskus arvatakse olevat leiutatud venelaste poolt. Lill- ja rooskapsas on noored. Need on arendanud välja Itaalia aiakultuur umbes 400 a. eest.

Väga kaugele ulatub peetide kultuur. Peeti kasvatati Indias ja Egiptuses; sealt toodi see juba vanal ajal Euroopasse. Metsik peet kasvab veel praegu Vahemere kallastel. Päriskindlaks tegemata on kaalika ja naeri esivanemad; metsikult nende sugulasi ei leidu.

Salatit kasvatatakse meil pea- ja lehtsalatina. Sellena on kasvatatud seda vanas Egiptuses, Kreekas ja Roomas; ka vanas Pärsias on antud salatit kuningate lauale. Siit peab järeldama, et salat on kultuurtaimeks saanud Vahemere-maadel.

Vanimad andmed kurkide kasvatamisest on pärit Indiast ja ulatuvad umbes 5000 a. tagasi; umbes 4000 a. eest kasvatati kurke juba Egiptuses, ja siit levis nende kultuur Euroopasse. Et kurkide kasvatamine on alanud Indias, siis peab arvama, et nende esivanemaks on praegu seal ja Himaalaja mägede orgudes kasvav metsik kurk.

Kõrvitsa kodumaa on Mehhiko, tomatite oma aga Lõuna-Ameerika, kus tomat metsikult areneb umbes mureli suuruseks. Tomatite tarvitamine toiduks on uuema aja saavutis — 1700. a. tomateid veel ei söödud.

Rabarbri kasvatamine toiduks on veel noorem — see ei ulatu üle 100 aasta. Hiinas kasvatati seda küll varemini, aga mitte söögiks, vaid arstirohuks.



## Põllul.

Imeline muinaslugu  
Heljub sala üle maa:  
Mulla sees on palju vara,  
Palju kulda peidussa.

Juhan uskus, et seal kulda  
Tõesti peab olema —  
Ja ta kündis vara, hilja,  
Kündis suure hoolega.

Nüüd on mõne aasta jooksul  
Rikkaks meheks saanud ta:  
Ta on kulla välja kündnud,  
Vilja kõrrel kõikuma.

Imeline muinaslugu  
Heljub sala üle maa:  
Mulla sees on palju vara,  
Palju kulda peidussa . . .

*K. E. Sööt.*

## 4. Rukis.

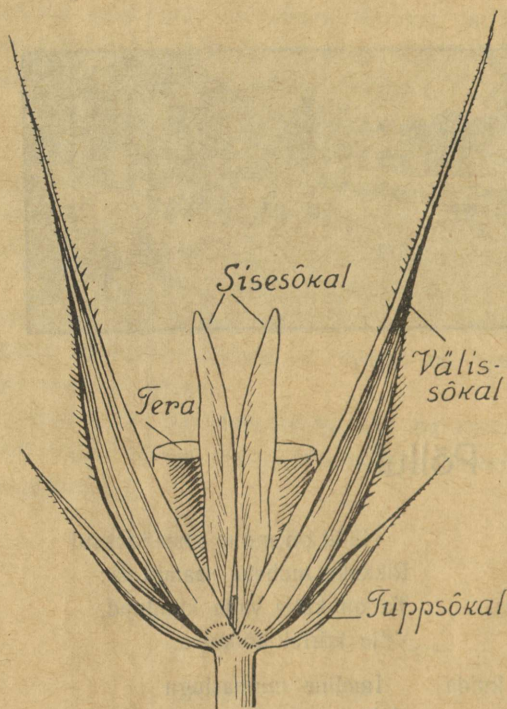
1. Meie tähtsaim toiduaine on rukkileib, mida küpsetatakse rukkijahust. Millest saadakse rukkijahu?

Vaatle rukkiterade asetust peades. Loenda, mitu tera on vaadeldavas peas. Mitmes reas need asuvad?

Rukkipea koosneb üksikutest pähikutest. Need asetuvad kahes reas ühisel teljel. Mitu tera on ühes pähikus? Kas kõi-

gis pähikuis on teri? Iga tera on kaitstud kolme nahkja kattega ehk sõklaga: väljastpoolt kahega ja seestpoolt ühega.

Lahuta pähik osadeks ja sea kokku selle plaan. Kleebi see oma töövihku ja kirjuta jooniselt sõkaldele nimed juurde.



9. joonis. Rukkipähik.

Vaatle välissõkla ohet luubis või mikroskoobis ja katsu leida põhjus, miks liigub ohe vahel kurgu poole, kui satub keelele.

Vaatle rukkitera ehitust. — See on ühest otsast tõmp, teisest terav. Kumma otsaga oli ta kinnitatud pähikusse? Tera ümbritseb nahk. Nahk on kokku kasvanud tera sisuga, nõnda et seda puhtalt eraldada on raske. Tera teravas otsas asub idu. Selles on samuti, nagu nägid kevadel herne, varreke, juureke ja leheke, kuid palju väikesemad kui hernele ja seepärast raskesti nähtavad.

Idu tuleb selgesti nähtavale rukki idanemisel. Siis on ka näha, et rukki-idu tuleb välja ühe lehekesena, hernele aga kahe lehekesena.

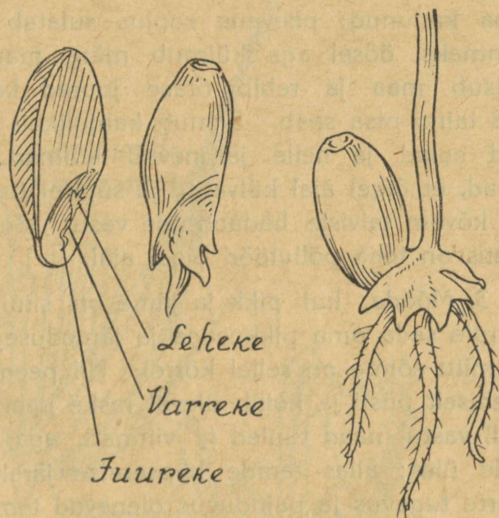
2. Võta 100 rukkitera tänavuse ja sama palju möödunud aasta saagist. Pane need idanema lahus, aga ühesugustes tingimustes. Vaatle, kas kõik terad hakkavad idanema. Arvuta, kui suur on idanemisprotsent tänavuse ja möödunud aasta saagist. Järelda, missuguse seemnega on parem põldu külvata, kas tänavusega või läinudaastasega. Kui pole võimalik saada kahe aasta teri, määra siis kindlaks idanemisprotsent ühe aasta saagist.

Talverukis külvatakse meil harilikult augusti lõpul. Külvatakse käsitsi ja masinaga. Käsitsikülvamisel langevad terad maha korratult — mõnesse kohta liiga tihedalt, teise harvalt; masinaga külvates aga ühtlasemalt, reaskülvimasinaga ridamisi. Kumb asend on rukki kasvamisele soovitavam? Kuidas peaks siis külvama? Masinaga külvi paremus on ka see, et seemned satuvad ühesugusesse sügavusse.

Rukki külvipõld peab olema kohedaks haritud ja hästi rammutatud. Ainult kohedast mullast jaksab õrn idu end välja ajada, ja nõrgad juured jõuavad pugeda laiali otsima toitu. Toitu leiavad juured siis, kui teda on muldasse pandud. Hooldas põllumees ongi seda teinud, sest põllu eest hoolitseb ta üle kõige. Rukkipõldu rammutatakse sõnnikuga, mis veetakse kevadel kesale.

Sõnnik küntakse sügavale maa sisse, et sellest tekiks külvi ajaks toit noortele taimedele. Suve jooksul küntakse kesa veel ja hävitatakse igal viisil umbrohte, et need ei tarvitaks ära rukkile määratud toitu. Kui sõnnikut vähe, siis annab põllumees rukkile parajal ajal ka kunstväetist.

Esimesed rukkiorase lehed on punakad. Need on tugevad nahkjad lehekesed. Varsti jäävad nad nende vahelt väljakasvavate roheliste lehekeste varju, ja põld kattub tiheda roheline orasvaibaga. Kui maa on rammus ja hästi haritud, ajab iga oraseke enesest võsud välja, moodustades oraste puhmakesi. Seda nähet nimetatakse võsumiseks. Rohelisena jääb oras sügisel lume alla.



10. joonis. Rukki idanemine.

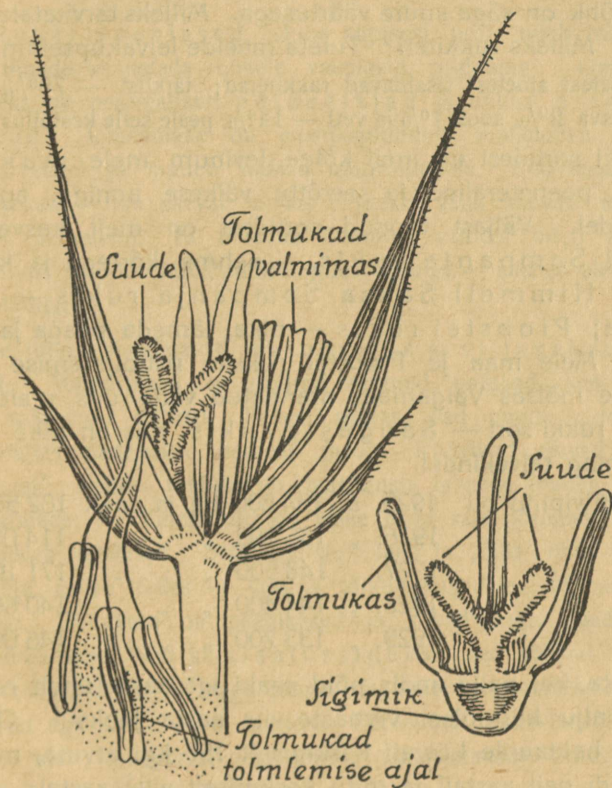
Kui lumikate korralik ja maa selle all külmunud, ja kui kevadel lähevad ilmad pikkamööda soojaks, siis elab oras vigastusteta talve üle ja hakkab kevadiste päikese kiirte virgutusel rõõmsasti kasvama. Tuleb aga sügisel lumi sulale pinnale ja jääb kauaks maha, siis võib oras saada rasket kahju, sest lume all on maa veel soe, ja oras läheb mädanema. Väga kahjulikud on orasele ka kevadised muutlikud ilmad, kui lumi juba kadunud: päevane soojus sulatab külmunud maapinna pehmeks, öösel aga külmub märg maa kõvaks; külmudes paisub maa ja rebib orase juured katki, mille tagajärjel osa taimi otsa saab. Samuti kahjulikult mõjuvad talvised järsud sulad ja neile järgnevad külmad. Tähelepanekud näitavad, et õigel ajal külvatud ja sügisel tugevaks kasvanud oras on kõvem talviste hädaohtude vastu. See asjaolu näitab, kui tähtis on teha põllutööd õigel ajal.

3. Mööda, kui pikk ja jäme on sinu vaadeldav rukkikõrs. Võrdle seda oma pikkusega ja jämedusega. Loenda, mitu lüli ja mitu sõlme on sellel kõrrel. Nii peenike kõrs seisab ometi mehiselt püsti ja hoiab üleval raske pea. Vahel muljuvad teda küll vastu maad tuuled ja vihmad, aga enamasti ajab ta end jälle üles; alles terade kúpsemise järele vajub kõrs longu. Kõrre tugevus ja paindumus olenevad tema omapärasest ehitusest: ta on jätkuline toru. Kui mullas on tarvilisi toiteaineid vähe, jäävad kõrred nõrgaks. Korralikult väetatud maas kasvab ikka tugeva kõrrega rukis.

Kõrt ümbritsevad lehed. Iga leht koosneb kahest osast: kitsast lehelabast ja vart ümbritsevast tupest. Lehelaba on taimemele toidu valmistajaks. Lehetupe ülesandest saad siis aru, kui eemaldad värskel kõrrel ühe tupe ja painutad kõrt: kõrs murdub eemaldatud tupe kohalt. (Kui viljakõrt pole, katseta kasteheinaga.) Järelikult on lehetupp kõrrele toeks. Kõrre pikemakskasvamise sünnib iga lüli alumises osas; seepärast on need kohad ka kõige õrnemad ja nõrgemad; ilma lehetupe abita ei jaksaks nad panna vastu tuultele.

4. Kui kevadel noor rukis lõigata pikuti pooleks, siis on näha, et lehtede peidus on juba valminud noor pea ja kõrreosad. Soojade ilmadega jõuab pea lehtede vahelt välja juba maikuu; juunis on rukis täis kasvanud ja õitseb. Rukki õis

koosneb ühest kaheharulise suudmega emakast ja kolmest tolmukast. Need valmivad sõkalde vahel. Rukis tolmleb tuule abil. Tolmlemine sünnib päeval, kuiva päikesepaistese ilmaga. Kui õieosade valmisaamisel on ilm tolmlemiseks soodus, siis ajavad tolmukad end hommikupoolel sõkalde vahelt välja, ja



11. joonis. Rukki õis.

tolmukniidid kasvavad kiiresti pikaks. Nõrgad niidid ei jaksa tolmukotte püsti hoida — need vajuvad alla, avanevad otsadest, ja tolm pudeneb välja. Tuul kannab selle õhku. Vahel on tolmuhulk rukkipõllu kohal nii tihe, et heljub seal suitsuna. Õhust imevad tolmutterad endasse niiskust ja langevad maha. Suur hulk neist satub emakasuuetele, aga palju ka mujale. Kui ilm on õieosade valmisaamisel vihmane, siis jäävad tol-

mukad sõkalde vahele kannatlikult ootama paremat ilma. Oodata võivad nad 4—5 päeva.

Halvasti mõjub rukkitolmlemisse tuul. Milles seisab see halb mõju?

5. Tolmuteraga ühtunud seemnepungast areneb rukkitera. Rukist kasvatatakse peaaesjalikult terade saamiseks; aga ka rukki põhk on väga suure väärtusega. Milleks tarvitatakse rukkipõhku? Milleks rukkiteri? Tuleta meelde leivaküpsetamise käik.

Toitvatest ainetest sisaldavad rukkiterad: tärklis — 70%, valke — 11%, rasva 2%, sooli 1% ja vett — 14%, peale selle kestollust — 2%.

Rukki sortidest on meil kõige levinum meie maa rukis. See on peeneteraline ja seetõttu väikese anniga, aga ta on talvekindel. Väljast toodud sortidest on meil kasvatatavad: Jägeri Šampanja rukis — pehme kõrrega ja keskmise teraga; Himmeli Saksa-Šampanja rukis — kollaste teradega; Probstei rukis — pika, jämeda peaga ja jämeda teraga. Meie maa ja Probstei rukiste risttolmlemise abil on Sangaste mõisas Valgamaal arendatud välja uus meie kliima kohane rukki sort — Sangaste rukis, mis on pika ja raske teraga ning talvekindel.

Rukki külvipind oli	1925. a.	154 800 ha	ja saak	182 500 tonni
	1926. „	136 100 „	„ „	114 000 „
	1927. „	148 500 „	„ „	171 100 „
	1928. „	144 400 „	„ „	140 600 „
	1929. „	133 200 „	„ „	146 000 „

Arvuta, kui palju andis põld saaki iga aasta ühelt hektarilt ja kui palju keskmiselt viimaste viie aasta jooksul. Oletades, et igale hektaarile külvati keskmiselt 150 kg, arvuta, mitu seemet saadi neil aastail ja mitu keskmiselt viiel aastal.

Oma rukist meil ei jätku; iga aasta veetakse seda väljast sisse. Nii veeti sisse: 1925. a. — 47 700 tonni, 1926. a. — 56 500 t., 1927. a. — 28 200 t., 1928. a. — 49 700 t. ja 1929. a. — 63 500 t. Rukki sissevedu on soovimatu nähtus. Meil on veel maad, mis üles harimata ja mis üles haritult võiks vilja kanda. Ka annaksid meie põllud paiguti paremat saaki, kui neid paremini harida ja rammutada. Seda ei tehta — osalt hoolimatuses, osalt oskamatuses. Peab lootma, et kui praegu-

sed noored, kes usinasti koolides tarkust koguvad, saavad täisealisteks, nad siis söötis maad ja sood üles harivad põldudeks ja muudavad praegused põllud viljakandvamaks. Siis kaob Eestil tarvidus väljast vilja sisse vedada.

Rukis on arendatud metsikust rukkist, mis kasvab praegu umbrohuna Edela-Aasias.

6. Rukki vaenlased. Juba algusest peale tuleb rukkil peale halbade ilmade kannatada rohkete vaenlaste pealetungi. Oraselehtede hävitajateks on peajaslikult põlduälkjad ja liblika orasöödlase röövikud. Orasöödlane on mustjaspruunide mullakarva tiibadega. Ta lendab suvel ja muneb munad umbrohtudele. Röövikud — kuni 50 mm pikad — on päeval mullas peidus; välja tulevad nad öösel ja söövad oraselehti. Et tõukude ilmumist vältida, tuleb kõigepealt hoida põllud ja põllu ääred umbrohtudest puhtad — siis ei ole liblikatel munemiskohta.

Orase juured kannatavad maipõrnika ja viljanaksuri tõukudest. Maipõrnikad on suured pruunid putukad, kes lendavad kevadel mai-juuni õhtutel. Päeval ripuvad nad puude lehtedel, kust nad raputades pudenevad kergesti maha. Röövikud elavad maa all 3—4 aastat. Nende toiduks on igasuguste taimede juured, eriti aga noorte taimede. — Viljanaksur on väike must sale põrnikas; ta tiibadel on pikuti vaokesed. Selili asetatult teeb ta „silla“ ning viskub — rinnakilbiga naksu tehes — üles ja kukub jalgadele. Munad muneb maa sisse. Röövikud on peenikesed ja kõvad nagu traadid, sellepärast nimetatakse neid ka traatussideks; nad söövad kõigi taimede maa-aluseid osi — nagu juuri, mugulaid jne., iseäranis kardetavad on nad aga noore orase juurtele. Röövikute peahävitajaks on maa all elutsev mutt, sellepärast peab mutile pahategemisest hoiduma; põrnikaid hävitavad üksikud linnud.

Rukkikõrte kõige kurjem vaenlane on kõrrelõikaja röövik. See putukas muneb munad rukkikõrte ülemisse osasse, iga kõrre sisse ühe muna. Munast tulnud röövik toidab end kõrre sisemusest, ta sööb ka sõlmed läbi. Vigastatud kõrs ei jaksa teri kasvatada, ja kui teised kõrred pea raskuse all painduvad, jäävad röövikust puretud kõrred püsti — nende pead on tühjad. Lõikuse ajal on röövik kõrre alumises osas juure peal peidus, nõnda et teda ühes lõigatud viljaga põllult ära ei viida. Talve veedab ta mullas; kevadel nukkub, ja suve

algul lendab juba noor putukas rukkiväljal ja muneb mune. Ta hävitajateks on putukaid püüdvad linnud.

Rukki lehtede tegevust halvab seen — viljarooste. Haigust võib tunda roostekarva plekkidest lehtedel ja kõrtel. Nende plekkide kohalt on leht juba surnud, ja nendes ei valmi toitu. Roostehaigust põdevates taimedes on terad väikesemad. Viljarooste areneb eostest, mis valmivad kukerpuu ja mõne rohttaime lehtedel.

Ka tungaltera on seen, mis hävitab rukkiteri. Tungaltera pudeneb lõikuse ajal maha, ja kevadel kasvavad ta külge peakesed, milles arenevad eosed. Tuul kannab eosed noore rukki peadele. Siin kasvavad eostest niidid, mis omakorda sünnitavad eoseid. Neid eoseid levitavad putukad. Seennit sõõrutab välja magusat vedelikku, mida nimetatakse meekasteks. Putukad sõõvad meekastet, nende keha külge jäävad ka eosed ja ronides ühelt viljapealt teisele kannavad nad eoseid laiali. Nendest eostest kasvavadki tungalterad. Tungalterad sisaldavad mürgi. Leiva teeivad nad mõruks.

7. **Nisu.** Missuguseid toite valmistatakse nisust? Kuidas hindavad põllumehed nisupõhu väärtust?

Nisu on maa suhtes nõudlikum kui rukis. Ka külma vastu on ta õrnem. Sellepärast kasvatatakse meil nisu võrdlemisi vähe, rohkem oma tarviduseks kui müügiks. Nisu kasvatatakse nagu rukistki kahe-sugust: tali- ja suvinisu. Aga kuna talirukki külvipind on umbes 150—200 korda suurem kui suvirukki oma, on tali- ja suvinisu külvipinnad peaaegu võrdsed. Statistilised andmed näitavad nisu külvipinna, saagi ja sisseveo kohta järgmist:

1925. a.	oli külvipind	20000 ha,	saak	21500 tonni,	sisse veeti	23300 tonni
1926. a.	„	24000 „	„	23900 „	„	22700 „
1927. a.	„	27000 „	„	29400 „	„	22100 „
1928. a.	„	28500 „	„	28200 „	„	29200 „
1929. a.	„	29500 „	„	34500 „	„	31100 „

Võrdle rukki ja nisu päid ning teri ja õpi neid üksikult tundma. Missuguseid umbrohete oled pannud tähele rukkis ja nisus?

## 5. Põldhiir.

1. Põllul elutseb terve hulk loomakesi, kes tahavad saada osa põllusaagist. Nende hulka kuulub ka põldhiir. See on väike hallikaspruun, valkja kõhualusega loomake. Mispoolest

on säärane värvus hiirele kasulik? Tuleta meelde lõokest. Missuguseid teisi loomi veel tunnend, kelle värvus vastab ümbrusele?

Vaatamata lühikestele jalgadele on põldhiir kärmas loomake. Liikumisel, eriti hüppamisel ja ronimisel on tal toeks tugev saba. Tema varbad on varustatud tugevate küüntega. Nende abil kaevab loom end kiiresti maasse ja uuristab seal käike. Abiks on tal sealjuures tugev koon. Missugused on põldhiire kõrvad? Kuidas soodustab see mullas liikumist?

2. Toiduks tarvitab põldhiir õrnu juurekese, noort orast, ristikut. Iseäranis armastab ta aga teri ja kaunvilja.



12. joonis. Põldhiir.

Põldhiir sööb palju. Samuti toob ta kahju talvetagavara kogumisega. See algab vilja valmimise ajal. Teravate esihammastega lõikab hiir kõrre juurelt, eraldab pea ja viib selle oma pessa. Lõikuse ajal kogub ta langenud teri ja päid. Ei põlga ka lõigatud vilja. Oled pannud tähele põldhiiri ja „hiireauke“ viljarõukude all? Mispärast kogunevad hiired pärast lõikust sinna? Inimesel on raske pidada võitlust põldhiirtega. Mispärast? Peale muu on hiirel kaitseks veel arenenud meeled.

3. Talve veedab põldhiir pesas. Pesa juurde viib harilikult mitu käiku. Milleks? Talveund põldhiir ei maga. Ta elatab end sügisel kogutud tagavaradest. Ainult külmemal ajal langeb loom poolunne. Soojemate ilmadega ta vahel isegi lahkub pesast. Kas panid tähele möödunud talvel tema käike lume all?

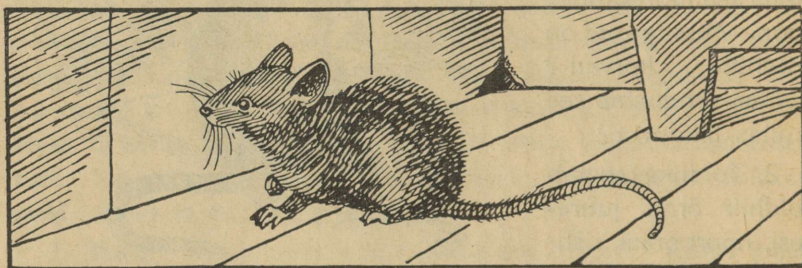
4. Põldhiirel on palju vaenlasi: hiireviu, öökullid, külvivares, siil, kassid ja koerad, — kõik need hävitavad hiiri.

Kuid hoolimata vaenlaste suurest arvust ei kao põldhiired ometi, kuna nad sigivad väga kiiresti. Põldhiir poegib kolm

kuni neli korda suve jooksul, tuues korraga kuni seitse poega. Pojad on algul pimedad ja karvadeta. Nädala pärast kattuvad nad karvadega; nägema hakkavad nad aga alles kahe nädalaselt.

Hiirte paljunemist takistavad kauakestvad vihmad, täites pesi veega.

Elutingimuste halvenemisel võtavad põldhiired vahel ette rännakuid paremaisse paikadesse, ujudes teel isegi üle jõgede.



13. joonis. Majahiir.

5. **Majahiir** ei erine väliselt kuigi palju põldhiirest. Oma teravate, alaliselt kasvavate lõikhammastega närib ta endale igalepoole tee. Närimisega teeb hiir väga palju kahju. Mööbel, riided, raamatud — ükski asi pole kaitstud tema teravate hammaste eest. Kuidas võideldakse hiirte vastu kodus?

Kui tahad ligemalt panna tähele hiire kehaehitust ja eluviise, aseta kinnipüütud hiir traatpuuri. Eluasemeks pane talle kaks kastikest, üks ülles, teine alla. Ronimiseks tõmba mitmes suunas nõõre või pane puupulgakesi. Toiduks võid anda kõike söödavat.

Vaata, kuidas hiir jookseb, ronib; kuidas ta ronides saba tarvitab. Võrdle saba pikkust keha pikkusega. Pane tähele, kuidas hiir tagumistel jalgadel istub, kuidas ta sööb. Vaata, kui julgeks ta läheb, kuidas sinuga harjub.

Hoolimata sellest, et hiir liigub ka kõige mustemates kohtades, on ta alati puhas. Ta puhastab end hoolega. Pane tähele, kuidas hiir seda teeb.

Hiirtest palju tüütavamad on **rotid**. Mis tead neist?

1. Võrdle põldhiirt majahiirega. 2. Määra ligikaudu keskmine hiireaukude arv ühel hektaaril. Selleks loenda neid kõrrepõllul kolmel 25 ruutmeetri suurusel maa-alal ja arvuta siit keskmine ha kohta. 3. Mitu hiirepesa on hektaaril, kui iga viie augu kohta tuleb üks pesa.

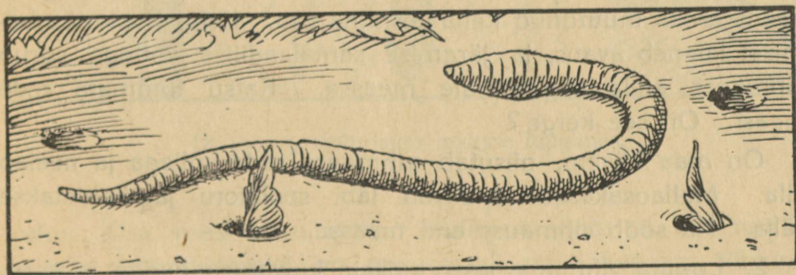


14. joonis. Rott.

4. Kaeva üks pesa lahti. Millega on ta vooderdatud? Kui sügaval ta asub? Kui palju on temasse kogutud tagavara? 5. Kui palju on seda ühel hektaaril? 6. Mis kahju toob põldhiir inimesele? Missugune tähtsus on tal looduses? 7. Joonista hiirepesa läbilõikes.

## 6. Vihmauss.

1. Maa sees elutsevate loomakeste hulgas on põllumehel ka abilisi. Üks neist on vihmauss. Kas oled pannud



15. joonis. Vihmauss.

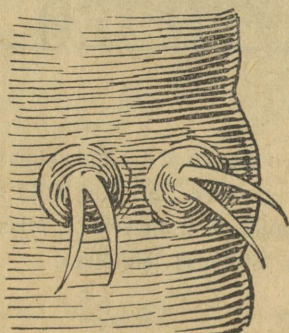
tähele vihmaussi jälgi pärast vihma või kastesel hommikul? Kas oled näinud vihmaussi augukesti ja hunnikukesti teedel?

Tahad vaadelda vihmaussi ligemalt, puhasta ta mullast ja aseta paberile. Pane tähele vihmaussi jämedamat peapoolset ja peenemat tagumist kehaosa. Liikumise järele leiad, kus on pea. Juhi luubi abil valgusekiiri vihmaussi peapoolsele. Mida paned tähele? Tee sama katset keha muude osadega, peapoolt kinni kattes.

Silmi vihmaussil pole. Kuid ometi on ta valgusetundlik. Mispärast pole nägemine eriliselt tähtis? Maa peal on aga vihmauss kaitseta, kuna ta ei saa silmata vaenlasi.

Vaatle keha rõngaid. Loenda, kui palju neid on. Mõõda roomava vihmaussi suurim ja väikesim pikkus. Vaatle vihmaussi liikumist niiskel kuivatuspaberil. Näed keha lainelist peenenemist ja jämedamaks muutumist, pikenemist ja lühenemist.

Need liigutused toimuvad naha all asuvate sirg- ja rõngaslihaste abil.



16. joonis. Vihmaussi harjasekesed.

Tõmba vihmauss tagurpidi pikkamööda läbi peo. Mida tunned? Aseta vihmauss kuivatuspaberile. Mida kuuled looma liikudes? Krabina tekitajateks on väikesed harjasekesed, mis asetsevad rõngastel paariviisi ja on abiks edasiliikumisel.

Vaata, kuidas vihmauss liigub mööda maad. Kuidas tungib ta maasse? Terav koonuseladine pea surutakse mullaosakeste vahele. Temale järgneb peenikeseks muutunud keha eesmine osa. Keha kokkutõmbumisel laieneb avaus, ja järgmise samalaadilise võttega surub vihmauss enda sügavamale maasse. Katsu tõmmata teda tagasi. On see kerge?

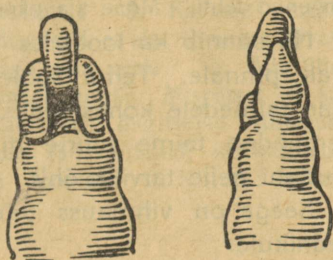
On maa kõvem, siisutab vihmauss seda süljega ja neelab alla. Mullaosakesed rändavad läbi sooletoru ja heidetakse välja. Nii sööb vihmauss end maasse.

2. Loputa vihmauss vees, kuivata kuivatuspaberiga ja aseta klaasile. Mis ilmub varsti nahale? Mis tähtsus on nahka katval limal? Tuleta meele konna. Vihmauss hingab naha kaudu. Kui nahk ära kuivab, ei tungi õhk sellest läbi ja hin-

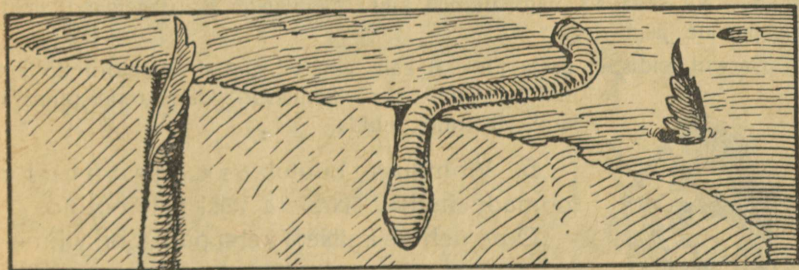
gamine muutub võimatuks. Sellepärast ei saa vihmauss elada niiskusetä. Kuid ometi pole ta veeloom. Ta vajab õhku. Mispärast sureb vihmauss vees? Puuduta tasakesi vihmaussi. Puhu temale vaikselt. Mida paned tähele? Liginda vihmaussile äädikasse kastetud klaaspulgake. Siit näed, et vihmauss on tundlik puutumise ja lõhna vastu. Terava nahatunde abil tunneb ta mullas muti liginemist. Mitmesugust toitu valikuks andes leiad, et ta tunneb samuti maitset.

3. Vaatle vihmaussi pead ja teisel rõngal asuva suu ehitust. Näed, et suu pole kohandatud närimiseks. Puuduvad hambad toidu peenendamiseks. See sünnib sooletorus. Pane mullale, kus asuvad vihmaussid, kõdunenud taimeosi, eriti lehekesi. Mis sünnib nendega? Vaata, kuhu nad jäid.

Õösi sirutub vihmauss august välja; keha augu ümber liigutades leiab ta kõrrekesi ja lehekesi, haarab neid ja viib



17. joonis. Vihmaussi pea.



18. joonis. Vihmauss maasse tungimas.

auku. Osa maa sisse viidud lehtedest sööb ta, kui nad ta kehale vastuvõetavaks on muutunud, osa läheb aga käikude voorderdamiseks ja toppimiseks. Kuid mitte alati pole vihmaussil käepärast valmis toitu. Siis „söök“ loom mulda, nagu juba nägime, jälgides tema tungimist kõva maa sisse. Ometi

pole muld iseenesest vihmaussi toiduks, vaid temas leiduvad kõdunenud taimede jäänused.

4. Et ligemalt panna tähele vihmaussi tegevust, aseta 4 kuni 5 loomakest klaaspurki, mille põhjas on natuke sõelutud aiamulda, pealpool aga mitmevärvilist niisket liiva kihtidena. Liivale pane niiskeid langenud lehti. Mõne aja pärast näed, et liiv ja muld on segunenud.

Nii sünnib ka looduses. Vihmauss toimetab mulla sügavamalt pinnale. Tema sooletorus muutub ka sügavamal asuv maa taimedele kohasemaks. Pinnase kobedamaks muutumine kergendab taime juurte mullasse tungimist. Samuti pääseb juurteni neile tarvilik õhk.

Seega on vihmauss paremaks abiliseks põllumehele ning aednikule.

Nii töötab vihmauss varakevadest hilissügiseni. Tuhandete aastate kestes on pinnase muldkate käinud läbi vihmaussi keha ja muutunud huumuserikkaks taimede kasvumaaks. Seega on vihmauss väsimatuks maa väetajaks ja harijaks.

Selle kohta ütleb inglise looduseuuriija Darwin: „Ader on kasulikem ja vanim põllutöö-riist, aga juba ammu enne tema leiutamist kündsid maad vihmaussid.“

„Suurepärastel harivad vihmaussid põldu taime juurtele. Perioodiliselt toovad nad pinnale sügavamaid kihte, neid sõeludes ja peenendades. Nii segavad nad alumisi kihte ülemistega ja rikastavad neid mädanevate jäänustega.“

Darwin leidis, et aasta jooksul käib läbi vihmaussi sooletoru 25 kg mulda. Ühel aakril kannavad vihmaussid pinnale kuni 10 tonni mulda.



19. joonis.  
Vihmaussi munad.

5. Vihmauss kuulub selgrootute loomade hulka. Nimeta teisi selgrootuid.

Oma pehme kaitseta keha pärast on vihmauss maiusroaks paljudele loomadele. Määratul arvul vihmausse hävitab mutt. Ei anna neile armu ka pardid, haned, varesed, kuldnokad. Samuti söövad vihmausse siilid, sisalikud ja konnad. Nii kiusab neid taga arvukas vaenlaste hulk. Ainult kiire sigimine hoiab vihmaussi hävimast. Paljunemine sünnib munade kaudu, mis asetsevad keha ümbritsevas vöös. Vöö heidetakse maha. Ta muutub kinniseks kookoniks, milles kuni neli muna. Munadest ilmuvad noored vihmaussid algavad otsekohe iseseisvat elu.

Vihmauss ei sure ka siis, kui adratera või labidas ta poolks lõikab, vaid mõlemad pooled elavad edasi. Talve vedab vihmauss sügavamal maa sees.

1. Loenda vihmaussi augukeste arv 25 m<sup>2</sup>? Kui palju on neid hektaril? 2. Kaeva aias 1 m<sup>2</sup> ümber kahe labida sügavuselt. Kui palju leidsid vihmausse? Kui palju hektaril? 3. Kaevates määra, kui sügavale tungivad vihmaussid. 4. Mispärast ei ela vihmauss liivas? Mispärast ei tule ta päikesepaistelise ilmaga maa peale? 5. Mis ütled arvamusest, nagu näriks vihmauss taimede juuri? Mispärast ei söö vihmauss värsked lehti? 6. Kuidas kasutavad õngitsejad vihmaussi valgusetundlikkust? 7. Joonista vihmauss väljasirutatud, kokkutõmbunud asendis. 8. Vaatle luubis harjasekesi. Joonista. 9. Kirjuta: Vihmauss põllumehe abilisena.

## Elu metsas.



Igav liiv ja tühi väli,  
Taevas pilvine;  
Jõuan tulles metsa äärde,  
Tuleb nõmmetee.

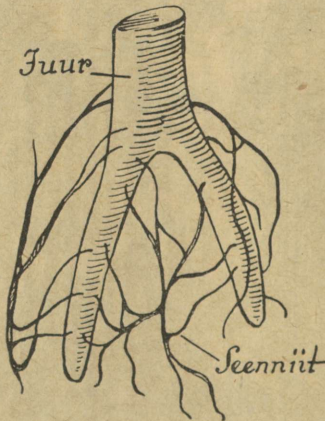
Pedak heleroheline  
Kask kuldkollane!  
Nõmm on sügisele  
Langend kaenlasse.

Männi roheline samet,  
Üksik metsatee:  
Pedak heleroheline,  
Kask kuldkollane:

*Juhan Liiv.*

## 7. Mänd.

1. Missuguses pinnases oled näinud kasvamas mände? On imelik, et mände ei leidu heas maas. Võiks arvata, et mänd põlgab head pinnast ja armastab kehva. Ometi ei ole see nõnda. Ka mänd kasvaks meeleldi heas pinnases, kui talle seda võimaldaksid välised tingimused. Asi seisab selles, et mänd on väga nõudlik valguse suhtes. Ta võib kasvada ainult seal, kus teised taimed tema eest päikest ei varja. Heas pinnases kasvab aga palju teisi puid, ja need ei anna männile võimalust kasvada. Tema kui äratõugatu pidi taganema kehvale pinnasele ja kohanema siin kasvamiseks. Pika aja jooksul on mänd tõesti selleni arenenud, et ta võib kasvada peaaegu paljas liivas. Ja nüüd kasvatataksegi teda kehval pinnasel, kus ükski teine puu ei saa kasvada. Seega saadakse tulu ka niisugusest maast, mis muidu oleks lage liivaväli.



20. joonis.

Seenniidid männi juurel.

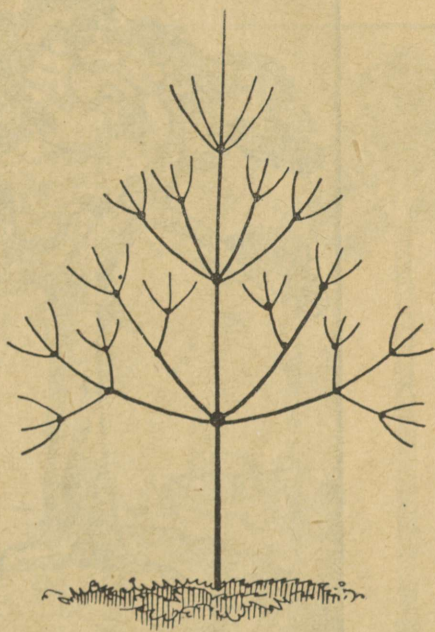
Mis võimaldab männile kasvamise liivas? Et seda näha, vaja kaevata lahti männi juured; seda võib teha kahjuta ainult kännu juures. Kaevamisel näed, et männil kasvab pikk ja tugev peajuur sügavasse maa sisse. See kinnitab ta kõvasti maa külge ja võtab sügavamatest kihtidest niiskust. Kõrvaljuured jooksevad igas suunas kaugele laiali, mõned päris pinna ligidal. Need on toidukogujad. Toiduvõtmisel aitavad juurtele kaasa hallitus- ehk

seenniidid, mis ümbritsevad tihedalt peeni juurteharukesi. Seenniidid saavad valmistoitü männilt, korjavad aga sellele toidumaterjali. Siin on vastastikune toetamine, nagu herne ja bakterite vahel. Kuidas seda nimetatakse? — Mõõda

männi kõrvaljuurte pikkust ja proovi nende sitkust. Milleks võiks neid tarvitada?

2. Otsi männilt pungi. Vaatle, kuidas asetuvad oksad männi tüvel. — Pungi leidub okste ladvas. Mujale mänd pungi ei sünnita. Need tekivad ainult sügisel. Kevadel võrsuvad pungadest oksad, mis asuvad kodarikuna tüvel ja jämedamatel okstel. Et oksad tekivad ükskord aastas ja ikka kasvude ladvast, siis on oksakodariku vahede arvu järele võimalik leida ka männi vanust.

Pane tähele võra (krooni) suurust ja kuju metsas koos kasvavatel mändidel ja võrdle neid lagedal üksikult kasvavate mändide võruga. Teades männi valgusenõudlikkust, püüa selgusele jõuda, miks on võra ehitusel selline vahe.



21. joonis. Männi vananemise skeem.

Mõõda välja noores männikus 100 m<sup>2</sup> maa-ala ja loenda, mitu mändi kasvab sel maatükil. Tee sedasama ka männikus, kus on hea palgimets. Võrdle puude arvu. Noorelt kasvavad mändid tihedalt ja on kõik ühesugused. Olles kasvanud suuremaks erinevad nad juba: mõned on jäänud teiste varju ja on kidurad; suurem osa kasvab aga ühtlaselt edasi. Mõne aasta pärast ei ole ka need enam võrdsed; nende sealt on jälle hulk jäänud teiste alla varju ja muutunud kiduraks; varem kiduraks jäänud on kadunud: nad on kas kuivanud või välja raiutud. Nõnda kestab metsas vahetpidamata võistlus tugevamate puude vahel, ja teistele allajäänud kaovad. Palgi-esse jõuab vähe puid. — Otsi metsas kiduraid puid ja leia, missugused neid varjavad. Milleks tarvitatakse noorelt maharaiutud mändi?

3. Vaatle männi koort noortel ja vanadel tüvedel. Leia männi tüvel koht, kus koor on vigastatud. Millega on kattunud haav? Vaatle hiljuti mahasaetud palke ja värsked kände. Missugust ainet imbub

neist? — Männid on väga vaigurikkad, eriti vanad puud. Vaiku sõrutab mänd koore haavadele. Vaik on tihe ja veekindel. Ta kaitseb vigastatud kohti niiskuse eest ega lase mädanemist tekitavaid pisikuid tungida puusse.



22. joonis. Üksikult kasvav mänd.

Loenda kännul või palgil aastaringide arv. — Puu kasvatab iga aasta ühe ringi. Ringide arv näitab puu vanust. Mõõda loendatud palkide ja kändude jämedust ja võrdle kasvavate puude omaga. Oleta, kui vanad võiksid olla võrreldavad kasvavad puud.

Männi puu on pehme ja urbne; värvuse poolest pole ta ühtlane. Sellepärast on ta odavamalt hinnatav kui teised puud, nagu kask, lepp, tamm. Vaigurohkus teeb aga männi vastupidavaks mädanemisele nii õhus, maas kui vees; seetõttu on ta parimaks materjaliks majade, sildade, laevade jne. ehitamisel (vt. edasi „Ehituspuit“). Iseäranis head on vanemad

vaigurikkamad puud. Ka põletuspuudena on vanad puud paremad: nad on tihedamad.

Kuivajamisel saadakse männist tõrva, äädikat, puupiiritust; vaigust — tärpentini ja kamprit. Männipuu tahma tarvitatakse saapamäärde ja trükimusta valmistamiseks. Meil Eestis pole need tööstusharud küllaldaselt arenenud.



23. joonis. Võistlevad männid.

Vaatle männi viimaste aastate kasvusid ja leia, mitme aasta kasvud on kaetud okastega. Mitu okast kasvab koos? — Mänd on igihaljas puu. Tema okkad püsivad 2—3 aastat — heas maas kauemat, halvas lühemat aega. Talveks tõmbuvad neil õhupilud kokku ja vesi ei saa aurata mahladest välja.

4. Soojal kevadel õitsevad männid juba mais, viludel aga juunis. Kõrgemate okste noorte kasvude tipul paneme siis

tähele väikesi punaseid kábikesi. Need koosnevad hulgast soomustest. Mikroskoobi abil leiame iga soomuse kaenas kaks seemnepunga; emakat männil pole, seemnepungad on lahtiselt soomuste varjul. Need on mánni emaõisikud. Samal ajal on leida noorte kasvude algul, seega rohkem varjatult, kollaste kábikeste kobaraid. Need on tolmukõisikud. Iga soomuse kaenas areneb kotikestes suur hulk tolmuteri.



24. joonis. Männioks õitega.

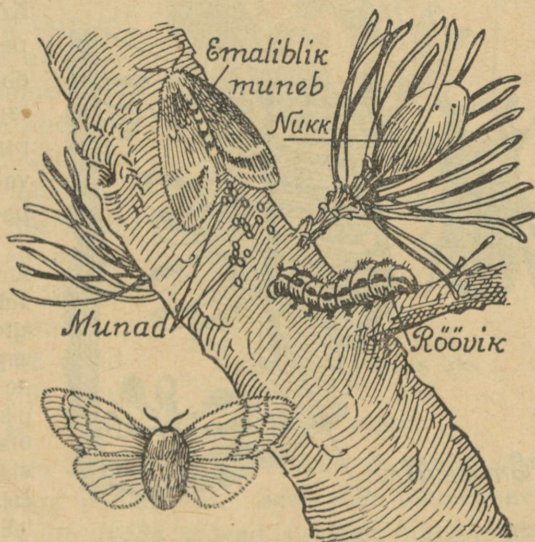
Iga tolmuttera on varustatud kahe põiekesega, mis asuvad teine teisel tera küljel. Tuul kannab tolmu laiali — mänd on tuul-tolmleja taim. Kui õitsemise aeg on ilus vaikne, siis võib leida männimetsade ligidal veeloikudel kollast vina; see tuleb männi tolmuteradest — nii palju on neid langenud maha. Pärast tolmlemist kõdunevad tolmukõied, jättes okstele okkavabasisid kohti. Otsi neid. Emaõisikutel vajuvad soomused kokku; väljasõrduv vaik kleebib soomuste vahed tihedalt kinni; algab kábikese

kasvamise. Pimedas soomuste kaisus arenevad pikkamööda ka seemned.

Lõika risti pooleks kevadine käbik ja katsu leida seemneid. Samuti tee eelmise kevade käbiga. — Esimesest ei leia sa palju silmaga midagi. Seemne arenemine toimub väga pikkamööda. Teise aasta käbis on seemned juba valmis. Tuleval kevadel pakatuvad käbid, ja seemned pudenevad välja. Iga seeme on varustatud tiivaga; tiiva abil kannab tuul seemned laiali. — Viska mõni männiseeme õhku ja vaatle nende lange-mist. Samuti langevad nad puult. Tuulehoog haarab langevad seemned oma rüppe ja kannab nad emapuust kaugemale. Sood-sale pinnasele sattunud seemnest areneb noor mänd.

Külva männi seemneid lillepotti ja jälgi nende idanemist. — Männi idu tuleb seemnest välja mitme lehekesena. — Litsu katki mõni seeme paberi vahel ja ot-susta tekkinud pleki järgi, mis ainet ta sisaldab. Männi seemned on maits-vaks toiduks pal-judele lindudele, nagu rähnid, vin-did, tihased; ka oravad söövad neid väga hea meelega.

5. Männil on pal-ju vaenlasi. Üks neist on männiliblika ehk männikedriku röö-vik, kes sööb männi okkaid. Liblikad len-davad öösiti suve tei-sel poolel. Päeval istuvad nad puu koor-tel; siia muneb ema hunnikutena ka munad. Augustis tulevad välja röövikud. Talve veedavad nad maas sammalde ja samblikkude varjul. Kevadel ronivad nad uuesti mändidele. Okaste söömine jätkub juuli-kuuni, siis kujuvad röövikud endile koja ümber ja nukkuvad. Umbes kolme nädala pärast tulevad välja liblikad. Männikedriku röövikute



25. joonis. Männikedrik.

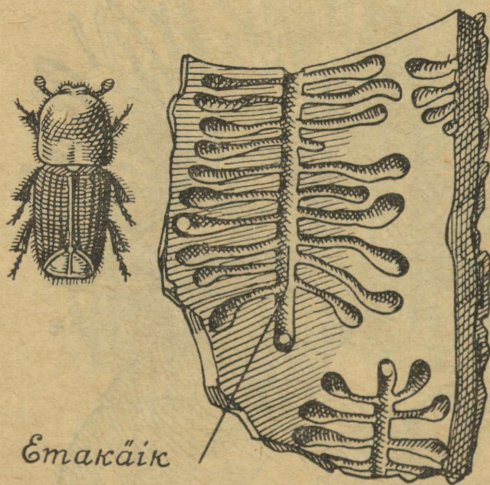
hävitajateks on mitmed linnud, nagu kägu, öösorr j. t.; putukad käo-vaablaste munevad nendesse oma munad, ja neist välja tulnud röövikud toituvad nende lihast.

6. **Kuusk** on meie metsade teine tähtsaim puu. Vaatle ta kasvamiskohti, juuri, okkaid ja loenda aastaringe. — Kuuse juured ei tungi nii sügavale ega aja end nii laiali kui männi omad; ta juurte pindala on umbes 6—7 korda väikesem kui männil. Sellepärast nõuab ta kasvamiseks paremat maad. Okkad püsivad puul kuni 5 a. Võra ei laasu nii kergesti kui männil ja on tihe. Käbid valmivad juba samal aastal, aga seemned levivad järgmisel kevadel.

Meil kasvab metsades kahesuguseid kuuski — punase- ja rohelinekäbilisi. Punasekäbilise puu on kõvem ja tihedam.

Kuusk annab männiga pea võrdses headuses ehitusainest; iseäranis tarvitatakse kuusepuu muusikariistade valmistamisel ja paberitööstuses.

Nõrkade kuuskede, samuti koorimata palkide ja kändude koore all leidub tihti käike, nagu näha joonisel. Need on õige väikese, 5 mm pikkuse mardika kooreüraski käigud. Emamaridikas sööb pea- ehk emakäigu ja muneb käigu külgedele munad. Munadest väljunud silmadeta ja jalgadeta röövikud söö-



Emakäik

26. joonis. Kooreürask ja ta käigud.

vad kõrvalkäigud. Nende lõpul nukkuvad röövikud. Noored kooreüraskid puurivad kooreasse augud ja tulevad välja. Nad lendavad maisjuunis. Otsi kooreüraskeid, nende tõuke ja nukke.

Kooreüraskite hävitajateks on rähnid. Ka tulevad nende vastu võitlemise otstarbel koristada metsast kõik maharaiutud puud, mis koorimata, ja koorimata kändud, sest just nende koore all arenevad jõudsasti kooreüraskid.

## 8. Pohl.

1. Pohlamarju leidub metsas hilissügiseni. Mis värvust nad on? Missugune on nende maitse? Lõika mari pooleks ja vaatle selle ehitust. Väljast on ta kaetud tiheda nahaga. Naha all on mahlarikas liha ja keskel kõva kestaga väikesed seemned. Mitu seemet on?

Looduses püüab iga taim kohandada oma osi vastavalt ümbritsevatele oludele. Võrreldes taimede lehti, varsi, juuri,

vilju, näeme neis suurt mitmekesisust nii väliskujus kui ka värvuses ja sisemises ehituses.

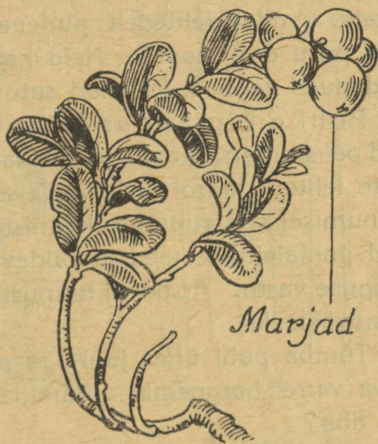
Tahtmatult tekib seejuures küsimus, mis kasu on taimel ühest või teisest ehitusviisist.

Vastuse saame harilikult siis, kui oleme hoolega vaadelnud taime elutingimusi.

Nii oled sa leidnud juba vastused küsimustele, mis kasu on männil temale omapärasest juurte ehitusest, hernel

— köitraagudest, porgandil — sarikõisikust jne. Püüa nüüd jõuda ka selgusele, mis kasu

on sellest pohlal, et ta vili on maitsev mari.



27. joonis. Pohla oks.

Selgusele võib jõuda üksnes siis, kui viibida marjade valmistamise ajal pikemat aega pohlastikus. Seal võib tähelepanelikult vaatlaja näha, kui suure isuga söövad mitmed linnud, nagu rästad, kuldnokad, varblased j. t. pohla marju. Nende lindude väljaheidetes leidub pohla seemneid. Marjade liha on seedinud, seemned aga terveks jäänud. Paks kest kaitseb neid, nad on täiesti idanemisvõimelised. Kui seemned satuvad väljaheidetega soodsale pinnale, arenevad nendest pohlad.

Ainult täiesti valminud seemned on idanemisvõimelised, ainult neid on tarvis pohlal levitada, et oma sugu suurendada. Valminud seemned leiduvad vaid küpsedes marjades. Sellepärast peaksid linnud sööma ainult küpsi marju. Ja nõnda

see sünnibki. Noored marjad on rohelised ja mõrud; lindudele ei hakka need silma ega maitse — valminud aga küll. Mis tähtsus on asjaolul, et valmis marjad on punased?

Missuguseid marju oled veel pannud tähele metsas, mis noorelt on rohelised ja mõrud, valminult aga värvilised ja maitavad? Kuidas tarvitavad inimesed pohlamarju toiduks?

2. Maitse pohla lehti. Otsi nende hulgast putukaistsööduid. Maitstes tunduvad pohlalehed mõrud. Mõru maitse oleneb parkainest, mida lehed sisaldavad. See aine on neile kaitseks putukate vastu.

Otsi pohlalt roosakaid paisunud lehti. — Need on haiged lehed. Nendes elab söödikseen. See paljuneb eoste abil. Vaatle nendelt lehtedelt pudenenud valget puru mikroskoobis. See puru ongi eosed. Neid kannab laiali tuul ja neist arenevad uued seemned, kui nad satuvad pohla lehtedele.

Pohl on igihaljas taim nagu mändki. Ta lehed on kaetud paksu marrasknahaga, mis takistab talvel vee auramist. Tihe date lehtedega rohelisi pohlavarsi tarvitatakse talvel vanikute punumiseks ja ruumide kaunistamiseks. Mõned inimesed jooavad pohlalehtede teed ja väidavad, see olevat rohuks jooksva haiguse vastu. Arstid ei tunnusta seda lehtede omadust tähelepanuväärseks.

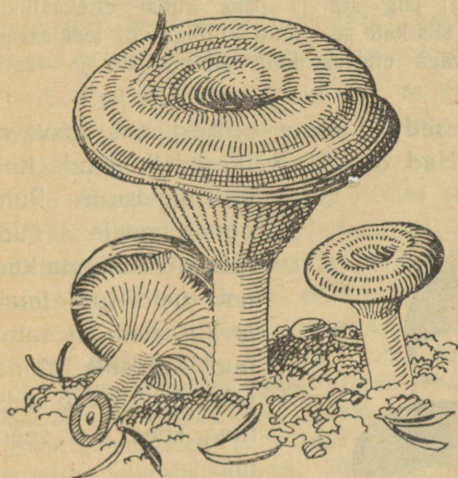
Tõmba pohl ühes juurtega maast ja vaatle maapinnas kasvava varre hargnemist. Järelda, miks on pohlastik harilikult nii tihe?

Missuguseid marju leiad sügisel veel metsast? Milleks neid tarvitatakse? Võrdle nende lehti ja varsi pohla omadega.

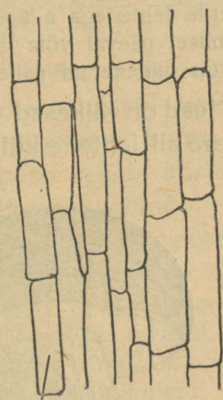
## 9. Kuuseriisikas.

1. Otsi metsast heleruugeid seemi. Murra neist mõni katki. Vaatle seeme mahla ja maitse seda keelega. Pane tähele seeme ehitust: lühikesel ümmargusel jalal, mis vanematel seentel seest õõnes, kasvab lai kübar. Pealt on kübar kaetud punase või ruuge nahaga, mis vahel rohekas, noortel enamasti heledamate ja tumedamate ringidega. Kübara all asuvad kollased või punaruuged lehekeseid, mis jooksevad kiirtena jala juurest kübara äärteni.

Lõika seen pikuti pooleks. Nüüd võib näha ta sisemist ehitust: see on pehme murduv liha, kollast või punast värvust. Et seene liha ehitust üksikasjaliselt näha, peab selle õige õhukest lõiku vaatlema mikroskoobis (kui lõik ei paista läbi, võib seda litsuda kahe klaasi vahel õhemaks). Mikroskoobis on näha, et seeneliha koosneb peenikestest niidikestest, mis tihedalt üksteise küljes. See liha ehk seenkude on küllalt



28. joonis. Kuuseriisikas.



Seenniit

29. joonis.  
Seenelõik mikroskoobis.

suure toiteväärtusega: ta sisaldab 4—5% valke, 3—4% rasva, pisut suhkrut ja kehale kasulikku sooli; tärklisist seenes ei ole; vett on tas kuni 90%. Toiteväärtuse ja hea maitse poolest on kuuseriisikad paremaid seeni. Kurdetakse, et seened on raskesti seeditavad. See oleneb seene valkude omadusest: need ei lahustu kergesti inimese kõhus. Kui seened on aga hästi keedetud või praetud, siis lahustuvad valgud kergemini.

Seeni hoitakse alles kuivatatult, soolatult ja marineeritult. Parim kuivatamisviis on — lükkida seened nõõrile ja lasta varjus, mitte päikese käes, kuivada. Kuivanult tuleb neid hoida kuivas kohas. Kuivatada tuleb ainult värsked seeni.

Soolamiseks on kõige paremad just kuuseriisikad. Neid tuleb laduda soolamisnõudesse kihtidena, kübarad ütespidi, iga kihi vahele tuleb riputada soola; maitse järgi võib lisada natuke pipart ja sibulat. Soola

riputamise asemel võib valada peale ka keedetud soolvet. Peale pannakse vajutis.

Noori seeni marineeritakse äädikaga. Neid tuleb enne mõni minut keeta; ka äädikat keedetakse 8—10 minutit vähese soola, pipra ja loorberilehega. Äädikas valatakse seentele peale.

2. Kaeva riisikas ettevaatlikult maast välja ja vaatle hallitusniidikesi, mis leiduvad jala külge jäänud mullas. On veel parem, kui kasutad seejuures suurendamisvahendeid. Need hallitusniidid ongi tõeline seen, seenniit. See kasvab rammušas mullas, ta on õige peenike ja haruline.

Lõika täiskasvanud riisikal jalg ära ja pane kübar ettevaatlikult paberile lehtedega allapoole; siis kata see kinni kupliga või teeklaasiga. Järgmisel päeval võta seen väga ettevaatlikult paberilt ära ja vaatle, mis on pudenenud paberile.

Need on väikesed terakesed — seene-eosed, mis kasvavad kübara all lehtede küljes. Nad on väga väikesed ja nende hulk

on hiigelsuur. Puhu nende peale. Mida märkad? Nõnda kannab neid tuul laiali, ja kui nad on sattunud soodsale pinnasele, siis kasvab neist maa sees uus seenniit.



30. joonis. Puravik.

Nõnda näed, et seenekübar areneb maa sees kasvavast seenniidist ainult selleks, et kasvatada eoseid; eosed on seene paljunemisevahendid.

**Seen on eostaim.**

3. Riisika kübaral ja seenniidil mullas puudub leheroheline; sellepärast ei saa riisikas ise endale toitu valmistada. Ta tarvitab toiduks mullas leiduvaid mädanenud taime ja looma osi. Ka teised maas kasvavad seened nagu männiriisikas, puravik, kase-, lepa-, või-, kärbs- ja teised seened toituvad samuti. Taimedel kasvavad seened aga, nagu viljarooste, tungaltera,

puudetaelad j. t., võtavad toitu nendelt elusatelt taimedelt, millel kasvavad. Neid seeni, mis toituvad mädanevatest ainetest, nim. **mädarikkudeks** ehk **saprofüütideks**; kasvavalt taimilt toitu võtvaid aga **söödikseenteks** ehk **parasiitideks**.

Mädarikkude hulgas on palju söödavaid seeni. Missuguseid sa tunned? Inimesed tarvitavad toiduks ainult paremaid, nagu riisikad, puravikud, või-, kase- j. t. seened, halvemamaitse- lised aga jäävad kasutamata. Viimaste toiteväärtust arvesse võttes võiks neid väga heade tagajärgedega kasutada loomatoiduks. Eriti kanadele ja sigadele on seened heaks jõutoiduks. Kanadele võib neid anda kuivatatult keetmata, sigadele tuleb enne keeta ja siis kuivatatult lisada toidu hulka.

4. Paljudel seentel on sees mürk, ühtedel vähem, teistel rohkem. Mürgiste seente söömine tekitab suured valud ja võib saada isegi surma põhjuseks. Seente mitmel korral keetmine vähendab küll mürgi mõju, siiski peab seente korjamisel olema ettevaatlik. Mürgistuse vastu on lihtsaim abinõu — juua rohkesti sooja vett. Vesi lahjendab kõhus mürgi; ka peab katsuma ajada end oksele, et mürgised seened eemalduksid kõhust.

Pane mõni riisikas kaussi ja kata see kinni. Lase kauss seista mõned päevad toas. Nuusuta siis. Seened lõhnavad halvasti. Halb lõhn tekib sellest, et seente valgud laostuvad õige kiiresti, s. o. seened lähevad ruttu mädanema. Laostunud valgud on aga mürgised. Sellepärast ei pea seeni mitte kaua hoidma. Korjatud seened tulevad ära tarvitada võimalikult samal, kõige hiljemalt aga järgmisel päeval. Üle öö hoitagu seeni lahtiselt vabas õhus. Turult seente ostmisel oldagu küllalt ettevaatlik, et need oleksid tõesti värsked.

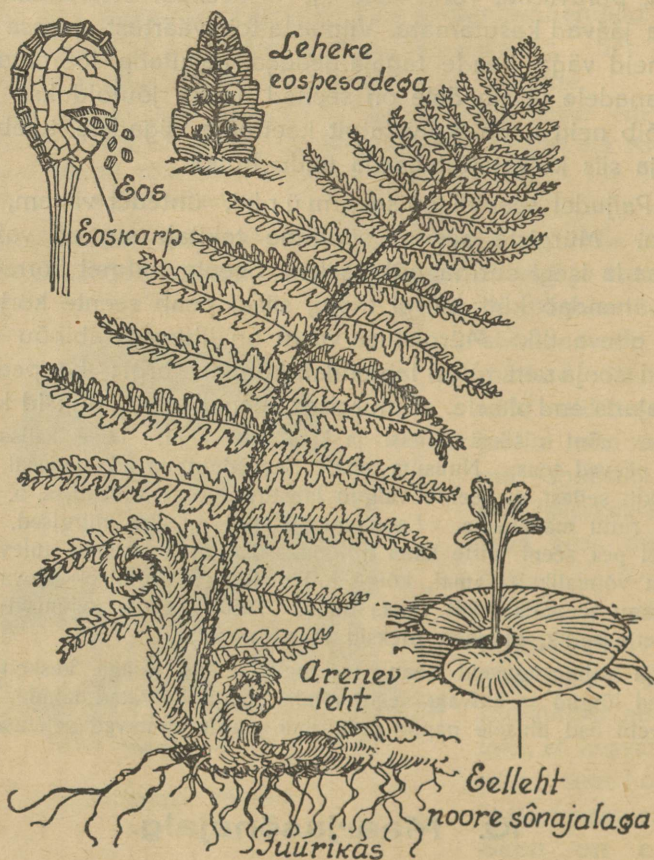
Korja mitmesuguseid seeni, tee neist terava noaga keskelt pikuti õhukesed lõigud ja kuivata need nõnda, nagu kuivatad taimi. Kuiva- nult kleebi nad ühisele papile ja kirjuta juurde vastavad seletused.

## 10. Maarjasõnajalg.

1. Loenda, mitu lehekest on maarjasõnajala lehel. Võrdle sõnajala lehte kujult herne ja porgandi lehtedega. Mis ühist leiad?

Suured, mitmeti sulgjalt lõhestunud õrnad lehed kasvavad lehtritaoliste puhmastena varjulistes metsades, kraavides ja mujal niisketes kohtades. Lehterjas seisus ei varja lehed üks-

teise eest valgust, seda on ju metsa all nii vähe. Aga suured õrnad lehed auravad välja palju niiskust. Seda võivad nad ka vabalt teha, sest niiskust metsa all on. Kui aga mets maha raiutakse või rohkesti hõrendatakse, siis kuivab maa ja kaovad



31. joonis. Maarjasõnajalg.

ka õrnalehelised maarjasõnajalad. Miks? Asemele ilmuvad teised, näit. põldsõnajalad, mille lehed on nahkjad, seetõttu kuivusele vastupidavamad.

2. Vaatle lehtede all asuvaid pruune täpikesi. Loenda, mitu on neid ühel lehekesel. Vaatle neid luubis. Need on eoskarbikete kogud, mis kaetud ühise kattega. Kaabi üks noa otsaga

ettevaatlikult klaasikesele ja vaatle mikroskoobis. Sa näed nüüd üksikuid eoskarpe. Iga karbike on kujult läätsjas. Servadel jookseb jäme palistus. Karbikeses arenevad eosed. Kui eosed valminud, tõmbub palistus kokku, karp rebeneb servalt, ja eosed pudenevad välja.

Vaatle eosid mikroskoobis. Külva neid lillepotti rammusale mullale või niiskele turbale. Kata pealt kinni klaaskupliga ja hoolitse, et muld ei kuivaks. Mõne päeva pärast tärkavad eostest rohelised lehekesed. Need on sõnajala eellehed. Lase neil areneda soojas ja kasta hoolega. Edaspidisel kasvamisel näed, et eellehest areneb noor sõnajalg.

Kõik sõnajalad on kasvanud eellehtedest. Need on aga nii väikesed, et neid on metsas väga raske leida. Sõnajalg erineb tunduvalt seni tundma õpitud taimedest: tal on kaks põlve — eelleht ja sõnajalg ise. Kas kuulub ta õis- või eostaimede hulka? Mis räägib rahva vanajutt sõnajala õitsemisest?



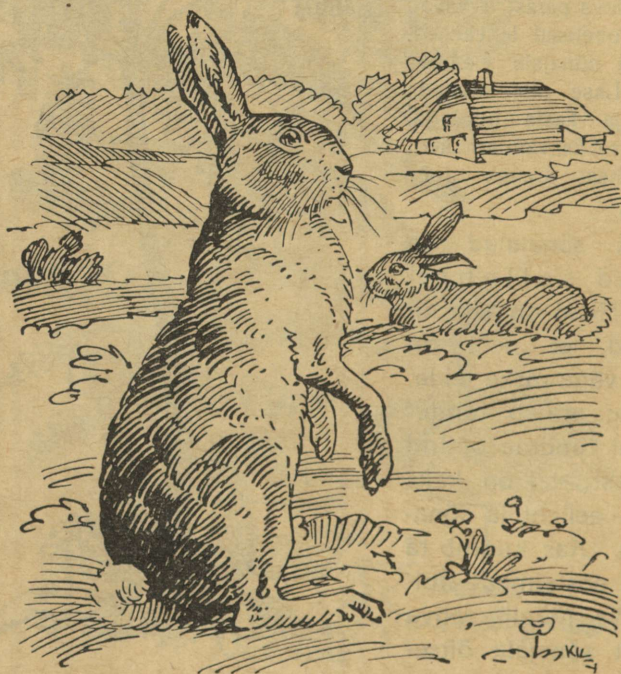
32. joonis. Pausõnajalg.

3. Võta maarjasõnajalg juurtega maast välja ja vaatle maa-aluse osa ehitust. — Maa sees on maarjasõnajalal jäme juurikas. Selle otsast on välja kasvanud lehed ja nende vahel asub sügisel hulk valminud lehepungi. Neist arenevad kevadel noored lehed. Jälgi siis lehe arenemist. Sa näed, et ta maa seest tuleb välja spiraalis, kaetud pruunide soomustega. Soomused on noorele

lehele kaitseks. Juurikas areneb maa sees sarnaselt ülase juurikaga. Võrdle neid! Missugustel tundmaõpitud taimedest olid juurikad? — Juurikas on taime maa-alune vars. See erineb juurest sellega, et tal pole toidumemisvõimet. Harilikult on juurikas toidutagavara panipaigaks. Mõnel taimel koguneb toidutagavara üksikutesse juurika osadesse, sünnitades mugulaid, näiteks kartulil.

Maarjasõnajala juurikaid tarvitatakse arstimina: tema leotise abil aetakse välja paelusse.

Soojadel maadel kasvavad sõnajalad, millel on puusarnane vars. Väga vanal ajal on puudena kasvanud ka osjad ja karukollad. Nendest on tekkinud **kivisüsi**.



33. joonis. Jänes.

„Kalevite kanged pojad  
Kõndisivad metsateeda,  
Penikoorma paluteeda;  
Juhtus kari jänesida

Neile vastu nurme peala.  
Koerad jänesid kiskuma,  
Murdma haavikuemandaid.  
Kiskus Irmi, katkus Armi,

Murdis maha Mustukene  
Tapsid tosinate kaupa,  
Surmasivad sadandela“.

(Kalevipoeg III, 146).

## 11. Jänes.

1. Kes ei tunneks meie metsaelanikku „haavikuemandat“.  
„Arg kui jänes“ on saanud kõnekäänuks. Mispärast?

Pole peaaegu ühtegi kiskjat, kes ei kiusaks taga seda kaitsetut looma. Isegi varest ja harakat peab ta kartma. Suurimaks jänese vaenlaseks on siiski inimene, kes püüab teda maitsva liha ja osalt ka naha pärast.

Kaitseta loomana oleks jänes ammu hävinud, kui loodus poleks andnud talle vahendeid vaenlaste eest hoidumiseks. Jänese seljapool on hallikaspruun, kõhualune valkjam. Kuidas on see jänesele kasulik põllul? metsas? Tuleta meelde löökest, ahvenat, põldhiirt. Mispärast võime kõnelda kaitsevärvus-est? Kuidas muutub jänese värvus aastaegade järele? Mispoolest on see jänesele kasulik?

Terava kuulmise abil märkab jänes vaenlase liginemist juba kaugelt. Suured liikuvad kõrvalehed püüavad kinni vähema kui kröbina. Hädaohtu märgates surub jänes end ligi maad. Kui see ei aita, otsib ta pääsmist põgenemises.

Jänese esijalad on lühikesed, tagajalad pikad. Varbad lõpevad teravate küünistega. See kõik hõlbus- tab märke jooksmist. Joostes tungib õhuke pikk kere kergesti läbi õhu. Tugevad tagajalad töötavad nagu vedrud, andes tugevaid tõukeid. Selle tagajärjel saab jänes teha pikki hüppeid. Tema jook koosnebki hüpetest. Kiiresti joostes surub jänes pikad kõrvad ligi pead. Nii ei takista nad jooksmist. Haruldaselt painduv kere võimaldab põgenedes teha järske pööreid, seega pääseda tagaajava koera eest, kes kergesti kaotab jäljed, kuna jooksu „haagid“ teda segavad. Jooksva jänese tagajalgade jäljed on piklikud, esijalgade omad ümmargused ja väikesed. Alaline tagaajamishädaoht on teinud jänese ette- vaatlikuks. Ta püüab segada jälgi ka peidupaika tulles, muutes äkitselt jooksu suunda ja tehes pikki kõrvalehüppeid.

Ümbrusest parema ülevaate saamiseks tõuseb ta tihti tagu- mistele jalgadele. Suureks abiks jänesele on ka hea haist- mine. See hoiatab teda vaenlaste eest tihedas metsas, samuti uduga ja tuisusel ilmal.

2. Jänes on rohkem öö- kui päevaloom. Kindlat eluaset tal ei ole. Päeval lamab ta harilikult põõsa all, põllul vagude

vahel või maassekraabitud lohukeses. Alles videviku tulekul läheb jänes toitu otsima.

Silmalaud on jänesel lühikesed. Nad katavad silmi ainult pooleni. Sellest on tekkinud arvamine, et jänes magavat avasilmi. Suured silmad asuvad kahelpool pead. Selle tagajärjel näeb jänes paremini külgedele kui ette ja jookseb vahel koerte eest põgenedes otse jahimehele peale.

3. Jänes sööb rohtu, orast, eriti talvevilja oma, ristikkeina, naereid. Kui talvel katab põlde sügav lumi, kaabib jänes orase lume alt välja, tekib aga lumele jääkord, närib jänes puukoort ja noori võrseid. Ta tungib isegi aedadesse, kus teeb palju kahju viljapuudele.

Vaatle jänese pealuus hambaid. Tuletades meelde, mis eelmisel aastal õppisid hammastest, määra lõik- ja purihammaste arv. Missugused hambad puuduvad? Peitlikujuliste lõikhammastega närib jänes oksikoort jne. Närides kuluvad lõikhambad. Esikülg on neil kaetud kõva hambavaabaga, muu osa koosneb pehmemast hambaainest, mis kulub kiiremini. Nii seisavad lõikhambad alati teravad. Nad kasvavad alaliselt. Juurt neil



34. joonis. Jänese pealuu hammastega.

ei ole. Niisuguseid lõikhambaid kutsutakse närihammasteks. Jänes kuulub närijate hulka. Närijad on ka hiir, rott, orav. Kuidas on närimisel kasulik „jānesemokk“?

Alumine lõualuu liigub närides ka edasi-tagasi, nii et laiapinnalised purihambad töötavad viilidena.

4. Ei kiired jalad, kaitsevārvus, ettevaatlikkus ega terav kuulmine suudaks kaitsta jānest hāvimisest, kui ta ei sigineks nii kiiresti. Kolm kuni neli korda aastas on jānesel kuni viis poega. Pojad sūnnivad nāgijatena ja hakkavad juba teisel pāeval ūmber hūppama. Ema ei hoolitse poegade eest kuigi kaua. Juba kahenādalaselt algavad nad elu omal kāel. Tuleta meelde kassipoegi.

5. Orav elab peamiselt puude otsas, kus ta liigub sama vabalt nagu lind õhus. Osavalt ronib ta teravate küüniste abil oksalt oksale, hüppab tugevate tagajalgade tõukel puult puule. Hüpetel töötab pikakarvaline saba tüürina ja muudab aeglasemaks langemist. Toiduks tarvitab orav pähkleid ja okaspuude seemneid. Viimaste kättesaamiseks närib ta maha käbi soomused. Kevadel sööb orav puude pungi ja noori võrseid, ei anna armu ka linnupesadele. Talveks kogub ta puuõõnde tagavara.

Ilusa sooja naha pärast hävitatakse oravaid nii palju, et praegu meie metsades leidub veel ainult üksikuid.

6. Et metsloomad ei häviks, on jahipidamine korraldatud sellekohase seadusega, mis keelab loomade laskmise poegimise ja poegade kasvatamise ajaks.

Jäneste laskmise keeluaeg kestab veebruari keskelt septembri keskpaigani; parte ei tohi lasta märtsist kuni juuli keskpaigani. Tuleta meelde, mis ajaks on keelatud jahipidamine ematetrede peale.

Haruldasemaks jäänud metsloomade ja lindude laskmine on üldse keelatud. Nii ei tohi lasta põtra, metskitse (hirve), oravat. Samuti kuuluvad kaitse alla inimesele kasulikud linnud.

1. Võrdle kodujänese esi- ja tagajalga pikuselt. Vaatle ja kirjelda käppa. 2. Kui ligidale oled saanud minna magavale jänesele? Joonista jänese jäljed. 3. Kuidas kaitsakse viljapuid jäneste eest? 4. Mis arvatakse sellest, kui jännes üle tee jookseb? 5. Keeda jänese pea niikaua, kuni liha täiesti lahti tuleb luudelt. Puhasta, eemalda aju, pleegi pealuu päikese käes ja kinnita alusele. 6. Mis kasu on inimesel jäneseest? Missugust kahju toob jännes? 7. Kuidas kasutatakse jänese nahka? 8. Kirjuta: Jänese rõõmud ja nured. Jänese kaebus.



35. joonis.  
Orava rikutud käbi.

## 12. Sipelgad.

1. Metsas liikudes leiad sagedasti sipelgapesi. Pane tähele nende asupaika. Ikka on nad päikesepaistelises kohas.

Pesas näed palju käike ja kordi\*). Ühtedes neist on munad, teistes n u k u d. Viimaseid kutsutakse harilikus elus sagedasti ekslikult sipelgamunadeks. Edasi leidub pesas veel toidutagavarasid.



36. joonis. Sipelgapesa läbilõige.

Meie harilikud „karusipelgad“ tarvitavad toiduks tiguid, putukaid ja nende röövikuid, lõpnud hiiri ja sisalikke. Vastavalt suurele sipelgate arvule pesas on suur ka nende toidutarve. Arvatakse, et keskmise suurusega pesa hävitab kuni 100 000 röövikut ja putukat päevas. Seega on sipelgad metsa kaitsjateks ja puhastajateks. Järelikult on metsa

\*) Pesa seismise ehitusega aitab osalt tutvuda ülalolev joonis.

seisukohalt tähtis, et ei lõhutaks sipelgapesi ega hävitataks sipelgaid.

2. Vaatle mõni aeg sipelgate elu ja tegevust. Algul näib, nagu liiguksid ja askeldaksid sipelgad oma pesa ümbruses eesmärgita: üks tassib kuuseokast, teine veab leherootsu, kolmas maadleb oksakesega. Pikemal vaatlemisel aga selgub, et igal sipelgal on oma ülesanne. Pesa sissekäigid muutuvad, pesa kasvab, sisemusse viiakse toiduaineid. Huvitav on õhtupoolikul vaadata, kuidas avauseid vähenevad ja lõpuks öö tulekul täiesti suletakse. Saad isegi panna tähele, mil teel see sünnib. Samuti tasub vaadelda sipelgate tegevust hommiku vara. Üksikuid sipelgaid liigub juba pesa pinnal. Peagi ilmub neile lisaks teisi, ja algab töö. Avatakse uksi. Leheraasukesed, okkad ja kõrrekesed koristatakse avaustelt ja asetatakse nende kohale või kõrvale, et nad oleksid tarbekorral käepärast. See töö kestab vahel üle tunni. Samal ajal on teised sipelgad ametis nukkudega, toidu hankimisega või pesa laiendamisega. Ja nii kestab see päevast päeva. Ainult vihmase ilmaga on ukсед terve päeva suletud.

3. Kevadel muneb emasipelgas väikesed valged muna, millest mõne aja pärast ilmuvad silmadeta vastsed. Vastsed on abitud ega suuda ise liikudagi. Töölised söödavad neid, andes suust poolseedinud toitu, kannavad päeval ülemistele kordadele, kus soojem, ja viivad ööseks tagasi sügavamale. Täiskasvanud vastsed nukkuvad: nad koovad endile tupe, millés sünnib sipelgaks m o o n d u m i n e. Need nukkud ongi „sipelgamunad“. Nukkude eest hoolitsevad sipelgad samuti nagu vastsetegi eest. Abi tarvitab algul ka tupest ilmunud noor sipelgas. Alles mõne aja pärast suudab ta iseseisvalt hakata toitu muretsema.

4. Sipelgad moodustavad korraldatud ühiskonna, milles igal liikmel omad kohustused. Kõige rohkem on pesas töölisi, vähemal arvul tiibadega ema- ja isasipelgaid. Tööliste vahel on läbi viidud tööjaotus: ühed on ametis pesa ehitamisega ja korraldamisega, teised hoolitsevad vastsete ja nukkude eest, kolmandad muretsevad toitu jne.

Sipelgad suudavad ka koos töötada: käib mõnel raskus üle jõu, kutsutakse teisi appi.

5. Leides oksal lehetäisid ja sipelgaid, näed, kuidas sipelgad puudutavad lehetäisid katsesarvekestega, kui ahnelt nad maiustavad eritüüpi kuld kollase mahlagaga. Lehetäid on sipelgate „lüpsilehmadeks“. Sipelgad hoolitsevad nende eest, kannavad neid pesa ligidusse ja muretsevad neile toitu.

Kuid vaatamata näilisele arukusele, toimivad sipelgad ometi instinktiivselt, mitte mõistuse juhtimisel. Nende tegevus on juhitud päritud tungist, sünnib alateadvuslikult. Seepärast saavad nad hakkama igapäevase ühetaolise tööga. Niipea kui tekib mõni erakorraline raskus, on sipelgate „tarkus“ otsas. See ilmneb selgesti ka nende koostöötamisel. Oled pannud tähele, kuidas hulk sipelgaid kisuvad putukat või oksakest igaks isekülge. Samuti alateadvuslikult sünnib lehetäide eest hoo-



37. joonis. Sipelgad: a — isa, b — ema, c — tööline, d — vastne.

litsemine: pesa asetatud lehetäi võtavad sipelgad vaenlasena ja tungivad talle kallale.

6. Vaatle sipelga kehaehitust. Leiad samad kehaosad, mis kärbselgi. Nimeta. Mille poolest erinevad üksikud osad kärbsel omadest? Vaatle luubis suu ehitust, tugevaid hammustavaid ülalõugu. Tuleta meelde kärbsel, lutika suu-osi. Pane tähele tundlaid, mille varal sipelgad kompavad. Tundlate abil orienteeruvad nad ka pimedas pesas. Tagakehas asuvad näärmed eritavad sipelgahapet, mida loom laseb haavasse. Kuidas see mõjub?

1. Aseta kanamuna sipelgapessa. Näed, kuidas sellele „vaenlasele“ pritsitakse sipelgahapet. Missuguseks muutub muna? 2. Aseta mõni tõuk pesa ligidusse „sipelgate teele“. 3. Vaatle sipelgate liikumist sipelgate teel. Aseta teele seemnekesi ja vaata, mis teevad sipelgad. Pane tähele, kui kiiresti liiguvad sipelgad mööda puutüve. 4. Aseta lõpnu hiir või konn auklikus pappkarbis sipelgapessa ja vaata paari nädala pärast, mis on sündinud. 5. Mille läbi on sipelgad aias kah-

julikumad? 6. Tahes ligemalt ja järjekindlalt vaadelda sipelgate elu, tuleb valmistada õpetaja juhatusel kunstlik sipelgapesa ja asetada sellesse pesakond sipelgaid. 7. Loe: Rohutirts ja sipelgas. 8. Kirjuta: Sipelgas metsa puhastajana ja kaitsjana.

### 13. Rähn.

1. Rähn on meister ronima. Teravate küünistega varustatud tugevate jalgade abil liigub ta kergesti puutüve mööda. Heaks toeks on rähnil seejuures tugevad sabasuled.

Puudelt leiab rähn omale toitu. Koore all ja puulõhedes elutsevad putukad on tema maiusroaks. Neid otsides liigub rähn ringi mööda puutüve alt ülespoole. Tugevasti nokaga koputades leiab ta kõla järele putukate asupaiga. Et tabada koore all ja sügavamal elutsevaid putukaid, eemaldab rähn puukoore ja raiub oma terava peitlitaolise nokaga isegi auke puusse.

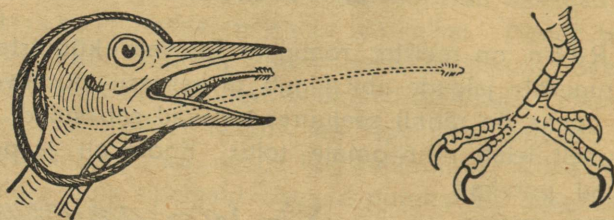


38. joonis. Rähn.

Raiumisel on toeks vetruvad sabasuled. Ühel puul töö lõpetanud, lendab rähn teisele, jällegi alla.

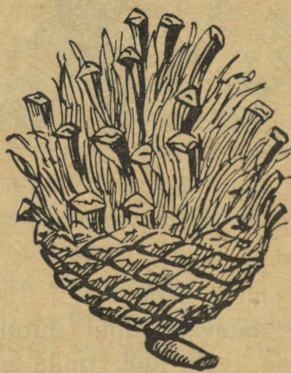
Terav nägemine ja hea kuulmine aitavad rähni putukate otsimisel. Rähn tabab neid peenikese keele abil, mille sarvainerist terav ots on varustatud teravate vastaskiskudega. Putukaid püüdes sirutab ta keele kaugele välja. Peenike ja painduv, tungib keel väikesemassegi augukesse. Suuremad putukad torgatakse keele otsa, väikesemad jäävad kleepuva.

sülje abil keele külge. Sama kiiresti, kui keel välja sirutatud, läheb ta saagiga suhu tagasi. Sedaviisi liikuv keel võimaldab püüda putukaid ka nende sügavamatest käikudest.



39. joonis. Rähni keel ja jalg.

Aga ka taimtoitu ei põlga rähn. Talvel tal tulebki elatuda peamiselt sellest. Eriti maitsevad rähnille männiseemned. Nende kättesaamiseks tuleb tal käbi soomused lahti raiuda. Selleks otsib rähn vastava lõhe või augu puus ja kinnitab sinna käbi. Nüüd purustab ta selle ja ajab nokaga laiali soomused, et nende vahelt kleepuva keele abil seemneid välja tuua. Arvatakse, et rähn tarbekorral isegi oskab raiuda puusse nõutava augu. Puu all leiduvate tühjade purustatud käbide järele võib leida rähni „sepikoda“.



40. joonis.  
Rähni purustatud käbi.

Maias on rähn ka sipelgate ja nende tuppede peale. Nende püüdmiseks lõhub ta talvel lahti sipelgapesi. Kuidas hindad metsa seisukohalt seda rähni tegevust? Aga meie metsades on sipelgaid praegu nii palju, et üksikute pesakondade hävitamine erilist kahju ei too. Samuti on puude seemnete hulk küllaldane.

2. Pesa ehitab rähn õõnsasse puusse, kuhu meisterdab torukujulise käigu, mis läheb algul ülespoole. Nii pole karta vihma sissesadamist.

Valgetest munadest tulevad kolmenädalase haudumise järele sulita pojad. Algul hoolitsevad vanemad nende eest. Niipea

aga, kui pojad suudavad juba ise ronida ja toitu otsida, läheb pere lahku.

Rähni meisterdatud pesaõõnsusi kasutavad ka teised putukasööjad linnud.

3. Laululind rähn ei ole. Aga siiski elustab ta metsa oma terava kisaga. Peale selle oskab rähn iselaadiliselt põristada. Kiiresti lööb ta nokaga vastu kuiva oksa, kuni see hakkab võnkuma, mille tagajärjel tekib iseäraline põrin. Nii on rähn ainus meie lindudest, kes teeb ka „instrumentaalmuusikat“.

Missugust rähni oled näinud? Meil elutsevad rähnidest roheline, kirju ja must. Roheline rähn on rohkem lehtmetsa, kirju segametsa, must okasmetsa elanik. Kuidas vastab kirju rähni värvus ümbrusele?

1. Kuidas asetsevad rähni varbad? Kuidas olid nad kanal? Võrdle kana ja rähni küüniseid. 2. Võrdle rähni nokka kana omaga. 3. Kui koolis on mõne röövlinnu topis, vaatle selles linnu nokka ja küüniseid ning võrdle eelmistega. Näed, kuidas nad on kujunenud vastavalt linnu eluviisile. 4. Millest oleneb rähni põrina mitmesugune kõrgus? 5. Mispärast valib rähn pesa jaoks haigeid puid? 6. Millega on seletatav rähvide arvu vähenemine? 7. Mispärast tuleb rähn talvel aeda? 8. Võta kokku, missugust kasu toob rähn. 9. Mille poolest on ta kahjulik? 10. Kirjuta: Metsa kordnik.

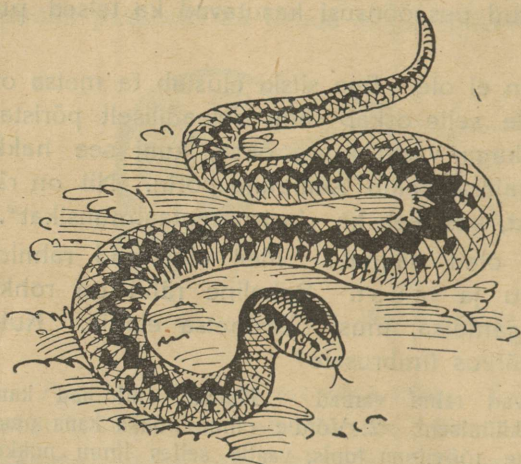
## 14. Rästik.

1. Metsaäärsetes kohtades, raiestikkudes ja sammalrabades elutseb rästik. Vastavalt oma ümbrusele on ta värvuselt kas hall, pruun või must. Tema tunnuseks on sakiline vööt seljal ja tumedad kaarjooned pealael. Päeval lamab rästik laisalt päikese paistel. Alles öö tulekul muutub ta elavamaks ja läheb jahile. Hoolimata sellest, et tal puuduvad jalad, roomab rästik kahelepoole loogeldes kaunis kiiresti. Seejuures on tai abiks roided ehk küljeluud. Ta toetub nendega kõhu soomustele ja lükkab ennast edasi. Nii täidavad roided tal jalgade aset. Rästik võib ka ujuda, kuigi ta seda teeb harva.

2. Toiduks tarvitab rästik hiiri, konni, linnupoegi, sisalikke. Saagi märganud, ligineb ta sellele vaikselt, tabab ta välkkiire liigutusega ja surmab mürgihammastega. Tema ülemi-

ses lõualuus asub kaks õõnsat mürgihammast. Nende taga kasvavad harilikult kaks tagavarahammast. Suletud suuga on mürgihambad vastu suulage, suu avamisel sirutuvad nad välja.

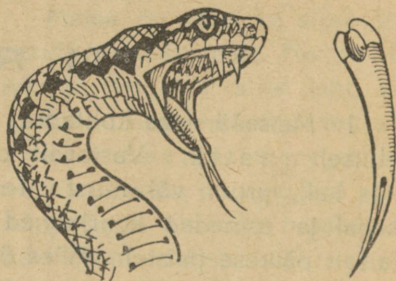
Mürgihambas lõpeb mürginäärmes algav kanalike, mida mööda mürk tungib läbi hamba välisküljel oleva avause haava.



41. joonis. Rästik.

3. Surmatud saagi neelab rästik terelt alla. Nõelteravad tahapoole pöördunud hambad pole kohandatud mäluamiseks. Ka saagi kinnihoidmiseks on nad nõrgad. Nad

tulevad tarvitusele ainult saagi allaneelamisel. Neelamise puhul võib suu ja kurk tunduvalt laieneda, kuna alumiste lõualuude parem ja pahem pool on liikuvalt ühendatud. Rinnaluu puudumisel laieneb ka rinnatõõs vabalt. Hingetoru on asetatud nii, et neelamine ei takista hingamist. Rikkalikult eritatav sülg teeb söögi libedaks, mis kergendab neelamist. Kõige selle tagajärjel saab rästik neelata endast jämedamaid loomi.



42. joonis. Rästiku mürgihambad.

4. Saagi leidmisel on abiks laugudeta, läbipaistva nahaga kaetud silmad. Kuidas on see rästikule kasulik? Rästiku silmaterasarnaneb kassi omaga. Tuleta meelde, kuidas muutub kassi silmateras. Tee leidmisel pimedas on talle tunduvaks abiks kaheharuline keel. Keelt

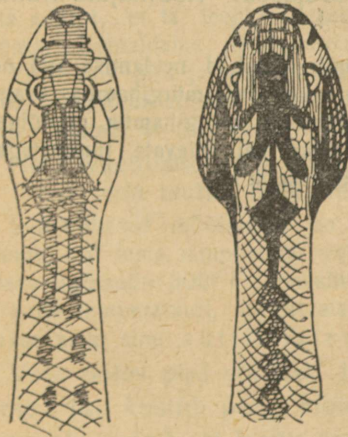
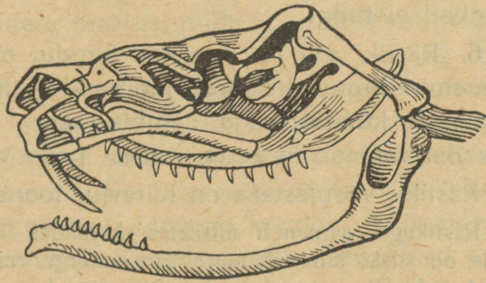
saab rästik ka suletud suust välja sirutada läbi sellekohase lõhe.

5. Rästiku hammustamine pole eriti valus. Haav on harilikult kahe nõelapiste sarnane (..), harva saab panna tähele nelja haavakest (..). Kaks neist on tagavarahammaste tekitatud. Rästiku hammustamine („nõelamine“) mõjub vähematesse loomadesse surmavalt. Ta on kardetav ka inimesele, kutsudes esile raske mürgistuse, mis võib lõppeda isegi surmaga, kui ei saada õigel ajal abi.

Mürk imbub kiiresti verre. Tähtis on takistada tema laiali kandmist vere kaudu.

Haava väljalõikamine või põletamine aitab ainult siis, kui sünnib otsekohe pärast hammustamist. Samuti saab mürki kõrvaldada imemise teel, kuid seda tohib teha ainult siis, kui imeja suus pole haavakesi, mille kaudu ta ise võib saada mürgistuse. Ka saab imemiseks tarvitada torukest või kupuna kasutada väikesemat klaasikest, milles paberitükikesi põlema tuleb panna enne haavale asetamist. Millega seletada vere ja mürgi väljatungimist haavast sel viisil? Hästi mõjub ka piiritusega pesemine.

43. joonis. Rästiku pealuu.



44. joonis. Nastik ja rästik.

See takistab mürgi kiiret levimist vere kaudu. Niisugust sidet ei tohi aga kauemini peal pidada kui äärmisel korral  $\frac{3}{4}$  tundi.

Kiire arstiabi on igal juhul hädatarvilik. Hästi mõjub rohke oakohvi joomine. Samuti olevat abi alkoholist (konjak, piiritus). Tuleb siiski hoiduda liiga rohkest alkoholi joomisest, mis võib omakorda esile kutsuda alkoholimürgistuse.

Kuna rästiku nõelamisel võivad olla väga rasked tagajärjed, tuleb olla äärmiselt ettevaatlik, liikudes kohtadel, kus elutseb rästikuid. Eriti palju ettevaatust on tarvis marjanoppimisel. Palja jalu ei tohiks üldse minna marjule. Läbi saabaste rästiku hambad ei tungi.

6. Rästik sigib munade kaudu, millest otsekohe pärast munemist ilmuvad noored loomad. Talve veedab rästik kängestunult küngastes ja sambla sees. Ta on kõigusoojane. Kevadel vahetab ta kesta, millest poeb välja nagu tupest.

Rästiku vaenlasteks on hiireviu, toonekurg ja siil.

Rästikuga sarnaneb niisketes kohtades elutsev mürgitu **nastik**. Teda on siiski juba välimuse järele kerge eraldada rästikust, sest tal puuduvad selle eelpoolnimetatud tunnused.

Rästik ja nastik on **maolised**. Missuguseid teisi maolisi tunnend piltide järele?

Maolised kuuluvad **roomajate** hulka. Liikudes puutub neil kere vastu maad — nad roomavad. Roomajate nahk on kaetud soomustega. Nad on kõigusoojased. Roomajate hulka kuulub ka sisalik. Nimeta teisi.

1. Mispoolest on tähtis, et rästiku mürgihambad neelamise ajal on vastu suulage? 2. Mis tagajärg oleks sellel, kui mürgihamba avaus asuks hamba otsas? tagaküljel? 3. Joonista mürgihamba pikilõige. 4. Joonista rästiku pea ja osa keret ühes neil olevate tunnustega. 5. Mispoolest on rästiku värvus loomale kasulik?

# Igapäevaseid ainete muutumisi kodus ja vabas looduses.

## 15. Põlemine.

1. **Põletusainetest.** Looduse soojuse- ja valguseallikaks on päike. Ta ei jaga meile oma soojust ja valgust ühtlaselt kogu aasta vältel. Talvel annab ta soojust liiga vähe; ka valgustamist piirab ta tublisti. Tuleta meelde, mida õppisid sellest möödunud aastal.

Oma tegevuses ja majapidamises vajame meie rohkem soojust ja valgust, kui päike meile otseselt annab. Meil tuleb seda siis ka mujalt hankida. Tähtsal määral kasutame selleks põlemist. Me põletame ahjudes puud, turvast, süsi, põlevkivi selleks, et soojust saada. Lampides põletame petrooli, küünaldes — steariini ja parafiini, et valgust saada. Kõik need ained on põletusained. Neid põletusaineid, mida me põletame soojuse saamiseks, nimetame küttaaineteks. Aineid aga, mida põletame valguse saamiseks, kutsume valgustusaineteks.

2. **Põlemasüttimisest.** Pane tähele, mis sünnib, kui vähe väävliit plekitükikesel piirituselambi tuel kuumutame: väävel sulab ja hoolimata sellest, et ta leegiga otseselt kokku ei puutu, hakkab ta pea põlema. Eemaldame nüüd tule: pea näeme, et põlemine kustub.

Võta kuiv pird ja tõmba teda läbi küünla leegi. Seda võid mitu korda teha, ilma et pird põlema hakkaks. Kuid pirdu tükk aega leegis hoides näeme, et ta põlema süttib.

Neist vaatlusist võib järeldada, et põletusaine süütamiseks on tarvis teda teatud määraneni kuumutada.

Sellekohased mõttmised on näidanud, et väävel ei hakka enne põlema, kui tema temperatuur pole tõusnud  $260^{\circ}\text{C}$ . Kuiv puu nõuab selleks ligikaudu  $300^{\circ}\text{C}$ ., puusüsi aga  $360^{\circ}\text{C}$ .

Seda temperatuuri, millest alates põletusaine põlema hakkab, nimetatakse selle aine süttimistemperatuuriks.

Võta põlev pird või tikk ja lase sel põleda püsti, leek ülespoole: tuli kustub pea. Hoides seda aga nii, et leek altpoolt ülespoole tungib, ei kustu see mitte. Katsu seda seletada.

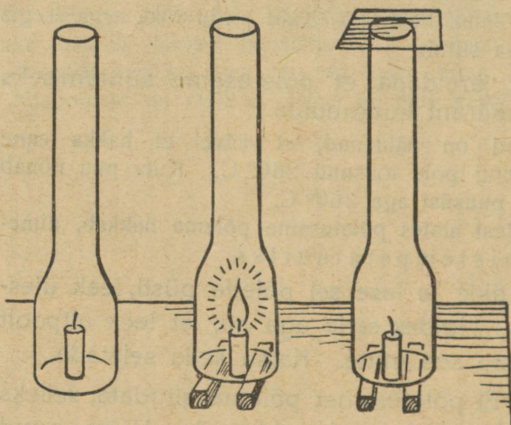
3. **Tule saamisest.** Et põletusainet põlema süüdata, selleks on meil tarvis tuld. Loodusrahvad said seda, kuiva puud

põlema hõõrudes. Meie esivanemad kasutasid selleks tulekivi. Tulekivi on kõva, teda rauaga ei kriimusta: raud on temast pehmem. Rauaga vastu tulekivi lüües, kargavad tast tulised sädemed. Need on väikesed rauakillukesed. Tulised on nad sellest soojusest, mis löömisest ja sellega kaasas käivast hõõrumisest tekib.

Meie nüüdisaja tulekivi, nimelt bensiin-tulesüütaja ehk „välgumihkel“, on palju hõlpsam käsitada kui meie esivanemate oma. Vaatle teda lähemalt. Milline on ta ehitus? — Kivina on siin peamiselt kahe metalli — raua ja tseeriumi — suland. See suland on palju pehmem kui puhas raud. Rauaga tema vastu tõmmates annab ta tuliseid sädemeid. Välgumihkli säde pole muud midagi kui löögi või tõmbamise hõõrumisel tuliseks läinud ja lahtirebitud killuke süütaja „kivilt“. Selle kuumusest jätkub, et tahilt aurustuvat bensiini põlema süüdata

Ka tikkude põlematõmbamine põhjeneb hõõrumisel. Tikupea koosneb kergesti süütuvast ainete segust, milles tähtsamateks aineteks on kaaliumkloraat ja antimoonium. Karbi küljel asuv pruunikas süütepind sisaldab aga ainet, mis hõõrumise soojuse mõjul põlevaid osakesi annab. Olulisemaks aineks on seal punane fosfor.

#### 4. Põlemise tähtsamast tingimusest.



45. joonis.

Tuleta meelde, mis õppisid möödunud aastal soojuse tekitamisest. Seleta, mispärast 45. joonisel esitatud katsekorralduse juures kahel juhul küünal kustub, kolmandal juhul aga rahulikult edasi põleb. Miks kustub ahju ukse sulgemisel tuli ahjus, hoolimata sellest, et kütteainet on veel

küllalt? Kas põlevad hõõguvad sõed edasi, kui neid tuhaga katta?

Kõik need vaatlused ja katsed näitavad, et põlemiseks on tarvilik värske õhu takistamatu juurdepääs. Ainult värske õhu voolus ehk tõmbuses võib põlemine toimuda korralikult.

**5. Ebatäielikust põlemisest ja miilimisest.** Süüta kuiv pird põlema ja nihuta põlevat otsa aeglaselt katseklaasi: pird põlemine toimub ebatäielikult, ta süsistub.

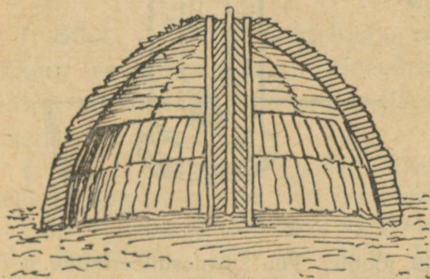
Küllaldase õhu juuresolekul põleb puu ära, jättes järele vähe tuhka. On aga õhu juurdepääs takistatud ja seetõttu puudulik, siis toimub põlemine ebatäielikult.

Sellest võime järeldada järgmise praktilise juhise: kui tarvis saada puu põletamisel rohkem sütt, siis



46. joonis. Ebatäieline põlemine.

tuleb õhu juurdepääsu põletamisruumi piirata. Lihtsam viis puud söeks põletada on **miilimine**. Seda tehakse järgmiselt: laotakse puuhalud korrapäraselt ja saosarnaselt hunnikusse,



47. joonis. Miili läbilõige.

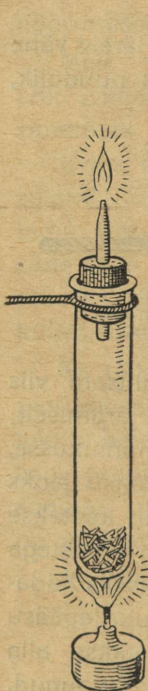
jättes keskele suitsu jaoks püstkäigu. Pealt kaetakse miil mulla või mätastega kinni. Et põlemiseks hädatarviliku õhu juurdepääsu võimaldada, jäetakse alla mõned üksikud õhuaugud. Säärases umbses olekus põledes ehk miilides süsistuvad puuhalud ja põlevad vaid ebatäielikult. On puu süsistumine lõpule

jõudnud, siis suletakse õhuaugud, mille tagajärjel miil kustub.

**6. Süsistamisest ja kuivdestilleerimisest.** Mis sünnib leivaga, kui selle liiga kuumu ahju küpsema paneme? Kas oled näinud sigurite ja kohvi kõrvetamist? Kirjelda seda. Kas võib seda põletamiseks nimetada?

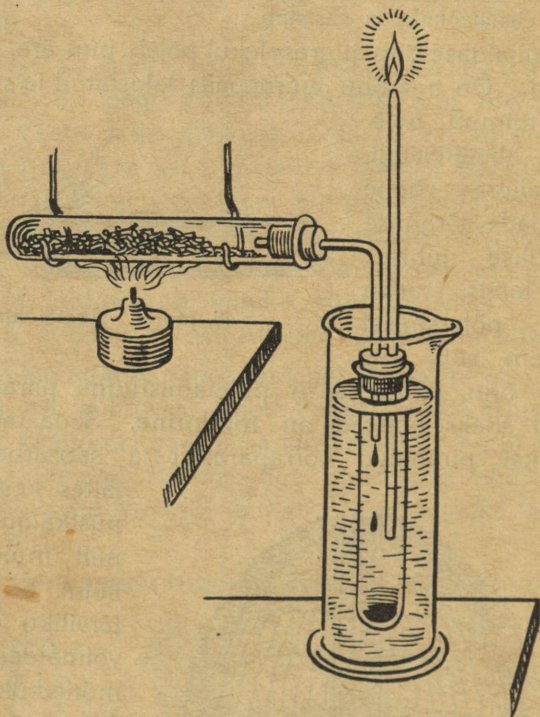
Need ja palju teisi kõrvetamisnähtusi ütlevad meile, et aine võib süsistuda, ilma et ta seejuures nähtavalt põleks. See võib sündida kuumuse toimel. Ka puud võime nõnda süsistada.

Aseta katseklaasi peenekslõigatud puu tükikesi. Et õhu juurde pääsu kitsendada, pane katseklaasile kork peale, millest peene otsaga klaastoru on läbi juhitud. Kuumuta nüüd katseklaasi. Pane tähele, mis sünnib puuga. Ta läheb esiti pruuniks, siis mustaks. Katseklaasi seintele koguneb mingi vedeliku piisakesi. Mis värvust nad on? Klaastorust näeme mingit auru või gaasi eralduvat. Kui toru otsa pisut aega vees hoida, tõusevad gaasimullikesed üles. See gaas, mis



48. joonis.

Puugaasi põlemine.



49. joonis. Puu kuivdestilleerimine.

puust kuumutamisel tekib, on põlev gaas: teda võib põlema süüdata. Teda nimetatakse **puugaasiks**.

Et puu kuumutamisel tekkinud vedelikku paremini tundma õppida, selleks tuleb teda koguda eraldi. See pole raske. Selleks tarvis puuga katseklaasi ühtlasemalt kuumutada ja tekkinud auru ja gaasi teise klaasi juhtida, mis külmas vees seisab. Siin tihenevad aarud uuesti vedelikuks. Katse korraldust selgitab üksikasjalisemalt 49. joonis.

Säärast toimingut, mille juures aine kuumutamisel auruks muudetuna ühest nõust teise juhatakse, kus ta jahutamisel vedelikuks tiheneb,

nimetatakse **destilleerimiseks** ehk **aetamiseks**. Harilikult destilleeritakse vedelikke. Siin on meil aga kuiva puuga tegemist. Meie destilleerime siin kuiva ainet. Sellepärast nimetatakse seda ka puu **kuivdestilleerimiseks** ehk **kuivaetamiseks**.

Vaadeldes puidu kuumutamisel saadud vedelikku, näeme selles kahte kihti: alumine on must veniv ja paks, pealmine — kollakas vesiliikuv vedelik.

Must paks vedelik on **puutõrv**. Kollakas vedelik aga sisaldab rohkel määral vett ja mõningaid teisi aineid, nagu äädikhapet ja puupiiritust. Äädikhape on nendest tähtsamaid. Seepärast nimetatakse seda vedelikku **puuäädikaks**. Vaiku sisaldava puu korral saame peale teiste ainete veel **tärpentiinõli**.

Kuumutamise- ehk destilleerimisnõusse jääb järele **puusüsi**. Seda saame siin rohkemal määral kui miilimisel. Mispärast?

Need saadused, mis puu meile kuumutamisel annab, on meile mitmeks otstarbeks väga tarvilikud. Milleks tarvitame meie puusütt? Tärpentiinõli? Puuäädikast saadakse **äädikhape**t. Ilma lahjendamata on see väga kange ja mürgine vedelik. Temast valmistame meie **õõgiäädikat**. See on ligikaudu 3<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-line äädikhappe vesilahus.

Kõigi nende ainete järele on olemas nõudmine. Suurel viisil valmistavad neid tehased. Seal sünnib puu kuivdestilleerimine suurtes rauast valmistatud kuumutamise nõudes ehk **retortides**.

**7. Süsi.** Süsi on kütteinena suure väärtusega. Ta annab rohkem soojust kui puu. Seepärast tarvitavadki teda sepad. Milleks tarvitatakse koduses majapidamises sütt? — Tee järgmised katsed:

1. Kaalu tükk kuiva puusütt. Tilguta tema peale vett, kuni ta täielikult märg on ja enam vett enesesse ei võta. Kaalu uuesti. Arvuta, kui palju vett võtab enesesse 1 kg puusütt? 2. Võta nõrka mustikamahla katseklaasi. Täida see nüüd äsjakuumatud puusõega. Soojenda kuni keemiseni ja kurna. Missugune on läbi kurna tulev vedelik? Kui värvus veel täiesti kadunud pole, korda katset värske sõega. 3. Võta paha lõhnaga vett või lisa veele mõni tilk mingit lõhnavat ainet (ammoniaaki, lõhnaõli) juurde. Sellesse aseta äsjakuumatud puusütt, loksuta see hästi läbi ja kurna: vedelik on lõhna kaotanud või teda on ainult nõrgalt tunda.

Kõike seda kokku võttes, võime järgmist öelda:

Süsi on urbane aine. Ta võtab enesesse nii vedelikke kui ka gaase. Palju värvilisi aineid peab ta kinni. Teda tarvitatakse sellepärast ka lahustest ebasoovitavate värviliste lisandite kõr-

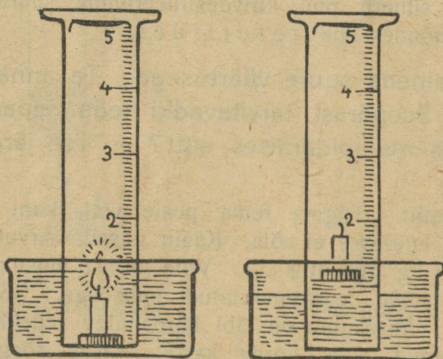
valdamiseks. Ka palju mürgiseid aineid ja koguni pisikuid peab ta kinni. Selle tõttu on ta tarvitusel ka mürgiste gaaside vastu võitlemiseks määratud maskides. Ka vee puhastajana on süsi väärtuslik aine.

1. Mispärast kustub lamp, kui pealt lambiklaasi sisse puhuda?
2. Miks on tarvis küttekolde restilt tuhk kõrvaldada, et tuli hästi põleks?
3. Miks põleb tuli lõõtsa all elavamalt kui ilma? 4. Miks kustub tuli, kui selle peale tuhka raputada või märja riidega kinni katta? 5. Miks söestatakse niiskesse maasse asetatavate postide otsi?

## 16. Õhu muutumisest põlemisel. Õhu koosseis.

1. Ilma värske õhuta lämbub põlemine. See tuleb sellest, et ka õhk võtab osa põlemisest ja muutub oma koosseisult.

Suurema korgi või puuklopikese peale kinnitame küünla. Asetame selle siis suuremasse veenõusse vee peale ujuma, süütame küünla põlema ja katame selle klaassilindriga, nagu seda 50. joonis kujutab. Küünal põleb vähe aega ja kustub. Õhu jahtudes tungib vesi silindrisse ja täidab ligikaudu  $\frac{4}{5}$  sellest. Üks viitendik õhust on kulunud põlemiseks.



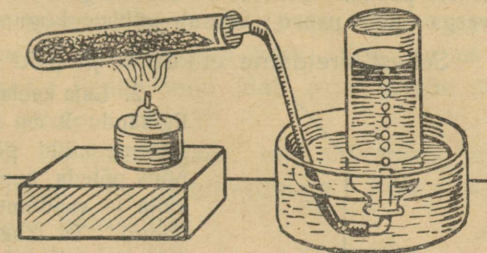
50. joonis. Küünla põlemine kinnises ruumis.

See ja teised põlemise selgitamiseks korraldatud katsed näitavad, et põlemisel kaob ehk põleb ära ligikaudu  $\frac{1}{5}$  osa õhust. Seda õhu osa, mis põlemisest osa võtab, nimetatakse hapnikuks. Järelejäänud osa, ligikaudu  $\frac{4}{5}$  õhust, on põlemiseks kõlbmatu: ta lämmatab selle. Seepärast nimetatakse teda lämmastikuks.

**2. Hapnik.** Puhtal kujul võib hapnikku saada kloorhapust kaaliumist (kaaliumkloraat\*) või vesinikühlapendist.

\*) Apteegis tuntud ladinakeelse nimetusega *kalium chloricum*.

1. Võetakse ligikaudu 10 grammi kloorhaput kaaliumi ja segatakse seda umbes sama palju pruunkivipulbriga ja liivaga, mida aga enne peab hästi läbi kuumutama, et plahvatust katse juures ära hoida. Saadud segu asetatakse katseklaasi. Katseklaas suletakse korgiga, millest klaastoru läbi läheb. Tulel kuumutades lõhub hapnikurikas kloorhapu kaalium, eraldades hapnikku, mida klaasvõi kummitoru kaudu veega täidetud ja kumulipöördur pudelisse võib juhtida.



51. joonis. Hapniku saamine.

Vesinikülihapedist ( $3\%$  või  $6\%$ ) saame hapnikku veel hõlpsamalt: vesinikülihaped asetatakse klaaspudelisse või kolbi, lisatakse vähe pruunkivi või rauarostet juurde, suletakse korgiga, mis samuti klaastoruga varustatud nagu eelpoolkirjeldatud katse juures. Eraldiv hapnik juhitakse toru kaudu kogumisnõusse.

2. Kogu 3 pudelitäit hapnikku. Ühte aseta hõõguv pird. Mis sünnib? — Teise hapnikupudelisse aseta terastraadist spiraal (viilukeel) või uurivedru, mille otsa on kinnitatud tilluke tükike taela või korki ja mis põlema on süüdatud. Mida märkad? — Kolmas pudel hapnikuga lase lahtiselt mõni minut seista. Katsu siis seda hõõguva pirruga: hapnik pole temast veel lahkunud.



52. joonis. Terastraadi põlemine hapnikus.

Hapnik on lõhnata, värvuseta ja maitseta gaas. Ta toetab elavalt põlemist: ained, mis õhus põlevad ainult hõõgudes, põlevad puhtas hapnikus kiiresti ja tugeva valguse ning kuumusega. Koguni raud põleb hapnikus.

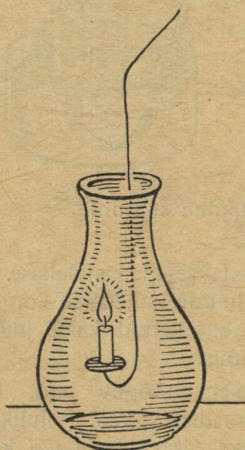
Õhust on hapnik raskem. Millisest katsest võib seda järeldada?

Ühendatult teiste ainetega esineb ta looduses väga laialdaselt. Arvatakse koguni, et  $\frac{1}{3}$  meie Maast on hapnik.

3. Ainevahetus põlemisel. Looduses ei kao midagi jäljetult: muutuvad vaid kujud ja muutuvad ained. Nii ka põlemisel: õhk kaotab küll hapnikku, kuid mitte jäljetult, vaid selle asemele tekivad teised ained.

1. Hoia kuiv külma klaas või kruus külma veega küünla leegi kohal? Pea võid niiskust, koguni veepiisakesi klaasil või kruusil tähele panna. Sedasama võid märgata ka köögis, kui kastruli külma veega tulele paned: kastruli põhjale kogunevad veepiisad.

Sellest järeldame, et küünla ja puu põlemisel tekib veeaur.



53. joonis.

2. Laia kaelaga klaasnõusse (purki) valame ligikaudu 2 cm kõrguseni selget lubjaveet\*). Laseme nüüd põleval küünlal selles klaasnõus põleda, kuni ta kustub. Võtame küünla välja ja vaatleme lubjaveet. See on segaseks läinud. Ta läheb veel rohkem segaseks, kui klaasnõu (kinnikaetult) loksutame. Seistes koguneb põhja valge sade.

Sedasama teeb ka küdevast pliidist ning ahjust läbikäiv õhk, samuti teemasina kütteruumist väljuv õhk.

Need vaatlused ja katsed ütlevad meile, et küünla, puu ning söe põlemisel tekib säärane gaasiline aine, mis teeb lubjavee segaseks. Seda gaasilist ainet nimetatakse süsihappuks gaasiks, sest ta on söe või täpsamalt öeldud söeaine ehk süsiniku ja hapniku

ühinemissaadus ehk ühend.

Laseme põlemisel toimuda puhta vee peal (destilleeritud või puhas vihmavesi). Katse korraldus nii, nagu see on kirjeldatud eelmises katses. Võtame katsenõust vett ja valame seda lubjavee juurde: lubjavesi läheb segaseks. Sellest katsest järeldame:

Süsihappu gaas on vees lahustuv.

Mitte alati ei teki põlemisel süsihappu gaas. Ebatäielikul söe põlemisel tekib **karm**. Karm on väga mürgine gaas. Ta on lõhnata ning värvusetu ja seepärast ka raske ära tunda. Karmu eest tuleb hoiduda. Kui ahi on siibriga, ei tohi teda liiga vara kinni panna (kui ahjus on veel palju tukke), sest põlemine võib poolikult edasi toimuda ja karm läbi ahjupragude, eriti aga siibri vahelt, tuppa tungida.

\*) Lubjavee valmistamiseks asetatakse pudelisse 1–2 teelusikatäit kustutatud lupja. Täida pudel destilleeritud või vihmaveega, loksuta segi ja jäta seisma. Teisel päeval on liigne lahustumatuks jäänud lubi põhja sadestunud.

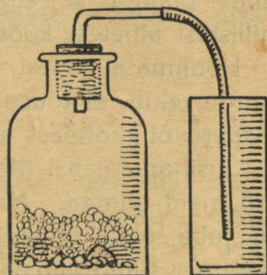
Karm on samuti süsiniku ja hapniku ühend nagu süsihappu gaas, kuid erineb viimasest selle poolest, et ta kaks korda vähem hapnikku sisaldab.

Kokkuvõttes võime öelda: küünla ja puu täielise põlemise saadused on veeaur ja süsihappu gaas. Sõe puhul on seda vaid süsihappu gaas. Peale selle jääb puu ja sõe põlemisel veel vähe tuhka järele.

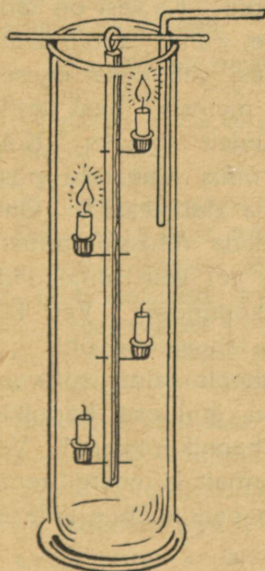
**4. Süsihappu gaas.** Süsihappu gaas, mis põlemisel tekib, on suurel määral segatud õhu lämmastikuga. Puhtal kujul võime teda saada palju hõlpsamalt marmorist, paest või ka kriidist lahjendatud soolhappe toimel.

Marmor, paas ja kriit koosnevad kõik peamiselt lubja ja süsihappu gaasi ühendist. Seda ühendit nimetataksegi süsihappuks lubjaks. Kui soolhapet temale juurde lisada, siis ühineb see lubjaga, ja süsihappu gaas saab vabaks.

Süsihappu gaasi tundmaõppimiseks korraldame mõned katsed.



54. joonis. Süsihappu gaasi saamine.



55. joonis. Süsihappu gaas kustutab küünlad.

Asetame marmor- või pae- tükke pudelisse, valame nendele lahjendatud soolhapet peale ja suleme korgiga, millest klaastoru läbi on pistetud ja mille otsa kummitoru kinnitatud. Selle kaudu võime süsihappu gaasi soovitavasse nõusse ja kohta juhtida.

Süsihappu gaas on värvuseta. Ta on ligikaudu  $1\frac{1}{2}$  korda õhust raskem. Teda võib ühest nõust teise valada. Põlemist ta ei toeta: temas kustub põlev tikk või pird. Kui juhtida süsihappu gaasi nõusse, kus põlevad küünlad mitmesuguses kõrguses, siis kustuvad nad järjekorras alt üles.

Süsihappu gaasi tekib ka hingamisel, samuti käärimisel. Sellepärast on teda õlles, veinis. Teda tarvitatakse limonaadi ja seltersi gaasimiseks. Meie seedimisse

ja maotegevusse mõjub ta hästi, kuid sissehingatuna toimib ta mürgina.

Sellepärast tuleb olla ettevaatlik käärimiskeldritesse astudes. Enne tarvis veenduda, kas süsihapu gaasi oht selles ei varitse. Seda võib teha laterna abil, milles küünlal või lamp põleb. Kustub see ruumis, siis on elule hädaohtlik sinna astuda. — Ka ruumides, kus palju inimesi koos ja kus küünlad või petroolilambid põlevad, võib palju süsihaput gaasi koguneda. On arvatud, et täiskasvanud inimene päeva jooksul 500 liitrit süsihaput gaasi välja hingab ja et küünlal tunni jooksul 15 liitrit tekitab. Need on küllalt suured hulgad ja sellepärast ruumide tuulutamise tarvidus arusaadav.

5. **Õhu koosseisust.** Katsu kõigest sellest, mida oled tähele pannud ja eelpool õppinud, selgusele jõuda selle kohta, millistest ainetest koosneb õhk.

Hoolimata sellest, et veeauru ja süsihaput gaasi alatasa juurde tekib, ei tõuse nende hulk mitte liiga kõrgele. Mis toob veeauru õhkkonnast maa peale tagasi?

Süsihapu gaasi ülemäärase rohkenemise eest õhus kaitsevad meid taimed. Muidu lämbuksime meie, sest elukardetav on juba õhk, milles on 6–8% süsihaput gaasi, kui selles ainult  $\frac{1}{2}$  tundi viibida; 30% süsihapu gaas surmab kiiresti. Taimed tarvitavad süsihaput gaasi toiduna. Nad tarvitavad teda palju ja annavad meile selle vastu hapnikku. Ka vesi on tähtis õhupuhastaja. Peale vihma on õhk värske, puhas ja tolmuva. Palju süsihaput gaasi lahustub vees. Vesi viib seda enesega kaasa mullasse, jõgedesse, järvedesse ja meresse. Seal ühineb ta osalt teiste ainetega ja on veetaimedele toiduks. Kõige selle tagajärjel on süsihapu gaasi hulk õhus ligikaudu püsiv, ja nimelt 0.03%, hoolimata sellest, et teda alati tekib\*). Õhku lahustub ka vesi. Mida külmem vesi, seda rohkem lahustab ta õhku. Külma vett sooja tuppa tuues või vett soojendades näed veenõust seintele gaasimullikesi kogunevat. Vett kuni keemiseni soojendades, kaotab see kogu lahustunud õhu.

Vees lahustunud õhu koosseis on hoopis teine kui vabas õhkkonnas; nimelt 2 osa lämmastikku ja 1 osa hapnikku. Mitu korda on vees lahustunud õhk hapnikurikkam? Vees lahustunud õhk toimib sellepärast tugevamalt ja energilisemalt kui harilik õhk. Lämmastik lahjendab hapnikku õhus ja tasan-

\*) Vaata „Rohelise taime elutegevus“.

dab sellega tema mõju ehk toimet, — muidu põleksid ära koguni meie ahjude rauduksed, nagu oleksid nad kuivast puulaastust tehtud.

Peale lämmastiku, hapniku, süsihappu gaasi ja veeauru on õhus vähesel määral ka teisi aineid. Nendest on ligikaudu 1% väga püsivat gaasi — argonit —, mis teiste ainetega ei ühine.

1. Kui palju on toas, mille pikkus on 4,5 m, laius 4 m, kõrgus 3 m, hapnikku ja lämmastikku? 2. Kuidas on muutunud selle õhu koosseis, kui selles toas on põlenud 10 küünalt viis tundi? Küsimuse vastamiseks pea silmas, et iga küünal tunni vältel tekitab 15 liitrit süsihappu gaasi, tarvitades seejuures samapalju hapnikku. 3. Millega võib järeldada, et lämmastik on värvusetu, lõhnata ja maitseta aine? 4. Ons lämmastik mürgine aine?

## 17. Leek.

1. Vaatle küünla leeki ligemalt. Kolme osa võid selles tähele panna. Küünla tahti ümbritseb tumedavõitu leegi tuum. Selle järele tuleb hele ja kollakas keskmine osa. Rikkalikult läkitab ta meile valgusekiiri. Seda osa katab väljastpoolt õhuke, vaevalt nähtav leegi mantel. See on nõrga ja sinaka valgusega.

1. Võta tükk paksemat valget paberit. Hoi a seda leegi kohal ja oota, kuni küünla leek rahulikuks jääb. Nüüd aseta paber leegisse, tahist ligikaudu 1 cm kõrgemale. Hoi a teda 1—2 sekundit ja võta ta siis leegist välja. Vaatle paberit mõlemalt poolt. Paberi alapoolel näed musta ringi. See on tahmast. Ülapoolel näed kollakaspruuni plekki, mis äärtel on tumedam kui seespool.

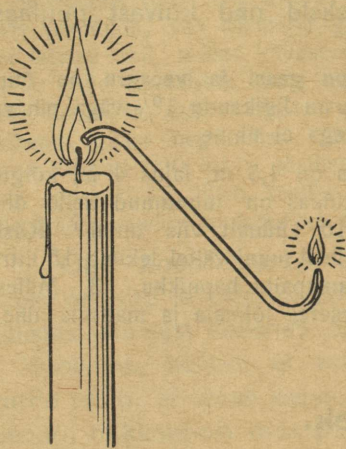
Samasugune katse tee puupirruka ja porselanitükikesega.

2. Võta ligikaudu 25 cm pikkune ja 5—6 mm laiune klaastoru. Teda tuleb mõlemalt otsadelt painutada ühelt poolt 5 cm ja teiselt poolt 2 cm kauguselt nii, nagu joonisel näha. Soojenda seda leegi kohal ja aseta lühema painutatud otsaga leegi tuumasse tahi peale. Pane tähele, et torust väljub gaas, mis süütamisel põleb.

Katsete ja vaatluste põhjal võime öelda, et leek pole ühtlane oma ehituselt ja omadustelt. Leegi osad pole ühesuguse koostisega. Kõige kuumem on leegi väline osa ehk leegi mantel. Kõige jahedam aga leegi tuum. Mis tõendab seda?

Leegi tuum koosneb põlevast gaasist. See on tekkinud küünla-ainest (steariinist) kuumuse toimet, nagu puustki tekib puugaas.

Keskises valgustandvas osas toimub selle tuumagaasi põlemine. Õhku ei pääse siia küllaldaselt juurde. Sellepärast on siin põlemine ebatäieline.



56. joonis. Künula tuumas on põlev gaas.

Nagu puu ebatäielisel põlemisel tekib süsi, nii tekib see ka künlagaasi ebatäielisel põlemisel. Söeosakesed, mis sellest gaasist tekivad, on väga väikesed. Nad helenduvad leegi kuumuse tagajärjel ja annavad valgust. Mis tõendab söeosakeste olemasolu leegis? Leegi mantel puutub otsekohe kokku õhuga. Sellepärast on ka selles täielik põlemine. Keskises leegiosas tekkinud söeosakesed põlevad siin täielikult ära. Kuumus ongi selles kõige suurem.

2. Ka palju teisi aineid annavad suure kuumuse juures valgust. Milliseid sa tead? Päevapildistamisel kasutatakse magneesiumivalgust. Magneesiumilinti põlema süüdates põleb see, tekitades palju soojust. Magneesium ühineb seejuures hapnikuga ja annab valge aine — magneesiumhapendi. Põlemisel vabaneva soojuste mõjul hõõguvad magneesiumhapendi osakesed väga heledalt ja annavad palju valgust.

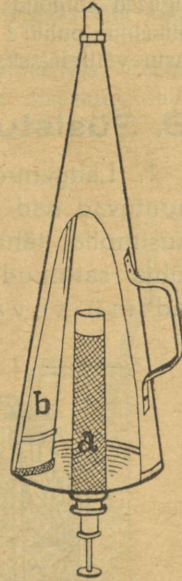
## 18. Tulekustutamisest.

1. Tuleta meelde põlemise tähtsamaid tingimusi. Kuidas lämmatada tuld? Kas oled näinud tulekustutamist tulikahju korral? Kirjelda seda. Mis otstarve on tulikahju naabruses olevate puuehitiste pritsimisel veega?

Suure tulikahju korral on ka kuumus suur. Leegi temperatuur võib tõusta kuni  $2000^{\circ}\text{C}$ . Et suurt tulemerd veega kustutada, on korraga väga palju vett tarvis. Nõrk veejuga ei suuda siin kuigi märgatavalt temperatuuri alla viia. See teeb asja koguni veel pahemaks. Kõrgel temperatuuril laguneb vesi. Ta annab seejuures vesiniku ja hapniku. Vesinik on põlev gaas; hapnik, nagu sa tead, soodustab põlemist. Sellepärast tuleb tulikahju kustutamist ikka äärtelt alata. Nii teevadki tuletõrjujad.

2. Tuleõnnetuste vastu peab valvel olema. Kõige hädapärasemad abinõud selleks olgu alati käepärast. Alguses pole raske tulele piiri panna ja suuremat õnnetust ära hoida. Väga otsustarbekohane abinõu selleks on tulekustutamispaparaat „Minimaks“.

Minimaks kujutab enesest koonusesarnast soodalahusega täidetud raudplekist nõu. Ta on harilikult seatinaga kaetud, et teda roostetamise eest kaitsta. Apparaat sisaldab seespool põhjale kinnitatud metallvõrgust silindri, milles asub soolhappega täidetud ja kinnijoodetud klaastoru. Lüües apparaadi põhjast väljaulatuvale metallvarrele, võib klaastoru purustada ja soolhappe vabastada. Soolhappe mõjub soodasse ja vabastab sellest süsihappu gaasi, sest sooda on oma koosseisult süsihappu naatrium. Süsihappu gaasi tekib palju ja ta tungib toru *b* kaudu apparaadi tipul olevast avausest suure rõhu all välja. Enesega ühes viib ta ka apparaadis oleva lahuse tugeva joana, mis tihti ligikaudu 12 meetri kõrgusele võib ulatuda. Selle vedeliku tuld kustutav mõju on palju suurem kui puhtal veel. Ta sisaldab ju palju süsihappu gaasi. Kuidas mõjub see? Peale selle on tas palju soola. Kuigi vesi kuumuse tagajärjel sellest ära võib aurata, jääb sool järele. Ta katab pritsitava pinna vaabasarnase kihina. See raskendab tule juurdepääsu ja kaitseb selle tõttu tema all olevat materjali.



57. joonis.  
Minimaks.

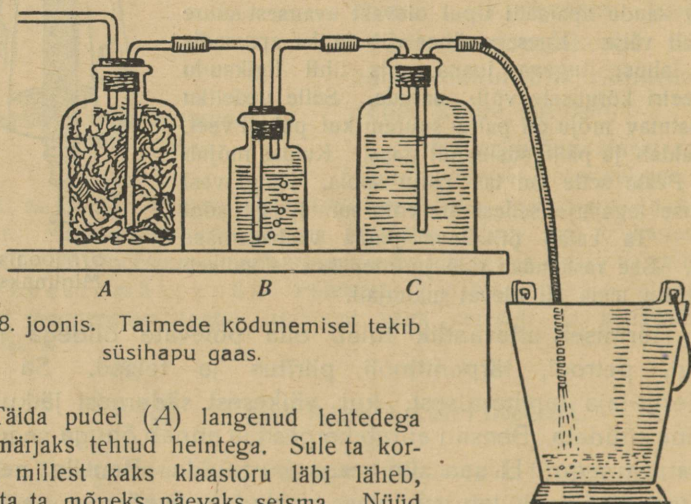
3. Äärmiselt ettevaatlik tuleb olla põlevate õlidega nagu bensiin, petrol, tärpentiinõli, piiritus ja teised. Sa tead ju tulesüütaja tarvitamisest, kui väikesest sädemest jätkub, et bensiini süüdata. Bensiin aurab kergesti ja annab õhuga segunult plahvatava segu. Ei saa siin veega kustutada. Bensiin, petrol ja tärpentiinõli ei lahustu vees. Nad ujuvad vee peale ja põlevad seal takistamatult edasi. Veega võib õnnetust veel aina suurendada: vesi kannab põleva õli laiali. Põlevat õli saab kustutada tule lämmatamisega. Tuleb takistada värske õhu juurdepääsu. Selleks raputatakse tulele tuhka, liiva või kaetakse suurte märgade rätidega või tekkidega. Kuidas see aitab?

Kui juhtub, et tuli sinu riiete külge hakkab ja kui vett käepärast pole, viska ennast kohe maha, et tuli pea ligi ei tõuseks. Katsu tuld lämmatada end maas veeretades. Juhtub mingi suurem riie, nagu tekk, käepärast olema, mähi ennast sellesse.

1. Mispärast ei tohi millalgi valada petrooli lampi, kui see põleb? 2. Mispärast ei tohi täita lampi õliga ääreni täis? 3. Mis-sugused abinõud peaksid olema, et pääseda põleva maja teiselt korralt tulikahju puhul? 4. Millised abinõud on sinu kodus tuleõnnetuse vastu võitlemiseks?

## 19. Süsistumisnähtusi ja saadusi looduses.

1. Langenud lehed kõdunevad niiskuses. Sattunud mullasse, muutuvad nad aeglaselt mustaks, lagunevad ja moodustavad mustmulla tähtsama osise — huumuse. Ka veekogude põhja sattunud taimede osad tekitavad musta põhjamuda: nad muutuvad.



58. joonis. Taimede kõdunemisel tekib süsihappu gaas.

Täida pudel (A) langenud lehtedega või märjaks tehtud heintega. Sule ta korgiga, millest kaks klaastoru läbi läheb, ja jäta ta mõneks päevaks seisma. Nüüd ühenda ta, nagu 58. joonis näitab, kummitoru abil teise pudeliga (B), milles on lubjavesi ja mis samuti kahe klaastoriga varustatud. Pudeli B ühenda kummitorukese kaudu pudeli C-ga, mis veega kaelani täidetud ja mille toru on varustatud pikema kummitoriga. Ime selle kaudu vesi voolama: õhk tungib läbi lubjavee pudeli A-st pudeli C-sse.

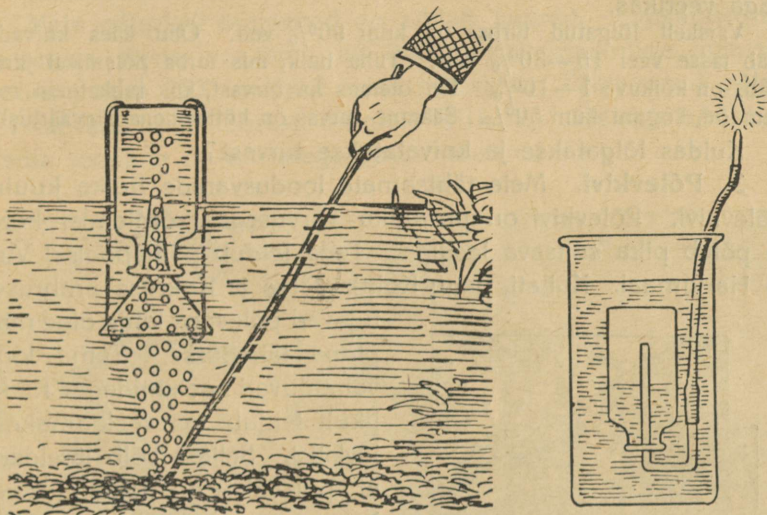
Mis sünnib? Mida järeldad sellest?

Sellest näed, et taimede kõdunemisel niiskuses ja õhu juurdepääsul tekib süsihappu gaas. Nii kui põlemiselgi.

Otsi ümbruses tiik, umbjärv või mõni muu veekogu, mis rikas taimedest. Aseta mudarikkasse kohta veega täidetud ja lehriga varus-

tatud pudel ümberpöörduvalt. Sega selle kohal kepiga põhjamuda: tõusevad gaasimullid, mis lehtri kaudu pudelisse lähevad. On gaasi küllalt kogunud, kõrvaldame lehtri, pudelit vee all edasi hoides, ja suleme pudeli korkiga. Gaasi pudelis alal hoides, hoia pudelit ümberpöörduvalt. Vastasel korral, kui kork mitte küllalt märg pole, võib gaas läbi korki välja pääseda.

Pistame põhjamudast eraldunud gaasiga pudeli kaela vee alla. Eemaldame seal korki ja paneme selle asemele U-sarnase klaastoru, mille



59. joonis. Mültumisel tekkinud gaasi kogumine. 60. joonis. Soogaas põleb.

ühes otsas on kummitoru ja mis lõpeb peeneotsalise klaastoruga. Et seejuures vesi torusse ei tungiks, pigistame kummitoru kinni.

Pudelit vette surudes, tungib vesi pudelisse ja surub gaasi toru kaudu välja. Seda gaasi võib põlema süüdata.

Ümbses olekus niiskuses kõdunedes ehk mültudes annavad taimejäänused põleva gaasi, mida soogaasiks nimetatakse, sest ta tekib ka soodes. Tuleta meelde, et ka puu kuivdestilleerimisel tekib gaas, mis süütamisel põleb. Mis jäi puust järele?

Mültumine on üks looduses toimuvatest süsistumisnähtustest. Teda võime tänapäevalgi suurel määral turbarabades toimuvana tähele panna.

2. **Turvas.** Vaatle turbarabas turba kihte. Pealmises osas võid taimejäänuseid selgesti tunda. Turvas ongi tekkinud

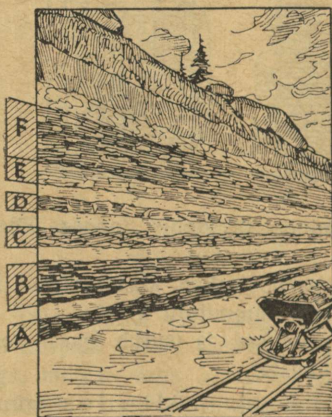
soos kasvavate sammalde, eriti turbasambla mültumisel. Sambla mültumist turbaks nimetatakse turvastumiseks. Pealmised kihid moodustavad noorturba. Mida sügavamale minna, seda täielikum ka turvastumine ja seda süsinikurikkam ta on. Taimejäänuseid pole seal enam ära tunda. Turvas on väga veerikas.

Värskelt lõigatud turbas on kuni 90% vett. Öhu käes kuivades jääb tasse veel 15—30% vett. Tuha hulk, mis turba põlemisel järele jääb, on kõikuv: 1—10%. On olemas ka turvast, kus tuhkaineid rohkem on, koguni kuni 50%. Säärane turvas on kütteenaina alaväärtuslik.

Kuidas lõigatakse ja kuivatatakse turvast?

3. **Põlevkivi.** Meie tähtsamate loodusvarade hulka kuulub põlevkivi. Põlevkivi on pruunika värvusega, võrdlemisi kerge ja põleb pika suitseva leegiga. Teda leidub põhjapoolisel Viru ja Harjumaal. Kohati, nagu Kohtla-Järve ja Kukruse ümbruses,

tulevad põlevkivi kihid õige maapinna lähedusse. Tema kihid vahelduvad paekihtidega. Rikkalikult leidub tas veeloomakeste kivistisi. Sellest võib järeldada, et põlevkivi on tekkinud veekogu (mere) põhjas. Selles on olnud rikkalik taimestik ja loomastik, mille jäänuste mültumisest ongi tekkinud meie põlevkivi.



61. joonis. Põlevkivi kihid.

Võta tükike põlevkivi, kaalu ta ära ja põleta ta plekitükikesel, kuni tast tuhk järele jääb. Kaalu see. Arvuta, kui palju tuhkaineid sisaldab see põlevkivi.

Destilleeri põlevkivi kuivalt. Tee seda, nagu puu puhul tegime.

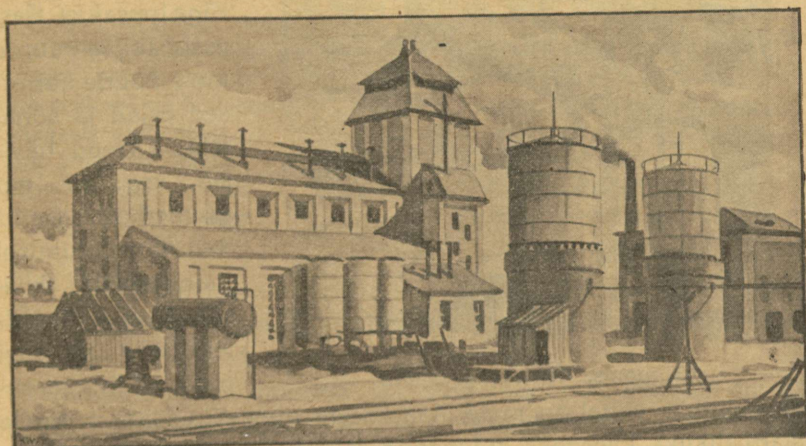
Kuumutamisel annab põlevkivi gaasi ja tõrvasarnast õli. Järele jääb tast must põlevkivisüsi ehk põlevkivikoks, mis on väga tuharikas. Põlevkiviõlis leidub palju väärtuslikke aineid.

Temast võib saada aineid, mis sarnanevad bensiini, petrooli ja masinaõliga; teiselt poolt võib tast saada pigisarnast ainet, mis oma omaduste poolest vastab asfaldile. Asfalt on väärtuslik aine teede ja tänavate sillutamiseks. Lõpuks võib põlevkiviõlist saada ka pisikuid hävitavaid aineid — fenoole.

Põlevkivi fenoolest valmistatakse raudteeliiprite alalhoidumiseks immutusainet.

Põlevkivi tarvitatakse kütteinena. Kus? Tema suuremaks puuduseks on suur tuhainete hulk. See kõigub 37—51<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-ni. Ka põlevkivi tooresõli on väärtuslik kütteaine raudteel kui ka laevastikus.

Meie põlevkivi tagavarad on küllalt suured. Ligikaudse arutamise järele on tema all 2400-ruutkilomeetriline maa-ala, milles peitub 2500 miljonit tonni põlevkivi. Tähtsamaid põlevkivikaevandusi ja tööstusi on meie Riiklik põlevkivitööstus. Tema toodang on aastatega järjest tõusnud.



62. joonis. Kohtla põlevkiviõlitehas.

### Põlevkivi toodang.

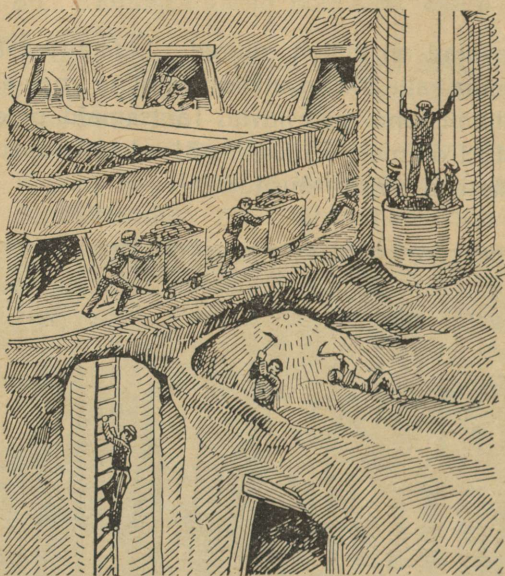
Raastal	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929
Toodang tuh. tonnides	96	139	202	235	239	335	256	318	356

4. **Kivisüsi.** Tähtsamaid looduslikke süsistumissaadusi on kivisüsi. Värvuselt on ta must. Ta on palju süsinikurikkam kui puu, turvas ja põlevkivi. Põlemisel annab ta ka rohkem soojust.

Meie maal kivisütt ei leidu. Teda leidub rikkalikult Ameerikas, Inglismaal, Hiinas, Saksamaal ja ka paljudes teistes maa-des. Tema kihid on mitmesuguse paksusega: mõnest senti-

meetrist kuni 15 meetrini. Need esinevad maa sees savi- ja liivakivikihtide vahel. Et teda kätte saada, kaevatakse maa sisse suured käigud — kaevused.

Kivisöe kihtides võib leida taime süstunud osi. Mikroskoobi all kivisöetükki vaadeldes võib seda rohkemal määral kindlaks teha. See kõik tõendab, et kivisüsi on taimedest tekkinud.



63. joonis. Kivisöekaevandus.

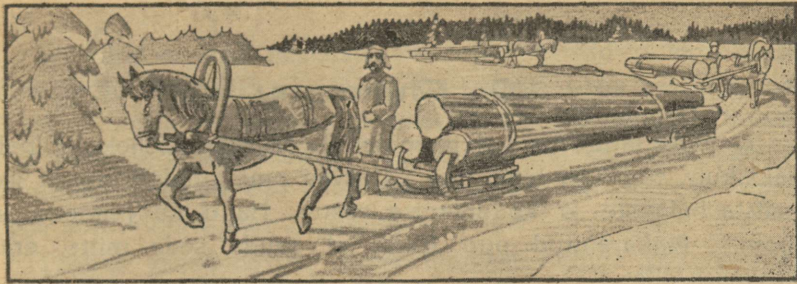
vikivikihtide vahel on meie Maa kaugel mineviku taimed meile väärtuslikuks kivisöeks kujunenud ja sellena alal hoidunud.

Eelpool nägime, et mültumisega käib kaasas soogaasi tekkimine. Seda leidub veel tänapäevgi kivisöekaevandustes. Õhuga segatuna võib soogaas tulega kokkupuutumisel plahvatada ja raskeid õnnetusi kivisöekaevandustes tekitada.

Kivisöes on süstumine kaugemale läinud kui turbas ja põlevkivis. Nii sisaldab turvas keskmiselt 60% süsinikku, põlevkivi põlevaine — puhtbituum — 76% ja kivisüsi 80—95%. Hästi süsinikurikast kivisütt, mis süsinikku sisaldab 95% ümber, nimetatakse antratsiidiks.

Kuumutamisel annab kivisüsi valgustusgaasi ja kivisöetõrva, jättes jäägina koksi, milles süsinikku 94—96%. Koks on hästi kõva ja teda tarvitatakse põletusainena.

Kivisöetõrv sisaldab palju väärtuslikke aineid ja õlisid. Palju arsti-meid ja ilusaid riidevärve valmistatakse kivisöetõrva aineist.



## Meie maja.

„Mõistke, mõistke, mehed noored,  
Teadenege, naised targad,  
Arvage, poisid avarad,  
Mis seal müüri tehtanese,  
Seinasida seadenesse  
Viru kuuskede vilula  
Lääne leppade vahele,  
Harju haabade keskele!

Sinna loodi lustlinna,  
Kasvatati kindlat kohta,  
Kaevati kindlad kelderid  
Varjupaigaks vanadele,  
Tehti kenad elutoad,  
Kallid kaubakamberid,  
Vikitie\*) viisilisti,  
Tasutie targalisti.

(Kalevipoeg, XV, 630.)

Varju- ja puhkepaika vajab inimene. Loodusrahvail on selleks koopad ja telgid. Ka kolijad-rahvad elavad telkides. Kas oled tähele pannud, kuidas mustlased elavad?

Kultuurinimeste nõuded on suuremad. Suuremad on ka kultuurinimeste oskused ja võimed. Nad ehitavad vastavalt oma nõuetele maju, milles nad elavad ja teotsevad. Nimeta maju, milles teotsetakse majandus-tulunduslikul alal. Nimeta maju, milles taotellakse kultuurilisi eesmärke. Vastavalt otstarbele on tihti ka hoone ehituslaad. Nimeta sääraseid ehitisi, mille otstarvet juba ehituslaadist võib tunda.

Maja ehitamiseks annab meile materjali nii elav kui ka eluta loodus. Nimeta tähtsamaid ehitusmaterjale. Maja tähtsamaid osi on: alusmüür, millel lasuvad aluspalgid, siis seinad (aknad, ukseid), põrand, laetalad, lagi, katus, mis toetub sarikatele. Katsu selgusele jõuda, millisest materjalist on need osad sinu koolimajal.

\*) Vikkima — tasaseks lööma.

## 20. Ehituspuu.

1. Meie tähtsamaid ehitusmaterjale on puu. Selleks kõlbab vaid kuiv, tugev ja terve puu. Kasvav puu suudab ennast ise kaitsta haiguste ja kõdunemise vastu. Nagu ka inimene ja loom. Maharaiutud puu (puit) ei suuda seda mitte, eriti niiskuses olles.

Puu sisaldab sääraseid toiteaineid nagu suhkur ja tärklis. Oled maitsenud kasemahla? Magus tundub ka värskelt kooritud puu oks. Ka tärklise olemasolu puus võime tõestada. Kas mäletad, kuidas seda tegime kartuli juures?

Küllaldase niiskuse korral hakkavad puul mitmesugused hallitusseened kasvama. Toiduks tarvitavad nad puu rakkudes leiduvaid toiteaineid. Kuival puul hallitusseened kasvada ei saa. Seepärast on tähtis, et ehituspuu oleks kuiv.

Kevadel, kasvamise ajal on puu mahlarikkam kui sügisel ja talvel. Hilissügisel ja talvel tulebki puid metsast raiuda. Maharaiutud puul tuleb lasta kuivada. Kuivamisel praguneb ta. Millega seda seletada?

2. Okaspuudel on tähtsaks kaitseaineks kõdunemise vastu vaik. Tuleta meelde, mida õppisid sellest männi juures. Meie kodumaa okaspuudest on mänd vaigurikkamaid. Ta sisaldab ligikaudu 3<sup>o</sup>/<sub>o</sub> vaiku. Männile järgneb kuusk, milles on vaiku ligikaudu 1<sup>o</sup>/<sub>o</sub>. Seepärast on mänd ehituspuna niisketes kohtades palju vastupidavam kui kuusk. Teisi puid tarvitatakse peamiselt sääraste ehitiste osade jaoks, mis on kaitstud niiskuse eest.

3. Ehituspuu peab olema vastupidav rõhumisele: tuleb ju tal tihti kanda küllalt suuri raskusi. Katsu ligikaudselt arvutada, kui suurt raskust tuleb kanda klassi põrandal. Põrandalauad seda kanda ei jõuaks. Nad toetuvad aluspalkidele.

Kui me tahame võrrelda mitmesuguste ehitispuude vastupidavust rõhumisele, siis tuleb meil seks võtta ühesuguse suurusega proovipuud. Võtame kuubi, mille külgede pindala on 1 cm<sup>2</sup>. Kui see on männist, siis suudab ta vastu pidada 280 kg raskusele. Öeldakse: männi vastupidavus rõhumisele on 280 kg/cm<sup>2</sup>. T a m m e l on see ligikaudu 350 kg/cm<sup>2</sup>, k u u s e l aga 240 kg/cm<sup>2</sup>. Nii palju puud ehitiste juures koormata ei või, on lubatud arvestada ainult 1/4 sellest.

4. Mänd on küll niiskusele vastupidavamaid puid, alata selle mõju all seistes ei suuda aga temagi kaua vastu panna. Niiskes maas ja mullas kõdunevad ka männipuust postid. Kas sa oled tähele pannud, kuidas püstitatakse telegraafi- ja telefoniposte maasse? Niiskesse maasse neid sageli ei asetatagi, vaid kinnitatakse raudtulpade külge.

Postide vastupidavust mulla niiskuse mõjule võib suurendada sel teel, et nende otsi immutatakse tõrvaga. Tõrv sisaldab eneses aineid, mis takistavad hallitusseente kasvamist ja surmavad pisikuid. Ta teeb puu ka veekindlamaks. Palju aitab ka postiootsa söestamine. Kuidas kaitseb see puud kõdunemise eest?

Eriti suure vastupidavusega niiskusele peavad olema raudteeliigid. Neid immutatakse põlevkiviõliga või veel parem põlevkiviõlist saadud ainega — fenolaadiga.

5. Maja raskemaid haigusi on majaseen. Ta tekib niisketes, halvastiõhustatud kohtades. Majaseen moodustab puu peal paksu valge seenniidistiku. See tumeneb aja jooksul ja tungib sügavamale puusse. Puu kõduneb, muutub rabedaks ja lühikese aja jooksul võib maja kokku variseda. Siin pole muud abi kui haigete osade kõrvaldamine. Haige koha ümbrus tuleb puhastada formaliiniga ja immutada fenolaadiga. Majaseene ärahoidmiseks tuleb ehituseks tarvitada hästikuiivatatud ja seenhaigustest vaba materjali. Õhu pääs puuosade juurde olgu võimaldatud. See vähendab niiskust.

Ka petrool ja samuti raua- ning vasevitriool takistavad majaseene kasvamist.

1. Millega seletada seda, et talvel suure külmega palgid „pauguvad“? 2. Miks tõrvatakse katuseid? 3. Miks on värvitud põrandad vastupidavamad kui värvimatud?

## 21. Põldkivi.

1. Paha, kui põllul on kivid. Mille poolest on nad tülik põlluharijale? Kuidaviisi puhastab ta oma põldu nendest? Kas oled näinud kivilõhkumist?

Teraspuuriga taotakse kivisse 20—40 cm sügav auk. Sinna raputatakse püssirohtu ja asetatakse peenike vasest varras. Auk tambitakse telliskivipuruga kinni, varras tõmmatakse välja ja selle asemele jäänud

soonesse pistetakse süütenööri ots. Süütenöör läidetakse põlema ja joostakse kivi juurest kaugemale. Niipea kui tuli süütenööri püüsirohuni jõuab, plahvatab see ja kivi lõhkeb. Süütenööri põlemiskiirus tuleb enne kindlaks teha. Milleks on see tähtis?

Kivilõhkumine lõhkeainete abil on kardetav ja tihti koguni elule hädaohtlik. Kõige rohkem õnnetusi tuleb lõhkeainega täidetud augu lahtiurgitsemisel, kui plahvatus tulemata jäi. Lahtiurgitsemisel metalloraga (eriti rauast) võib kergesti säde tekkida, mis lõhkeaine süütab. Väga kardetav on, kui lõhkeainena tarvitatakse ka aliumklooraati ehk kloorhaput ka aliumi\*). Segatud peenekshõõrutud väävliga moodustab see väga kergesti plahvatava segu, mis juba hõõrumise juures võib plahvatada. Segada võib neid aineid paberil linnusulega ja sedagi ainult väikestes hulkades.

Vigastused on sageli väga rasked. Ülikoolkliinikus on 41 isikut, kes kivilõhkumisel said vigastusi, 2 isikut vigastuste tagajärjel surnud, pimedaks jäänud — 6, ühe silma nägemise kaotanud — 16, käe kaotanud — 3 ja sõrmed kaotanud — 6, teiste vigastused olid kergemad.

Suuremate õnnetuste ärahoidmiseks oleks otstarbekohane tarvitada kivilõhkumisel selleks valmistatud padruneid.

2. Kivi, mida meie põldkiviks nimetame, on mitmevärvilise kirjaga teraline kivi. Oma põhitoonilt on põldkive mitmesuguse värvusega: hallikaid, punakaid, musti. Ka nende kiri võib mitmesugune olla: leidub nii jämedakirjalist ehk jämedateralist kui ka peenekirjalist ehk peeneteralist põldkivi. Kogu enesele mitmesugust liiki põldkive. Vaatle ligemalt mõnd jämedateralist liiki. Nende hulgas võid sa leida kive, kus selgesti on näha kolme liiki terakesi. Pane tähele, milline on terakeste värvus. Kuidas on üksikute terakeste pind: kas ta on sile ja läikiv või konarlik? Katsu üksikuid terakesi noa otsaga lahti murda.

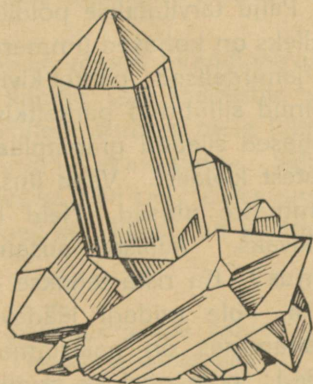
Sa leiad pea, et ühte liiki terakesi pole raske noa otsaga murda. Vaatle murtud killukesti paberil. Kui nad on lehekeste kujulised, sileda läikiva pinnaga, siis on see küll **vilgukivi**. Oma värvuselt on ta must või hallikas. Vilgukivi esineb looduses ka iseseisvalt. Teda on kerge lõhestada lehtedeks. Vilgukivi lehed on painduvad ja kuumusele vastupidavad. Eriti

\*) Ladina keeles — *kalium chloricum*.

väärtuslik on valge vilgukivi. Et ta on läbipaistev nagu klaas, siis tehakse talt aknaklaase mitmesuguste sulatamisahjude akendele. Ka petrooli-lampköögil on vilgukivist klaasikesed. Oma paindumise tõttu ei murdu vilgukivi nii kergesti kui klaas. Seepärast kasutatakse teda ka sõjalaevade akende jaoks.

Konarliku pinnaga, suuremalt jaolt klaasvalged, on **kvartsi** terakesed. Kvarts on kõva — rauaga ei saa teda kriimustada. Kvarts esineb ka vabalt looduses mitmesugusel kujul. Meil leidub teda ränikivina. **Ränikivi** on oma värvuselt valkjashall. Oma kõvaduselt ületab ta raua. Ajaloost tead, et kivi-ajal, kui rauda veel küllaldaselt ei tuntud, tehti ränikivist kirveid ja ka sõjariistu. — Kui rauaga (noaseljaga) ränikivi vastu kõvasti lüüa, siis kargavad tulised sädemed laiali. Kogu neid paberile ja vaatele. Need pole mitte ränikivi killukesed. Ränikivi on kõvem kui raud. Rauaga ränikivi vastu lüües kargavad raua küljest väikesed killukesed tulikumade sädemetena. Tulikumad on nad lõogist ja hõõrumisest, mis sellega kaasas käib. Vanal ajal saadigi ränikivi abil tuld. Seepärast nimetatakse teda ka tulekiviks.

Meie ränikivi on tuhmikas. Mõnelpool mägedes (Alpides) leidub kvartsi ilusate suurte läbipaistvate kristallidena. Seda kvartsiliiki kutsutakse mäekristalliks. Vanad kreeklased kutsusid teda tema selguse ja läbipaistvuse pärast mäejääks. Jää on kreeka keeles krüсталλος, sellest siis ka selle kvartsiliigi nimetus. Oma ehituselt on üksik mäekristall siledate ja läikivate pindadega kuustahukas, mille otsadel samasugune püramiid. — Ka mõned ilukivid, nagu ametüst (lilla), jaspis (kollakas, pruun, punakas), kuuluvad kvartsi liiki. Nende värvus on tingitud mitmesugustest lisanditest, nagu raua- ja teiste metallide ühendid.



64. joonis. Mäekristallid.

Peale vilgukivi- ja kvartsi terakeste leiame põldkivis veel põldpaoterakesi. Oma kõvaduselt seisab **põldpagu** vilgukivi ja kvartsi

vahel. Ta on pehmem kui kvarts, aga kõvem kui vilgukivi. Noa otsaga võib teda küll kriimustada, kuid teda lahti murda ja killustada pole enam nii kerge. Põldpaoterakesed omavad sileda ja läikiva pinna. Nende värvus on mitmesugune: punakas, pruunikas ja mõnikord hallikas. Põldpagu leidub ka vabalt. Ta on sel korral kujult kandiline ja sageli pinnalt astmeline.

Põldkivi, mis koosneb vilgukivi-, kvartsi- ja põldpaoterakestest, nimetatakse **graniidiks**. Selle nime on ta saanud oma teralise ehituse tõttu. *Granum* tähendab ladina keeles tera.

3. Põldkivi kuulub kõvemate kivide hulka. Teda kutsutakse seepärast ka **raudkiviks**. Põldkivi vastupidavus rõhumisele on 1000—3000 kg/cm<sup>2</sup>. Tema suure vastupidavuse tõttu kasutatakse teda ehituste juures. Vaatle oma ümbruskonna ehitisi. Milliste juures on põldkivi tarvitatud ja milleks?

Alusmüüri ehitamiseks on põldkivi küll kõlvuline, mitte aga ilma õhuvaheta täisseina ehitamiseks. Tuleta meelde, mida õppisid möödunud aastal soojusejuhtivusest. Põldkivi on väga tihe ja võrratult parem soojusejuht kui seda on puu. Ta jahtub seetõttu välise külma mõjul küllalt ruttu. Paksu külma kivimüüri soojendamiseks läheb palju soojust tarvis. Ruumis asuv õhk ei suuda seda niipea soojendada; pealegi on õhk halb soojusejuht. Seinad seisavad kaua külmad. Eluruumis on alati veeauru. Kust see tuleb? Veel rohkem on seda lautades. Veeaur tiheneb külmal seinal veeks. Seinad muutuvad niiskeks. See on aga tervishoiuliselt kahjulik: niisked seinad on haigusteidude alalhoidmiseks, kasvamiseks ja arenemiseks väga soodsad.

Palju tarvitatakse põldkive teede ja tänavate sillutamiseks. Selleks on kohased ümmargused kivid — munakad — ja raiutud neljanurgelised parkettkivid. Milliseid tänavaid oled linnas näinud sillutatud parkettkividega? Kõnniteede sillutamiseks on kohased siledad graniitplaadid. Neid raiuvad kivisepad suurematest kividest. Väga ilusad on graniidist hauasambad ja ausammaste alused. Neid lihvitakse ja häilitakse siledaks ning läikivaks. Millistel ausammastel on graniitalused Tallinnas, Tartus? Ka riste tehakse graniidist.

4. Pole midagi jäädavat looduses. Kõik muutub ajaga. Ajahammas on halastamatu. Kõdunevad kaljud, kõdunevad mäed; pole püsi ka raudkivil. Vesi, külm ja soojus käsikäes on suurimaid lõhkujaid eluta looduses. Eks vaatle saunakerise kive. Nad on ju ka raudkivid, kuid purunevad palju kiiremini kui need, mis väljas põllu peal seisavad. See tuleb sellest, et

kerisekividel tuleb läbi elada suuremaid ja äkilisemaid temperatuuri kõikumisi kui kividel vabas looduses. Mis põhjusel?

Graniit koosneb kolmest erisugusest osast. Neil on lahku minevad omadused: nende paisumine soojuse mõjul pole ühesugune, samuti siis ka kokkutõmbumine jahutamisel. Sage date kuumutuste ja jahutuste tagajärjel tekivad kivis väikesed praod, mis ajaga järjest suurenevad. Kivi mureneb. Samuti sünnib ka looduses. Päikese paistel soojeneb graniit, tumedamad osad rohkemal määral kui heledamad. Graniiditerakeste mitteühtlase paisumise tagajärjel tekivad ka siin praod. Graniit praguneb. Vesi tungib pragudesse. Külma korral külmub see jääks, seejuures paisudes ja suurendades pragunemist. Nii murenevad suured graniitkaljud aja jooksul. Kuid graniidi murenemine ei lõpe sellega, et tema koostisosad kvarts, põldpagu ja vilgukivi üksteisest lahti püdenevad. Põldpagu ja vilgukivi muutuvad vee toimel põhjalikumalt. Nendest tekib **sau**. Kvarts on vastupidavam ja tema terakesed ei muutu oma loomuselt: ta jääb **liivana** edasi püsima.

5. Palju graniiti on Soomes ja Rootsis. Koguni suured mäed. Seal on graniit maa aluspõhjaks ja sellepärast põldkivide esinemine ka arusaadav.

Meie maa on mägedevaene. Needki, mis meil on, pole mitte graniidist. Ka meie maa aluspõhi pole graniidist, ta on paest. Põldkivide esinemine meil tundub juhuslikku laadi olevat. Neid leidub siin ja seal.

Kauges minevikus on põldkivi meie maale Skandinaaviast ja Soomest sisse rännanud. Teda kandis siia jäälüustik, siis kui valitses Põhja-Euroopas jääaeg. Hiljem muutus meie kliima soojemaks, jää sulas ja kivid jäid juhuslikult sinna-tänna. Sellelt seisukohalt on arusaadav, miks neid kive ka rändkivideks nimetatakse. Rahvas arvab, et ka Kalevipoeg siin kaasa on aidanud.

Kalevide kallim poega . . . .

Mängis kurni murudela . . . .

Kurnid lentsid kaugeele,  
Puistasivad pilli-palla  
Mööda metsi, mägesida,  
Mööda laia lagedaida —  
Mõned lang'sid laenettesse.

Kurnisida mõnes kohas  
Tänapäeval nähtavala:  
Ühetasa ümmargused,  
Pikergused kaljupakud —  
Neitsikivi nime alla:

Need'ap Kalevide kurnid.

(Kalevipoeg, II, 673.)

## 22. Liiv.

1. Meie lapsepõlve ilusamaid mälestisi on seotud liivaga. Temast me ehitasime mängulosse, maju ja koopaid; temast tegime pätsikesi, kooke ja muud huvitavat. Ainsaks kaasabiliseks seejuures oli meile vesi: sest kuivalt ei seisa liivaterakesed koos. Vesi on see, mis neid seob ja koos hoiab. Kuiva käe külge ei jää liivaterad, jäävad aga, kui käsi on märg.

Kui valada liivale vett, kaob see kiiresti liivasse. Liiv imeb enesesse vett. Et see nii on, selles võid järgmiselt veenduda:

Võta jämedam klaastoru (lambiklaas), seo ühte otsa riie, mis liiva peaks, täida siis kuiva liivaga ja aseta ots vette. Sa näed pea, et vesi liiva mööda kõrgemale tõuseb, kõrgemale, kui ta on välises nõus. Ilma liivata vesi torus nii ei tõuse. Küll aga, kui toru on kitsas. Kui võtta hästi peenike toru, säärane, mille sisemine läbimõõt (käigu läbimõõt) on ligikaudselt jõhvi läbimõõdu suurune, siis on veetõus veel suurem. Säärast peenikest torukest nimetatakse jõhvitoruks ehk kapillaatoruks, ka lihtsalt kapillaariks\*). Vedeliku tõusu peenikes torudes nimetatakse selle järele jõhvsuseks ehk kapillaarsuseks. Seda nähtust võib tähele panna kõigi märguvate ainete puhul.

Liivaterakesed liivas ei asu mitte nii tihedalt üksteise ligi, et nende vahele vaba ruumi ei jää. Nende vahele jäävad ka kitsad käigud, mis samuti enesesse vett imevad. Samasugune nähtus on kuivatuspaberiga. Vanasti tarvitati koguni liiva tindi kuivatamiseks kirjutamise juures. Võrdle seda kuivatuspaberi ja liiva toimet.

Hoolimata sellest, et liiv vett enesesse imeb, pole see hulk, mida ta kinni peab, kuigi suur. Määra see, kaaludes liiva kuivalt ja siis sama liiva hulka märjalt.

Märg liiv kuivab pea, eriti päikese kiirte ja tuule mõjul. Need jõud, mis vett liivas kinni hoiavad, ei suuda siiski takistada selle vee auramist. Ei suuda need ka takistada liivakihist vee läbitungimist.

Katsu selles veenduda: aseta lehrisse augu ette marlitükike, täida lehter pooleni liivaga ja vala selle peale vett. Kas liiv peab vett kinni?

Liiv laseb vett võrdlemisi kergesti läbi, kergemini kui teised pinnase osised. Sellega seletub, et liivased maad kuivavad pärast vihma kiiremini kui teised.

\*) *Capillus* (ladina keeles) — juus, jõhv.

2. Vaatle liivaterakesi ligemalt palja silmaga ja luubis. Millised on nad oma värvuselt? Sa leiad sealt palju valgeid terakesi. Päris puhas liiv ongi valge. Ta koosneb ju kvartsi- või ränikiviterakestest. Tuleta meelde, kuidas tekib liiv graniidi murenemisel. Ka sa u tekib sellest. Millisest osast? Ta on aga palju peenem kui liiv. Vesi uhab ta kergemalt ära. Liivaosakesed kui raskemad jäävad järele.

Kuidas on liivaterade kõvadus? Tuleta meelde kvartsi. Ka klaasist on liivaterakesed kõvemad: nad kriimustavad teda. Seda kasutataksegi tuhmi ehk mattklaasi valmistamiseks: puhutakse sellekohase puhuri abil peent liiva vastu klaasi.

3. Liiva leidub meil peaaegu igal pool. Eriti palju on liiva merede, järvede kallastel ja põhjas. Lainetav meri ja järv uhab kallast. Savi ja mustmuld kui kergemad osad jäävad vette hõljuma, lähevad laiali meres või järves ja sadestuvad vaikse ilmaga aeglaselt põhja. Jämedam liiv ja kivid jäävad aga kaldale, kuna peenema liiva lainetav vesi enesega ühes viib, teda edasi-tagasi hõljutab. Seepärast leiame peenemat liiva merekaldal vee piirkonnas.

Palju peent liiva toovad meredesse ja järvedesse jõed, mis nendes suubuvad. Mida kiiremalt vesi jookseb, seda suuremaid liivaterakesi viib ta enesega kaasa. Merre või järve jõudes läheb jõe vesi selles laiali, kaotab seega oma endise voolukiiruse ja saab mere või järve veeks. Sellega kaasas käib ka liiva settimine.

Mitte ainult vesi ei kannu liiva edasi, vaid seda võib teha ka tuul. Ent üksnes siis, kui liiv on kuiv ja küllalt peenike — tuiskliiv. Tuleta meelde lüüeid mere kaldal. Kuidas nad tekivad? Kuidas nende liikumisele piiri panna?

4. Liiv on hädatarvilik ehitusaine. Koos lubjaga tarvatakse teda ehituskivide sidumiseks ja krohvimiseks. Teda läheb tublisti ka telliskivide tegemiseks, betooni valmistamiseks, teede ja tänavate sillutamiseks. Hästi puhast liiva tarvitavad klaasitehased klaasi valmistamiseks.

5. **Kruus.** Vaatle kruusa ligemalt. Ta pole oma koostiselt mitte ühtlane. Sealt võib leida põldkivi-, põldpao-, pae- ja ränikivitükikesi. Kruusakivikesed on peamiselt siledad. Neil pole teravaid nurki. Need on aja kestes ära hõõrdunud. Suurem

osa neist on munakad. Harilikult loetakse kruusaks sääraсте kivi-  
keste kogu, mille läbimõõt on 2—5 mm piires.

Kruusa tekkimine ulatub kaugesse minevikku — jääaega. Jääliustik, mis Skandinaaviast ja Soomest meile liikus, teotses mitte üksnes kivide kandjana, vaid ka lõhkujana. Ta purustas ja killustas graniitkaljud ning pae, kandis neid siis edasi ja lihvis neid. Kohati kuhjusid nad ja jäid kruusakünkana jää sulamisel maha. Kruusakünkaid leidub meil Lõuna-Eestis.

Kruusa kasutatakse teede sillutamiseks ja ehitamisel koos lubja ning tsemendiga.

## 23. Liivakivi.

1. Lõuna-Eesti aluspõhjaks on punakas\*) liivakivi. Suurendamisklaasi läbi teda vaadeldes, näeme selgesti teralist ehitust. Ta koosneb liivaterakestest. Kuid üksikud liivaterakesed ei seisa kuivalt koos. Liivakivi sisaldab eneses veel ainet, mis liivaterakesi seob. Selleks on suuremalt jaolt paas ja ka savi. Paeosakesed võivad liituda kõvaks kiviks. Samuti ka savi. Nii võivad need soodsail tingimusil liivaterakesi kõvaks liivakiviks siduda.

2. Liivakivi ehitus on kihiline. Ta sisaldab mitmesuguseid mereloomakeste kivistisi. Sellest võib järeldada, et liivakivi on olnud kunagi mere põhjaks. Jõed kannavad peenikest liiva, savi ja ka paat merre, kus need sadestuvad. Et vesi alataasa uut materjali juurde toob, siis kasvab selle kiht ikka paksemaks ja paksemaks. Pealmised kihid rõhuvad alumisi ja sete tiheneb pikapeale kõvaks liivakiviks. Kuidas seletada settekivide kihilist ehitust? Tuleta meelde, millest on tingitud männi või kuuse aastaringid.

3. Liivakivi tarvitatakse käiade, tahkude ja luiskude valmistamiseks. Eriti kõva liivakivi, mida mägedes (Alpides) leidub, tarvitatakse ehituskivina. Liivakivi vastupidavus rõhumisele on 100—2000 kg/cm<sup>2</sup>. Erilist liivakiviliiki, mida Saksamaal Vogeesides leidub ja mille sideaineks on isesugune räniaine, tarvitatakse ka veskikivideks.

\*) Põhja-Eestis leidub ka hallikat liivakivi.

## 24. Savi.

1. Tüütav on liikuda savisel maal vihmaga. Vesi imbub tasse, teeb ta pehmeks ja sitkeks. Veega küllastunud savi ei lase vett enesest läbi — kõikjal veelombikesed. Käimine on raske ja vaevaline: jalad kleepuvad märga ja sitkesse savisse. Ka vihma möödudes ei parane see niipea. Savimaa ei anna vett kergesti ära. Ta seisab kaua märg. Taimedele on see hea. Seda enam, et savi ka teisi aineid peale vee eneses kinni peab — nimelt toitesooli. Võrdle liiva omadusi savi omadustega. Võrdle taimekasvu liivasel ja savisel maal. Korralda katse liiva ja saviga nende ainete veeläbilaskvuse selgitamiseks. Kuidas seda teha?

2. Oma värvuselt on savi mitmesugune. Päris puhas savi, mis mingisuguseid lisandeid ei sisalda, on valge. Säärast savi nimetatakse kaoliiniks, saueks ehk portselansaviks, sest temast tehakse portselannõusid ja -asju. Kaoliini meil Eestis ei leidu. Meie harilik savi on hallikas, kollakas ja mõnel pool koguni pruunikas. Ta sisaldab kõrvalainetena liiva ja pruunikaid rauaühendeid (rooste taolisi). Meil leidub ka sinisavi. Selle värvus on tingitud peamiselt elava looduse (taimede) jäämustest. Savi annab veega väga sitke massi. Sellest võib vormida igasuguseid asju. Ta on plastiline. Märg savi kuivab aeglaselt. Kuivades tõmbub ta kokku ja muutub kõvaks. Kuiva savi peale hingates ja siis nuusutades võib tunda isegust savi lõhna. Veega niisutades muutub kuiv savitükk uuesti pehmeks. Põletatult aga mitte.

Võta tükk kuiva savi, kaalu ära. Niisutades seda veega, määra, kui palju vett ta enesse võtab. — Mis põhjusel praguneb savine maa kuivamisel?

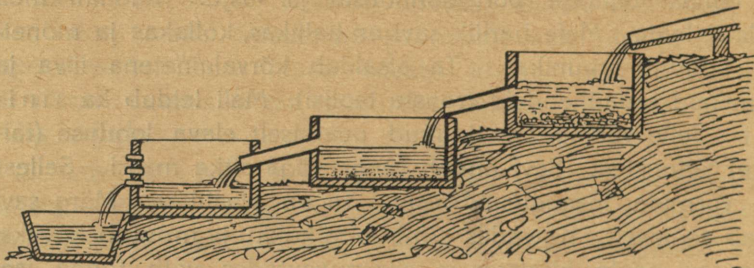
3. Savi tarvitatakse sideainena pliitide, ahjude ja eriti savikivi-ehitiste juures. Mõnel pool tarvitatakse teda ka hoonete ehitamiseks. Suuremal määral läheb teda aga telliskivide tegemiseks, samuti savinõude ja -asjade valmistamiseks. Ka tsemendi valmistamine nõuab savi. Selleks tarvitatakse meil rohkesti sinisavi.

4. **Savi-kildkivi.** Meie kodumaa põhjarannikul võib leida paekivi kõrval kivi, mis koosneb savist. See on savi-kildkivi. Tema küljest võib noa abil kilde lahti murda. Oma värvuselt

on ta harilikult hallikas või hallikasmust. Tas leidub mereloomakeste kivistisi. Seepärast arvatakse, et ta on tekkinud savi settimisel mere veest. Kuidas satub savi merre? Tema peale tekkinud kihtide rõhul on savi settekiht pikapeale väga tihedaks kiviks muutunud. Tuleta meelde liivakivi tekkimist. Savi-kildkivi erineb liivakivist selle poolest, et tema kivistumiseks pole tarvis mingit erilist sideainet. Ühine on neil mõlemail aga tekkimislaad: nad mõlemad on settekivid.

## 25. Savitooted.

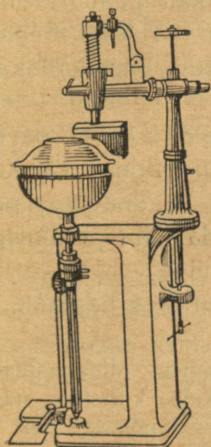
1. Tähtsamaid savitooted, mida meil valmistatakse, on savinõud ja telliskivi. Paremate **savinõude** valmistamiseks on tarvis ühtlast ja võimalikult puhast savi. Harilik savi sisaldab enam-vähem liiva ja tihti ka vähe kruusa. Neid on kerge eraldada veega uhetamise



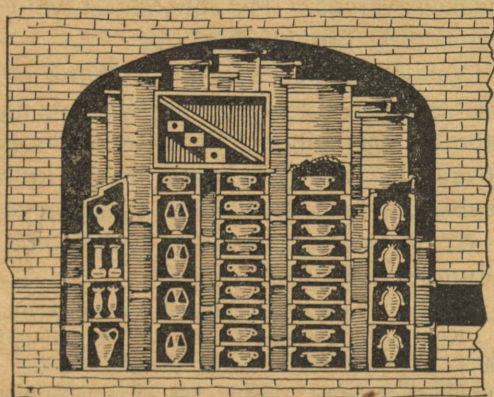
65. joonis. Savi uhetamine.

teel. Savi segatakse suure hulga veega. Liivaterakesed ja kruusakivikesed kui raskemad sadestuvad kohe põhja, saviosakesed kui kergemad aga jäävad vette hõljuma ja langevad selles aeglaselt põhja. Vees hõljuv savi juhitakse settimistõrtesse. On ta seal settinud, lastakse vesi pealt ära. Nüüd valmistatakse savinõude tarvis savimass ehk -taigen. Selleks lisatakse savile peale vee veel mõningaid aineid, mis savi kokkutõmbumist kuivatamisel ja põletamisel vähendavad. Selleks tarvitatakse hästi ühtlast ja peent liiva või peeneksjahvatatud põletatud savi (portselannõude valmistamisel ka peenestatud põllupagu). Tähtis on, et savitaigen oleks ühtlane. Selleks tuleb ta hästi läbi sõtkuda. See pole kerge töö. Erilised sõtkumismasinad on seks olemas. Kui savitaigen on valmis, tuleb sellest soovitud asju vormida. Vormitakse kas käsitsi või vormide ja masinate abil. Saadud asjad lastakse kuivada ja põletatakse sellekohastes ahjudes. Põletamisel ehk õigemini kuumutamisel

muutub savist asi veele vastupidavaks, kuid jääb ikkagi teataval määral urbseks. Vesi imub tasse, ja nõrga põletamise puhul tundub veega täidetud nõu väljastpoolt koguni niiske. Et nõu täiesti veekindlaks teha, kaetakse ta vaaba ehk glasuuriga. Selleks tarvitatakse sääraseid aineid, mis põletamisahju kuumuse juures sulavad ja seejuures savist nõu seinu hästi tiheda vaabakihiga katavad, nõu urbseesse seinatungides. Lihtsamate savinõude vaapamiseks ehk glasuurimiseks tarvi-



66. joonis.  
Pottsepa keder.



67. joonis. Portselannõude põletamisahi.

tatakse keedusoola. Selle toimel klaasistub nõu pind ahju kuumusel. Portselanasjade glasuurimiseks on tarvitusel peamiselt peenendatud põldpaost valmistatud segu veega. See annab ilusa valge vaaba.

2. **Telliskivi** valmistamiseks pole tihti tarvis erilist savi puhastamist. Selleks kõlbab juba liiva sisaldav savi. Kuj savi on liivavaene, siis lisatakse seda temale juurde.

Maapinna seest väljakaevatud savi pole hea kohe tarvitada. Ta muutub seistes paremaks. Tema osakesed lähevad vihma ja külma käes seistes peenemaks. Telliskivi valmistamine sünnib peajoontes samuti nagu savinõude valmistamine: vormitakse, kuivatatakse ja põletatakse. Tema vastupidavus rõhumisele on 100—150 kg/cm<sup>2</sup>.

Savitoodete valmistamist tunti juba vanal ajal. Seda tõendavad paljud esemed, mis egiptuse, rooma ja hiina muinasajalooteaduslikud väljakaevamised päevavalgele on toonud.

## 26. Paas.

1. Paas moodustab Põhja-Eesti aluspõhja. Ta paljastub Põhja rannikul. Kohati on kogu rannik kaetud paekividega. Kuid ka mujal võib teda laialipillatult leida.

Oma värvuselt on paas suuremalt jaolt hallikas. Kuid leidub ka rohekat, kollakat ja pruunikat paat. Tema mitmesugune värvus on tingitud lisanditest. Tuleta meelde liivakivi värvust. Mis ühenditest võib tingitud olla kollakas, punakas ja pruunikas värvus?

Vaatle ligemalt pae tükki. Oma ehituselt on ta peeneteraline. Selgemini võib seda näha, kui vaadelda värskest murtud pae pinda. Katsu noa otsaga või raudnaelaga pae kõvadust. Teda pole raske rauaga kriimustada. Ka põldkiviga saab seda teha, kuid küüs ei hakka tema külge.

2. Paas erineb teistest kividest oma suhtumises hapetele ja kuumutamisele.

1. Tilguta paele lahjendatud soolhapet või äädikhapet. Mida märkad? Kogu happe toimel paest eraldunud gaasi. Katse korralda, nagu näha 54. joonisel. Gaasi võid koguda lahtisesse nõusse, sest ta on õhust raskem. Vaata, kas ta toetab põlemist? Mida järeldad neist vaatlusist?

2. Võta tükk paat, kaalu see ja asetä raudplekitükil ahju hõõguvate süte peale. Kui tuli on kustunud, tõmba ta ettevaatlikult välja, lase jahtuda ja kaalu uuesti. Arvuta, kui palju on paas kuumutamisel oma kaalust kaotanud. Seda katset võid ka tugeval petrooliköögi ehk piimuse tulel teha.

Paas kaotab kuumutamisel ligikaudu 40% oma kaalust.

Võrdle kuumutatud („põletatud“) pae tükki hariliku kuumutamata tükikesega. Kuumutamisel on paetükike pehmemaks muutunud: juba küünega võib teda kriimustada. Lahjendatud soolhapet tema peale tilgutades näeme, et ta ei kihise või teeb seda väga nõrgalt. Sellest järeldame, et paas on kaotanud oma süsihapu gaasi. Ühes süsihapu gaasi kaotamisega muutub paas ja annab meile lubja.

Säärast muutust, kus üks aine teiseks muutub, nimetatakse keemiliseks muutuseks. Paas muutub kuumutamisel keemiliselt ja annab süsihapu gaasi ja lubja.

Seega on paas oma koosseisult süsihapu lubi.

3. Paas puhtas vees ei lahustu, küll aga vees, mis sisaldab süsihaput gaasi. Tuleta meelde, mis nähtuste juures tekib

süsihapu gaas. Süsihaput gaasi on järelikut nii õhus kui ka mullas, teda on seepärast ka looduslikes vetes, nagu kaevu, allikate ja jõgede vees. Need veed puutuvad kokku ka paeosakestega ja -kihtidega. Vastavalt süsihapu gaasi hulga lahustub neis teatud hulk paat ehk süsihaput lupja. Selle tagajärjel võivad tekkida koguni maa-alused koopad ja salajõed. Salajõgede hulka kuuluvad meil Uhaku ja Erra jõgi Virumaal.

Niipea kui vesi süsihapu gaasi kaotab, eraldub ka temas lahustunud süsihapu lubi. Tihti võib leida allikate põhjast süsihaput lupja. Kuidas on see sinna tekkinud?

4. Ühes kaevu või allika veega satub süsihapu lubi meie organismi. Ta on meile tarvilik aine: ta läheb luude ja kontide ehituseks. Nii ka teistel loomadel. Veeloomakesed ehitavad oma kõvad kestad ja karbid peamiselt süsihapust lubjast. Kust saavad nad süsihaput lupja? Puhas **kriit** ongi peamiselt väikeste loomakeste kestadest tekkinud süsihapu lubi. Mikroskoobi all kriiti vaadeldes, võib nende kestade kujusid näha.

Ka meie paes leidub veeloomakeste kesti ja teisi veeloomakeste kivistisi. Kõige selle juures on paas ehituselt kihiline. Mida võib sellest järeldada? Magedad jõgede veed kannavad merre rikkalikult süsihaput lupja. Osa sellest tarvitavad veeloomakesed oma kestade ehitamiseks. Osa aga langeb põhja. Väga paljude aastate vältel toimuv süsihapu lubja settimine ühes mereloomakeste kestadega tekitavad lõppude lõpuks tugeva paekihi. Maa sügavuse jõudude tegevusel võib mere põhi kerkida ja meile pae kättesaadavaks teha.

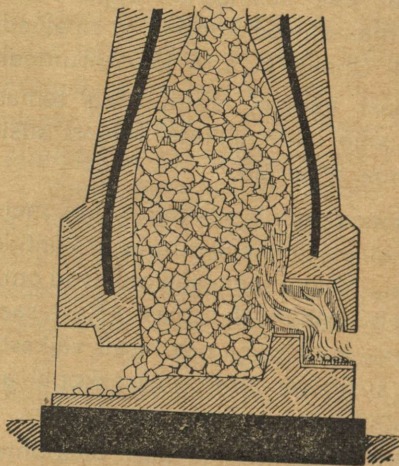
Ka **marmor** on süsihapu lubi. Tema on kõrges temperatuuris ja suure rõhu all paremini kristalliseerunud kui paas.

5. Paat tarvitatakse ehitusmaterjalina eriti Põhja-Eestis. Koguni aiad on paest tehtud. Tema vastupidavus rõhumisele on 200—1000 kg/cm<sup>2</sup>. See võimaldab paest ehitada küllalt suuri hooneid.

Eriti otsitud on mitmesuguste ilustiste, ausammaste, mälestuskujude, ristide tarvis **marmor**. Lähedal sellele seisab meie Vasalemma ja Saaremaa „marmor“.

## 27. Lubi.

1. Lubja saamiseks tarvitatakse puhtamat paat — lubja-kivi. Selle põletamine lubjaks toimub lubjapõletamisahjudes. Lihtsamad nendest on väliselt tõmbi koonuse kujulised. Ahju täitmine paega sünnib pealt, kütmine aga alt. Kõrge kuumuse mõjul ( $950-1000^{\circ}\text{C.}$ ) eraldub lubjakivist süsihapu gaas ja jääb järele lubi.



68. joonis. Lubjapõletamisahi.

Paasaine on süsihapu lubi. Lubja saamist võime valemina nii kujutada:

Süsihapu lubi = lubi + süsihapu gaas.

Lubi tekib ka metalli — kaltsiumi — ja hapniku ühinemisaadusena. Hapniku ühendeid kutsutakse hapenditeks ehk oksüüdideks. Nii siis on lubi kaltsiumhapend ehk kaltsiumoksüüd.

2. Lubjapõletamisahjust saadud lubi pole kõlvuline otsekoheoseks tarvitamiseks ehitustöödel. Lubja tuleb enne

kustutada. Selleks lisatakse talle vett juurde.

Tilguta lubjale vett peale. Mis sünnib? Sa näed, et lubi lõpuks praguneb ja peeneks pulbriks puruneb. Hoolimata sellest, et see sünnis vee toimel, pole lubja määrgumist kuni tüki pulbriks purunemiseni tunda, küll aga edaspidisel vee juurdelisamisel. Sellest võime järeldada, et vesi ühineb lubjaga. Aine, mis seejuures tekib, on kustutatud lubi. Vastavalt sellele oleks siis lubjaahju saadus — põletatud lubi — kustutamata lubi.

Kui kustutamata lubja nimetasime kaltsiumhapendiks, siis on kustutatud lubi — kaltsium-vesihapend ehk kaltsiumhüdrosüüd (hüdor tähendab kreeka keeles vesi).

3. Aseta märga kustutatud lubja paberisse ja riidesse (linane või puuvillriie). Jäta mõneks päevaks seisma ja vaatle siis paberit ja riidet. Nad on rabadaks muutunud ja purunevad kergesti. Lubi on paberi ja riide „ära söönud“.

☞ Aseta õlivärviga värvitud puutüki peale vähe märga lupja ja lase seista mõni minut. Loputa puud peale seda veega: värv on puult ära läinud. Lubi on ka selle „ära söönud“.

Lubi mõjub purustavalt ja hävitavalt paljudesse ainetesse. Ka taimekahjurite hävitamiseks tarvitatakse lupja.

4. Võta klaasitäis vihma- või destilleeritud vett. Raputa sinna noa otsalt vähe kustutatud lupja ja sega: lubi lahustub vees.

Pane klaasi 2 teelusikatäit kustutatud lupja, täida klaas veega ja sega ümber. Lupja on liiga palju selleks, et ta kõik lahustuks. Suurem osa lubjast jääb vette hõljuma ja moodustab seetõttu valge piimja vedeliku. Seda vedelikku kutsutakse lubipiimaks.

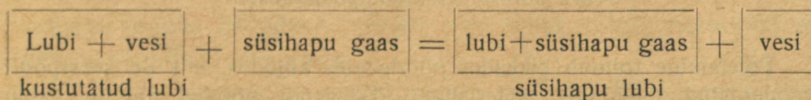
Valame lubipiima pudelisse, suleme selle korgiga ja jätame seisma. Lahustumatuks jäänud lubi sadestub aeglaselt põhja ja peale jääb selge vedelik. See selge vedelik on lubjalahus ehk lubjavesi.

Võta lubjavett ja juhi sinna lühikest aega süsihaput gaasi: lubjavesi läheb häguseks ja seismisel sadestub põhja valge aine. Valame sademe pealt suurema osa vedelikku ära. Kui järelejäänud sademele vähe soolhapet või äädikat juurde lisada, lahustub ta kihisedes. Seda tegi ka paas. Süsihapu gaas annab kustutatud lubjaga süsihapu lubja.

5. Lubi on tähtsaim sideaine ehituste juures. Teda kasutatakse nii ehituskivide sidumiseks kui ka krohvimiseks. Selleks tarvitatakse kustutatud lupja koos liiva või kruusaga: üks osa lupja ja 3–5 osa (ruumala järele) liiva või kruusa. Et paras segu saada, lisatakse veel vett juurde. Sel viisil saame müürilubja ehk krohvi.

Kivide sidumiseks pannakse müürilubja nende vahele. Seal kivistub ta aeglaselt ja seob ehituskivid kõvaks müüriks. Müürilubja kivistumine sünnib süsihapu gaasi toimel. Lubi muutub sellega ühinemisel süsihapuks lubjaks. See seob nii liiva- ja kruusaosakesi kui ka kive. Müürilubjas olev vesi aurab ära.

Ka kustutatud lubja muutumine süsihapu gaasi toimel süsihapuks lubjaks sünnib selle vee eraldumisega, mille lubi kustutamisel enesega ühendas.



Süsihaput gaasi võtab lubi õhust. Teda pole seal palju — ligikaudu 0,03%. Liiv ja kruus teevad müürilubja ja krohvi urbseks. See hõlbustab süsihapu gaasi tungimist ka sügavamale. Miks põletatakse värskelt krohvitud ruumes sütt?

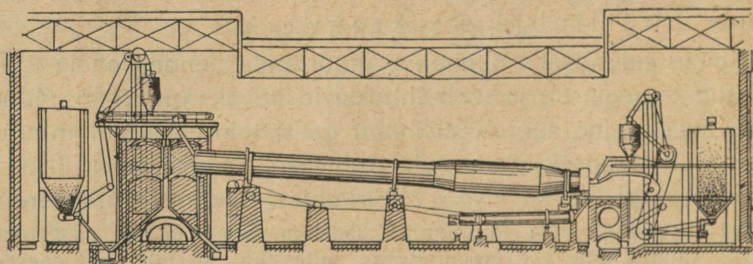
Lubi, mida tarvitatakse ehituste juures, peab hästi kustutatud olema: vähemalt kaks nädalat enne tarvitamist, — muidu võiksid mõned väikesed lubjatükikesed jääda kustutamata. Nende kustumine toimuks müüris. See on aga müürile hädaohtlik. Lubjatükike paisub kustutamisel. See võib esile kutsuda koguni osalist müüri või krohvi purunemist. Ka vett pole müürlubjas küllalt, et tekkinud kustutatud lubja täielikult märjaks teha ja teda muuta siduvaks. Vee puudusel kustub lubjatükike müüris peeneks ja pudenevaks pulbriks.

Et lubi krohvimise juures hästi telliskivide külge jääks, on tarvilik, et kivid tolmust vabad oleksid ja küllaldaselt niisked. Parem on seejärel seinu enne krohvimist märja harjaga üle tõmmata.

Lupja tarvitatakse ka seina ja müüride valgekstegemiseks. Kuidas see sünnib? Ka kriiti tarvitatakse selleks; sel korral lisatakse ka veel liimi juurde. Mis otstarbel?

## 28. Tsement.

1. Tähtsamate ehitusainete hulka kuulub tsement. Teda valmistatakse jahvatatud lubjakivi (3 osa) ja savi (1 osa) segu põletamisel ligikaudu 1400° C. kuumuses.



69. joonis. Tsemendipõletamisahi.

Põletamine toimub pikkades pöörlevates ahjudes, mis on seestpoolt vooderdatud tulekindla materjaliga. Tsemendi pöörlev ahi on kaldu asetatud. Kõrgemal asuvast otsast juhitakse tasse lubjakivi ja savi segu, altpoolt aga põlevkivitolm ühes põlemiseks tarvilise õhuga. Ahjus valitsevas kõrges temperatuuris laguneb lubjakivi. Milleks? Lubi ühineb seejuures saviga ja annabki tsemendi. Tekkinud tsemendi tükid (klinker) liiguvad ahju pöörlemise tõttu allapoole ja lähevad lõpuks vähemasse silindrisse, kus nad jahtuvad. Nende soojust kasutatakse

põlevkivitolmu põletamiseks mineva õhu soojendamiseks. Jahtunud klinker jahvatatakse hästi peeneks. Tsement peab nii peen olema, et ta läbi läheks sõelast, mille 1 cm<sup>2</sup>-l on 4900 augukest.

Tsement on hallikas, tihti rohekas-hall pulbriline aine. Veega segatult ühineb ta sellega ja annab kõva massi. Aeg, mille vältel tsement vee toimel kõvastub, oleneb tsemendi koosseisust.

Sega kiiresti kolm osa tsemendi ühe osa veega taigasarnaseks seguks. Määra kindlaks aeg, mille järele sukavarras või peenike nael (läbilõik 1 mm<sup>2</sup>) 300 g raskuse all tase enam ei suuda tungida. Seda aega nimetatakse tsemendi seondumisaegaks.

Lisa tsemendile 2% kipsi juurde ja määra selle segu seondumisaeg.

Harilik ehk normaaltsement kõvastub mõne tunni jooksul. Seda aega võib pikendada kipsi juurdelisamisega.

2. Tsement on tähtsamaid sideaineid ehituskivide ühendamisel. Teda tarvitatakse koos liivaga. Tuleta meelde, kui palju liiva lisatakse lubjale juurde, et müürlupja saada. Nii ka tsemendi puhul.

Tsementi läheb palju betoonehitiste ja ehitustarvete valmistamiseks. Harilikult võetakse betooni saamiseks 1 osa tsemendi kohta 2,5 osa liiva või kruusa ja 4—5 osa jämedat kruusa või kivi-killustikku. Veega segatult muutub see kõvaks massiks, mida betooniks nimetatakse. Betooni tarvitatakse ehituste juures nii seinade kui ka põrandate tegemiseks. Ka kõnniteede ja tänavate ehitamiseks vajatakse betooni.

Killustikke sisaldav betoon ei võimalda sileda pinna saamist. Et siledat pinda saada, selleks kaetakse betoon säärase seguga, mis killustikku ei sisalda. Selleks on harilikult tsemendi ja liiva segu vahekorras 1:2, millele tarvilik hulk vett juurde lisatakse. Sellega kaetakse betoon ja silutakse siledaks.

Tsemendi ja betooni seondumine veega toimub küll pea, kuid lõplik kõvastumine nõuab nädalaid aega. Ehitustehnika nõuab selleks 28 päeva. Selle aja vältel tuleb betoonist ese veega sagedasti niisutada.

Betooni vastupidavus rõhumisele on 150 - 300 kg/cm<sup>2</sup>. Suurema vastupidavuse aga saavutab betoon, kui tas on raudtoes ehk armatuur. Betoon jääb raua külge hästi ja kaitseb teda roostetamise eest. Säärast betooni, mis rauast armatuuriga varustatud, nimetatakse raudbetooniks. Seda tarvitatakse palju sildade ja võlvitud lagede ehitamisel.

Betoonist tehakse ka ehituskive, poste ja torusid.

1. Vaatle oma ümbruskonna ehitisi ja märgi enesele üles, mis osad on kuskil tsemendist tehtud. 2. Nimeta meie tsemendivabrikuid. Kus nad asuvad? 3. Kuidas teeksid sa betoonist toru?

## 29. Kips.

1. Vaatle kipsitükki. Kas ta on kristallilise ehitusega? Kuidas on ta kõvadus võrreldes paega? Katsu teda küünega kriimustada.

Kipsi leidub meil rikkalikult Irboska ümbruses. Puhtal kujul on ta oma värvuselt valge, tihti läbipaistev, kuid looduses esinev kips on sageli oma värvuselt mitmesugune, nagu: kollakas, punakas, hallikas ja koguni sinakas. See mitmekesisus värvuses on tingitud mitmesuguseist kõrvalaineist, mis tas ette tulevad.

Ilusat läbipaistvate kristallidega kipsi liiki kutsutakse ma ar ja klaasiks, teralist kipsi alabastriks ja kiulist liiki — kiudkipsiks.

2. Võta kristallilist kipsi, peenesta ta, aseta siis katseklaasi ja kuumuta seda tulel. Pane tähele, mis sünnib kipsiga ja mis eraldub.

Valmista põletatud kipsist ja veest kipsitaigen: lühikese aja järele märkad, et kipsitaigen hangub kõvaks. — Määra kipsist ja veest valmistatud segu seondumisaeg.

Lisa kipsitaigna valmistamiseks määratud veele pisut liimi juurde. Valmista nüüd sellest kipsitaigen ja määra selle seondumisaeg. Sellest näed, et liim pikendab kipsi seondamisaega.

Kips sisaldab eneses seotult vett. Kuumutades eraldub see ja kips muutub põletatud kipsiks. Kipsi põletamist toimetatakse 120—180° C. juures. Kipsi põletamist säärases temperatuuris nimetatakse ka kipsi keetmiseks. Sel viisil saadakse harilik põletatud kips. Põletatud kipsi tarvitatakse kujude ja mitmesuguste ehitiste sisemiste ilustiste valmistamiseks. Ka arstimisel tarvitatakse kipsi ja nimelt luumurrete puhul, eriti käe ja jala juures, kui on tarvis ära hoida liigutusi, mis luu kokkukasvamist takistavad.

Kui kipsi pikemat aega üle 200° C. kuumutada, siis kõvastub ta veega segatuna väga visalt. Säärase kipsi kohta öeldakse, et ta on surnuks põletatud.

Kipsi tublisti kuumutades, nimelt üle 1000° C., saame aga ehituskipsi. See kõvastub veega küll aeglasemalt kui harilik

põletatud kips, kuid annab kõvastumisel väga tiheda ja ilmastiku suhtes püsiva massi.

Ehituskipsi võib tarvitada põrandate ehitamiseks. Selleks peab olema telliskivi- või betoonalus. Sellele raputatakse natuke liiva ja asetatakse siis 3—4 cm paksune valamisvedel ehituskipsi ja vee segu. Mõne päeva järele tihendatakse seda puust rammiga ja silutakse. Täieline kõvastumine toimub 10—12 päeva järele.

Ehituskipsi vastupidavus rõhumisele on 180—300 kg/cm<sup>2</sup>, hariliku põletatud kipsi oma aga 50—70 kg/cm<sup>2</sup>.

3. Kips sisaldab väävlit. Ta on väävelhappe ja lubja ühend. Vees lahustub teda vähe. Teda leidub vähesel määral looduslikes vetes. Taimed tarvitavad teda toiduna: nad võtavad sealt väävlit ja ka lubja. Väetamiseks tarvitatakse jahvatatud kipsi. Seda külvatakse põllule. Vihm lahustab selle ja teeb ta taimele kättesaadavaks.

1. Mille poolest erineb kips paest? 2. Võrdle kipsi ja lubja põletamist. 3. Millel põhjeneb kipsi kõvastumine vee toimel? 4. Valmista kipsist raha kujutis.

### 30. Klaas.

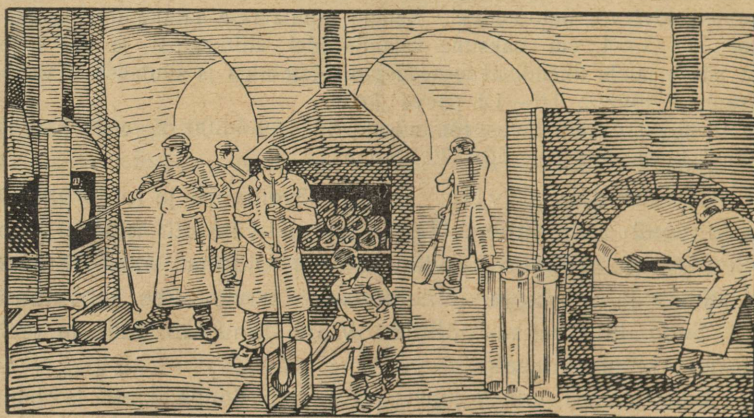
1. Milliseid omadusi hindame klaasi juures? Mis tõendab klaasi suurt vastupidavust ilmastikuoludele? Milleks tarvitame klaasi ehituste juures? koduses majapidamises? Nimeta veel mõningaid teisi klaastarbeasju. Sa näed kõigest sellest, kui tähtis meile on klaas.

Klaasi tunti juba väga vanal ajal. Meie ei tea õieti täpsalt, kes on ta leiutanud. Ühe muinasjutu järele olevat see fõniiklaste teene. Õnnelik juhused olevat siin kaasa aidanud. Klaasi leiutajad fõniiklased olnud kaupmehed. Olles kaubareisil peatunud nad puhkamise ja kehakinnitamise otstarbel Beluse jõe kaldal. Ilus peeneteraline liiv olnud seal. Söögi valmistamiseks teinud nad tule üles. Tulekolde moodustamisel võtnud nad abiks Egiptuses leiduvat soodat — tro-na't.

Tuli oli kõva, tro-na sulas ja puutus kokku kuuma ja peene liivaga. Sellest tekkinudki klaas. Üks fõniiklastest märganud seda. Tal olnud terav vaatleja silm ja väga arukas pea. Nagu kõigil leiutajail.

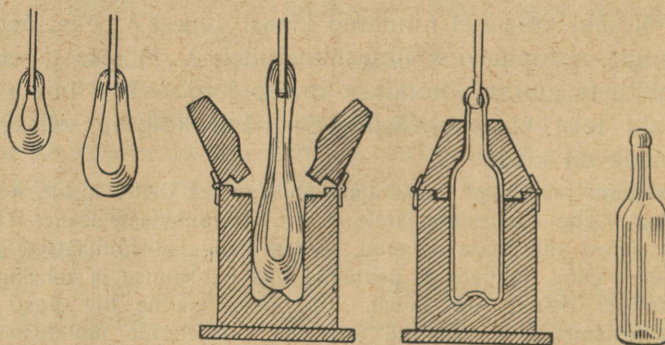
Kõike, mida muinasjutt räägib, ei või aga sõna-sõnalt võtta ega alati uskuda. Liivast ja soodast võib küll klaasisarnast ainet saada, kuid klaasiks see meile siiski ei kõlba, sest ta lahustub vees. Seda ainet nimetatakse seepärast lahustuvaks klaasiks. Tahame meie aga päris klaasi saada, siis tuleb peale liiva ja sooda veel lubja või lubjakivi abiks võtta.

2. Klaasi valmistamiseks kuumutatakse liiva, peenestatud lubjakiivi ja sooda segu sellekohastes klaasisulatamisnõudes. Et see segu klaasi annaks, on vaja väga kõrget temperatuuri. Nagu



70. joonis. Klaasitehas.

tsemendigi juures. Tuleta meelde, missugust temperatuuri oli tarvis tsemendi põletamisel. Selle kõrge temperatuuri juures



71. joonis. Pudeli valmistamine.

tekib sula klaas. Sellest võime saada mitmesuguseid klaasasju kas puhumise või pressimise teel.

Pudeli väljapuhumiseks võtab klaasipuhuja pika klaasipiibu otsa tarvilise hulga sula klaasi. Sellest puhutud kera puhub ta vormis lõplikult pudeliks. Tahetakse aga akna-

klaasi saada, siis puhutakse klaaskera silindritaoliseks. See lõigatakse lahti ja silutakse hästi kuumal klaasipliidil akna-klaasiks. Kujult valminud, kuid veel väga kuum klaastoode lastakse aeglaselt jahtuda jahutamisahjudes, mille algtemperatuur on ligikaudu 400° C. Kiiresti jahutatud klaas pole kuigi vastupidav: ta puruneb tihti iseenesest.

Klaasi omadused olenevad tähtsal määral neist aineist, millest ta on valmistatud. Head selget ja värvitut klaasi saab ainult väga puhtaist lähteaineist. Liiv peab valge olema, ta ei tohi sisaldada rauaühendeid, — muidu saame roheka klaasi.

Kui tahetakse kuumusele vastupidavamat klaasi saada, siis võetakse sooda asemele potas. Kristallklaasi saamiseks võetakse lubja asemele m e n n i k (seatina ja hapniku ühend).

Värvilise klaasi saamiseks lisatakse klaasisegule mitmesuguseid metallide hapendeid juurde. Nii annab vähese vaskhapendi juurdelisamine sinise klaasi, hõbehapendi abil saame kollase klaasi, kuldhapend annab punase klaasi.

1. Kuidas tõestada seda, et klaas on halb soojusejuht? 2. Katsu klaasi kõvadust liivateraga ja rauaga. 3. Tuleta meelde, kuidas saab klaasi tuhmiks ehk matiks teha (sellest oli juttu räni puhul). 4. Kuumuta klaastoru tulel. 5. Katsu selgusele jõuda, kas klaasil on kindel sulamistemperatuur nagu jääl või muutub ta aeglaselt ühes temperatuuri tõusmisega pehmemaks.

### 31. Mis on mineraal.

1. Maapõues leiduvate loodusvarade hulk on suur. Nimeta neid, mida sa seni tundma oled õppinud. Nad pole mitte kõik oma ehituselt ühtlased. Tuleta meelde graniiti. Mis ainetest ta koosneb? Ent nii kvarts kui ka põldpagu ja vilgukivi on oma koosseisult ühtlased. Kuidas on selles mõttes kips? paas?

Oma koosseisult ühtlasi maapõues leiduvaid aineid nimetatakse üldiselt m i n e r a a l i d e k s. Esineb mingi mineraal või mineraalide kogu suure kõva massina või tihedate kihtidena, siis nimetatakse seda kivimiks. Kui kivim on moodustunud ühest mineraalist, siis see on lihtkivim. Koosneb kivim aga mitmest mineraalist, siis nimetatakse seda liitkivimiks. Nimeta, missugused eelpool tundma õpitud kivimitest kuuluvad lihtkivimite hulka. Nimeta mingi liitkivim.

2. Looma ja taime tunneme me väliste tunnuste, näiteks kaju järele. Mineraale on palju raskem tunda kaju järele: see on siin palju muutlikum. Seepärast tuleb mineraalide määramisel ka teisi omadusi arvestada. Eelpool oleme mitmel korral vaadelnud ainete kõva-

dust. Järjesta kõvaduse järgi mineraale: lubjapagu, kips, kvarts, põldpagu. Samuti oleme tundma õppinud mõningate mineraalide keemilist suhtumist teiste ainetele ja kuumutamisele. Tuleta meelde, kuidas suhtuvad soolhappele paas ja põldkivi. Kuidas suhtuvad kuumutamisele paas, põlevkivi ja kips?

Peale nimetatud omaduste on mineraalide iseloomustamiseks tähtis ka nende **erikaal**.

Aine erikaaluks nimetatakse arvu, mis näitab  $1 \text{ cm}^3$  aine kaalu grammides. Kui me teame, et kvartsitükk, mille ruumala on  $5 \text{ cm}^3$ , kaalub 13 grammi, siis saame sellest kvartsi erikaalu 2,6.

Et aine erikaalu määrata, on tarvis teada ka antud aine hulga ruumala. Kui antud ainehulk moodustab korrapärase kujuga keha, siis pole raske selle keha mõõdetest tema ruumala ja ühes sellega ka erikaalu arvutada. Arvuta pae erikaal, teades, et paest prisma, mille pikkus on 5 cm, laius 4 cm ja paksus 3 cm, kaalub 168 g.

Kui antud aine ei esine säärase korrapärase kehana, et tema ruumala selle keha mõõdetest saaks arvutada, siis võib seda teha mingi vedeliku abil. Selleks kaalume teatud hulga uuritavat ainet, asetame selle mõõtenõusse, mis täidetud näiteks veega. Aine tõrjub sealt oma ruumalale vastava vee hulga välja. Mõõtes selle väljatõrjutud vee hulga, saame teada antud aine hulga ruumala. — Ka mõõtesilindrit võime siin kasutada. Mõõtesilindrisse asetame teatud määrgini vedelikku. Asetades sellesse teatud hulga ainet, mille erikaalu tahame määrata, näeme vedeliku tõusu mõõtesilindris. Teades, kui suur see tõus on, teame ka selle aine hulga ruumala.

Arvuta liiva erikaal, kui on teada, et 110 grammi liiva, mõõtesilindrisse asetatuna, põhjustab selles vee tõusu  $50 \text{ cm}^3$  võrra.

3. Loodus on rikas mineraalide poolest. Inimene kasutab neid mitmesugusteks otstarveteks. Eelpool õppisid tundma mõningaid maapõues leiduvaid küttaaineid ja ehitusmaterjale. Samuti tähtsad on meile metalle andvad mineraalid.

Vabas olekus ehk ehedalt leidub looduses väheseid metalle. Kuld ja plaatina kuuluvad nende hulka. Suurem osa metalle esinevad looduses ühendatuna teiste ainetelega, nagu hapnikuga ja väävliga. Õppides tundma mineraalide omadusi, on inimesel korda läinud metalle nendest vabastada. Neid mineraale, mida kasutatakse metallide saamiseks, nimetatakse **maakideks**.

Meie kodumaal ei leidu kulda ega plaatinat. Ka maakide poolest oleme vaesed. Kõiki meile tarvilikke metalle peame meie võõrsilt muretsema.

## Tähtsamaid metalle.

### 32. Looduses ehedalt leiduvaid metalle.

1. **Kuld.** Kuld on meie maiste rikkuste väärtuse mõõdupuuks. Teistest metallidest erineva ilusa värvuse ja läike tõttu on ta juba ammu enese peale tähelepanu tõmmanud ja metallide kuninga tiitli omandanud.

Kulda leidub rikkalikult Lõuna-Aafrikas, Põhja-Ameerikas, Austraalias ja Uurali mägedes Venemaal. Ta esineb kvartskivi kihtides ja soontes, kus ta on sageli nii peenelt jaotunud, et teda seal palja silmaga raske on näha. — Tuleta meelde põldkivi murenemise põhjusi. Kulda sisaldav kvartskivi mureneb samadel põhjustel. Nii tekivad kullaväljad. Mägedest allavoolavad jõed viivad enesega kaasa ka kulda sisaldavat liiva. Sellest ka kuld mõnede jõgede liivas.

Kuld on raske metall. Tema erikaal on 19,3. Kvartsi erikaal on aga 2,6. See suur vahe erikaaludes võimaldab võrdlemisi kergesti liiva eraldamist kullast. Veega uhetakse ehk pestakse liiv ära. Kullaterakesed kui raskemad jäävad kullapesemisnõu põhja või kullapesemisrenni asetatud tõkete taha peatuma.

Kuid väikesi kullaterakesi on raske niiviisi kätte saada. Selleks on teisi paremaid abinõusid olemas kui vesi. Kuld lahustub elavhõbedas nagu suhkur vees. Kui kuumutada kulda sisaldavat elavhõbedat, siis eraldub elavhõbe auruna, jättes kulla järele.

Hoia kuld asju elavhõbedaga kokku puutumise eest.

Looduses leiduv kuld pole puhas. Ta sisaldab tihti hõbedat, mille hulk mõnel korral tõuseb kuni 30%.

Kuld on hõlpsasti taotav ja traadiks venitatav. 1 cm<sup>3</sup> kulda võime välja venitada 40 km pikkuseks traadiks. Et kuld on võrdlemisi pehme metall ja selle tõttu ruttu kulub, siis ei kasutata teda puhtal kujul kuldasjade valmistamiseks. Teda sulandatakse hõbedaga või vasega. Kullasisaldist sulandites väljendatakse arvuga, mis näitab, kui palju teda on 1000 osas sulandis. — Mis asju valmistatakse kullast?

Kuld ei roosteta. Ka hapete vastu on ta püsiv. Temasse ei mõju soolhape ega ka salpeeterhape, küll aga nende hapete segu vahekorras 3:1. Et see hapete segu metallide kuninga — kulla — lahustab, siis nimetatakse seda kuningveeks.

2. **Plaatina.** Veel kallim metall kui kuld on plaatina. Ta on hõbedase läikega ja kullast raskem: tema erikaal on 21,5. Teda leidub rikkalikult Uurali mägedes. Tema eraldamine liivast sünnib samuti vee abil — nagu kullagi puhul. Plaatina on väga tulekindel ja püsiv hapete vastu. Seepärast tarvitatakse teda tööstuses ja keemialaboratuuriumides tule- ja happekindlate nõude valmistamiseks.

3. Teistest metallidest leidub looduses ehedalt raua, hõbedat, elavhõbedat ja vaske, kuid nii vähesel määral, et sellel suuremat praktilist tähendust pole. Nende metallide saamisel tulevad peamiselt vastavad maagid arvesse.

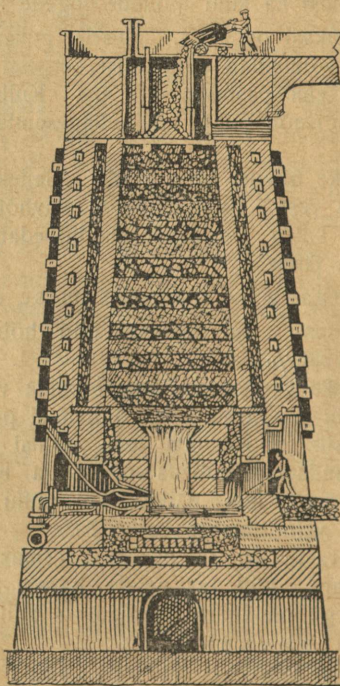
### 33. Maakidest saadavaid metalle.

1. **Raud.** Metallidest on raud meile kõige tarvilikum ja tähtsam. Milleks tarvitame meie teda? Millised koolitarbed on rauast? Tähtsamaid rauamaake on must, magnetiliste omadustega magnetrauakivi, punane rauakivi, pruunrauakivi ja kollakaspruun rauapagu.

Rauapagu on oma koosseisult süsihappu raud. Teda leidub rikkalikult Saksamaal. Magnetrauakivi ja punane rauakivi on raua ja hapniku ühendid. Neid mõlemaid leidub Põhja-Ameerikas. Ka Skandinaavia ja Uural on rikkad magnetrauakivi poolest. Pruunrauakivi on raua, hapniku ja vee ühend. Ta esineb väga laialdaselt. Ka meil võib leida sellesse liiki kuuluvat soomaaki turbarabades, soodes ja järvedes.

Et rauamaakidest rauda saada, selleks kuumutatakse neid söega või koksiga. Süsi ühineb rauamaagi hapnikuga ja taandab sellest metalli. Seda teostatakse kõrgahjus.

Kõrgahju restil tehakse tugev koksituli. Oled ehk näinud, kuidas sepad suurt kuumust saavad. Neil on selleks lõõtsad abiks. Ka kõrgahjudel on tugevad lõõtsad ehk õhupumbad. Nende abil saadakse suure kuumusega koksituli. Siis laotakse kõrgahju kihiti kord maaki, kord koksi. Maagile lisatakse veel lubjakivi ja liiva juurde. Need sulavad ja kergendavad seega metalli eraldumist maagist.

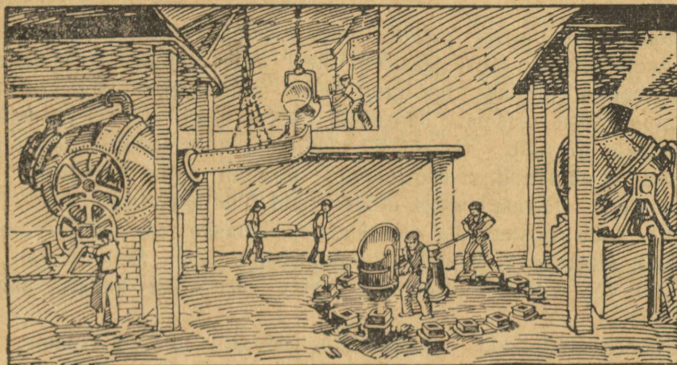


72. joonis. Kõrgahju.

Kõrgahjud on suured: nende kõrgus ulatub kuni 30 m. Et ahi korralikult töötaks, on tarvis, et valitseks ka korralik tõmbus.

Kihid ei tohi liiga tihedad olla. Puusüsi on pehme. Ta vajuks kõrgahjus pealmiste maagikihtide raskuse all tihedalt kokku. Koks on puusöest palju kõvem ja vastupidavam rõhumisele. Seepärast tarvitataksegi neis ahjudes koksi.

Raud, mida meie säärasel viisil saame, pole mitte puhas. Ta sisaldab 3—4% süsinikku ja vähemal määral ka teisi aineid, nagu räni. Teda nimetatakse **malmiks**. Malm on rabe, teda ei saa taguda: ta puruneb. Kuid valamiseks on ta küllalt kohane — ta sulab ligikaudu 900° C. juures. Valamise teel valmistatakse talt padasid, keedupotte, ahjuksi, torusid ja



73. joonis. Terase valmistamine.

muid asju. Seejuures tarvitatakse liiva ja savi segust tehtud vorme.

Malmi rabeledus on tingitud tema süsinikuhulgast. Kui seda vähendada, siis võime saada taotava raua.

Selleks sulatatakse malm, asetatakse suurtesse Bessemeri pirnidesse, milles sula malmist õhku läbi juhitakse. Sula malmi temperatuur ületab kaugelt söe süttimistemperatuuri ja sellepärast, putudes kokku õhu hapnikuga, põleb süsi ära. Sel teel võidakse malmis leiduvat süsinikku soovitava määraneni vähendada ja mitmesugust rauda saada. Eriti kohane tagumise teel raudasjade valmistamiseks on **separa-raud**. Temas on süsinikku kõigest kuni 0,6%. Paljudeks otstarveteks on ta aga liiga pehme.

Kõva ja ka valamiseks kõlvuline on **teras**. Teraseks loetakse rauda, milles süsinikku on 0,6—1,5%.

Terast võib karastada.

Võta vana uurivedru. Ta on väga vetruv ehk elastiline. Kuumuta teda tules ja kasta siis kuumalt külma vette. Katsu teda nüüd painutada. Sa näed — ta murdub. Katsu ta kõvadust: ta kriimustab klaasi.

Kuumuta teda veel kord ja lase aeglaselt jahtuda. Ta on nüüd pehmemaks muutunud. Ta pole ka enam elastiline, painutamisel ei lähe ta oma endisse seisu tagasi.

Sellest näed, et kuumutamine ja sellele järgnev äkiline jahutamine teeb terase kõvaks. Seda nimetatakse terase karastamiseks. Et karastatud terase kõvadust vähendada, selleks kuumutatakse teda teatud temperatuurini. Mida kõrgema temperatuurini me terast kuumutame, seda pehmemaks ta läheb. Karastatud uurivedru saab tarvilise vetruvuse, kui teda kuumutada kuni 290° C. ja lasta siis aeglaselt jahtuda.

Raud pole püsiv metall. Ta roostetab niiskes õhus kergesti.

Aseta kitsasse katseklaasi või ühest otsast kinnisulatatud klaastorusse liivapaberiga puhtaks hõõrutud peent raudtraati. Jäta see kummuli asetatuna vette seisma. Järgmisel päeval näed, et vesi on katseklaasis kõrgemale tõusnud. Sellest järeldame, et roostetamine tarvitab õhku. Katsed on näidanud, et roostetamine tarvitab õhust hapnikku. Nii kui põleminegi. Roostetamisel ühineb raud õhu hapnikuga.

Et rauda roostetamise eest kaitsta, kaetakse teda säärase ainega, mis takistab niiskuse ja hapniku juurdepääsu rauale. Selleks võib tarvitada õlivärvi või mõnd roostetamise vastu püsivat metalli, nagu tsink või tina.

Kastes raudplekki sulasse tsingisse või tinasse, saame vastavalt tsink- või tina- ehk valgepleki. Tsinkplekki tarvitatakse palju katuste katmiseks. Tina- ehk valgeplekki aga mitmesuguste pleknõude valmistamiseks.

**2. Vask.** Tähtsamaid vasemaake on vaseläik, vase-rähk ja punane vasemaak. Punane vasemaak on vase ja hapniku ühend, teised aga vase ja väävli ühendid.

Vask on punakas metall. Teda võib peeneks traadiks venitada ja samuti peeneks leheks taguda. Tema erikaal on 8,3. Vask juhib hästi elektrit. Seepärast tarvitatakse teda elektri-juhtmeteks. Tee vasetükk või vasktraat äädikaga märjaks ja jäta seisma: tekib roheline vaseühend. See on väga mürgine. Seepärast ei või happeid sisaldavaid toitaineid jätta seisma vask- anumatesse. Samuti ka suhkrut sisaldavaid toite, sest nendest võib seismisel käärimise tagajärjel happeid tekkida. Parem on, kui vasest köögitarbed tinaga kaetakse. Tina on roostetamise vastu palju püsivam ja ühtlasi ka vähem kahjulik.

Kõvemad kui puhas vask on tema sulandid. Nendest tähtsamaid on valgevask ja pronks. Valgevask on vase ja

tsingi suland, pronksis on aga peale vase veel tina ja tsinki. Milliseid valgevastest asju tead sa? Pronksi tarvitatakse kujude valmistamiseks.

3. **Seatina.** Seatina on pehme metall. Teda võib koguni küünega kriimustada. Kaabi noaga seatinatükk läikivaks ja jäta seisma. Pea muutub ta läikiv pind uuesti tuhmiks. See on tingitud õhu hapnikust, mis seatinaga ühineb ja selle pinna katab.

Seatina lahustuvad ühendid on kõik mürgised. Need tekivad kergesti, kui seatina hapetega kokku puutub. Kõõgi tarvitamiseks ei tohi ta olla.

Teda tarvitatakse haavlite, trükitähtede valmistamiseks. Ka veetorude jaoks on teda tarvitatud, sest kareda vee mõjul tekib ta pinnale vees lahustumatu ühend. Koos tinaga tarvitatakse seatina ka tinutamiseks.

4. **Mõningaid teisi metalle.** Missuguseid teisi metalle tead sa veel? Nendest on **alumiinium** kergemaid. Tema erikaal on kõigest 2,7. Mida valmistatakse temast? Vastupidavamaid õhule ja niiskusele on **hõbe**. Hariliku temperatuuri juures ainsaks vedelaks metalliks on **elavhõbe**. Mitmed metallid, nagu kuld, hõbe, tina, seatina, lahustuvad temas. Neid lahuseid nimetatakse **amalgamideks**. Tina- ja harve-mini hõbeda-amalgaami tarvitatakse ka peegli tegemisel hõbetamiseks. Milleks veel tarvitatakse elavhõbedat?

## Inimkeha elutegevuseks tarvilisi aineid.

### 34. Vesi.

1. Kus puudub vesi, seal pole ka elu. Vesi on elava looduse tähtsamaks eeltingimuseks. Kuidas esineb vesi looduses? Katsu kujutella looduses toimuvat vee ringjooksu. Vihmana maa peale langenud vesi jookseb osalt jõgedesse, sealt järvedesse ja meredesse. Osa vihmast tungib aga maasse ikka sügavamale, kuni ta peatuma jääb vettläbilaskmatuile kihtidele. Millised kihid peavad vett kinni? On need kihid kallakud, siis jookseb vesi maa all edasi ja ilmub kuskil allikana maapinnale. Vastasel korral jääb vesi nendele kihtidele peatuma, moodustades niiviisi põhjavee, kust meie ta pumpade abil kätte saame.

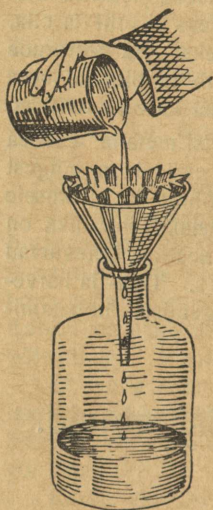
2. **Loodusliku vee omadusi.** Lase mõni tilk kaevuvett puhtal klaasil ära aurata. Mida märkad?

Kas jääb kaevuvesi keetmisel selgeks? Katla seintele tekib pika-peale **katlakivi**.

Katlakivile lahjendatud soolhapet või äädikhapet peale tilgutades, näed tast kihisevat gaasi eralduvat. Pole raske tõestada, et see on süsihappu gaas. Kuidas seda teha?

Kui pangetäie külma vett tuppa tood ja seisma jääd, mida märkad pange seintele kogunevat?

Puutudes kokku maakihidega ja õhuga, lahustavad looduslikud veed eneses mitmesuguseid aineid. Osa neist aineist on gaasilised, nagu õhk, süsihappu gaas. Osa on aga tahked ained, mis mullas esinevad. Nende hulka kuuluvad kips ja süsihappu lubi. Tuleta meelde, millistel tingimustel lahustub vees süsihappu lubi? Kipsist, lubja- ja ka magneesiumi-ühenditest on tingitud vee karedus.



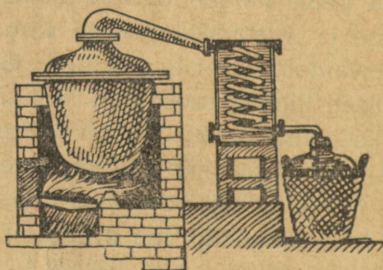
74. joonis. Filtrimine.

Peale lahustunud ainete võivad vees ette tulla ka lahustumatute ainete peened osakesed, nagu saviosakesed ja ka bakterid. Nad hõljuvad vees. Lahustumatuist osakekestest on võimalik vett vabastada kurnamise ehk filtrimise abil. Selleks võib mitmesuguseid kurnamis- ehk filtrimiseadiseid kasutada. Nendest harilikemaid on kruusa- ja liiva- või ka söekurn. Vähesel määral võib vett lasta läbi tiheda kurnamis- või filtrimisepaberi.

Kui tahetakse saada täiesti puhast vett, mis ka lahustatud aineid, eriti sooli, ei sisalda, siis tuleb teda destilleerida. Destilleerimiskatlas keemisel tekkinud aur läheb läbi toru, mis on ümbritsetud külma veega. Seal tiheneb veear veeks. Niiviisi saadakse destilleeritud vett.

Destilleeritud vesi ei kõlba joomiseks. Ta on väga tugev lahustaja. Ta imeb meie organismi kudetest vees lahustuvaid aineid. Kudedes leiduvad ained on meie organismile tarvilikud. Nende kõrvaldamine sealt kutsub esile meie keha elutegevuses häireid. Looduslik vesi oma soolade-sisaldavuse tõttu sedaviisi ei toimi.

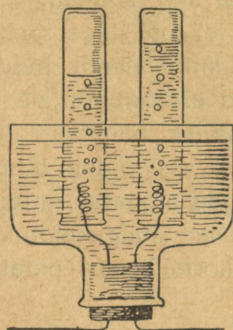
**3. Vesi keemilise ühendina.** Kõrges temperatuuris (1000° C.) laguneb vesi kaheks gaasiks: vesinikuks ja hapnikuks. Kuid lihtsam on



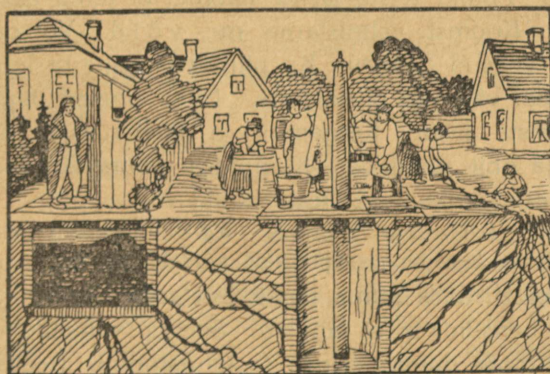
75. joonis. Vee destilleerimine.

vett lagundada elektrivoolu toimetel. See tõendab, et vesi on vesiniku ja hapniku ühend.

Katse korraldus on kujutatud 76. joonisel. Korgist on läbi pistetud raudtraadid, mille otsad on spiraalideks keeratud. Nende peale asetame kummuli veega täidetud katseklaasid. Et puhas vesi on halb elektrijuht, siis lisame temale seebikivilahust juurde. Välised traadi otsad ühendame taskulambi patareiga. Sa näed spiraalilt gaasimulle kerkivat. Ühte klaasi tekib gaasi kaks korda rohkem. See on vesinik. Teine gaas on hapnik. Hapniku omadusi meie juba teame. Vesiniku gaasidest kõige kergem. Ta põleb, tekitades seejuures veeauru. — Vesiniku ja hapniku segu säärases vahekorras, nagu nad veest eralduvad, nimetatakse paukgaasiks. Süütamisel või sädeme toimetel ühinevad nad plahvata des veeks. Paukgaasi plahvatus on tugev. Ta võib klaasnõu purustada, kui ta selles on süüdatud, ja seetõttu õnnetusi tekitada. Seepärast tuleb temaga väga ettevaatlik olla. Plahvatuskatset võib teha temaga täidetud seebimullikestega. Selleks on tarvis juhtida paukgaasi peenikese kummi- või muu torukese kaudu mõne puutüki õõnsuses asuvasse seebivette. Sellesse tekivad paukgaasiga täidetud mullid. Kõrvaldame toru, viime seebimullid puutükil aparaadist kaugemale ja süütame.



76. joonis. Vee lagundamine elektrilise toimetel.



77. joonis. Tervishoiuliselt halvasti asetatud kaev.

4. Missugune peab olema hea joogivesi. Hea joogivesi peab olema täiesti selge, värvusetu ja ilma erilise maitseta.

Ka pikemal seismisel õhu käes ei tohi ta märgatavalt muutuda. Ta peab sisaldama lahustatuna õhku ja ka süsihaput gaasi, mis meie mao tegevusse hästi mõjub. Vee temperatuur olgu 12—15° C. Kui ta külmem on, siis teeb ta paha meie maole, on ta aga soojem, siis pole tal tarviliselt värskendavat mõju. Vesi ei tohi liiga pehme olla; ta peab teataval määral sooli sisaldama, nende hulgas lubjaühendeid, kui ühte meie tähtsamaid ehitusmaterjale luude jaoks. Eriti tuleb hoida, et vette ei satuks haigusitekitavaid pisikuid. Seda on väga karta, kui kaevu vesi pinna lähedale ulatub. Kergesti võivad siis kaevu sattuda pinnasse imbunud roiskveed ja nende kaudu ka mitmesugused haigused. Keetmata vee joomine toob enesega sel korral kaasa paratamatult haigestumise.

### 35. Tähtsamaid toiteaineid.

1. Toitu vajab inimene oma keha ehitamiseks ja alalhoidmiseks. Toidust saame meie ka oma kehale tarvilise soojuse ja samuti töötamiseks jõu.

Ainsaks toiduks inimeslapsele tema esimestel kuudel on piim. Seepärast peab see eneses sisaldama kõiki meile tarvilisi aineid. Vaatleme neid ligemalt. Vett sisaldab piim ligikaudu 87%. Piimal seista lastes näeme, et tema peale koguneb koor. Koorest valmistame me võid. Või on piimarasv. See vees ei lahustu. Ka piimas ei esine ta lahustunult. Ta esineb seal väikeste piiskadena. Need ujuvad piima peale, kui sellel seista lasta. Kergemini ja täielikumalt võib seda koorelahutaja abil eraldada. Kloppides koort lähevad piimarasva piisakesed kokku. Sellest tekibki või.

Kõik rasvad lahustuvad bensiinis. Ka või lahustub selles. Seepärast tarvitatakse bensiini rasvapekkide kõrvaldamiseks.

2. Mis tekib rõõsa piima peale, kui seda keeta? See pole mitte rasv: bensiinis ta ei lahustu. See on valkaine — albumiin. Keetmata piimas esineb ta lahustunult. Keetmisel aga kalgastub ta ja muutub vees lahustumatuks. See on iseloomustav albumiinidele.

Lisa kooritud ja nõrgalt soojendatud piimale vähe soolhapet (või äädikat). Piim läheb kokku, tekib valge sade. See valge sade koosneb peamiselt valkainest — kaseiinist. (Ka albumiin sadestub

soolhappe toimet.) Kaseiini nimetatakse ka veel juustuaineks, sest temast tehakse juustu. Kaseiin on ka kohupiima peaine.

Peale hapete eraldab piimast kaseiini ka vasika libesoole leotis.

3. Kurna happega sadestatud kaseiin läbi kurnamis- ehk filterpaberi. Läbi kurna või filtri läheb rohekas vedelik. See on vadak ehk piimavesi. See sisaldab lahustunult piimasuhkrut ja piimas leiduvaid sooli. Piimasuhkru saame kätte, kui vadakvee ära keedame. Piimasuhkur ja ka kõik teised suhkrud kuuluvad ainete hulka, mida üldiselt süsivesikuteks nimetatakse. Nad koosnevad süsinikust, vesinikust ja hapnikust, misjuures vesiniku ja hapniku hulgad suhtuvad omavahel nagu veeski. Sellest nimigi — süsivesik.

Piimasuhkur läheb kergesti käärima. Seda teostavad peamiselt piimahappe bakterid, mis piimasse õhust, loomasöödalt, udaratelt võivad sattuda. Nende pisikute toimet muutub piimahappeks ja ühes sellega rõõsk piim hapupiimaks. Mis kutsus esile piima paksu- minemise piima hapnemisel?

4. Piimas leidub mitmesuguseid sooli. Nende hulgas on tähtsamad lubjasoolad, fosforit sisaldavad soolad ja keedusool. Vähesel määral on piimas ka rauasooli.

5. Peale nimetatud ainete on piimas olemas veel sääraseid aineid, mis oma vähesest hulgast hoolimata rohkesti meie keha elutegevust soodustavad. Need on nõndanimetatud vitamiinid. Vitamiinid on meile väga tarvilikud ained. Nad aitavad ka meie keha tervena püsida. Vitamiinid on pärit taimeriigist. Taimtoiduga satuvad nad looma kehasse, sealt siis ka piima. Vitamiine on mitut liiki. Mõned neist hävivad kuumutamisel. Seepärast on keetmata toidud vitamiinirikkamad kui keedetud. Pea seda meeles ja söö rohkesti toorest puu- ja aedvilja!

6. Kokkuvõttes võime öelda, et piima järele otsustades meie kehale järgmisi toiteaineid tarvis on: valke, rasva, süsivesikuid, sooli, vett ja vitamiine.

Piima keskmine koosseis on:

	Vett	Rasva	Valke	Suhkrut	Sooli
Inimespiim	87,6	3,7	3,4	4,9	0,3
Lehmapiim	87,3	3,7	2,0	6,4	0,7

7. Ka linnumunas on olemas kõiki toiteaineid, et tast võiks areneda linnupoeg. Tuleta meelde **kanamuna**. Teda ümbritseb kõva munakoos. See koosneb peamiselt süsihapust lubjast. Sees näeme kahte osa: munavalge ja munakollane. Munavalges on ligikaudu 86% vett, milles lahustunult leidub 13% albumiini ja 1% sooli. Ka munaalbumiin kalgastub nii kuumuse kui ka soolhappe toimet. Munakollane sisaldab 54% vett, 15,4% valku — vitelliini, 28,8% rasva ja 1,7% sooli. Peale nende ainete on munakollases veel vitamiine.

Värsket muna vastu tuld vaadeldes ei tohi tas leiduda tumedaid kohti, ta peab heledana paistma. Munakoos on poorne ehk urbne.

Temast pääseb läbi nii õhk kui ka veeaur. Õhust võivad munasse ka pisikud tungida ja muna rikkuda. Et mune alal hoida, võib mitut viisi toimida: kas katta muna koor säärase ainega, mis õhku ja pisikuid läbi ei lase (parafiin, vesiklaas) või jälle käsitella teda munaainetega, mis hävitavalt pisikutesse mõjuvad (lubjavesi, keedusool, boorhape).

## 36. Kust saame meie tarvilisi toiteaineid?

1. Tähelepanekute ja katsete varal on jõutud ligikaudu selgusele, kui suur toidutarve on inimesel ühe või teise töö puhul. Keskmise raskusega (70 kg) täiskasvanud mees tarvitab päevas grammides:

	Valke	Rasva	Süsivesikuid
Tööta olles	85	60	400
Kergel tööl	90	65	500
Keskmisel tööl	120	90	600
Raskel tööl	140	100	700

Lapsed alla 2 aasta tarvitavad ligikaudu 0,3 sellest, 5 kuni 9 aastani 0,5, vanemad 0,7 kuni 0,8. Rasva hulk võib väheneda süsivesikute hulga tõustes ja vastupidi, sest et need toiteained vastamisi üksteist asendavad. Valkusid ei saa aga asendada ei rasv ega süsivesikud. Seepärast peab toit valke sisaldama. Arvuta, kui palju piima päevas peaksime ära jooma, et omale tarvilist hulka toiteaineid saada. Sa näed, kui palju vett ühes sellega oleksime meie sunnitud sisse võtma, kui ainult piimtoidul püsiksime. Palju otstarbekohasem on valida toiduks sääraseid aineid, kus meile tarvilisi toiteaineid rikkalikumalt leiduks.

2. Valkudest on rikkad looma- ja kalaliha, samuti ka juust ja kanamuna. Kuid ka taimeriigi saadustes leidub valke. Tuleta meelde hernest, rukist ja kuuseriisikat. Rasva saame me rikkalikult loomariigi saadustest, nagu liha ja või.

Süsivesikutega varustavad meid aga taimed. Tähtsamaid taime süsivesikuid on tärklis. Kust saadakse tärklisejahu? Kui palju tärklis sisaldab rukis? hernes? Meie harilik suhkur on saadud suhkru-naerist. Palavvöö maadel saadakse teda suhkruroost.

3. Kust saame vitamiine? Tuleta meelde, mida õppisid sa sellest piima juures. Seepärast söö rohkesti toorest puu- ja juurvilja. Muudest toitudest sisaldavad vitamiine süvine keetmata koore või ja kala rasv. Ka jämedas leivas on vitamiine, peenleivas nad aga puuduvad.

4. Meie kehal on tarve ka soolade järele. Neid pole toitudes tarvilisel määral. Me lisame toidule keedusoola juurde.

Keedusoola leidub merevees keskmiselt 2,7%. Sealt võib teda kätte saada, kui veel lasta ära aurata. Seda tehaksegi Vahemere kallastel. Seal on küllalt pikk kuum ja kuiv suvi. Merevesi juhitakse soola-

aedadesse sellekohastesse madalatesse tiikidesse, kus vesi pikkamööda ära aurab ja sool kristallidena eraldub. Rikkalikult on soola mõnedes järvedes, nagu Surnumeres (22<sup>0</sup>/<sub>0</sub>).

Mõnel pool leidub soola ka maa sees. Maa sees leiduvat soola nimetatakse kivisoolaks. Tähtsamaid kivisoolakaevandusi on Wieliczka's Poolamaal, Stassfurt'is Saksamaal, Northwich'is Inglismaal. Kivisoola lademed on tekkinud endiste merelahtede kuivamisel.

Keedusool on oma ehituselt kristalne. Tema kristallid on kuubikujulised. Keedusool mõjub takistavalt ka pisikute ja mitmesuguste seenekeste kasvamisele. Ta võtab neilt tarvilise niiskuse. Seepärast tarvitatakse teda mitmete toitainete alalhoidmiseks. Missuguseid toitaineid soolatakse?

## Inimkeha elutegevusest.

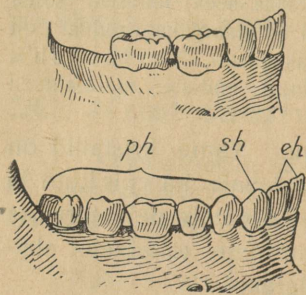
### 37. Seedimisest.

1. Toidu vastuvõtmine toimub suu kaudu. Suust läheb söök läbi söögitoru makku ja sealt edasi sooletorusse. Toitu vajavad aga kõik kehaosad. Et nendesse jõuda, peab söödud toit muutuma vedelaks. Enamik toitudest aga ei lahustu vees. Enne kui keha saab neid tarvitada, peavad nad muutuma lahustuvaks. See toitainete ümbertöötamine lahustuvateks ja kehale vastuvõetavateks ongi seedimine ja ta toimub seedimisorganites.

2. **Hammastest.** Seedimine algab juba suus. Peegli abil vaadeldes limanahaga kaetud suu-õõnt näed seal keelt ja hambaid. Vaatle keele liikuvust. Pane tähele, kui kaugele saad keelt suust välja sirutada, missuguseid suu-õõne kohti temaga puutuda.

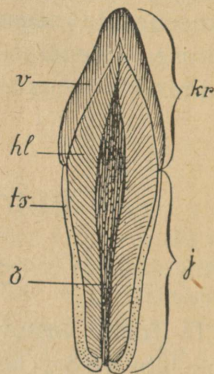
Suus mälutakse toit hammaste abil peeneks. Leia suus lõik-, silma- (kuidas nimetatakse neid loomadel?) ja purihambad. Loenda, mitu igat liiki hammast on sul kummaski lõualuus. Täiskasvanul on kokku 32 hammast, neist 8 lõik-, 4 silma- ja 20 purihammast. Seda märgitakse nii:  $\frac{5.1.4.1.5}{5.1.4.1.5}$  või ühe poole kohta:  $\frac{5.1.2}{5.1.2}$ . Lastel on kokku 20 piimahammast.

Piihambad langevad pärast välja ja nende asemele kasvavad alised hambad. Hammaste vahetamisel on suur tähtsus. Lapse lõualuu on nii väike, et sesse mahub ainult 20 hammast (78. joonis).



78. joonis. Lapse ja täiskasvanu lõualuu hammastega.

Lõualuu kasvades jääksid vahed üksikute hammaste vahel väga suureks, mis takistaks korralikku toidu peenendamist. Hammas koosneb hamba-luust (*hl*) (dentiinist), milles on õõs (*õ*), kuhu ulatuvad hammast toitvad veresooned ja hambaerk. Hamba **kroon** (*kr*) on kaetud hamba-vaabaga (*v*), **juur** (*j*) — hamba-tsemendiga (*ts*), mille varal hammas kinnistub lõua-



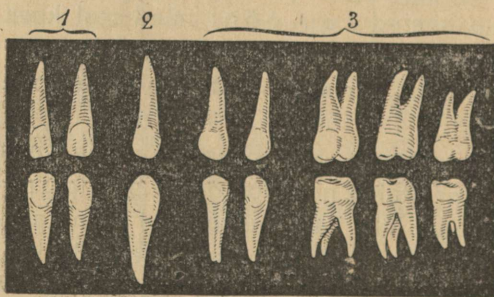
79. joonis. Hamba pikilõik.

luus olevasse avasse (79. joonis).

Tuleta meelde taim- kui ka lihatoidu sööjate hammaste mälumispindu. Pane tähele oma purihambaid. Esimesed kaks on teravaservalised, teised laiemate mälumispindadega, millel teravad kühmaked. Nii on inimese hambad kohandatud segatoidu tarvitamiseks (80. joonis).

Missuguste hammastega närid sa kõva leivatükki? Kumb lõug liigub? Kuidas? Mitu korda tuleb liigutada suud, kuni leivatükk on täiesti läbi mälutud? Milline ülesanne on lõikhammas'el? Mälumisel on abiks huuled ja keel. Pane tähele nende tegevust.

Mida peenemaks toit mälutakse, seda kergem on teda seedida.



80. joonis. Inimese hambad: 1) lõik-, 2) silma-, 3) purihambad.

Suured toidutükid jäävad seedimata või seeditakse halvasti. Peale selle väsitavad nad liiga palju seedimisorganeid.

Pärast sööki jääb hammaste vahele toidu- osakesi. Neid tuleb eemaldada hambaharja ja hambapulbri või -pasta abil. Muidu hakkavad toidujäänused mädanema ja rikuvad hamba vaapa. On aga vaap rikutud,

algab hambaluu lagunemine. Mida sügavamale see ulatub, seda tundlikumaks muutub hammas, kuni algab hambavalu. Niipea kui on märgata hambavaaba riket, tuleb pöörduda hambaarsti poole, kes puhastab ja täidab (plombeerib) tekkinud avause. Hamba vaap võib mureneda ka kuuma ja külma söögi äkilisel vahetusel (tuleta meelde mineraalide murenemist). Kuidas võib mõjuda hammastesse suhkrujäätiise söömine? kuum kartul külma piimaga?

Hoolimata hambavaaba kõvadusest, kulutab juba harilik tarvitamine hambaid inimese vananedes. Veel rohkem võib mõjuda hammaste tarvitamine muuks otstarbeks. Niit ei ole kuigi kõva. Kuid teda katki hammustades hõõrutakse hambaid tugevasti vastamisi. Nii mõjub niidi katkihammustamine pikapeale hävitavalt rätsepa hammastesse. Kuidas võib mõjuda hammastesse pähklikoore katkihammustamine? Mispärast ei tohi hammaste puhastamiseks tarvitada metallasju?

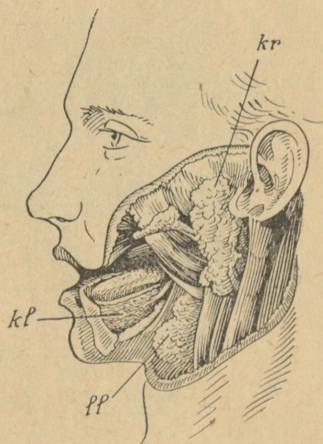
Et hammastel on suur tähtsus toidu peenendajatena, tuleb nende eest tõsiselt hoolitseda. Võta lühidalt kokku, kuidas seda teha.

1. Katsu muretseda mõni looma või inimese hammas. Kinnista see kirjalaki abil korgile ja hõõru viili, liivapaberi ja luisu abil pool hammast kuni keskkohani. 2. Joonista lõik suurendatult, märkides eri värvidega hambavaapa, -tsementi, -luud, -õõnt. 3. Modelleeri savist kaks vastamisi asuvat purihammast. 4. Määra hambavaaba, -tsemendi, -луу kõvadus. 5. Võrdle hammaste juuri joonise põhjal. 6. Mispoolest erinevad jänese ja teiste närijate esihambad inimese omadest? 7. Kirjuta kassi, koera hammaste valem.

3. **Sülje tegevusest.** Mälumise ajal niisutab toitu sülj, mida eritavad süljenäärmed. Neid on kolm paari: kõrva- (kr), keelealune (kl) ja lõualuu- (ll) süljenääre. Süljega segunedes muutub toit vedelamaks ja libedamaks, mis hõlbustab neelamist. Selles veendud, kat-

sudes neelata kuiva leivatükikest, kuivatades enne suu rätikuga. Peale selle mõjustab sülj toitu seedivalt, muutes osatast lahustuvaks. Et see tõesti nii on, näitab järgmine katse.

Täida kaks katseklaasi kuni pooleni tärglisekliistriga. Märki väljastpoolt tärglise kõrgus. Vala kumbagi klaasi natuke vett. Seejärele kogu



81. joonis. Süljenäärmed.

suus sülge ja lase ühte katseklaasi. Märki, kumba. Nüüd aseta mõlemad klaasid sooja vette (35° C.). Umbes veerand tunni pärast raputa klaase. Kummas klaasis paned tähele muutust? Korda raputamist veerand tunni pärast. Mida nüüd näed? Kata katseklaasid pealt ja jäta nad sooja kuni järgmise päevani. Missuguse muutuse leiad? Katseta joodilahusega. Kummas klaasis leiad tärglist?

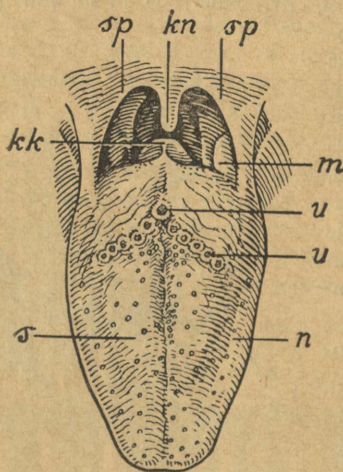
Tükk aega leiba suus närides paned tähele, et ta läheb magusaks.

Süljes sisalduva aine — **ptüaliini** — mõjul muutub tärglist suhkruks. Et tärglist ei lahustu vees, nägime eel-pool. Kuidas on selle poolest lugu suhkruka?

Nüüd teame veel ühe põhjuse, mispärast ei maksa rutata neelamisega, vaid toit tuleb tublisti läbi mäluda.

**4. Neelamisest.** Sülje peaülesandeks on siiski neelamist kergendada. Viibib ju toit suus võrdlemisi lühikest aega. Maos aga sülje mõju enam kaua ei kesta.

Neelamise juures on suur tähtsus keelel. Keele limanahka katavad niitjad (*n*), seenjad (*s*) ja uurisnäsa (*u*). Katsetades pulgakese otsa kinnistatud vatitükikesega, mis kastetud suhkruvette, leiad, et niitjad näsad on tundlikud puutumisele, maitset tunnevad aga seenjad ja uurisnäsad. Nende abil on keel valvel, et ei satuks seedimiselunditesse kõlbmatuid ja kahjulikke aineid.



Suu-õõne lõpul on suulaepuri (*sp*) kurgunibuga (*kn*). Nende taga asub kurk, kuhu ülevalt avaneb nina-õõs, alt kõri ja söögitoru.

Vaatle peegli abil suulaepurje ja kurgunibu liigutusi. Kui keel takistab, häälda „a“. Mida näed? Nüüd tead, mispärast arst kurku vaadeldes käsib teha „a“. Magades, eriti selili-olekus, katab suulaepuri

82. joonis. Keel ja kurguavaus.

vaadeldes käsib teha „a“. Magades, eriti selili-olekus, katab suulaepuri

kergesti avause nina-õõnde. Hingamine tekitab siis norskamist. Kahelpool suulaepurje asuvad kurgunäärmed (*m*) ehk mandlid. Mandlid püüavad sissetungivaid baktereid ja teevad neid kahjutuks.

Seejuures võivad mandlid kergesti ise haigestuda. Tekib kurgunäärme põletik. Sellest hoidumiseks tuleb kurguhaiguste puhul kurku

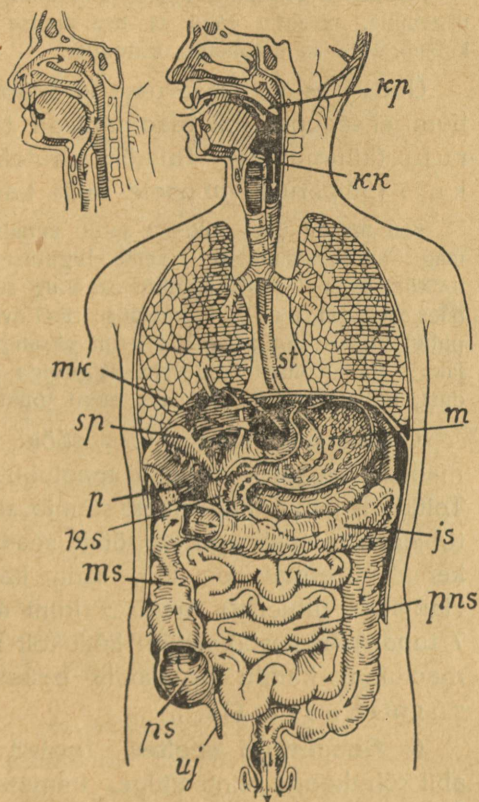
loputada („kuristada“) mõne bakteerisurmava (desinfitseeriva) vedelikuga. Harilikult tarvitatakse boorhappe- (teelusikatäis klaasi vee kohta), vesinikülühapendi (samuti) või lihtsalt keedusoola- (kaks lusikatäit) lahust.

Neelamise puhul vormib keel mäletud söögist palakese ja tõukab selle kurku. Niipea kui söögipala kurku on jõudnud, tõmbuvad selle seinad kokku ja suruvad toidu söögitorusse. Suhu tagasituleku tee suleb keel ühes suulaepurjega. Söögitoru ees asuvasse kõrisse sattumast takistab toitu kõrikaas (83. joonis *kk*). Mõnikord võib toiduraa-suke sattuda kõrikaane vahele. Millal? Mis siis sünnib?

Söögitoru lihaste kokku tõmbudes surutakse toit makk. Lihaste kokkutõmbumine algab liikuva ringina ülevalt ja läheb laineliselt söögitoru lõpuni. Niisugust lihaste kokkutõmbumist nimetatakse peristaltiks.

**5. Mao tegevusest.** Magu asub (83. joonis *m*) kõhukoopa pahemas pooles vahelihase all. Ta seinad koosnevad mitmest lihasekihist. Mao limanahas olevad väikesed näärme-kesed eritavad maomahla.

Maomahl on hapukas läbipaistev vedelik. Ta sisaldab 0,2% ümber soolhapet ja peale muude ainete veel pepsiini. Soolhape mõjub desinfitseerivalt ja soodustab



83. joonis. Seedimiselundid.

seedimist. Pepsiin muudab soolhappe juuresolekul valkaineid lahustuvaks.

Pepsiini toimet aitab selgitada järgmine katse. Valame kahte katseklaasi veega segatud munavalget alla poole ja ajame tuel keema. Mis sünnib klaaside sisuga? Nüüd lisame ühte klaasi pepsiinilahust. Selle valmistamiseks lahustatakse 100 cm<sup>3</sup> vees 1 g pepsiini ja lisatakse 2 cm<sup>3</sup> soolhapet. Teise klaasi valame sama palju vett kui oli munavalget. Mõlemad klaasid asetame sooja vette (35° C.). Mõne aja pärast selgub, et esimeses klaasis olev munavalge on lahustunud.

Maomahla eritumine algab juba enne toidu makkujõudmist. Toidu nägemine, meeldiv lõhn ja hea maitse paneb „suu vett jooksuma“ ja kutsub esile ka maomahla eritumise.

Ühtlasi asuvad tegevusse ka maolihased. Nende kokkutõmbumisel seguneb toit maomahla toidkõrdiks ehk pudruks (küümuseks). Toitkört surutakse pikkamööda maolukuti (pülooruse—*p*) poole, mille kaudu ta peensoolde pääseb.

Kui maku ühes toiduga satub kehale kahjulikke aineid, siis asub magu kaitseseseisundisse. Tema liigutused muutuvad vastupidisteks, ja toitkört läheb tagasi söögikõrisesse ning selle kaudu kehast välja: tekib oksendamine. Oksendamise teel vabaneb magu ülekoormatuse puhul liigest toidust. Vahel on oksendamine raskete haiguste eelkäjaks. Valmistudes võitluseks haigusega püüab organism vabaneda toidust, mille seedimine nõuaks suurt jõukulutust.

Umbes pool tundi pärast sööki algab toitkõrdi lahkumine maost. Regajalt avaneb maolukuti, et toitkõrte välja lasta. Toitkõrdi lahkumine maost sünnib sedamööda, kuidas peensool tühjeneb, oleneb aga ka söögi seedimise raskusest. Mida raskemalt seeditav on toit, seda kauemini kestab seedimine. Harilikult tühjeneb magu 3 kuni 4 tunni jooksul. Hiljemalt 7 tundi pärast söömist on kõik toit maost lahkunud. Ta läheb maolukuti kaudu peensoole eesmise ossa — kaksteistsõrmikusse (12-s).

**6. Seedimine sooltes.** Sooled kinnistuvad keskmete abil kõhukoopa seinte külge. Inimese sooletoru on kerest umbes 8 korda pikem, koeral ainult 4 korda, lambal aga üle 20 korra. Kõige kiiremini sünnib lihatoidu seedimine, rohkem aega võtab segatoit, veel kauemini kulub taimtoidu seedimiseks. Peensooles jätkub seedimine kõhunäärme nõre ja sapi abil. Kõhunäärme nõre on tähtsaim seedemahl. Ta sisaldab terve rea seedimist soodustavaid aineid ehk seedefermente.

Need viivad lõpule valkainete ja tärklise seedimise ning algavad rasva lõhustamist.

Sapp eritub maksas. Maks (*mk*) on suurim nääre inimkehas. Ta kaalub kuni 1,5 kg. Maksas hargneb rikkalikult veresoonekesi, mille seinte läbi annab veri sapi moodustamiseks tarvilikke aineid.

Sappi eritub maksas alati, suuremal määral aga paar tundi pärast söömist, mil enamik toidust jõudnud peensoolde. Sapp koguneb sapipõide (*sp*), kust ta läheb kaksteistsõrmikusse. Kui sapi väljavool on takistatud, tungib ta verre, tekitades kollatõbe.

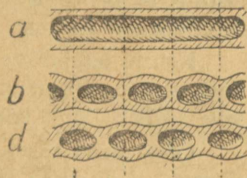
Sapp lõhustab rasva ja teeb selle organismile vastuvõetavaks. Koos kõhunäärme nõre ja sapiga mõjustab toitaineid seedivalt ja muudab küümust vedelamaks veel soolemahl, mida eritavad soolte seintes asuvad näärmekesed.

Seedimist soodustavad soolte liigutused, segades toitputru seedemahladega ja viies teda pikkamööda sooletorus edasi. Ringikujuliselt kokku tõmbudes lõikavad sooled toitputru osakesteks (*b*), mis lühikese aja pärast uuesti poolitatakse (*c*) kokkutõmmetega endistes vahekohtades. Küümuste edasitoimetamine sünnib soolte peristaltilise liikumise abil. Peensoolest läheb küümus jämesoolde. Jämesool (*is*) algab kõhukoopa pahemal poolel asuva koti-laadilise pimesoolega (*ps*).

Pimesoole ussjätk (*uf*) on aja jooksul kaotanud igasuguse tähtsuse seedimises. Ta võib saada isegi kardetavaks, tekitades pimesoole põletikku, kui temasse jääb peatuma peenestamata toiduraasukesti ja muid seedimata jäänuseid.

Jämesoole peristaltika on aeglasem kui peensoole oma. Osalt jätkub jämesooles seedimine kaasatoodud seedemahlade abil. Ühtlasi algab ka toidujäänuste lagunemisprotsess siin pesitsevate bakterite toimeil.

**7. Imendumine.** Juba maos algab seeditud toitainete imendumine. Enamik neist tungib verre aga peensoole kaudu, mille sisepind on kaetud nisataoliste hattudega (85. joonis). Ühel ruutsentimeetril on kuni 2500 hattu. Hat-



84. joonis. Peensoole kokkutõmbumine.

tudes hargnevad vere- ja mahlasooned. Läbi nende seinte imenduvad seeditud toiteained. Rasv läheb mahlasoontesse, kõik teised toiteained aga verre.

Kuidas sünnib imendumine, aitab selgitada järgmine katse. Seo lambiklaasi ots kinni loomapõiega. Vala klaasi vasevitrioolilahust ja aseta klaas vette. Vaata järgmisel päeval, mis on sündinud veega. Siit järeldad, et vasevitrioolilahus on läbi põie vette tunginud. Nii tungivad ka teised lahused läbi õhukeste orgaaniliste kilede. Säärast nähtust nimetatakse osmoosiks.



85. joonis.  
Soolehatt.

Osmoos toimub ka soolehattudes, kus toiteained tungivad läbi hatu õhukeste seinte vere- ja mahlasoontesse. Peale selle aitavad hatud imendumisel pumbana kaasa, tõmbudes vahetevahel kokku ja jälle laienedes.

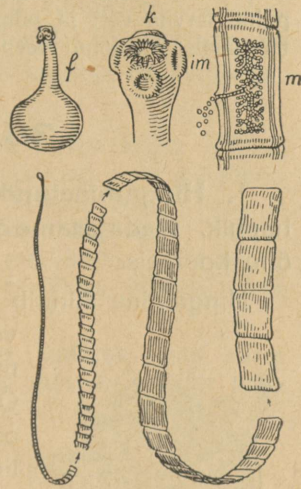
Mida kaugemale liigub toitpuder peensooles, seda paksemaks ta muutub, sest vedelamad osad imenduvad. Ka jämesooles sünnib imendumine, ehk siin küll pole hatte. Otse läbi soole seinte imenduvad need seeditud toiteained, mida peensool ei jõudnud vastu võtta. Lõpuks jäävad jämesoolde seedimata toiteained ja toidu mitteseeditav osa. Need lähevad pärasoolde ja heidetakse kehast välja.

Kehale kahjulikke aineid, mida magu ei eemaldanud oksendamise teel, sunnivad sooled kiiresti lahkuma, critades selleks palju soolemahla, mis tekitab kõhu lahtioleku.

Oma seedimiselundite ehituselt on inimene segatoidu tarvitaja. Seleta. Küll võib ta elada ka ainult lihatoidust, kuid selle seedimine annab vähe tööd seedimiselunditele, mille tagajärjel nende töövõime aja jooksul väheneb. Samuti saab läbi ainult taimtoiduga. Aga taimtoitu tuleb süüa liiga palju, mis võib mõjuda seedimiselundeid kooravalt. Peale selle suudab organism loomariigist pärit olevaid toitaineid suuremas ulatuses ära kasutada kui taimtoite, mille seedimiseks inimese sooleтору on liiga lühike. Näiteks kasutatakse liha ja muna valkudest 98<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, riisi omadest — 80<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, leiva — 70<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, seente valkudest ainult 65<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

8. Sooleтору on soodsaks asupaigaks parasiitidele, kes elavad inimese arvel. Tuleta meelde, mida õppisid möödunud aastal laiussist. Laiuss (86. joonis) kinnistub konkstrukstega (*k*) või iminappadega (*im*) soole seinale külge. Tal pole ei suud ega silmi. Puuduvad koguni seedimiselundid. Neid ei ole tarviski, sest loom elab valmisseeditud toidust, mida vastu võtab terve keha pinnaga.

Laiussi keha koosneb lülikestest. Viimastes neist valmib kümneid tuhandeid munakesi. Valminud munakestega täidetud lülikesed lahkuvad koos väljaheidetega inimkehas. Et areneksid laiussid, peavad munad sattuma mõne looma kehasse. (Peale sealihast leiduva laiussi elutseb inimeses veel kala laiuss.) Looma seedimiselundites arenuvad munadest väikesed konksukestega varustatud vastsed, kes tungivad veresoontesse ja kanduvad verega kehas laiali. Lihastes kasvab vastne põielaadiliseks finniks (f) ehk tanguks. Sellel kujul elab ta looma kehas, kuni satub koos lihaga inimese seedimiselunditesse. Siin areneb tast laiuss.



86. joonis. Laiuss.

Laiuss võib väga pikaks kasvada. Ta tarvitab palju toitu ja kurnab inimest. Seepärast tuleb kohe pöörduda arsti poole, kui väljaheidetes leidub laiussi lüüsid.

Laste sooletorus leidub sagedasti solkmeid, kelle munad satuvad inimesse suu kaudu koos toiduga. Kehast lahkuvad nad ühes väljaheidetega. Solkmeist vabanemine on võrdlemisi kerge sellekohaste apteekides müüdavate „ussirohtude“ abil.

Nende ja teiste soolteparasiitide eest hoidumiseks tuleb pidada piinlikku puhtust toitude alalhoidmisel, valmistamisel ja söömisel. Ja süüa liha ainult täielikult keedetult või praetult.

**9. Kuidas süüa.** Et meie keha suudaks toitu korralikult ära kasutada, selleks tuleb ka korralikult süüa. Suur hoolimatus enese vastu on toitu poolnärimata alla neelata. Mälumata toidu tükid koormavad seedimiselundeid või jäävad seedimata. Samuti ei tule süües rutata: seedemahla ei eritu tarvilikul määral, ja seedimine toimub puudulikult. Ka pole soovitatav söömise juures liiga palju juua. Liigne vee tarvitamine koormab väljaheite-organeid ja lahjendab seedemahlasid.

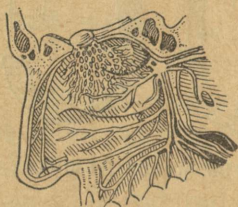
Kahjulikult mõjub söögi ajal lugemine. Veri tungib pähe, seedimisorganitesse jääb teda vähem, ja see muudab seedimise toime aeglaseks. Alkoholiliste jookide tarvitamine seedimise edendajatena põhjeneb valearvamisel. Korrates katset pepsiinilahusega, lisandades alkoholi, näed, et munavälg ei lahustu. Seega mõjub alkohol valkude seedimist takistavalt. Peale selle tekitab ta seedimiselundite rikkeid. Nii on enamik maksahaigustest tingitud alkoholiliste jookide tarvitamisest, rääkimata muudest kahjustest. Seepärast ei tohi alkoholil olla kohta ei toidu-ega maitseainete hulgas.

Palju haiguse-idusid satub inimkehasse ühes toiduga. Seepärast tarvita ainult puhast toitu. Ära pane käsi suhu. Pese neid enne sööki. Söö ainult hästi läbikeedetud või -küpsetatud liha. Nakkushaiguste puhul tarvita vett ja piima ainult keedetult. Puu- ja juurvili pese enne tarvitamist keedetud veega ja vala kuuma veega üle.

## 38. Hingamisest.

1. **Hingamiselundid.** Meie keha elutegevuseks on tarvilik hapnik. Seda saame õhust, mida sisse hingame. Tuleta meelde õhu koosseis.

Hingamine sünnib nina kaudu. Nina-õõs ja teda jaotavad voldikujulised kō r k m e d on kaetud limanahaga. Siit läbi tungides soojeneb õhk. Õhus on tolmu. Ninast läbi minnes jääb osa tolmu kübemeid limanaha külge. Ühes limase eritusega nuuskame nad välja.



87. joonis. Nina-õõs.

Kas oled tähele pannud, missugune on nina eritus metsas puhtas õhus viibimise puhul, misugune tolmuses ruumis olles?

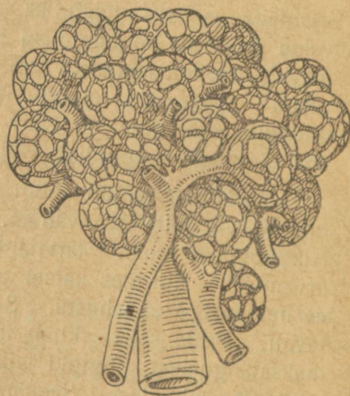
Mispärast tuleb hoiduda suu kaudu sissehingamisest?

Ninast läheb õhk kurgu kaudu hingetorusse. Hingetoru koosneb hobuserauakujulistest kõhr-poolrõngastest. Tema ülemine laienenud osa moodustab kō ri. Kōri asub eelpool söögitoru. Mis takistab neelamise puhul toitu kõrisse sattumast?

Kōri ettepoole ulatuvat osa kutsutakse kōrisõlmeks.

Pane tähele kōrisõlme liigutusi neelamise, kõnelemise puhul.

Seestpoolt on hingetoru kaetud virve-epiteeliga, mille ripsmekesed järjest laineliselt liiguvad. Nende liigutused aitavad hingetorust välja saata siia sattunud tolmu kübemekeksi. Suuremad neist kõhime välja.



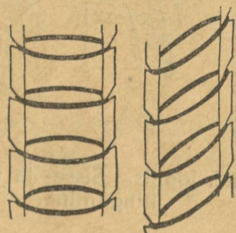
88. joonis. Kopsu-alveoolid.

Tähtsamaks hingamiselundiks on kops. Ta asub rinnaõõnes. Kops koosneb kahest tiivast: paremast ja pahemast. Et neid õhuga varustada, jaguneb hingetoru kaheks bronhiks. Bronhid harunevad puuksa laadiliselt paljudeks harudeks, need omakorda harukesteks. Iga haruke lõpeb väikese mullikesega, kopsu-*alveooliga* (88. joonis).

Kui on võimalik, vaatle mõne looma, näit., vasika kopsu ehitust. Pane tähele hingetoru tagumist külge, mis kehas asub vastu söögitoru. Puhu kops klaastoru abil õhku täis. Kuidas muutub kopsu kuju ja maht? Ava õhule tee väljavooluks. Mis sünnib kopsuga? Kopsukude on väga elastne. Lõika tükike kopsu ja aseta vette. Mida näed? Põhjuseks on alveoolides olev õhk. Suru kopsutükike kõvasti kokku ja pane uuesti vette. Mis sünnib nüüd?

2. **Kuidas toimub hingamine.** Määra kindlaks, mitu korda hingad minuti jooksul: rahulikult istudes, käies, joostes. Mõõda rinna ümbermõõd pärast sügavat sisse-, väljahingamist. Kui kaua suudad olla hingamiseta pärast sügavat sisse-, väljahingamist?

Valmista kõrvaloleva joonise järele kaks puuliistukest ja aseta nende hammastesse traadist rõngad. Ühte liistu paigal hoides liiguta teist üles ja alla. Kuidas suureneb rõngastest piiratud ruumala? Millal on ta kõige suurem?



89. joonis. Hingamismehhanism.

Samuti liiguvad hingamise ajal ka *roided* (küljeluud).

Pane peegli abil tähele nende liigutusi. Sissehingamisel tõusevad nad, väljahingamisel langevad. See sünnib lihaste abil.

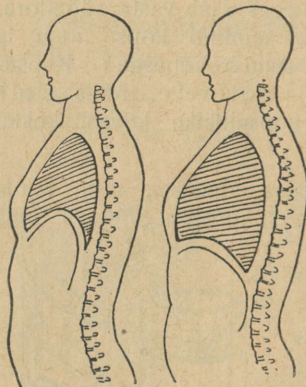
Kuidas muutub seejuures rinnaõõne ruumala?

Hingamisel aitab palju kaasa *vahelihas*. Harilikult asub ta ülespoole kumerdatult rinna- ja kõhuõõne vahel. Sissehingamise puhul tõmbub vahelihas lamedamaks. Seeläbi suureneb rinnaõõs. Väljahingamisel tõuseb vahelihas seedimiselundite survele uuesti kumeraks ja rinnaõõs väheneb.

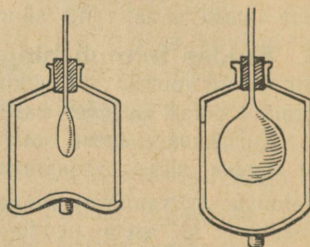
Kuidas seejuures toimub sisse- ja väljahingamine, aitab selgitada järgmine katse. Katame põhjata klaaspudeli alt õhukindlalt kummikilega, mille välisküljele on kinnistatud pide. Pudelikorgist läbiviiva klaastoru otsa on seotud õhukesest kummist põieke. Mis sünnib põiega, kui pudeli põhja sisse vajutada, väljapoole tõmmata? Mis sünnib pudelis olevat põiekest laienema? jälle kokku tõmbuma?

Sama nähtus kordub ka hingates. Sissehingamisel suureneb rinnaõõs. Kops on hingetoru kaudu ühenduses välisõhuga. Mis sunnib seda kopsu tungima? Tuleta meelde, mida möödunud aastal õppisid õhurõhumisest.

Seega tungib õhk sissehingamisel õhurõhumise tagajärjel kopsu. Väljahingamisel langevad roided alla, vahelihhas tõuseb uuesti kumeraks, rinnaõõne maht väheneb, elastne kopsukude tõmbub kokku, ja õhk surutakse kopsust välja.




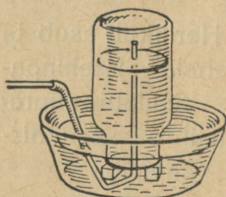
90. joonis. Sisse- ja väljahingamine.



91. joonis. Vahelihase tegevus sisse- ja väljahingamisel.

Kopsu arenemisest ja suurusest oleneb, kui palju õhku suudame korraka sisse ja välja hingata.

Et kindlaks teha ühe korraka väljahingatava õhu hulka, toimime järgmiselt. Täidame umbes neljaliitrilise klaaspurgi veega ja asetame ta kummulikeeratult veenõusse. Purki juhime  kujulise klaastoru, mille välisesse otsa kinnitame kummitoru. Hinga läbi toru 5 korda välja. Mis sünnib purgis oleva veega? Mispärast? Nüüd märgime vee kõrguse purgis, keerame purgi ümber, täidame märgist saadik veega ja määrame vee ruumala. Leia, mitu kuupsentimeetrit õhku hingasid keskmiselt välja ühe korraka. Nüüd hinga võimalikult sügavalt sisse ja selle järele toru kaudu viimse võimaluseni välja. Leia väljahingatud õhu ruumala.

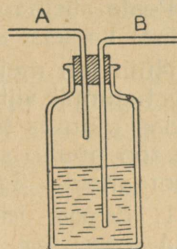


92. joonis. Väljahingatava õhu hulga määramine.

Täiskasvanud inimene hingab korraka harilikult ligikaudu  $500 \text{ cm}^3$  õhku välja. Sügavalt sisse hingates ja viimse võimaluseni välja hingates võib viia kogu väljahingatava õhu hulka kuni  $3500 \text{ cm}^3$ . Aga ka sel juhul jääb kopsu umbes 1 l õhku. Nii on täiskasvanud inimese kopsu ruumala  $4500 \text{ cm}^3$  ümber.

1. Mitme cm võrra oli rinna ümbermõõt sissehingamisel suurem kui väljahingamisel? 2. Vaata järele töövihust, mitu korda hingasid minutis, mitu  $\text{cm}^3$  õhku hingasid korruga välja. Arvuta, mitu liitrit tunnis. Mitu liitrit õhku tarvitab klass tunni jooksul.

3. **Mis sünnib kopsus õhuga.** Et jõuda selgusele, mis sünnib kopsus õhuga, korraldame järgmise katse. Võtame joonisel kujutatud pudeli lubjaveega, millesse läbi korgi juhitud kaks painutatud klaastoru. Esmalt teeme katset sissehingatava õhuga. Võta suhu toru *A* ots ja hinga läbi toru normaalselt sisse kümme korda. Välja hinga nina kaudu. Katse lõppenud, valame lubjavee teise klaasi ja pudelisse värsket lubjavett. Nüüd hinga samuti kümme korda läbi toru *B* välja, sisse hingates läbi nina. Mis sündis lubjaveega? Mille tunnus see on? Võrdle lubjavett, millest tungis läbi sissehingatud õhk, selle veega, millest läbi välja hingasid. Mida näed? Mida sellest järeldad?



93. joonis. Sissehingatava õhu muutumine.

See katse näitab, et väljahingatav õhk sisaldab rohkem süsihaput gaasi kui sissehingatav. Samuti on katsete varal leitud, et väljahingatavas õhus on vähem hapnikku kui sissehingatavas. Siit järeldame, et kopsus sünnib gaaside vahetus: seal võtab organism enesele õhust hapnikku ja annab selle asemele süsihaput gaasi.

Katsed näitavad, et väljahingatud õhus on hapnikku ligikaudu 17%, süsihaput gaasi 4%.

Tuleta meelde hariliku õhu koosseis.

Külmale klaasile hingates näeme, et väljahingatav õhk sisaldab veeauru.

Täidame katseklaasi süsihapu gaasiga ja seome ots seapõiega kinni. Asetame katseklaasi lubjavee-nõusse, mis pealt õhukindlalt kaetud. Mis sünnib mõne aja pärast lubjaveega? Põhjus? Mida siit järeldame? Kuidas nimetasime lahustunud ainete tungimist läbi kile?

Osmoos sünnib ka kopsus. Alveoolide seintes asub rikkalik veresoonekeste võrk. Sissehingatav hapnikurikas õhk tungib alveoolidesse. Siin annab veri ära süsihapu gaasi ja võtab õhust hapnikku. Kopsu-alveoolide arv on suur. Ta ulatub kuni 900 000. Alveoolide sisepind, mis õhuga kokku puutub, on ligikaudu 90  $\text{m}^2$ .

Mis tähtsus on nii suurel pindalal meie organismile?

4. **Hingamise tervishoid.** Hingates „rikume“ meie õhku, võttes sealt hapnikku ja andes asemele süsihaput gaasi. Ühes süsihapu gaasi rohkemisega õhus raskeneb hingamine.

Harilikult hingab inimene minutis 15 korda. Kui võtta ühe korraga väljahingatava õhu ruumala  $500 \text{ cm}^3$ , saame minutis 7,5 l. Kui palju on selles süsihaput gaasi?

Peale süsihapu gaasi heidame kopsu kaudu välja vähemal määral ka teisi aineid, mis õhku rikuvad.

Nüüd on meile selge, mispärast tuleb tuulutada klassiruumi ja vahetunnil viibida värskes õhus. Ja liikuda. Tuleta meelde, kuidas muutus hingamine jooksu puhul. Liikumine ja füüsiline töö nõuab sügavamalt hingamist ja arendab seega hingamisorganeid. Samuti mõjuvad mängud ning sport.

1. Eelpool leidsid, mitu liitrit õhku tarvitas klass tunni jooksul. Nüüd arvuta, kui palju klass sama aja kestes hingab välja süsihaput gaasi. Kuidas muutuks selle tagajärjel õhu koosseis klassis, kui puuduks õhuvahetus? 2. Valmista võrdlev pilt-diagramm atmosfääri õhu ja väljahingatud õhu koosseisust. 3. Tarvitades 1. ülesande lahendamisel saadud andmeid, leia, mitu grammi hapnikku kulutab ja süsihaput gaasi eritab klass 12 tunni jooksul. Liiter hapnikku kaalub 1,4 g, liiter süsihaput gaasi 2 g.

Õhk, mida sisse hingame, peab olema puhas ja tolmuva. Hoolimata keha kaitsevahenditest tungib õhus hõljuvaid tolmu- ja bakterite osakesi kopsu. Nad võivad alveoolide seinu katta, neid ummistada ja koguni haavata, mille tagajärjeks on kopsu haigestumine.

Ühes tolmuga liiguvad õhus haigusitekitavad pisikud (bakterid). Tolmukübemekest võib võrrelda laevaga, millel meeskonnaks bakterid. Bakterid on paljale silmale nägematud. Alles 1000- ja rohkem kordne suurendus mikroskoobis teeb nad nähtavaks. Kujult on neid mitmesuguseid (94. joonis).



94. joonis. Bakterid.

Paneme kahte kaetavasse klaaskarbikesse mõned kartulilõigud. Asetame karbid plekkoosiga vette ja keedame pikemat aega. Kordame keetmist teisel päeval. Kui karbid jahtunud, avame ühe neist pooleks tunniks. Selle järele asetame nad pimedasse sooja kohta. Mida näeme mõne päeva pärast? Kuidas seda seletada? Mis sündis pisikutega keetes? Kuidas sattus neid jälle ühte karbikesse? Mida järeltame siit õhu pisikutesisaldavusest? Mispärast õlitatakse klassipõrandaid?

Ühes koolis leiti enne tunde kuupmeetri õhu kohta 2000 bakterit, tundide ajal 16 500, enne töö lõppu — 35 000. Metsa õhus on aga ainult 300 bakterit kuupmeetri kohta. Kõik nakkushaigused tekivad pisikute tegevuse tagajärjel. Inimese kehasse pääsevad nad hingamis- ja seedimiselundite või haavade kaudu. Kehas leiavad bakterid soojust, niiskust ja küllaldaselt toitu ning hakkavad kiiresti sigima. Seejuures tekitavad nad mürkaineid, mis hävitavalt mõjuvad inimkehasse. Parim abinõu haigustest hoidumiseks on takistada haigustepisikute arenemist. Nende suuremaks vaenlaseks on päike ja puhtus.

Hingamiselundite kaudu pääsevad organismi sarlaki, leetri, kurgutõve, läkakõha ja tiisikuse pisikud. Eriti kardetavad on viimased. Nad satuvad õhku haige köhides, samuti kuivanud röga kaudu, kui seda maha sülitatakse. Et hoiduda pisikute levitamisest, tuleb haigel tarvitada süljetopsi ja köhides katta suu rätikuga. Vastuvõtlikum nakkushaigustele on nõrk hellitatud organism.

Seepärast on tähtis keha karastamine füüsilise töö ja spordiga. Võimalikult kauemini tuleb viibida välises puhtas õhus. Ja tuulutada elu- ning tööruume. See on parimaks kaitseks tiisikuse vastu.

Tuleta meelde kala hingamist. Seleta, kuidas sünnib gaasidevahetus lõpustes, vihmaussi naha kaudu. Konnal puuduvad roided. Kuidas toimetab konn õhku kopsu? Putukad hingavad terves kehas asuvate õhutorude — traheede abil, mille kaudu õhk tungib kõigisse kehaosadesse. Sisse- ja väljahingamine sünnib kehalülide kokkutõmbumise ja väljasirutumise tagajärjel.

### 39. Vereringvool.

1. **Vere ülesanne.** Nagu nägime, tungib seeditud toit verre. Verre läheb kopsus ka hapnikku. Mõlemad on kehale tarvilikud. Veri kannabki kõigisse kehaosadesse toiteaineid ja hapnikku. Kehas sünnib järjest hapniku ühinemine toitainetes sisalduva süsinikuga. Seejuures tekib süsihaput gaasi. Kehas tekib ka muid lagunemissaadusi. Neid on vaja eemaldada. Ka seda teeb veri.

2. **Vere koosseis.** Veri koosneb vereleemest (plasmast) ja verelibledest. Punase värvuse annavad verele punased verelibled. Nad sisaldavad rauarikast punast värvainet — hemoglobiini.

Inimese punased verelibled on nii väikesed, et neid saab vaadelda ainult hea mikroskoobi abil. Falju kergem on vaadelda tublisti suuremaid konna punaseid vereliblesid. Selleks tuleb alusklaasile klaaspulga-

kesega asetada õige vähe konna verd ja lisada juurde tilgake füsioloogilist lahust (keedusoola 0,6—0,8% vesilahuses). Selgesti saab panna tähele piklik-ümmargusi (elliptilisi) punaseid vereliblesid. Inimese punased vereliblel on kettakujulised, keskelt vähe õhemad kui äärtelt. Punase verelible läbimõõt on keskmiselt 0,007 mm, paksus 0,0025 mm. Kuupsentimeetris veres leidub punaseid vereliblesid 4,5 kuni 5 miljonit.

Punased vereliblel kannavad hapnikku kehasse laiali. Hapnik ühineb verelibledega kopsus. Hapniku sidujaks neis on hemoglobiin. Kehas lahkub ta verest. Selle asemel võtab veri kehas tekkinud süsihaput gaasi ja viib kopsu, kust ta välja hingame.

Kui saadaval, vala mõni kuupsentimeeter värsket verd katseklaasi ja puhu veresse toru kaudu väljahingatud õhku. Missuguseks muutub vere värvus? Mille mõjul? Ava klaas ja raputa teda selle järele. Kuidas muutus nüüd vere värvus? Kui heledasse, hapnikurikkasse verre juhtida süsinikhapendit ehk karmu, siis muutub veri kirsspunaseks. Õhu juurdevool ei suuda süsinikhapendit verest välja tõrjuda. Ainult puhta hapniku toimel muutub vere värvus.

Süsihapu gaasiga ühineb veri lõdvalt, õhu hapnikuga kindlamini, aga veel kindlamalt karmuga. Selle tagajärjel mõjub karm juba vähesel määral surmavalt.

Et veri saaks korralikult täita oma ülesannet, peab tas olema tarvilisel määral hemoglobiini. Kui seda leidub vähe, on inimene verevaene ja kannatab hapniku puudust. Abinõuks verevaesuse vastu tarvitatakse raudasisaldavaid aineid ja toite (porgandeid, spinatid, nõgeseid). Hästi mõjub viibimine värskes õhus.

Peale punaste on veres veel valgeid vereliblesid. Need on punastest tunduvalt suuremad, arvult on neid aga tublisti vähem: iga valge verelible kohta tuleb 800 kuni 1000 punast. Valged vereliblel võivad iseseisvalt liikuda ja kuju muuta, isegi läbi veresoonte seinte kehasse tungida.

Nad on keha kaitsevahendiks. Kus haigusepisikud või muud võõrkehad organismi tunginud, on valged vereliblel kohe neid hävitamas. Seejuures hävib ka neid endid. Uued tekivad osalt luuüdis, kus tekivad ka punased vereliblel, peamiselt aga mahlanäärmetes, mis asuvad kaelas, kaenla all ja sisekehas.

Vereplasmal on suur tähtsus meie keha toitmisel. Ta kannab toiteaineid kehas laiali.

Vala värsket verd kahte klaasi. Üks klaas jäta liigutamata seisma, teises sega verd pulgakesega. Mis sünnib verega kummaskis klaasis? Mispärast segatakse looma tapmise puhul verd? Pese kepikese ümber olevat ainet mitu korda vees. Saad valged valkaine kiukesed — fibrini.

Vere hüübumise (tardumise) põhjuseks on veres sisalduv aine, mis välisõhuga kokku puutudes eraldub kiulise fibriiniina. Sellel vere omadusel on suur tähtsus: haavast väljajoosnud veri suleb hüübudes haava ja takistab edasist verejooksu.

Kaalu järele on verd kehas ligikaudu  $\frac{1}{20}$  keha raskusest.

1. Leia oma vere hulk. 2. Leia punaste vereliblede arv oma veres, kui vere erikaal on 1 (tegelikult 1,055). 3. Leia valgete vereliblede arv, võttes iga 750 punase kohta üks valge. 4. Kui palju mahub punaseid vereliblesid üksteise kõrvale ühele cm (tuleta meelde paksus)? 5. Kui pikk nõõr saaks sinu punastest verelibledest, kui neid seaks ritta üksteise kõrvale?

3. **Süda.** Ükskõik, missuguses kehaosas sa haavata saad, igalpool jookseb haavast verd. Ometi pole veri lahtiselt kehas, vaid erilistes veresoontes.

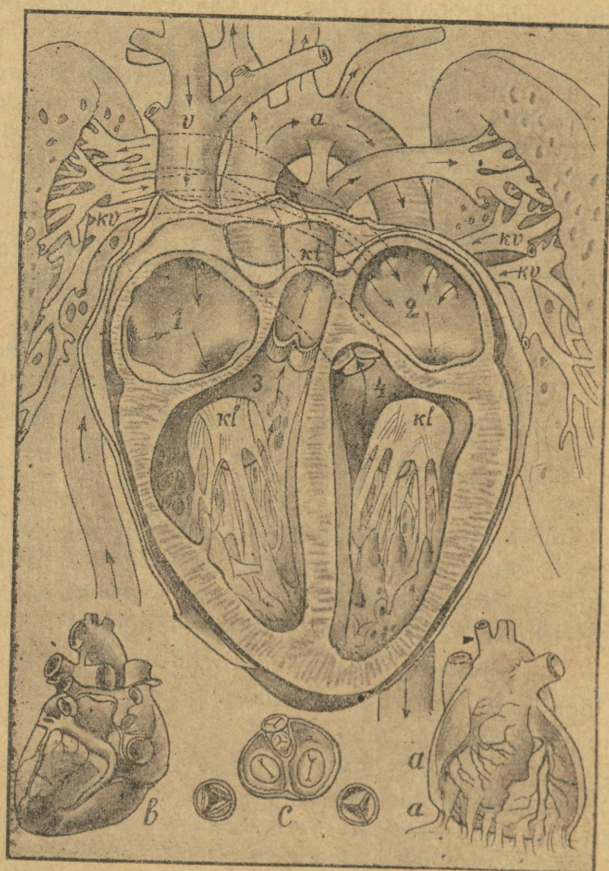
Oma ülesande täitmiseks peab ta neis liikuma. Liikuma paneb verd süda. Süda asub pahemal pool rinna-õõne kopsutiibade vahel. Katsu sõrmeotstega järele, kus tunned südametuksumist.

Süda koosneb tugevatest lihastest. Ta on umbes rusika suurune, seest õõnes. Püstine vahesein jaotab südame kaheks teineteisest täiesti eraldatud pooleks: paremaks ja pahemaks. Kumbki neist on omakorda jaotatud risti-vaheseintega. Nii jaguneb südame-õõs neljaks osaks: üleval parem (1) ja pahem (2) südamekamber, all parem (3) ja pahem (4) südamevatsake. Kambrite vahel puudub ühendus, samuti vatsakeste vahel. Ühendatud on parem kamber parema vatsakesega ja pahem kamber pahema vatsakesega.

Südame tegevus seisab tema lihaste kokkutõmbumises ja lõtvumises. Kambrite kokkutõmbudes surutakse veri vatsakesesse. Kambritesse tagasi ta siit ei pääse: avauste ees olevad klapid (*kl*) sulevad tal tee, avanedes ainult vatsakeste poole. Vatsakeste kokkutõmbe tagajärjel tungib veri tuiksoontesse (arteridesse). Nende algul on jälle klapid (*k*), mis takistavad vere südamesse tagasiminekut. Tuiksoonte seinad on kaunis paksud ja elastsed. Vere sisse tungides nad laienevad ja tõmbuvad kohe kokku verelaine möödudes.

4. **Suur verering.** Suuremaks tuiksooneks inimkehas on pahemast südamevatsakesest algav aort (*a*). Aordist hargnevad vähemad arterid, mis omakord hargnedes viivad verd kõigisse kehaosadesse. Südamest tuleva vere sisse tungides laienevad arteride seinad. Verelaine möödudes tõmbuvad nad jälle kokku. Sellest tekib arteride tuikamine, mis vastab

pahema südamevatsakese kokkutõmmetele. Enamik tuiksooni asub sügavamal kehas, aga kohati on nad nii välispinna ligidal, et võib tunda, isegi näha nende tuikamist ehk pulssi.



95. joonis. Süda.

Kust loeb arst pulssi? Olles küljeli, pea padjal, võid pulssi kuulda. Kui istudes asetad ühe jala teisele, saad lugeda südame lööke rippuva jala varvaste liikumisest. Lugeses pulssi, leiab arst, mitu korda minutis tõmbub kokku südame pahem vatsake. Selle järelle jõuab ta otsusele südame tegevuse kohta, milles avaldub omakorda terve organismi seisund.

Haavamise puhul purskub arterist veri joana, mille kõrgus vahelduvalt tõuseb ja langeb. Mispärast? Täiskasvanud inimese pulss lööb keskmiselt 70 kuni 80 korda minutis, 2-aastasel lapsel 110 korda.

Hargnedes muutuvad arterid ikka peenemaks ja peenemaks ning jagunevad viimaks peenteks juussoonteks (kapillaarideks), mis tiheda võrguna ulatuvad igale poole. Juussoontes sünnibki ainevahetus. Läbi õhukeste kapillaaride seinte saab keha hapnikku ja toiteaineid ning annab ära kõlbmatuks muutunud aineid. Samal ajal ja viisil tungib verre süsihappu gaas, millega rakud küllastatud, ja helepunane hapnikurikas veri muutub tumepunaseks hapnikuvaeseks süsihappu gaasi kandjaks.

Järkjärgult ühinevad juussooned esmalt väikesemateks, need omakorda suuremateks tõmbsoonteks ehk veenideks, mida mööda veri voolab tagasi südame poole. Tõusvates veenides takistavad vere tagasivoolamist taskukujulised klapid, mis avanevad südame poole.

Kui kauemini istuda ühes asendis, võib takistuda vere liikumine ja tõmbsoontesse koguneb suuremal hulgal verd, mis rõhub ümberolevatele kudedele. Siis on jalg „surnud“. Ka käsi „sureb“ vahel magades. Kuidas leida abi selle vastu?

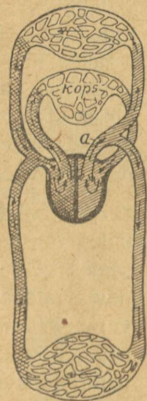
Kahe suure tõmbsoone (*v*) kaudu jõuab veri lõpuks tagasi südamesse. Ta tuleb selle paremasse kambrisse, olles teinud ringi läbi terve inimkeha. Seda vereringi, mis algab südame pahemast vatsakesest ja lõpeb paremas kambris, nimetatakse suureks vereringiks. Selle ringi läbikäimiseks kulub 30 sekundi ümber.

Mis andis veri kehale suure vereringi kestes? Mida ta võttis? Missugune on värvuselt arteride, veenide veri? Esimest kutsutaksegi arteriaalseks, teist venoosseks vereks.

**5. Väike verering.** Südame paremasse kambrisse tulev veri on hapnikuvaene, aga rikas süsihappust gaasist. Parema kambri kokkutõmbe tagajärjel tungib veri paremasse vatsakesse. See saadab ta edasi kopsuarteri (*kt*).

Kopsus hargneb kopsuarter samuti nagu aort kehas. Alveoolide seintes moodustub tihe juussoonte võrk, kus veri voolab aeglaselt. Siin sünnib jällegi gaaside vahetus. Vastupidine sellele, mis oli kehas. Veri vabaneb süsihappust gaasist, ja punased verelibled võtavad alveooli õhust hapnikku. Missugune muudatus sünnib vere värvusega?

Kopsu juussoontest läheb veri veenidesse ja lõpuks mööda nelja kopsu tõmbsoont (*kv*) tagasi südamesse. Seekord aga



96. joonis. Vereringvoolu skeem.

pahemasse kambrisse. See on väike verering. Ta algab südame paremast vatsakesest ja lõpeb pahemas kambris.



1. Leia peegli abil tuiksooned kaelal ja meelekohtadel ja vaatle neil pulssi. 2. Lase käsi rippu ja pigista kõvasti teise käega randmest. Pane tähele verega täitunud sooni käeseljal. Kas need on veenid või arterid? Siruta käsi üles ja vaata, kuidas veri kaob. 3. Leia õlavarre tuiksoon. 4. Joonista oma vihku kõrvalolev skeem. Märgi nooltega, kuhu avanevad südame klapid ja kuhu voolab veri.

6. **Kuidas rikastub veri toiteainetega.** Voolates mööda maosseintes ja sooltehattudes hargnevaid kapillaare, võtab vere plasma enesesse seeditud toiteaineid. Selle tagajärjel on seedimisorganitest tulevass veinis veri rikas toiteainetest. See n. n. värvatveen läheb maksa, kus ta uuesti juussoonteks hargneb. Maksas annab veri osa toiteaineid tagavaraks, samuti annab ta ära osa kõlbmatuid aineid.

7. **Mahlasooned.** Kui juhtud kriimustama naha pealmist korda, ilma et haavaksid veresoont, näed haavatud kohale ilmuvat kollakat vedelikku. See on kapillaaridest väljatunginud vereplasma, mis viib toiteaineid ja hapnikku ka sinna, kuhu veresooned ei ulatu. Teda kutsutakse mahlak (lümfiks). Oma ülesande täitnud, koguneb lümf erilistesse mahlasoontesse ja liigub neis pikkamööda südame poole. Üksikud soonekesed ühinevad üheks suureks mahlasooneks, mis viib mahla paremasse südamekambrisse avanevasse veeni.

8. **Südame töö.** Südame töötades tõmbuvad korraka kokku kambrid, saates verd vatsakesesse. Sellele järgnev vatsakeste kokkutõmme surub vere südamest arteridesse. Vatsakeste kokkutõmbele järgneb terve südame tegevuse seisak — südame soik. See kestab ligikaudu  $\frac{1}{6}$  südame tegevuse perioodist (ajast, mis kulub eelpoolkirjeldatud kahele kokkutõmbele).

Iga südamelöögiga tõugatakse aorti keskmiselt 100 grammi verd, ja nii suure jõuga, et tõuke mõjul veri tõuseks 2 m kõrgusele. Mitu kg minutis (keskm. pulsilöökide arv)? tunnis? 24 tunniga? 10? 50 aastaga?

Vere temperatuur on harilikult püsiv, hoolimata sellest, et keha järjest soojust ära annab. Järelikult peab kehas soojust tekkima. Meie kehas on palju süsinikkusaldavaid aineid. Süsiniku ühinemisel hapnikuga tekib süsihaput gaasi ja soojust. Harilikult seisab soojuse tekitamine ja äraandmine tasakaalus. Inimese vere normaalne temperatuur on  $37,5^{\circ} \text{C}$ ., keha välispinnalt mõõtes  $36,5^{\circ} \text{C}$ .

Loe pulsilööke rahulikult paigal istudes, pärast kiiret jooksu.



97. joonis. Mahlasoon. Sõrme m.-soonte võrk.

Raskema töö puhul kiireneb südame tuksumine. Kiiremini voolab ka veri, sest suureneb hapniku tarvitamine ja tekib rohkem süsihappu gaasi. Ka haiguse puhul töötab süda kiiremini, ja kiiremini voolab veri, et viia igalepoole hapnikku, toimetada kiiresti kohale valgeid vereliblesid. Ühenduses sellega tõuseb ka vere temperatuur (kuni 42° C.), sest tekib rohkem soojust, kui keha suudab ära anda välispinna kaudu ja hingamise teel.

9. Veresoonte haavamise puhul sulgeb veri ise tardudes vähema haava. Suuremate veresoonte vigastuse puhul on vajalik arstiabi. Verejooks tuleb sulgeda aga otsekohe. Selleks leitakse koht, millele kõvasti surudes saab kinni pigistada haavatud soont. Kui tarvis takistada verevoolu pikemaks ajaks, tehakse kinnipigistatud kohale side (99. joonis), asetades pöidla asemele sileda kivi või muu kõva asja. Niisugust sidet ei tohi aga jätta haavale kauemaks kui kaheks tunniks. Muudu „sureb“ liige.



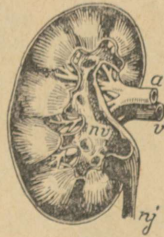
98. joonis. Side veresoonele.

#### 40. Kuidas keha vabaneb temale kõlbmatuist ainetest.

Ainevahetusel tekib kehas pääle süsihappu gaasi veel muid kehale kõlbmatuid aineid. Osa neist lahustub lümfis ja satub selle kaudu verre. Veri viib nad neerudesse, mis asuvad kõhukoopas kahelpool selgroogu. Neeru tulev arter tekitab hargnedes huiga juussoonte pasmaid (*p*). Neis eritub verest vett ühes temas lahustunud ainevahetuse produkti-



99. joonis. Juussoonte pasmaid neerus.



100. joonis. Neer.



101. joonis. Higinääre.

dega. Ta koguneb neeruvaagnasse (*nv*), kust neerujuhtmeid (*nj*) mööda läheb põide ja heidetakse kehast kusena välja.

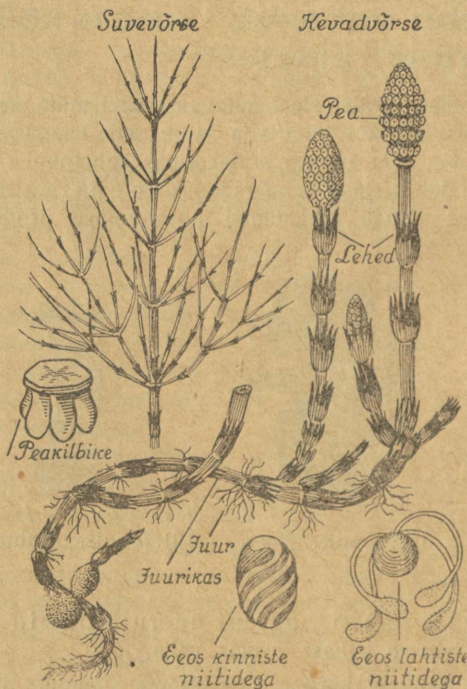
Osa kõlbmatuid aineid lahkub kehast higinäärmete kaudu. Harilikult aurab päevas kehalt 1 liitri ümber higi, kange higistamise puhul kuni 10 liitrit. Aurates jahutab higi keha.

## Kevadel põllul.

Terve pika talve jooksul ei lähe põllumehel meelest ta orasepõld. Kui talv ja kevad olid korralikud, hellitab ta endas lootusi heaks saagiks. Muutlikud ilmad äratavad tas aga kartust, sest nende mõjul võib oras kergesti saada kahju. Kui tarvis, tõttab ta ka talvel põllule, et kõrvaldada ähvardavat hädaohtu: liigveele teeb ta teed, et see jookseks ära; tekkinud jääkorraste löhub auke, et õhk pääseks orastele juurde; paksule lumele raputab mulda, sõnnikut, tahma või tuhka, mis kiirendab lume sulamist; külmaga üleskerkinud orase rullib õigel ajal kinni jne. Kui oras jääb terveks, asub põllumees rõõmsa meelega suvilja-põllule tööle.

### 41. Põldosi.

Enne kui põllul jõutakse alustada töid, on juba mõned umbrohud lopsakalt kasvamas. Üks esimestest on põldosi.



102. joonis. Põldosi.

Mineva-aastastest vaatlustest on teada, et kõik varased taimed arenevad maa-alustest vartest ehk juurikatest. Sedasama peab oletama ka põldosjast. Kaeva osi maast välja ja vaatle, kas on see nõnda. Mõõda, kui pikk on juurikas ja kui sügaval asubta maases.

Juurikast kasvab välja värvitu võrse, mis koosneb üksikutest lülidest. Võrse sõlmede kohalt on kasvanud välja männasena kahvatud teravate otsadega lehed. Neil puudub leheroheline, sellepärast ei saa osi ise valmistada endale toitu, vaid elab täieliselt sellest toidust, mis asub juurikas.

Loenda, mitu lüli on vaadeldaval osjal ja mitu lehte on igas män-nases. Püia selgusele jõuda lehtede ülesande kohta.

Võrse otsas asub osja pea. Noor pea on tihe, valminud aga hõre. Pea koosneb kuuenurgelistest kilbiketest. Kilbikete all asuvad koti-kesed ja neis kasvavad eosed. Vaatle eoseid mikroskoobis kuivalt ja niiskelt. Iga eos on varustatud nelja niidikesega. Kuivalt on niidikesed laiali, niiskuses tõmbuvad nad eose ümber. Niidikesed soodustavad eoste levimist. Mil viisil? Eostest arenevad eellehed ja neist jälle osjad.

Jälgi osja elukäiku. — Kui eosed pudenenud, kuivab võrse. Tema asemele areneb juurikast teine võrse, mis okslik ja roheline. See on suvvõrse, mis elab suve läbi. Ta ei paljune. Tema ülesandeks on toidukogumine juurikasse, et tuleval kevadel võiks jälle vara kasvada eoseid kandev kevadvõrse.

Põldosi on väga tüütav umbrohi. Ta juurikaid on raske hävitada, sest kündmise juures ei tee sahk neile suurt viga. Neid peab välja kaevama ja põletama.

## 42. Orashein.

Orashein ilmub kevadiste soojade päevadega tihedalt maa seest nähtavale. Kaeva välja ta juurikas ja vaatle selle pikkust ja hargnemist. Lõika juurikas tükkideks; aseta tükid lillepotti mullasse, kasta hoolega ja jälgi neis muutusi. — Orasheina juurikas on väga elujõuline: tükkideks lõigatuna ta ei sure, vaid igast tükist areneb uus taim, kui on saadaval toitu ja niiskust. Seepärast on võitlemine tema vastu eriti raske. Juurikaid tuleb hävitada samuti nagu osjal.

Suurem hulk umbrohte areneb seemnetest ja ilmub seepärast hiljem. Jälgi nende ilmumist aias ja põllul ning pane tähele, kuidas võideldakse nende vastu. Sügisel rägid sellest koolis.



103. joonis. Orasheina juurikas ja pea.

### 43. Suvivilja külvamine.

Hoolas põllumees on juba sügisel künd nud oma suviljapõllud ja ootab kevadel parajat aega, mil üht või teist vilja külvata. Kevadine kordamisküünd oleks küll viljale väga soovitatav, sest see teeb maa kohe-daks. Mispärast peab külvimaa kohe olema? Kuid kohedaksküntud maa kuivab kergesti. Ja meie kliima on just suve esimesel poolel harilikult ülemääragi kuiv, nõnda et taimed kannatavad niiskuse puudust; kevadel küntud maas oleks see puudus veelgi suurem, ja vilja kasvamine oleks seal väga vaevaline. Sellepärast hoiduvad põllumehed kevadisest künnist. Kui aga maa on talvel vajunud ülemäära kõvaks, siis kergitatakse seda kultivaatoriga, ja ainult hilisemate külvide eel, kui umbrohudki juba põllul kasvamas, küntakse korduvalt, et ühtlasi neid hävitada.

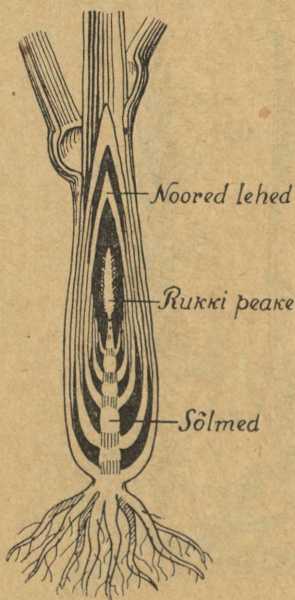
Väetistest antakse põldudele kevadel peamiselt kunstväetusaide; sõnnikut pannakse vahest ainult kartulimaale. Aga ka savirikkamaid kartulimaid rammutatakse sügisel, sest neis kõduneb sõnnik väga pikkamööda.

Püüa selgusele jõuda, missugust suvilja külvatakse koolimaja ümbruses kõige rohkem ja kui palju külvatakse seemet ühele hektaarile. Vaatle, mitme päeva pärast tõuseb üles oder, kaer, kartul, lina. Missugused umbrohud tulevad esimestena nähtavale.

Suvivilja põllud mustavad veel, kui rukkiväljadel oras kasvab juba hoogsasti. Võta noor rukis, lõika pikuti pooleks või eemalda ettevaatlikult lehed ja otsi temas peituvat kõrt ja pead. — Jälgi rukki arenemist: püüa näha loomist ja õitsemist, otsi üles õie üksikud osad, vaatle tera arenemist. Katsu leida meekastet ja viljaroostest rikutud lehti.

Rukist, nisu, otra ja kaera nimetatakse kõrsviljadeks. Millest on nad saanud selle nime? Kuidas neid veel nimetatakse? Võrdle nende juuri kuju ja laiuse poolest. — Neil kõigil puudub peajuur. Varre otsast kasvab välja hulk juureharusid; sääraseid

juuri kutsutakse narmasjuurteks. Mida sügavamale ja laiemale ulatuvad juured, seda suurem võimalus on taimel koguda maa seest toitu. Kaalutle, missuguse juurekavaga tai-



104. joonis. Pikutilõik rukkiorasest kevadel.

med võivad kasvada paremini kehval pinnasel — kas tugeva või nõrga kavaga, ja seleta, mispärast sa nõnda arvad. Juurte võrdlusest näed, et tugevamad juurtekavad on kaeral ja rukkil, nõrgemad odral ja nisul. Siit järelda, missuguses maas võib hästi kasvada nisu. Vaatle põldudel, kas nisu on nõnda külvatud, nagu selgus sinu järeldusest.

Seesugused varred nagu kõrsviljadel on ka meie heina- ja karjamaa rohtudel, näit. kasteheinal, timutil, keraheinal, nurmikal, orasheinal j. t. Need moodustavad ühes kõrsviljadega taimeriigi kõrreliste sugukonna. Heina- ja karjamaadel ei saa kõrrelised nii kaua kasvada, et neil valmiksid seemned: karjamaal söövad neid loomad ja heinamaal niidetakse nad vara maha; seepärast ei ole neil paljunemist seemnete abil. Ometi ei kao rohi ei heina- ega karjamaadelt; ta kasvab vahet pidamata ja varsti pärast niitmist on heinamaadel ädal tihe ja pikk. Millega seda seletada?

Korja heinamaalt igast kõrreliste liigist üks esindaja, kuivata need ilusasti, kleebi ühisele paberile ja kirjuta igale taimele juurde vastav seletus. Üldiseks pealkirjaks pane: „Kõrrelised taimed meie heinamaalt“. Kui mõnel taimel on kõrs väga pikk, siis lõika muist vahelt ära ja kuivata juur, keskelt üks või kaks lüli lehega ja pea.

#### 44. Pinnas põllul või aias.

1. Kaeva põllul või aias auk umbes 50 cm sügavuseni ja mõõda mulla temperatuuri pinnal, 15, 30 ja 50 cm sügavuses. Kirjuta saadud arvud üles. Kaeva sääraseid auke niiskemas ja kuivemas maas, mõõda samuti ka nende mulla temperatuuri. Võrdle saadud arvusid ja järelda, missugune pinnas soojeneb kevadel kiiremini.

Vaatle, missugusel pinnasel algab rukis kasvamist varakevadel kõige enimalt, missugusel tärkab kiiremini suvivili. Leia seletusi, miks sünnib see nõnda. Katsu seletada, miks algab mõnes kohas heinamaadel rohi kasvamist õige hilja.

Võta pinnalt mulda ja täida sellega valge pudel umbes pooleni; vala siis pudel vett täis ja loksuta muld kõvasti segamini. Jäta pudel järgmise päevani seisma. Tee seda ka mullaga liivaselt ja saviselt põllult. Vaatle põhjasadestunud aineid ja pane tähele, missuguses järjekorras on nad sadestunud ning kui palju on üht ja teist.

Katsed näitavad, et pinnas koosneb peamiselt kolmest ainest: mustmullast ehk huumusest, liivast ja savist. Paljudes kohtades, kus pinnasele ligidal paekivi, on pinnases ka süsihaput lujja. Selle sisaldavust võib kergesti tunda lahja happe abil: seda tarvis mullale valada, ja kui selles leidub lujja, siis tekib kihisemine. Missugune gaas eraldub?

Huumus on tekkinud taimede ja loomade roiskumisest. Huumus põleb. Tema hulka mullas saab kindlaks määrata põletamise abil. Kuidas seda teha? Tee nõnda.

Võta kolm põhjata pudelit ja täida neist üks pooleni täis (kumb ots allapidi?) mustmullaga, teine liiva- ja kolmas savirikka põllumullaga. Vala neile ühesugune hulk vett peale ja korja kokku läbijooksunud vesi. Võrdle nüüd, missugune maa laskis kõige kiiremini vee läbi. See on liivamaa. Tema kuivab kiiresti. Taimed, mis kasvavad liivases maas, kannatavad harilikult niiskuse puudust. Savikas maa muutub niiskusest tihedaks, nii et ei lase endast läbi vett ega õhku. Savises maas kasvavate taimede juured kannatavad kõige rohkem õhu puudust. Selles maas ei saa elada ka bakterid, seepärast toimub seal roiskumine õige pikaldaselt. Savimaid parandatakse sel teel, et neid torutatakse või lisatakse põllumullale juurde liiva või lupja, mis teeb maa kohedamaks.

Kõige parem on taimekasvule mustmullamaa. See hoiab endas kaua niiskust ja laseb õhku läbi. Bakteritele pakub mustmuld häid elamisvõimalusi ja roiskumisprotsessid toimuvad korrapäraselt. Huumus sisaldab taimedele vajalikke toitvaid aineid.

2. Mullapinnast võtab taim juurtega endale tarvismineva vee ja selles lahustunud soolad. Soolad peavad tingimata sisaldama järgmisi aineid: lämmastikku, väävlit, fosforit, kaaliumi, kaltsiumi, magneesiumi ja rauda.

Kui maas on neid aineid küllaldaselt, siis kasvavad taimed jõudsasti ja igasugused aia- ja põlluviljad annavad head saaki; on neid aga vähe, siis on taimed kidurad ja saak väike. Metsikult kasvavad taimed peavad leppima selle sooladehulgaga, mis tekib maasse loomulikult surnud loomade ja taimede roiskumisel. Kultuurtaimedele nii aias, põllul kui ka heinamaal pannakse väetist.

Kõige parem väetusaine on laudasõnnik, mis on tekkinud loomade väljaheidetest ning aluspõhu mädanemisest ja sisaldab seega kõiki aineid, mida taimed on kogunud endasse kasvamisel. Põllul laostub sõnnik bakterite mõjul sooladeks ja teisteks lihtsamateks ühenditeks, mis mullas olevas niiskuses lahustuvad ja mida siis taimed imevad endasse. Peale laudasõnniku tarvitatakse sooladest koosnevaid väetusaineid. Neist on tähtsamad: tšiilisalpeeter — sisaldab lämmastikuühendeid, kips — väävlit ja kaltsiumi, fosforiit ja superfosfaat — fosforit, kaltsiumi j. t., kainiit — kaaliumi ja magneesiumi. Fosforiit ja kips on meil omamaa saadused, teisi veetakse sisse välismailt.

Väetise andmine põllule peab olenema pinnase omadustest. Mõnes maas leidub mõnd ainet küllaldaselt, näit. kaltsiumi lubjamaades, kuna see mujal, näit. soomaades täielikult puudub. Loomulikult ei kannata lubjamaad kaltsiumi puudust, — seda neile anda ei tule, aga soomaadele peab kaltsiumi andma. Üldpõhimõtte maa väetamise juures on see, et maale tuleb anda seda, mis tas puudub. Kogenud põllumees teab oma tähelepanekutest, mida maa vajab; aga veel parem on, kui ta vahet vahel laseb analüüsida põllumulda katsejaamades ja sealt saadud andmed väetamisel arvesse võtab. Peale selle võib ta saada head juhatast asjatundjatelt, nagu seda on maa-agronoomid, ja ise katsetada katselappidel.

3. Ka teab põllumees, et kõik taimed ei tarvita väetusaineid ühesugusel määral; kartulid näiteks nõuavad rohkem kaaliumväetist kui kõrsviljad, viimased jälle enam lämmastikuühendeid jne. Seda viljade omadust kasutab ta sel teel, et ei külva iga aasta samale väljale sama vilja, vaid teatud külvikordas. Nõnda saavutab ta, et taimed tarvitavad kõik maale antud väetise ära ja iga aasta ei tarvitse maad rammutada.

Vanasti oli meie maal ja on veel praegugi mahajäänumates kohtades tarvitusel kolmevälja-viljakülvi süsteem: üks kolmandik oli tali-, teine suvivilja all ja kolmas — kesaks. See jaotus on aga väga puudulik, sest iga aasta ei anna kolmandik põldudest mingit tulu, küll nõuab aga rohket tööd harimise näol; peale selle ei võimalda see kuigi suurel määral viljade vaheldust. Seepärast on kaugelt suurem osa põllupidajaid juba ammu üle läinud teistele süsteemidele. Paremates taludes on põllud jaotatud 6—8 väljaks; seal on juba võimalik viljade järjekorda nii läbi viia, et põllu tulutoovus oleks maksimaalne.

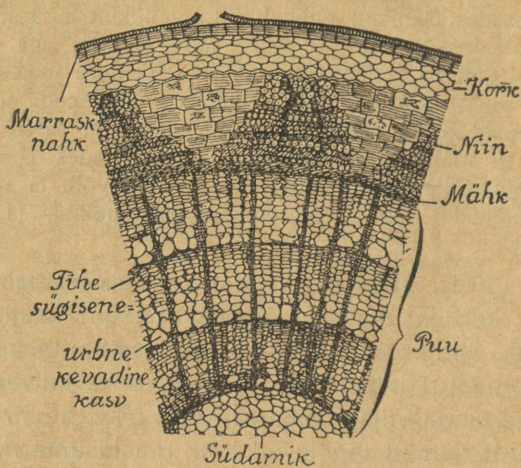
Jaota sõõr 6 või 8 osaks ja kujuta jooniste abil sellele 6- või 8-väljaline külvikord, nagu oled näinud paremates taludes.

## 45. Mets kevadel.

1. Sooja tulekuga algab elu ka metsas: varaõitsevad puud (missugused?) ajavad õied välja, pungad puudel paisuvad ja mahlad hakkavad liikuma. — Missugustest puudest lastakse mahla? Missuguse puu mahla oled saanud?

Lõika oksad mõnelt puult ja koori ära. Koor vabaneb kergesti. Katsu puud keelega. Missugune on maitse? Vaatle kihti koore ja puu vahel, — see on mähikiht. Sellest kihist kasvab puu jämedamaks ja koor paksemaks: mähk sünnitab sissepoole puuosakesi ja väljapoole koort. Koor koosneb kolmest kihist: alumine on niinekiududest, selle peal asub

korgikiht ja kõige peal sile marrasknahk. Vanadel puudel on marrasknahk tüvedelt kadunud, korgikiht on arenenud õige paksuks ja pragunenud. Seepärast ei ole koor enam sile. Väga paksusegakorgikihti nimetatakse korbaks. Puu jämedamaks kasvamine ei sünni ühtlaselt.



105. joonis. Puu ristlõik.

Kevadel on mähis palju mahlu, – puu kasvab siis jõudsasti. Sügisel on mahlu vähem, – puu kasvab ka vähem. Nii tekivad kevadel jõudsal

kasvamisel urbsed puukihid, sügisel aga tihedad, ja nõnda iga aasta ring ringi peale; ikka kevadine urbane osa seespool ja sügisene tihe väljaspool. Nõnda tekivadki aastaringid, mida vaatlesid sügisel männil ning kuusel ja mille arvu järgi saab teada puu vanust. — Loenda aastaringe ka lehtpuudel ja arvuta nende vanust.

Paljude puude seemned levivad kevadel. Nende hulka kuuluvad ka männi ja kuuse seemned. Vaatle nende seemnete levimist ja idanemist.

Jälgi puude lehtimist ja vaatle lehti üksikutel puudel ning põõsastel; võrdle nende kuju.

2. Ühel ajal puude lehtimisega tärkavad ka rohttaimed alusmetsas ja kaunistavad seda mitmevärviliste õitega. Alaliselt rohelisena püsib metsa all tihe sammalkate. Võta ligemale vaatlusele

## käolina.

Nopi neid mõni, eralda teiste hulgast kõige pikem ja pane tähele selle ehitust. Rohelised teravad lehekeseid katavad tihedalt peenikest vart. Nad hoiduvad uhkesti varrest eemale. On sammal aga mõni minut olnud pihus, siis näed, et mõned lehekeseid tõmbuvad varrele ligemale, ja varsti on kõik tihedalt koos ümber varre. Kui nüüd paned taimekese vette, siis ajavad lehekeseid end paari minuti pärast jälle

laiali. — Vaatle käolina tema loomulikkudes kasvutingimustes: kuivas kohas päikese paistel ja niiskes kohas puude varjul. Sa näed, et kuivas kohas on lehed koondunud, niiskes aga laiali. Loomulikult tekib küsimus: milleks koonduvad lehed? Katsu ise leida sellele seletus, aga enne tuleta meelde, kuidas kuivab riie kiiremini, kas laiailaotatuna või kokkupanduna.

3. Käolina võib leida kasvamas igasugusel pinnasel: vesistes kraavides ja kuival liival, isegi kivil. See leppivus kasvukohaga oleneb sellest, et käolina võtab toitu peamiselt lehtedega. — Võta kimbuke õige kuiva käolina ja leia selle kaal. Nüüd võta mõni nõu veega ja aseta vee kohale käolina-kimbuke latvadega allapidi, aga nõnda, et ladvad ei puutuks vette. Pealt kata kupliga. Paari päeva pärast kaalu samblakimbukest uuesti. Sa leiad, et see on läinud raskemaks. Millest on tulnud raskenemine? Nii toimub niiskuse imemine ka looduses. Ühes niiskusega imevad lehed endasse ka lehtedele langenud ja seal veetilkades lahustunud tolmuosakesi ning lepivad selle toiduga.



106. joonis. Käolina.

Nopi käolinal lehekeseid küljest ja vaatle ta vart. Mõõda, kui pikk see on. Katsu ta sitkust. Alumises osas on tükk musta ja õige rabe-dat vart. See on surnud osa. Alt kõduneb sambla vars vahet pidamata mullaks ja kasvab ülevalt pikemaks. Tiheda sammalkatte juures tekitab säärane pikkamööda kõdunemine aastasadade jooksul märgatava mullakihi, mis soodsaks asupaigaks teistele taimedele. Nõnda esinevad samblad kehval maal maaparandajatena. — Samblavarre alumisel osal asub hulk peeni niidikesi, — need on juurekarvakesed. Juurt samblal ei ole; maa külge kinnitub ta nende karvakeste abil. Ühes kõduneva varre osaga kaovad ka karvakesed, aga uusi kasvab samal hulgal ülevalpool juurde. — Pane kuiv käolina juurekarvakestega vette ja vaatle, kas lehed lähevad laiali. Järelda katsest, kas sammal võtab toitu ka juurekarvakestega.

4. Otsi mõni käolina, millel otsas lehitu vars karbikesega; otsi niisuguseid, millel on karbike kaetud kattega ehk tanuga; katsu leida seesuguseid, millel lehitu vars veel õige lühike ja tanu pisike. — Eemalda kõigil tanud. Iga tanu alt tuleb nähtavale karbike. Pikaskasvanud lehitu vars kannab tanu all täiesti arenenud karbikest, kuid lühikesel varrel on see veel väike ja õrn. Tanu on karbikesele kaitseks.

Kui karbi ke pär is valmis, langeb tanu maha. Karbis arenevad eosed. Vaatle neid mikroskoobis. Kui tanu ära langenud, on ka eosed valmis ja nad pudenevad maha. Neist areneb õrn roheline niidike, nõnda nimetatud eelniit. See roomab mööda maad. Tahad teda näha, siis külva eoseid lillepotti ja kasvata neist eelniit. Eelniidist areneb uus käolina.

5. Peale käolina kasvab metsa all hulk teisi samblaid, nagu hark-sammal, šreberi sammal, valge sammal, tähtsammal j. t. Nende tihe kate hoiab pinnast alati niiske; talvel leiab sammalde varjus kaitset külma eest lugematu arv putukaid ja nende tõuke; kevadel idanevad nende soojas kaisus edukalt igasugused seemned. Heinamaadel ei ole samblad soovitavad: nad lämmatavad rohu ja tekitavad maa soostumist. Seepärast hävitatakse neid heinamaadelt mitmel viisil, nagu äestamise, väljakatumise jne. teel.

Inimesele on tähtsaim sammaldest turbasammal. Tema kõdunemisest ja mültumisest on aastatuhandete jooksul tekkinud turvas. Turvas on suure väärtusega kütteaine, aga ka aluspõhuna loomalautes leiab ta tarvitamist. Puumajade ehitamisel pannakse sammalt palkide vahele. Sammal on halb soojusejuht ja paneb mädanemisele visalt vastu.

Korja mitmesuguseid samblaid ja valmista neist „sammalde kogu“.

## 46. Pinnas metsas.

1. Kaeva kuivas männikus sügavam auk ja vaatle pinnase ehitust. — Kõige peal asub tihe mullakiht; selle võib isegi kamarana eraldada. Mööda, kui paks on see kiht; lahuta ja vaatle, millest ta koosneb. — Selles leidub kõdunemata okkaid ja muid taimeosi, mis on läbi põimitud kanarbiku, pohla ja teiste taimede juurtega; loomi seal peaaegu ei leidu. Seda kihti nimetatakse toorehuumuseks ehk kuivturbaks. Selle all asub peenike valkjas liivakiht, mida nimetatakse leetliivaks, ja veel sügavamal on kõva pruunikas liiv, nõnda nimetatud leetmik. Mööda, kui paks on leetliivakiht ja kui sügaval asub leetmik.

Pealmine kiht on oma iseloomu saanud liigsest kuivusest, aga samasugust pinnast võib leida ka seal, kus on liiga niiske. Kuivuse või niiskuse mõjul ei jõua mahalangenud taimeosad küllalt jõudsasti kõduneda; lume raskus pressib nad pikapeale nii tihedaks, et neist isegi õhk ja soojus läbi ei tungi ja et neis ka loomakesed elada ei saa. Selles kihis tekib palju huumushappeid; läbinõrguvad veed viivad need enesega kaasa sügavamatesse kihtidesse. Pealmises liivakihis ühinevad huumushapetega seal leiduvad toiteained ja nõrguvad ühes veega ikka sügavamale. Pikapeale muutub see liivakiht tuhkjaks ja täiesti toiteainetest lagedaks leetliivaks.

Toiteained jäävad peatuma sügavamatesse liivakihtidesse ja liituvad selle ühiseks massiks — leetmikuks. Leetmik asub mitmesuguses sügavuses — 30 cm kuni 2 meetrini, selle paksus kõigub mõne sentimeetri ja poole meetri vahel; ta esineb nii ühtlase kihina kui ka lai-kudena. Kõva leetmik takistab taimekasvu: temast ei jaksa juured läbi tungida, ta ei lase ka vett läbi — põhja niiskus ei saa kuival ajal tõusta jõhvsuse mõjul üles, mille tõttu on siis ülemistes kihtides väga kuiv, ja suurte vihmade ajal ei lase ta liigset vett sügavamale nõrguda, mis võib olla soostumise põhjuseks. Leetmikku sisaldaval pinnasel on puud kidurad.

2. Vaatle pinnase ehitust parasniiskes metsas. — Seal näed kõige peal mineval aastal langenud okkaid või lehti, mis ei ole jõudnud veel mädaneda, on vaid ehk värvuselt valkjamaaks muutunud. Nende all on eelmise aasta okkad või lehed, mis juba rohkem kõdunenud. Veel sügavamal näed puru — huumust, mis on tekkinud varematal aastatel mahalangenud taimeosadest. Otsi nendes kihtides loomakesi ja mõõda kihtide paksust. Pikkamööda seguneb huumusekiht ikka rohkem ja rohkem mineraalosadega, kuid viimaks kaovad mullaosad täiesti. Leetliiva ja leetmikku säärases pinnases ei leidu. Selles maas kasvavad taimed hästi.

Valmista puust kastike, mis oleks umbes 50 cm pikk, 8 cm lai ja 4 cm sügav; hea, kui kaaneks saad klaasi. Pane sellesse kasti mulla kihid loomulikus järjekorras: ühes otsas oleks alumine, teises pealmine kiht. Kirjuta kihtidele nimed juurde ja kastile märk, kust on pinnase lõik tehtud.

## Rohelise taime elutegevus.

### 47. Lehe tegevus.

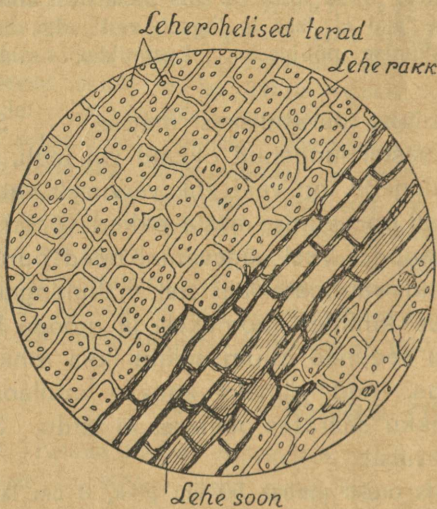
1. Vaatle vesikatku või tähtsambla lehte mikroskoobis. — Sa näed neis leherakukesti ja rakukestes rohelisti terakesi; need on leherohelise ehk klorofüllü terakesed.

Võta rohkem neidsamu lehti, pane katseklaasi ja vala piiritust peale. Mõne aja seismise järele läheb piiritus rohelisteks ja lehekesed muutuvad valgeks. Vaatle neid lehti mikroskoobis. — Sa näed, et terakesed on lehekestes alles, kuid nende roheline värvus on kadunud. Roheline värvus — leheroheline — imbus piiritusse. Leheroheline on värvaine, mida leidub kõigis roheliste taimeosade rakude terakeses.

Pane idanema kaks kartulit — üks valgesse ja teine pimedasse kohta. Mis vahe on idul?

Külva kahte lillepotti mõnesuguseid seemneid; aseta üks pott valgusse, teine pimedusse. Kui idud suured, võrdle neid.

Pane kahte nõusse vette mõned pungades olevad puuoksad ja aseta neist üks valgusse, teine pimedusse. Kui lehed arenenud, võrdle neid.



Katsetest on näha, et valguses arenenud idud ja lehed on rohelised ja tugevad, pimeduses aga valged ja õrnad. Järelikult tekib leheroheline ainult valguses.

Vaatle lilli akendel ja pane tähele, kuhu poole pöörduvad nende ladvad ja lehed.

Vaatle kartuli idusid keldris, kuhu poole roomavad nemad.

Vaatlustest selgub, et kõik idud ja taimed püüavad valguse poole. Mispärast? Tuleta meelde endisi tähelepanekuid sel alal: missuguste

107. joonis. Vesikatku leht mikroskoobis.

abinõudega püüavad lehed jõuda üksteise varjult valguse kätte; kuidas võistlevad metsas puud, niidul rohi, nurmel vili; kuidas ajavad nõrgad varred endid üles, et aga mitte jääda teistest varjatuks jne.

Milleks tarvitab taim leherohelist? Selle küsimuse selgitamiseks tee järgmised katsed:

a) Õhtul, enne päikese loojenemist, kinnita nõelaga kõrvalisel, aga hästi valgustatud kohal kasvavale mungalille või teelehe lehele kohastikku kaks pudelikorgist lõigatud sõõri — teine pealmisele, teine alumisele leheküljele, ja jäta nõnda järgmise päeva kella 4—5 pärast lõunat. Siis lõika leht ära ja võta korgid ümbert.

b) Samal ajal, kui kinnitasid korgid, pane teisele lehele ümber tinapaber, millesse enne lõika oma nimetähed. Paber pane nõnda, et nimetähed oleksid lehe pealmisel küljel — umbes lehe keskel. Ka see leht võta ära ühes esimesega.

d) Kolmandaks võta leht, mis päeva jooksul olnud lahtiselt päikese käes.

e) Neljandaks peaks olema leht, mis lõigatud hommikul päikese tõusu ajal ja seisnud lahtiselt.

Kõik lehed pane paariks minutiks kuuma vette, et nad närtsiksid, ja siis piiritusse; seal seisku nad, kuni lehed muutuvad värvituks. On värvus kadunud, siis pane nad joodilahusesse. Nüüd näed midagi huvitavat: leht, mille võtsid hommikul, ei muuda värvust, õhtul võetu muutub terveni siniseks; korgitükkide-alune jääb valgeks, kuid muu osa värvub siniseks, ja neljandale lehele ilmuvad sinised nimetähed, leht ise aga jääb värvituks.

Millest säärane vahe?

Sa tead, et tärkelis värvub joodi mõjul siniseks. Et ka lehed siniseks värvuvad, siis peab järeldama, et neis on tärklist, s. o. nendes osades, mis värvusid; valgeks jäänud osades loomulikult tärklist pole. Valgeks jäid aga need leheosad, mis olid kaetud. Siit peab järeldama, et tärkelis tekib ainult valgustatud leheosades. Et ka hommikul võetud leht valgeks jäi, õhtul võetu aga siniseks värvus, siis peab arvama, et öö jooksul lehes midagi toimus. On leitud, et öösel viivad mahlad tärkliste lehtedest kaugematesse taimeosadesse, pimedas aga uut ei teki, seepärast on lehed hommikuks tühjad.

Teadlased on katsete abil kindlaks teinud, et lehes tekib esmalt suhkur ja alles sellest tärkelis. Öösel muutub tärklist jälle suhkruks, ja sellena kannavad mahlad seda ühest kohast teise. Taimede tagavaraaitades, nagu mugulates, juurikates, seemnetes ja mujal oled leidnud tärklist, suhkrut, õli. Need ained on kantud sinna lehtedes tekkinud suhkruna ja hoiduvad sellistena seal alal. Suhkru tekitajaks on leheroheline; ta teeb seda valguse abil. Leheroheliseta taimed, nagu seemned, ei saa ise endile toitu valmistada, kuigi nad kasvavad valguse käes. Samuti ei saa seda ka rohelised taimed valgusega; valgus ja leheroheline koos sünnitavad suhkrut.

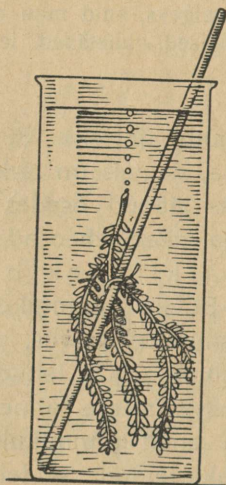
2. Millest valmib lehtedes suhkur?

Selle küsimuse selgitamiseks korralda jälle katseid. Võta katseklaas puhta veega ja pane sinna sisse pulga külge seotud vesikatku või mõne teise peente lehtedega vesitaime oks; parem tüveotsaga ülespoole. Aseta klaas päikese kätte. Varsti näed oksa küljest tõusvat mullikesi. Riputa klaasi natuke söögisoodat, — gaasimullikesi hakkab ilmuma palju rohkemal arvul. Pane katseklaas pimedusse ja jälgi, kas gaasi eraldumine jätkub.

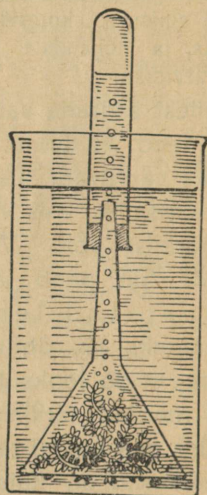
Et teada saada, mis gaas eraldub, on tarvis koguda seda suuremal hulgal. Seda võib teha nii, nagu näitab 109. joonis. Kui gaasi küllalt

kogunenud, pista sinna hõõguv pird. See süttib põlema, — järelikut eraldub hapnik.

Huvitav nähe on, et siis kasvab hapniku eraldumine, kui vette panna söögisoodat. See oleneb sellest, et soodast eraldub süsihappu gaas;



108. joonis. Vesikatku oksast eralduvad gaasimullikesed.



109. joonis. Hapniku kogumine vesikatku okstest.

roheline taim võtab endasse süsihappu gaasi ja leheroheline lahustab selle valguse mõjul hapnikuks ja süsinikuks. Hapnik lahkub lehest, leheroheline aga ühendab süsiniku valguse mõjul taimes leiduva veega; see ühendusaine ongi suhkur.

See, mis sündis katsel, sünnib vahet pidamata looduses: lehtedega võtavad nii vee- kui maismaa-taimed endasse süsihappu gaasi ja lahustavad selle: hapniku annavad ümbruskonnale tagasi ja süsinikust ning veest valmistavad suhkrut. See on keerukas keemiline protsess; seda nimetatakse süsiniku sarnastumiseks ehk assimilatsiooniks, mis toimub ainult rohelistel taimedel valguses. Taimedest eralduv hapnik on tarviline hingamiseks loomadele ja taimedele. Taimed tarvitavad toiduks õhust süsihappu gaasi ja annavad õhule hapnikku. Taimed on õhupuhastajad. Seepärast on aedades, parkides, metsades, aga ka niitudel ja põldudel õhk hapnikurikkam kui elamutes.

Õhk sisaldab harilikult süsihaput gaasi ainult 0,03<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. See hulk näib olevat väga väike, et sellest jätkuks kõigile taimedele. Kui aga tuletame meelde, et õhku on Maa iga ruutkilomeetri kohta umbes 10 000 000 tonni ja Maa pind on 500 000 000 ruutkilomeetrit, siis saame vastava arvutuse järele arvu, mis näitab, et Maal on süsihapu gaasi tagavarad õige suured. — Arvuta, kui palju on süsihaput gaasi tonnides ühe ruutkilomeetri kohta ja kui palju kogu Maal üldse.

Peale selle tekib süsihaput gaasi alatasa juurde loomade ja taimede hingamisel, põlemisel, roiskumisel, käärimisel, tulemägedest, plahvatus-test jne. See alati tekkiv hulk katab igapäevse tarvituse, ja õhus olev hulk püsib muutumatuna.

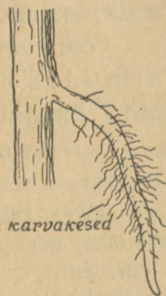
3. Peale süsivesikute valmistavad rohelised taimed ka valkusiid. Neid tarvitavad nad ise oma kudede ehitamisel ja koguvad toidutagavaraks panipaikadesse ühes süsivesikutega. Neid taimeosi söövad inimesed, loomad ning klorofüllita taimed ja ammutavad jõudu nendest ainetest. Valmistades süsivesikuid ja valke koguvad taimed nendesse päikese jõudu. Inimesed ja loomad seda teha ei suuda: nad olenevad selles mõttes täiesti rohelistest taimedest.

Selgita, kuidas olenevad kiskjad loomad taimedest.

## 48. Juure tegevus ja mahlade liikumine.

1. Valkude valmistamiseks tarvitab taim mitmesuguseid soolade lahuseid, nagu lämmastiku, kaali, fosfori j. t. omi. Need lahused võtab taim maa seest juurtega.

Tuleta meelde, missuguseid juuri — kuju poolest — oled tähele pannud tundmaõpitud taimedel. Vaatle peenemaid juureharukesi mikroskoobis. — Nende küljes näed suurel hulgal peeni niidikesi. Need on juurekarvakesed. Neid on palju iga juure harukesel. Keegi teadlane on arvanud, et kui nisu juurtel leiduvad karvakesed panna üksteise otsa, saadakse mitme kilomeetri pikkune rida. Nende karvakeste abil võtabki taim maa seest toitu. Toiduvõtmine sünnib osmoosi teel. Karvakesed on seest õõnsad. Õõnsuses asub juure mahl ja karvakeste ümber mullas soolade lahused. Viimased tungivadki



110. joonis. Juurekarvakesed mikroskoobis.

läbi karvakeste seinte õõnsusse umbes samuti nagu seedinud toidu mahlad sooltehattudesse.

2. Karvakestest liiguvad lahused juurtesse ja juurtest vart mööda lehtedesse. Lahuste liikumisteedeks on taimedes sooned.

Neid sooni on kerge näha teelehel: murra ettevaatlikult leheroots ja sa näed selles niidikesi — need ongi sooned. Ka teiste taimede lehtedes näed sooni, kui vaatad lehti vastu valgust. Lehtedes jooksevad

peasooned kas sulgjalt, sõrmjalt või rööbiti. Soonestiku järele nimetatakse ka lehti sulg-, sõrm- ja rööpsoonelisteks. Peasoonetest jooksevad välja kõrvalsooned, mis sünnitavad lehepinnas tiheda võrgu.

Kuivata tammeleht päris kõvaks ja tao seda riide peal kõva riideharjaga; harja karvad lõhuvad ära lehe liha, kuna soonestik ettevaatliku töötamise juures jääb täiesti terveks.



111. joonis. a) Sulg-, b) sõrm-, d) rööpsooneline leht.

Kleebi see kahe klaasi vahele. — Korja mõni rööp-, sulg- ja sõrmsooneline leht ja koosta neist tabel.

Varres võib sooni näha vaid mikroskoobis. Nende olemasolus saab veenduda aga lihtsa katse abil: lõika varrest umbes 20 cm pikkune tükk, pane see tüvepoolse otsaga värvilisse vedelikku ja ime kõvasti teisest otsast: vedelik tõuseb vart mööda üles. Tõusuteedeks ongi varres olevad sooned.

Pikemate vaatluste ja imemiste abil võib jõuda selgusele, et puudes tõusevad lahused kogu puuosa mööda, rohttaimedes aga soontekimpudes; teispidine vool — valmistoidu liikumine lehtedest alla — toimub puudes koore niineosas, rohttaimedes — samade kimpude niineosas.

3. Vaadeldes mahlade salapärast liikumist taimedes, tõuseb tahtmatult küsimus, mis jõud paneb mahlad liikuma ja mis tõstab lahused juurtest lehtedeni.

Terav tähelepanemine ja järjekindel arutlemine toovad ka siin selgust. Kui puu on talvel maha raiutud, siis ajab känd kevadel mahla välja. See mahl tuleb juurtest. Juured maa sees on veel terved ja teguvõimelised. Nad imevad maast toitu ja saavad tungil täis. Juurtes tekib rõhumine, ja see juurte sisemine rõhumine surubki muist mahlasid kannust välja. Sarnaselt toimub rõhumine ka kasvavates puudes ja rohttaimedes. Nii oleks rõhumine juurtes

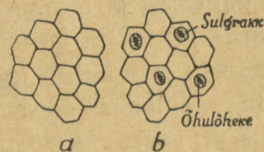
ühkesteguriks, mis aitab mahlasid tõusta varres ülespoole. Teiseks teguriks on jõhvsus. Soonekesed tüvedes on väga peenikesed, ja neis tõusevad mahlad samuti nagu vesi leivas, kui selle üks ots on pandud vette, või tee suhkrus, või tint kuivatuspaberis.

Kolmandaks teguriks on vee auramine lehtedest. Et taimed lehtedest vett auravad, seda tõestasi katse teel IV klassis. Tuleta meelde, kuidas tegid selle katse. — Auramine toimub vahet pidamata, nii õöl kui päeval. Vee hulk, mida taimed lehtede kaudu välja auravad, on väga suur. Katsete varal on tehtud kindlaks, et näiteks üks päevalill aurab ööpäeva jooksul 0,5 liitrit vett; üks hernes suve jooksul — 5 liitrit ja üks hektaar kõrsvilja suve jooksul üle miljoni liitri.

4. Nüüd katsu mikroskoobi abil näha, kust taim vett välja aurab. Võta lehe ülemiselt ja alumiselt pinnalt natuke marrasknahka ja vaatle mõlemad mikroskoobis. Lehe pealmise pinna marrasknahk koosneb mitmekandilistest rakkudest ja on terve; ka alumise pinna marrasknahk koosneb neist, kuid temas on veel augukesed — õhulõhekesed; need on ovaalikulijulised ja ümbritsetud kahest leherohelist sisaldavast rakust; nende rakkude abil võib lõheke tõmbuda kokku ja laieneda. Alumisel lehepoolel olevate lõhekeste läbi toimubki vee auramine lehtedest. Kui juured saavad maast palju vett, võib taim seda lehtede kaudu rohkesti välja aurata; on aga maa kuiv ja juurtel vee saamine kasin, siis peavad ka lehed vähem välja laskma. Vee-auramise korraldajateks on õhulõhekesi ümbritsevad sulgrakud: kuivaga koondavad nad õhulõhekeste avausi, märjaga aga suurendavad neid.

Vaatle taimi niiskel ja kuival maal ning võrdle nende lehti. — Sa näed, et niiske maa taimedel on lehed suured ja õrnad (varsakabi, kanakoole), kuiva maa omadel aga kitsad (nelk, merikann), tihti kaetud paksu marrasknahaga (kanarbik, pohl) või karvakestega (kassikäpp, karukell). Õrnad on lehed peamiselt seepoolest, et neil on marrasknahk väga õhuke, — see ei võimalda õhulõhekeste kokkutõmbumist; seda ei ole niiske maa taimedel tarviski, sest neil on alati vett küllalt. Kuival maal kannatavad taimed pea alati vee puudust ja et seda vähem välja auraks, on lehed vastavalt arenenud: kitsastel lehtedel on vähe õhulõhekesi; paksu marrasknaha sulgrakud sulevad kuivaga õhulõhekesed tarviliku määrani — talvel näiteks on õhulõhekesed täiesti suletud, nii et lehed ei tarvitse maha langeda, sest auramist ei toimu; karvkate kaitseb lehepinda liigse soojenemise eest jne.

Millal toimub vee auramine lehtedest kiiremini, kas soojas või jahedas? Kuidas tõestad seda?



112. joonis Lehe marrasknahk: a) ülemine, b) alumine.

## 49. Taime hingamine.

1. Pane ühte purki idanevaid herneid ja teise rohelisi lehti; kata mõlemad kaane või korgiga ja hoia pimedas ruumis. Järgmisel päeval pista purki põlev pird. Mida märkad? Vala sinna lubjavett. Missuguseks see muutub? Võrdle temperatuuri purkides õhu temperatuuriga. —

Katsed näitavad, et esiteks on purkides temperatuur kõrgem, teiseks — neist on kadunud hapnik, ja kolmandaks — nendesse on tekkinud süsihappu gaas. Hapnikku võisid loomulikult tarvitada ainult idanevad seemned ja rohelised lehed, samuti ainult nemad võisid sõõrutada sinna süsihaput gaasi ja nende elutegevuse tagajärjel võis tõusta temperatuur.

Hapniku sissevõtmine ja süsihappu gaasi eraldamine pole muud midagi kui hingamine. Ja tõesti, taimed hingavad nagu inimesed ja loomad. Hingamine toimub nii lehtede kui ka varte ja juurte kaudu. Sissevõetud hapnik tungib taime mahladesse ja kandub igale poole kudedesse laiali. Seal ühineb ta mahlades oleva suhkruga; see muutub süsihapuks gaasiks ja veeks; seejuures vabaneb suhkrus peituv soojus. Soojust ongi tarvis kasvavale taimele. Purkides leiduv soojus ja süsihappu gaas on tekkinud lehtedes ning seemnetes toimunud hapniku ja suhkru ühinemisest.

2. Suhkrus leiduva soojuse on taimed kogunud päikese soojusest. Rohelised taimed, tekitades suhkrut, peidavad temasse päikese soojust; me peaksime ütleva, et suhkur on tekkinud süsinikust, veest ja soojusest. Suhkrust, nagu tead, tekivad teised taimes leiduvad ained — tärklis, õli, tselluloos. Inimesed ja loomad, süües neid aineid, võtavad endasse ka neisse peidetud soojuse, kus see siis vabastatakse samuti hapniku abil, nagu nägid inimese hingamist õppides. Puus, turbas, põlevkivis ja kivisöes leiduv soojus on roheliste taimede poolt kogutud päikese soojus; see vabaneb ka nende ainete põlemisel.

Võrdle taime hingamist ja sarnastamist. Valguses on roheliste taimede hingamine raskesti jälgitav, sest sarnastamisel eritab taim kuni 20 korda rohkem hapnikku, kui ta tarvitab hingamisel. Pimedas toimub aga ainult hingamine, s. o. hapniku tarvitamine ja süsihappu gaasi eritamine, — siis on seda kerge selgitada; seepärast pididki sa katsejuures hoidma purgid pimedas.

Millal puhastavad taimed õhku? Kas on kohane kasvatada lilli magamistoas?

54

A A

6875

58315

**Hind kr. 1,25.**

Pääladu O/Ü. „Noor-Eesti“ juures Tartus, Rüütli tän. 4.