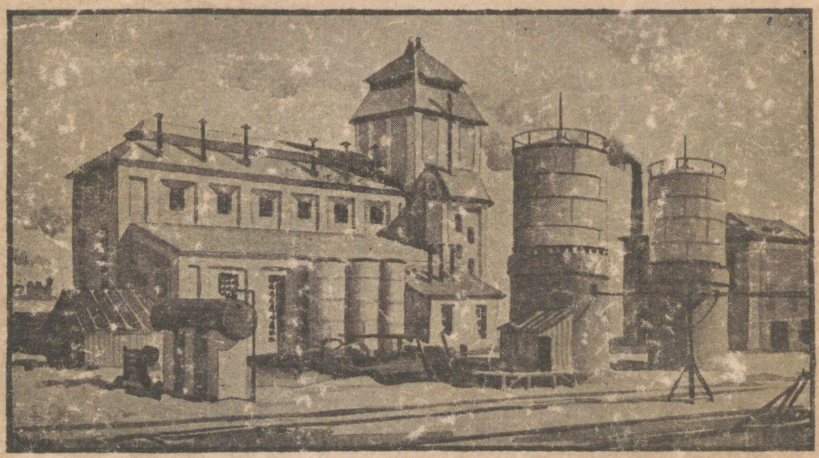
LANG / PARIS / PEET / REIAL

VAIKE LOODUSE SÕBER

II



TARTU / 1933

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

nr 12042

VÄIKE
LOODUSE SÕBER

II

ÕPPERAAMAT ALGKOOLI V KLASSILE

Õp. raam. nr. 891
5-181.



183/14

TARTU, 1933

Joonised ja ilustised kunstnik *R. Kivit*'ilt, keeleline korrektuur *Marta Bekker*'ilt

Kolmas trükk.

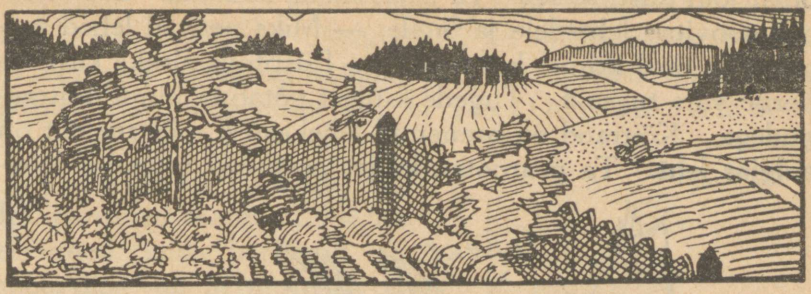
HSM kooliraamatute-komisjoni poolt teises trükis algkoolidele tarvitamiseks soovitatud.

A-7821

2

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
58713

J. Mällo trükk Tartus.

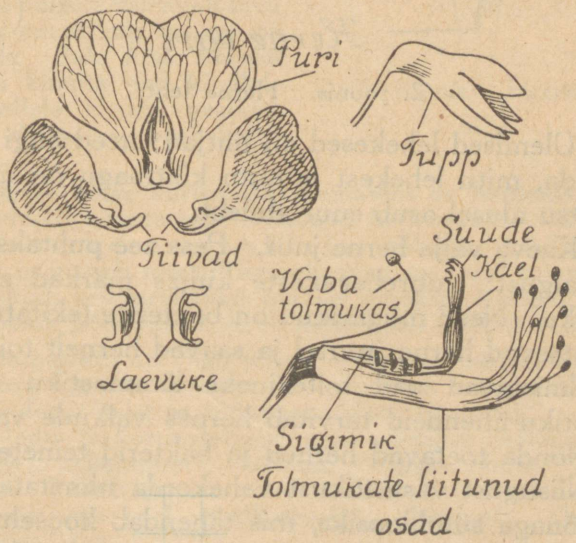


Elu aias ja põllul.

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 emakasuuet luubis; sa näed sellel harilikult tolmuteri. — Koosta õie plaan.

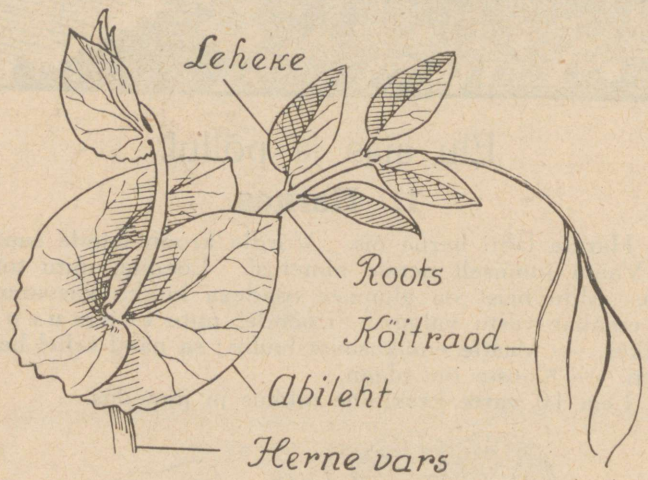
2. Leia 10 varre keskmine pikkus ja jämedus.



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 soovitav lehtedele ja õitele. — Miks peavad lehed valguses ja õied kõrgel kasvama? — Püstitõusmiseks kasutab herne vars tugesid. Tugede küljest võtab ta kinni **köitraagudega.** Köitraod on arenenud lehekestest. Herneleht on **sulgjas leht.** Ta pearootsu küljes asetuvad munajad lehe-



2. joonis. Herne leht.

kesed. Ülemised lehekesed on niitjad; need ongi köitraod. — 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 lämmastiku-ühendeid. Lämmastiku-ühendeid tarvitab hernes valkude valmistamiseks. Nõnda toetavad herned ja bakterid teineteist vastamisi. Niisugust vastastikust vahekorda nimetatakse võõrkeelse sõnaga **sümbioosiks,** mis tähendab kooselu.

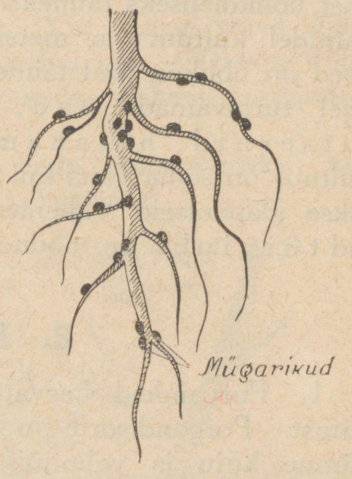
Bakterid elutsevad kooselus ka teiste taimedega, millel on samasugused õied nagu hernel, need on: hiireherned, seaherned, vikid, ristikheinad j. t. Bakterid valmistavad vahel lämmastiku-ühendeid rohkem, kui taimed jõuavad

tarvitada. Seda on eriti tähele pandud ristikheina juures. Üleliigseks osutunud ühendid jäävad mullasse tagavaraks, ja edaspidi külvatud taimed tarvitavad need ära. Sellepärast ütlevad põllumehed, et ristikhein 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% tärklist ja tselluloosi, 23% valke, 2% rasva, 5% tuhkaineid ja 14% vett.

Mõõda 50 grammi herneid ja arvuta, kui palju on neis tärklist 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 rikutud herneid nimetatakse ussitunud hernesteks. See ussike on väikese liblika, hernemähkleja, 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 Bismarck". Poetisherneid on sileda- ja kortsusteralisi; neist peetakse paremaiks: „ekspress" (sile), „champion", „telefon, „William Hurst", „Non plus ultra" j. t. Põllul kasvatatavaist on sagedam Eesti hall või roheline hernes, siis veel roheliseteralisi „Victoria", „Concordia", „Mai dopper" j. t.

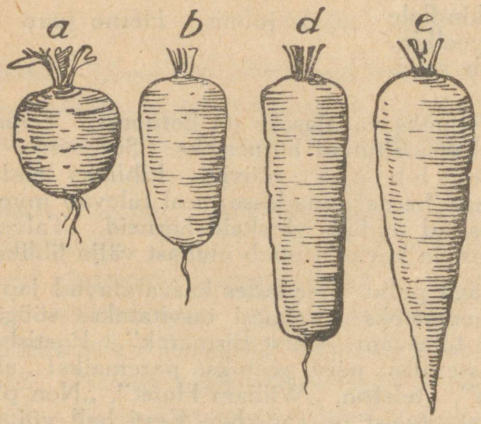
Mitmekesisus hernesortides näitab, et hernes on olnud inimesele kultuurtaimeks väga kaua aega. Tema kasvatamisest on leitud andmeid vanast Indiast ja Egiptusest; seal on herneid kaevatud välja haudadest, kuhu on maetud 2000—1500 a. enne Kristuse sündimist; ka on herneid leitud Väike-Aasias vana Trooja

varemeist 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, seepärast nimetatakse teda liblikõieks ja hernest ennast **liblikõieliseks** taimeks. Sarnaseid õisi nagu hernel on paljudel kultuur- ja metsikult kasvavail taimedel. Kõik need on liblikõielised taimed. Peale eespoolnimetatute on veel tuttavamad: oad, läätsed, hiireherned, lutsernid, nõiahambad j. t. Ubade ja läätsede kultuur on sama vana kui hernel; nende kodumaaks arvatakse idapoolseid Vahemere-äärseid maid. Nõndanimetatud türgiuba 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 varasuvel, poolpikad hiljemini ja pikad hilissügisel. Suurem osa porgandeid on punased; ristlõikes on näha, et paljudel on sees valge südamik.



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. — Millest oleneb porgandi magus maitse?

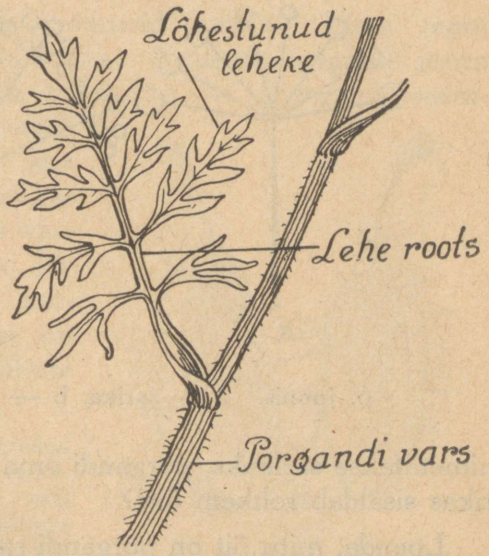
Sellekohased uurimised näitavad, et porgandid sisaldavad läbisegi toiteaineid järgmisel arvul: vett — 80%, suhkrut — 15%, valkusid — 4% ja sooli — 1%. See hulk

ei ole aga kõikide porgandite juures alati nii suur, vaid on muutlik: üht ainet on rohkem, teist vähem.

Toiteainete hulk porgandites oleneb maapinna headusest ja kasvutingimusist. Kõik need toiteained, mida porgand sisaldab, on inimesele väga kasulikud, sellepärast on soovitav 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 soovitav süüa rohkem porgandeid, iseäranis lastel.

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

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



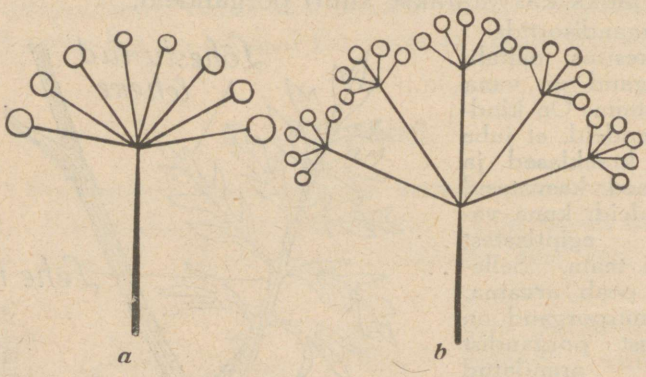
5. joonis. Porgandi leht.

2. Porgandileht on mitmeti lõhestunud. Ligemalt vaadeldes leiad selles siiski rootsu, mis jookseb lehe ladvani ja mille külge kinnituvad vastastikku lehekesed. Seega on siis porgandileht sarnane hernelehega, ta on sulgjas leht. Kuid ta erineb hernelehest selle poolest, et tema lehekesed on sulgjalt lõhestunud. Porgandileht on seega kaks korda sulgjas ehk **kahelisulgjas** leht.

Otsi kolm sulgjat ja kolm kahelisulgjat lehte, kuivata nad ära ja kleebi oma töövihikusse. Kirjuta juurde, milliseilt taimilt sa need leidsid.

3. Sa tead juba, et porgand on k a h e a a s t a n e taim. Mis see tähendab? Vaatle porgandi üksikut õit: ta sisaldab 5 õige väikest tupplehte, 5 kroonlehte, 5 tolmukat ja 2 emakat. Katsu keelega, kas õies on ka mett. Iga üksik õis asub oma õieraokesel. Need õieraokesed kasvavad välja suurema rao ladvast; 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



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

nimetatakse **sarikaks**, porgandi oma **liitsarikaks.** Kumb sarikas sisaldab rohkem õisi?

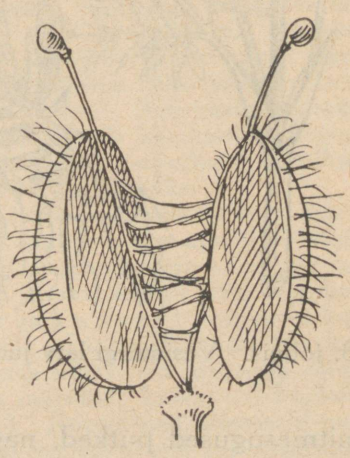
Loenda, mitu õit on porgandi sarikas? Mitu õisikut on vaadeldaval porgandil? Mitu seemet annaks see porgand? Vaatle porgandi õisiku seisu öösi ja päeval. Milline on vahe? Võrdle sarikate seisu ilusa ja halva ilmaga. Mis kasu on õitel sarika koondunult longus olekust öösi ja halva ilmaga? Samuti võib küsida: mis kasu on porgandil sellest, et õied on koondunud tihedaisse sarikatesse? Vastuse sellele küsimusele leiad siis, kui jälgid porgandi tolmlemist. See toimub putukate abil. Õied on väikesed; kui nad kasvaksid üksikult, siis ei paistaks nad kaugele, ja pu-

tukad 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 õitsmist tõmbub sarikas kokku ja jääb sellesse seisu, 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 vahet 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 seisu 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 erilist õli, mis annab kogu taimele omapärase lõhna. Seda õli on ilma vastavate vahenditeta raske jälgida, sest ta on väga kergesti lenduv. Õli lõhn on taimele kaitseks söödikute vastu.



7. joonis. Porgandi vili.

6. Porgandeid kasvatatakse seemnetest. Seemnete külvamiseks on kohaseim aeg aprilli - mai kuu. Neid on soovitav külvata peenardele ridadena; 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 soovitav neid segada liivaga ja külvata ühes liivaga. Kui ka liivaga külv osutub tihedaks, siis tuleb porgandeid kasvamise juures harvendada. Harvendada võib lihtsalt liigsete taimede väljakitkumise teel.

Miks ei pea porgandid väga tihedalt kasvama?

Millistele toitudele lisandatakse porgandeid? Kuidas hoitakse porgandeid talvel?

Porgandid armastavad rammusat ja hästi kohedat maad. Värske sõnnikuga rammutatud maas nad ei edene. Seepärast külvatakse porgandeid eelmisel aastal väetatud maale või pannakse porgandimaale sõnnikut sügisel. Millega võib rammutada kevadel?



8. joonis. Vesimürgi latv juurikaga.

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 lisanda mõni oks küpsnud seemnetega. Nii saad tabeli porgandist.

7. Kõik taimed, mille õie ehitus sarnaneb porgandi õie ehitusega ja millel õisikud on sarikatena, nimetatakse **sarikõielisteks.** Neist kasvatatakse keeduviljaaedades peterselle, tilli ja sellereid, mille juuri ja lehti tarvitatakse maitseaineina. Metsikult kasvavaist sarikõielistest on tuttavamad köömned, mille seemneid tarvitatakse ka maitseainena, ja 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 juhatatud „Väike Looduse Sõber I" eelviimses peatükis.

3. Meie aedviljade minevikust.

1. Aedvili on inimesele väärtuslikuks toiduks. Sellepärast kasvatataksegi aedvilja 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 aedvilja. 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 aedviljade mitmesuguseid osi: kapsail ja salateil — lehti; rabarbreil — leherootse; kurkidel, kõrvitsail ja tomatitel — vilju: hernestel ja ubadel — seemneid; kaalikail, porgandeil, naeristel ja peetidel — juuri jne., — ikka neid osi, millesse taim on kogunud endale kõige rohkem toitu.

Aeg, mil inimene hakkas taimi toiduks kasvatama, ulatub kaugele minevikku. Kaua, väga kaua pidi ta enne olema söönud metsikult kasvavaid taimi, mis sisaldavad toitvaid aineid vähem kui meie praegused aedviljad. Pikkamööda arendas ta neist kultuurtaimed. Kuidas see sündis, on meile teadmata. Aga peame arvama, et umbes sarnaselt, nagu nüüdne aiapidamine toimib sordi parandusel. See toimub 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 kuju või headuseni. Peame arvama, et ka vanad loodusinimesed samuti parandasid metsikute taimede omadusi, muutes neid toiteväärtuslikumaks.

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 k a p s a s t. 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 metsistunud aiakapsast.) Roomlased nimetasid peakapsast c a p u t i u m ; sellest sõnast on pärit vist ka meie sõna „kapsas". — Kapsa hapendamise oskus arvatakse olevat leiutatud venelaste poolt. Lill- ja rooskapsas on noored. Need on Itaalia aiakultuur arendanud välja umbes 400 a. eest.

Väga kaugele ulatub p e e t i d e kultuur. Peeti kasvatati Indias ja Egiptuses; sealt toodi see juba vanal ajal Euroopasse. Metsik peet kasvab veel praegu Vahemere kallastel. Päris kindlaks tegemata on k a a l i k a ja n a e r i esivanemad; metsikult nende sugulasi ei leidu.

S a l a t i t 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.

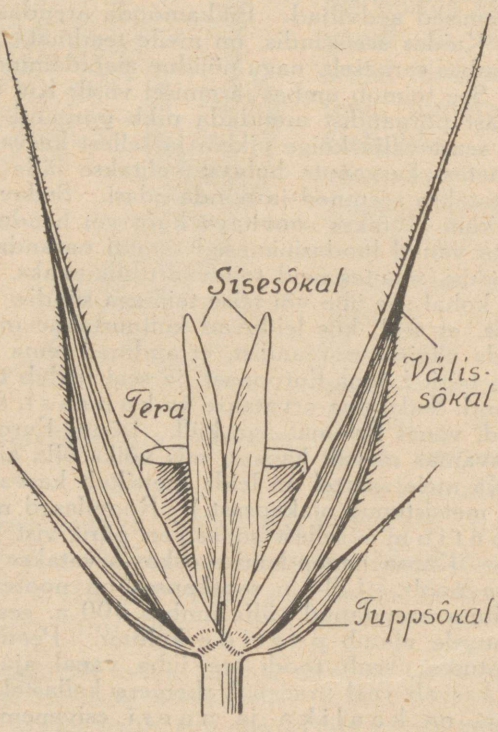
Vanimad andmed kurkide kasvatamisest on pärit Indiast ja ulatuvad umbes 5000 a. tagasi; umbes 4000 a. eest kasvatati kurke juba Egiptuses, ja siit levis nende kultuur Euroopasse. Et kurkide kasvatamine on alanud Indias, siis peab arvama, et nende esivanemaks on praegu seal ja Himaalaja mägede orgudes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

4. Rukis.

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



9. joonis. Rukkipähik.

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

Rukkipea koostub üksikuist **pähikutest.** Need asetuvad kahes reas ühisel teljel. Mitu tera on ühes pähikus? Kas kõigis pähikuis on teri? Iga tera on kaitstud kolme nahkja kattega ehk **sõklaga:** väljastpoolt kahega ja seestpoolt ühega.

Lahuta pähik osadeks ja koosta selle plaan. Kleebi see oma töövihikusse ja kirjuta jooniselt sõkaldele nimed juurde.

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

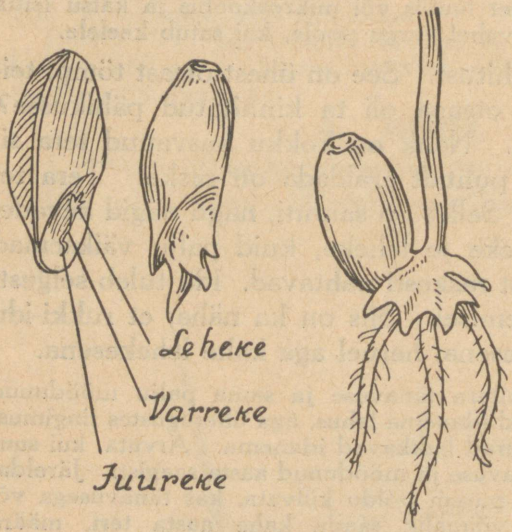
Vaatle rukkitera ehitust. See on ühest otsast tömp, teisest terav. Kumma otsaga oli ta kinnitatud pähikusse? Tera ümbritseb nahk. Nahk on kokku kasvanud tera sisuga, nõnda et seda puhtalt eraldada on raske. Tera teravas otsas asub idu. Selles on samuti, nagu nägid kevadel hernel, varreke, juureke ja leheke, kuid palju väiksemad kui hernel ja seepärast raskesti nähtavad. Idu tuleb selgesti nähtavale rukki idanemisel. Siis on ka näha, et rukki-idu tuleb välja ühe lehekesena, hernel 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 mullusega. Kui pole võimalik saada kahe aasta teri, määra siis kindlaks idanemisprotsent ühe aasta saagist.

Talirukis 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 viis 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 mullasse pandud. Hoolas põllumees ongi seda teinud, sest põllu eest hoolitseb ta eel 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.



10. joonis. Rukki idanemine.

Esimesed r u k k i o r a s e lehed on punakad. Need on tugevad nahkjad lehekesed. Varsti jäävad nad nende vahelt väljakasvavate roheliste lehekeste varju, ja põld kattub tiheda rohelise orasvaibaga. Kui maa on rammus ja hästi haritud, ajab iga oraseke endast võsud välja, moodustades oraste puhmakesi. Seda nähtust nimetatakse **võsumiseks.** Rohelisena jääb oras sügisel lume alla.

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, öösi 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 sü-

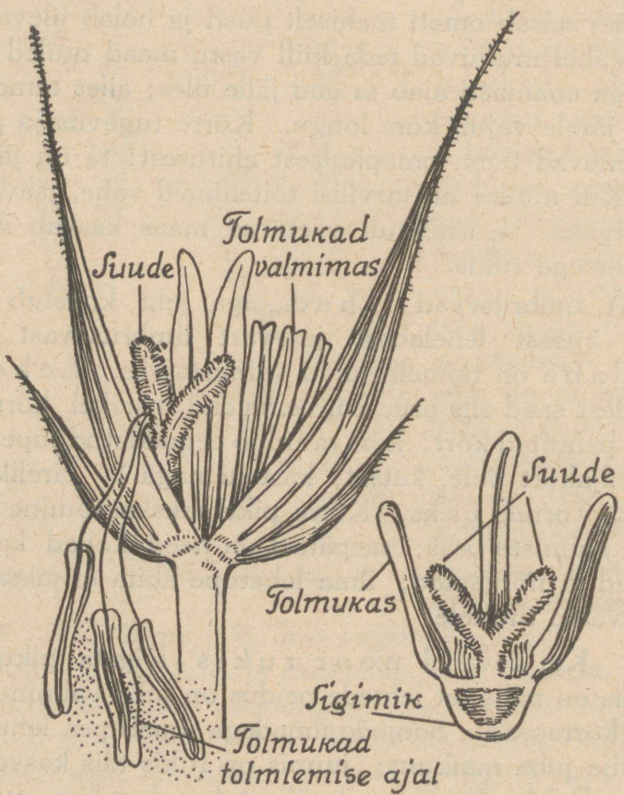
gisel tugevaks kasvanud oras on kõvem talviste hädaohtude vastu. See asjaolu näitab, kui tähtis on teha põllutööd õigel ajal.

3. Mõõda, kui pikk ja jäme on sinu vaadeldav r u k k i k õ r s. Võrdle seda oma pikkuse 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 küpsemise järele vajub kõrs longu. Kõrre tugevus ja painduvus 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 l e h e d. Iga leht koostub kahest osast: kitsast lehelabast ja vart ümbritsevast tupest. L e h e l a b a on taimele toidu valmistajaks. L e h e t u p e 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 pikemakskasvamine toimub 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 n o o r r u k i s lõigata pikuti pooleks, siis on näha, et lehtede peidus on juba valminud noor pea ja kõrreosad. Soojade ilmadega jõuab pea lehtede vahelt välja juba maikuus; juunis on rukis täis kasvanud ja õitseb. Rukki õis koostub ühest kaheharulise suudmega emakast ja kolmest tolmukast. Need valmivad sõkalde vahel. Rukis tolmleb tuule abil. Tolmlemine toimub päeval, kuiva päikesepaistese ilmaga. Kui õieosade valmissaamisel on ilm tolmlemiseks soodus, siis ajavad tolmukad end hommikupoolel sõkalde vahelt välja, ja tolmukniidid kasvavad kiiresti pikaks. Nõrgad niidid ei jaksa tolmukotte püsti hoida — need vajuvad alla, avanevad otstest, ja tolm pudeneb välja. Tuul kannab selle õhku. Vahel on tolmu

hulk rukkipõllu kohal nii tihe, et heljub seal suitsuna. Õhust imevad tolmuterad endasse niiskust ja langevad maha. Suur hulk neist satub emakasuuetele, aga palju ka mujale. Kui ilm on õieosade valmissaamisel vihmane, siis jäävad tolmukad sõkalde vahele kannatlikult ootama paremat ilma. Oodata võivad nad 4—5 päeva.



11. joonis. Rukki õis.

Halvasti mõjub rukkitolmlemisse vihm ja kõva tuul. Milles seisab see halb mõju?

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

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

Rukki sortidest on meil kõige levinum meie **maarukis.** 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 „
1930. „ 148 300 „ „ „ 226 000 „

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

Oma rukkile lisaks veetakse meil seda ka 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, 1929. a. — 63 500 t, ja 1930. a. — 67 000 t. Rukki sissevedu on soovimatu nähtus. Meil on veel maad, mis üles harimata ja mis ülesharitult võiks vilja kanda. Ka annaksid meie põllud paiguti paremat saaki, kui neid paremini harida ja rammutada. Seda ei tehta — osalt hoolimatusest, osalt oskamatusest. Peab lootma, et kui praegused 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 saadik tuleb rukkil peale halbade ilmade kannatada rohkete vaenlaste pealetungi. Oraselehtede hävitajateks on peamiselt **põldnälkjad** ja liblika **orasöölase röövikud.** Orasöölane on mustjaspruunide mullakarva tiibadega. Ta lendab suvel ja muneb munad umbrohtudele. Röövikud — kuni 50 mm pikad — on päeval mullas peidus; välja tulevad nad öösi ja söövad oraselehti. Et tõukude ilmumist vältida, tuleb kõigepealt hoida põllud ja põlluääred 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 raputamisel 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, seepärast 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, seepärast 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 põdevais taimedes on terad väiksemad. 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. Seenniit sõõrutab välja magusat vedelikku, mida nimetatakse meekasteks. Putukad söövad meekastet, nende keha külge jäävad ka eosed ja ronides ühelt viljapealt teisele kannavad nad eoseid laiali. Nendest eostest kasvavadki tungalterad. Tungalterad sisaldavad mürki. Leiva teevad nad mõruks.

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

Nisu on maa suhtes nõudlikum kui rukis. Ka külma vastu on ta õrnem. Nisu kasvatatakse meil vähem kui rukist. Viimastel aastatel areneb nisukasvatus jõudsasti. Külvatakse tali, ja suvinisu, nagu tali, ja suvirukistki. Talirukki külvipind on umbes 150—200 korda suurem suvirukki omast; nisu kasvatamisel on aga eelistatavam suvi-

nisu, ta külvipind on umbes kaks korda suurem talinisu külvipinnast.

Statistilised andmed näitavad nisu külvipinna, saagi ja sisseveo kohta järgmist:

1925. a.	oli külvipind 20 000 ha,	saak 21 500 t,	sisse veeti 23 300 t
1926. a.	„ „ 24 000 „	„ 23 900 „	„ „ 22 700 „
1927. a.	„ „ 27 000 „	„ 29 400 „	„ „ 22 100 „
1928. a.	„ „ 28 500 „	„ 28 200 „	„ „ 29 200 „
1929. a.	„ „ 29 500 „	„ 34 500 „	„ „ 31 100 „
1930. a.	„ „ 36 500 „	„ 44 700 „	„ „ 24 600 „

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

5. Põldhiir.

1. Põllul elutseb rohkesti loomakesi, kes tahavad saada osa põllusaagist. Nende hulka kuulub ka p õ l d h i i r. See on väike hallikaspruun, valkja kõhualusega loomake. Mispoolest on säärane värvus hiirele kasulik? Tuleta meelde lõokest. Missuguseid teisi loomi veel tunned, 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 küünistega. Nende abil kaevab loom end kiiresti maasse ja uuristab seal käike. Abiks on tal sealjuures tugev k o o n. Millised on põldhiire kõrvad? Kuidas soodustab see mullas liikumist?

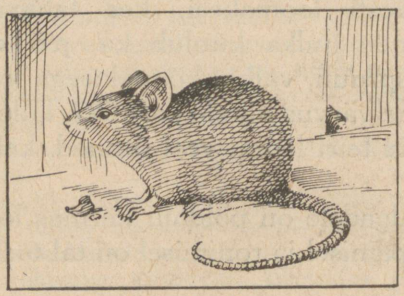


12. joonis. Põldhiir.

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

Põldhiir sööb palju. Samuti toob ta kahju talveta-gavara 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? Tali-und põldhiir ei maga. Ta elatub 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?



13. joonis. Majahiir.

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 kahenädalaselt.

Hiirte paljunemist takistavad kauakestvad vihmad, täites pesi veega.

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

5. **Majahiir** ei erine välimiselt 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 üles, teine alla. Ronimiseks tõmba mitmes suunas nööre 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.



14. joonis. Rott.

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

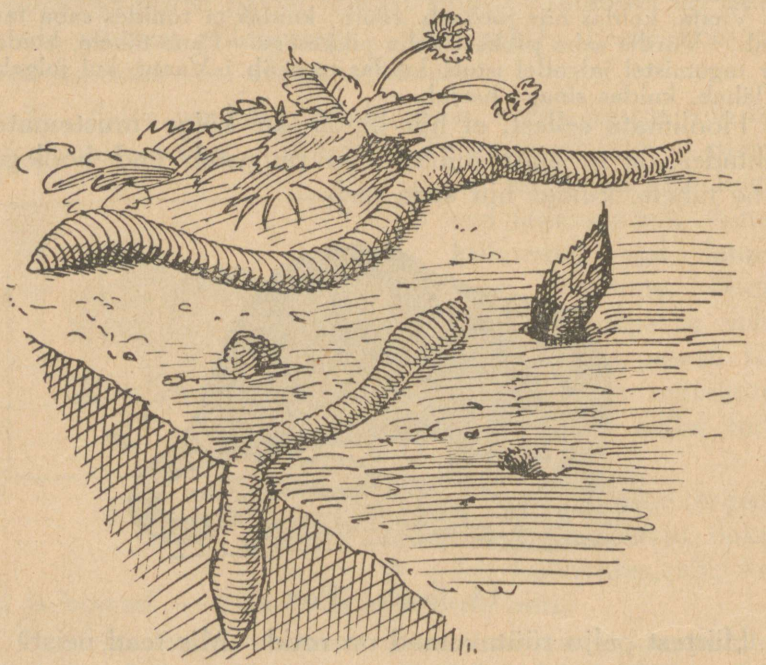
1. Võrdle põldhiirt majahiirega. 2. Määra ligikaudu keskmine hiireaukude arv ühel hektaril. Selleks loenda neid kõrrepõllul kolmel 25 ruutmeetri suurusel maa-alal ja arvuta siit keskmine ha kohta. 3. Mitu hiirepesa on hektaril, kui iga viie augu kohta tuleb üks pesa. 4. Kaeva üks pesa lahti. Millega on ta vooderdatud? Kui sügaval ta asub? Kui palju on temasse kogutud tagavara? 5. Kui palju on seda ühel hektaril? 6. Mis kahju toob põldhiir inimesele? Milline tähtsus on tal looduses? 7. Joonista hiirepesa läbilõikes.

6. Vihmauss.

1. Maa sees elutsevate loomakeste hulgas on põllumehel ka abilisi. Üks neist on v i h m a u s s. Kas oled pannud tähele vihmaussi jälgi pärast vihma või kastesel

hommikul? Kas oled näinud vihmaussi augukesi ja hunnikukesi teedel?

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



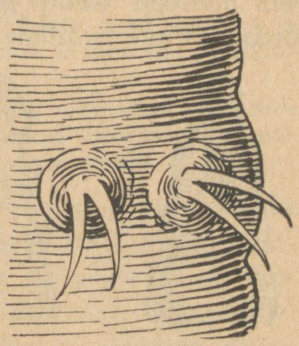
15. joonis. Vihmauss

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 r õ n g a i d. Loenda, kui palju neid on. Mõõda roomava vihmaussi suurim ja väikseim pikkus. Vaatle vihmaussi liikumist niiskel kuivatuspaberil. Näed keha lainelist peenenemist ja jämedamaksmuutumist, pikenemist ja lühenemist. Need liigutused toimuvad naha all

asuvate sirg- ja rõngaslihaste abil.

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.



16. joonis. Vihmaussi harjasekesed.

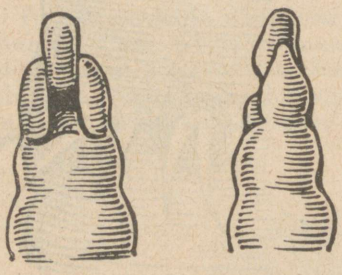
Vaata, kuidas vihmauss liigub mööda maad. Kuidas tungib ta maasse? Terav koonuselaadne pea surutakse mullaosakeste vahele. Temale järgneb peenikeseks muutunud keha eesmine osa. Keha kokkutõmbumisel laieneb avaus, ja järgmise samalaadilise võttega surub vihmauss enda sügavamale maasse. Katsu tõmmata teda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

On maa kõvem, niisutab 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 meelde konna. Vihmauss hingab naha kaudu. Kui nahk ära kuivab, ei tungi õhk sellest läbi ja hingamine muutub võimatuks. Seepärast ei saa vihmauss elada niiskuseta. 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. Puudu-

vad hambad toidu peenendamiseks. See sünnib sooletorus. Pane mullale, kus asuvad vihmaussid, kõdunenud taimeosi, eriti lehekesi. Mis sünnib nendega? Vaata, kuhu nad jäid.



17. joonis. Vihmaussi pea.

Ööst sirutub vihmauss keha esipoole maa seest välja. Väljasirutatud kehaosa augu ümber liigutades leiab ta kõrrekesi ja lehekesi, haarab neid ja viib auku. Osa maa sisse viidud lehtedest sööb ta, kui nad ta kehale vastuvõetavaks on muutunud, osa läheb aga käikude vooderdamiseks ja toppimiseks. Kuid mitte alati pole vihmaussil käepärast valmis toitu. Siis „sööb" loom mulda, nagu juba nägime, jälgides tema tungimist kõva maa sisse. Ometi pole vihmaussi toiduks muld ise, vaid selles 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 kobedamaksmuutumine kergendab taime juurte mullasse tungimist. Samuti pääseb juurteni neile tarvilik õhk.

Seega on vihmauss parimaks abiliseks põllumehele ning aednikule.

Nii töötab vihmauss varakevadest hilissügiseni. Tuhandete aastate kestes on pinnase muldkate käinud läbi vihmaussi keha ja muutunud h u u m u s e r i k k a k s taimede kasvumaaks. Seega on vihmauss väsimatuks maa väetajaks ja harijaks.

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

„Suurepäraselt 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.



18. 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 toimub munade kaudu, mis asetsevad keha ümbritsevas vöös. Vöö heidetakse maha. Ta muutub kinniseks k o o k o n i k s, milles kuni neli muna. Munadest ilmuvad noored vihmaussid algavad otsekohe iseseisvat elu.

Vihmauss ei sure ka siis, kui adratera või labidas ta pooleks lõikab, vaid mõlemad pooled elavad iseseisvalt edasi. Nad kasvavad pikemaks, ja kaotatud kehaosade asemele arenevad uued.

Ka teistel loomadel võib kaotsiläinud kehaosa uuenduda ehk r e g e n e r e e r u d a. Nii kasvab sisalikul kaotatud saba asemele uus, kuigi lühem. Regeneratsiooniks nimetatakse ka kõrgemate loomade vigastatud kehaosade paranemist.

Talve veedab vihmauss sügavamal maa sees.

1. Loenda vihmaussi augukeste arv 25 m²? Kui palju on neid hektaril? 2. Kaeva aias 1 m² 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 värskeid lehti? 6. Kuidas kasutavad õngitsejad vihmaussi valgusetundlikkust? 7. Joonista vihmauss väljasirutatud, kokkutõmbunud asendis. 8. Vaatle luubis harjasekesi. Joonista. 9. Kirjuta: Vihmauss põllumehe abilisena.

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 ärmastab kehva. Ometi ei ole see nõnda. Ka mänd kasvaks meeleldi heas pinnases, kui talle seda võimaldaksid välimised 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.

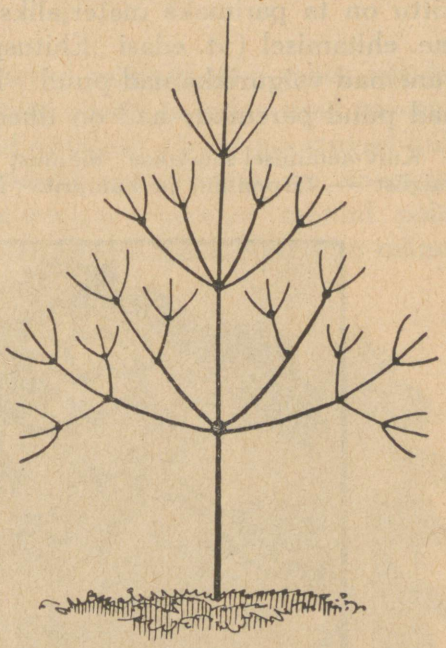
Mis võimaldab männile kasvamise liivas? Et seda näha, vaja kaevata lahti männi juured; seda võib teha kahjuta ainult kännu juures. Kaevamisel näed, et männil kasvab pikk ja tugev peajuur sügavasse maa sisse. See kinnitab ta kõvasti maa külge ja võtab sügavamaist kihtidest niiskust. Kõrvaljuured jooksevad 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 valmistoitu 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 järgi võimalik leida ka männi vanust.

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

Mõõda välja noores männikus 100 m² maa-ala ja loenda, mitu mändi kasvab sel maatükil. Tee sedasama ka männikus, kus on hea palgimets. Võrdle puude arvu. Noorelt kasvavad männid tihedalt ja on kõik ühesugused. Ollesles 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 seast 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 vahet pidamata võistlus tugevamate puude vahel, ja teistele allajäänud hääbuvad. Palgieasse jõuab vähe puid. — Otsi metsas kiduraid puid ja leia, missugused neid varjavad. Milleks tarvitatakse noorelt maharaiutud mändi?



19. joonis. Männi vananemise skeem.

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

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. Seepärast 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 „Ehituspuu"). Iseäranis head on vanemad vaigurikkamad puud. Ka põletuspuudena on vanad puud paremad; nad on tihedamad.

Kuiv-aetamisel saadakse männist tõrva, äädikat, puupiiritust; vaigust — tärpentiini ja kamprit. Männipuu tahma tarvitatakse



20. joonis. Üksikult kasvav mänd.

saapamäärde ja trükimusta valmistamiseks. Meil Eestis pole need tööstusharud küllaldaselt arenenud.

Vaatle männi viimaste aastate kasvusid ja leia, mitme aasta kasvud on kaetud okastega. Mitu okast kasvab koos? — Mänd on i g i h a l j a s p u u. Tema okkad püsivad 2—3

aastat — heas maas kauemat, halvas lühemat aega. Talveks tõmbuvad neil õhupilud kokku ja vesi ei saa aurata mahladest välja.

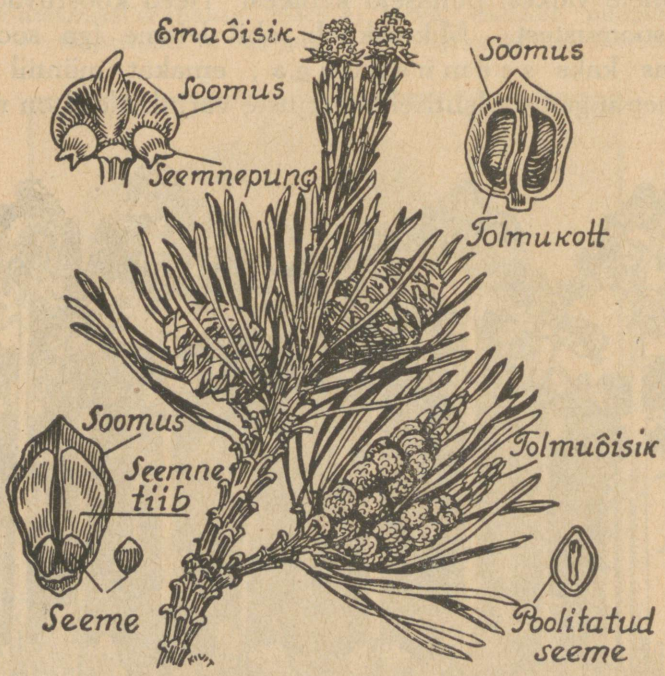
4. Soojal kevadel õitsevad männid juba mais, viludel aga juunis. Kõrgemate okste noorte kasvude tipul paneme siis tähele väikesi punaseid käbikesi. Need koostuvad hulgast soomustest. Mikroskoobi abil leiame iga soomuse kaenlas kaks seemnepunga; emakat männil pole, seemnepungad on lahtiselt soomuste varjul. Need on männi



21. joonis. Võistlevad männid.

emaõisikud. Samal ajal on leida noorte kasvude algul, seega enam varjatult, kollaste käbikeste kobaraid. Need on tolmukõisikud. Iga soomuse kaenlas areneb kotikestes suur hulk tolmuteri. Iga tolmutera on varustatud kahe põiekesega, mis asuvad teine teisel tera küljel. Tuul kannab tolmu laiali — mänd on tuultolmleja taim. Kui õitsmise aeg on ilus vaikne, siis võib leida männi-

metsade ligidal veeloikudel kollast vina: see tuleb männi tolmuteradest — nii palju on neid langenud maha. Pärast tolmlemist kõdunevad tolmukõied, jättes okstele okkavabasid kohti. Otsi neid. Emaõisikutel vajuvad soomused kokku; väljasõõrduv vaik kleebib soomuste vahed tihedalt



22. joonis. Männioks õitega.

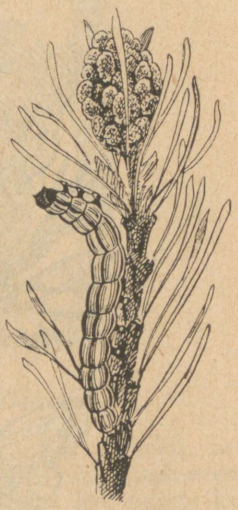
kinni; algab käbikese kasvamine. Pimedas soomuste kaisus arenevad pikkamööda ka seemned.

Lõika risti pooleks kevadine käbike ja katsu leida seemneid. Samuti tee eelmise kevade käbiga. — Esimesest ei leia sa palja silmaga midagi. Seemne arenemine toimub väga pikkamööda. Teise aasta käbis on seemned juba valmis. Tuleval kevadel pakatavad käbid ja seemned pudenevad välja. Iga seeme on varustatud tiivaga; tiiva abil

kannab tuul seemned laiali. — Viska mõni männiseeme õhku ja vaatle nende langemist. Samuti langevad nad puult. Tuulehoog haarab langevad seemned oma rüppe ja kannab nad emapuust kaugele. Soodsale 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 otsusta tekkinud pleki järgi, mis ainet ta sisaldab. Männi seemned on maitsvaks toiduks paljudele lindudele, nagu rähnid, vindid, tihased; ka oravad söövad neid väga hea meelega.



23. joonis. Männiöölane ja ta röövik.

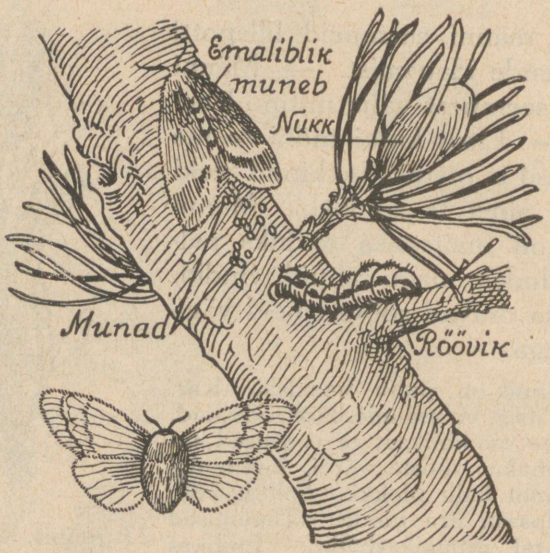
5. Männil on palju vaenlasi. Kardetavamad neist on **männiööläse röövikud.** Männiööläne on liblikas; ta eesmised tiivad on punakat rooste värvi, kummalgi kaks suuremat halli plekki. Sellest võib liblikat hõlpsasti ära tunda. Tagumised tiivad on tal pruunikashallid. Liblikas lendab varakevadel, aprilli- ja maikuul, enamasti õhtul, aga ka päeval. Munad muneb ridastikku okaste alumisele küljele. Paari nädala pärast ilmuvad röövikud. Need on rohelised, siledad, piki keha jooksva kolme valge triibuga; pea on pruun. Röövikud toituvad männiokastest. Kui neid on palju, võivad nad paljaks süüa terved metsad. Juuli-augusti kuul ronivad röövikud maha ja nukkuvad maas. Neist ilmuvad teisel kevadel liblikad.

Männiööläse röövikute hävitajateks on mitmed linnud. Ka võib neid ronimise ajal püüda liimirõngaga.

Teistest männi vaenlastest võiks nimetada männiliblika ehk **männikedriku** röövikut, kes sööb männiokkaid. Liblikad lendavad öösiti suve teisel poolel. Päeval istuvad nad puu koortel; siia muneb ema hunnikutena ka munad. Augustis tulevad välja röövikud. Talve veedavad nad sammalde ja samblikkude varjus. Kevadel ronivad nad uuesti mändidele. Okaste söömine jätkub juulikuuni, siis kujuvad röövikud endile koja ümber ja nukkuvad. Umbes kolme nädala pärast tulevad välja liblikad. Männikedriku röövikute hävitajateks on mitmed linnud, nagu kägu.

öösorr j. t.; putukad käovaablased munevad neisse 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 väiksem kui männil. Seepärast nõuab ta kasvamiseks pare-



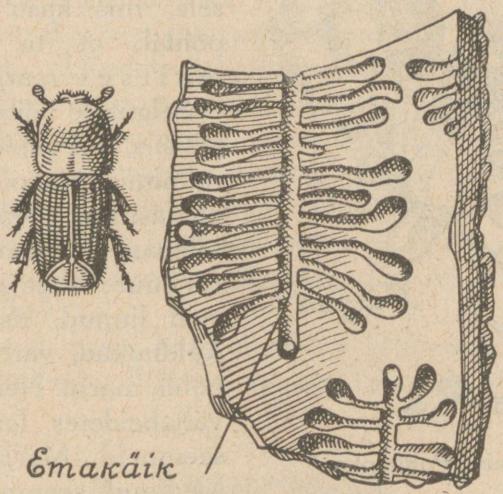
24. joonis. Männikedrik.

mat maad. Okkad püsivad puul kuni 5 aastani. 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 rohelisekäbilisi. Punasekäbilise puu on kõvem ja tihedam. Kuusk annab männiga pea võrdses headuses ehitusmaterjali; iseäranis tarvitatav on 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. Emamardikas sööb pea- ehk emakäigu ja muneb käigu külgedele munad. Munadest väljunud silmadeta ja jalgadeta röövikud söövad kõr-

valkäigud. Nende lõpul nukkuvad röövikud. Noored kooreüraskid puurivad kooresse augud ja tulevad välja. Nad lendavad mais-juunis. Otsi kooreüraskeid, nende tõuke ja nukke.



25. joonis. Kooreürask ja ta käigud.

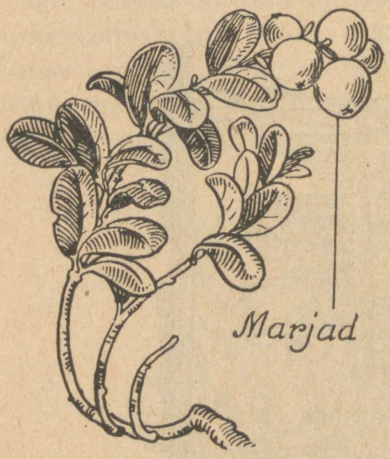
Kooreüraskite hävitajateks on rähnid. Ka tulevad nende vastu võitlemise otstarbel koristada metsast kõik maharaiutud puud, mis koorimata, ja koorimata kännud, sest just nende koore all arenevad jõudsasti kooreüraskid.

8. Pohl ehk palukas.

1. Pohlamarju leidub metsas hilissügiseni. Mis värvust nad on? Milline 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 on kõik taime osad kohanenud ümbritsevaile oludele. Võrreldes taimede lehti, varsi, juuri, vilju, näeme neis suurt mitmekesisust nii väliskujus kui ka värvuses ja sisemises ehituses. Tahtmatult tekib seejuures küsimus, k u i d a s o n ü k s v õ i t e i n e e h i t u s v i i s t a i m e l e k a s u k s. 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 ka jõuda selgusele, mis kasu on sellest pohlal, et ta v i l i o n m a i t s e v mari.



26. joonis. Pohla oks.

Selgusele võib jõuda üksnes siis, kui viibida marjade valmimise ajal pikemat aega pohlastikus. Seal võib tähelepanelik vaatleja 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 pinnasele, arenevad neist pohlad.

Ainult täiesti valminud seemned on idanemisvõimelised, ainult neid on tarvis pohlal levitada, et oma sugu suurendada. Valminud seemneid leidub vaid küpsedes marjades. Seepärast 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?

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

2. Maitse pohla l e h t i. 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 e o s t e abil. Vaatle nendelt lehtedelt pudenenud valget puru mikroskoo-

bis. See puru ongi eosed. Neid kannab laiali tuul ja neist arenevad uued seened, kui nad satuvad pohla lehtedele.

Pohl on igihaljas taim nagu mändki. Ta lehed on kaetud paksu marrasknahaga, mis takistab talvel vee auramist. Tihedate lehtedega rohelisi pohlavarsi tarvitatakse talvel vanikute punumiseks ja ruumide kaunistamiseks. Mõned inimesed joovad pohlalehtede teed ja väidavad, see olevat rohuks jooksjahaiguse 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 seeni. Murra neist mõni katki. Vaatle seene mahla ja maitse seda keelega. Pane tähele seene 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 lehekesed, mis jooksevad kiirtena jala juurest kübara äärteni.

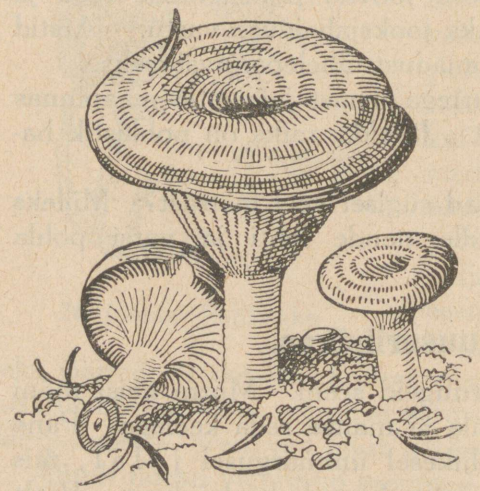
Lõika seen pikuti pooleks. Nüüd võib näha ta sisemist ehitust: see on pehme murduv liha, kollast või punast värvust. Et seene liha ehitust üksikasjaliselt näha, peab selle õige õhukest lõiku vaatlema mikroskoobis (kui lõik ei paista läbi, võib seda litsuda kahe klaasi vahel õhemaks). Mikroskoobis on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

See liha ehk seenkude on küllalt suure toiteväärtusega: ta sisaldab 4—5% valke, 3—4% rasva, pisut suhkrut ja kehale kasulikke sooli; tärklist seenes ei ole; vett on tas kuni 90%.

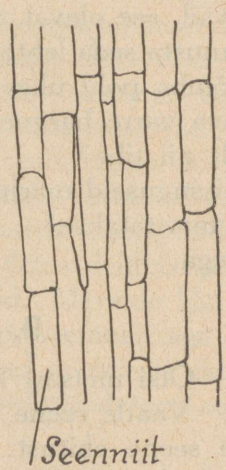
Toiteväärtuselt ja healt maitselt on kuuseriisikad paremaid seeni. Kurdetakse, et seened on raskesti seeditavad.

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 nöörile ja lasta varjus, mitte päikese käes, kuivada. Kuivanult tuleb neid hoida kuivas kohas. Kuivatada tuleb ainult värskeid seeni.



27. joonis. Kuuseriisikas.



28. joonis. Seenelõik mikroskoobis.

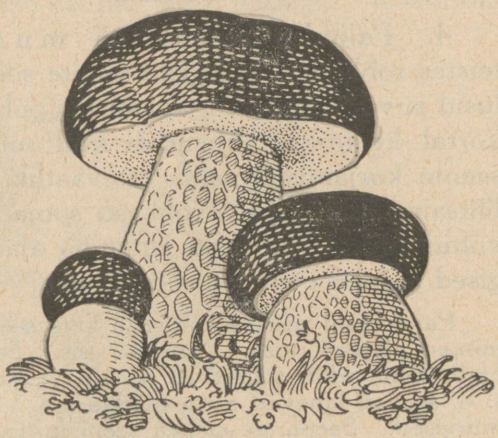
Soolamiseks on kõige paremad just kuuseriisikad. Neid tuleb laduda soolamisnõudesse kihtidena, kübarad ülespidi, iga kihi vahele tuleb riputada soola; maitse järgi võib lisada natuke pipart ja sibulat. Soola riputamise asemel võib valada peale ka keedetud soolvett. Peale pannakse vajutis.

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 seenejala külge jäänud mullas. On veel parem, kui kasutad seejuures suurendamisklaasi. Need hallitusniidid ongi tõeline seen, seenniit. See kasvab rammusas 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 tuul neid laiali, ja kui nad on sattunud soodsale pinnasele, siis kasvab neist maa sees uus seenniit.



29. joonis. Puravik.

Nõnda näed, et seenekübar areneb maa sees kasvavast seenniidist ainult selleks, et kasvatada eoseid; eosed on seene paljunemisvahendid. **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 m ä n n i r i i s i k a s, p u r a v i k, k a s e-, l e p a-, v õ i-, k ä r b s e- ja teised s e e n e d, toituvad samuti. Taimedel kasvavad seened aga, nagu v i l j a r o o s t e, t u n g a l t e r a, p u u d e t a e l a d j. t., võtavad toitu nendelt elusatelt taimedelt, millel kasvavad. Neid seeni, mis toituvad mädanevatest ainetest, nim. **mädarikkudeks** ehk **saprofüütideks;** kasvavailt taimilt toitu võtvaid aga **söödikseenteks** ehk **parasiitideks.**

M ä d a r i k k u d e hulgas on palju söödavaid seeni. Missuguseid sa tunned? Inimesed tarvitavad toiduks ainult paremaid, nagu riisikad, puravikud, või-, kase- j. t. seened, halvemamaitselised aga jäävad kasutamata. Viimaste toiteväärtust arvesse võttes võiks neid väga heade tagajärgedega kasutada loomatoiduks. Eriti kanadele ja

sigadele on seened heaks söödaks. Kanadele võib neid anda kuivatatult keetmata, sigadele tuleb enne keeta ja siis kuivatatult lisada toidu hulka.

4. Paljudes seentes on m ü r k i, ühtedes vähem, teistes rohkem. Mürgiste seente söömine tekitab suuri valusid ja võib saada koguni 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. Seepärast ei pea seeni mitte kaua hoidma. Korjatud seened tuleb 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.

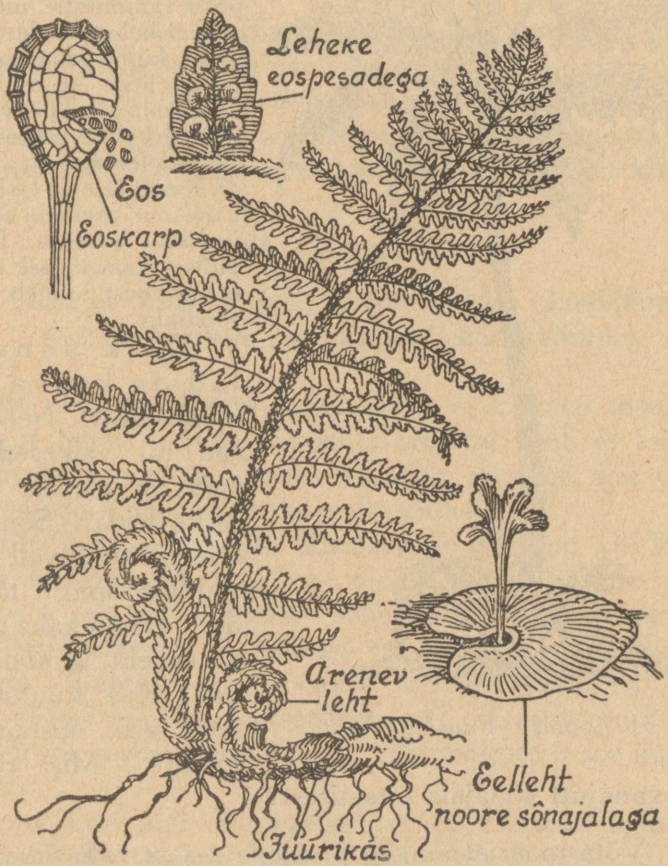
Korja mitmesuguseid seeni, tee neist terava noaga keskelt pikuti õhukesed lõigud ja kuivata need nõnda, nagu kuivatad taimi. Kuivanult kleebi nad ühisele papile ja kirjuta juurde vastavad seletused.

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 üksteise 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 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 **eoskarbikeste kogud,** mis kaetud ühise kattega. Kaabi üks



30. joonis. Maarjasõnajalg.

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,



31. joonis. Puusõnajalg.

karp rebeneb servalt, ja eosed pudenevad välja.

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

K õ i k s õ n a j a l a d 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 õitsmisest?

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 toiduimemisvõimet. Harilikult on juurikas toidutagavara panipaigaks. Mõnel taimel koguneb toidutagavara üksikuisse 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. Arvatakse, et nendest on tekkinud **kivisüsi.**

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.

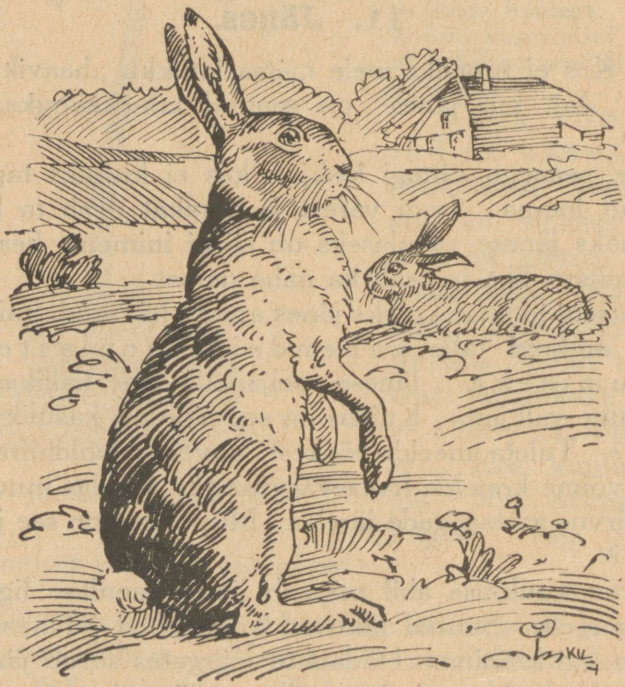
Kaitseta loomana oleks jänes ammu hävinud, kui loodus poleks andnud talle v a h e n d e i d v a e n l a s t e e e s t h o i d u m i s e k s. Jänese seljapool on hallikaspruun, kõhualune valkjam. Kuidas on see jänesele kasulik põllul? metsas? Tuleta meelde lõokest, ahvenat, põldhiirt. Mispärast võime kõnelda **kaitsevärvusest?** Kuidas muutub jänese värvus aastaaegade järele? Mispoolest on see jänesele kasulik?

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

Jänese e s i j a l a d on lühikesed, t a g a j a l a d pikad. Varbad lõpevad teravate küünistega. See kõik hõlbustab mäkke 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 jooks koostubki hüppeist. Kiiresti

joostes surub jänes pikad kõrvad ligi pead. Nii ei takista nad jooksmist. Haruldaselt *painduv kere* võimaldab põgenedes teha järske pöördeid, 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 ettevaatlikuks. Ta püüab segada jälgi ka peidupaika tulles, muutes äkitselt jooksu suunda ja tehes pikki kõrvalehüppeid.

Ümbrusest parema ülevaate saamiseks tõuseb ta tihti tagumistele jalgadele. Suureks abiks jänesele on ka *hea*



32. joonis. Jänes.

„Kalevite kanged pojad
Kõndisivad metsateeda,
Penikoorma paluteeda;
Juhtus kari jänesida
Neile vastu nurme peala.
Koerad jänesid kiskuma,
Kiskus Irmi, katkus Armi,
Murdma haavikuemandaid.
Murdis maha Mustukene,
Tapsid tosinate kaupa,
Surmasivad sadandela".

(Kalevipoeg, III, 146.)

h a i s t m i n e. 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.

S i l m a l a u d 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 talivilja oma, ristikheina, 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 h a m b a i d. Tuletades meelde, mis eelmisel aastal õppisid hammastest, määra lõik- ja purihammaste arv. Missugused hambad puuduvad? Peitlikujuliste **lõikhammastega** närib jänes oksi, koort jne. Närides kuluvad lõikhambad. Esikülg on neil kaetud kõva hambavaabaga, muu osa koostub pehmemast hambaainest, mis kulub kiiremini. Nii seisavad lõikhambad alati teravad. Nad kasvavad alaliselt. Juurt neil ei ole. Selliseid lõikhambaid kutsutakse **närihammasteks.** Jänes kuulub närijate hulka. Närijad on ka hiir, rott, orav. Kuidas on närimisel kasulik „jänesemokk"?



33. joonis. Jänese pealuu hammastega.

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

4. Ei kiired jalad, kaitsevärvus, ettevaatlikkus ega terav kuulmine suudaks kaitsta jänest hävimisest, kui ta ei

sigiks nii kiiresti. Kolm kuni neli korda aastas on jänesel kuni viis poega. Pojad sünnivad nägijatena ja hakkavad juba teisel päeval ümber hüppama. Ema ei hoolitse poegade eest kuigi kaua. Juba kahenädalaselt algavad nad elu omal käel. Tuleta meelde kassipoegi.

5. Jänese ligem sugulane on **kodujänes.** Ta sarnaneb jänesega.

Kui on võimalik, pane tähele, mille poolest kodujänes erineb jänesest (suurus, jalgade pikkus jne.), millega toidetakse kodujänest, millist toitu ta eriti armastab. Vaatle, kuidas kodujänes närib.

Kodujänest peetakse naha ja maitsva liha pärast. Suurel arvul kasvatatakse kodujäneseid Lääne-Euroopas. Prantsusmaa põllupidajate tulu kodujänestest ulatub aastas kümnete miljonite kroonideni.

Kodujänese puurideks võib kasutada vanu kaste. Kaitseks külma vastu tehakse neile kahekordsed seinad, mille vahed täidetakse saepuruga või turbamullaga.

Kodujänese toitmine ei lähe kalliks. Kodujänes sööb rohtu, heina, puukoort, noori oksi, lehti, pungi (eriti maitsevad talle haavad, paplid, kadakad, pajud), kanarbikku ja mahlaseid juuri. Toorest rohtu väga palju ei maksa anda, välja arvatud võililled, mis on kodujänese lemmikroaks. Talvel antakse kodujänesele harilikult hommikusöögiks niisutatud ristikut ja söögijätteid, lõunaks kuiva heina, õhtul oksi närimiseks ja natuke kaeru.

Kodujänes sigib kiiresti. Ta poegib kuni 5 korda suve kestes, tuues korraga kuni 10 pojani. Nii on harilikult ühe paari järeltulijaid sügiseks neljakümne ümber.

Kodujäneste kasvatamine annab tunduvat kõrvaltulu mitte ainult talus, vaid ka väikemaapidajale ja käsitöölisele.

Kasulikum on pidada kodujäneseid, kellelt peale liha saadakse head nahka. Meil veetakse sisse aastas miljonite eest karusnahku, mis peamiselt kodujänese nahkadest ümber töötatud. Ise kodujäneseid kasvatades hoiaksime kokku välisraha ja võiksime koguni nahku välja vedada.

6. **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. Hüppeil töötab pikakarvaline saba tüürina ja muudab aeglasemaks langemist. Toiduks tarvitab orav pähkleid ja okaspuude seemneid. Viimaste kättesaami-

seks 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.

7. Et metsloomad ei väheneks, 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.



34. joonis. Orava rikutud käbi.

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

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 **nukud**. Viimaseid kutsutakse harilikus elus

sagedasti ekslikult sipelgamunadeks. Edasi leidub pesas veel toidutagavarasid.

Meie harilikud „karusipelgad" tarvitavad toiduks tigusid, putukaid ja nende röövikuid, lõpnud hiiri ja sisalikke. Vastavalt suurele sipelgate arvule pesas on suur ka nende toidutarve. Arvatakse, et keskmise suurusega pesa hävitab umbes 100 000 röövikut ja putukat päevas.



35. joonis. Sipelgapesa püstläbilõige.

Seega on sipelgad metsa kaitsjaiks ja puhastajaiks. Järelikult on metsa 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 vaatle-

misel aga selgub, et igal sipelgal on oma ülesanne. Pesa sissekäigud muutuvad, pesa kasvab, sisemusse viiakse toiduaineid. Huvitav on õhtupoolikul vaadata, kuidas avaused vähenevad ja lõpuks öö tulekul täiesti suletakse. Saad koguni panna tähele, mil teel see toimub. Samuti tasub vaadelda sipelgate tegevust hommikul 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 uksed terve päeva suletud.

3. Kevadel muneb emasipelgas väikesed valged m u n a d. 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, milles sünnib s i p e l g a k s m o o n d u m i n e. Need nukud 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 ü h i s k o n n a, 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 erituva kuldkollase mahlaga. L e h e t ä i d o n s i p e l g a t e „l ü p s i l e h m a d e k s". Sipel-

gad 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 kisub putukat või oksakest igaüks isekülge. Samuti alateadlikult toimub lehetäide eest hoolitsemine: pessa asetatud lehetäi võtavad sipelgad vaenlasena ja tungivad talle kallale.



a *b* *c* *d*

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

6. Vaatle sipelga kehaehitust. Leiad samad kehaosad, mis kärbselgi. Nimeta. Mille poolest erinevad üksikud osad kärbse omadest? Vaatle luubis suu ehitust, tugevaid hammustavaid **ülalõugu.** Tuleta meelde kärbse, lutika suuosi. Pane tähele **tundlaid**, mille varal sipelgad kompavad. Tundlate abil orienteeruvad nad ka pimedas pesas. Tagakehas asuvad näärmed eritavad s i p e l g a h a p e t, 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 lõpnud hiir või konn auklikus pappkarbis sipelgapessa ja vaata paari nädala pärast, mis on sündinud. 5. Mille läbi on sipelgad aias kahjulikud? 6. Tahtes 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 endale 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 järgi putukate asupaiga. Et tabada koore all ja sügavamal elutsevaid putukaid, eemaldab rähn puukoore ja raiub oma terava peitlitaolise nokaga isegi auke puusse.



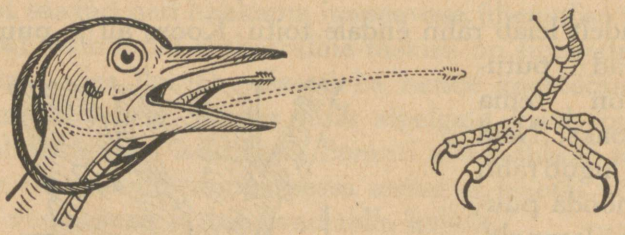
37. joonis. Rähn.

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 sarvainest terav ots on varustatud teravate vastaskiskudega. Putukaid püüdes sirutab ta keele kaugele välja. Peenike ja painduv, tungib keel väiksemassegi augukesse. Suuremad putukad torgatakse keele otsa, väiksemad jäävad kleepuva sülje abil keele külge. Sama kiiresti, kui keel välja sirutatud, läheb ta saagiga suhu tagasi. Sedaviisi lii-

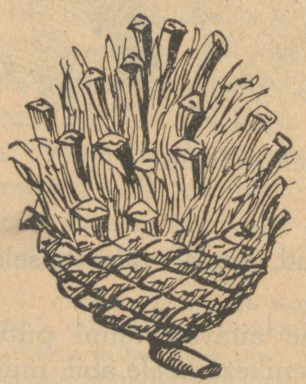
kuv keel võimaldab püüda putukaid ka nende sügavamatest käikudest.

Aga ka taimtoitu ei põlga rähn. Talvel tal tulebki elatuda peamiselt sellest. Eriti maitsevad rähnile männiseemned. Nende kättesaamiseks tuleb tal käbi soomused lahti



38. joonis. Rähni keel ja jalg.

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 järgi võib leida rähni „s e p i k o d a".



39. 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 eriline põrin. Nii on rähn ainus meie lindudest, kes teeb ka „instrumentaalmuusikat".

Missugust rähni oled näinud? Meil elutsevad rähnidest r o h e l i n e, k i r j u ja m u s t. Roheline rähn on rohkem lehtmetsa, kirju segametsa, must okasmetsa elanik. Kuidas vastab kirju rähni värvus ümbrusele?

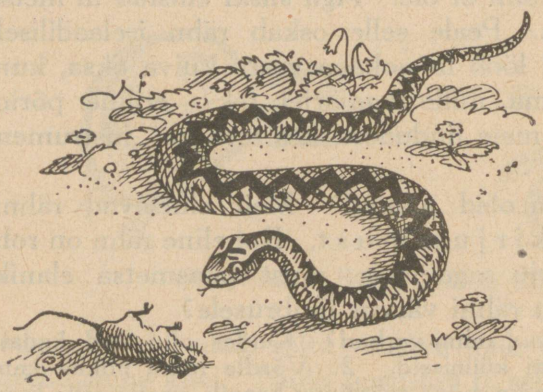
1. Kuidas asetsevad rähni varbad? Kuidas olid nad kanal? Võrdle kana ja rähni küüniseid. 2. Võrdle rähni nokka kana omaga. 3. Kui koolis on mõne röövlinnu kaavik, vaatle selle linnu nokka ja küüniseid ning võrdle eelmistega. Näed, kuidas nad on kujunenud vastavalt linnu eluviisile. 4. Millest oleneb rähni põrina mitmesugune kõrgus? 5. Mispärast valib rähn pesa jaoks haigeid puid? 6. Millega on seletatav rähnide 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. Mispoolest on see loomale kasulik? Rästiku 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 kahele poole loogeldes kaunis kiiresti. Seejuures on tal 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.

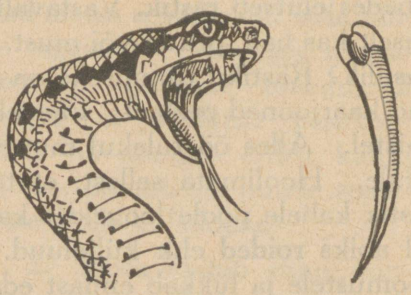
2. Toiduks tarvitab rästik hiiri, konni, linnupoegi, sisalikke. Saagi märganud, ligineb ta sellele vaikselt, tabab ta välkkiire liigutusega ja surmab **mürgihammastega.** Tema

ülemises lõualuus asub kaks õõnsat mürgihammast. Nende taga kasvavad harilikult kaks tagavarahammast. Suletud suuga on mürgihambad vastu suulage, suu avamisel sirutuvad nad välja. Mispoolest on see tähtis? Mürgihambas lõpeb mürginäärmes algav kanalike, mida mööda mürk tungib läbi hamba välisküljel oleva avause haava.



40. joonis. Rästik.

3. Surmatud saagi neelab rästik tervelt alla. Nõelteravad tahapoole pöördud hambad pole kohandatud mälumiseks. 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 rinnaõõs 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.

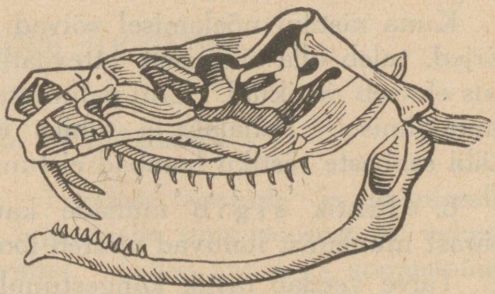


41. joonis. Rästiku mürgihambad.

4. Saagi leidmisel on abiks laugudeta, läbipaistva nahaga kaetud silmad. Mis tähtsus on sellel, et silmi katab nahk? Rästiku silmatera sarnaneb kassi omaga. Tuleta meelde, kuidas muutub kassi silma-

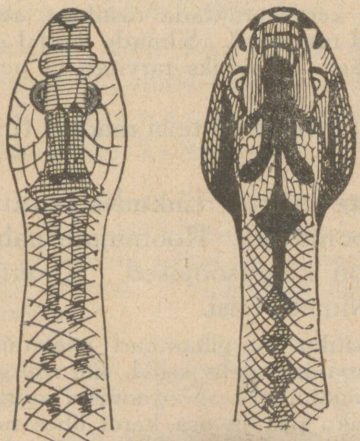
tera. Tee leidmisel pimedas on talle tunduvaks abiks **kaheharuline keel.** Keelt saab rästik ka suletud suust välja sirutada läbi sellekohase lõhe.

5. Rästiku h a m m u s t a m i n e pole eriti valus. Haav on harilikult kahe nõelapiste sarnane (. .), harva saab panna tähele nelja haavakest (.¨.). Kaks neist on tagavarahammaste tekitatud. Rästiku hammustamine („nõelamine") mõjub vähemaisse loomadesse surmavalt. Ta on kardetav ka inimesele, kutsudes esile raske mürgistuse, mis võib lõppeda isegi surmaga, kui ei saada õigel ajal abi.



42. joonis. Rästiku pealuu.

M ü r k imbub kiiresti verre. Tähtis on takistada tema laialikandmist vere kaudu. Haava väljalõikamine või põletamine aitab ainult siis, kui toimub otsekohe pärast hammustamist. Samuti saab mürki kõrvaldada imemise teel, kuid seda tohib teha ainult siis, kui imeja suus pole haavakesi. Mispärast? Ka saab imemiseks tarvitada torukest või kupuna kasutada väiksemat 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. Nastik ja rästik.

Kui haav käes või jalas, tuleb hammustatud liige ülevaltpoolt haava otsekohe

kõvasti kinni siduda. See takistab mürgi kiiret levimist vere kaudu. Niisugust sidet ei tohi vahet pidamata kauemini peal pidada kui äärmisel korral kolmveerand tundi. Kiire arstiabi on igal juhul hädatarvilik. Hästi mõjub rohke oakohvi joomine. Samuti on abi alkoholist (konjak, viin). See on õieti ainus juhus, mil alkoholi sissevõtmine lubatud. 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 kohtades, kus elutseb rästikuid. Eriti palju ettevaatust on tarvis marjanoppimisel. Paljajalu ei tohiks üldse minna marjule. Läbi saabaste rästiku hambad ei tungi.

6. Rästik s i g i b munade kaudu, millest otsekohe pärast munemist ilmuvad noored loomad.

Talve veedab rästik kangestunult küngastes ja sambla sees. Tuleta meelde, mida õppisid möödunud aastal t a l i - u i n a k u s t. Mis tähtsus on tali-uinakul loomadele? Rästik on kõigusoojane. Kevadel vahetab ta kesta, millest poeb välja nagu tupest.

Rästiku v a e n l a s t e k s on h i i r e v i u, t o o n e k u r g ja s i i l.

Rästikuga sarnaneb niisketes kohtades elutsev mürgitu **nastik.** Teda on siiski juba välimuse järgi kerge eraldada rästikust, sest tal puuduvad selle eespoolnimetatud tunnused. Silmade ligidal on tal kollakad täpid. Nastik ujub hästi. Toiduks tarvitab ta peamiselt konni ja kalu.

Rästik ja nastik on **maolised.** Milliseid teisi maolisi tunned piltide järgi?

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. Vooli rästik. 6. Mis sa teeksid, kui rästik nõelaks sinu seltsilist?

Igapäevaseid ainete muutumisi kodus ja vabas looduses.

15. Põlemine.

1. **Põletusaineist.** 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 — stearriini ja parafiini, et valgust saada. Kõik need ained on p õ l e t u s a i n e d. Neid põletusaineid, mida me põletame soojuse saamiseks, nimetame k ü t t e a i n e t e k s. Aineid aga, mida põletame valguse saamiseks, kutsume v a l g u s t u s a i n e t e k s.

2. **Põlemasüttimisest.** Pane tähele, mis sünnib, kui natuke väävlit plekitükikesel piirituslambi tulel kuumutame: väävel sulab, ja hoolimata sellest, et ta leegiga otseselt kokku ei puutu, hakkab pea põlema. Eemaldame nüüd tule: varsti näeme, et põlemine kustub.

Võta kuiv pird ja tõmba teda läbi 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 määrani kuumutada.

Sellekohased mõõtmised on näidanud, et väävel ei hakka enne põlema, kui tema temperatuur pole tõusnud 260° C. Kuiv puu nõuab selleks ligikaudu 300° C., puusüsi aga 360° C.

Seda temperatuuri, millest alates põletusaine põlema hakkab, nimetatakse selle aine s ü t t i m i s t e m p e r a t u u r i k s.

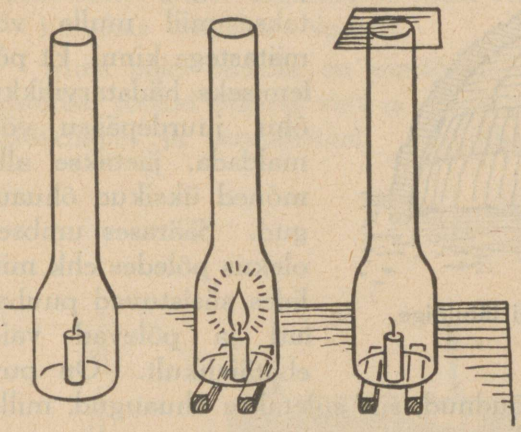
Võta põlev pird või tikk ja lase sel põleda püsti, leek ülespoole: tuli kustub pea. Hoides seda aga nii, et leek altpoolt ülespoole tungib, ei kustu see mitte. Katsu seda seletada.

3. **Tule saamisest.** Et põletusainet põlema süüdata, selleks on meil tarvis tuld. Loodusrahvad said seda, kuiva puud põlema hõõrudes. Meie esivanemad kasutasid selleks t u l e k i v i. 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 b e n s i i n - t u l e s ü ü t a j a ehk „välgumihkel", on palju hõlpsam käsitseda 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 koostub kergesti süütuvast ainete segust, milles tähtsamaiks aineteks on kaaliumkloraat ja antimoonium. Karbi küljel asuv pruunikas süütepind sisaldab ainet, mis hõõrumise soojuse mõjul põlevaid osakesi annab. Olulisemaks aineks on seal punane fosfor.

4. **Põlemise tähtsamast tingimusest.** Tuleta meelde, mida õppisid möödunud aastal soojuse tekitamisest. Seleta, mispärast 44. 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 söed edasi, kui neid tuhaga katta?

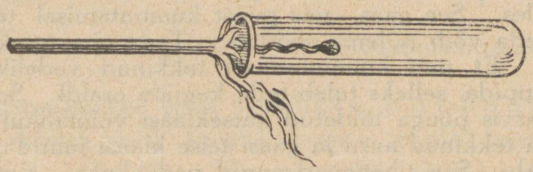


44. joonis.

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: pirru põlemine toimub ebatäielikult, ta süsistub.

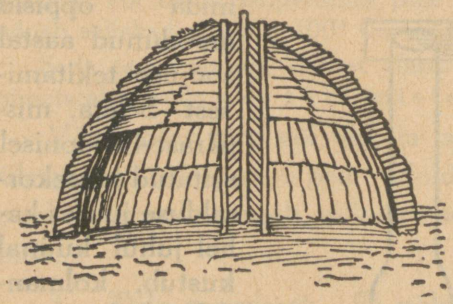
Küllaldase õhu juuresolekul põleb puu ära, jättes järele vähe tuhka. On aga õhu juurdepääs takistatud ja seetõttu puudulik, siis toimub põlemine ebatäielikult.



45. joonis. Ebatäielik põlemine.

Sellest võime järeldada järgmise praktilise juhise: kui tarvis saada puu põletamisel rohkem sütt, siis tuleb õhu juurdepääsu põletamisruumi piirata. Lihtsam viis puud söeks põletada on **miilimine.** Seda tehakse järgmiselt: laotakse puuhalud korrapä-

raselt ja saosarnaselt hunnikusse, jättes keskele suitsu jaoks püstkäigu. Pealt kaetakse miil mulla või mätastega kinni. Et põlemiseks hädatarvilikku 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.



46. joonis. Miili läbilõige.

6. **Süsistamisest ja kuivdestilleerimisest.** Mis sünnib leivaga, kui selle liiga kuuma 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.

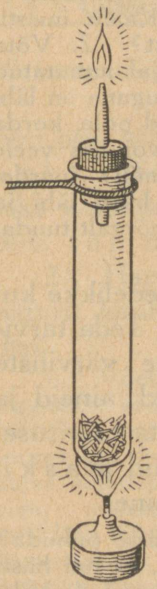
Aseta katseklaasi peenekslõigatud puu tükikesi. Et õhu juurdepääsu kitsendada, pane katseklaasile kork peale, millest peene otsaga klaastoru on läbi juhitud. Kuumuta nüüd katseklaasi. Pane tähele, mis toimub puuga. Ta läheb esiti pruuniks, siis mustaks. Katseklaasi seintele koguneb mingi vedeliku piisakesi. Mis värvust nad on? Klaastorust näeme mingit auru või gaasi eralduvat. Kui toru otsa pisut aega vees hoida, tõusevad gaasimullikesed üles. See gaas, mis 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 täidetud katseklaasi võimalikult ühtlaselt kuumutada ja tekkinud auru ja gaasi teise klaasi juhtida, mis külmas vees seisab. Siin tihenevad aurud vedelikuks. Katse korraldust selgitab üksikasjalisemalt 48. joonis.

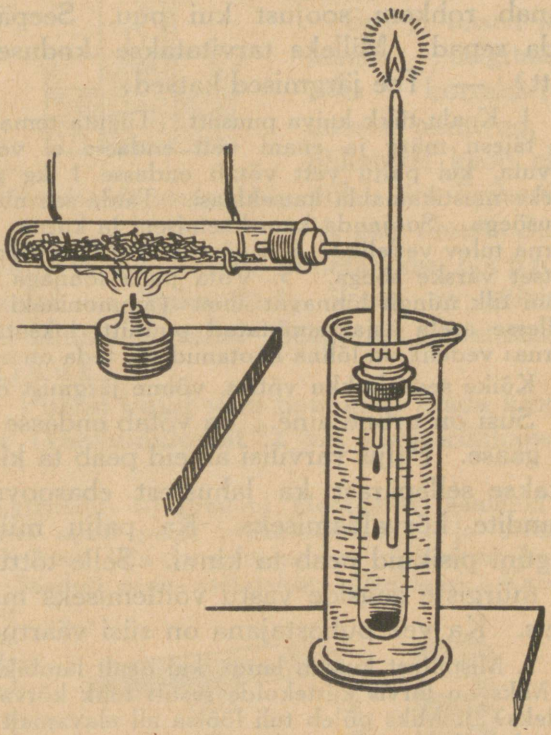
Säärast toimingut, mille juures aine kuumutamisel auruks muudetuna ühest nõust teise juhitakse, kus ta jahutamisel vedelikuks tiheneb, nimetatakse **destilleerimiseks** ehk **aetamiseks.** Harilikult destilleeritakse vedelikke. Siin on meil aga kuiva puuga tegemist. Meie destilleerime siin kuiva ainet. Sellepärast nimetataksegi seda puu k u i v d e s t i l l e e r i m i s e k s ehk k u i v a e t a m i s e k s.

Vaadeldes puu 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 neist tähtsa-



47. joonis.
Puugaasi põlemine.



48. joonis. Puu kuivdestilleerimine.

maid. Seepärast nimetatakse seda vedelikku p u u ä ä d i k a k s. Vaiku sisaldava puu korral saame peale teiste ainete veel t ä r p e n t i i n õ l i. Nimeta vaiku sisaldavaid puid.

Kuumutamis- ehk destilleerimisnõusse jääb järele **puusüsi.**

Need saadused, mis puu meile kuumutamisel annab, on meile mitmeks otstarbeks väga tarvilikud. Milleks tarvitame meie puu-

sütt? tärpentiinõli? Puuäädikast saadakse äädikhapet. Ilma lahjendamata on see väga kange ja mürgine vedelik. Temast valmistame meie söögiäädikat. See on ligikaudu 3%-line äädikhappe vesilahus.

Kõigi nende ainete järgi on olemas nõudmine. Suurel viisil valmistavad neid tehased. Seal toimub puu kuivdestilleerimine suurtes rauast valmistatud kuumutamisnõudes ehk retortides.

7. Süsi. Süsi on kütteainena 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 on täiesti märg ja enam vett endasse ei võta. Kaalu uuesti. Arvuta, kui palju vett võtab endasse 1 kg puusütt? 2. Võta nõrka mustikamahla katseklaasi. Täida see nüüd äsjakuumutatud puusöega. Soojenda kuni keemiseni ja kurna. Missugune on läbi kurna tulev vedelik? Kui värvus veel täiesti kadunud pole, korda katset värske söega. 3. Võta paha lõhnaga vett või lisa veele mõni tilk mingit lõhnavat ainet (ammoniaaki, lõhnaõli) juurde. Sellesse aseta äsjakuumutatud puusütt, loksuta see hästi läbi ja kurna: vedelik on lõhna kaotanud või teda on ainult nõrgalt tunda.

Kõike seda kokku võttes, võime järgmist öelda:

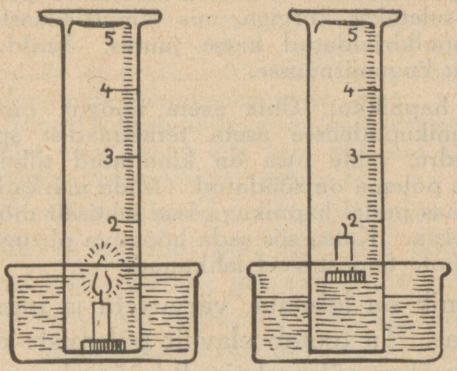
Süsi on urbne aine. Ta võtab endasse nii vedelikke kui ka gaase. Palju värvilisi aineid peab ta kinni. Teda tarvitatakse sellepärast ka lahustest ebasoovitavate värviliste lisandite kõrvaldamiseks. Ka palju mürgiseid aineid ja koguni pisikuid peab ta kinni. Selle tõttu on ta tarvitusel ka mürgiste gaaside 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



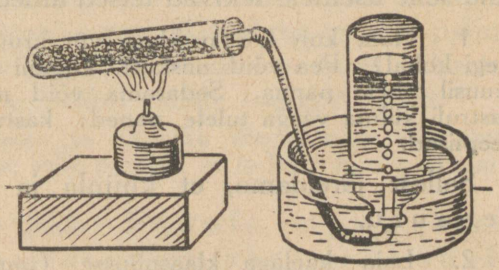
49. joonis. Küünla põlemine kinnises ruumis.

49. joonis kujutab. Küünal põleb vähe aega ja kustub. Õhu jahtudes tungib vesi silindrisse ja täidab ligikaudu $^1/_5$ sellest. Üks viiendik õhust on kulunud põlemiseks.

See ja teised põlemise selgitamiseks korraldatud katsed näitavad, et põlemisel kaob ehk põleb ära ligikaudu $^1/_5$ osa õhust. Seda õhu osa, mis põlemisest osa võtab, nimetatakse h a p n i k u k s. Järelejäänud osa, ligikaudu $^4/_5$ õhust, on põlemiseks kõlbmatu: ta lämmatab selle. Seepärast nimetatakse teda l ä m m a s t i k u k s.

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

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 lõhmub hapnikurikas kloorhapu kaalium, eraldades hapnikku, mida klaas- või kummitoru kaudu veega täidetud ja kummulipöördud pudelisse võib juhtida.



50. joonis. Hapniku saamine.

Vesinikülihapendist (3% või 6%) saame hapnikku veel hõlpsamalt: vesinik-

*) Apteegis tuntud ladinakeelse nimetusega *kalium chloricum*.

ülihapend asetatakse klaaspudelisse või kolbi, lisandatakse pisut pruunkivi või rauaroostet, suletakse korgiga, mis samuti klaastoruga varustatud nagu eespoolkirjeldatud katse juures. Eralduv hapnik juhitakse toru kaudu kogumisnõusse.

2. Kogu 3 pudelitäit hapnikku. Ühte aseta hõõguv pird. Mis sünnib? — Teise hapnikupudelisse aseta terastraadist spiraal (viiulikeel) 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.



51. 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. Missugusest katsest võib seda järeldada?

Ühenduses teiste ainetega esineb ta looduses väga laialdaselt. Arvatakse koguni, et $^1/_3$ meie Maast koostub hapnikust.

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 k ü l m 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.

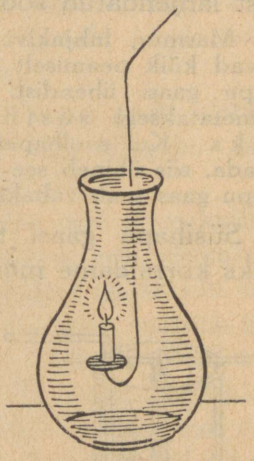
Sellest järeldame, et küünla ja puu põlemisel tekib v e e a u r u.

2. Laia kaelaga klaasnõusse (purki) valame ligikaudu 2 cm kõrguseni selget lubjavett *). Laseme nüüd põlevat

*) L u b j a v e e v a l m i s t a m i s e k s aseta 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.

küünalt selles klaasnõus põleda, kuni ta kustub. Võtame küünla välja ja vaatleme lubjavett. See on segaseks läinud. Ta läheb veel rohkem segaseks, kui klaasnõu (kinnikaetult) loksutame. Seistes koguneb põhja valge sade.

Samuti suhtub lubjaveesse ka küdevast pliidist ning ahjust läbi käiv õhk kui ka teemasina kütteruumist väljuv õhk.



52. joonis. lubjavesi läheb segaseks.

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

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

Süsihapu gaas on vees lahustuv.

Mitte alati ei teki söe põlemisel ainult süsihapu gaas. Ebatäielikul põlemisel tekib **karm.** Karm on väga mürgine gaas. Ta on lõhnata ning värvuseta 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.

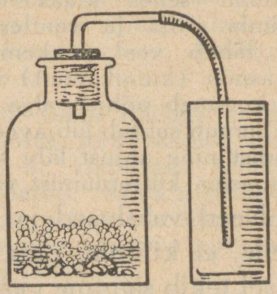
Karm on samuti süsiniku ja hapniku ühend nagu süsihapu gaas, kuid erineb viimasest selle poolest, et ta kaks korda vähem hapnikku sisaldab.

Kokkuvõttes võime öelda: **küünla ja puu täieliku põlemise saadused on veeaur ja süsihapu gaas. Söe puhul on seda vaid süsihapu gaas.** Peale selle jääb puu ja söe põlemisel veel natuke tuhka järele.

4. **Süsihapu gaas.** Süsihapu gaas, mis põlemisel tekib, on suurel määral segatud õhu lämmastikuga. Puhtal kujul

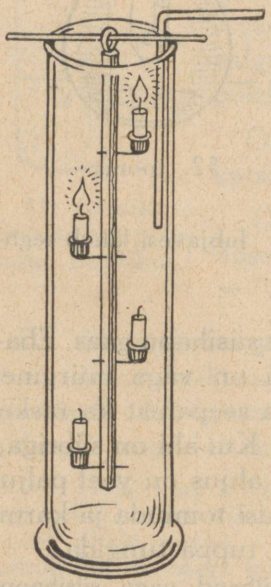
võime teda saada palju hõlpsamalt marmorist, lubjakivist või ka kriidist lahjendatud soolhappe toimel.

Marmor, lubjakivi ja kriit koostuvad kõik peamiselt lubja ja süsihapu gaasi ühendist. Seda ühendit nimetataksegi *süsihapuks lubjaks*. Kui soolhapet temale juurde lisada, siis ühineb see lubjaga, ja süsihapu gaas saab vabaks.



53. joonis. Süsihapu gaasi saamine.

Süsihapu gaasi tundmaõppimiseks korraldame mõned katsed.



54. joonis. Süsihapu gaas kustutab küünlad.

Asetame marmori- või lubjakivi tükke pudelisse, valame neile lahjendatud soolhapet peale ja suleme korgiga, millest klaastoru läbi on pistetud ja mille otsa kummitoru kinnitatud. Selle kaudu võime süsihaput gaasi soovitavasse nõusse ja kohta juhtida.

Süsihapu gaas on värvuseta. Ta on ligikaudu $1^1/_2$ korda õhust raskem. Teda võib ühest nõust teise *valada*. Põlemist ta ei toeta: temas kustub põlev tikk või pird. Kui juhtida süsihaput gaasi nõusse, kus küünlad põlevad mitmesuguses kõrguses, siis kustuvad nad järjekorras alt üles.

Süsihaput 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.

Seepärast tuleb olla ettevaatlik käärimiskeldritesse astudes. Enne tarvis veenduda, kas süsihapu gaasi oht selles ei varitse. Seda võib teha laterna abil, milles küünal 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 arvutatud, et täiskasvanud inimene päeva jooksul 500 liitrit süsihaput gaasi välja hin-

gab ja et küünal tunni jooksul 15 liitrit tekitab. Need on küllalt suured hulgad ja seepärast ruumide tuulutamise tarvidus arusaadav.

5. **Õhu koosseisust.** Katsu kõigest sellest, mida oled tähele pannud ja eespool õppinud, selgusele jõuda selle kohta, missuguseist aineist koostub 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 me lämbuksime, sest elukardetav on juba õhk, milles on 6—8% süsihaput gaasi, kui selles ainult $^1/_2$ tundi viibida; 30-% süsihapu gaas surmab kiiresti. Taimed vajavad 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 tolmuvaba. Palju süsihaput gaasi lahustub vees. Vesi viib seda endaga 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*).

Õhk lahustub teatava määrani vees**). 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 seepärast tugevamalt ja energilisemalt kui harilik õhk. Lämmastik lahjendab hapnikku õhus ja tasandab seega tema mõju ehk toimet, — muidu põleksid ära koguni meie ahjude rauduksed, nagu oleksid nad kuivast puulaastust tehtud.

---

*) Vaata „Rohelise taime elutegevus".

**) 1 liitris vees lahustub harilikul temperatuuril ligikaudu 20 cm^3 õhku.

Peale lämmastiku, hapniku, süsihapu gaasi ja veeauru on õhus vähesel määral ka teisi aineid. Neist on ligikaudu 1% väga püsivat gaasi — a r g o n i t —, 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 süsihaput gaasi, tarvitades seejuures sama palju hapnikku. 3. Millest võib järeldada, et lämmastik on värvuseta, 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 l e e g i t u u m. Selle järgi tuleb hele ja kollakas k e s k m i n e o s a. Rikkalikult läkitab ta meile valgusekiiri. Seda osa katab väljastpoolt õhuke, vaevalt nähtav l e e g i m a n t e l. See on nõrga ja sinaka valgusega.

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

Samasugune katse tee puupirruga ja portselanitükikesega.

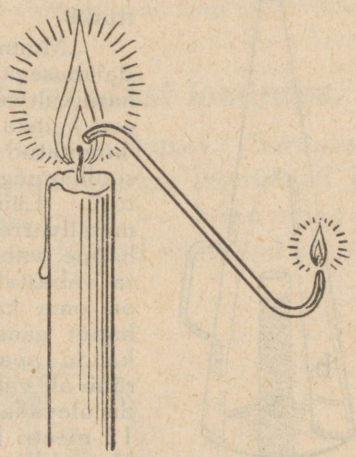
2. Võta ligikaudu 25 cm pikkune ja 5—6 mm laiune klaastoru. Teda tuleb tulel mõlemast otsast painutada — ühelt poolt ligikaudu 5 cm ja teiselt poolt 2 cm kauguselt nii, nagu joonisel näha. Soojenda seda leegi kohal ja aseta lühema painutatud otsaga leegi tuumasse tahi peale. Pane tähele, et torust väljub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

Katsete ja vaatluste põhjal võime öelda, et l e e k p o l e ü h t l a n e o m a e h i t u s e l t j a o m a d u s t e l t. Leegi osad pole ühesuguse kuumusega. Kõige kuumem on leegi välimine osa ehk leegi mantel. Kõige jahedam aga leegi tuum. Mis tõendab seda?

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

Keskmises valgustandvas osas toimub selle tuumagaasi põlemine. Õhku ei pääse siia küllaldaselt juurde. See-

pärast on siin põlemine ebatäielik. Nagu puu ebatäielikul põlemisel tekib süsi, nii tekib see ka küünlagaasi ebatäielikul 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 otseselt kokku õhuga. Seepärast ongi selles täielik põlemine. Keskmises leegiosas tekkinud söeosakesed põlevad siin täielikult ära. Kuumus ongi selles kõige suurem.



55. joonis. Küünla tuumas on põlev gaas.

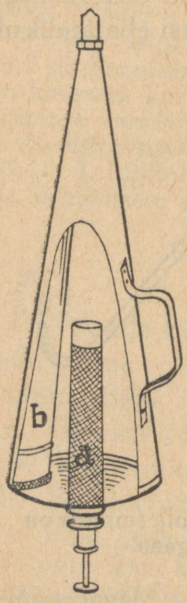
2. Ka paljud teised ained annavad suure kuumuse juures valgust. Milliseid sa tead? Päevapildistamisel kasutatakse magneesiavalgust. Magneesiumlinti põlema süüdates põleb see, tekitades palju soojust. Magneesium ühineb seejuures hapnikuga ja annab valge aine — magneesiumhapendi ehk magneesia. Põlemisel vabaneva soojuse 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 koguni kuni 2000° 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 vesinikku ja hapnikku. Vesinik on põlev gaas; hapnik, nagu tead, soodustab põlemist. Seepärast tuleb tulikahju kustutamist ikka äärtelt alata. Nii teevadki tuletõrjujad.

2. Tuleõnnetuste vastu peab valvel olema. Kõige hädapärasemad vahendid selleks olgu alati käepärast. Alguses pole raske tulele piiri panna ja suuremat õnnetust ära hoida.



56. joonis. „Minimaks".

Väga otstarbekohane vahend seks on säärane tulekustutamisaparaat kui „Minimaks".

„Minimaks" kujutab koonusesarnast soodalahusega täidetud raudplekist nõu. Ta on harilikult seatinaga kaetud, et teda roostetamise eest kaitsta. Aparaat sisaldab seespool põhjale kinnitatud metallvõrgust silindri, milles asub soolhappega täidetud ja kinnijoodetud klaastoru. Lüües aparaadi põhjast väljaulatuvale metallvarrele, võib klaastoru purustada ja soolhappe vabastada. Soolhape mõjub soodasse ja vabastab sellest süsihapu gaasi, sest sooda on oma koosseisult süsihapu naatrium. Süsihaput gaasi tekib palju ja ta tungib toru *b* kaudu aparaadi tipul olevast avausest suure rõhu all välja. Endaga ühes viib ta ka aparaadis oleva lahuse tugeva joana, mis tihti ligikaudu 12 meetri kõrgusele võib ulatuda. Selle vedeliku tuldkustutav mõju on palju suurem kui puhtal veel. Ta sisaldab ju palju süsihaput 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

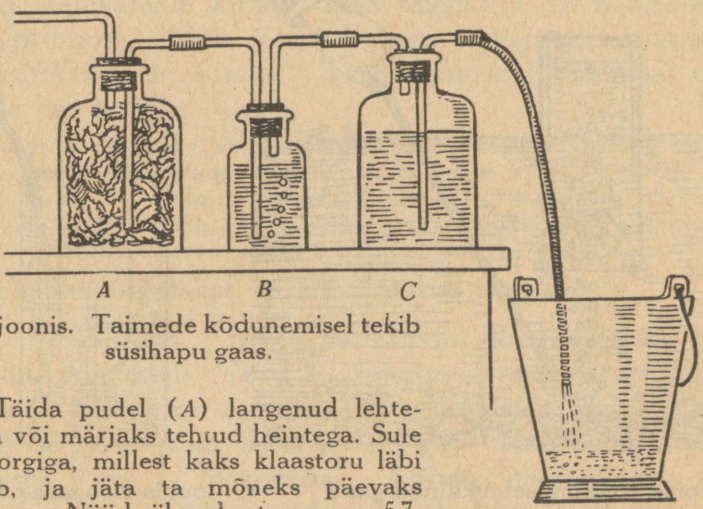
3. Äärmiselt ettevaatlik tuleb olla põlevate õlidega, nagu bensiin, petrool, tärpentiinõli, piiritus ja teised. Sa tead ju tulesüütaja tarvitamisest, kui väikesest sädemest jätkub, et bensiini süüdata. Bensiin aurab kergesti ja annab õhuga segunult plahvatava segu. Ei saa siin veega kustutada. Bensiin, petrool 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 rättidega või tekkidega. Kuidas see aitab?

Kui juhtub, et tuli sinu riiete külge hakkab ja 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 end sellesse.

1. Mispärast ei tohi millalgi valada petrooli lampi, kui see põleb? 2. Mispärast ei tohi täita lampi õliga ääreni täis? 3. Missugused vahendid peaksid olema, et pääseda põleva maja teiselt korralt tulikahju puhul? 4. Millised vahendid 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 — h u u m u s e. Ka veekogude põhja sattunud taimede osad tekitavad musta põhjamuda: nad m ü l t u v a d.



57. joonis. Taimede kõdunemisel tekib süsihapu 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 57. joonis näitab, kummitoru abil teise pudeliga (*B*), milles on lubjavesi ja mis samuti kahe klaastoruga varustatud. Pudel *B* ühenda kummitorukese kaudu pudeliga *C*, mis veega kaelani täidetud ja mille toru on varustatud pikema kummitoruga. Ime selle kaudu vesi voolama: õhk tungib läbi lubjavee pudelist *A* pudelisse *C*.

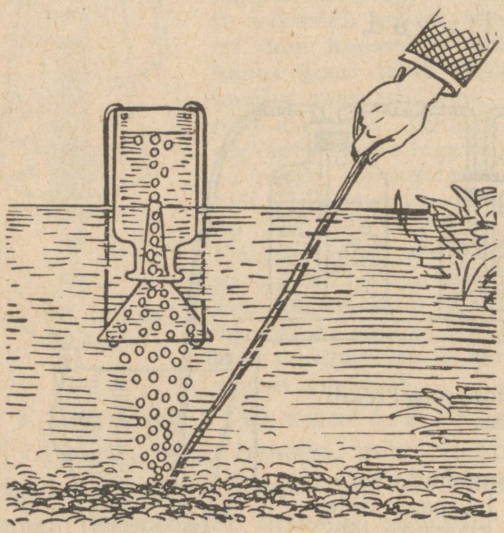
Mis toimub? Mida järeldad sellest?

Sellest näed, et t a i m e d e k õ d u n e m i s e l n i i s k u s e s j a õ h u j u u r d e p ä ä s u l t e k i b s ü s i h a p u g a a s. Nii kui põlemiselgi.

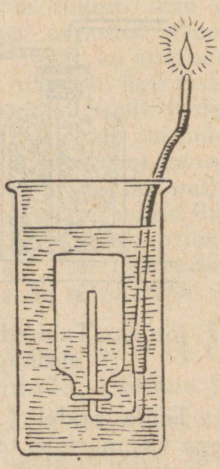
Süsihaput gaasi tekib ka käärimisel. Kus oled sa käärimist tähele pannud? Käärimine toimub p i s i o r g a n i s m i d e toimel. Pisiorganisme nimetatakse üldiselt p i -

sikuteks ehk bakteriteks. Pisikuid on mitmesuguseid, ja nad kõik vajavad kasvamiseks ja elamiseks toitu. Mõned neist kasutavad seks langenud lehti ja muid taime osi, mis kõdunevadki selle tagajärjel. Nii on siis pisikute tegevus üheks tähtsamaks teguriks taimede kõdunemisel.

Otsi ümbruses tiik, umbjärv või mõni muu veekogu, mis rikas taimedest. Aseta mudarikkasse kohta veega täidetud ja lehtriga varustatud pudel ümberpöördult. Sega selle kohal kepiga põhjamuda: tõusevad gaasimullid, mis lehtri kaudu pudelisse lähevad. On gaasi küllalt kogutud, kõrvaldame lehtri. pudelit vee all edasi



58. joonis. Mültumisel tekkinud gaasi kogumine.



59. joonis. Soogaas põleb.

hoides, ja suleme pudeli korgiga. Gaasi pudelis alal hoides, hoia pudelit ümberpöördult. Vastasel korral, kui kork mitte küllalt märg pole, võib gaas läbi korgi välja pääseda.

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

Umbses olekus niiskuses kõdunedes ehk mültudes annavad taimejäänused põleva gaasi, mida soogaasiks

nimetatakse, sest teda tekib ka soodes. Tuleta meelde, et ka puu kuivdestilleerimisel tekib gaasi, mis süütamisel põleb. Mis jäi puust järele?

Mültumine on üks looduses toimuvaist 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 t u r v a s t u m i s e k s. Pealmised kihid moodustavad noorturba. Mida sügavamale minna, seda täielikum on harilikult ka turvastumine. Mida täielikum aga turvastumine, seda süsinikurikkam on turvas. Taimejäänuseid pole seal enam kerge ära tunda.

Turvas on väga veerikas. Värskelt lõigatud turbas on kuni 90% vett. Õhu 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 kütteainena alaväärtuslik.

Kuidas lõigatakse ja kuivatatakse turvast?

3. **Põlevkivi.** Meie tähtsamate loodusvarade hulka kuulub põlevkivi. Tead sa, mispärast teda nõnda nimetatakse ja milline on ta välimuselt. Põlevkivi on võrdlemisi kerge ja põleb pika suitsva leegiga. Teda leidub põhjapoolsel Viru- ja Harjumaal. Kohati, nagu Kohtla-Järve ja Kukruse ümbruses, tulevad põlevkivi kihid õige maapinna lähedusse. Tema kihid vahelduvad paekihtidega. Rikkalikult leidub tas mereloomakeste kivistisi. Sellest võib järeldada, et põlevkivi on tekkinud mere põhjas. Selles on olnud rikkalik taimestik ja loomastik. Nende jäänuste mültumisest ongi tekkinud meie põlevkivi.

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

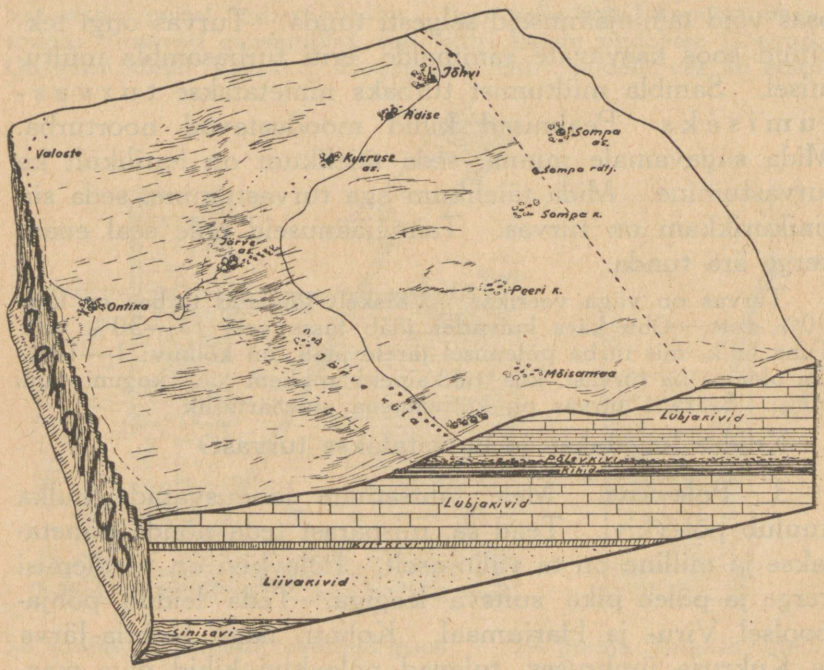
Destilleeri põlevkivi kuivalt. Tee seda, nagu puu puhul tegime.

Kuumutamisel annab põlevkivi g a a s i ja tõrvasarnast õ l i. Järele jääb tast must p õ l e v k i v i s ü s i 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 immutamisainet.



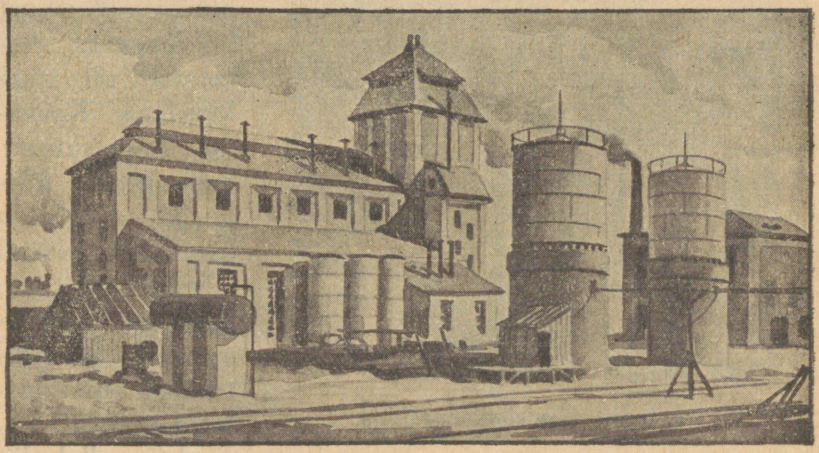
60. joonis. Põlevkivi kihtide asetus.

Põlevkivi tarvitatakse kütteainena. Kus? Tema suuremaks puuduseks on suur tuhkainete hulk. See kõigub 37—51%-ni. Ka põlevkivi toorõli on väärtuslik kütteaine raudteel kui ka laevastikus.

Meie põlevkivi tagavarad on küllalt suured. Ligikaudse arvutamise järgi on teda mitu tuhat miljonit tonni. Tähtsamaid põlevkivikaevandusi ja tööstusi on meie Riiklik põlevkivitööstus. Tema toodang on aastatega järjest tõusnud.

Põlevkivi toodang.

Aastal	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930
Toodang tuh. tonnides	96	139	202	235	239	335	256	318	336	297

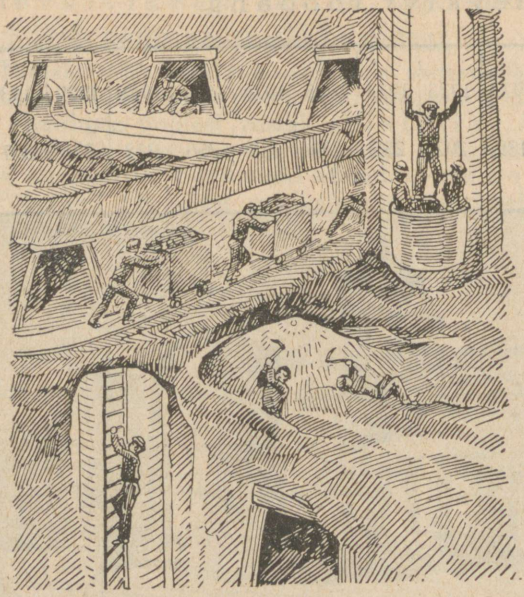


61. joonis. Kohtla põlevkiviõlitehas.

4. **Kivisüsi.** Tähtsamaid looduslikke süsistumissaadusi on k i v i s ü s i. Värvuselt on ta must. Ta on palju süsinikurikkam kui puu, turvas ja põlevkivi. Põlemisel annab ta rohkem soojust.

Meie maal kivisütt ei leidu. Teda leidub rikkalikult Ameerikas, Inglismaal, Hiinas, Saksamaal ja ka paljudes teistes maades. Tema kihid on mitmesuguse paksusega: mõnest sentimeetrist kuni 15 meetrini. Need esinevad maa sees savi- ja liivakihtide vahel. Et teda kätte saada, kaevatakse maa sisse suured käigud — k a e v u s e d.

Kivisöe kihtides võib leida taime süsistunud osi. Mikroskoobi all kivisöetükki vaadeldes võib seda paremini kindlaks teha. See kõik tõestab, et kivisüsi on taimedest tekkinud.



62. jonis. Kivisöekaevandus.

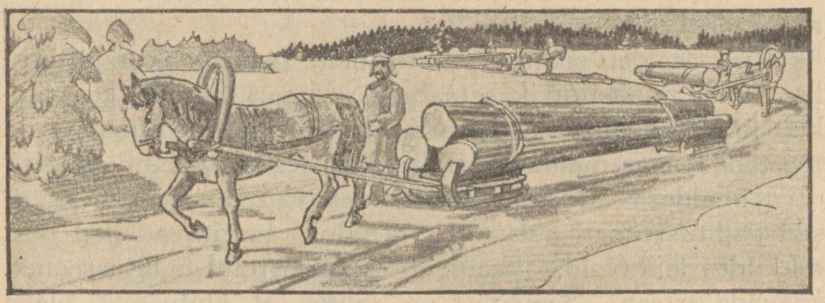
Kivisöe tekkimine ulatub kaugesse minevikku. Arvatakse, et siis valitses Maal hoopis teine kliima. Niiskust oli rohkesti. Taimestik oli väga lopsakas. Kasvasid hiigelsuured meie puude kõrgused osjad ja sõnajalad. Need hävisid vee all, nagu meil turbasammal, ja mültumisel moodustasid kivisöe. Vesi uhtis sellele liiva ja savi peale. Liiva ja savikivi kihtide vahel on meie Maa kauge mineviku taimed meile väärtuslikuks kivisöeks kujunenud ja sellena alal hoidunud.

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

Kivisöes on süsistumine 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 arstimeid ja ilusaid riidevärve valmistatakse kivisöetõrva aineist.



Meie maja.

„Mõistke, mõistke, mehed noored,
Teadenege, naised targad,
Arvage, poisid avarad,
Mis seal müüri tehtanesse,
Seinasida seadenesse
Viru kuuskede vilula
Lääne leppade vahele,
Harju haabade keskele!
Sinna loodi lustilinna,
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 kolija-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, uksed), põrand, laetalad, lagi, katus, mis toetub sarikaile. Katsu selgusele jõuda, millisest materjalist on need osad sinu koolimajal.

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

*) Vikkima — tasaseks lööma.

inimene ja loom. Maharaiutud puu (puit) ei suuda seda mitte, eriti niiskuses olles.

Puu sisaldab sääraseid toiteaineid, nagu suhkur ja tärklis. Oled maitsnud 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 puud 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% vaiku. Männile järgneb kuusk, milles on vaiku ligikaudu 1%. Seepärast on mänd ehituspuuna 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 tal ju tihti kanda küllalt suuri raskusi. Katsu ligikaudu arvutada, kui suurt raskust tuleb kanda klassi põrandal. Põrandalauad seda kanda ei jõuaks. Nad toetuvad aluspalkidele.

Kui me tahame võrrelda mitmesuguste ehituspuude vastupidavust rõhumisele, siis tuleb meil seks võtta ühesuguse suurusega proovipuud. Võtame kuubi, mille külgede pindala on 1 cm^2. Kui see on männist, siis suudab ta vastu pidada 280 kg raskusele. Öeldakse: männi vastupidavus rõhumisele on 280 kg/cm^2. Tammel on see ligikaudu 350 kg/cm^2, kuusel aga 240 kg/cm^2. Nii palju puud ehitiste juures koormata ei või, on lubatud arvestada ainult $^1/_4$ sellest.

4. Mänd on küll niiskusele vastupidavamaid puid, alatasa 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 postiotsa söestamine. Kuidas kaitseb see puud kõdunemise eest?

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

5. Maja raskemaid haigusi on **majaseen.** Ta tekib niiskeis, halvastiõhutatud 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 hästikuivatatud 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 külmaga palgid „pauguvad"? 2. Miks tõrvatakse katuseid? 3. Miks on värvitud põrandad vastupidavamad kui värvimatud?

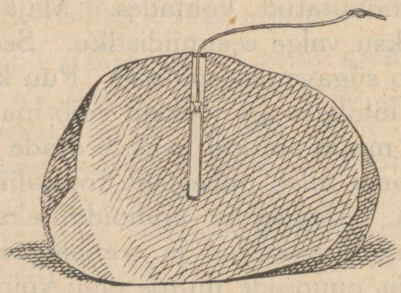
21. Põldkivi.

1. Paha, kui põllul on kive. Mille poolest on nad tüliks põlluharijale? Kuidaviisi puhastab ta oma põldu neist? 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 süütenööripidi püssirohuni 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 kaaliumkloraati ehk kloorhaput kaaliumi*). 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.



63. joonis. Kivi lõhkepadruniga.

Vigastused on sageli väga rasked. Ülikoolikliinikus on 41 isikust, 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 põldkivid mitmevärvuselised: hallikad, punakad, mustad. Ka nende kiri võib mitmesugune olla: leidub nii jämedakir-

*) Ladina keeles — *kalium chloricum*.

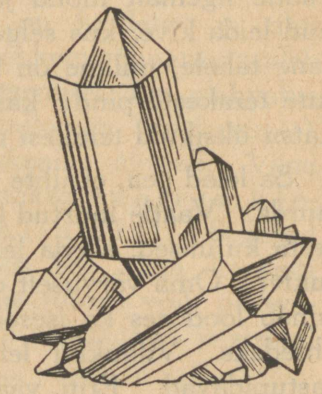
jalist ehk jämedateralist kui ka peenekirjalist ehk peeneteralist põldkivi. Kogu endale mitut liiki põldkive. Vaatle ligemalt mõnd jämedateralist liiki. Nende hulgas võid leida kive, kus selgesti on näha kolme liiki terakesi. Pane tähele, milline on terakeste värvus. Kuidas on üksikute terakeste pind: 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 killukesi 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 lõhustada lehtedeks. Vilgukivi lehed on painduvad ja kuumusele vastupidavad. Eriti väärtuslik on v a l g e v i l g u k i v i. Et ta on läbipaistev nagu klaas, siis tehakse tast aknaklaase mitmesuguste sulatamisahjude akendele. Ka petrooli-lampköögil on vilgukivist klaasikesed. Oma painduvuse 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 värvuselt valkjashall. Kõvaduselt ületab ta raua. Ajaloost tead, et kiviajal, kui rauda veel küllaldaselt ei tuntud, tehti ränikivist kirveid ja ka relvi. — Kui rauaga (noaseljaga) ränikivi vastu kõvasti lüüa, siis kargavad tulised sädemed laiali. Kogu neid paberile ja vaatle. Need pole mitte ränikivi killukesed. Ränikivi on kõvem kui raud. Rauaga ränikivi vastu lüües kargavad raua küljest väikesed killukesed tulikuumade sädemetena. Tulikuumad on nad löögist ja hõõrumisest, mis sellega kaasas käib. Vanal ajal saadigi ränikivi abil tuld. Seepärast nimetatakse teda ka t u l e k i v i k s.

Meie harilik ränikivi on tuhmikas. Mõnel pool mägedes (nagu Alpides) leidub kvartsi ilusate suurte läbipaistvate kristallidena. Seda kvartsiliiki kutsutakse **mäekristal-**

liks. Vanad kreeklased kutsusid teda tema selguse ja läbipaistvuse pärast m ä e j ä ä k s. Jää on kreeka keeles k r ü s t a l l o s, — sealt siis ka selle kvartsiliigi nimetus. Ehituselt on üksik mäekristall siledate ja läikivate pindadega kuustahukas, mille otstel samasugune püramiid. Ka meil võib mõnikord leida väiksemaid kvartsikristallide kobaraid.



64. joonis. Mäekristallid.

Mõned ilukivid, nagu a m e t ü s t (lilla), j a s p i s (kollakas, pruun, punakas), kuuluvad kvartsi liiki. Nende värvus on tingitud mitmesugustest lisanditest, nagu raua- ja teiste metallide ühendid.

Peale vilgukivi- ja kvartsiterakeste leiame põldkivis veel põldpaoterakesi. Kõvaduselt seisab **põldpagu** vilgukivi ja kvartsi vahel. Ta on pehmem kui kvarts, aga kõvem vilgukivist. 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 koostub vilgukivi-, kvartsi- ja põldpaoterakestest, nimetatakse **graniidiks.** Selle nime on ta saanud oma teralise ehituse tõttu. *Granum* tähendab ladina keeles t e r a.

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

Alusmüüri ehitamiseks on põldkivi küll kõlvuline, mitte aga ilma õhuvaheta täisseina ehitamiseks. Tuleta meelde, mida õp-

pisid möödunud aastal soojusejuhtivusest. Põldkivi on väga tihe ja võrratult parem soojusejuht kui puu. Ta jahtub selle tõttu välise külma mõjul küllalt ruttu. Paksu külma kivimüüri soojendamiseks läheb palju soojust tarvis. Ruumis asuv õhk ei suuda seda nii pea soojendada; liiati on õhk halb soojusejuht.



65. joonis. Kivisepad tööl.

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 haiguseidude säilimiseks, 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 suuremaist 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. Vesi, külm ja soojus käsikäes on suurimaid lõhkujaid eluta looduses. Nendele ei suuda vastu panna ka raudkivi. Eks vaatle saunakerise kive. Nad on ju ka raudkivid, kuid purunevad palju kiiremini kui need, mis väljas põllul seisavad. See johtub sellest, et kerisekividel tuleb läbi elada suuremaid ja äkilisemaid temperatuuri kõikumisi kui kividel vabas looduses. Mis põhjusel?

Graniit koostub kolmest erisugusest osast. Neil on lahkuminevad omadused: nende paisumine soojuse toimel pole ühesugune, samuti siis ka kokkutõmbumine jahutamisel. Sagedate kuumutuste ja jahutuste tagajärjel tekivad kivis väikesed praod, mis aja jooksul suurenevad. Kivi m u r e n e b. 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, mis paisudes suurendab pragunemist. Nii murenevad suured graniitkaljud aja jooksul. Kuid graniidi murenemine ei lõpe sellega, et tema koostisosad kvarts, põldpagu ja vilgukivi üksteisest lahti pudenevad. Põldpagu ja vilgukivi muutuvad vee toimel põhjalikumalt. Nendest tekib **sau.** Kvarts on vastupidavam ja tema terakesed ei muutu 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 seal 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 jääliustik, kui Põhja-Euroopas valitses jääaeg. Hiljemini muutus meie kliima soojemaks, jää sulas ja kivid jäid juhuslikult sinna-tänna. Sellelt seisukohalt on arusaadav, miks neid kive ka r ä n d k i v i d e k s nimetatakse. Rahvas arvab, et ka Kalevipoeg siin kaasa on aidanud.

Kalevide kallim poega . . . .
Mängis kurni murudela . . . .

Kurnid lendsid kaugeele,
Puistasivad pilla-palla
Mööda metsi, mägesida,
Mööda laia lagedaida —
Mõned lang'sid laenetesse.
Need'ap Kalevide kurnid.

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

(Kalevipoeg, II, 673.)

22. Liiv.

1. Meie lapsepõlve ilusamaid mälestusi 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 endasse 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 välimises 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 j õ h v t o r u k s ehk kapillaartoruks, ka lihtsalt k a-

pillaariks*). Vedeliku tõusu peenikestes torudes nimetatakse selle järgi 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 vähele jäävad kitsad käigud, mis endasse vett imevad. Samasugune nähtus on ka kuivatuspaberiga. Vanasti tarvitati koguni liiva tindi kuivatamiseks kirjutamise juures. Võrdle seda kuivatuspaberi ja liiva toimet.

Hoolimata sellest, et liiv vett endasse imeb, pole vee 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 nad ka takistada liivakihist vee läbitungimist.

Katsu selles veenduda: aseta lehtrisse 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 teistest kiiremini.

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 koostub ju kvartsi- ehk ränikiviterakestest. Tuleta meelde, kuidas tekib liiv graniidi murenemisel. Ka s a u tekib sellest. Missugusest osast? Ta on aga liivast palju peenem. Vesi uhab ta kergemalt ära. Liivaosakesed kui raskemad jäävad järele.

Milline 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.

---

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

3. Liiva leidub meil peaaegu igalpool. Eriti palju on liiva merede, järvede kallastel ja põhjas. Lainetav meri ja järv uhab kallast. Savi ja teised kergemad osised jäävad vette hõljuma, lähevad laiali meres või järves ja sadestuvad vaikse ilmaga aeglaselt põhja. Jämedam liiv ja kivid jäävad aga kaldale, kuna lainetav vesi peenema liiva endaga ühes viib, teda edasi-tagasi hõljutab. Kuid palju rohkem liiva toovad meredesse ja järvedesse jõed, mis neisse 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 kanna liiva edasi, vaid seda võib teha ka tuul. Ent üksnes siis, kui liiv on kuiv ja küllalt peenike — t u i s k l i i v. Tuleta meelde l u i t e i d mere kaldal. Kuidas nad tekivad? Kuidas nende liikumisele piiri panna?

4. Liiv on hädatarvilik ehitusaine. Koos lubjaga tarvitatakse 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. Need on aja kestes ära hõõrdunud. Suurem osa neist on munakad. Harilikult loetakse kruusaks sääraste kivikeste 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. Jää sulamisel kuhjusid nad kohati ja jäid kruusakünkaina maha. Kruusakünkaid leidub meil Lõuna-Eestis.

Kruusa kasutatakse teede sillutamiseks ja hoonete ehitamisel koos lubja ning tsemendiga.

23. Liivakivi.



66. joonis. Liivakivi.

1. Suurendamisklaasi läbi liivakivi vaadeldes, näeme selgesti tema teralist ehitust. Ta koostub liivaterakestest. Kuid üksikud liivaterakesed ei seisa kuivalt koos. Liivakivi sisaldab 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. Tuleta meelde, kus oled sa liivakivi näinud. Milline oli tema värvus? Põhja-Eestis leiame peamiselt **hallikat** liivakivi, Lõuna-Eestis aga **punakat.**

2. Liivakivi e h i t u s on kihiline. Hallikas liivakivi sisaldab mitmesuguseid mereloomakeste kivistisi. Sellest võib järeldada, et see liivakivi on olnud kunagi mere põhjaks. Jõed kannavad peenikest liiva, savi ja ka paat merre, kus need sadestuvad. Et vesi alatasa uut ainest juurde toob, siis kasvab selle kiht ikka paksemaks ja paksemaks. Pealmised kihid rõhuvad alumisi ja sete tiheneb pikapeale kõvaks liivakiviks. — Ka punakas liivakivis võib leida veeloomakeste kivistisi, ehk küll mitte nii rikkalikult kui hallikas liivakivis. Sellest võime järeldada, et ka selle liivakivi tekkimisel on vesi kaasa aidanud. Kuidas seletada settekivide kihilist ehitust? Kuidas võiksid aastaaegade muutused kihituse tekkimisele kaasa aidata? Tuleta meelde, millest on tingitud männi või kuuse aastaringid.

3. Liivakivi tarvitatakse käiade, tahkude ja luiskude valmistamiseks. Eriti kõva liivakivi, mida mägedes, nagu

Alpides ja mujal, leidub, tarvitatakse ehituskivina. Liivakivi vastupidavus rõhumisele on 100—200 kg/cm^2. Erilist liivakiviliiki, mida Saksamaal Vogeesides leidub ja mille sideaineks on isesugune räniaine, tarvitatakse ka veskikivideks.

24. Savi.

1. Tüütav on liikuda savisel maal vihmaga. Vesi imbub tasse, teeb ta pehmeks ja sitkeks. Veega küllastunud savi ei lase vett läbi — kõikjale tekivad veelombikesed. Käimine on raske ja vaevaline: jalad kleepuvad märga ja sitkesse savvi. Ka vihma möödudes ei parane see nii pea. 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. 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 pole leitud. 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 mitmesugustest kõrvalaineist.

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 isesugust 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 endasse võtab. — Mis põhjusel praguneb savine maa kuivamisel?

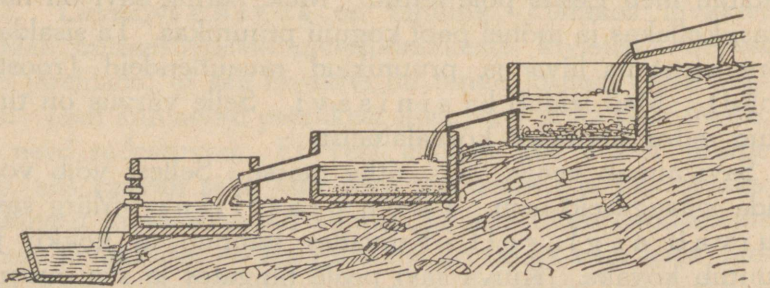
3. Savi tarvitatakse sideainena pliitide, ahjude ja eriti savikivi-ehitiste juures. Mõnel pool tarvitatakse teda ka

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-kiltkivi.** Meie kodumaa põhjarannikul võib leida paekivi kõrval kivi, mis koostub savist. See on s a v i k i l t k i v i. Tema küljest võib noa abil kilde lahti murda. 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 muutunud väga tihedaks kiviks. Tuleta meelde liivakivi tekkimist. Savi-kiltkivi erineb liivakivist selle poolest, et tema kivistumiseks pole tarvis mingit eri list sideainet. Ühine on neil mõlemail aga tekkimislaad: mõlemad on **settekivimid.**

25. Savitooted.

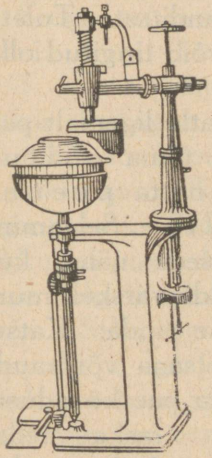
1. Tähtsamaid savitooteid, mida meil valmistatakse, on s a v i n õ u d ja t e l l i s k i v i. Paremate **savinõude** valmistamiseks on tarvis ühtlast ja võimalikult puhast savi. Harilik savi sisaldab enam-vähem liiva ja tihti natuke kruusa. Neid on kerge



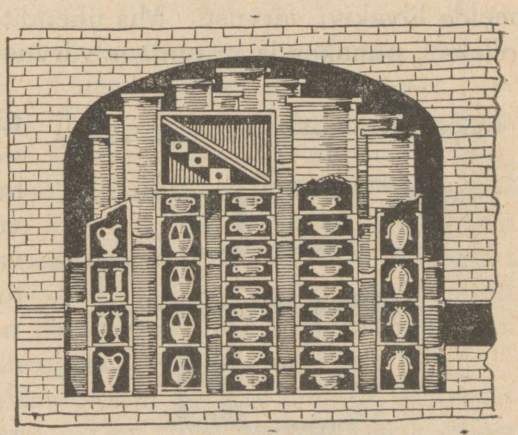
67. joonis. Savi uhetamine.

eraldada veega uhetamise 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 -tainas. Selleks lisatakse savile peale vee veel mõningaid aineid, mis savi kokkutõm-

bumist kuivatamisel ja põletamisel vähendavad. Selleks tarvitatakse hästi ühtlast ja peent liiva või peeneksjahvatatud põletatud savi (portselannõude valmistamisel ka peenestatud põldpagu). Tähtis on, et savitaigen oleks ühtlane. Selleks tuleb ta hästi läbi sõtkuda. See pole kerge töö. Erilised sõtkumismasinad on seks olemas. Kui savitainas 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 imbub tasse, ja nõrga põletamise puhul tundub veega täidetud nõu väljastpoolt koguni niiske. Et nõu täiesti veekindlaks teha, kaetakse ta v a a b a ehk g l a s u u r i g a. Selleks tarvitatakse sääraseid aineid, mis põletamisahju kuumuse juures sulavad ja seejuures sa-



68. joonis. Pottsepa keder.



69. joonis. Portselannõude põletamiseahi.

vist nõu seinu hästi tiheda vaabakihiga katavad, nõu urbsesse seina tungides. Lihtsamate savinõude vaapamiseks ehk glasuurimiseks tarvitatakse k e e d u s o o l a. Selle toimel klaasistub nõu pind ahju kuumusel. Portselanesemete glasuurimiseks on tarvitusel peamiselt peenestatud põldpaost valmistatud segu veega. See annab ilusa valge vaaba.

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

Maapinnast väljakaevatud savi pole hea kohe tarvitada. Ta muutub märjalt seistes paremaks ja läheb seejuures plastilisemaks. Seda seletatakse tema osakeste peenestumisega. Tuleta meelde graniidi murenemist. Telliskivi valmistamine toimub

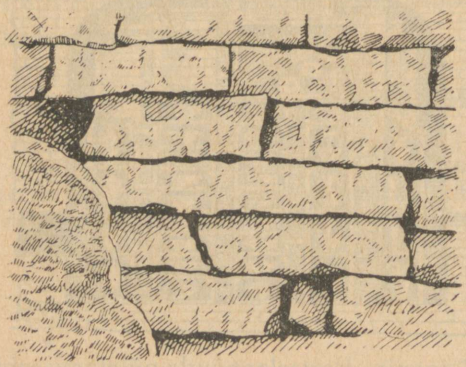
peajoontes samuti nagu savinõude valmistamine: vormitakse, kuivatatakse ja põletatakse. Tema vastupidavus rõhumisele on 100—150 kg/cm².

Savitoodete valmistamist tunti juba vanal ajal. Seda tõestavad paljud esemed, mis egiptuse, rooma ja hiina muinasteadusliku 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.

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?



70. joonis. Värskelt murtud paas.

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

2. Paas erineb teistest kividest oma suhtumiselt happeisse ja kuumutamisse.

1. Tilguta paele lahjendatud soolhapet või äädikhapet. Mida märkad?

Kogu happe toimel paest eraldunud gaasi. Katse korralda, nagu näha 53. joonisel. Gaasi võid koguda lahtisse nõusse, sest ta on õhust raskem. Vaata, kas ta toetab põlemist? Mida järeldad neist vaatlusist?

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

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 temale 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. Seepärast kutsutakse teda ka lubjakiviks.

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 järelikult 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 hulgale 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 mõnikord 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 tar-

vitavad veeloomakesed oma kestade ehitamiseks. Osa aga langeb põhja. Sinna langevad ka mereloomakeste kestad. See kõik toimub aastast aastasse. Settekiht kasvab järjest ja kõvastub paekihiks. Maa sügaviku jõudude tegevusel võib mere põhi kerkida ja meile pae kättesaadavaks teha.

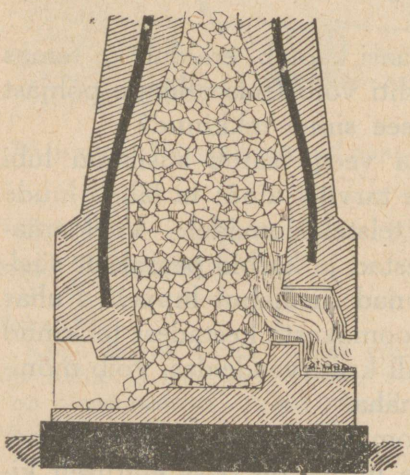
Ka **marmor** on süsihapu lubi. Tema on kõrges temperatuuris ja suure rõhu all paremini kristalliseerunud kui paas.

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

Eriti otsitud on mitmesuguste ilustiste, ausammaste, mälestuskujude, ristide tarvis m a r m o r. Selleks otstarbeks kasutatakse meil Vasalemma ja Saaremaa „marmorit".

27. Lubi.

1. Lubja saamiseks tarvitatakse puhtamat paat — l u b j a k i v i. Selle põletamine lubjaks toimub lubjapõletamisahjudes. Lihtsamad neist on välimiselt tömbi koonuse kujulised. Ahju täidetakse paega pealt, köetakse aga alt. Kõrge kuumuse mõjul (950—1000°C.) eraldub lubjakivist süsihapu gaas ja jääb järele l u b i.



71. joonis. Lubjapõletamisahi.

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

Süsihapu lubi = lubi + süsihapu gaas.

Lubi tekib ka metalli — kaltsiumi — ja hapniku ühinemissaadusena. Hapniku ühendeid kutsutakse h a p e n d i t e k s ehk o k s ü ü d i d e k s. Nii siis on lubi k a l t s i u m h a p e n d ehk k a l t s i u m o k s ü ü d.

2. Lubjapõletamisahjust saadud lubi pole kõlvuline otsekoheseks tarvitamiseks

ehitustöödel. Lupja tuleb enne kustutada. Selleks lisandatakse talle vett.

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

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

3. Aseta märga kustutatud lupja paberisse ja riidesse (linane või puuvillriie). Jäta mõneks päevaks seisma ja vaatle siis paberit ja riiet. Nad on rabedaks 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 järgi) liiva

või kruusa. Et parajat segu saada, lisandatakse veel vett. Sel viisil saame **müürilubja** ehk **krohvi.**

Kivide sidumiseks pannakse müürilupja 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 toimub selle vee eraldumisega, mille lubi kustutamisel endaga ühendas.

Lubi + vesi	+	süsihapu gaas	=	lubi + süsihapu gaas	+	vesi
kustutatud lubi				süsihapu lubi		

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

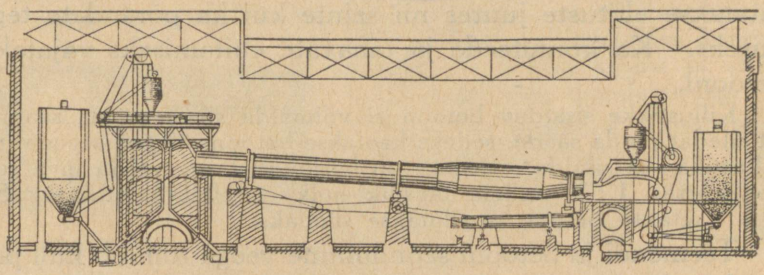
Lubi, mida tarvitatakse ehituste juures, peab hästi kustutatud olema: vähemalt kaks nädalat enne tarvitamist, — muidu võiksid mõned väikesed lubjatükikesed jääda kustutamata. Nende kustumine toimuks müüris. See on aga müürile hädaohtlik. Lubjatükike paisub kustutamisel. See võib esile kutsuda koguni osalist müüri või krohvi purunemist. Ka vett pole müürilubjas küllalt, et tekkinud kustutatud lupja 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 tarvis, et kivid tolmust vabad oleksid ja küllaldaselt niisked. Parem on seepärast seinu enne krohvimist märja harjaga üle tõmmata.

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

28. Tsement.

1. Tähtsamate ehitusainete hulka kuulub t s e m e n t. Teda valmistatakse jahvatatud lubjakivi (3 osa) ja savi (1 osa) segu põletamisel ligikaudu 1400° C. kuumuses.



72. 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 põlevkivitolmu ühes põlemiseks tarviliku 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^2-l on 4900 augukest.

Tsement on h a l l i k a s, tihti r o h e k a s - h a l l 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 tsementi ühe osa veega tainasarnaseks seguks. Määra kindlaks aeg, mille järele sukavarras või peenike nael (läbilõik 1 mm^2) 300 g raskuse all tasse enam ei suuda tungida. Seda aega nimetatakse tsemendi s e o n d u m i s a j a k s.

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

2. Tsement on tähtsamaid sideaineid ehituskivide ühendamisel. Teda tarvitatakse koos liivaga. Tuleta meelde, kui palju liiva lisandatakse lubjale, et müürilupja 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 kivikillustikku. Veega segatult muutub see kõvaks massiks, mida **betooniks** nimetatakse. Betooni tarvitatakse ehituste juures nii seinte 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 lisandatakse. 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 sagedasti niisutada veega.

Betooni vastupidavus rõhumisele on 150—300 kg/cm^2. 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.

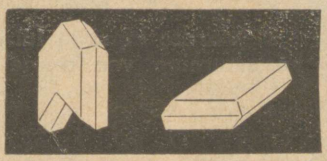
1. Vaatle kipsitükki. Kas ta on kristallilise ehitusega? Võrdle tema kõvadust paega. Katsu teda küünega kriimustada.

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

Ilusat läbipaistvate kristallidega kipsi liiki kutsutakse **maarjaklaasiks,** teralist kipsi **alabastriks** ja kiulist liiki — **kiudkipsiks.**

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

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



73. joonis. Kipsi kristallid.

Lisanda kipsitaina valmistamiseks määratud veele pisut liimi. Valmista nüüd sellest kipsitainas ja määra seondumisaeg. Sa näed, et liim pikendab kipsi seondumisaega.

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 k e e t m i s e k s. 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 s u r n u k s p õ l e t a t u d.

Kipsi tublisti kuumutades, nimelt üle 1000° C., saame aga ehituskipsi. See kõvastub küll veega 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 paksune valamisvedel ehituskipsi ja vee segu. Mõne päeva järele tihendatakse seda puust rammiga ja silutakse. Täielik kõvastumine toimub 10—12 päeva järele.

Ehituskipsi vastupidavus rõhumisele on 180—300 kg/cm², hariliku põletatud kipsi oma aga 50—70 kg/cm².

3. Kips sisaldab v ä ä v l i t. Ta on väävelhappe ja lubja ühend. Vees lahustub teda vähe: 1 liitris ligikaudu

2 g. Vee äraauramisel eraldub kips kristallidena. Kipsi leidub vähesel määral looduslikes vetes. Suuremate kipsi sisaldavate veekogude äraauramisel tekivadki kipsilademed.

Taimed tarvitavad kipsi toiduna: nad võtavad sealt väävlit ja ka lupja. 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. Me ei tea täpsalt, kes on ta leiutanud. Ühe muinasjutu järgi olevat see föniiklaste teene. Õnnelik juhus olevat siin kaasa aidanud. Klaasi leiutajad föniiklased 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 föniiklastest 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 l a h u s t u v a k s k l a a s i k s. Tahame meie aga päris klaasi saada, siis tuleb peale liiva ja sooda veel lupja või lubjakivi abiks võtta.

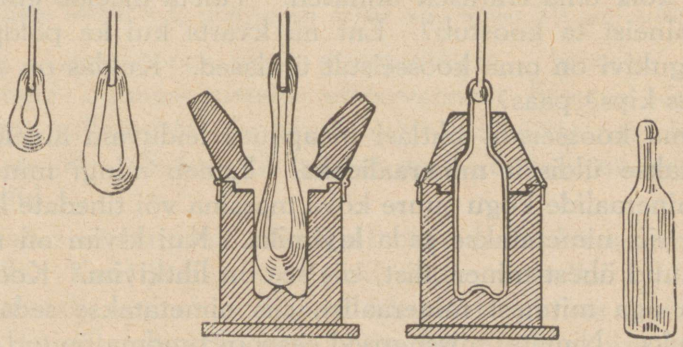
2. Klaasi valmistamiseks kuumutatakse liiva, peenestatud lubjakivi ja sooda segu sellekohastes klaasisulatamisnõudes. Et see segu klaasi annaks, on vaja väga kõrget temperatuuri. Nagu tsemendigi juures. Tuleta meelde, missugust temperatuuri oli tarvis tsemendi põletamisel. Selle kõrge temperatuuri juures tekib s u l a k l a a s. Sel-

lest võime saada mitmesuguseid klaasasju kas puhumise või pressimise teel.



74. joonis. Klaasitehas.

Pudeli väljapuhumiseks võtab klaasipuhuja pika klaasipiibu otsa tarviliku hulga sula klaasi. Sellest puhutud



75. joonis. Pudeli valmistamine.

kera puhub ta vormis lõplikult pudeliks. Tahetakse aga aknaklaasi saada, siis puhutakse klaaskera silindritaoliseks. See lõigatakse lahti ja silutakse hästi kuumal klaasipliidil aknaklaasiks. Kujult valminud, kuid veel väga kuuma klaas-

toodet 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 p o t a s. Kristallklaasi saamiseks võetakse lubja asemele m e n n i k (seatina ja hapniku ühend).

Värvilise klaasi saamiseks lisandatakse klaasisegule mitmesuguseid metallide hapendeid. Nii annab vähese vaskhapendi lisandamine s i n i s e klaasi, h õ b e h a p e n d i abil saame k o l l a s e klaasi, kuldhapend annab p u n a s e 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 oled tundma õppinud. Nad pole mitte kõik oma ehituselt ühtlased. Tuleta meelde graniiti. Mis aineist ta koostub? 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 **mineraalideks.** 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.** Koostub kivim aga mitmest mineraalist, siis nimetatakse seda **liitkivimiks.** Nimeta, missugused eespool tundma õpitud kivimitest kuuluvad lihtkivimite hulka. Nimeta mingi liitkivim.

2. Looma ja taime me tunneme väliste tunnuste, näiteks k u j u järgi. Mineraale on palju raskem tunda kuju järgi: see on siin palju muutlikum. Seepärast tuleb mineraalide määramisel ka teisi omadusi arvestada. Eespool oleme mitmel korral vaadelnud ainete k õ v a d u s t. Järjesta kõvaduse järgi mineraale: lubjapagu, kips,

kvarts, põldpagu. Samuti oleme tundma õppinud mõningate mineraalide k e e m i l i s t s u h t u m i s t teisisse aineisse ja kuumutamisse. Tuleta meelde, kuidas suhtuvad soolhappesse paas ja põldkivi. Kuidas suhtuvad kuumutamisse paas, põlevkivi ja kips?

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

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

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

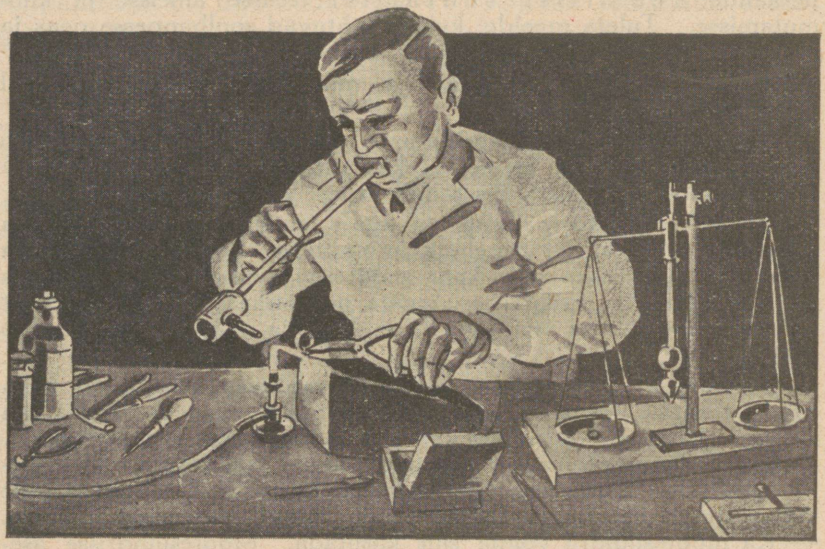
Kui antud aine ei esine sellise korrapärase kehana, et tema ruumala saaks arvutada selle keha mõõteist, siis võib seda teha mingi vedeliku abil. Selleks kaalume teatud hulga uuritavat ainet, asetame selle mõõtenõusse, mis täidetud, näiteks veega. Aine tõrjub sealt oma ruumalale vastava vee hulga välja.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

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

3. Loodus on rikas mineraalidest. Inimene kasutab neid mitmesugusteks otstarveteks. Eespool õppisid tundma mõningaid maapõues leiduvaid kütteaineid ja ehitusmaterjale. Samuti tähtsad on meile metalle andvad mineraalid.

Vabas olekus ehk e h e d a l t leidub looduses väheseid metalle. Kuld ja plaatina kuuluvad nende hulka. Suurem osa metalle esineb looduses ühenduses teiste ainetega, nagu hapniku 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 maakidest 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 äratanud tähelepanu ja omandanud metallide kuninga tiitli.

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 saavutada. Selleks on teisi paremaid vahendeid olemas kui vesi. Kuld



76. joonis. Kulla saamine uhetamise teel.

lahustub elavhõbedas nagu suhkur vees. Kui kuumutada kulda sisaldavat elavhõbedat, siis eraldub elavhõbe auruna, jättes kulla järele.

Hoia kuldasju elavhõbedaga kokkupuutumise 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^3 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 hõbeda 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 toimub samuti vee abil nagu kullagi puhul. Plaatina on väga tulekindel ja püsiv hapete vastu. Seepärast tarvitatakse teda tööndu ses ja keemialaboratooriumides tule- ja happekindlate nõude valmistamiseks.

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

33. Maakidest saadavaid metalle.

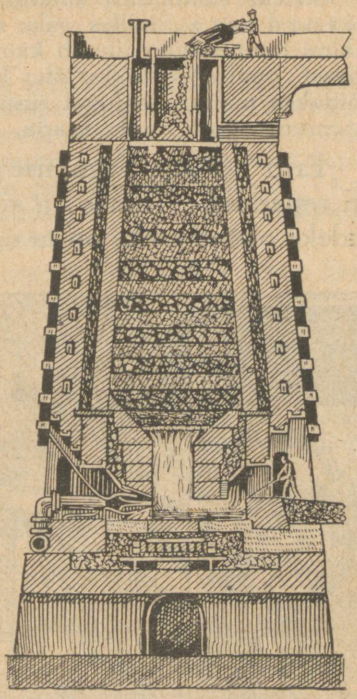
1. **Raud.** Metallidest on raud meile kõige tarvilikum ja tähtsam. Miks me tarvitame teda? Missugused koolitarbed on rauast? Tähtsamaid rauamaake on must, magnetiliste omadustega magnetrauakivi, punane rauakivi, pruunrauakivi ja kollakaspruun raurapagu ehk sideriit.

Rauapagu on oma koosseisult süsihapu 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 magnetrauakivist. Pruunrauakivi on raua, hapniku ja vee ühend. Ta esineb väga laialdaselt. Ka meil võib leida sesse liiki kuuluvat soomaaki turbarabades, soodes ja järvedes.

Et rauamaakidest rauda saada, seks 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 seks lõõtsad abiks. Ka kõrgahjudel on tugevad lõõtsad ehk õhupumbad. Nende abil saadakse suure kuumusega koksituli. Siis laotakse kõrgahju kihiti kord maaki, kord koksi. Maagile lisandatakse veel lubjakivi ja liiva. Need sulavad ja kergendavad seega metalli eraldumist maagist.



77. joonis. Kõrgahi.

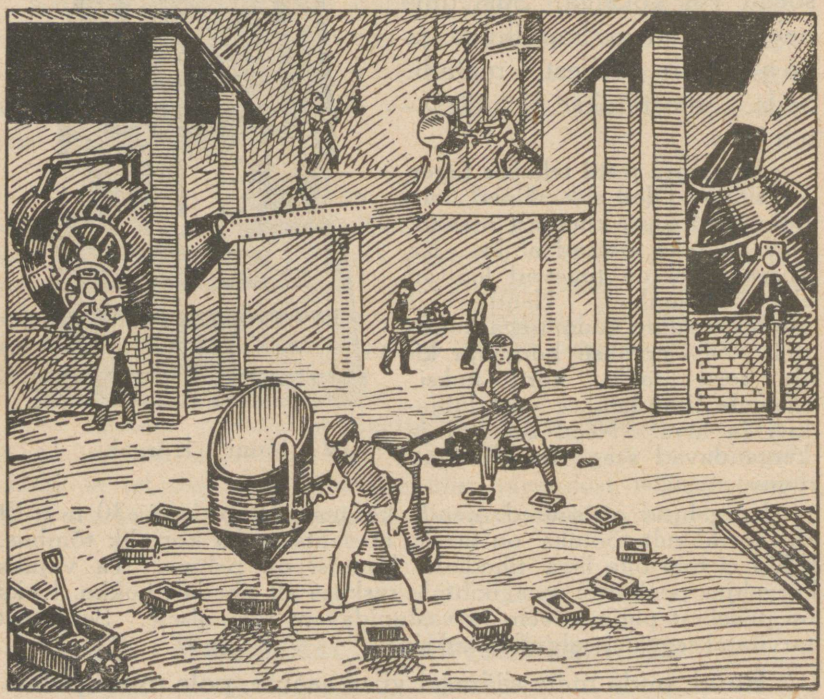
Kõrgahjud on suured: nende kõrgus ulatub kuni 30 m. Et ahi korralikult töötaks, on tarvis, et valitseks ka korralik tõmbus. Kihid ei tohi olla liiga tihedad. Puusüsi on pehme. Ta vajuks kõrgahjus pealmiste maagikihtide raskuse all tihedalt kokku. Koks on puusöest palju kõvem ja vastupidavam rõhumisele. 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 tast padasid, keedupotte, ahjuuksi, torusid ja muid asju. Seejuures tarvitatakse liiva ja savi segust tehtud vorme.

Malmi rabedus on tingitud tema süsinikuhulgast. Kui seda vähendada, siis võime saada taotava rauа.

Selleks sulatatakse malm, asetatakse suurtesse Bessemeri pirnidesse, milles sula malmist õhku läbi juhitakse. Sula malmi temperatuur ületab kaugelt söe süttimistemperatuuri ja seepärast, puutudes kokku õhu hapnikuga, põleb süsi ära. Sel teel võidakse malmis leiduvat süsinikku soovitava määrani vähendada ja mitmesugust rauda saada.

Eriti kohane tagumise teel raudasjade valmistamiseks on **separaud.** Temas on süsinikku kõigest kuni 0,6%. Paljudeks otstarveteks on ta aga liiga pehme.



78. joonis. Terase valmistamine ja valamine.

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. Ka pole ta 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 vähendada karastatud terase kõvadust, seks kuumutatakse teda teatud temperatuurini. Mida kõrgema temperatuurini me terast kuumutame, seda pehmemaks ta läheb. Karastatud uurivedru saab tarviliku 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 nagu 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 püsivamat metalli, nagu tsink või tina. Tsinki ja samuti ka tina ei söö rooste läbi. Nende pinnale tekib õhuke rooste- ehk hapendikiht, mis on küllalt tihe, et õhu hapniku juurdepääsu metallile takistada ja seega tema roostetamist seisma panna.

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

2. **Vask.** Tähtsamaid vasemaake on vaseläik, vaserähk ja punane vasemaaak. 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 elektrijuhtmeiks. Niisuta vasetükk või vasktraat äädikaga ja jäta seisma: tekib roheline vase ühend. See on väga mürgine. Seepärast ei tohi happeid sisaldavaid toitaineid

jätta seisma vaskanumaisse; samuti ka suhkrut sisaldavaid toite, sest neist võib seismisel käärimise tagajärjel tekkida happeid. 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. Neist tähtsamad on **valgevask** ja **pronks.** Valgevask on vase ja tsingi suland, pronksis on aga peale vase veel tina ja tsinki. Missuguseid valgevasest asju sa tead? Pronksi tarvitatakse kujude valmistamiseks.

3. **Seatina ja tina.** Seatina (plii) 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 pinnal hapendikihi tekitab.

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

Teda tarvitatakse haavlite, trükitähtede valmistamiseks. Ka veetorude jaoks on teda tarvitatud, sest kareda vee toimel tekib ta pinnale vees lahustumatu ühend. Koos t i n a g a tarvitatakse seatina ka tinutamiseks.

Tina kutsutakse sageli **inglistinaks.** Selle nime ta on saanud sellepärast, et ennemini saadi seda metalli peamiselt Inglismaalt. Tinast valmistatakse peale muu õhukesi lehekesi, **tinapaberit** ehk **stanniooli.** Seda tarvitatakse šokolaadi ja kompvekkide pakkimisel. Tervishoidlikult see kahjulik pole.

Võta lühidalt kokku, milleks tarvitatakse tina.

4. **Mõningaid teisi metalle.** Missuguseid teisi metalle tead sa veel?

Neist on **alumiinium** kergemaid. Tema erikaal on kõigest 2,7. Mida valmistatakse temast? Hapnikuga ühinenult esineb alumiinium looduses väga laialdaselt. Sellisena leidub teda s a v i s, p õ l d p a o s ja v i l g u k i v i s. Hoolimata sellest, et ta annab hapnikuga väga püsiva ühendi, on alumiiniumist asjad küllalt püsivad. Seda võib

samuti seletada nagu tsingi ja tina puhul. Tuleta seda meelde.

Tugevamaid alumiiniumnõude ja -esemete hävitajaid on elavhõbe.

Hõõru lapi abil alumiiniumpleki või traadi peale pisut elavhõbedat ja jäta see seisma. Pane tähele, mis toimub. Elavhõbe ei lase tekkida pinnale tihedat kaitsekihti, õhu hapnik pääseb nüüd kergesti alumiiniumi juurde läbi mittetiheda hapendikihi ja „sööb" alumiiniumi ära.

Seepärast h o i a a l u m i i n i u m i s t e s e m e i d e l a v h õ b e d a e e s t. Ka seebikivi ja kangemate hapete (soolhape, väävelhape) eest tuleb alumiiniumi hoida.

Vastupidavamaid õhule ja niiskusele on **hõbe.** Puhas hõbe on pehme metall. Tema sulandid on palju kõvemad. Seepärast tehakse hõbedast tarbeasju mitte puhtast metallist, vaid sellele lisandatakse vaske. See tõstab tublisti nende vastupidavust. Hõbe on küll püsiv hapniku ja niiskuse vastu, kuid mitte väävli suhtes. Väävel ühineb hõbedaga kergesti mustaks v ä ä v e l h õ b e d a k s. Ka munarebus on olemas väävlit säärasel kujul, mis hõbedaga võib ühineda. Seepärast lähevad hõbedast esemed munarebuga kokku puutudes pea pruunikaks või koguni mustaks.

Hariliku temperatuuri juures ainus vedel metall on **elavhõbe.** Mitmed metallid, nagu kuld, hõbe, tina, seatina, lahustuvad temas. Neid lahuseid nimetatakse a m a l g a a m i d e k s. Tina- ja harvemini hõbeamalgaami tarvitatakse ka peegli tegemisel hõbetamiseks. Milleks veel tarvitatakse elavhõbedat? Pea meeles, et **elavhõbeda ühendid on mürgised.**

Inimkeha tegevuseks tarvilikke aineid.

34. Vesi.

1. Kus puudub vesi, seal pole ka elu. Vesi on elava looduse tähtsam eeltingimus. Kuidas esineb vesi looduses? Katsu kujutella looduses toimuvat vee ringkäiku. Vihmana maa peale langenud vesi jookseb osalt jõgedesse, sealt järvedesse ja meredesse. Osa vihmast tungib aga maasse

ikka sügavamale, kuni ta jääb peatuma vettpidavaile kihtidele. Missugused kihid peavad vett kinni? On need kihid kallakud, siis jookseb vesi maa all edasi ja ilmub kuskil allikana maapinnale. Vastasel korral jääb vesi neile kihtidele peatuma, moodustades niiviisi p õ h j a v e e, kust me ta pumpade abil kätte saame.

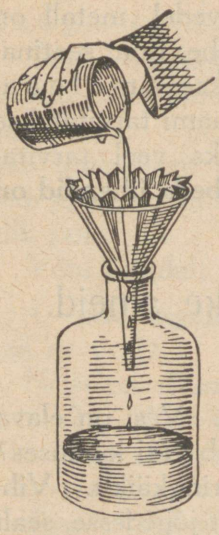
2. **Loodusliku vee omadusi.** Lase mõni tilk kaevuvett puhtal klaasil ära aurata. Mida märkad?

Kas jääb kaevuvesi keetmisel selgeks? Katla seintele tekib pikapeale k a t l a k i v i.

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

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

Puutudes kokku maakihtidega ja õhuga, lahustavad looduslikud veed eneses mitmesuguseid aineid. Osa neist aineist on gaasilised, nagu õhk, süsihapu gaas. Osa on aga tahked ained, mis mullas esinevad. Nende hulka kuuluvad kips ja süsihapu lubi. Tuleta meelde, missugustel tingimustel lahustub vees süsihapu lubi? Kipsist, lubja ja ka magneesiumi ühenditest on tingitud vee k a r e d u s.



79. joonis. Filtrimine.

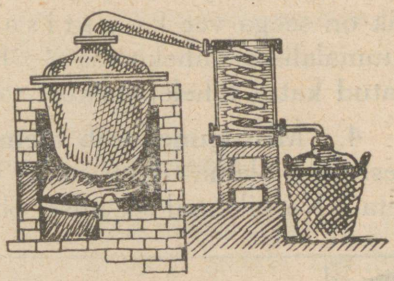
Peale lahustunud ainete võivad vees ette tulla ka lahustumatute ainete peened osakesed, nagu saviosakesed ja ka bakterid.

Nad hõljuvad vees. Lahustumatuist osakesist on võimalik vett vabastada kurnamise ehk filtrimise abil. Seks võib kasutada mitmesuguseid kurnamis- ehk filtrimisseadiseid. Neist harilikemaid on kruusa- ja liiva- või ka söekurn. Vähesel määral võib vett lasta läbi tiheda kurnamis- ehk filtrimispaberi.

Kui tahetakse saada täiesti puhast vett, mis ei sisalda ka lahustatud aineid, eriti sooli, siis tuleb teda d e s t i l l e e r i d a. Destilleerimiskatlas keemisel tekkinud aur

läheb läbi toru, mis on ümbritsetud külma veega. Seal tiheneb veeaur veeks. Niiviisi saadakse d e s t i l l e e r i t u d v e t t.

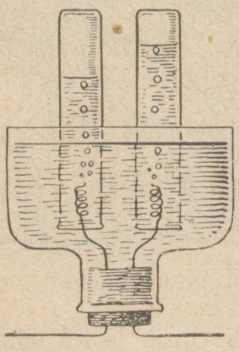
Destilleeritud vesi ei kõlba joomiseks. Ta on tugev lahustaja. Ta imeb meie organismi kudedest vees lahustuvaid aineid. Kudedes leiduvad ained on meie organismile tarvilikud. Nende kõrvaldamine sealt kutsub esile meie keha elutegevuses häireid. Looduslik vesi oma sooladesisaldavuse tõttu sedaviisi ei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



80. joonis. Vee destilleerimine.

3. **Vesi keemilise ühendina.** Kõrges temperatuuris (1000° C.) laguneb vesi kaheks gaasiks: v e s i n i k u k s ja h a p n i k u k s. Kuid lihtsam on vett lagundada elektrivoolu toimel.

Katse korraldus on kujutatud 81. 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 lisandame talle seebikivilahust. Välimised traadi otsad ühendame taskulambi patareiga. Sa näed spiraalelt gaasimulle kerkivat. Ühte klaasi tekib gaasi kaks korda rohkem. See on v e s i n i k. Teine gaas on h a p n i k. Hapniku omadusi me juba teame. Vesinik on gaasidest kõige kergem. Ta põleb, tekitades seejuures veeauru. — Vesiniku ja hapniku segu säärases vahekorras, nagu nad veest eralduvad, nimetatakse **paukgaasiks.** Süütamisel või sädeme toimel ühinevad nad p l a h v a t a d e s veeks. Et saada 1 liiter vett, on tarvis ligikaudu 1860 liitrit paukgaasi. Kui palju on selles hapnikku ja vesinikku?

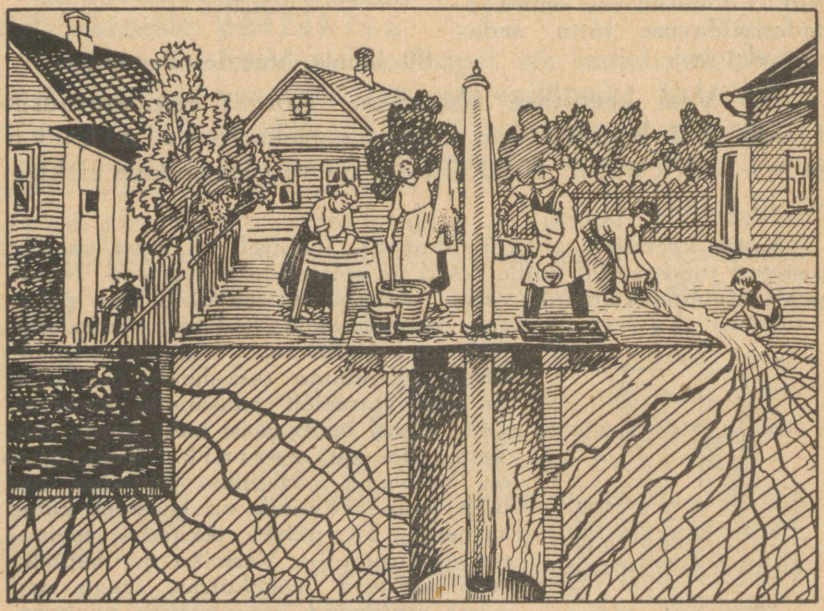


81. joonis. Vee lagundamine elektri toimel.

Paukgaasi plahvatus on tugev. Ta võib purustada klaasnõu, kui ta selles on süüdatud, ja seetõttu õnnetusi tekitada. Seepärast tuleb temaga olla väga ettevaatlik. Plahvatuskatset võib teha temaga täidetud seebimullikestega. Seks 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.

Nii on katsete varal kindlaks tehtud, et vesi on vesiniku ja hapniku ühend. Vesinik ja hapnik on seega vee koostisained. Veeks ühinevad nad ruumalalises vahekorras 2 : 1. Missugusest eespoolkirjeldatud katse tähelepanekust võib seda järeldada?

4. **Missugune peab olema hea joogivesi.** Hea joogivesi peab olema täiesti selge, värvuseta ja ilma erilise maitseta. Ka pikemal seismisel õhu käes ei tohi ta märgatavalt



82. joonis. Tervishoiuliselt halvasti asetatud kaev.

muutuda. Ta peab sisaldama lahustatuna õhku ja ka süsihaput gaasi, mis hästi mõjub meie mao tegevusse. Vee temperatuur olgu 12—15°C. Kui ta on külmem, siis teeb ta paha meie maole, on ta aga soojem, siis pole tal tarviliselt värskendavat mõju. Vesi ei tohi olla liiga pehme; ta peab teataval määral sisaldama sooli, nende hulgas lubjaühendeid, kui ühte meie tähtsamaist ehitusmaterjalest luude jaoks. Eriti tuleb hoida, et vette ei satuks haigusitekitavaid pisikuid. Seda on väga karta, kui kaevu vesi

ulatub pinna lähedale. Kergesti võivad siis kaevu sattuda pinnase imbunud roiskveed ja nende kaudu ka mitmesugused haiguseidud. Keetmata vee joomine toob endaga sel korral kaasa paratamatult haigestumise.

35. Tähtsamaid toiteaineid.

1. Toitu vajab inimene oma keha ehitamiseks ja alal hoidmiseks. Toidust me saame ka oma kehale tarviliku soojuse ja samuti töötamiseks jõu.

Ainsaks toiduks inimeslapsele tema esimestel kuudel on **piim.** Seepärast peab see endas sisaldama kõiki meile tarvilisi aineid. Vaatleme neid ligemalt. Vett sisaldab piim ligikaudu 87%. Piima seista lastes näeme, et tema peale koguneb k o o r. Koorest me valmistame v õ i d. V õ i o n p i i m a r a s v. See vees ei lahustu. Ka piimas ei esine ta lahustunult. Ta esineb seal väikeste piiskadena. Need ujuvad piima peale, kui seda seista lasta. Kergemini ja täielikumalt võib seda eraldada koorelahutaja abil. Kloppides koort lähevad piimarasva piisakesed kokku. Sellest tekibki **või.**

Kõik rasvad lahustuvad bensiinis. Ka või lahustub selles. Seepärast tarvitatakse bensiini rasvaplekkide 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 k a l g a s t u b ta ja muutub vees lahustumatuks. See on iseloomustav albumiinidele.

Lisa kooritud ja nõrgalt soojendatud piimale pisut soolhapet (või äädikat). Piim läheb kokku, tekib valge sade. See valge sade koostub peamiselt valkainest — **kaseiinist.** (Ka albumiin sadestub soolhappe toimel.) Kaseiini nimetatakse ka veel j u u s t a i n e k s, sest temast tehakse juustu. Kaseiin on ka k o h u p i i m a peaaine.

Peale hapete eraldab piimast kaseiini ka vasika l i b e s o o l e leotis.

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

Piimasuhkur läheb kergesti käärima. Seda teostavad peamiselt piimhappe bakterid, mis piimasse võivad sattuda õhust, loomasöödalt, udarailt. Nende pisikute toimel muutub piimasuhkur *piimhappeks* ja ühes sellega rõõsk piim hapupiimaks. Mis kutsub esile piima paksuksminemise 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 nad satuvad 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.

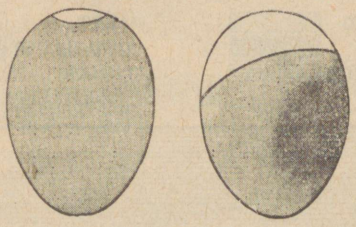
6. Kokkuvõttes võime öelda, et piima järgi otsustades on meie kehale tarvis järgmisi toiteaineid: *valke*, *rasva*, *süsivesikuid*, *sooli*, *vett* ja *vitamiine*.

Piima keskmine koosseis on:

	Vett	Rasva	Valke	Suhkrut	Sooli
Inimespiim	87,8	3,5	2,0	6,4	0,3
Lehmapiim	87,6	3,7	3,4	4,6	0,7

7. Ka linnumunas on olemas kõik toiteained, et tast võiks areneda linnupoeg. Tuleta meelde **kanamuna.** Teda ümbritseb kõva munakoor. See koostub peamiselt süsihapust lubjast. Sees näeme kahte osa: munavalge ja rebu.

Munavalges on ligikaudu 86% vett, milles lahustunult leidub 13% albumiini ja 1% sooli. Ka muna albumiin kalgastub nii kuumuse kui ka soolhappe toimel. Munarebu sisaldab 54% vett, 15,4% valku — vitelliini, 28,8% rasva ja 1,7% sooli.



83. joonis. Värske ja rikkiläinud muna.

Peale nende ainete on munarebus veel vitamiine. Värsket muna vastu tuld vaadeldes ei tohi tas leiduda tumedaid kohti, ta peab heledana paistma. Munakoor 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 (paraffiin, vesiklaas) või jälle käsitella teda ainetega, mis hävitavalt mõjuvad pisikuisse (lubjavesi, keedusool, boorhape).

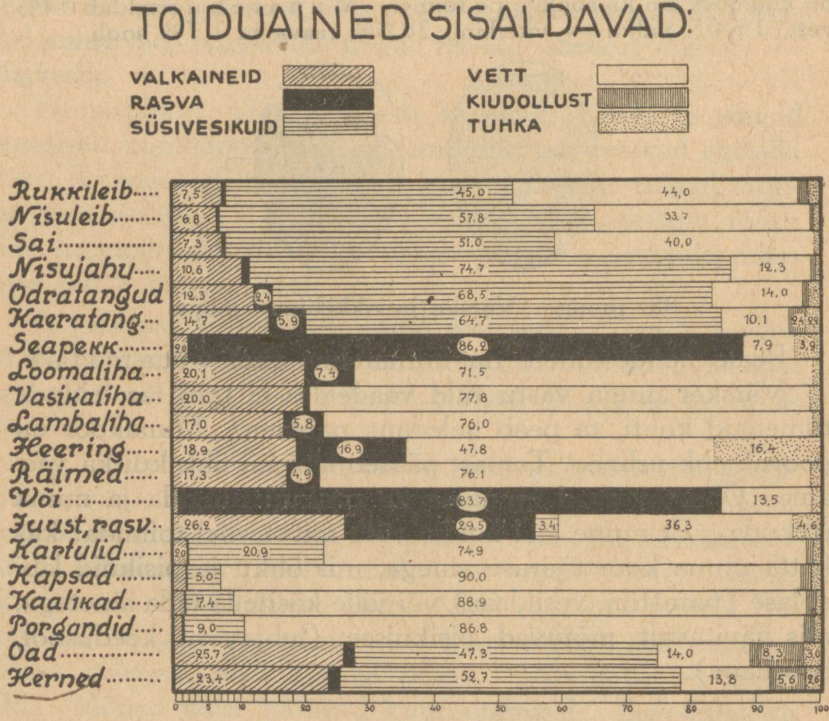
36. Kust me saame tarvilisi toiteaineid.

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 vajab 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 vajavad ligikaudu 0,3 sellest, 5 kuni 9 aastani — 0,5, vanemad — 0,7 kuni 0,8. Rasva hulk võib vähe-

neda 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 saada endale tarvilist hulka toiteaineid. Sa näed, kui palju vett ühes sellega me oleksime sunnitud sisse võtma, kui ainult piimtoidul püsiksime. Palju otstarbekohasem on valida toiduks sääraseid aineid, kus meile tarvilisi toiteaineid leiduks rikkalikumalt.

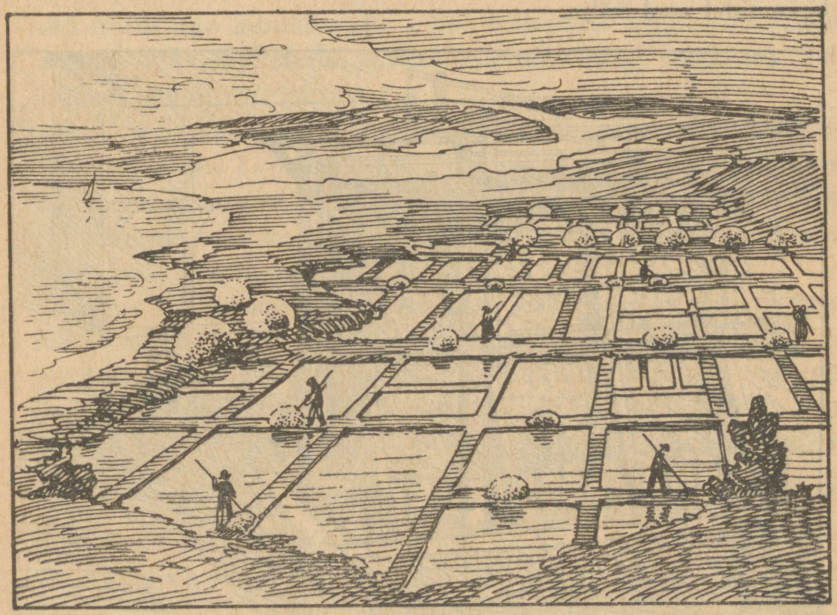


2. Valkuderikkad on looma- ja kalaliha, samuti ka juust ja kanamuna. Kuid ka taimeriigi saadustes leidub valke. Tuleta meelde hernest, rukist ja kuuseriisikat. Rasva me saame rikkalikult loomariigi saadustest, nagu liha ja või.

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

3. Kust saame v i t a m i i n e ? Tuleta meelde, mida õppisid sa sellest piima juures. Muudest toitudest sisaldavad vitamiine suvine keetmata koore või ja kalarasv. Ka jämedas leivas on vitamiine, peenleivas nad aga puuduvad.

4. Meie kehal on tarve ka s o o l a d e järgi. Neid pole toitudes alati tarvilisel määral. Seepärast me lisandame toidule **keedusoola.**



84. joonis. Keedusoola saamine mereveest.

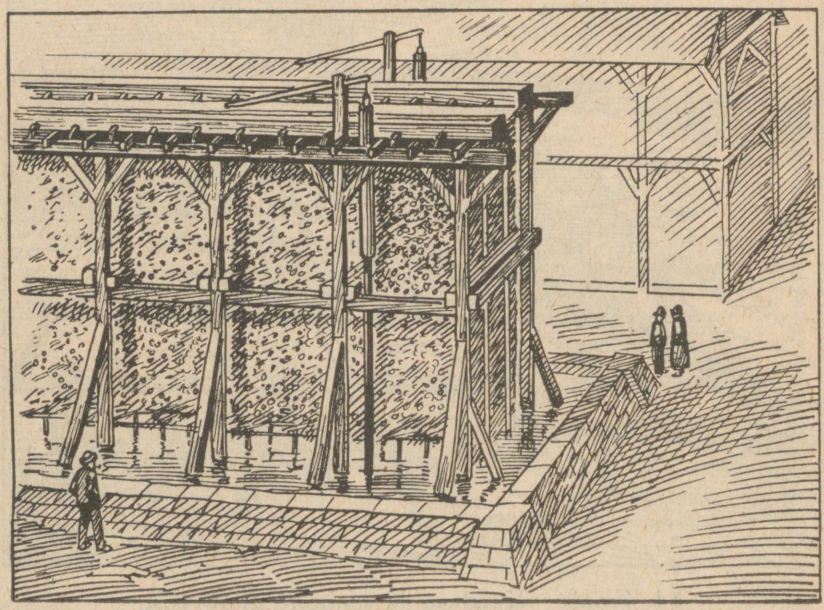
Keedusool on oma ehituselt kristalne. Vaatle teda ligemalt. Pane tähele, milline kuju on tema kristallidel. Harilikul temperatuuril lahustub teda 1 liitris vees ligikaudu 360 g, keevas vees aga 390 g. Need on antud temperatuuri tingimustel keedusoola k ü l l a s t a t u d l a h u s e d. Kui soola küllastatud lahust lahtiselt seista lasta, siis aurab sellest vesi aeglaselt ära. Käsikäes sellega toimub soolakristallide eraldumine.

Keedusoola leidub paljudes looduslikes vetes.

Keedusoola leidub merevees keskmiselt 2,7%. Sealt võib teda kätte saada, kui vesi lasta ära aurata. Seda tehaksegi Vahe-

mere kaldail. Seal on seks küllalt pikk kuum ja kuiv suvi. Merevesi juhitakse soolaaedadesse sellekohastesse madalaisse tiikidesse, kus vesi pikkamööda ära aurab ja sool kristallidena eraldub.

Paljudes kohtades (Saksamaal, Prantsusmaal) leidub **soola-allikaid.** Need on sageli keedusoolarikkamad kui merevesi. Et neist soola kätte saada, lastakse soolakojas soola-allika vett mööda hagusid alla niriseda. Seejuures aurab osa vett ära. Seda korduvalt tehes, võib soolasisaldavust soola-allika vees tõsta 18—25%. Sel teel saadud soolalahustest keedetakse soolapannidel sool välja.



85. joonis. Keedusoola saamine soola-allikaist.

Rikkalikult on soola mõnedes järvedes, nagu Surnumeres (22%).

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 mõjub takistavalt ka pisikute ja mitmesuguste seenekeste kasvamisse. Ta võtab neilt tarviliku niiskuse. Seepärast tarvitatakse teda mitmete toiduainete alalhoidmiseks. Missuguseid toiduaineid soolatakse?

37. Seedimisest.

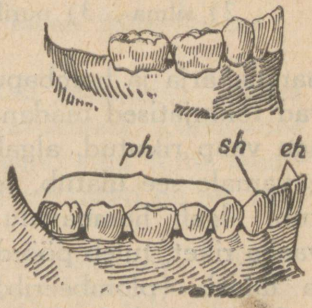
1. Toidu vastuvõtmine toimub suu kaudu. Suust läheb söök läbi s ö ö g i t o r u makku ja sealt edasi sooletorusse. Toitu vajavad aga kõik kehaosad. Et neisse jõuda, peab söödud toit muutuma vedelaks. Enamik toitudest aga ei lahustu vees. Ennekui keha saab neid tarvitada, peavad nad muutuma lahustuvaks. See toitainete ümbertöötamine lahustuvaiks ja kehale vastuvõetavaiks ongi **seedimine;** ta toimub **seedimisorganeis.**

2. **Hammastest.** Seedimine algab juba suus. Peegli abil vaadeldes l i m a n a h a g a kaetud s u u - õ õ n t, näed seal keelt ja hambaid. Vaatle keele liikuvust. Pane tähele, kui kaugele saad keelt suust välja sirutada, missuguseid suuõõne 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 p i i m a h a m m a s t.

P i i m a h a m b a d langevad pärast välja ja nende asemele kasvavad alalised hambad. Hammaste vahetamisel on suur tähtsus. Lapse lõualuu on nii väike, et sesse mahub ainult 20 hammast (86. joonis). Lõualuu kasvades jääksid vahed üksikute hammaste vahel väga suureks, mis takistaks korralikku toidu peenestamist.

Hammas koostub h a m b a l u u s t (*hl*) (dentiinist), milles on õ õ s (*ô*), kuhu ulatuvad hammast toitvad veresooned ja hambaerk. Hamba **kroon** (*kr*) on kaetud h a m b a - v a a b a g a *(v)*, **juur** *(j)* h a m b a - t s e m e n d i g a *(ts)*, mille varal

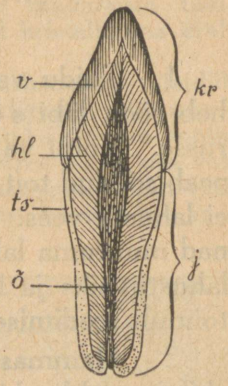


86. joonis. Lapse ja täiskasvanu lõualuu hammastega.

hammas kinnitub lõualuus olevasse avausse (87. joonis).

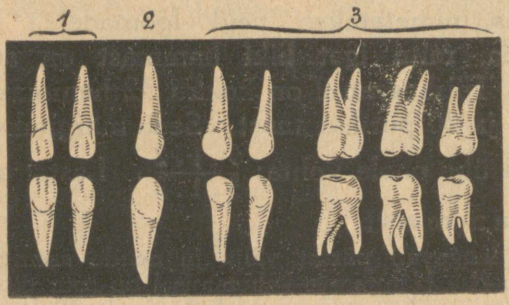
Tuleta meelde taim- kui ka lihatoidu söö-jate hammaste mälumispindu. Pane tähele oma purihambaid. Esimesed kaks on tera-vaservalised, teised laiemate mälumispinda-dega, millel teravad kühmakesed. Nii on inimese hambad kohandatud segatoidu tarvitamiseks (88. joo-nis).

Missuguste hammastega närid sa kõva leivatükki? Kumb lõug liigub? Kuidas? Mitu korda tuleb liigutada suud, kuni leiva-tükk on täiesti läbi mälutud? Missugune ülesanne on lõikhambail? Mälumisel on abiks huuled ja keel. Pane tähele nende tegevust.



87. joonis.
Hamba pikilõik.

Mida peenemaks toit mälutakse, seda kergem on teda seedida. Suured toidutükid jäävad seedimata või see-ditakse halvasti. Peale selle väsitavad nad liiga palju see-dimisorganeid.



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

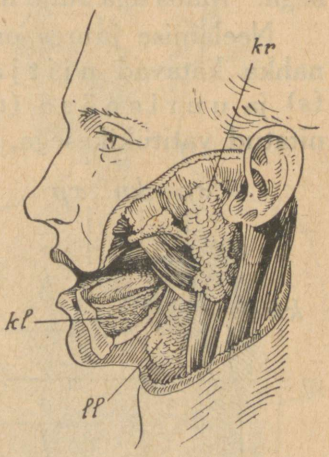
Pärast sööki jääb hammaste vahele toiduosakesi. Neid tuleb eemaldada hambaharja ja hambapulbri või -pasta abil. Muidu hakka-vad toidujätised mädanema ja rikuvad hamba vaapa. On aga vaap rikutud, algab hambaluu lagunemine. Mida sü-gavamale see ulatub, seda tundlikumaks muutub hammas, kuni algab hambavalu. Niipea kui on märgata hamba-vaaba 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 kivimite murenemist). Kuidas võib mõ-

juda hammastesse suhkrujäätise söömine? kuum kartul külma piimaga?

Hoolimata hambavaaba kõvadusest, kulutab juba harilik tarvitamine hambaid inimese vananedes. Veel enam 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 hambaisse. Kuidas võib mõjuda hambaisse pähklikoore katkihammustamine? Mispärast ei tohi hammaste puhastamiseks tarvitada metallasju?

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

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



89. joonis. Süljenäärmed.

3. **Sülje tegevusest.** Mälumise ajal niisutab toitu s ü l g, mida eritavad süljenäärmed. Neid on kolm paari: k õ r v a- (89. joonis — kr), k e e l e- a l u n e (kl) ja l õ u a l u u- a l u n e (ll) süljenääre. Süljega segunedes muutub toit vedelamaks ja libedamaks, mis hõlbustab neelamist. Selles veendud, katsudes neelata kuiva leivatükikest, kuivatades enne suu rätikuga. Peale selle mõjustab sülg toitu seedivalt, muutes osa tast lahustuvaks. Et see tõesti nii on, näitab järgmine katse.

Täida kaks katseklaasi kuni pooleni tärklisekliistriga. Märgi väljastpoolt tärklise kõrgus. Vala kumbagi klaasi natuke vett. Seejärele kogu suus sülge ja lase ühte katseklaasi. Märgi, 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 tärklist?

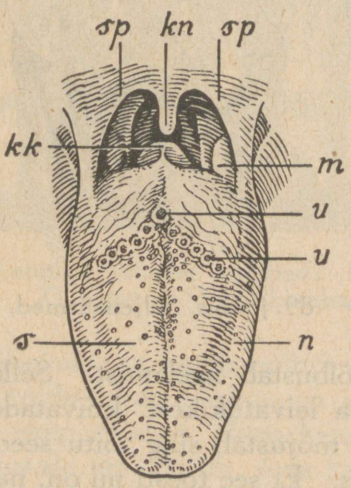
Tükk aega leiba suus närides paned tähele, et ta läheb magusaks.

Süljes sisalduva aine — **ptüaliini** — toimel muutub tärklis suhkruks. Et tärklis ei lahustu vees, nägime eespool. Kuidas on selle poolest lugu suhkruga?

Nüüd teame veel üht põhjust, 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 (90. joonis — *n*), seenjad (*s*) ja uurisnäsa (*u*). Katsetades pulgakese otsa kinnitatud vatitükikesega, mis kastetud suhkruvette, leiad, et niitjad näsad on tundlikud puutumisele, maitset tunnevad aga seenjad ja uurisnäsad. Nende abil on keel valvel, et seedimiselundeisse ei satuks kõlbmatuid ja kahjulikke aineid.



90. joonis. Keel ja kurguavaus. „a". Magades, eriti selili-olekus, nina-õõnde. Hingamine tekitab

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 katab suulaepuri kergesti avause siis norskamist.

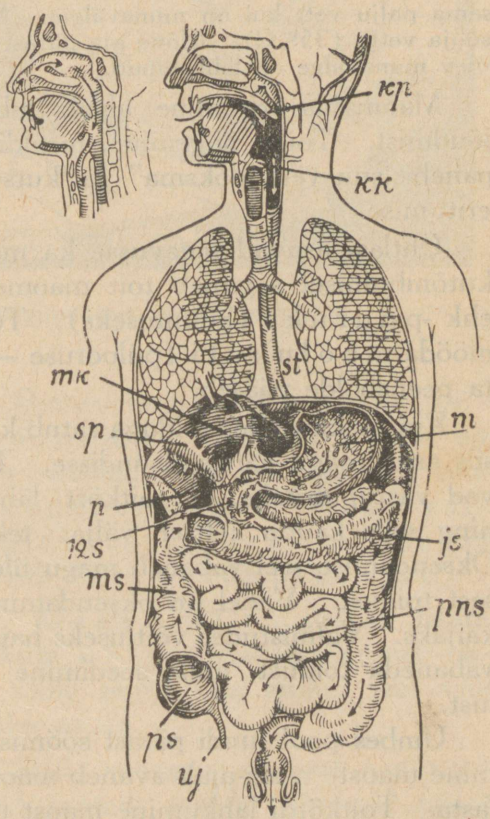
Kahel pool suulaepurje asuvad **kurgunäärmed** (*m*)

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 baktereidsurmava (desinfitseeriva) vedelikuga. Harilikult tarvitatakse boorhappe- (teelusikatäis klaasi vee kohta), vesinikülihapendi- (samuti) või lihtsalt keedusoola- (kaks lusikatäit) lahust.

Neelamise puhul vormib keel mälutud 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 (91. joonis — *kk*). Mõnikord võib toiduraasuke sattuda kõrikaane vahele. Millal? Mis siis toimub?

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



91. joonis. Seedimiselundid.

5. **Mao tegevusest.** Magu asub (91. joonis — *m*) kõhukoopa pahemas pooles **vahelihase** all. Ta seinad koostuvad mitmest lihasekihist. Mao limanahas olevad väikesed näärmekesed eritavad **maomahla.** Maomahl on hapukas läbipaistev vedelik. Ta sisaldab 0,2% ümber soolhapet ja peale muude ainete veel pepsiini. Soolhape mõjub desinfitseerivalt ja soodustab seedimist. Pepsiin muudab soolhappe juuresolekul valkaineid lahustuvaks.

Pepsiini toimet aitab selgitada järgmine katse. Valame kahte katseklaasi veega segatud munavalget alla poole ja ajame tulel keema. Mis toimub klaaside sisuga? Nüüd lisandame ühte klaasi pepsiinilahust. Selle valmistamiseks lahustatakse 100 cm^3 vees 1 g pepsiini ja lisandatakse 2 cm^3 soolhapet. Teise klaasi valame sama palju vett kui on 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 jooksma" ja kutsub esile ka maomahla eritumise.

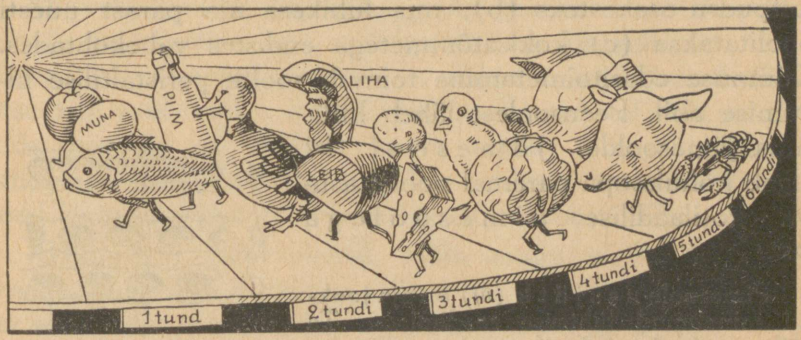
Ühtlasi asuvad tegevusse ka maolihased. Nende kokkutõmbumisel seguneb toit maomahlaga toitkördiks ehk -pudruks (küümuseks). Toitkört surutakse pikkamööda maolukuti (pülooruse — *p*) poole, mille kaudu ta peensoolde pääseb.

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

Umbes pool tundi pärast söömist algab toitkördi lahkumine maost. Aeg-ajalt avaneb maolukuti, et toitkörti välja lasta. Toitkördi lahkumine maost toimub sedamööda, kuidas peensool tühjeneb, oleneb aga ka söögi seedimise ras-

kusest. 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 eesmisse ossa — **kaksteistsõrmikusse** (12-*s*).

6. **Seedimine sooltes.** Sooled kinnituvad k e s k m e t e abil kõhukoopa seinte külge. Inimese sooletoru on kerest umbes 8 korda pikem, koeral ainult 4 korda, lambal aga üle 20 korra. Kõige kiiremini toimub lihatoidu seedimine, rohkem aega võtab segatoit, veel kauemini kulub



92. joonis. Missugune toit seedib kiiremini.

taimtoidu seedimiseks. Peensooles jätkub seedimine k õ h u n ä ä r m e n õ r e ja s a p i abil. Kõhunäärme nõre on tähtsaim seedemahl. Ta sisaldab terve rea seedimist soodustavaid aineid ehk s e e d e f e r m e n t e. N e e d v i i v a d l õ p u l e v a l k a i n e t e ja t ä r k l i s e s e e d i m i s e n i n g a l g a v a d r a s v a l õ h u s t a m i s t.

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

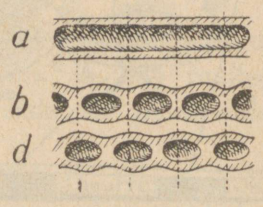
Sappi eritub maksas alati, suuremal määral aga paar tundi pärast söömist, mil enamik toidust jõudnud peensoolde. Sapp koguneb s a p i p õ i d e (*sp*), kust ta läheb

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 toitpudru osakesteks (b), mis lühikese aja pärast uuesti poolitatakse (c) kokkutõmmetega endistes vahekohtades. Küümuse edasitoimetamine toimub soolte peristaltilise liikumise abil. Peensoolest läheb küümus jämesoolde. Jämesool *(js)* algab kõhukoopa paremal poolel asuva kotilaadilise pimesoolega *(ps)*.

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



93. joonis. Peensoole kokkutõmbumine.

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

7. **Imendumine.** Juba maos algab seeditud toitainete imendumine. Enamik neist tungib verre aga peensoole kaudu, mille sisepind on kaetud nisataoliste hattudega (94. joonis). Ühel ruutsentimeetril on kuni 2500 hattu. Hattudes hargnevad vere- ja mahlasooned. Läbi nende seinte imenduvad seeditud toiteained. Rasv läheb mahlasoontesse, kõik teised toiteained aga verre.

Kuidas toimub imendumine, aitab selgitada järgmine katse. Seo lambiklaasi ots kinni loomapõiega. Vala klaasi vasevitrioli-



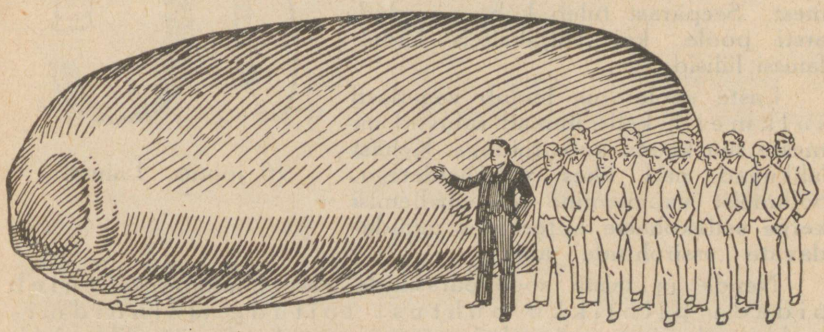
94. joonis. Soolehatt.

lahust ja aseta klaas vette. Vaata järgmisel päeval, mis on sündinud veega. Siit järeldad, et vasevitriolilahus on läbi põie vette tunginud. Nii tungivad ka teised lahused läbi õhukeste orgaaniliste kilede. Säärast nähtust nimetatakse **osmoosiks.**

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 toimub 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, eritades seks palju soolemahla, mis tekitab kõhu lahtioleku.

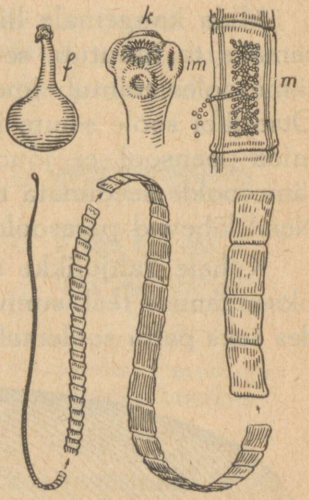


95. joonis. Kui palju tarvitab inimene leiba ja soola eluea kestes.

Oma seedimiselundite ehituselt on inimene segatoidu tarvitaja. Seleta. Küll võib ta elada ka ainult lihatoidust, kuid selle seedimine annab vähe tööd seedimiselundeile, mille tagajärjel nende töövõime aja jooksul väheneb. Samuti saab läbi ainult taimtoiduga. Aga taimtoitu tuleb süüa liiga palju, mis võib mõjuda seedimiselundeid koormavalt. Peale selle suudab organism

loomariigist pärit olevaid toitaineid suuremas ulatuses ära kasutada kui taimtoite, mille seedimiseks inimese sooletoru on liiga lühike. Näiteks kasutatakse liha ja muna valkudest 98%, riisi omadest — 80%, leiva — 70%, seente valkudest ainult 65%.

8. Sooletoru on soodsaks asupaigaks **parasiitidele,** kes elavad inimese arvel. Tuleta meelde, mida õppisid möödunud aastal laiussist. **Laiuss** (96. joonis) kinnitub konksukestega (*k*) või iminappadega (*im*) soole seina külge. Tal pole ei suud ega silmi. Puuduvad koguni seedimiselundid. Neid ei ole tarviski, sest loom elab valmisseeditud toidust, mida vastu võtab kogu keha pinnaga. Laiussi keha koostub lülikestest. Viimastes neist valmib kümneid tuhandeid munakesi. Valminud munakestega täidetud lülikesed lahkuvad koos väljaheidetega inimkehast. Et areneksid laiussid, peavad munad sattuma mõne looma kehasse. (Peale sealihas leiduva laiussi elutseb inimeses veel kala laiuss.) Looma seedimiselundeis arenevad 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 seedimiselundeisse. Siin areneb tast laiuss.



96. joonis. Laiuss.

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

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 müüdadavate „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 enda 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 soovitav söömise juures liiga palju juua. Liigne vee tarvitamine koormab väljaheite-organeid ja lahjendab seedemahlasid.

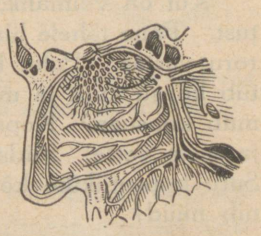
Kahjulikult mõjub söögi ajal lugemine. Veri tungib pähe, seedimisorganeisse jääb teda vähem, ja see muudab seedimise toime aeglaseks. Alkoholsete jookide tarvitamine seedimise edendajaina põhjeneb valearvamisel. Korrates katset pepsiinilahusega, lisandades alkoholi, näed, et munavalge ei lahustu. Seega mõjub alkohol valkude seedimist takistavalt. Peale selle tekitab ta seedimiselundite rikkeid. Nii on enamik maksahaigustest tingitud alkoholsete jookide tarvitamisest, kõnelemata muudest kahjudest. 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 koosseisu.

Hingamine toimub nina kaudu. Nina-õõs ja teda jaotavad voldikujulised kõrkmed on kaetud limanahaga. Siit läbi tungides soojeneb õhk. Õhus on tolmu. Ninast läbi minnes jääb osa tolmukübemeid limanaha külge. Ühes limase eritusega nuuskame nad välja.



97. joonis. Nina-õõs.

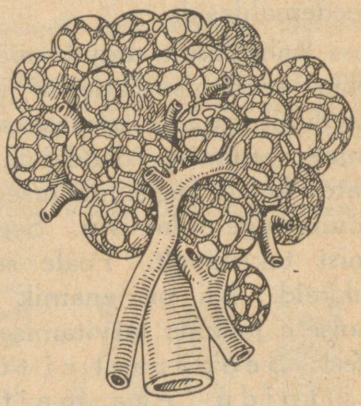
Kas oled tähele pannud, milline on nina eritus metsas puhtas õhus viibimise puhul, milline tolmuses ruumis?

Mispärast tuleb hoiduda suu kaudu sissehingamisest?

Ninast läheb õhk kurgu kaudu hingetorusse. Hingetoru koostub hobuserauakujulisist kõhr-poolrõngaist. Tema ülemine laienenud osa moodustab kõri. Kõri asub eespool söögitoru. Mis takistab neelamise puhul toitu kõrisse sattumast?

Kõri ettepoole ulatuvat osa kutsutakse kõrisõlmeks.

Pane tähele kõrisõlme liigutusi neelamise, kõnelemise puhul.



98. joonis. Kopsu-alveoolid.

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

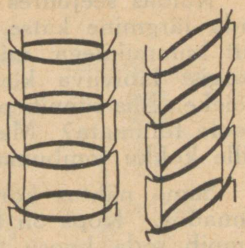
Tähtsamaks hingamiselundiks on kops. Ta asub rinnaõõnes. Kops koostub kahest tiivast: paremast ja pahemast. Et neid õhuga varustada, jaguneb hingetoru kaheks bronhiks. Bronhid harunevad puuoksa laadiliselt paljudeks harudeks, need omakorda harukesteks. Iga haruke lõpeb väikese mullikesega, kopsu-alveooliga (98. joonis).

Kui on võimalik, vaatle mõne looma, näit. vasika kopsu ehitust. Pane tähele hingetoru tagumist külge, mis kehas asub söögitoru vastas. Puhu kops klaastoru abil õhku täis. Kuidas muutub kopsu kuju ja maht? Ava õhule tee väljavooluks. Mis toimub 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 ümbermõõt pärast sügavat sisse-, väljahingamist. Kui kaua suudad olla hingamiseta pärast sügavat sisse-, väljahingamist?

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



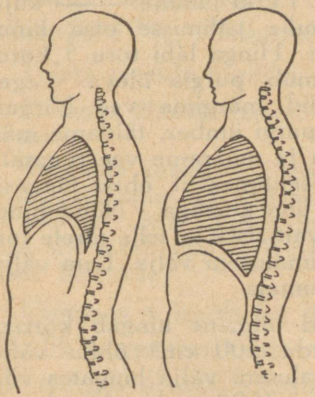
99. joonis. Hingamismehhanism.

Samuti liiguvad hingamise ajal ka r o i d e d (küljeluud).

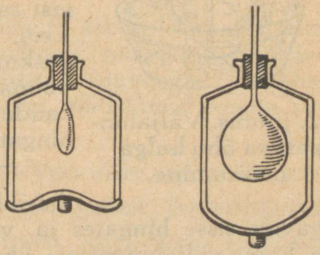
Pane peegli abil tähele nende liigutusi. Sissehingamisel tõusevad nad, väljahingamisel langevad. See toimub lihaste abil.

Kuidas muutub seejuures rinna-õõne ruumala?

Hingamisel aitab palju kaasa v a h e l i h a s. Harilikult asub ta ülespoole kumerdatult rinna- ja kõhu-õõne



100. joonis. Välja- ja sissehingamine.



101. joonis. Vahelihase tegevus välja- ja sissehingamisel.

vahel. Sissehingamise puhul tõmbub vahelihas lamedamaks. Seeläbi suureneb rinna-õõs. Väljahingamisel tõuseb vahelihas seedimiselundite survel uuesti kumeraks ja rinna-õõs väheneb.

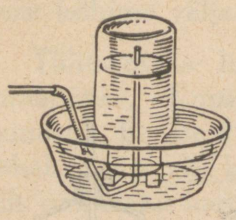
Kuidas seejuures toimub sisse- ja väljahingamine, aitab selgitada järgmine katse. Katame põhjata klaaspudeli alt õhukindlalt kummikilega, mille välisküljele on kinnitatud pide. Pudelikorgist läbiviiva klaastoru otsa on seotud õhukesest kummist põieke. Mis sünnib põiega, kui pudeli põhja sisse vajutada, väljapoole tõmmata? Mis sunnib 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, vahelihas tõuseb uuesti kumeraks, rinna-õõne maht väheneb, elastne kopsukude tõmbub kokku, ja õhk surutakse kopsust välja.

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

Et kindlaks teha ühe korraga väljahingatava õhu hulka, toimime järgmiselt. Täidame umbes neljaliitrise klaaspurgi veega ja asetame ta kummulikeeratult veenõusse. Purki juhime l——l kujulise klaastoru, mille välimisse otsa kinnitame kummitoru. Hinga läbi toru 5 korda välja. Mis toimub 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 korraga. Nüüd hinga võimalikult sügavalt sisse ja selle järele toru kaudu viimse võimaluseni välja. Leia väljahingatud õhu ruumala



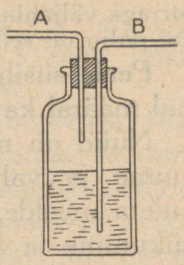
102. joonis. Väljahingatava õhu hulga määramine.

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

1. Mitme cm võrra oli rinna ümbermõõt sissehingamisel suurem kui väljahingamisel? 2. Vaata järele töövihikust, mitu korda hingasid minutis, mitu cm^3 õhku hingasid korraga välja. Arvuta, mitu liitrit tunnis. Mitu liitrit õhku tarvitab klass tunni jooksul.

3. **Mis toimub kopsus õhuga.** Et jõuda selgusele, mis toimub kopsus õhuga, korraldame järgmise katse. Võtame joonisel ku-

jutatud pudeli lubjaveega, millesse läbi korgi on 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 toimus lubjaveega? Mille tunnus see on? Võrdle lubjavett, millest tungis läbi sissehingatud õhk, selle veega, millest läbi välja hingasid. Mida näed? Mida sellest järeldad?



103. 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 toimub 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 otsa seapõiega kinni. Asetame katseklaasi lubjavee-nõusse, mis pealt õhukindlalt kaetud. Mis toimub mõne aja pärast lubjaveega? Põhjus? Mida siit järeldame? Kuidas nimetasime lahustunud ainete tungimist läbi kile?

Osmoos toimub 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 m^2.

Mis tähtsus on nii suurel pindalal meie organismile?

4. **Hingamise tervishoid.** Hingates me „rikume" õhku, võttes sealt hapnikku ja andes asemele süsihaput gaasi. Ühes süsihapu gaasi rohkenemisega õhus raskeneb hingamine.

Harilikult hingab inimene minutis 15 korda. Kui võtta ühe korraga väljahingatava õhu ruumala 500 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 klassiruume ja vahetunnil viibida värskes õhus. Ja liikuda. Tuleta meelde, kuidas muutus hingamine jooksu puhul. Liikumine ja füüsiline töö nõuab sügavamat hingamist ja arendab seega hingamisorganeid. Samuti mõjuvad mängud ning sport.

1. Eespool 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 piltdiagramm 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 tolmuvaba. Hoolimata keha kaitsevahendeist tungib õhus hõljuvaid tolmukübemekesi kopsu. Need võivad katta alveoolide seinu, 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 (104. joonis).



104. joonis. Bakterid.

Paneme kahte kaetavasse klaaskarbikesse mõned kartulilõigud. Asetame karbid plekktoosiga 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 järeldame 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 vahend haigustest hoidumiseks on takistada haigustepisikute arenemist. Nende suuremaiks vaenlasiks on päike ja puhtus.

Hingamiselundite kaudu pääsevad organismi sarlaki-, leetri-, kurgutõve-, läkaköha- ja tiisikusepisikud. 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 väljas puhtas õhus. Ning tuulutada elu- ja tööruume. See on parimaks kaitseks tiisikuse vastu.

Tuleta meelde kala hingamist. Seleta, kuidas toimub gaasidevahetus lõpustes, vihmaussil naha kaudu. Konnal puuduvad roided. Kuidas toimetab konn õhku kopsu? Putukad hingavad kogu kehas asuvate õhutorude — t r a h e e d e abil, mille kaudu õhk tungib kõigisse kehaosadesse. Sisse- ja väljahingamine toimub kehalülide kokkutõmbumise ja väljasirutumise tagajärjel.

39. Vereringe.

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

2. **Vere koosseis.** Veri koostub v e r e l e e m e s t (plasmast) ja v e r e l i b l e d e s t. Punase värvuse anna-

vad verele punased verelibled. Nad sisaldavad rauarikast punast ainet — hemoglobiini.

Inimese punased verelibled on nii väikesed, et neid saab vaadelda ainult hea mikroskoobi abil. Palju kergem on vaadelda tublisti suuremaid konna punaseid vereliblesid. Selleks tuleb alusklaasile klaaspulgakesega asetada õige vähe konna verd ja lisandada tilgake füsioloogilist lahust (keedusoola 0,6—0,8% vesilahuses). Selgesti võib panna tähele piklik-ümmargusi (elliptilisi) punaseid vereliblesid.

Inimese punased verelibled 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 verelibled kannavad hapnikku kehasse laiali. Hapnik ühineb verelibledega kopsus. Hapniku sidujaks neis on hemoglobiin. Kehas lahkub ta verest. Selle asemele 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 toimel? 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 mõõdul surmavalt.

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

Peale punaste on veres veel valgeid verelibblesid. Need on punastest tunduvalt suuremad, arvult on neid aga tublisti vähem: iga valge verelible kohta tuleb 800 kuni 1000 punast. Valged verelibled 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 verelibled kohe neid hävitamas. Seejuures hävib ka

neid endid. Uued tekivad osalt luuüdis, kus tekivad ka punased verelibled, peamiselt aga mahlanäärmeis, 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 toimub verega kummaski klaasis? Mispärast segatakse looma tapmise puhul verd? Pese kepikese ümber olevat ainet mitu korda vees. Saad valged valkaine kiukesed — fibriini.

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

Kaalu järgi on verd kehas ligikaudu $^1/_{20}$ 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 ühe valge. 4. Kui palju mahub punaseid vereliblesid üksteise kõrvale ühele cm (tuleta meelde paksus)? 5. Kui pikk nöör saaks sinu punastest vereliblede, kui neid seada 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 koostub tugevaist 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 rist-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 kokku tõmbudes surutakse veri vatsakestesse. Kambritesse tagasi ta siit ei pääse: avauste ees olevad klapid (105. joonis — *kl*) sulevad tal tee, avanedes ainult vatsakeste poole. Vatsakeste kokkutõmbe tagajärjel tungib veri **tuiksoontesse** ehk **arteeridesse.** Nende algul on jälle klapid (*k*), mis takistavad vere südamesse tagasiminekut. Tuiksoonte seinad on kaunis paksud ja elastsed.

4. **Suur verering.** Suurimaks tuiksooneks inimkehas on pahemast südamevatsakesest algav **aort** (*a*).

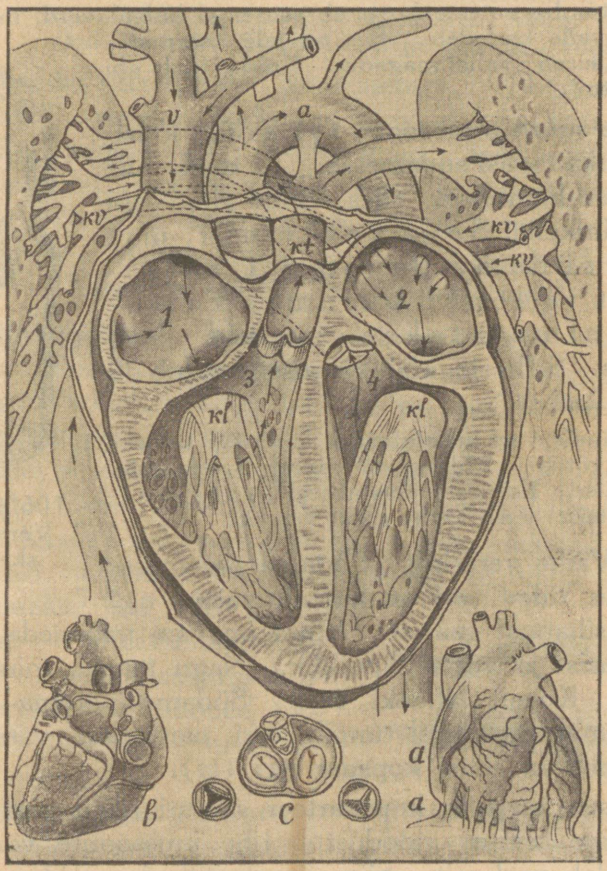
Aordist hargnevad vähemad arteerid, mis omakord hargnedes viivad verd kõigisse kehaosadesse. Südamest tuleva vere sisse tungides laienevad arteeride seinad. Verelaine möödudes tõmbuvad nad jälle kokku. Sellest tekib arteeride tuikamine, mis vastab pahema südamevatsakese kokkutõmbeile. Enamik tuiksooni asub sügavamal kehas, aga kohati on nad nii välispinna ligidal, et võib tunda, koguni näha nende tuikamist ehk pulssi.

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. Lugedes pulssi, leiab arst, mitu korda minutis tõmbub kokku südame pahem vatsake. Selle järgi jõuab ta otsusele südame tegevuse kohta, milles avaldub omakord kogu organismi seisund.

Haavamise puhul purskub arteerist veri joana, mille kõrgus vahelduvalt tõuseb ja langeb. Mispärast? Täiskasvanud inimese pulss lööb keskmiselt 70 kuni 80 korda minutis, 2-aastasel lapsel 110 korda. Väiksemail loomadel tuksub süda kiiremini, suuremail aeglasemalt: vähemail lindudel on keskmine tuksete arv minutis 150, kassil 130, hobusel 40, elevandil ainult 30. Loe oma pulsi löökide arv minutis.

Hargnedes muutuvad arteerid ikka peenemaks ja peenemaks ning jagunevad viimaks peenteks **juussoonteks** (kapillaarideks), mis tiheda võrguna ulatuvad igale poole. Pole ühtegi kehaosa, kus puuduksid juussooned. Tarvitseb ainult nõelaotsakesega torgata läbi naha, ja kohe ilmub veretilgake, mis on tunnistuseks, et nõel puutus juussoont. Juussoontes voolab veri aeglaselt. Siin toimubki ainevahetus. Läbi õhukeste kapillaaride seinte saab keha

hapnikku ja toiteaineid ning annab ära kõlbmatuks muutunud ained. Samal ajal ja viisil tungib verre süsihapu gaas, millega rakud küllastatud, ja helepunane hapnikurikas veri



105. joonis. Süda...

muutub tumepunaseks hapnikuvaeseks süsihapu gaasi kandjaks.

Järk-järgult ühinevad juussooned esmalt väiksemaiks, need omakorda suuremaiks **tõmbsoonteks** ehk **veenideks,** mida mööda veri voolab tagasi südame poole. Veenide seinad on õhukesed. Siin pole nii suurt rõhumist kui ar-

teerides. Veri voolab ühtlaselt. Tõusvais 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 ümberolevaile kudedele. Siis on jalg „surnud". Ka käsi „sureb" vahel magades. Kuidas leida abi selle vastu?



106. joonis. Vereringe skeem.

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? Milline on värvuselt arteeride, veenide veri? Esimest kutsutaksegi arteriaalseks, teist venoosseks vereks.

5. **Väike verering.** Südame paremasse kambrisse tulev veri on hapnikuvaene, aga rikas süsihapust gaasist. Nüüd on vaja vabaneda süsihapust gaasist ja võtta hapnikku. Nagu teame, toimub see kopsus. Kopsu lähebki veri. Südame parema kambri kokkutõmbe tagajärjel tungib veri paremasse vatsakesse. See saadab ta edasi **kopsuarteeri** (*kt*).

Kopsus hargneb kopsuarteer 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 süsihapust gaasist, ja punased verelibled võtavad alveooli õhust hapnikku. Missugune muutus sünnib vere värvusega?

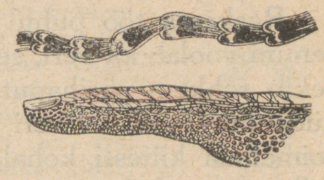
Kopsu juussoontest läheb veri veenidesse ja lõpuks mööda nelja kopsu tõmbsoont (*kv*) tagasi südamesse. Seekord aga pahemasse kambrisse. See on **väike verering.** Ta algab südame paremast vatsakesest ja lõpeb pahemas kambris.



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 arteerid? Siruta käsi üles ja vaata, kuidas veri kaob. 3. Leia õlavarre tuiksoon. 4. Joonista oma vihikusse kõrvalolev skeem. Märgi nooltega, kuhu avanevad südame klapid ja kuhu voolab veri.

6. **Kuidas rikastub veri toiteainetega.** Voolates mööda maoseintes ja sooltehattudes hargnevaid kapillaare, võtab vereplasma endasse seeditud toiteaineid. Selle tagajärjel on seedimisorganeist tulevas veenis veri rikas toiteaineist. See n. n. väratveen 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 **mahlaks** (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. Seedimiselundeist tulevad mahlasooned toovad verre ka seal vastuvõetud rasva.



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

Ehituselt ja tegevuselt sarnanevad mahlasooned veenidega. Mahl liigub neis peamiselt lihaste tegevuse tagajärjel. Kui inimene magab, jääb mahl kohati seisma. Sellest magaja tursunud nägu.

Mahlateedel asuvad mahlasõlmed ja näärmed. Haiguse puhul kantakse lümfi sattunud bakterid ja nende tekitatud mürkained mahlanäärmeisse. Viimased takistavad haiguse levimist üle kogu keha, sulgedes tee bakteritele, keda hävitatakse siin suurel arvul leiduvate valgete vereliblede poolt. Seejuures võivad haigestuda näärmed ise. Tuleta meelde kurgunäärmete paistetust ja põletikku angiini puhul.

8. **Südame töö.** Südame töötades tõmbuvad korraga kokku kambrid, saates verd vatsakestesse. Sellele järgnev vatsakeste kokkutõmme surub vere südamest arteeridesse. Kuhu läheb veri pahemast vatsakesest? paremast? Vatsakeste kokkutõmbele järgneb terve südame tegevuse seisak — s ü d a m e s o i k. See kestab ligikaudu $^1/_3$ südame tegevuse perioodist (ajast, mis kulub eespoolkirjeldatud kaheks kokkutõmbeks).

Kumb verering on pikem? Pahem vatsake teeb raskemat tööd kui parem. Tema seinad on tunduvalt tugevamad. Veel palju kergem on kambrite töö (mispärast?) ja sellele vastavalt on nende seina lihased võrdlemisi õhukesed.

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 süsinikkusisaldavaid aineid. Süsiniku ühinemisel hapnikuga tekib süsihaput gaasi ja soojust. Harilikult seisab soojuse tekitamine ja äraandmine tasakaalus. Inimese vere normaalne temperatuur on 37,5° C., keha välispinnalt mõõtes 36,5° C.

Loe pulsilööke rahulikult paigal istudes, pärast kiiret jooksu.

Raskema töö puhul kiireneb südame tuksumine. Kiiremini voolab ka veri, sest suureneb hapniku tarvitamine ja tekib rohkem süsihaput gaasi. Ka haiguse puhul töötab süda kiiremini, et veri jõuaks viia igale poole 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.

Kauase ülejõu käiva pingutuse tagajärjel laieneb südame-õõs. Ka alkoholitarvitajail laieneb ja rasvub süda. Laienenud süda võib väiksemagi pingutuse puhul äkki töötamast lakata. Tekib südamerabandus, mille tagajärjeks on surm.

Vanemas eas lõdvenevad raske tööga koormatud organites arteerid ja nende seintesse koguneb lubjaühendeid. Selle tagajärjel muutuvad nad hapraks. Võib juhtuda veresoonte lõhkemist ja sisemisi verejookse. Kui see toimub peaajus, on tulemuseks halvatus või surm.

Mis tuleb teha, et *süda* ja *teised vereringeorganid* püsiksid terved? Paremaiks vahendeiks on korralik elu ja toitumine.

Harjutamine teeb tugevaks. See maksab ka südame kohta. Alaliselt paigal istuva inimese kehas muutub süda nõrgaks: ta ei suuda pidada vastu pingutuste puhul. Ka vaimutöö tegijaile on vajalik füüsiline töö. Selleta pole tervet südant. Füüsilise tegevusena on omandanud viimasel ajal suure tähtsuse *sport*. Kuid ka sportimisel on piirid. Seepärast — ettevaatust! Eriti kuni 17. aastani. Keha kasvab kiiresti. Süda ei jõua pidada temaga sammu. Teda on kerge üle koormata. Selle tagajärjed võivad jääda kestma eluajaks. Ainult kerge sport on kasulik südame arendamiseks.

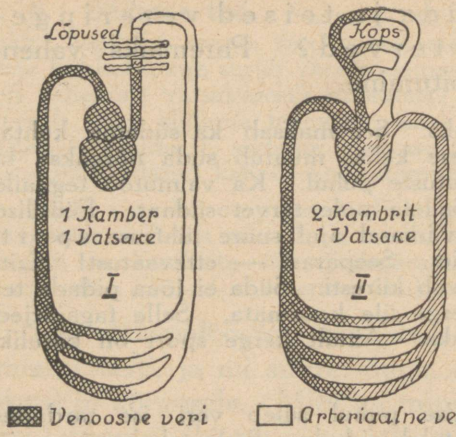
9. **Veresoonte haavamise** puhul suleb veri ise tardudes vähema haava. Suuremaid tuleb siduda. Seda tehakse *steriliseeritud* marli ja vatiga. Nende puudumisel võib tarvitada keedetud või kuuma triikrauaga ülelükatud puhast riiet. Haava ei tohi puutuda. Ka veega pesemine on kardetav: haava sattuv mustus võib tekitada veremürgistust. Seepärast on väga tähtis piinliku puhtuse pidamine. Kui haava on mustust sattunud, tuleb haava puhastada baktereid surmava lahusega (sublimaadi- või karboolilahus, piiritus, joodtinktuur).

Suuremate veresoonte vigastuse puhul on vajalik arstiabi. Verejooks tuleb sulgeda aga otsekohe. Selleks leitakse koht, millele kõvasti surudes saab kinni pigistada haavatud soont. *Tuiksoonel* (veri jookseb heleda joana laineliselt) asub see koht südame pool haava, *tõmbsoonel* (tume veri, voolab ühtlaselt) aga südamest kaugemal kui haav. Kõige parem on soont pöidlaga kinni pigistada. Kui pöial ära väsib, asetatakse teise käe pöial temale peale ja tõmmatakse esimene kiiresti alt ära. Tekib tarve takistada verevoolu pikemaks ajaks, tehakse kinnipigistatud kohale side (108. joonis), asetades pöidla asemele sileda kivi või muu kõva asja. Niisugust sidet ei tohi aga jätta haavale kauemaks kui kaheks tunniks. Siis tuleb soon uuesti käega kinni suruda ja side mõneks ajaks eemaldada. Muidu „sureb" liige.



108. joonis. Side veresoonel.

Nina verejooksu korral aitab lamaja istuma asetamine ja külm kompress kuklal. Samuti mõjub verejooksu takistavalt kaela tuiksoone kinnipigistamine vastaval poolel. Kui verejooks ikkagi jätkub, tuleb panna ninasõõrmesse 3% vesinikülihapendisse kastetud ja kokkupigistatud vatitükk, mida enne ei eemaldata, kui verejooks täiesti vaibunud.



109. joonis. Kala ja kahepaikse vereringe.

10. Inimese vereringega sarnaneb lindude ja imetajate oma. Roomajail on vatsakesed ühendatud avause kaudu, kahepaiksete südamel on üks vatsake (109. joonis). Selles seguneb venoosne veri arteriaalsega. Kaladel on ainult üks südamekamber ja üks vatsake (109. joonis).

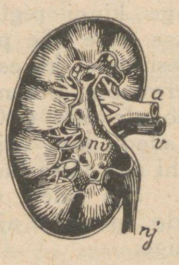
Madalamail loomadel puudub kinnine vereringe. Toitemahlad liiguvad rakukeste vahel.

40. Kuidas vabaneb keha temale kõlbmatuist aineist.

Ainevahetusel tekib kehas peale süsihapu gaasi veel muid kehale kõlbmatuid aineid. Osa neist lahustub lümfis ja satub selle kaudu verre. Veri viib nad **neerudesse,** mis asuvad kõhukoopas kahel pool selgroogu. Neeru tulev ar-



110. joonis. Juussoonte pasmas neerus.



111. joonis. Neer.



112. joonis. Higinääre.

teer tekitab hargnedes hulga juussoonte pasmaid (*p*). Neist äraviivad veenid (*v*) on arteeridest (*a*) mõõdult kitsamad. Seepärast voolab veri pasmas tugeva rõhu all,

ja veri ühes temas lahustunud ainevahetuse produktidega tungib läbi kapillaaride seinte pasmast ümbritsevasse kapslikesse. Kapslikestest algavaid kanalikesi (*k*) kaudu koguneb ta neeruvaagnasse (*nv*), kust neerujuhtmeid (*nj*) mööda läheb põide ja heidetakse kehast kusena välja.

2. Osa kõlbmatuid aineid lahkub kehast higinäärmete kaudu.

Higinääre on kujult toruke. Tema alumise, pasmasse keeratud osa ümber asub kapillaaride võrk, kust eritub näärmesse higi, mis viimatoru kaudu läheb nahapinnale. Higi eritamine toimub alati. Harilikult aurab higi tähelepanematult. Tunda annab ta end alles siis, kui „nahk läheb märjaks". Higi aurates jäävad lahustunud ained nahale ja pesule. Mispärast haiseb kaua kantud pesu? nahk, kui inimene end harva peseb? Nahale koguneb järjest mustust. Läbi musta naha on takistatud higistamine. Seepärast tuleb nahka sagedasti pesta. Hästi mõjub higistamine saunas, sest seal uhetakse higi otsekohe maha.

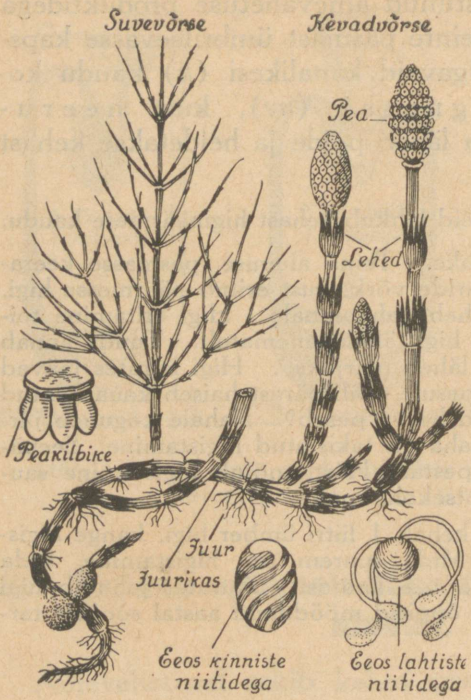
Harilikult aurab päevas kehalt 1 liitri ümber higi, kange higistamise puhul 10 liitrini. Mida suurem on higistamine, seda rohkem tuleb juua, et katta vee kaotust. Aurates jahutab higi keha. Tuleta meelde, mida õppisid möödunud aastal soojuse tarvitamisest auramise puhul?

Kevadel põllul ja metsas.

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 kahju saada. Kui tarvis, tõttab ta ka talvel põllule, et kõrvaldada ähvardavat hädaohtu: liigveele teeb ta teed, et see jookseks ära; tekkinud jääkorrasse lõhub 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 suviviljapõllule tööle.

41. Põldosi.

Ennekui põllul jõutakse alustada töid, on juba mõned umbrohud lopsakalt kasvamas. Üks esimestest on **põldosi.**



113. joonis. Põldosi.

Mineva-aastastest vaatlustest on teada, et kõik varased taimed arenevad maa-alustest vartest ehk juurikaist. Sedasama peab oletama ka põld-osjast. Kaeva osi maast välja ja vaatle, kas see on nõnda. Mõõda, kui pikk on juurikas ja kui sügaval asub ta maa sees.

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

Loenda, mitu lüli on vaadeldaval osjal ja mitu lehte on igas männases. Püüa selgusele jõuda lehtede ülesande kohta.

Võrse otsas asub osja pea. Noor pea on tihe, valminud aga hõre. Pea koostub kuuenurgelistest kilbikestest. Kilbikeste all asuvad kotikesed 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 **suvivõrse**, 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. Veel paremini aitab kraavitamine ja torutamine.

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. Ka saab orasheina vastu võidelda äestamisega, mida tuleb teha otsekohe, kui kollakad orasheina lehekeste otsad pea mullast välja pistavad.



114. joonis. Orasheina juurikas ja pea.

Suurem hulk umbrohte areneb seemneist ja ilmub seepärast hiljemini. Jälgi nende ilmumist aias ja põllul ning pane tähele, kuidas võideldakse nende vastu. Sügisel jutustad sellest koolis.

43. Suvivilja külvamine.

Hoolas põllumees on juba sügisel kündnud oma suviviljapõllud ja ootab kevadel parajat aega, mil üht või teist vilja külvata. Kevadine kordamiskünd oleks küll viljale väga soovitav, sest see teeb maa kohedaks. 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. Seepärast 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 kunstväetusaineid; sõnnikut pannakse vahest ainult kartulimaale. Aga ka savirikkamaid kartulimaid rammutatakse sügisel, sest neis kõduneb sõnnik väga pikkamööda.



115. joonis. Pikutilõik rukkiorasest kevadel.

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

Suvivilja põllud mustavad veel, kui rukkiväljadel kasvab oras juba hoogsasti. Võta noor rukis, lõika pikuti pooleks või eemalda ettevaatlikult lehed ja otsi tas peituvat kõrt ja pead. — Jälgi rukki arenemist: püüa näha loomist ja õitsmist, 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 taimed võivad kasvada paremini kehval pinnasel — kas tugeva või nõrga kavaga, ja seleta, mispärast sa nõnda arvad. Juurte võrdlusest näed, et tugevamad juurekavad 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.

Sellised 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 karjamaal 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 karjamailt; ta kasvab vahetpidamata ja varsti pärast niitmist on heinamaal 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 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 ja 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 selliseid 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 ennemalt, missugusel tärkab kiiremini suvivili. Leia seletusi, miks toimub see nõnda. Katsu seletada, miks algab mõnes kohas heinamail 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 settinud aineid ja pane tähele, missuguses järjekorras on nad sadestunud ning kui palju on üht ja teist.

Katsed näitavad, et pinnas koostub peamiselt kolmest ainest: **mustmullast** ehk huumusest, **liivast** ja **savist.** Paljudes kohtades, kus pinnase ligidal paekivi, on pinnases ka süsihaput lupja. Selle sisaldavust võib kergesti tunda lahja happe abil: seda tarvis mullale valada, ja kui mullas leidub lupja, 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?

Võta kolm põhjata pudelit ja täida neist üks pooleni (kumb ots allapidi?) mustmullaga, teine liiva- ja kolmas savirikka põllumullaga. Vala neile ühesugune hulk vett ja korja kokku läbijoosnud 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 lisandatakse põllumullale 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 tas korrapäraselt. Huumus sisaldab taimile vajalikke toitvaid ained.

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 antakse väetist.

Kõige parem väetusaine on laudasõnnik, mis on tekkinud loomade väljaheiteist ja aluspõhu mädanemisest, sisaldades seega kõiki aineid, mida taimed on kogunud endasse kasvamisel. Põllul laostub sõnnik bakterite toimel sooladeks ja teisteks lihtsamaiks ühendeiks, mis mullas olevas niiskuses lahustuvad ja mida siis taimed imevad endasse. Peale laudasõnniku tarvitatakse sooladest koostuvaid 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 täiesti puudub. Loomulikult ei kannata lubjamaad kaltsiumi puudust, — seda ei tule neile anda, aga soomaadele peab andma kaltsiumi. Üldpõhimõte maa väetamisel on see, et maale tuleb anda, mis tas puudub.

Kogenud põllumees teab oma tähelepanekuist, mida maa vajab; aga veel parem on, kui ta vahetevahel laseb analüüsida põllumulda katsejaamades ja sealt saadud andmed võtab väetamisel arvesse. Peale selle võib ta saada head juhatust asjatundjailt, nagu seda on maa-agronoomid, ja ise katsetada katselappidel.

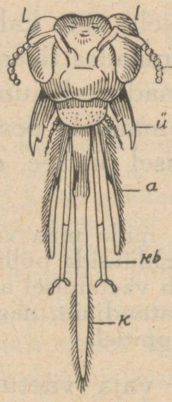
3. Põllumees teab, et kõik taimed ei vaja väetusaineid ühesugusel määral; kartulid näiteks nõuavad rohkem kaaliumväetist kui kõrsviljad, viimased jälle enam lämmastikuühendeid jne. Seda viljade omadust kasutab ta sel teel, et ei külva iga aasta samale väljale sama vilja, vaid teatud k ü l v i k o r r a s. Nõnda saavutab ta, et taimed tarvitavad kõik maale antud väetise ära ja iga aasta ei tarvitse rammutada maad.

Vanasti oli meie maal ja on veel praegugi mahajäänumais kolkais tarvitusel kolmevälja-viljakülvi süsteem: üks kolmandik oli tali-, teine suvivilja all, kolmas kesaks. See jaotus on aga väga puudulik, sest niiviisi ei anna kolmandik põldudest aastas mingit tulu, nõuab aga küll 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. Paremais taludes on põllud jaotatud 6—8 väljaks; seal on juba võimalik viljade järjekorda nii läbi viia, et põllu tulutoovus oleks maksimaalne.

45. Mesilane.

1. Kevadel algab elav tegevus ka m e s i l a s. Magus lillelõhn täidab õhku. Seda tunneb mesilane **tundlate** (116. joonis — *t*) abil juba kaugelt. Mis ülesanne on tundlail veel? Suured kahel pool pead asuvad **liitsilmad** (117. joonis) on heaks nägemisvahendiks.

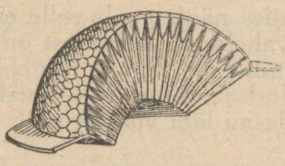
Õ i e m a h l ja õ i e t o l m on mesilasele toiduks. Vähe annab neid üksik õis. Palju õisi tuleb mesilasel läbi käia



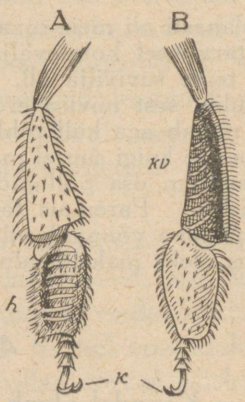
116. joonis. Mesilase pea.

vajalise meehulga saamiseks. Palju ja kaugele peab ta sageli lendama. Mesilane ongi hea lendaja. Tema lennuvahendiks on neli rindmiku külge kinnitatud **võrktiiba.** Mitu tiiba on kärbsel? Rindmiku küljes on ka kolm paari jalgu. Nende teravate **küüniste** (118. joonis) abil hoiab mesilane õielehtedest kinni.

Õiemahla kogub mesilane pika **noka** abil. See on **alalõugadest** (116. joonis — *a*) ja **alahuule kobijaist** (*kb*) moodustunud toruke, milles pikk, karvakestega lõppev **keel** (*k*) üles ja alla võib liikuda. Kui õiemahla on vähe, võtab mesilane seda keele karvakestega nagu pintsliga. On aga õiemahla rohkem, pigistab mesilane noka osad kokku ja imeb mahla üles-alla liikuva keele abil. Allaneelatud õiemahl koguneb **meepõide** (119. joonis — *mp*), kust ta mesipuus (tarus) meena **kärgedesse** täidetakse.



117. joonis. Liitsilma ristlõik.



118. joonis. Mesilase jalg.

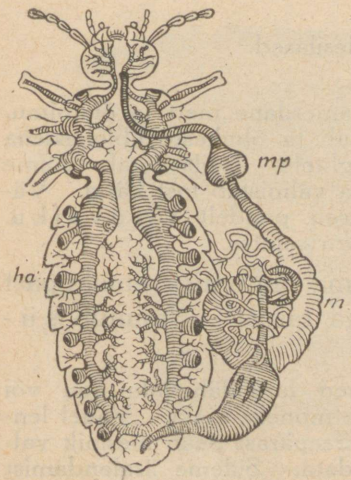
2. Keha katvate karvakeste külge jäänud õietolmu kogub mesilane tagumistel jalgadel olevate **harjakeste** (118. joonis — *h*) abil **korvikestesse** (*kv*): parema jala harjake pühib tolmu pahema jala korvikesse ja vastupidi. Kõike tolmu mesilane ometi ei saa korvikestesse koguda, teda

jääb ka karvakeste külge. Kuhu võib sattuda osa sellest tolmust, kui mesilane lendab järgmisele õiele? Nii toimetab mesilane tahtmatult tolmu edasikandmist õielt õiele.

3. Vaenlaste vastu kaitseb mesilane end mürgise **astlaga.**

Putuka kehast tõmbab mesilane astla pärast nõelamist välja. Suuremate loomade ja inimese nahasse jääb ta vastaskidasidpidi peatuma. Seetõttu eraldub kogu nõelamisaparaat mesilase kehast, ja loomake sureb. Nõelamise korral tuleb astel otsekohe haavast välja võtta, et võimalikult vähe mürki haava satuks. Haava pestakse külma veega ja pannakse nõelatud kohale salmiaagipiirituse või äädikhappe-alumiiniumi kompress.

4. Mesilane hingab **trahheede** (119. joonis — *t*) ehk õhusoonte kaudu, mis õhuavadena (*ha*) keha külgedel avanevad. Õhuavad viivad õhukottidesse ja neist lähevad õhusooned igale poole kehasse. Õhu vastuvõtmine ja kehast väljasaatmine toimub tagakeha väljasirutumise ja kokkutõmbumise teel.



119. joonis. Trahheed ja seedimiselundid.

5. Mesilased elavad peredena. Peres on kuni 50 tuhat **töölist** (120. joonis — *t*), mõnisada **leske** ehk **isamesilast** (*l*) ja üks **ema** (*e*). Tööliste ülesandeks on meekogumine ja kõik tööd **tarus.**

Mesilased arenevad munadest. Igasse kärjekanni paneb ema ühe muna. Kolme päeva pärast ilmub munast jalgadeta tõuk ehk **vastne,** keda töölised toidavad. Saab tõuk rikkalikult toitu, areneb ta emaks, hariliku toidu puhul kasvab tast tööline. Ema kasvatamiseks ehitatakse teistest suuremad, tammetõru sarnased kannid — emakupad.

Umbes viie päeva pärast kaanetatakse kann, ja temas olev vastne nukkub. Nukust areneb mesilane.

Täisealiseks saanud, närib noor mesilane kaane läbi ja lahkub kannist. Ema arenemiskäik kestab kuni 17, töölisel 21, lesel 24 päevani.

Peres valitseb tööjaotus. Noored tarumesilased söödavad tõuke ja kannavad hoolt haudme eest, hiljemini on nende ülesandeks vaha valmistamine ja kärgede ehitamine. Viimaks hakkavad nad lennumesilastena välistöödest osa võtma.



120. joonis. Mesilased.

Vaha valmistamiseks tarvitab vahamesilane mett ja õietolmu. Vaha tekib vahanäärmeis. Sealt eritub ta õhukeste liblekestena putuka tagakeha all olevaile vahapeeglitele. Neilt võtab tööline vahaliblekesi, teeb vaha suus sitkeks ja valmistab tast kärgi. Välissaagi vaheaegadel koguvad mesilased puudelt taruvaiku. Talveks kititakse sellega praokesed taru seintes.

6. Mõni päev enne noore ema ilmumist emakupast lahkub vana ema ühes osa perega tarust — toimub sülemе- ehk pereheitmine.

Perest lahkunud, löövad mesilased taru lähedale puu või põõsa külge kobarasse ja jäävad sinna mõneks ajaks. Vahel lendab aga sülem otsekohe kaugemale. Seepärast peab mesinik valvel olema, kui tarust on sülemet oodata. Süleme äralendamist takistatakse külma veega pritsides. Kobarasse löönud sülem võetakse maha ja paigutatakse sülemekasti, kust ta pärast uude tarusse pannakse.

7. Meesaagi rohkus oleneb ilmastikust ja ümbruskonna meetaimedest. Tähtsamad neist on meil pärn, valge ristik, rõikhein, tatar ja kanarbik. Mett võib perelt saada kuni 20 kg.

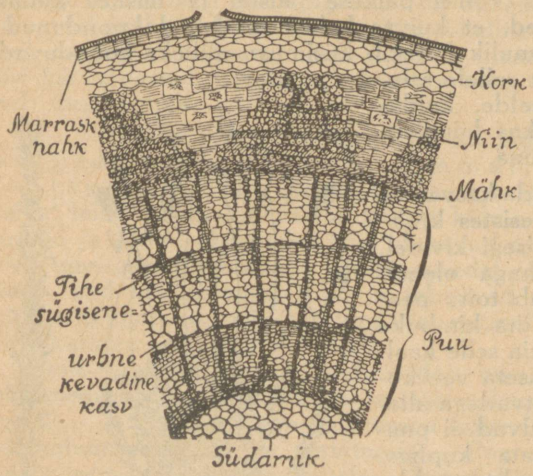
Mesilasi peetakse tarudes, kus nad kärgi ehitavad väljavõetavaile raamidele. Meesaagi suurendamiseks pannakse raamidesse kunstkärgi.

8. Mesilased on putukad. Milliseid teisi putukaid tunned? Võta lühidalt kokku, mida tead putukate kehaehitusest, moondumisest. Milliseid teisi ühiskondlikke putukaid tead?

46. Mets kevadel.

1. Sooja tulekuga algab elu ka metsas: varaõitsvad 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. Milline 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 koostub kolmest kihist: alumine on **niinekiud,** 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 paksu segakorgikihti nimetatakse korbaks. Puu jämedamakskasvamine ei toimu ühtlaselt. Kevadel on mähis palju mahlu, — puu kasvab siis jõudsasti. Sügisel on mahlu vähem — puu kasvab vähem. Nii tekivad kevadel jõudsal kasvamisel urbsed puukihid, sügisel aga tihedad, ja nõnda iga aasta ring ringi peale; ikka kevadine urbne osa seespool ja sügisene tihe väljaspool. Nõnda tekivad aastaringid, mida vaatlesid sügisel männil ning kuusel ja mille arvu järgi saab teada puu vanust. — Loenda aastaringe ka lehtpuudel ja arvuta nende vanust.



121. joonis. Puu ristlõik.

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 üksikuil puil ning põõsail; 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 lehekesed katavad tihedalt peenikest vart. Nad hoiduvad uhkesti varrest eemale. On sammal aga mõni minut olnud pihus, siis näed, et mõned lehekesed tõmbuvad varrele ligemale, ja varsti on kõik tihedalt koos ümber varre. Kui nüüd paned taimekese vette, siis ajavad lehekesed end paari minuti pärast jälle laiali. — Vaatle käolina tema loomulikes kasvutingimusis: kuivas kohas päikese paistel ja niiskes kohas puude varjus. 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 laialilaotatuna või kokkupanduna.

3. Käolina võib leida kasvamas igasugusel pinnasel: vesistes kraavides ja kuival liival, isegi kividel. See leppivus kasvukohaga oleneb sellest, et käolina võtab toitu peamiselt lehtedega. — Võta kimbuke õige kuiva käolina ja leia selle kaal. Nüüd võta veenõu ja aseta vee kohale käolinakimbuke 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.



122. joonis. Käolina.

Nopi käolinal lehekesed küljest ja vaatle ta vart. Mõõda, kui pikk see on. Katsu ta sitkust. Alumises osas on tükk musta ja õige rabedat vart. See on surnud osa. Alt kõduneb sambla vars va-

hetpidamata mullaks ja kasvab ülevalt pikemaks. Tiheda sammalkatte juures tekitab selline pikkamööda kõdunemine sajandite jooksul märgatava mullakihi, mis on soodsaks asupaigaks teistele taimedele. Nõnda esinevad samblad kehval maal maaparandajaina. — 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 karbike on 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. Pikakskasvanud lehitu vars kannab tanu all täiesti arenenud karbikest, kuid lühikesel varrel on see alles väike ja õrn. Tanu on karbikesele kaitseks. Kui karbike on päris 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, nõndanimetatud 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 harksammal, 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 heinamaadel mitmel viisil, nagu äestamise, väljakatkumise j. t. teel.

Inimesele on tähtsaim sammaldest turbasammal. Tema kõdunemisest ja mültumisest on aastatuhandete jooksul tekkinud turvas. Turvas on suure väärtusega kütteaine, aga ka aluspõhuna loomalautades 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".

47. Pinnas metsas.

1. Kaeva kuivas männikus sügavam auk ja vaatle pinnase ehitust. Kõige peal asub tihe mullakiht; selle võib isegi kamarana eraldada. Mõõda, kui paks on see kiht; lahuta ja vaatle, millest ta koostub. — Selles leidub kõdunemata okkaid ja muid taimeosi, mis on läbi põimitud kanar-

biku, pohla ja teiste taimede juurtega; loomi seal peaaegu ei leidu. Seda kihti nimetatakse **toorhuumuseks** ehk k u i v t u r b a k s. Selle all asub peenike valkjas liiva kiht, mida nimetatakse **leetliivaks,** ja veel sügavamal on kõva pruunikas liiv, nõndanimetatud **leetmik.** Mõõda, kui paks on leetliiva kiht 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 toimel 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 ei saa elada. Selles kihis tekib palju huumushappeid; läbinõrguvad veed viivad need enesega kaasa sügavamaisse kihtidesse. Pealmises liivakihis ühinevad huumushapetega seal leiduvad toiteained ja nõrguvad ühes veega ikka sügavamale. Pikapeale muutub see liivakiht tuhkjaks ja täiesti toiteaineist lagedaks leetliivaks.

Toiteained jäävad peatuma sügavamaisse liiva kihtidesse ja liituvad sellega 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 laikudena. 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 siis ülemistes kihtides on 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 ehk värvuselt vaid valkjamaks muutunud. Nende all on eelmise aasta okkad või lehed, mis juba enam kõdunenud. Veel sügavamal näed puru — huumust, mis on tekkinud varemail aastail mahalangenud taimeosadest. Otsi nendes kihtides loomakesi ja mõõda kihtide paksust. Pikkamööda seguneb huumusekiht ikka enam ja enam 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 sesse kasti mulla kihid loomulikus järjekorras: ühes otsas oleks alumine, teises pealmine kiht. Kirjuta kihtidele nimed juurde ja kastile märk, kust on tehtud pinnase lõik.

Rohelise taime elutegevus.

48. Lehe tegevus.

1. Vaatle vesikatku või tähtsambla lehte mikroskoobis. — Sa näed neis leherakukesi ja rakukestes rohelisi terakesi; need on **leherohelise** ehk **klorofülli** terakesed.

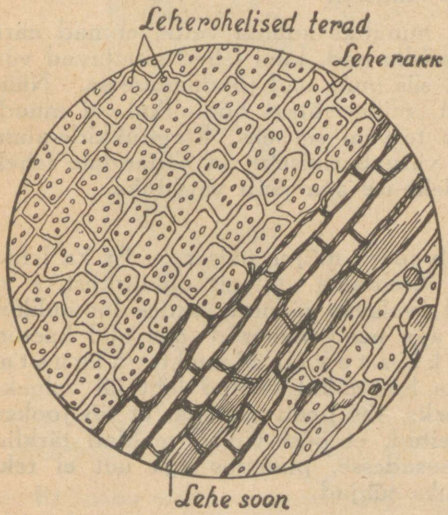
Võta rohkem neidsamu lehti, pane katseklaasi ja vala piiritust peale. Mõne aja seismise järele läheb piiritus roheliseks ja lehekesed muutuvad valgeks. Vaatle neid lehti mikroskoobis. — Sa näed, et terakesed on lehekestes alles, kuid nende roheline värvus on kadunud. Roheline värv — leheroheline — imbus piiritusse.

Leheroheline on värvaine, mida leidub kõigis roheliste taimeosade rakkude terakestes.

Pane idanema kaks kartulit — üks valgesse, teine pimedasse kohta. Mis vahe on idul?

Külva kahte lillepotti mõnesuguseid seemneid; aseta üks pott valgusse, teine pimedusse. Kui idud on kasvanud suureks, võrdle neid.

Pane kahte nõusse vette mõned pungades olevad puuoksad ja aseta neist üks valgusse, teine pimedusse. Kui lehed arenenud, võrdle neid.



123. joonis. Vesikatku leht mikroskoobis.

Katseist on näha, et valguses arenenud idud ja lehed on rohelised ja tugevad, pimeduses aga valged ja õrnad. Järelikult tekib leheroheline ainult valguses.

Pane lillepott idanevate seemnetega kasti, millel ainult üks ots lahtine. Aseta kast akna ligidale, lahtise otsaga valguse poole. Kui idud suured, siis vaatle, kuhu poole on nad pöördunud ladvaga.

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: mil viisil püüavad lehed jõuda üksteise varjust 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 loojumist, kinnita nõelaga kõrvalisel, aga hästivalgustatud 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?

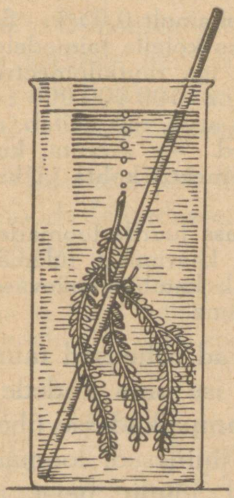
Sa tead, et tärklis värvub joodi mõjul siniseks. Et ka lehed siniseks värvuvad, siis peab järeldama, et neis on tärklist, s. o. nendes osades, mis värvusid; valgeks jäänud osades loomulikult tärklist pole. Valgeks jäid aga need leheosad, mis olid kaetud. Siit peab järeldama, et tärklis tekib ainult valgustatud leheosades. Et ka hommikul võetud leht jäi valgeks, õhtul võetu aga värvus siniseks, siis peab arvama, et öö jooksul lehes midagi toimus. On leitud, et öösi viivad mahlad tärklise lehtedest kaugemaisse 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 tärklis. Öösi muutub tärk-

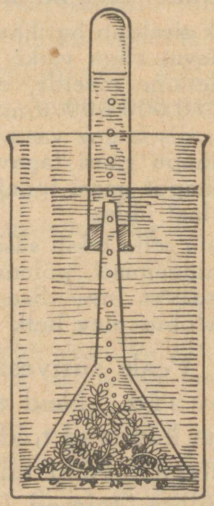
lis jälle suhkruks, ja sellena kannavad mahlad seda ühest kohast teise. Taimede tagavaraaitades, nagu mugulais, juurikais, seemneis ja mujal oled leidnud tärklist, suhkrut, õli. Need ained on kantud sinna lehtedes tekkinud suhkruna ja hoiduvad sellistena seal alal. Suhkru tekitajaks on leheroheline; ta teeb seda valguse abil. Leheroheliseta taimed, nagu seened, ei saa ise endile toitu valmistada, kuigi nad kasvavad valguse käes. Samuti ei saa seda ka rohelised taimed valguseta; valgus ja leheroheline koos sünnitavad suhkru.

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.



124. joonis. Vesikatku oksast eralduvad gaasimullikesed.



125. joonis. Hapniku kogumine vesikatku oksast.

Et teada saada, mis gaas eraldub, on tarvis koguda seda suuremal hulgal. Seda võib teha nii, kuis näitab 125. joonis. Kui gaasi on küllalt kogunenud, pista sinna hõõguv pird. See süttib põlema, — järelikult eraldub hapnik.

Huvitav nähtus on, et siis kasvab hapniku eraldumine, kui vette panna söögisoodat. See oleneb sellest, et soodast eraldub süsihapu gaas; roheline taim võtab endasse süsihaput gaasi ja leheroheline laostab selle valguse toimel hapnikuks ja süsinikuks. Hapnik lahkub lehest, leheroheline aga ühendab süsiniku valguse toimel taimes leiduva veega; see ühendusaine ongi suhkur.

See, mis sündis katsel, toimub vahet pidamata looduses: lehtedega võtavad nii vee- kui maismaa-taimed endasse süsihaput gaasi ja laostavad selle: hapniku annavad ümbruskonnale tagasi ja süsinikust ning veest valmistavad suhkru. See on keerukas keemiline protsess; seda nimetatake süsiniku sarnastumiseks ehk assimilatsiooniks, mis toimub ainult rohelistel taimedel valguses. Taimedest eralduv hapnik on tarvilik hingamiseks loomadele ja taimedele. Taimed tarvitavad toiduks õhust süsihaput gaasi ja annavad õhule hapnikku. Taimed on õhupuhastajad. Seepärast on aedades, parkides, metsades, aga ka niitudel ja põldudel õhk hapnikurikkam kui elamuis.

Õhk sisaldab harilikult süsihaput gaasi ainult 0,03%. 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 järgi 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, plahvatustest jne. See alati tekkiv hulk katab igapäevase tarvituse, ja õhus olev hulk püsib muutumatuna.

3. Peale süsivesikute valmistavad rohelised taimed ka valkusid. Neid tarvitavad nad ise oma kudede ehitamisel ja koguvad toidutagavaraks panipaikadesse ühes süsivesikutega. Neid taimeosi söövad inimesed, loomad ning klorofüllita taimed ja ammutavad jõudu neist aineist. Valmistades süsivesikuid ja valke koguvad taimed endisse päikese jõudu. Inimesed ja loomad seda teha ei suuda: nad olenevad selles mõttes täiesti rohelistest taimedest.

Selgita, kuidas olenevad kiskjad loomad taimedest.

49. 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.

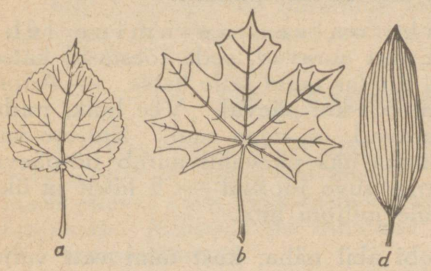
Tuleta meelde, missuguseid juuri — kuju poolest — oled tähele pannud tundmaõpitud taimedel. Vaatle peenemaid juureharukesi mikroskoobis. Nende küljes näed suurel hulgal peeni niidikesi. Need on *juurekarvakesed*. Neid on palju iga juure harukesel. Keegi teadlane on arvutanud, et kui nisu juurtel leiduvad karvakesed panna üksteise otsa, saadaks mitme kilomeetri pikkune rida. Nende karvakeste abil võtabki taim maa seest toitu. Toiduvõtmine toimub *osmoosi* teel. Karvakesed on seest õõnsad. Õõnsuses asub juure mahl ja karvakeste ümber mullas soolade lahused. Viimased tungivadki läbi karvakeste seinte õõnsusse umbes samuti kui seedinud toidu mahlad sooltehattudesse.



126. joonis. Juurekarvakesed mikroskoobis.

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 järgi nimetatakse ka lehti sulg-, sõrm- ja rööpsoonelisteks. Peasoontest jooksevad välja kõrvalsooned, mis moodustavad lehepinnas tiheda võrgu.



127. joonis. a) Sulg-, b) sõrm-, d) rööpsooneline leht.

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. 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.

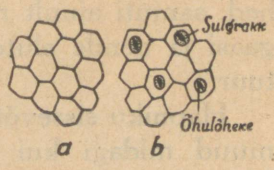
3. Vaadeldes mahlade salapärast liikumist taimedes, tõuseb tahtmatult küsimus, **mis jõud paneb mahlad liikuma ja mis tõstab lahused juurtest lehtedeni.**

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 mahlu kännust välja. Sarnaselt toimub rõhumine ka kasvavais puudes ja rohttaimedes. Nii oleks rõhumine juurtes üheks teguriks, mis aitab mahlasid tõusta varres ülespoole. Teiseks teguriks on jõhvsus. Soonekesed tüvedes on väga peenikesed, ja neis tõusevad mahlad samuti kui 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 tõestasid katse teel IV klassis. Tuleta meelde, kuidas tegid selle katse. — Auramine toimub vahetpidamata, nii ööl kui päeval. Vee hulk, mida taimed lehtede kaudu välja auravad, on väga suur. Katsete varal on tehtud kindlaks, et näiteks üks päevalill aurab öö-päeva jooksul 0,5 liitrit vett; üks hernes suve jooksul — 5 liitrit ja üks hektar 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 mõlemaid mikroskoobis.

Lehe pealmise pinna marrasknahk koostub mitmekandilistest rakkudest ja on terve; ka alumise pinna marrasknahk koostub neist, kuid temas on veel augukesed — **õhulõhekesed;** need on ovaalikujulised 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 korraldajaiks on õhulõhekesi ümbritsevad **sulgrakud:** kuivaga nad koondavad õhulõhekeste avausi, märjaga aga suurendavad neid.



128. joonis. Lehe marrasknahk: *a*) ülemine, *b*) alumine.

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 seepärast, 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?

50. 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. Milliseks see muutub? Võrdle temperatuuri purkides õhu temperatuuriga.

Katsed näitavad, et esiteks on purkides temperatuur kõrgem, teiseks — neist on kadunud hapnik, kolmandaks

— neisse on tekkinud süsihapu 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 süsihapu gaasi eraldamine pole muud midagi kui h i n g a m i n e. Ja tõesti, t a i m e d h i n g a v a d n a g u i n i m e s e d j a l o o m a d. 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; s e e j u u r e s v a b a n e b s u h k r u s p e i t u v s o o j u s. Soojust ongi tarvis kasvavale taimele. Purkides leiduv soojus ja süsihapu gaas on tekkinud lehtedes ning seemneis toimunud hapniku ja suhkru ühinemisest.

2. Suhkrus leiduva soojuse on taimed kogunud päikese soojusest.

Rohelised taimed, tekitades suhkrut, peidavad temasse päikese soojust: me peaksime ütlema, et s u h k u r o n t e k k i n u d s ü s i n i k u s t, v e e s t j a s o o j u s e s t. 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.

3. Võrdle taime hingamist ja sarnastamist. V a l g u s e s on roheliste taimede hingamine raskesti jälgitav, sest sarnastamisel eritab taim kuni 20 korda rohkem hapnikku, kui ta tarvitab hingamisel. P i m e d a s toimub aga ainult hingamine, s. o. hapniku tarvitamine ja süsihapu gaasi eritamine, — siis on seda kerge selgitada; seepärast pidid ki katse juures hoidma purgid pimedas.

Millal puhastavad taimed õhku? Kas on kohane kasvatada lilli magamistoas?

Sisukava.

Elu aias ja põllul.

1. Hernes 3
2. Porgand . . . 6
3. Meie aedviljade minevikust . . . 11
4. Rukis 12
   Nisu 18
5. Põldhiir 19
   Majahiir . . . 20
   Rott. . . . 21
6. Vihmauss . . . 21

Elu metsas.

7. Mänd 26
   Kuusk . . . 32
8. Pohl ehk palukas . 33
9. Kuuseriisikas . . 35
10. Maarjasõnajalg . 38
11. Jänes 41
    Orav . . . 44
12. Sipelgad . . . 45
13. Rähn 49
14. Rästik 51
    Nastik . . . 54

Igapäevaseid ainete muutumisi kodus ja vabas looduses.

15. Põlemine . . . 55
16. Õhu muutumisest põlemisel. Õhu koosseis 60
17. Leek 66
18. Tulekustutamisest 67
19. Süsistumisnähtusi ja saadusi looduses 69

Meie maja.

20. Ehituspuu . . . 75
21. Põldkivi . . . 77
22. Liiv 83
    Kruus . . . 85
23. Liivakivi . . . 86
24. Savi 87
25. Savitooted . . . 88
26. Paas. 90
27. Lubi 92
28. Tsement 95
29. Kips 96
30. Klaas 98
31. Mis on mineraal. 100

Tähtsamaid metalle.

32. Looduses ehedalt leiduvaid metalle 102
33. Maakidest saadavaid metalle . . 104

Inimkeha tegevuseks tarvilikke aineid.

34. Vesi 109
35. Tähtsamaid toiteaineid 113

36. Kust saame meie tarvilisi toiteaineid? 115

Inimkeha elutegevusest.

37. Seedimisest . . 119
38. Hingamisest . . 129
39. Vereringe . . . 135
40. Kuidas vabaneb keha temale kõlbmatuist aineist 144

Kevadel põllul ja metsas.

41. Põldosi . . . 145
42. Orashein . . . 147
43. Suvivilja külvamine 147
44. Pinnas põllul ja aias 149
45. Mesilane . . . 151
46. Mets kevadel . . 155
Käolina . . . 156
47. Pinnas metsas . 157

Rohelise taime elutegevus.

48. Lehe tegevus . . 159
49. Juure tegevus ja mahlade liikumine 163
50. Taime hingamine 165

A A
7821
(2)
58713

Hind kr. 1,15

Väike Looduse Sõber I, hind pappköites 85 senti.
„ brošeeritud 75 „
Väike Looduse Sõber II, hind pappköites kr. 1,15
„ brošeeritud „ 1,00
Väike Looduse Sõber III, hind pappköites kr. 1,15
„ brošeeritud „ 1,00

Väike Looduse Sõber I, II ja III on HSM Kooliraamatute-Komisjoni poolt algkoolidele tarvitamiseks soovitatud.

Pääladu O/Ü. „Noor-Eesti“ juures Tartus, Rüütli tn. 4.