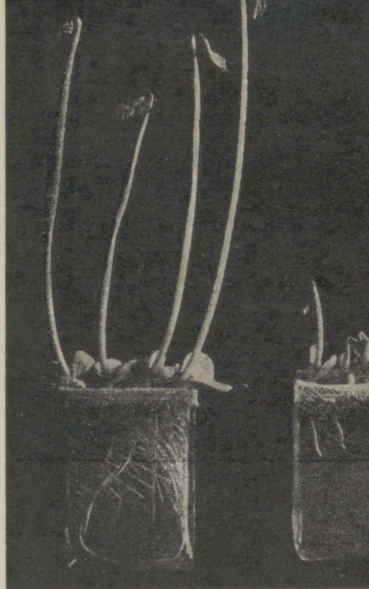


K-10388

J A A N P O R T



TAIMEDE EHITUS JA ELU

K. / Ü. „L O O D U S“ T A R T U

A-10388

JAAN PORT

TAIMEDE EHITUS JA ELU

Ä r a t r ü k k

Dr. phil. nat. J. Porti toimetatud
„Tegeliku aianduse ja mesinduse käsiraamatust“



SISUKORD.

	Lk.
III. Taim areneb seemnest	49
Idanemise välistingimused	55
IV. Juur	61
Taime toitumine juurte abil	61
Milliseid sooli vajavad taimed?	72
Mulla nõrkus ehk maa väsimus	75
Juurte arengut soodustavad eri tegurid	76
Juurte teised ülesanded	79
Juured taimede paljundusvahendina	82
V. Leht	84
Taime toitumine lehe abil	84
Süsinik ja elusaine	91
Leht paljundusvahendina	104
Lehtede enesekaitse	105
Putukasööjad taimed	105
Lehtede eriline kuju ja värvus	106
Lehtede varisemine	107
VI. Vars	111
Varre ehitus	113
Mahlade liikumine vartes ja tüvedes	118
Vars toiteainete säilituspaigana	121
Taime vars paljundusorganina	123
Kunstlikud paljundusvõtted	125
Võra lõikus	133
VII. Pungad	137
VIII. Taimede suguline paljunemine	140
IX. Taimede muutumis- ja pärilikkusnähtused	150
Pärilikkusõpetus ja Mendeli reeglid	154
Uute taimevormide tekkimine looduses	158

Eksitavaid trükivigu ja ebatäpsusi.

Lk.	Rida	On trükitud:	Peab olema:
52	1 alt	tolmukates	tolmukate
54	16 ülevalt	plasma	seemnekoe
64	11 „	Fe(CNS) ₂	K ₄ Fe(CN) ₆
66	3 „	soolad	soolad ja ioonid
66	20 „	sooli	elemente
69	18 „	legub	selgub
70	10 alt	pooldumisjõulisi	pooldumisvõimelisi
72	12 ülevalt	toitesooli Ka	elemente ... K
118	18 „	lehtede	lehtede vee
120	24 „	kuul	kujul
120	15 alt	lahustuvate	lahustunud
126	11 „	poolviltu	risti või poolviltu
126	1 „	pistokstest	pistokstega
129	15 ülevalt	perekondade	perekondade ja liikide
140	12 alt	võimelised	võimelised tavaliselt
153	18 ülevalt	kromosoomide	kromosoomide arvu
153	15 alt	Dielsi	Dieli

TAIMEDE EHITUS JA ELU

III. Taim areneb seemnest.

Seeme. Aiandus tegeleb peamiselt kõrgemate, öitsevate taimedega. Kõik õistaimed, mis varustatud õitega ja moodustavad vilju, arenevad seemneist. Alamad taimed aga, millel puuduvad õied, nagu sõnajalad, osjad, karukollad, samblad, samblikud, seemed, vetikad, bakterid jne., arenevad eostest.

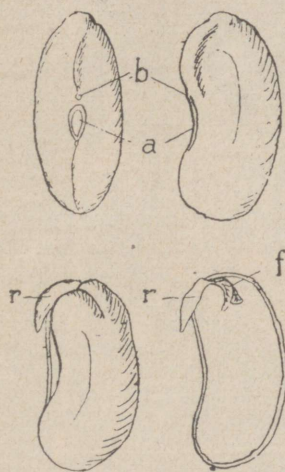
Kui asetame mõnesuguse seemne mullasse, siis seliast areneb taim. Kuid igaühel on kogemusi selle kohta, et seeme mitte igal juhul kasvama ei hakka ja et seemned on tarvis kasvama panna sooja ja niiskesse mulda: muidu seemned ei idane.

Miks ei idane iga seeme ja miks on idanemiseks vaja niiskust, soojust ja muid tingimusi? Võime vastata neile küsimustele alles siis, kui tunneme seemne ehitust. Võtame selleks mõne suurema seemne, näit. aedoa. Et seemne osi oleks kergem üksteisest eraldada ja vaadelda, paneme seemned umb. 6 tunniks likku.

Ligunedes paisub seeme: temasse tungib vesi: kõik osad tursuvad vee mõjul ja muutuvad ühes sellega pehmeks. Nüüd võime neid kergesti lõigata ja ka üksteisest eraldada. Oa seemnel on ühes otsas seemnevarre jälg: valmiv seeme oli kinnitatud varre abil kauna seinte külge ja seda vart mööda tungisid

toiteained seemnesse ning säilisid siin; valminud seeme langes varre küljest maha ja soonte jäljed suleti veekindlalt. Seemnekest on paks ja laseb vett läbi väga aeglaselt. Kust pääseb siis vesi seemnesse? Seemnekestas on väike auk — seemnepilu — seemne punga pisiava koht: siit tungibki vesi üsna vabalt seemnesse. Kui selle kinni kleebime, paisuvad seemned õige aeglaselt.

Kõrvaldame seemnekesta. Nüüd avanevad kaks seemnepoolt. Need on idulehed, õieti esimesed taime lehed, mis täidetud toiteainetega



Aedon seeme: *a* — seemnevarre jälg, *b* — seemnepilu, *r* — idujuureke, *f* — idulehekesed.

(valgud, tärklis, soolad, õlid) ja mis seepärast on paksud. Avame nad ettevaatlikult. Nüüd leiame nende vahel taime idu, milles võime eraldada kolme osa: idulehekesi, varrealget ja juurekest. Kergete köitmetega on iduvarreke ühendatud toitevarasid sisaldavate paksude idulehtedega. See ongi oaseemne ehitus suuris joonis.

Võtame teise taime — rukki või nisu — seemned ja paneme need likku vähemalt 6 tunniks. Ka need paisuvad. Kuid kesta pole siin isegi paisunud seemnel võimalik eraldada: see on kõvasti seemne küljes kinni. Lõikame seepärast paisunud nisutera (mis on küll õieti terve vili — teris) terava noaga lõhki. Märkame selle teravama otsa küljes kesta all väikest moodustist — idu. Ka siin on idulehekesed (torukujuliselt üksteise ümber), varreke, mis ühenduses seemne toitevarudega (endosperm), ja juureke. Idu asub siin toitevarude ehk endospermi küljes ja on nendest eraldatud erisuguse kile ehk kilbi abil. Seda peetakse muutunud iduleheks.

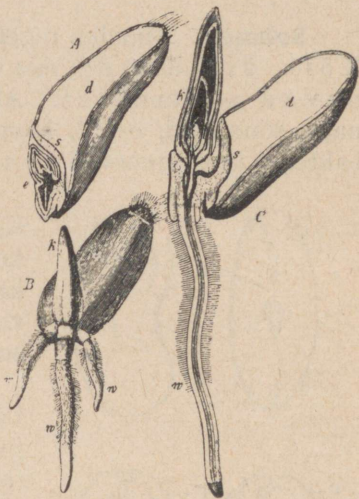
Võetud seemned kuuluvad kahe suure klassi — kahe- ja üheiduleheste — esindajaile. Aedoal kerkivad mullapinnale idanemisel 2 idulehte, needsamad seemnepooled, mis sisaldavad toiteainete tagavaru, rukkil ja nisul aga üks ainus leht. (Siit mõlema klassi nimetused.) Muidugi on vahe ühe- ja kaheiduleheste taimede vahel veel märksa suurem varre, lehtede ja õite ehituses, nagu hiljemini näeme.

Valminud seemnes asetseb taime idu nn. puhkeolekus või koguni varjusurmas. Idu hakkab kasvama, s. o. seeme läheb idanema ainult teatavail, igale taimeliigile erisuguseil tingimusil. Et mõista neid elu algtoimeid, peame tutvuma veel üksikasjalisemalt taime idu sisemise ehitusega.

Rakk. Taime idu — samuti kui iga elav taime osa — koosneb rakkudest.

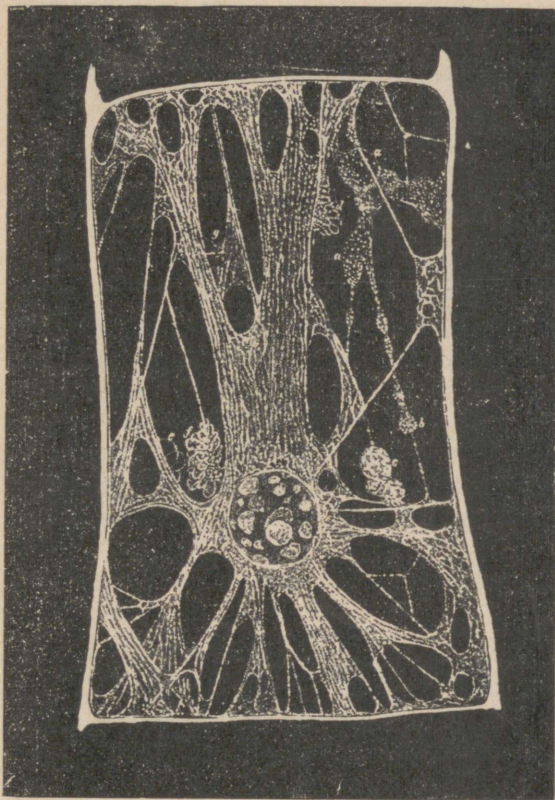
Iga elusa taimeraku algosaks on alglim, protoplasma ehk lihtsalt plasma. See on läbipaistev, rikkalikult vett sisaldav, sülditaoline, kuid ehituselt ja koostiselt väga keeruka ehitusega (valgud, süsihüdraadid, rasvad, õlid ja mitmesugused soolad) aines, valdavas enamuses nn. kolloidses olekus.

Mingisuguses lahustavas keskkonnas, näit. vees, võivad ained olla kas kristalloidses, s. o. moleulaarselt hajunud — või kolloidses olekus, kus ainete hajunud osakesed on suuremad. Kristalloidselt haju-



A — nisuseeme: a — idu, s — kilp, d — endosperm. —
B — idanenud nisuseeme: k — idu-
vars, w — juured.
C — idandi ja seemne läbilõige.

nud ained võivad läbi tungida (difundeeruda) näit. põiest, pärgament-paberist, kolloodiumikilest jne., kolloidselt hajunud ained aga mitte. Peale selle võib kolloidseid aineid kõrge temperatuuri abil ja soolade juurdelisamisega sadestada ehk tardumisele viia (näit. valke: toores munavalge tardub keetmisel, samuti soolade mõjul), kristalloidseid aineid aga mitte.



Kõrvitsa karvakese rakk (tugevasti suurendatud).

Igas elavas rakuplasmas on tihedam plasmamoodustus, rakutuum, mis erineb plasmast ka keemilise koostise poolest (sisaldab rohkesti fosforit!). Peale selle leidub plasmas veel väiksemaid kehakesi — plastiide. Need kolm — plasma, tuum ja plastiidid — moodustavad raku elava osa, selle elusaine, ja nad esinevad igas elavas raku.

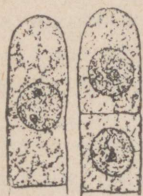
Iga taimerakk (välja arvatud mõningad alamad limaseened) on piiratud kestaga. See on rakule kaitseks ja toeks. Noore raku kest koosneb tavaliselt puhtast kiudainest ehk tselluloosist, mis lasseb vabalt vett ja toitesooli läbi. Vanematesse rakukestadesse sadestuvad aga ka muud ained, mis võivad muuta rakukesta tugevaks, kuid ühes sellega ka läbipääsetamatuks veele ja sooladele (korgistunud, luustunud, puitunud jne. rakukestad).

Seega on raku ehitus üldjoontes üsna lihtne: raku moodustavad — plasma, tuum ja plastiidid ning neid ümbritsev kest.

Igal rakuosal on oma kindlad ülesanded. Raku elutegevust juhtivaks osaks on tuum. Ilma tuumata plasmaosa sureb lühema või pikema aja vältel. Iga raku pooldumise eel pooldub tuum: ta põhjustabki raku plasma pooldumist. Tuum on plasmast tihedam; ta on omakorda pii-

ratud kilega, mis teda plasmast eraldab. Tuumal on oma plasma, mis mitmeti erineb alglimast. Peale selle omab ta erilist ehitust ja rakkude pool-
dumise eel kujunevad tuumas isesugused moodustised — k r o m o s o o -
m i d, mis on päritavate omaduste kandjad. Kromosoomidel on seega
määrav tähtsus taimede sugutamisel, sigimisel ja pärilikkude tunnuste
edasiandmisel, millest kuuleme edaspidi.

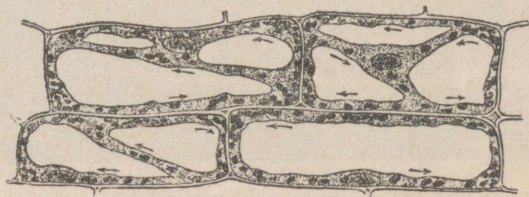
Raku plasma etendab raku toitumises, kasvamises ning eluavaldus-
tes peaosa. Noor rakk koosneb ühtlasest plasmast. Hiljemini tekib
plasmasse eriline õõnsus ehk vakuool (tavaliselt on neid rakus
rohkem kui üks), mis täitub raku mahlagaga. Rakumahl sisaldab vett
ja mitmesuguseid aineid, mis kas plasmast ainetevahetuse tagajärjel
välja heidetakse või mis väljastpoolt rakku tungivad, kuid pole veel tarvi-
tamist leidnud. Õõnsuste suurenemisega väheneb tavaliselt plasma-
hulk rakus. Plasma pinnakihiid on tihedad ja nn. pool-läbilaske



Tuuma ja raku
pooldumine.

võimega, s. t. nendest pääseb vabalt läbi ainult vesi,
mitte aga vees lahustatud soolad ega ka orgaanilised ained.
Sellest plasma pinnakihi omadusest muutub ainete pääs
rakku raskeks ja toimub keerukate kolloidkeemiliste sea-
duste järgi. Vakuooli kogunenud ainete mõjul imeb iga
rakk endasse rohkesti vett, nii tekib seal tugev os-
mootne rõhk, mis võib tõusta mitmekümne atmos-
fäärini: see surub plasma tugevasti vastu rakukesta ja
hoiab rakukestagi pinevil. Osmootne rõhk on tähtsaks
jõuks rakkude kasvamisel ja taimekudede pinevuse
ning tugevuse tekitamisel.

Plasmas toimub rakku pääsenud ainete ümberkorraldus; osa neist
tarvitatakse plasma ehitamiseks, osa — näit. hapnik — plasmas olevate
ainete ümbermuutmiseks, ener-
gia moodustamiseks jne. Nii
toimub plasmas alaline ehitam-
ine ja ehitatud aine põletam-
ine, alaline ainete vahetumine,
muutumine. Ainete vahetuse
peategureiks on vesi, hapnik,
isesugused aktiivsed ained —
e n s ü ü m i d ja rohelistes
rakkudes päikeseenergia. Elav plasma vajab alati vett, hapnikku ja
toitesooli.



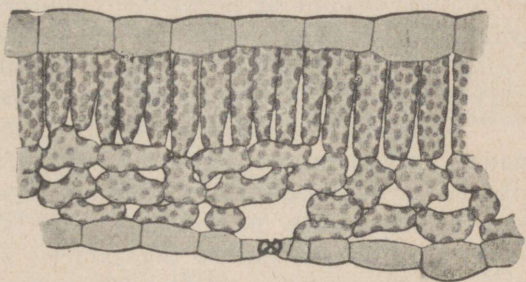
Plasma liikumine *Elodea canadensis*'e raku-
des: näidatud noolega liikumise suund.

Elus plasma on rakukestas asuvate pooride kaudu peente plasma-
juhtmetega ühenduses naaberrakkudega. Niiviisi moodustavad elavad
rakud kogu taimes ühise pere ja on ainete vahetuses üksteisega.

Plasma pole aga mitte ainult alaliselt muutuv, vaid ka alaliselt liikuv
aine. Paljudes rakkudes võime plasma liikumist mikroskoobi all kergesti
näha: *Tradescantia* tolmukates ja varre karvakestes, *Elodea* lehe rakkudes

ja paljude veetaimede juurekarvakestes. Kuid plasma ei ehita ainult plasmat, ei kohenda ainult iseennast, — siin moodustatakse ka mitmesuguseid ühendeid, esijoones tärklis, suhkrut, valke, rasvu, mida tarvitatakse toiduks.

Plastiidid on pisikesed plasmamoodustised, mis võivad oma kujult ja värvuselt olla mitmesugused. Noores rakus on nad ilma värvuseta — leukoplastid; mõnel taimel muutuvad nad punaseks, oranžiks või kollaseks (porgandi juur, tomati ja roosi vili, lilleõied jne.). Värvilisi plastiide kutsutakse kromoplastideks. Valguse käes omandavad taime lehed ja varred roheline värvuse roheliste plastiidide ehk kloroplastide mõjul. Plastiididel on mitmesugused ülesanded, peamiselt ainete moodustamisel. Nii tekib tärklis tavaliselt leukoplastide ümber, süsiniku sarnastamine, s. o. söehappegaasist orgaaniliste süsihüdraatide moodustamine päikeseenergia abil toimub rohelistes kloroplastides; teistel värvilistel kromoplastidel on tähtsus valguse filtrina (kaitsevad plasmat liiga tugeva valgustuse eest), või nad moodustavad värvilisi meelitusvahendeid õites ja viljades. Leukoplastid võivad valguse käes muutuda kloro- kui ka kromoplastideks, samuti kui kloroplastid muutuda kromoplastideks (valmivates viljades).



Kloroplastid ehk klorofülliterad taimelehe rakkudes.

Tutvunud üldjoontes raku ehitusega ja ülesannetega, pöördume tagasi idanevate seemnete juurde.

Miks mõned seemned ei idane? Idanema hakkavad ainult need seemned, mis on idanemisvõimelised. Idanemisvõime (idanemisjõud) on aga mitmesugune ja igal taimeliigil erineva püsivusega. Paljud seemned ei idane üldse, sest nad pole valminud, või nad on vigastatud (läbi puretud, idud rikutud). Mõningate taimede seemned kaotavad peale valmimist idanemisvõime kiiresti, näit. pajud, paplid, kohviuba, jalakad (3—5 päeva jooksul), õliseemned (lina, kanep) 1—5 aasta jooksul; kõige kauemini püsib idanemisvõime tärklis-seemnetel: rukkil — 10 a., nisu-seemned aga võivad idaneda veel 50 ja isegi saja aasta pärast. Kaua püsivad idanemisvõimelistena ka paljud huulõieliste, liblikõieliste ja kassinaeriliste seemned. Kuid jutud, nagu oleksid nisuterad Egiptuse püramiidides säilinud tuhandeid aastaid idanemisvõimelisina, pole õiged. Siin on tegemist pettustega: reisijaile on antud värskeid nisuteri püramiididest leitud pähe. Ka metsa all, kõdunevas mullas võivad paljud seemned mitukümmend aastat idanemisvõimet alal hoida.

Mis on seemne idanemisvõime? See on olukord, kus iduplasma niiskuse ja soojuse mõjul hakkab paisuma, muutub veerikkaks ja hakkab elama; siin tulevad nüüd toime ainetevahetus, plasma aine uuendumine ja lõpuks raku pooldumine. Nii hakkab idu suurenema ja kasvama. Elavaks saamisel peab plasma muutuma veeküllaseks kolloidiks.

Miks kaob idanemisvõime? Pikemal seismisel idurakkudes plasma kaotab liiga palju vett, kuivab ära ning kolloidained tarduvad, muutuvad kõvaks. See tardumus võib olla ajutine — tagasipööratav, või lõplik — tagasipööramatu. Ühtedel taimedel tardub plasma tagasipöördumatult kiiresti, teistel aeglasemalt, olenedes plasma ehituse ja koostise iseärasustest. Kuid lõpmatult ei kesta idanemisvõime ühelgi seemnel. On mõeldav, et seemnete idanemisvõime kadumisel hävivad ka ensüümid, mis plasma elutegevuses tarvilikud. Sel juhul võiks seemneid ellu äratada elujõuliste ensüümide seemnesse viimisega. Kuid arvatavasti toimub peale eelmainitu plasmas ka teissuguseid puhtkeemilisi muutusi — kas hapniku toimel või mõnel muul põhjusel. Igatahes muutub aja jooksul plasma värvus tuhmimaks, mis annab tunnistust aine keemilisest muutuvusest. Seemnete idanemisvõime kestvust on võimalik teataval määral pikendada. Et idanemisvõime kadumine on ühenduses pööramata (s. o. lõpliku) plasma tardumisega või ensüümide tegevusvõime kadumisega (mis küll samuti kui plasma on kolloidne ollus ja mille tegevusvõime kaob tardumise, s. o. vee kaotamise tagajärjel), siis tuleb hoolitseda selle eest, et seemned liiga palju ja liiga kiiresti ära ei kuivaks.

Kohvioa idanemisvõimet, mis kuiva käes 3—5 päeva jooksul hävib, võib mitme kuuni pikendada ja seemneid idanemisvõimelistena alal hoida, kui neid hoida niiskes ja paraja temperatuuriga ruumis. Kuigi enamik seemneid on kaetud õige tiheda kestaga, mis vett väga raskesti läbi laseb, aurub vesi seemneist ikkagi pikapeale tunduvalt. Soojas kohas kuivavad seemned kiiremini kui jahedas ruumis. Seepärast on otstarbekohasem seemneid säilitada jahedas ruumis. Kuid see ruum ei tohi olla liiga niiske, sest siis hakkaksid seemned hallitama ja mädanema.

Teiselt poolt on pandud tähele, et idanemisvõime kadumisel mõjub nähtavasti kaasa ka hapnik, mille mõjul ained nii idu- kui toitetagarade rakkudes oksüdeeruvad (hapenduvad) ja muutuvad. Priimula-seemned näit. kaotavad idanemisvõime tavaliselt 1 a. kestel, seistes õhu käes. Katsed hoida priimulaseemneid söehappegaasiga täidetud ja kinnijoodetud klaastorudes, s. o. hapnikuvabas ruumis, andsid häid tulemusi ja selliselt hoitud priimulaseemned idanesid veel teisel ja kolmandalgi aastal.

Paljud seemned ei saa valmis taime küljes ja nad tarvitavad veel aega järevalmimiseks. Enne täielikku valmimist nad idanema ei hakka. Sellised seemned, kui neid kohe taime küljest võttes maha küllida, ei hakka idanema: nad pole aga kaotanud idanemisvõimet, ümber-

pöördult, nad pole veel seda omandanud. Järeldavimise aeg, s. o. aeg seemne küpsemisest idanemise alguseni, on näit. sinilillel 2 kuud, saarel — 7 kuud, lõkannusel 10 kuud jne.

Seemnete alalhoidmisel on tarvis teada, et veetaimede seemned, nagu jõekupul, vesiroosil, *Eureale ferox*'il, *Victoria regia*'l jt., tuleb säilitada alati vees ja selliselt müügile saata või ühest kohast teise toimetada.

Idanemise välistingimused.

Niiskus. Idanemisvõimeline seeme hakkab idanema ainult teataval tingimuses. Kõigepealt on selleks tarvis niiskust. Niiskuse toimel paisuvad seemned ja lõhkeb seemnekest. Ühtlasi muutub idurakkudes plasma veerikkamaks ja omandab vedela kolloidsa oleku, milles hakkab toimuma ainetevahetus. Kuid samal ajal peavad elustuma ka ensüümid, ilma milleta ei toimu ainete muutumist ja on võimatu plasma elutegevus. Vee toimel paisuvad nii idurakkude plasma kui ka toidutagavarad — valgud ja tärklis. Toidutagavarad, mis puutuvad kokku ensüümidega, muutuvad vees lahustuvaiks ja liiguvad idusse selle rakkudele toiduks. Seega teeb vesi plasma kolloidid vedelaks, liikuvaks, elustab ensüüme ja kutsub esile ainete vahetuse rakkudes.

Paksukestased seemned. Kuid tugevasti kuivanud pojengi, rusujuure, palmi, *Albizia*, *Acacia*, *Cordyline*, *Gleditschia*, *Genista*, *Robinia* jt. seemnetesse imbub vesi alles peale kesta vigastusi või selle osalist kõdunemist, s. o. 1—2 aasta järel. Õhema kestaga seemned (rukis, oder, kapsas, kurk) või sellised, mille seemnekestades on auk (hernes, uba), paisuvad kiiresti, juba mõne tunni jooksul. Kui paksudesse seemnekestadesse viilida või kratsida praod (seda võib teha ka eriliste masinate abil), tungib vesi kergesti kestad läbi ja seemned hakkavad kiiremini paisuma, idanema ja kasvama. Paksude seemnekestade rikkumiseks tarvitati varematal aegadel seemnete leotamist koondatud väävelhappes, mis teatavasti igat orgaanilist ainet, antud juhul seemnekesta, rikub, „põletab“, õhemaks muudab ja seega võib soodustada vee pääsemist läbi kesta. Kuid seemnete leotamisega väävelhappes peab olema äärmiselt ettevaatlik, sest niipea kui hape ise tungib läbi seemnekesta, surmab ta ka kohe idu. Et seda asjaolu on raske kontrollida, siis tarvitatakse paksukestaliste seemnete leotamist hapetes uuemal ajal harva. Selle asemel on tarvitusele võetud nende leotamine palavas vees. Nii, näit., valatakse palmiseemned üle 70—80° C veega, lastakse siis vett jahtuda kuni 40°-ni ja hoitakse sellises vees seemneid 24—48 tundi, mille järel seemned märksa kiiremini idanema hakkavad. Ka on katsutud suure rõhu all (4—10 atmosfääri) suruda vett paksukestastesse seemnetesse, mis ka teatavaid tagajärgi on andnud.

Kihitamine. Tugevasti kergendab seemnete idanemist see, kui neid peale valmimist ei lasta liiga ära kuivada, vaid asetatakse niiskesse

liiva. Hulgaliste seemnete sellisel alalhoidmisel toimetatakse järgmiselt: kasti põhja pannakse kiht niisket liiva, laotakse sinna peale kiht seemneid, siis jälle kord niisket liiva ja selle peale kiht seemneid jne., kuni kast täis. Sellist seemnete kihitamist (stratifitseerimist) on soovitatav ette võtta paksemakestaste puu- ja pöösaseemnetega, nagu õunapuu, vaher, saar, pärn jne. Okaspuude seemneid pole soovitatav kihitada: neid on parem säilitada ületalve käbides.

Üldse hoiduvad seemned viljades palju paremini idanemisvõimelisena ületalve kui sealt välja võetult. Looduses toimub seemnete soodus niiskuses säilimine, näit., metsa all, kus mahakukkunud seemnete peale langevad lehed, okkad, rohukõrred jne. Selle all säilitavad seemned kaua idanemisvõime. Katsed on näidanud, et idanemisvõime võib püsida puuseemneil selliselt isegi enam kui 40 aastat.

Hapnik. Teiseks väliseks idanemise tingimuseks on hapnik. Idu-rakkude elustumiseks ja ainetevahetuse alustamiseks on peale vee tarvis hapnikku. Hapniku ühinemisel tekib plasmas s o o j u s, mida idanevais seemneis kerge tähele panna ja mõõta. Ilma hapnikuta seemned idanema ei hakka. Seepärast tuleb hoolitseda, et hapnik vabalt pääseks idanema pandud seemnetesse: järelikult seemneid ei või asetada liiga sügavale mullasse, kuhu õhu juurdepääs raske; samuti ei või panna seemneid idanema vette, sest ka seal ei saa nad idaneda hapniku puudusel. Suuremaid seemneid võib lühikeseks ajaks, s. o. 6—12 tunniks panna vette paisuma, üle selle aga mitte (erandiks on palmiseemned ja mõned paksukestased). Lilloa seemned näit. kaotavad 24 tunni jooksul idanemisvõime, kui nad poolestki saadik on paigutatud vette.

Tavaline nõue on: seemneid tuleb mullaga katta niisama paksult, kui paksud on seemned ise. Tegelikult võib suuremate seemnete puhul (oad, herner, kõrreliste seemned jne.) mullakiht olla ka seemne läbimõõdust tugevasti (isegi 4—5 korda) paksem, kuid kunagi mitte selline, et idulehed sellest ei ulatuks tõusma maapinnani. On muld tihe, savikas, siis sisaldab ta vähem õhku ja laseb seda raskemini läbi; selline seemneid kattev mullakiht ei tohi olla kuigi paks; seevastu kergesse liivakasse ja huumusrikkasse mulda tungib õhk kergemini ja sinna võib seemneid külida ka sügavamalt.

Peeni seemneid (mägisibulad, kukeharjad, lobeeliad, gloksiiniad, streptokarpused jne.) ei tule üldse katta mullaga — need reputatakse tasandatud mullapinnale potti ning surutakse kergelt lauakesega kinni.

Tavaliselt praktilises elus seemneid välja mullasse külvates püütakse neid asetada sügavamale, et nad ära ei kuivaks. Kuid kuivamist on võimalik ära hoida ka sel teel, kui muld peale külvi kinni vajutada, mis puhul vesi kapillaarsuse mõjul sügavamatest mullakihtidest tõuseb mullapinnani (põllul seemendatud välja rullimine), või siis jälle valamise teel. Ka toore samblaga või samblapuruga külitud peenravagude katmine hoiab mulla niiske ega takista õhu pääsu mulda.

On huvitav, et veetaimede seemned idanevad tavaliselt vees (vesiroos, vesikupp, vesipähkel, *Victoria*, *Eureale* jt.) ning nad mullas idanema ei hakka, ja ümberpöörduvalt — kuivamaa taimede seemned ei idane jälle vees. Nähtus ei ole põhjendatud mitte üksnes hapniku juurdepääsuga, vaid peale selle veel seemnekesta lagunemisega, mis veetaimede seemnel paremini toimub vees, teistel jälle mullas.

Soojus. Kolmandaks paratamatuks väliseks idanemistingimuseks on soojus. Iga taim ja iga taime plasma on harjunud teatava temperatuuriga, millest alamal ja kõrgemal elunähtused lakkavad. Erinevus taimekasvu vajaliku temperatuuri ulatuses on tingitud plasma ehitusest ühelt ja selle kohastumisest teiselt poolt. Viimast tegurit on võimalik aja jooksul pikkamööda muuta. Millistel temperatuuridel mitmesugused seemned idanevad, nähtub järgnevast tabelist.

	Alam temp.	Optimum	Maksimum
Kõrsviljad — nisu, rukis, oder, kaer	0—5° C	25—31	31—37
lina	0—5	25—31	31—37
kanep	0—5	25—31	31—37
hernes	0—5	37—44	44—50
peakapsas	0—5	25—31	31—37
kõrvits	10—16	37—44	44—50
kurk.	15—19	31—37	44—50

Näeme, et kodumaa taimede seemned hakkavad idanema madalamal temperatuuril, alates 0°, lõunamaa taimede seemned (kõrvits, kurk) aga vajavad selleks märksa suuremat soojust (15—18°). Parim idanemistemperatuur kõigub 25—35° C vahel; alates 37° lõpeb idanemine meie tavalistel põlluviljadel ja aiataimedel, lõunamaa viljadel aga alates 45—50° C.

Muidugi tuleb pidada silmas, et ükski seeme ei hakka idanema ainult soojuse mõjul, vaid samal ajal peavad olema täidetud ka teised välistingimused, — niiskuse ja hapniku juurdevool.

Mis puutub madalaimasse ja kõrgeimasse temperatuuri, siis kuivad seemned võivad selliseid temperatuure kaunis hästi lühemat aega välja kannatada, ilma et idanemisvõime kaoks. Kuid kord juba paisuma ja idanema hakanud seemnel, mil rakuplasma on muutunud veerikkaks, on kõrge ja madala t° toime hoopis järesem ja mõjuvam taimeplasmale ning võib seda surmata kergemini.

Külma mõju idanemisele. Põhjamaa ja kõrgmägede taimede seemned vajavad paratamatult enne idanemist veel külmumist, s. o. viibimist t°-s alla 0°. See näib olevat ka üks plasma kohastumistunnuseist just külmale. Kui korjata näit. mariõunapuu seemneid ja hoida neid üle talve soojas toas, siis nad kevadel ei idane; kui nad muidu võrdsetes tingimustes asetada aga talveks külma kohta, on idanemine hea. Sama nähtust võib tähele panna ka metsikult kasvavate kodumaa lillede, puude, põõsaste jt. seemnete juures.

Siin külm lühendab seemnete puhkusaega ning soodustab idanemist. Nähtavasti tekivad siin plasmas külma mõjul muutused, mis idanemiseks vajalikud.

Valgus. Ka valgus avaldab mõningate seemnete idanemisele suurt mõju, kuigi enamik seemneid idaneb pimedas — mullas. Valguse mõju idanemisele on hakatud uurima alles kõige viimasel ajal. On selgunud, et seemneid valgusenõudlikkuse järgi võib jagada 3 rühma: 1) seemned, mis idanevad ainult pimedas (valgus takistab idanemist — mustad köömened — *Nigella*, *Amarantus*, *Celosia*, *Chenopodium*), 2) seemned, mis idanevad niihästi pimedas kui valguses (enamik kultuurtaimede seemneid), ja 3) seemned, mis idanevad ainult valguse mõjul. Viimasesse rühma kuuluvaid seemneid peab enne mullasse asetamist lühemat või pikemat aega valgustama, muidu ei hakka nad üldse idanema, näit. *Pinguicula*, *Ficus aurea*, *Ranunculus sceleratus*, *Veronica peregrina*, *Sarracenia flava*, *Darlingtonia californica*, *Lythrum salicaria*. Tähelepanu väärib asjaolu, et paljude seemnete idanemist valgus soodustab ainult madalamas temperatuuris, kõrgemas temperatuuris aga mitte.

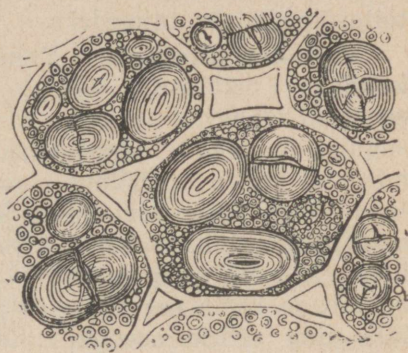
Keemilised vahendid — leelised, happed, soolad. Iga taimeraku plasma on ioniseeritud: ühtede plasma on laetud positiivselt (+), teiste oma negatiivselt (—). Viimased vajavad kasvamiseks ja idanemiseks leelist (enamik liblikõielisi), esimesed haput keskkonda (sootaimed, tarnad). Tavaline kaevu- ja jõevesi on nõrgalt leelisene (lubja- ja leelissoolade sisalduse tõttu). Lubjarikkas mullas muutub ka vee reaktsioon leeliseks; soo- ja turbamuld, samuti savikad ja liivased mullad on hapud. Ei ole seepärast mitte ükskõik, millisesse mulda seemneid idanema pannaakse ja millise veega neid kastetakse.

Ka mulla reaktsiooni mõju taimekasvule on hakatud uurima alles kõige viimasel ajal. Vähe on siin veel täpsaid andmeid, kuid üldiselt tuleb käia põhimõtte järgi: kui taim nõuab kasvamiseks haput — nõmme-, soo- või rabamulda (kanarbikulised — kanarbik, rododendron, pohl, mustikas, kuremari, samuti hortensiad, sõrmkübaralill, kuningakepp jt.), siis ka nende seemned idanevad ainult sellises mullas; ümberpöörduvalt, liblikõieliste ja paetaimede seemned tuleb idanema panna leelisesesse, lubjarikkasse mulda (oa, herne, läätspuu, akaatsia, põispõõsa, ristiku jt. seemned).

Mis puutub soolade mõjusse taimede idanemisel, siis tuleb silmas pidada, et iga seemne toidutagavarades on alati mitmesuguseid sooli. Enamik nendest on tarvilik plasma ehitamisel ja ainetevahetusel, järelikult ka idanemisel. Teised on juhuslikud ega kuulu otseselt plasma ehitusel vajalikkude algelementide hulka. Nad võivad aga soodustada (enamasti õige nõrkades kontsentratsioonides) idanemist ja idandite kasvu, kui nad positiivselt mõjustavad plasma paisumist (näit. Mn, Cu, Hg, Br, J). Tugevamas kontsentratsioonis on nad plasmale kahjulikud ja võivad seda surmata. Milles peitub mürgiste soolade, nende hulgas

ka raskemetallsoolade nõrkade kontsentratsioonide stimuleeriv (soodustav) mõju plasmale, pole lõplikult veel selgitatud, kuid nähtus ise on tuntud ja teda on üsna palju uuritud.

Bioloogilised mõjud. Ka mullas asuvad elusolendid, enne kõike bakterid ja seemed, avaldavad tunduvat mõju seemnete idanemisele. Nagu eespool mainitud, hakkavad paljud paksukestased seemned alles siis idanema, kui nende kest on juba enam-vähem rikutud — kohati mädanema ja kõdunema hakanud, sest nendest kohtadest pääseb vesi seemnekestast läbi. Mädanemist põhjustavad neil juhtudel bakterid ja seemed. Nende kaudu toimub aga ka mullas ainete ümbermuutumine, kus vabanevad mitmesugused happed ja soolad, mis kas soodustavalt või takistavalt mõjustavad idanemist. Bakterite ja seente mõjul hukkub niiskes mullas väga suur hulk seemneid. Hulk seemneid saab vigastatud mullas pesitsevastest ussidest, putukatest ja nende röövikuist, veel rohkem aga hävib noori tõusmeid parasitiseente ja bakterite läbi.



Toitecoe rakud aedoa idulehtedest: suured viirulised — tärklisterad, väikesed — valguterakesed.

Tõusmepõletiku ohvriks langeb väga palju lava- ja kasvuhoonetaimede tõusmeid. Et neid selle haiguse eest päästa, tuleb lavad ja muld enne seemnete külvi hoolega desinfitseerida palava auru, väävelsüsiniku ja teiste vahenditega, või asendada uue puhta ja terve mullaga.

Nagu eeltoodust selgub, on taime areng seemnest väga keerukas. Siin on tegemist paljude sise- ja välisteguritega, mis idanemist mõjustavad ja mida iga taimekasvataja ebaõnnestumise vältimiseks peab tundma.

Idandi areng toiteainete tagavarade kulul. On eluvõimelise seemne idandi plasma niiskuse, paraja temperatuuri ja hapniku mõjul ärganud ellu, siis vajab ta ainetevahetuseks toiteaineid. Need ained on seemnetes varuks säilitatud kas idulehtedes või erilises toitekoes (endospermis), kuid tavaliselt vees lahustumatul kujul (tärklis, valgud, õlid). Ensüümide toimel muutuvad toiteained seemnetes lahustuvaiks: tärklis muutub suhkruks, valgud — lahustuvaiks amiinhappeiks, rasvad ja õlid — rasvahappeiks jne. Need lahustunud ained liiguvad idu suunas, tungivad idurakkudesse ja pääsevad seega ainete ringkäiku. Idurakkudes hakkab plasma kiiresti kasvama, rakud selle tagajärjel poolduma. Hapniku tarvitus muutub nüüd palju elavamaks, idanevates seemnetes tekib rohkesti soojust. Idu juur suundub raskustungi mõjul sügavamale mullasse (positiivne geotropism), vars aga hakkab kasvama ümberpöör-

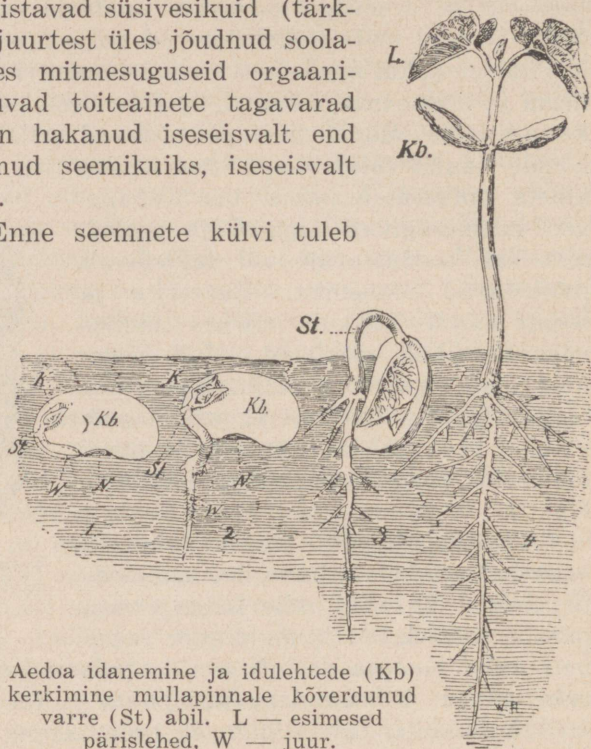
dud suunas (negatiivne geotropism) s. o. tungib mullapinnale. Jõudnud valguse kätte, areneb lehtedes ja ka osalt varres leheroheline: pealmaine osa muutub roheliseks ja hakkab kasvama nüüd valguse tungi mõjul üles. Juured võtavad mullast vees lahustunud sooli, lehed õhust söehappegaasi, millest valmistavad süsivesikuid (tärklis, suhkrut). Ühenduses juurtest üles jõudnud sooladega moodustatakse lehtedes mitmesuguseid orgaanilisi aineid. Seemnes peituvad toiteainete tagavarad on seni lõppenud. Taim on hakanud iseseisvalt end toitma. Idandid on muutunud seemikuiks, iseseisvalt toitevõimelisteks taimedeks.

Praktilisi järeldusi. Enne seemnete külvi tuleb

kindlaks määrata, kas seemned idanevad ja misugune on nende idanemise %. Seda on hõlpsu teha järgmiselt: asetada kausipõhja kiht puhast liiva või riidet või pehmet paberit ja kasta see märjaks ning sellele asetada teatav hulk seemneid (10, 25, 50, 100), siis katta nõu pealt kas kaanega, taldrikuga või riidega, et vesi ära ei auruks ja seemned ei kuivaks. Nõu asetada parajalt sooja kohta (25° C) ja jälgida, kui palju seemneid idanema hakkab. Kestab idanemine kauem, siis tuleb liiva, paberit, riidet jne. niisutada. Ei idane seemned hästi, või on nende idanemise % liiga väike, siis tuleb otsustada, kas võtta uus, parem seeme, või siis antud seemet vastavalt rohkem.

Seemneid ei või külida mullasse liiga sügavale, kus nad õhupuudusel ei saa idaneda. Et külv tuleks ühtlane, on peenemaid seemneid potti, kasti ja peenrale soovitatav külida järgmiselt: suruda mullapind taseks, raputada sinna seemneid ühtlaselt peale ja nendele puistata nõutava paksusega peene liivaga segatud mullakiht, kõige parem — läbi peene sõela.

Et niiskus alaliselt mullast üles tõuseks ja seemned ei kuivaks, tuleb muld peale külvi kergelt kinni suruda. Valamist, eriti peente seemnete puhul, toimetada hästi peeneaugulise valamissõela läbi. Niiskuse kinnihoidmiseks mullas võib külitud pinda katta ka toore turbasamblaga (*Sphagnum*).



Kui seemned kauem idanevad, tuleb mulda, mis valamise tagajärel kinni vajub, kõvaks muutub, sammalduma kipub jne., aeg-ajalt peene pulga otsaga kobedaks teha.

Lõunamaa taimed (kurgid, tomatid, kõrvitsad, palmid jt.) asetada idanema kas sooja lavasse, sooja kasvuhoonesse või tuppa (kööki) soojema müüri peale.

Seemned, mis kaua idanevad, aeglaselt arenevad (petuunia, lobeelia, raudürt), panna varem idanema (veebruarikuus).

Seemikud, mis on väikesed ja nõrgad ning arenevad aeglaselt, tuleb kiiresti peale idanemist ümber pikkida.

IV. Juur.

Taime toitumine juurte abil.

Juurte abil taimed ammutavad mullast vett ja toitesooli.

Aedoal, hernel, samuti kui enamikul kaheidulehestest taimedest, areneb idujuur tugevaks, sügavaks, mullasse tungivaks peajuureks, mis haruneb külgsuurteks; viimased annavad omakord harusid, ja nii kujuneb taime maa-alune juurestik samuti paljuharuliseks, kaharaks ja laiaulatuseliseks nagu maa peal kasvav varrestikki.

Kõrrelistel ja üldse üheidulehestel taimedel ei teki aga peaaegu kunagi peajuurt, vaid siin jäävad kõik juured enam-vähem ühetaolisteks peeniks narmasjuurteks. Nii ühel kui teisel taimerühmal võib juurestiku koguulatus olla tublisti muutlik, kuid enamasti siiski väga pikk. Nii, näit., rukkitaimel on see umbes 0,5 km, suurtel puudel aga ulatub juurte üldpikkus kümnetesse kilomeetritesse, mille tõttu juurestiku tegevus küünib võrdlemisi laiale maa-alale.

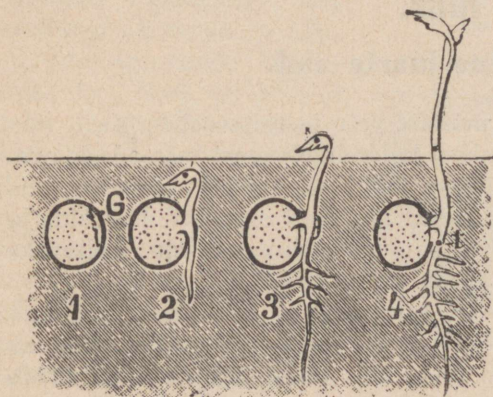
Juurte harukeste peenemad otsad on kaetud juurekübaraga, s. o. isesuguse tupega, mille pinnapoolsed rakud on surnud. Juurekübar kaitseb õrnakestaseid elavaid juure rakukesi — juure otsi — mullas edasitungimisel kõvade sõmerate vastu. Kohe juurekübara taga on juure kasvutsoon, kus rakud alatasa poolduvad. Mõne mm kaugusel juurekübarast — s. o. kasvutsooni taga — asetsevad juurekarvakesed, mis pisikeste narmastena katavad peeni juuri. Juurekarvakesed on juurekesta elavate rakukeste harud, mida mikroskoobi abil võimalik ligemalt vaadelda. Kuid ka palja silmaga võib neid näha, kui lasta idandeid kasvada näit. niiskel kurnamispaberil. Taime juuri mullast välja kiskudes purunevad tavaliselt juurekarvakesed ja jäävad mullasse, sest nad on tihedasti kokku kasvanud mulla osakestega.

Juurekarvakeste kaudu toimub vee ja toitesoolade vastuvõtmine mullast. Vanemad, jämedamad juureosad, mis kattunud paksu koorega, on paljad, ilma juurekarvakesteta ja nende juureosade kaudu ei saa tai-

med mullast ei vett ega muid toiteaineid, sest nende paks koor koosneb kas surnud või korgistunud kestaga rakkudest, millest vesi läbi ei pääse.

Juurekarvakesi on ääretult palju, nende eluiga on aga lühike; alataasa nad surevad vanematel juureosadel, kus elavad epidermiserakud kaovad ja muutuvad juurekooreks — ning tekivad uuesti noortel, edasikasvavatel juurelatvadel. Juurekarvakeste hulk, s. o. nende tihedus 1 mm²-s, samuti kui nende pikkus on mitmesugustel taimedel, aga ka ühel ja samal taimeliigil muutlik, ning oleneb kasvutingimustest: kuiveemas mullas tekib neid rohkem, niiskes vähem.

Paljudel vee- ja rabataimedel puuduvad üldse juurekarvakesed. Ka oleneb juurekarvakeste teke mullas olevaist sooladest, mulla veelahuse vesinik-ioonide kontsentratsioonist, õhusisaldusest jne. Muu seas soodustavad kaltsiumi- (lubja-) soolad juurekarvakeste arengut. Juurekarvakeste mõjul suureneb tunduvalt juurte imemispind ja selle ulatus.



Herne idanemine, peajuur ja külguured.

Olenedes sellest, kas taime juurestik tungib sügavamale mullasse (kaunviljad, tamm, mänd) või areneb pinna ligidal (seller, kuusk, nulg), toimub ka juurekarvakeste ja ühes sellega juurestiku tegevus kas sügavamates või kõrgemates mullakihtides. Esimesed taimed, mille juured tungivad sügavale, saavad vett ja toitesooli kätte ka

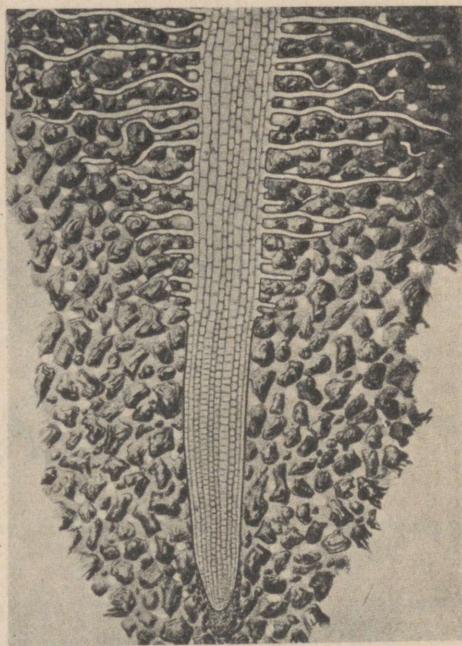
sügavamatest mullakihtidest, kuna teised peavad leppima ainult pinna-kihtides leiduvate sooladega ja veega. Arusaadavalt on viimased taimed palju tundlikumad kuivadele ilmadele ning nõuavad aiataimedena rammusamat mulda, korduvat pinnase väetamist ning niisutamist. Ka murrab tuul sellise juurestikuga puid kergemini mullast välja. Kuid juurestiku areng on sõltuv ka mullastiku iseloomust: kuivas ja kerges mullas arenevad juured sügavamal kui raskes ja niiskes mullas.

Juurekarvakeste tegevus. Iga juurekarvake sarnaneb peenikese kinniseotsalise toruga, mille teine — lahtine ots suubub juurekesta (epibleemi) rakusse. Juurekarvakese kiudollusest kest on õhuke ja läseb vabalt läbi nii vett kui soolalahuseid. Kesta all asetseb plasma kaunis õhukese kihina. Raku siseosa moodustab aga rakuõõnsus (vakuool), milles asetsevad lahustunud ja lahustumatud ained. Nendest väärrib erilist tähelepanu suhkur, mis siia juhitakse lehtedest varre ja juurte kaudu. Vee ja toitesoolade vastuvõtmisel juurekarvakesse etendavad peaosa plasma ja rakumahl.

Vee vastuvõtmine. Siin tuleb kohe tähendada, et vee vastuvõttu raku plasma aktiivselt osa ei võta. Plasma moodustab vaid kile, millest läbi ei pääse rakumahlas — s. o. vakuolis — peituvad ained, eeskätt suhkur, ja selles ongi tema tähtsus.

Vesi tungib läbi plasma rakuõnsusse osmootsel teel (osmoos on lahuste liikumine läbi kile) peamiselt raku õõnsuses peituva suhkru mõjul. Seda selgitavad järgmised katsed.

1) Kõidame kinni klaassilindri alumise otsa põiega, asetame silindrisse suhkrulahust ja suleme selle korgiga, millest läbi pistetud pikem klaastoru. Paigutame silindri veeanumasse. Varsti märkame, et suhkrulahus klaastorus hakkab tõusma — vesi tungib läbi põie silindrisse. Mispärast? Seepärast, et silindris on suhkrulahus, mis põiest läbi ei pääse. Just sellesse suhkrulahusesse püüabki tungida vesi. Kui teeme põiesse augu, siis pääseb suhkrulahus selle kaudu veeanumasse. Vesi tungib küll ka läbi põie silindrisse, kuid klaastorus veepind siiski ei tõuse, sest niisama palju suhkrulahust voolab silindrist veeanumasse. Kui suurendame auku põies, või torkame nõelaga sinna veel mõne augu juurde, hakkab lahus klaastorus langema, sest nüüd voolab silindrist läbi põieaukude suhkrulahust rohkem välja anumasse kui vett anumast läbi põie silindrisse. Lõppeks muutub vesi anumal niisama magusaks kui silindris, teise sõnaga — suhkur on omandanud nii silindris kui anumal võrdse kontsentratsiooni, ja nüüd jääb vee- ning suhkruosakeste liikumine mõlemal pool kilet (põit) seisma.



Juure ots juurekübaraga ja juurekarvakestega.

2) Asetame põiega kinnikõidetud silindrisse vett ning anumasse suhkrulahust ja paneme silindri anumasse; märkame varsti, et veepind silindris alaneb: nüüd tungib vesi silindrist läbi põie anumasse, kus on suhkur.

3) Asetame silindrisse suurema koondisega suhkrulahuse, anumasse nõrgema suhkrulahuse, ning siis paigutame silindri anumasse. Nüüd märkame, et lahus silindris ja klaastorus jällegi hakkab tõusma.

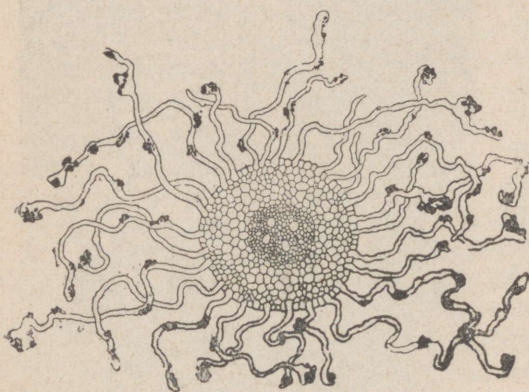
4) Valame silindrisse ja anumasse vett ning paigutame silindri anumasse, siis ei märka meie mingit veepinna muutumist silindris.

Just samasugustes tingimustes toimub ka vee liikumine väliskeskkonnast juurekarvakestesse. Juurekarvake vastab katseeseldise silindrile. Rakuõõnsuses on seal samuti suhkrulahus ja plasmale vastab kile (põis), millega silindri otsa kinni sidusime. Vesi tungib läbi juurekarvakeste kesta ja plasma rakuõõnsusse suhkrulahuse mõjul.

Kui kordame samade vahenditega katseid mingisuguse soolalahusega (silindri peame alt kinni siduma sel juhul sellise kilega, mis sooli läbi ei lase, näit. vasevitriooli ja ferrotsüaankaaliumiga, $\text{CuSO}_4 + \text{Fe}(\text{CNS})_2$

läbiimmutatud põiega), siis korduks sama nähtus: vesi liigub alati läbi kilesuurema soolakontsentratsiooni suunas. Seega on lahuste kontsentratsiooni vahese, mis vett liikuma paneb. Ka juurekarvakeste raku mahlas peab olema suhkrukontsentratsioon suurem kui välislahuses (mullavees), kust taime juured vett saavad.

Kontsentratsioonivahest kõrvuti asetsevais rakkude mahlades on ka vee liikumine ühest rakust teise, näit.



Juure ristilõik. Juurekarvakesed on juure kestarakkude harud.

juurekarvakestest edasi juurtesse ja sealt vartesse ja lehtedesse. Nii siis suhkru ja soolade kontsentratsiooni vahest juurekarvakestes ja edasi teistes taime kudede rakkudes on vee liikumine juurekarvakestesse läbi plasma ja sealt edasi taimekeha mööda lehtedeni. Vesi tungib siin ise juurekarvakestesse, kuigi seda nähtu nimetame tavaliselt juurekarvakeste vee imemiseks. Viimane nimetus pole päris sobiv, sest ta tekitab vale kujutluse juurte tegevusest.

Nii siis võib vesi tungida mullast taimejuurtesse ainult siis, kui on ainete kontsentratsiooni vahe juurekarvakeste rakumahlas ja juuri ümbritseva mulla vees. Seda vahet ei tarvitse aga alati olla. Näit. kui mullas on lahustuvaid sooli palju, soolade kontsentratsioon kõrge, või kui antakse korraga liiga ohtrasti kunstväetisi. Sel juhul võib soolade kontsentratsioon mullavees isegi ületada suhkrukontsentratsiooni juurekarvakeste vakuolis; nüüd jääb vee liikumine juurtesse seisma ja taimed kuivavad ära.

Praktiline järeldus siit: 1) kunstväetisi ei või anda korraga liiga palju — mitte üle 10 kilo 100 m²-le (tavaline norm 1 aarile on 5—7 kilo

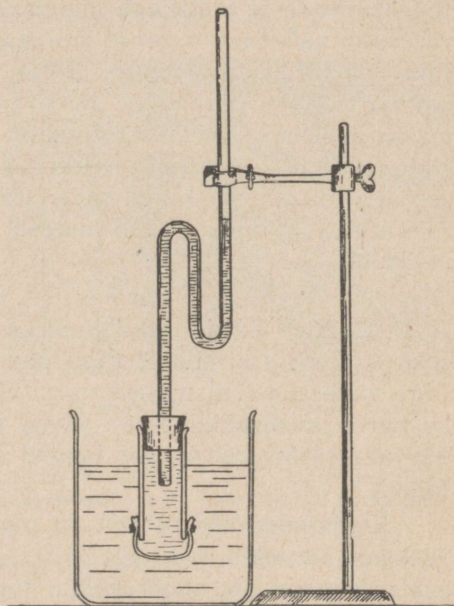
kunstväetisi). 2) Kastmisvette võib lahustuvaid toitesooli lisandada 1—2 g 1 liitri vee kohta ja sellise nõrga toitelahusega tuleb taimi kasta korduvalt. Taimede väetamisel tuleb käia seega põhimõtte järgi: mitte kunagi liiga palju head ühe korraga.

Kontsentratsioonide vahe juurekarvakestes ja mullavees võib kaduda aga ka siis, kui mahlade vool lehtedest ja tüvest juurtesse on takistatud, näit. kui puu on ära kooritud (suhkur ja teised toiteained liiguvad lehtedest alla juuresse koort mööda). Ka sel puhul lakkab juurte tegevus, s. o. vee tungimine mullast juurtesse jääb seisma ja puu kuivab.

Mulla temperatuur eten-dab tähtsat osa vee tungimisel juurekarvakestesse: vee liikumise kiirus suureneb rööbiti tempera-tuuri tõusuga — muidugi kuni juurte kasvu optimumini, s. o. 25—35° C meie oludes. Juba + 2° C juures jääb ta aga peaaegu päris seisma; ja külmast mullast saavad juured väga vähe vett kätte, vaata-mata suhkruisaldusele juurekarva-kestes. Paljudel taimedel aga hävi-vad juurekarvakesed talvel külmaga ja neil algab juurte tegevus kevadel alles siis, kui tekivad uued juure-karvakesed.

Soolade vastuvõtmine juurte

kaudu on märksa keerukam. Nagu juba eespool mainitud, kannavad plasma osakesed tavaliselt negatiiv-set (—) elektrilaengut. Soolad on samuti vees lahustunud positiivseiks ja negatiivseiks ionideks. Nega-tiivselt laetud plasma osad seovad endaga positiivse laenguga ioone (katioone — näit. K^+ , Na^+ , Mg^{++} , Ca^{++}) ehk adsorbeerivad neid. Katioonid kisivad aga enesega kaasa lahustest ka negatiivselt laetud soola anioone ja nii võivad mõlemad soola ionid lõppeks pääseda plas-masse. Kuid teiselt poolt on teada, et soolade tungimine plasmasse ei toimu kaugeltki enamail juhtudel adsorptsiooni teel ionide näol, vaid siin tulevad esile üsna keerukad kolloidkeemilised nähtused. Igal soola osal (ioonil) on võime siduda endaga vett suuremal või väiksemal määral. Puutudes kokku plasma pinnakihtidega ja ühinedes plasmaga, vastav soola ion võib siduda plasmaga kas suurema või väiksema hulga vett ja paisu-tada või sadestada seda. Veerikka plasma kolloidosakesed on üksteisest



Katseriist, mille abil on võimalik selgi-tada suhkru ja soolade mõju juurestiku tegevusel.

kaugemal. Läbipääs sellisest hõredast ja veerikkast plasmaosast on sooladel märksa kergem, kui tihedast plasmast.

Seega soolad, mis soodustavad plasma paisumist ja suurendavad selle veesisaldust, pääsevad ise kergemini plasmasse või sellest läbi rakuõn-susse, rakumahla (näit. NH_4 , K, Mg, CNS, NO_3 , Cl) ning soodustavad ka teiste soolade pääsu sinna. Teised soolad, mis vähem köidavad vett või takistavad plasma paisumist, vähendavad selle veesisaldust ja muudavad plasma tihedamaks. Need soolad ja ioonid ei pääse ise kergesti plasmasse ja takistavad ka teiste soolade pääsu sinna (Ca, SO_4).

Et mullavees on rohkesti mitmesuguseid sooli, siis kokku puutudes juurekarvakeste plasmaga avaldavad nad sellele väga erinevat ja koguni vastassuunalist mõju, nii et läbipääs osutub ühtede soolade ja selle ionide juuresolekul (näit. K, Mg, NO_3) üsna kergeks, teiste juuresolekul aga koguni raskeks (Ca, SO_4). Kuid nii või teisiti aja jooksul pääsevad plasmasse ja sellest läbi mitmesugused soolad ja ioonid. Ühed neist on plasma elule ja selle ehituseks tarvilikud (K, Mg, Ca, Fe, NO_3 , HPO_4 , SO_4), teised aga mitte. Esimesed tarvitatakse ära; neid ei kuhju kunagi liigselt rakkudesse ja neid voolab alatasa uuesti mullast juurde, sest taimele on neid alati tarvis.

Teisi ^{elemente} sooli aga plasma ei vaja üldse (näit. Li, Ni, Cu, Co, Br, F, Bo). Neid kuhjub alul juurekarvakestesse, kuid et neid plasma ehituseks ei tarvitata, siis ei liigu nad ka edasi ja püsivad siin tarvitamata. Õige vähesel arvul mõned neist võivad pääseda juurekarvakestest edasi ka päris juurerakkudesse, jäävad aga enamasti ka siin peatuma. Juurekarvakeste ärakuivamisel langeb seega suurem osa nendest jälle mulda tagasi.

Kolmandad soolad aga on plasmale hädaohtlikud ja mürgised, näit. raskemetallsoolad (Cu, Pb, Hg). Need soolad ja ioonid suuremas kontsentratsioonis plasmaga kokku puutudes surmavad selle, sest nad võtavad plasmalt vee. Arusaadav, et sellised soolad ja ioonid elavast plasmast üldse läbi ei pääse ja elavatesse juurerakkudesse tungida ei suuda. Õige nõrkades kontsentratsioonides nende ionide mõju võib aga kiirustada plasma ja taime kasvu ning mõjuda stimuleerivalt.

Ülaltoodud asjaoludel, s. o. plasma kolloidisel olekul ja soolade erisugusel mõjul kolloididele, põhinebki soolade valik. Tavaliselt arvatakse lihtsameelselt, nagu võiksid taimejuured endale mullast toitu otsida ja seda valida. Sellist teadlikku otsimist ja valimist juurtel muidugi ei ole. Soolade valik toimub selle järgi, kas sool on plasmale tarvilik või mitte, kuid seda alles rakus eneses, esijoonel juurekarvakestes, mitte aga väljaspool juuri.

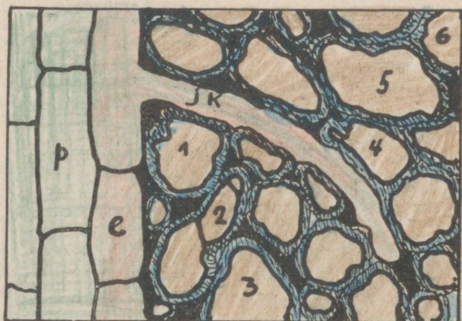
Tuleb märkida veel nähtust, et juured pöörduvad mullas sellistest sooladest ja ainetest kõrvale, mis nende elusrakkudele on kardetavad ja hädaohtlikud. Siin on tegemist isesuguse rakkude keemilise ärrituvusega

ehk nn. kemotroopilise juurte kõverdumisega. Ka siin pole juured kuidagi „teadlikud“ omas liikumises.

Kuid alati vajavad taimejuured oma eluks ja tegevuseks hapnikku. Hapnikuvaeses keskkonnas ei saa juure-
rakkude plasma elutseda ega ka teotseda. Sellises mullas surevad juure-
karvakesed kiiresti, juured hakkavad mädanema ja taimed kuivavad ära. Hapnikku on vähe märjas mullas ja ta hulk väheneb mulla sügavamates kihtides. Seepärast tuleb kuivatada (torutada) märgi muldi ega või taimi, eriti selliseid, mis ei moodusta lisajuuri varrest, istutada liiga sügavale.

Juure tegevust mullas aitab selgitada skemaatiline joonis. Siin on kujutatud üks juurekarvake ühes mõningate juurerakkudega mullas. Nagu joonisel näha, on mullasõmerad kaetud õhema või paksema

veekihiga; vesi lahustab mullas leiduvaid sooli. Veega puutub juurekarvake kokku ja on ümbritsetud alati soolade lahustega. Iga mullasõmer kohesioonitungi mõjul seob endaga vett. Kuid need veekihi-kesed mullasõmerate ümber on ka üksteisega ühenduses. Kui nüüd näit. punktis 1 toimub vee äravõtmine juurekarvakese kaudu, jääb veekiht mullasõmera ümber siin õhemaks. Kohesioonitungi mõjul tõmmatakse vesi 2, 3 jne. sõmerate juurest nüüd jälle sõmera 1 juurde, seega ka juurekarvakese ligi. Juurekarvakese imemine paneb seega



Juurekarvakese veeimemise skeem.
jk — juurekarvake, *e* — epibleemi
 (juure väliskesta) rakk, *p* — juure
 parenhüümikude; 1, 2, 3 jne. — mulla-
 sõmerad, mis ümbritsetud veeikihiga;
 mustad kohad — õhk.

vee mullas liikuma, mille tagajärjel juurekarvake saab kätte mullast vett ja sooli palju laiemas ulatuses ja laiematest kihtidest kui neist, mis teda otseselt ümbritsevad. Kuid juurekarvakeste imemisjõud peab olema suurem kohesioonitungist; ainult siis võib vesi liikuda ja tungida juurekarvakesse, muidu mitte. See imemisjõud aga oleneb rakumahla osmootsest väärtusest, s. o. suhkru- ja sooladekontsentratsioonist.

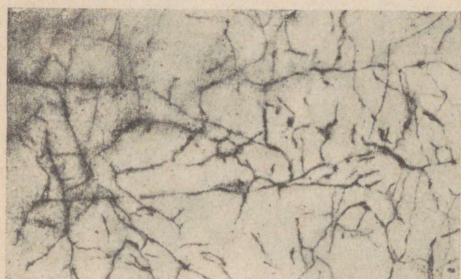
Kasvab juur edasi, siis tekivad uued juurekarvakesed uues kohas, uute mullaosakeste vahel, ja nii ei jää taimejuurte vahel peaaegu kuski muld kasustamata.

Kuidas saavad taimed mullast kätte vees lahustumatuid sooli?
 Kuigi pole ainet, mis vees sugugi ei lahustu, lahustuvad ühed soolad seal siiski palju kergemini kui teised. Kergesti lahustuvaid sooli leidub mullas märksa rohkem kui raskesti lahustuvaid. Kuid ka viimaseid, nagu kaltsiumi (lubja) ja ränihappe sooli on taimele tarvis.

Et aga eespool selgus, et ainult vees lahustunud soolad pääsevad läbi elavast taimeplasmast, siis tekib küsimus, kuidas pääsevad vees raskesti

lahustuvad ained taimesse. Leidub ju rohkesti räni näit. kõrreliste varre rakkudes ja kaltsiumi kõikides taimedes.

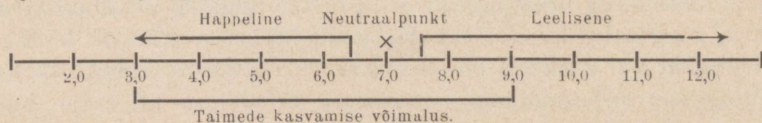
Kui asetada lillepoti põhja, sinna, kuhu ulatuvad taimejuured, tükk poleeritud marmorit (see koosneb puhtast söehappe kaltsiumist — CaCO_3) ja vaadata seda mõne nädala pärast, siis märkame poleeritud pinnal selgesti juurte jälgi: juurte kohalt on poleeritud marmori pinnasse „söödud“ väikesed vaod. Järelikult on juured neil kohtadel ära lahustanud marmori. Aga mis viisil? Üsna lihtsalt. Marmor ja lubi ei lahustu vees, küll aga hapetes. Elavad juured hingavad, s. o. tarvitavad hapnikku ja saadavad enestest välja söehappegaasi CO_2 . — CO_2 ühineb veega (H_2O) ja moodustab söehappe — H_2CO_3 , mis on küll väga nõrk hape, kuid lahustab siiski marmorit ja lupja (s. o. söehappe kaltsiumi), aga ka magneesiiti (MgCO_3), fosforhappekaltsiumi jt. vees lahustumatuid sooli.



Juurte jäljed poleeritud marmorplaadil.

mullas peituvate orgaaniliste ainete lõhestamisel moodustada mitmesuguseid orgaanilisi happeid, mida ei tule pidada muidugi juurte eritatuiks. Anorgaanilised happed aga, nagu salpeeterhape (HNO_3), soolhape (HCl) ja väävelhape (H_2SO_4), tekivad mullas katioonide (K, Mg, Ca jt.) adsorbeerimise ja nn. vastastikuse väljatõrje mõjul. Nii võib leiduda mullas mitmesuguseid lühemat või pikemat aega püsivaid orgaanilisi ja anorgaanilisi happeid.

Mulla vesinikioonide (H-ioonide) kontsentratsioon ja selle mõju taimede kasvule. Mullas leiduvad mitmesugused happed põhjustavad mulla happelisuse, mida teaduslikult täpsamalt väljendatakse vesinik-(H)-ioonide kontsentratsiooni arvudega. Ilma et tungida selle nähtuse peensustesse, mainime, et vesinikioonide kontsentratsiooni arve võib näitlikult kujundada järgmiselt:



pH (= vesinikioonide kontsentratsioon) märgitakse negatiivsete logaritmi arvudega, mis näitavad H-ioonide hulka, s. o. gramm-ioone 1 liitris.

Nn. neutraalpunkt asub pH 7,0—7,1 juures. pH 7,0 väljendab seega lahust, mis ei ole ei hapu ega leelisene. Kõik arvud, mis on suuremad kui 7,0 (praktilises mullateaduses kasustatakse neid arve kuni 12-ni), näitavad leelisest, arvud, mis 7,0 väiksemad — happelist reaktsiooni. Seega tõuseb happelisus pH — arvude vähenedes, alates neutraalpunkti, s. o. pH 7,0, ja leelisus — arvude suurenedes, alates pH — 7,0.

Taimed võivad elada, nagu eespool mainitud, ühed happelises, teised leeliseses keskkonnas, kolmandad aga mõlemas. Välja arvatud üksikud erijuhud, elutsevad taimed maakeral pH 3,0—9,0 vahelistes piirides: hapu madalsoo, raba, niiske savimaa, nõmme ja liiva taimed pH 6,8—3,0, leelisesed lubja- ja paetaimed pH 7,1—9,0, tavalised põllu- ja aiaviiljad — nõrgas hapus, neutraalses ja nõrgalt leeliseses mullas, s. o. pH 5,0—8,0 vahel.

Paljud taimed on seotud väga kitsaulatuselise vesinikioonide kontsentratsiooniga mullas.

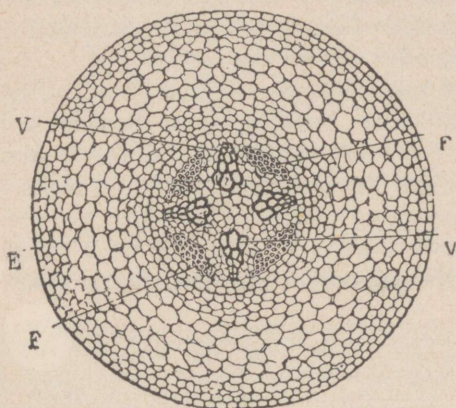
Näit.: kukehari (*Sedum acre*) pH 7,0—8,0, kanarbik (*Calluna vulgaris*) 5,8—4,6, valge ristik 8,0—9,0, põldristik 7,8—9,0, männid 7,0—4,0.

Toodud näidetest ^{selgub} legub, millist suurt tähtsust omab mulla vesinikioonide kontsentratsioon (pH) taimede kasvule ja kui tähtis on selle tundmine. Kahjuks peab aga tunnistama, et just aiataimede elutingimuste uurimisel on see küsimus seni jäänud silmapaari vahele ja et meil siin on kõige vähem täpsaid ja usutavaid andmeid. Üldiselt paistab seni toimetatud uurimistest, et suurem osa juurvilja lepib nõrga happelise, neutraalse ja leelise mullaga, viljapuude enamik sorte näib eelistavat nõrka haput reaktsiooni (meie oludest aga puuduvad täiesti vastavad andmed), kuna kiviviljalised nõuavad leelisest (lubjarikast) mulda. Potitaimede ja lillede kohta puuduvad seni peaaegu täiesti andmed.

Toitesoolade ja vee edasijuhtimine juurekarvakestest. Juurekarvakestesse tunginud vesi ja soolad juhitakse siit edasi juure sisemistesse osadesse. Nagu mainitud, koosnevad juurekarvakeste, juure epibleemi, aga ka noorte juurte, nn. parenhüümkoje rakkude kestad kiudainest — tselluloosist, mis vett ja lahustunud sooli takistamatult läbi laseb. Kõik juure koerakud on seepärast veega alati immutatud. Toitesoolad liiguvad aga edasi ainult suurema kontsentratsiooni suunas. Nagu pärastpoole näeme, liiguvad mullast vastuvõetud soolad ja vesi läbi taimekeha juurtest lehtedeni. Lehtedes aurub vesi, soolad aga jäävad järele. Seega tõuseb soolade kontsentratsioon alatasa juurekarvakestest kuni lehtedeni ning on lehtedes kõige suurem. See ongi üheks jõuks, mis vett ja toitesooli lehtede suunas liikuma paneb. Kuid see pole siiski ainukeseks jõuks. Pikal teel esinevad mitmesugused vee liikumist takistavad kui ka seda soodustavad tegurid.

Esimene edasiliikumise takistus on juba üsna juurekarvakeste ligidal — juure keskosas ehk nn. juuresilindris. Juuresilindrit piirab kiht korgistunud seintega rakke (endodermis); see eraldab juure siseosa

teda ümbritsevast parenhüümkoest ühes epibleemiga ja juurekarvakes-
tega. Nagu joonisel näha, on juure parenhüümrakkude vahel vaheruimid,
mis täidetud veega. Parenhüümkoest rakkude seintes on augud — poorid,
mis keskseina kohal suletud õhukese

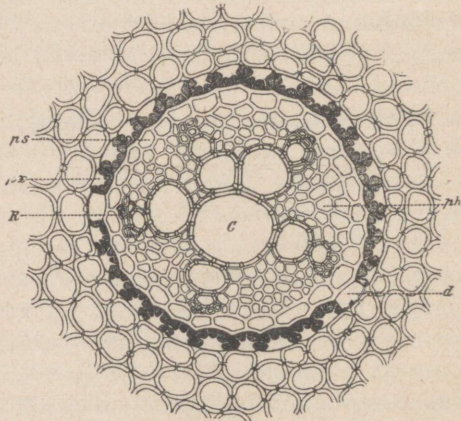


Aedoa juure ristilõik: *V* — puuosa, *F* —
niineaosa, *E* — sisenahk (endodermis),
V ja *F* on piiratud sisenaha ehk endo-
dermisega ning nad koos moodustavad
juure kesksilindri.

puutüves ja kiudsoone kimpudes
nendega ühenduses. Juuretorusooned on paigutatud kiirjalt, nende kiirte
vahel asetsevad sõeltorud ehk
floemkude, mis vastab koore
niinea ja kiudsoonkimpudes ole-
vaile sõeltorudele. Torusooni
mööda liiguvad vesi ja lahustunud
soolad juurtest edasi läbi varre
lehtedesse, sõelsoonte (floemkoe)
kaudu aga lehtedest valmistatud
orgaanilised ained (suhkur, tärk-
lis jt.) lehtedest alla tüvesse ja
juurtesse. Endodermise all on veel
rida pooldumisjoulisi rakke, nn.
peritsükkel, mis vastab
varre ja kiudsoone kimpude kam-
biumile ehk mähile.

Meid huvitab praegu, kuidas
pääsevad vesi ja soolad juure välis-
osast läbi endodermise juure-
torusoontesse, s. o. vee edasi-
liikumise tee? See toimub isesuguste rakkude, nn. läbilaske-
rakkude kaudu, mis asetsevad nagu ukSED endodermises, tavaliselt

Juuresilindris asetsevad juure
pikitelje suunas torukesed, milledest
kõige jämedam (või jämedamad)
asetseb juuresilindri keskel. Need
on juuretorusooned ehk
puuosa (ksüleem), mis vastab
samanimelistele torusoonetele ning on



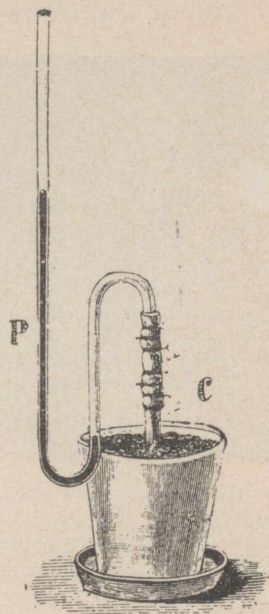
Juure kesksilinder, mis piiratud endoder-
misega (paksukestalisel rakud — tumedas
ringis). *d* — läbilaske-
rakud, *R* — puuosa,
ph — niinea, *C* — jämedam soon, *ps* —
peritsükkel.

äärmiste ja peenemate torusoonekeste vastas. Läbilaskerakkude kest on puhtast tselluloosist, õhuke ning laseb vabalt läbi nii vett kui sooli; nende rakkude plasma on aga erilise ehitusega ja juhib vett ja sooli ainult ühes suunas — s. o. väljastpoolt sissepoole. Seega on läbipääs nendest nagu ühele poole avanevaist udest ainult ühes suunas võimalik. Nende rakkude kaudu pääsevadki soolad ja vesi juurekarvakestest ja parenhüümkoest rakkudest edasi kesk-silindrisse. Orgaanilised ained aga, näit. suhkur, mis juhitakse lehtedest alla juurtesse — kuni juurekarvakesteni, pääsevad floeemi rakkudest ja juuresilindrist välja parenhüümkoest ja epidermise rakkudesse ning juurekarvakestesse arvatavasti samade läbilaskerakkude kaudu.

Seega toimub läbilaskerakkudes kaks ainete voolu risti teineteisele vastu käivas suunas. Nende omapäraste teejuhtide plasmategevus on väga keerukas ega ole seni täiel määral selgitatud.

Et vesi ja soolad surutakse läbilaskerakkudest kesksilindri torusoonetesse vee ühesuunalise liikumise tagajärjel, siis tekib torusoonetes alaline nn. juurerõhk, mis sunnib vett ja sooli edasi liikuma taime ladva suunas ja mis selgesti ilmneb käändude vesistumises ehk nutmises, kui puud või põõsad maha lõigatakse, aga ka õisikute varrtes, näit. agaavil. Juurerõhk pole aga alati ühesugune, ta kõigub aastaegade järgi ning on kõige suurem kevadel — mahlade liikumise alguses.

See rõhk on puutaimedel suurem kui rohtsetel, kuid mitmesugustel puudel ebaühtlane: eriti tugev on juurerõhk ja mahlade vool käändudest vahtrail, kaskedel, valgel pöögil, õunapuul jt. Juurerõhku on võimalik klaasist elavhõbemanomeetriga mõõta, nagu joonisel näidatud.



Nii määratakse elavhõbemanomeetri abil juurerõhu suurust.

Mõningatel taimedel toimub juurerõhu mõjul vee väljasurumine taimekehast koguni läbi lehtede, läbi isesuguste avauste — hüdatoodide. Sellist vee eritumist läbi hüdatoodide nimetatakse gutatsiooniiks. Gutatsioon on öösi kõige tugevam ja seda võib hästi tähele panna kasvuhoonete taimedel, näit. fuksiatel, toapalsamil, eriti hästi aga *Colocasia*'l, millel gutatsiooni vesi tilgub tilkhaaval, sorinal. Ka noortel, vabal maal kasvavatel taimedel võib tähele panna gutatsiooni öösiti, näit. kaera-, rukki- ja nisu-orasel, maasika, palsami ja mungalille lehtedel. Gutatsiooni tagajärjel ei jää juurte tegevus niiskes õhus ja öösigi seisma, mis on väga tähtis.

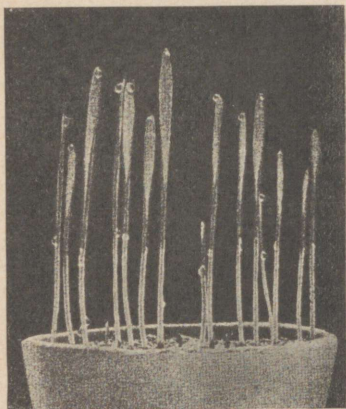
hüdatood - veelõhe sarnane
õhu lahega

Milliseid sooli vajavad taimed?

Keemilised plasma kui ka taimeosade analüüsid on näidanud, et kõik taimed ja taimeosad esijoones sisaldavad vett (H_2O), s. o. vesinikku (H) ja hapnikku (O); peale selle süsinikku (C), lämmastikku (N), fosforit (P), väävlit (S), kaaliumi (K), kaltsiumi (Ca), magneesiumi (Mg) ja rauda (Fe). Üksikutes taimedes ja taimeosades leidub aga peale selle veel teisi aineid; nii, näiteks, merevee- ja ranniku-taimedes Na, Cl, J, Br, Mn, kõrrelistes Si, karukoldades kaunis rohkesti Al jne.

Ainult süsinikku võtavad taimed õhust, kõiki teisi aineid aga mul-

last, õigemini küll mullaveest lahustunud kujul. Kui vesi sisaldab taimele tarvilikke toitesooli (s. o. N, P, S, K, Ca, Mg ja Fe), siis ei ole mulda taimede kasvamiseks sugugi tarvis. Ja nii leiamegi looduses hulk taimi, mis ei kasva mullas, vaid vees (veetaimed) või õhus (epifüüdid) kõrgete puude ja põõsaste küljes; viimaste taimede juured ripuvad õhus ega ulatu mullasse, näit. samblikud, paljud troopika sõnajalad, bromeelialised, orhideed jt. Ka võime mullas kasvavaid taimi kunstlikult kasvatada vees, kui sinna lisandada kõiki tarvilikke toitesooli. Sellisel kunstlikul veekultuuril (s. o. taimede kasvatamisel veelahuses) on ääretu suur tähtsus soolade mõju uurimisel taimekasvule.



Gutatsioon kaera idanditel.

Toome siin paari veekultuuri lahuse koostise.

Knopi lahus 1868:

H_2O (destil.)	1000 g
$MgSO_4$	0,25 „
KNO_3	1,00 „
KH_2PO_4	0,25 „
KCl	0,12 „
$FeCl_2$	mõni tilk

Van der Crone lahus 1902:

H_2O (destil.)	1000 g
KNO_3	1 „
$CaSO_4$	0,5 „
$MgSO_4 + Aq$	0,5 „
$Ca_3(PO_4)_2$	0,25 „
$Fe_3(PO_4)_2$	0,25 „

Kõigepealt on veekultuuride kaudu selgitatud, et 1) kõik taimed vajavad kasvamiseks paratamatult peale vee kõiki ülalmainitud 7 algainet (N, P, S, K, Ca, Mg ja Fe) ega edene, kui ükski nendest puudub või on esindatud liiga vähesel määral. Seda, kui mõne toitesoola hulk toitekeskkonnas langeb alla selle nõutava miinimumnormi ja seega peatab taimekasvu ning saagi hulka vaatamata sellele, et kõiki teisi tarvilikke toitesooli on olemas külluses, nimetatakse toitesoolade miinimumseaduseks. Kui lisandada toitelahusele väike hulk puuduvat või miinimumis esinevat soola, siis viib see taimekasvu kohe tasakaalu, s. o. normaalsesse olekusse, kusjuures taimekasv ja saagi hulk alul tõusevad rööbiti lisandatud soola hulgaga.

2) Kõrvalained, s. o. ained, mis ei kuulu paratamatult tarvilikkude ainete hulka, võivad mõjuda kas soodustavalt (näit. Cl, Na, Br vee-
taimede kasvule, Si — kõrreliste, Al — tubakale, koldadele jne.) või
peatavalt — (näit. raskemetallide Cu, Hg, Pb, Fe soolad suuremas koon-
dises, ka F, Bo jt.).

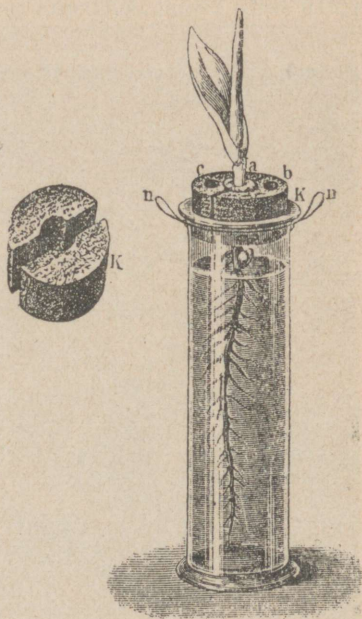
3) Veekultuuride abil on jõutud selgusele, millist mõju avaldavad
üksikud algelemendid taimekasvule. Teatavasti koosneb raku plasma
veest, orgaanilistest ainetest ja N, P, S, K,
Ca ja Mg sooladest. Ilma nende aineteta ei
moodustu plasmata ja ilma nendeta ei saa
taim elada.

Lämmastik — N. Lämmastik on valkude,
ühes sellega aga ka plasma tähtsamaks
osaks. Seega vajavad taimed alati lämmas-
tikku võrdlemisi suurel määral. N-soolad
soodustavad ja kiirendavad peamiselt taime
vegetatiivset kasvu. Lämmastikväetis on
seepärast kiiresti kasvavatele taimedele
(1-aast.) alati tarvilik. Tugeva lämmastik-
väetise puhul on viljapuude lehtede kasv
märksa lopsakam ja nad püsivad kauem
puude küljes, lämmastiku puudusel on asi
ümberpöördud. Liiga rohke lämmastikväe-
tise puhul valmivad viljad hiljem ega oma
soovitav värvust. (Vt. joon. lk. 75.)

Fosfor — P. Fosforit sisaldavad raku-
tuumad suuremal määral kui plasma. Tuge-
vatel tuumadel on aga eriti tähtis ülesanne
jõuliste pärvistunnuste edasiandmisel, õite
ja viljade moodustamisel. Seega on P-väetis
vajalik õite ja viljade tekkimisel. P-väeti-
sed on tarvilikud põlluviljadele, samuti kui
viljapuudele ning marjapõõsastele — üldse kõigile õitsevatele ja vilja-
kandvatele taimedele.

Väävel — S on plasma algosa ja tarvilik igal juhul taimede kasva-
miseks. Enamik mullas leiduvaid väävlühendeid on aga vees raskesti
lahustuvad. Väävelhappeammoonium on tähtsaim S-sisaldav kunstväetis,
mis vees kergesti lahustub.

Kaalium — K esineb plasmas; ta on väga aktiivne ja kergesti plas-
masse pääsev element, mis suurendab plasma kolloidide paisumist ja vee-
sisaldust ning kiirendab rakkude pooldumist, resp. taimede kasvu. K lei-
dub alati rohkemal määral kasvavates taimeosades, kasvupunktides —
nii lehtedes, varre ja juurte tippudes. Väetisena soodustab K õige
tugevasti esijoones taimede vegetatiivset kasvu, koos teiste sooladega



Veekultuur: a — maisitaim,
c ja b — augud tugeks tarvis
ning õhutamiseks, k — kork.

aga ka õite ja viljade arengut. K puudus põhjustab sageli viljapuudel okste kuivamist.

Magneesium — Mg. Magneesium on tarvilik taimede elus ja plasma ehitamisel. Tal on teatava piirini K-ga sarnasust, kuigi ta vähem mõjustab rakkude pooldumist ja taimede kasvu kiirust kui K. Ta on paratamatult tarvilik leherohelise (klorofüll) tekkimisel, sest ta esineb selle algosana. Mullas leidub teda peaaegu alati vajalisel määral (savis), mistõttu teda kunstväetisena pole tarvis mullale juurde lisada.



Õitsev maisitaim veekultuuris.

miseks. Ca moodustab veega ühinedes leelise ja muudab seega mulla-reaktsiooni leeliseks. Nõndanimetatud lubjapõlgajad — raba-aimed ja liivataimed — ei karda lupja, küll aga leelisest reaktsiooni ning vajavad juurestiku arenemiseks hapu reaktsiooniga keskkonda.

4) Luuviljalistel (kirss, ploom, kreek) on Ca tarvilik viljaluude ehitamisel.

5) Ca soodustab mullasse hapniku pääsu.

6) Ca on väga tähtsaks vastumürgiks (vastumõjuks) rakkudesse pääseda püüdvate mürkainete vastu (näit. raskemetallisooladele), aga ka rakkudes enestes ainetevahetusel kahjulikkude ühendite ja hapete puhul, mida ta endaga seob ja seega kahjutuks muudab (näit. oblika-

Kaltsium — Ca. Kuigi kaltsium esineb plasmas, võrreldes teiste eelmainitud komponentidega, väiksemal määral, pole ta mõju taimekasvule väiksem.

1) Idandite areng jääb Ca-vabas toitelahuses seisma, nagu näha jooniselt (lk. 77).

2) Ka juurte kasv ei edene ilma Ca-ta: juured limastuvad ja hakkavad mädanema. Kaltsium soodustab väga juurte kasvu.

3) Kaltsium on paratamatult tarvilik nn. lubjataimedel, s. o. taimedel, mis arenevad lubjarikastel (pae)pinnastel. Nagu uurimised on tõestanud, seisab Ca toime siin peamiselt mulla reaktsiooni muutmises neutraalseks ja leeliseks. Lubjalembesed taimed ei vaja sugugi suuremal määral Ca kui teised taimed, küll aga neutraalset või leelisest mulla reaktsiooni juurestiku korrapäraseks arenemiseks ja teotse-

happe muutumine kahjutuks ja vees lahustumatuks oblikahappekaltsiumi soolaks).

Raud — Fe on tarvilik klorofüllil moodustumisel, kuigi ta keemilise algosana leherohelises ei esine. Ta mõju arvatakse olevat katalüütiline, s. o. keemilisi protsesse kiirustav, näit. assimilatsiooni puhul. Rauavabas keskkonnas (mullas või veekultuuris) jäävad taimелеhed kollaseks ja nendes ei teki leherohelist (kloroosi). Kuid rauasoolad lahustuvad kergeti ainult hapus keskkonnas, mis pärast leelisestest muldades kloroos võib esineda ka Fe juuresolekul. Sellist kloroosi nähtu võib sageli tähele panna krohvitud müüride ja seinte ääres kasvavate taimede, eriti viljapuude juures. Kloroosist, s. o. Fe soolade puudusel põhinevast nähust tuleb eraldada teist lehtede kolletamise võimalust, mis oleneb valguse puudusest ja mis esineb, näit. talvel, toataimedel.

Eelöeldust selgub, et taimekasvatamiseks on mullas tarvilik alati kindel hulk toitesooli. Kui üks või teine nendest üle miinimumi mullast väheneb või sealt koguni otsa lõpeb, siis taimede kasv jääb mitte üksnes seisma, vaid taimed haigustuvad ja surevad. Tugevad, haigustele vastupidavad ja rikkalikku saaki andvad taimed vajavad kõiki toitesooli hulgalisel määral.



Liivakultuurid. Toitesoolade mõju nisu kasvule: I pott vasemalt — ilma kunstväetiseta, II — väetatud NaNO_3 , III — K ja P, IV — K, P ja NaNO_3 .

Mulla nõrkus ehk maa väsimus.

Kui mullas pole olemas mõnd toiteainet vastavale taimele nõutaval määral, siis esineb nn. mulla nõrkus. Igal taimeliigil on erilised nõuded üksikute toitesoolade suhtes. Juurviljad näit. vajavad suurendatud määral K, viljapuud P, luuviljalised Ca, kõrrelised P ja Si jne. Kui ühe või teise soola hulk tarvitamise järel langeb alla normi (miinimumi), siis pole taimel sellises mullas enam võimalik korrapäraselt kasvada ja ta jääb kängu ega anna saaki. Kui tahame, et taimed korralikult kasvaksid, peame mulda analüüsima, puuduva või liiga vähesel määral esineva aine seal kindlaks määrama ning seda ainet mullale vastavalt kasvatatava taime nõudeile lisandama (vt. lähemalt peatükk Maa väetamine).

Kuid mulla nõrkus ei olene alati toitesoolade puudusest. Uuemas ajal

on tehtud kindlaks, et taimed oma juurestikuga toitesooli mullast mitte üksnes vastu ei võta, vaid ka ise oma juurte kaudu mitmesuguseid aineid — sageli ainevahetuses mittetarvilikke — mullasse eritavad. Arusaadav, et nende ainete mõjul muld pikapeale — näiteks sel juhul, kui üks taim (viljapuu) püsib kaua aastaid ühel ja samal kohal, muutub kõlbmatuks ja

mürgiseks sinna eritatud aineist. On näidatud, et mullasse eritatud kahjulikkude ainete mõju võib tunduvalt vähendada hapniku abil, s. o. mulla hea õhutamise teel, kus need ained hapendudes võivad laguneda ja muutuda kahjuteuiks.

Mõlemad asjaolud on äärmiselt tähtsad aian- duses. Ei või kasvatada üht taimekultuuri samal kohal hulk aastaid järgemööda, ega ole soovitat noori viljapuid istutada kohe vanade viljapuude asemele, vaid alati on tarvis maad hoida mõni aeg uute kultuuride all, põhjalikult harida ja väetada ning viljapuude uuesti istutamisel vanasse kohta mulda koguni uuendada.



Veekultuur: I — tatar normaalses kõiki toitesooli sisaldavas lahuses, II — sama lahuse ilma kaaliumita.

Juurte arengut soodustavad eri tegurid.

Mõningate taimede juured arenevad ainult erisugustel tingimustel. Nii liblikõieliste juured on kooselus (sümbioosis) mugulbakteritega, kes elavad juurte küljes kasvavate mugulate rakukestes ning võivad õhulämmastiku muuta salpeeterhappeks. Salpeeterhape kui tähtsaim lämmastiku allikas on taimede elus suure tähtsusega ja kui mugulbakterid ära surevad (see toimub pidevalt kogu aeg), siis taime juured kasutavad nende kehades peituvaid lämmastikuühendeid; seepärast võivadki liblikõielised kasvada võrdlemisi kehvadel ja lämmastikainete-vaestel pinnastel.

Mükoriisa. Paljude metsapuude ja põõsaste (sarapuu, lepp, kuusk, nulg), aga ka kanarbikuliste ja käpaliste juured elavad sümbioosis seenetega. Seene- niidikesed asuvad kas sügavas juurekudede rakkudes, või pinnapoolseis — epidermise rakkudes; viimasel juhul ulatuvad seeneniidid narmastena välja juurepinnale ja katavad juureotsi tiheda põimikuna just nagu juurekarvakesedki. On tõestatud, et need juurerakkudes elutsevad seeneniidid on taimele kasulikud, soodustavad nende juurte tegevust, vee ja ka soolade vastuvõttu. Selliseid juurtega koos elutsevaid seeni kutsutakse mükoriisaks (mycorrhiza, mycos — seen, rhiza — juur).

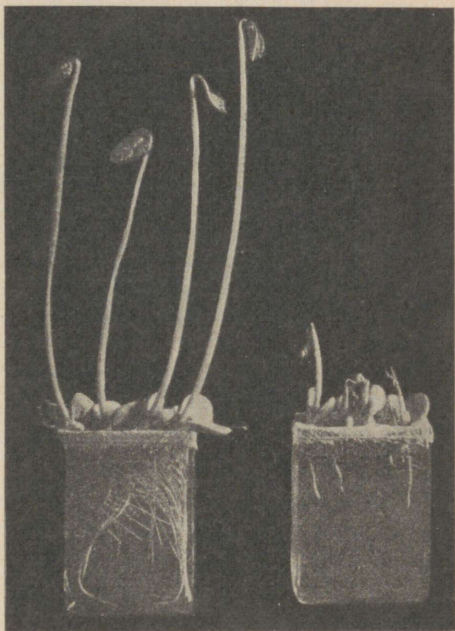
Väga huvitav on mükoriisa lepajuurtel (vt. joon. lk. 81). Võime siin tähele panna juurte küljes väikesi mugulate sagaraid. Nendes mugulates asuvadki seemned, umbes samal viisil nagu bakterid liblikõieliste taimede juuremugulates. On tõestatud, et seemned lepa juurte mugulates, samuti kui liblikõieliste mugulbakteridki, võivad valmistada õhulämmastikust salpeeterhapet, ühenduses sooladega mitmesuguseid salpeeterhappe sooli ja et nad aitavad seega leppadel katta niiskes, kehvas ja hapus mullas lämmastikupuudust.

Mükoriisaga varustatud on ka orhideede juured. Orhideede kasvamine seemnetest osutus kaua aega täiesti võimatuks. Alles siis, kui avastati nende kooselu seentega ja kui läks korda neid seeni juurtest eraldada, kunstlikkudel lahustel kasvatada ning nende seenekultuuridega idanema pandud orhideede seemneid infitseerida, alles sellest ajast peale läks korda orhideid, neid kõige haruldasemaid ning kallimaid taimi, seemnetest kasvatama hakata. Praegu, kus selliste ülesannetega teotsevad Euroopas mitmed suured aiaärid, on orhideed muutunud palju kättesaadavamaks ja odavamaks.

Õhujuured. Epifüütidel, s. o. taimedel, mis kasvavad metsapuudel ja -põõsastel, ripuvad juured õhus ega ulatu üldse mullasse (orhideed, võhalised jt.). Osa juuri kinnitub siin tugitaimi korbapragudesse või koorelõhedesse, okste nurgisse jne. ning ammutab sinna kogunenud tolmu ja kõntsast ka vähesel määral toitesooli. Suurem osa juuri aga ripub sellistel taimedel õhus ja imeb enesesse vihmavett ühes seal leiduvate sooladega.

Õhujuured on üsna omapärase ehitusega. Kõigepealt puuduvad neil juurekarvakesed. Juur on aga kaetud isesuguse kohedast koest mantliga, mille rakud juba varakult surnud ja kus on järel vaid tühjad rakukestad. Selline kohekude imeb nagu kuiv käsn enesesse vihmavett ning annab selle edasi juure siseosadele samal viisil nagu juurekarvakesed.

Lisajuured. Lisajuurte tunnuseks on see, et nad tekivad varrest, lisaks tavalistele juurtele.



Kaltsiumi (lubja) mõju taimekasvule. Paremal toitelahus ilma kaltsiumita, vasemal sama lahus kaltsiumiga.



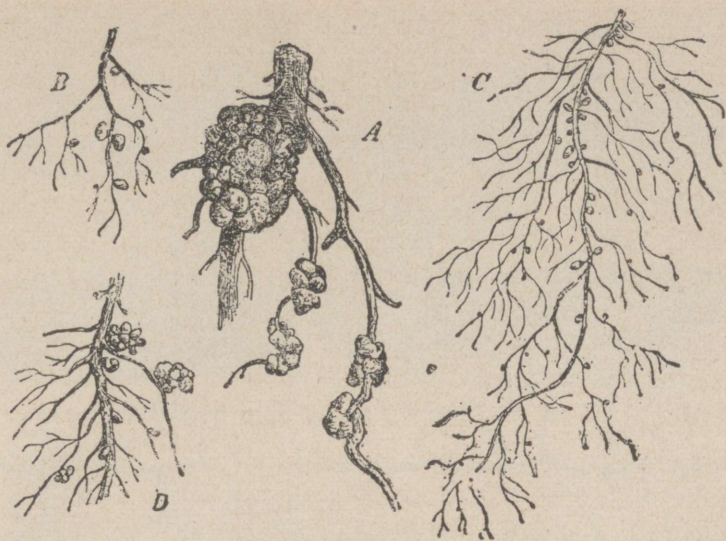
Liivakultuurid.

Toitesoolade mõju herne kasvule: 1 vasemalt — ilma väetamata, 2 — NaNO_3 , 3 — K ja P, 4 — K, P ja NaNO_3 . Lämmastikväetis ei mõjosta hernetaimi (liblikõielisi).

Nii mõningail epifüütidel, nagu näiteks tavalisel filodendril (*Monstera deliciosa*), on lisajuured nii pikad, et nad ulatuvad koguni mullasse. Sellised juured võtavad vett ja sooli nii õhust kui mullast ja neid ei või taime küljest ära lõigata. Troopikamaa puud moodustavad õige sageli lisajuuri. Nii kuulsa sükomori (*Ficus bengalensis*) lisajuured kasvavad tüvejämeduseks ning omavad ka väliselt tüve kuju. Ühest tüvest hargneb sel viisil terve mets sadade lisajuurtest tüvedega (vt.lk.82).

Juurteta taimed. Mõningatel veetaimedel puuduvad aga juured üldse, näit. veepinnal ujuvail kilbukail, *Azolla*, *Salvinia natans*'il, mida sageli kasvatatakse akvaariumes. Viimasel taimel paistab olevat vees hulk peeni juuri. Need pole aga juured, vaid oma kuju muutnud veealused lehed. Juuretud taimed imevad endale toitu kogu veega kokkupuutuva kehapiinnaga. Kuid juurteta taimi leidub veel ka niisketes troopikametsades.

Väga huvitav on üks selline bromeelialiste sugukonda kuuluv *Tillandsia usneoides*, mis meenutab meie habesamblikku ning mis oma karvase kehapiinnaga vihmavett ja õhuniiskust endasse imeb ja sellest siis elab.



Liblikõieliste taimede juured ühes juuremugulatega: A — lupiin, B ja C — ristikhein, D — hernes.

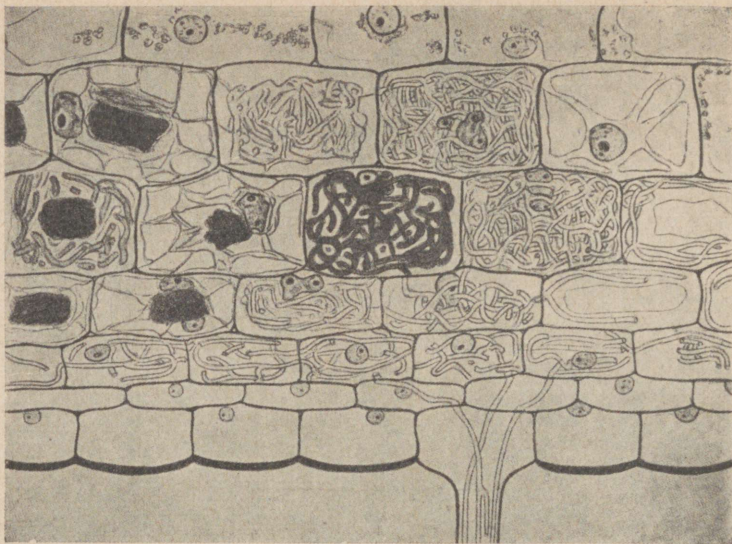
Veel omapärasema juurteta taimede rühma moodustavad parasititaimed, mis toituvad peremehe keha mahladest, nagu võrmid (*Cuscuta*), soomukad (*Orobanche*), käopäkk (*Lathraea*), siis Kesk-Euroopas puudel elutsev *Viscum album* jt. Neil taimedel arenevad isesugused imikad, s. o. juuretaolised moodustised, mis tungivad peremehe kehha ja imevad sealt valmis toiteaineid, kehamahlu. Huvitav on tähele panna, et idanevast seemnest võrmil tekib alul väike juur, mis tungib isegi veidi mullasse, kuid niipea kui taim on haaranud ümber peremehe varre ja saatnud selle kehasse oma imikud, kuivab taime juur ja ühendus maaga katkeb jäädavalt.

Juurte teised ülesanded.

Peale esmajärgulise tähtsusega toiteainete vastuvõtu on juurtel ka muid kõrvalisemaid ülesandeid.

Taime maa külge kinnitamine ja püstihooldmine. Juurte abil kinnituvad taimed maapinna külge. Selline paiga külge kinnitumine on taimedele väga tähtis, näit. veetaimedel, mis kasvavad jooksvas jõevees ja mida vesi muidu kannaks edasi.

Veel tähtsam on aga puude ja põõsaste tüvede püstihooldmine. Kui neil puuduks tugev juurestik, siis ei saaks üldse kasvada suuri puid. Et hiiglavõraga puid tormide käes püsti hoida, nagu tamm, jalakas, kõrged männid, saared jne., peab juurestik olema tugev ning tungima sügavale mullasse. Kuid teatavasti on sügavates mullakihtides õhupuudus ja mitte igasugused juured ei saa seal elutseda ega teotseda. Ka sellistele



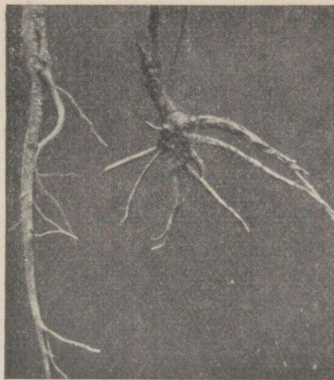
Mükoriisa lehtrohelise käokeele (*Plantanthera chlorantha*) juurtes; juurerakkudes on hulk seeneniite (hüüfe).

elutingimustele on juured pidanud kohastuma. Troopika niisketes metsades võime kohata puudel isesuguseid laiu maapinnal asetsevaid liistakjuuri. Need täidavad tugede aset; nad on toeks tüvedele pehmel pinnasel tuulte vastu, just nagu tugimüürid kõrgetel ehitistel.

Muidu aga on mehaanilised koed peenemates juurtes asetatud juure keskele (kesksilinder). See paigutus teeb juured tõmbetugevaks, kuid võimaldab neile samal ajal painduvust, mis ongi juurtele tarvilik.

Et vees ja vesistel maadel kasvavate taimede juured kannatavad õhu puudust, siis leidub paljudel sellistel taimedel isesuguseid vahendeid juurte varustamiseks õhuga. Sooküpress (*Taxodium distichum*), mis kasvab P.-Ameerika ja Mehhiko soodes ning sealt on leitatud Lääne-Euroopasse, omab erisuguseid kobedakoelisi juuremoodustisi, mis ulatuvad meetri võrra üle maapinna ning millede kaudu õhk tungib sügavamale märjas mullas elutsevate juurteni. Õhujuurtega on varustatud veetaimedest *Jussieu*a'd. Enamik veetaimi (pilliroog, osjad, kaislad, vesiroosi lehe- ja õievarred) on kas seest õõnsad või täidetud kobeda õhurikka koega, mille kaudu õhk ulatub juurteni. Soode ja järvede ääres kasvava punaseõiese kukesaba (*Lythrum salicaria*) vars on pinnalt alla juurteni kaetud erilise õhukoega, mis varustab taimejuuri õhuga.

Juur — toiteainete säilituspaik. Paljud rohtsed taimed, mille lehed ja varred sügisel ära kuivavad, koguvad endile toidutagavaru püsima jäävaise maa-alustesse osadesse. Nende toidutagavarade arvel võivad taimed järgmisel kevadel kiiresti kasvama hakata ja lehti ning



Metsiku ja kultuurporgandi juured.

õisi moodustada, enne kui juured külmas või jahedas mullas suudavad täit tegevust alustada. Siin on toiteained kaitstud külma ja kuiva vastu, ka maa peal liikuvate loomade ja inimestegi eest, mitte aga mullas elutsevate loomade, putukate ja nende tõukude eest, kes taimejuurtest elatuvad.

Kuid üksikudel taimedel on need toiduvärrud ka maa all elutsevate loomade vastu kaitstud erisuguste vahenditega. Toiteained, eeskätt tärklis ja suhkur, pole säilitatud seal puhtal kujul, vaid koos mitmesuguste kõrvalainetega. Viimased võivad omada kas erilist kibedat maitset, paha lõhna ja osutada teda söövale loomale ning putukale vastikuks või koguni kahjulikuks. Ka paks juurekest on heaks toiteainete kaitseks. Tihti aga on mõlemad kaitsevahendid liitunud, s. o. sel juhul, kui pahalõhnalised ja -maitselised ning mürgised ained on koondunud juurekoosse.

Sellistest juurtest, kuigi need võivad olla suured ja toiterikkad, hoidub enamik loomi eemale. Kuid mis ühele vastik, ei pruugi seda olla teisele. Ükski mürk pole universaalse mõjuga. Seepärast ei ole õieti ühtki juurt olemas, mis ei kõlbaks ühelegi loomale toiduks.

Ka inimene on juba vanast ajast taimejuures peituvaid toidutagavarsid tundma õppinud ja neid kasu-



Mükoriisa lepa juurtel.



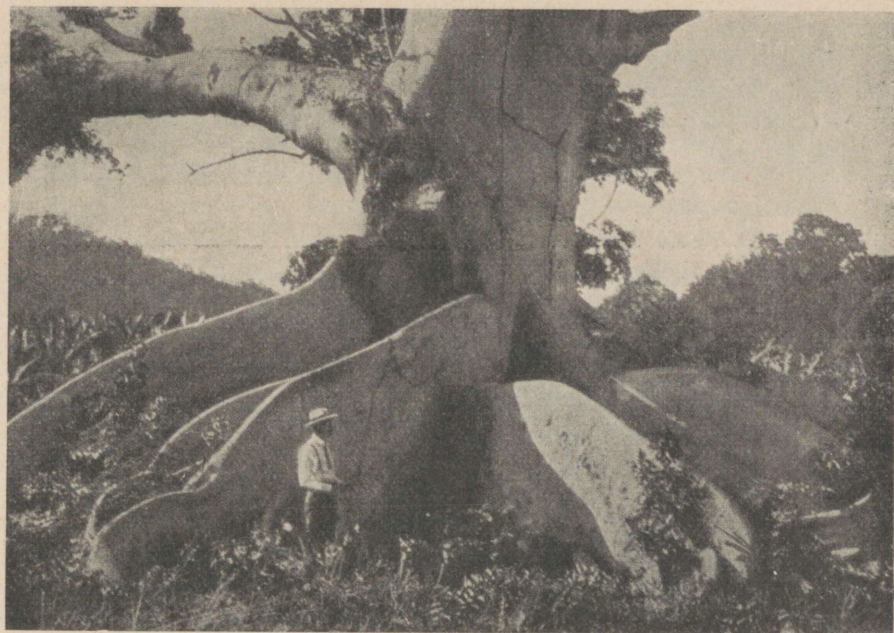
India viigipuu ehk sükomori (*Ficus bengalensis*) metsasalk, mis moodustunud ühest ainsast puust lisajuurte abil.

tama hakanud. Eriti juurte koorimise, keetmise ja küpsetamise abil on tal õnnestunud toiteaineid kõrvalainetest vabastada. Ta on hakanud selliste toiteaineterikaste juurtega taimi kasvatama ja on seega pannud juba muistsel ajal aluse aiandusele ning juurviljakasvatusele. Aja jook-sul on ta sellistest metsikutest taimedest hoolitsemise, maaharimise, väetamise ja taimede valiku, uuemal ajal aga ka sihikindla sordikasva-tuse ja aretamise teel kujundanud need maitsevad ja mitmekesised juur-viljad, mida meie praegu omades aedades ja põldudel edukalt kasvatame ja kasustame. Mõelgem porganditele, peetidele, kaalikaile, naereile, rõi-gastele, mädarõikaile, sigureile jne.

Teiselt poolt on inimene õppinud tundma ka taimede juurtes peitu-vaid kõrvalaineid ja nende mõju enesele ja loomadele, on õppinud eral-dama juurtes peituvaid mürk-, ravi-, maitse- ja värvaineid ning neid otstarbekohaselt kasustama. Salapärastest nõiarohtudest on jõutud kaua-kestnud eksiarvamuste ja tembutuste rägastikust välja teadliku maitse- ja ravimitaimede kasvatamiseni ning kasuõtamiseni.

Juured taimede paljundusvahendina.

Üldiselt peetakse taimejuure tunnuseks seda, et neil puuduvad lehed ja pungad, mis on omased vartele. Kuid paljudel taimedel tekivad ema-taime ümber nn. juurevõsundid, mis kasvavad välja juurtest.



Laiad liistakukujulised tugijuured troopikametsa puudel.

Juurevõsundid on üsna harilik nähtus paplil, haaval, pajul, aga ka õlipajul, õlipuul, sirelil, ploomil, kibuvitsal, vaarikal, pampil jt. Juurevõsundite kaudu on võimalik mainitud puid ja põõsaid paljundada. Nad tekivad maapinna ligidastel juureharudel. Siit nähtub, et juurtelgi peavad olema kasvupungad. Need pole aga silmaga nähtavad, vaid nn. puhkavad pungad juure sisekudedes, mis teatavil tingimusil võivad ärgata ellu. Selliseid puhkavaid pungi leidub aga ka puutüvedes ja siin tekivad nendest kännuvõsundid.

Hoopis laiemalt kui paljundamist juurevõsundite abil kasustatakse aianduses, eriti püsilillede kasvatuses, teist paljundamisviisi — juurestiku jagamist, kus iga eraldatava juurestiku osa külge jäetakse vähemalt üks vars. Püsikud, nagu leeklilled, kuldvitsad, käokingad, kurekatlad, pojengid jne., arenevad mõne aastaga laiadeks paljutüvelisteks puhmasteks, mida on hõlpus tükeldada ja paljundada juurestiku jagamise teel.

Mõnedel püsikutel tekib ja jääb püsima eluajaks üks ainus pikem peajuur (idamagun, ogaputk, mesiohakas jt.). Kui sellistel püsiikul ei valmi seemned, mis tihti juhtub põhjamaal, või kui on tegemist sortidega, mis pole õievärvuselt või mõnelt muult omaduselt seemnekindlad, siis paljundatakse neid juurelõikude abil. Taime peajuur lõigatakse siis 3—5 cm pikkusteks tükkideks, need lõigud pistetakse alumise

otsaga mullasse ja ülemine jäetakse mullapinnale. Et ei juhtuks juurelõigu mitte õige otsaga mulda pistmist, on soovitatav lõiget tehes iga lõigu ülemine ots lõigata risti ja alumine viltu. Mõnenädalase jahedas lavas olemise järel tekivad lõikude ülemistel otstel kasvud — varred — ja alumistel juured.

V. Leht.

Taime toitumine lehe abil.

Lehe pea-ülesanded. Juurte abil saavad taimed mullast vett ja toitesooli, kuid juurte kaudu võib tulla taimekehasse alati neid aineid juurde ainult sel määral, mis määral lehtedest vett ära aurub. Vesi ja mineraalsoolad on tooresained, mis tuleb ümber töötada taimerakule vastuvõetavaks elavaks ehk orgaaniliseks aineks. Selline ümber töötamine toimubki rohelistes taimelehtedes.

Taimelehed vajavad orgaaniliste ainete valmistamiseks aga veel üht kõige tähtsamat ainet, kõigi elusainete algosa — süsinikku, mida taim juurte abil mullast vastu võtta ei saa. Süsinikku võtavad rohelised taimelehed õhust. Süsiniku vastuvõtmine õhust ja sellest orgaaniliste ainete valmistamine ongi taimelehtede pea-ülesanne, ühes sellega aga ka kõige omapärasem ning kogu orgaanilise maailma — taime- ja loomariigi — ning inimese elutegevust määrav toiming. See on ainus juhtum looduses, kus kasustatakse päikeseenergiat.

Lehe ehitus. Kuigi taimelehed väliskujult väga erinevad, on nende siseehitus üldjoontes kaunis ühesugune. Väline lehekuju avaldab ainult õige nõrka ja kaudset mõju lehe sisetegevusele ja teda ei pruugi seepärast nii väga arvestada lehe elutegevusega tutvumisel, mispärast meie lehe välise ehituse juures siin ei peatu.

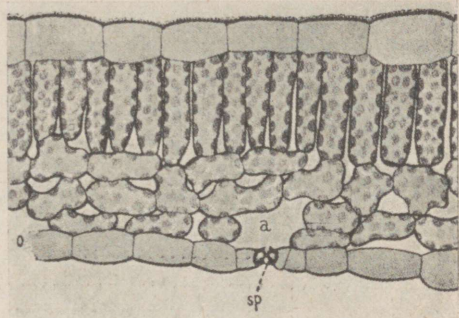
Iga leht on kaetud marrasknahaga, mis moodustab lehe väliskatte. Marrasknahk koosneb tavaliselt ainult ühest rakkude kihist; selle all asetsevad lehe ülemisel, s. o. valguse poole pööratud pinnal üks või rohkem kihte pikki sambakujulisi rakke, mis moodustavad nn. sammaskoe. Sammaskoe ja lehe alumist pinda katva marrasknaha vahe koosneb hõredast koest — siin pole rakkudel kindlat kuju ja nende vahel asetsevad rakuvahelised ruumid, mis täidetud õhuga. See õhurikas lehekude on kobekude. Lehe rakkudes on kloroplastid, rohelised klorofülliterad. Eriti palju on kloroplaste lehe sammaskoes. Lehe kudedesse ulatuvad veel sooned, mille kaudu juhitakse varrest lehte maa seest juurte abil vastu võetud vesi ja soolad ja lehtedes valmistatud orgaanilised ained tagasi vartesse ja juurtesse.

Vaatame nüüd ligemalt, kuidas toimuvad sellises lihtsalt ehitatud lehes keerukad ja mitmekesised protsessid.

Transpiratsioon on vee aurumine taimekehast peamiselt lehtede kaudu. Nagu eespool nägime, tungib vesi taimejuurtesse. Siit liigub ta edasi läbi taimekeha lehtedeni, kust ära aurub. Soolad aga jäävad taimesse. Nii siis vee liikumine läbi taimekeha on ühes sellega ka vee kuramine ja sooladest vabastamine. Et transpiratsioonil vesi pidevalt taimekehast lahkub, siis peab samal määral ka vett juurte kaudu taimesse tulema: juurte kaudu tulev ja lehtedest auruv vee hulk peab olema võrdne, tasakaalus. Kui juured võtavad vähem vett mullast vastu kui seda lehtedest ära aurub, siis kuivab taim ära. Überpööratud vahekorra aga, kus juured rohkem vett vastu võtavad kui lehtedest ära aurub, leidub harva; viimasel juhul eritub vesi lehtedest läbi hüdatodide (gutatsioon).

Kuidas aurub vesi lehtedest?

Lehti kattev marrasknahk sisaldab pisikesi augukeisi, mikroskoopilisi avausi — õhulõhesid. Õhulõhed on kujult väga mitmesugused, kuid enamasti piiratud kahe rakukesegaga — sulgrakkudega. Nende rakukeste vahele jääb pisike pilu, õhulõheava.



Lehe ristilõik: o — alumine marrasknahk, sp — õhulõhe, a — rakuvaheõhuruum.

Õhulõhede arv on lehepindadel väga muutlik. Keskmiselt on 1 mm²-l 200—300 õhulõhet (kapsal on neid näit. märksa rohkem — üle 700, kaktustel aga palju vähem, 10—15 ühel mm²-l). Kuivamaa-taimedel on lehe alumisel küljel õhulõhede arv suurem kui ülemisel pinnal. Ujuvate lehtedega veetaimedel on õhulõhed ainult ülemisel pinnal, veealustel taimedel aga puuduvad nad üldse. Läbi õhulõhede toimubki vee aurumine lehtedest.

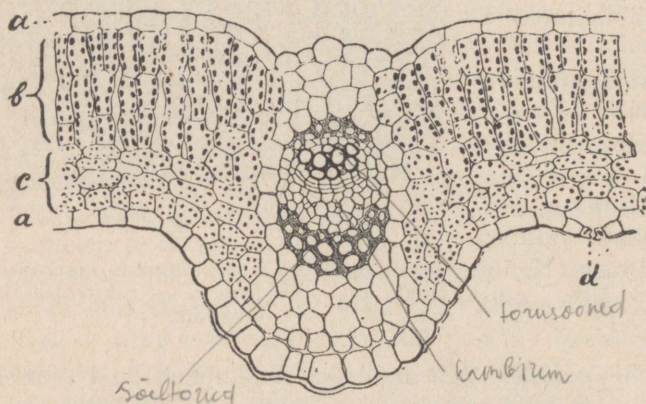
Arusaadavalt peaks vee aurumine sõltuma õhulõhede arvust: mida suurem on õhulõhede arv lehepinnal, seda suurem peaks olema ka vee aurumine nende kaudu. Mainitud olukord võiks ainult siis pidada paika, kui õhulõhed oleksid alati ühesugused ja nende avad võrdse suurusega. Seda aga tegelikult ei ole, ja seepärast ei saa otsustada vee aurumise hulga üle õhulõhede arvu järgi. Tähtis on samuti, et õhulõhed pole alati avatud. Nad võivad avaneda kord rohkem, kord vähem. Ja auruva vee hulk oleneb just õhulõhede avamuse astmest, ava suurusest.

Vee aurumise hulgale taimelehtedest avaldavad suurt mõju tuul, temperatuur ja õhuniiskus. Kuiva ja palava ilmaga on vee aurumine kõrgel lahtise tuule käes asuvaist puulehtedest palju suurem kui niiske, jaheda ja vaikse ilmaga.

On tähele pandud, et õhulõhede avad sulguvad kuiva ilmaga kas päriselt või enam-vähem täielikult, aga ka vihmase ilmaga pealmisel lehepinnal. Selline õhulõhede sulgumine on väga otstarbekohane.

Kuidas avanevad ja sulguvad õhulõhed? Õhulõhed on piiratud, nagu mainitud, tavaliselt kahe poolkumera rakuga, mille avapoolsed rakukestad on paksemad, vastasküljed aga õhukesed. Kui nüüd sulgrakkudes tekib tugev vee juurdevool kõrvalolevaist marrasknaha rakkudest (ütleme: kui sulgrakkudes on suhkrukontsentratsioon suurem kui naaber-rakkudes), siis tekib selle mõjul surve raku seintele (nn. turgori-rõhk). Selle rõhu mõjul venivad välja raku seinad, õhemad seinad muidugi rohkem kui paksud, ja sulgrakud tõmbuvad selle tagajärjel

kõveraks. Kumerdunud rakkude vahele tekib nüüd pilu, mis on seda suurem, mida tugevam vee vool sulgrakkudesse ja mida suurem turgori-rõhk. Puudub aga sulgrakkudes turgori-rõhk ja vee juurdevool, siis on õhulõhed suletud.



Lehe ristilõik: a — marrasknahk, b — sammaskude, c — tohlkude, d — õhulõhe. Keskel soonkimp — pealpool — torusooned, siis kambium ja selle järel sõelsooned.

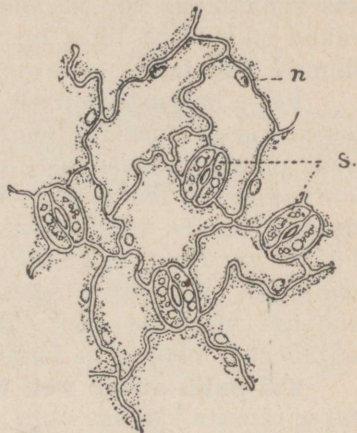
Nii oleneb siis õhulõhede avanemine ja sulgumine veevoolust sulgrakkudesse

ja seda voolu põhjustab tavaliselt suhkur. Uurimised on näidanud, et sel juhul, kui õhulõhed on avatud, sulgrakkudes on rohkesti suhkrut, ja kui nad on suletud (kui seal rõhk puudub), siis tärklis. Suhkur on osmootselt teatavasti aktiivne aine, mis vett enesega seob, tärklis aga inaktiivne. Keemiliselt on suhkur ja tärklis üksteisele väga ligidased [$(C_6H_{12}O_6)_{1-3}$ ja $(C_6H_{10}O_5)_n$] ja võivad ensüümide mõjul üksteiseks muutuda. Et sulgrakkudes on sellised ensüümid, mis muudavad kord tärklise suhkruks, kord ümberpöörduvalt suhkru tärkliseks, siis nende ensüümide tegevusest olenebki, kas sulgrakkudes on suhkur või tärklis ja kas nad on avatud või suletud. Millised jõud juhivad ensüümide tegevust ühes või teises suunas, pole praegu veel päriselt selgitatud. On tõsiasi, et valguse käes õhulõhed avanevad, pimedas aga sulguvad; ka on närtsivates lehtedes õhulõhed suletud. Tähelepandav on asjaolu, et õhulõhed üsna kiiresti sulguda ja avaneda võivad ja et sel teel taimed veeaurumist üsna hästi reguleerida suudavad.

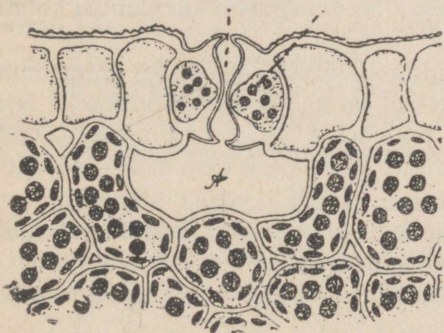
Millised muud vahendid vähendavad vee aurumist taimedest?

Kuigi vesi lehtedest aurub peamiselt läbi õhulõhede, s. o. marrasknaha augukeste, mõjustab ka marrasknahk ise vee aurumist. Kõigepealt ole-
neb marrasknaha paksusest ja tema rakkude ehitusest teataval määral
ka sulgrakkude ehitus. On marrasknahk õhuke ja ühekihine (varjus
metsa all kasvavatel taimelehtedel), siis aurub ka läbi marrasknaha enese
vett üsna tunduvalt (ülane, sõnajalg, varju-
lill jt.). Ümberpöörduvalt taimedel, mis kasva-
vad kuivadel kinkudel päikese käes, on mar-
rasknaha rakkude välisseinad (pealmine
külg) tugevasti paksenenud ja muutunud ise-
suguste rasvaainete (kutiini) mõjul veele
enamasti täiesti läbipääsetamatuks: siin ei
auru vett peaaegu üldse läbi marrasknaha.

Paljudel kõrvetaimedel ja sukulentidel
(mahlarikkad paksunahalised taimed, nagu
kaktused, mägisibulad, kukeharjad, agaavid
jt.) on marrasknahk paljukihine ja lisaks
sellele veel kaetud vahaaainega. Arusaa-
davalt ei auru läbi sellise marraski vett.
Kuid huvitavam on sealjuures õhulõhede
ehitus ja paigutus: õhulõhed on sügaval
marrasknaha all ja nende ava läbi marrask-
naha kihtide ei suundu otsejooneliselt lehe pinnale, vaid sik-saki või spi-
raali kujuliselt. Selliste torukeste kaudu pääseb veeaur muidugi üsna
raskesti marraskist läbi. Ka karvkate, lehtede kokkukeer-



Õhulõhed lehepinnal,
pealtvaade.



Õhulõhe ristilõik: i — õhupilu,
A — õhuruum.

dumine, tõmbumine vastu
vart jne. kuivaga (sookailud, küü-
vits, *Stipa* jt.) vähendavad vee auru-
mist.

**Taimed, milledest vee auru-
mine on minimaalne.** Taimed, mis
kasvavad sellistel kõrvealadel, kus
vihma sajab väga harva, aastas kord-
kaks, mõnikord veelgi harvem, näit.
Mehhiko kiltmaal, Kalahari kõrves
jne., on oma välimuselt hoopis teis-
sugused kui harilikud taimed. Siia
kuuluvad mitmesugused kaktused ja
teised sukulendid. Kaktused erine-

vad tavalistest taimedest selle poolest, et neil puuduvad lehed üldse. Taime-
keha on kas kerajas, sambakujuline või muidu paks ning võib mahu-
tada enda isesugusesse vee kogusse hulga vett varuks (teatav analoogia
kaameli kõhuga). Kuigi mainitud taimede juurestik pole kuigi suure

ral tuleb tarbe korral kultuurtaimi kasta ja milline suur tähtsus on vihmalooduses.

Kuidas taimede veeaurumist reguleerida? Ensüümide tegevust, mis muudavad tähtsuse õhulõhede sulgrakkudes suhkruks, tahtlikult juhtida ei saa. Ka marrasknaha iseloomu, õhulõhede arvu ega nende ehitust pole kerge muuta. Kaudselt on aga täiesti aedniku võimuses hoida taimede transpiratsiooni tasakaalus juurestiku vee vastuvõtmise võimalustega. Kõigepealt võime soodustada vee vastuvõtmist juurte kaudu, s. o. tõsta juurte tegevust mulla niisutamise abil.

Uuemal ajal, mil aedadesse ja kasvuhooneisse juhitakse veevärgitorustikud, tekitatakse seal eriliste niisutamisaparaatide abil kunstvihma igal ajal, kui seda tarvis. Selline niisutus on palju ühtlasem, pikaajalisem ja põhjalikum kui kannuga kastmine.

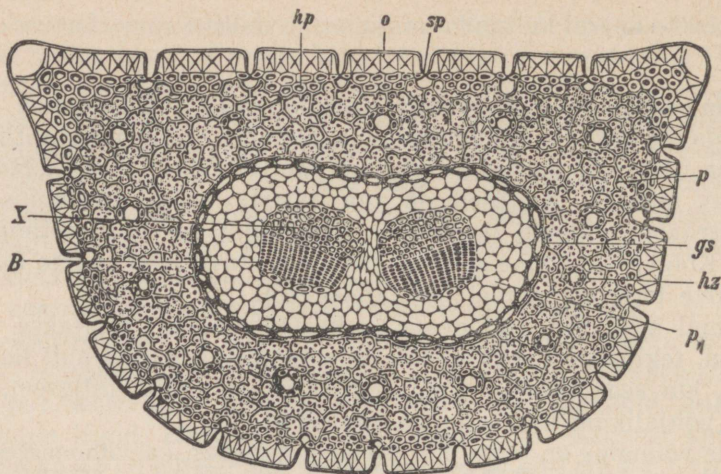
Teine võimalus on tõsta õhu niiskust tubades, kasvuhoonetes ja lavades piserdamise abil ning vähendada sellega veeaurumist taimedest. Selleks tarvitatakse mitmesuguseid pritse ja pihusteid, millega niisutatakse õhku ja taimelehti. Ka lahtiste veenõude asetamine tuppa ja kasvuhooneisse samuti kui vee maha valamine, kasvuhoone põrandate ja seinte niisutamine taotleb mainitud otstarvet.

Kolmandaks vahendiks vee aurumise vähendamiseks on temperatuuri alandamine palaval päeval kas ruumide õhutamise, varjutamise (see vähendab soojust, viib aga ka õhulõhed sulgemisele) või õhu niisutamise teel.

Siinkohal ei saa jätta mainimata, et taimi tuleb valada kasvu ajal rikkalikult, puhke ajal aga väga tagasihoidlikult, ja et valamiseks tuleb tarvitada seisnud sooja vett, mille temperatuur vastaks õhu omaile antud taimede kasvukohas, sest soojus soodustab juurte tegevust, kuna vee juurtesse tungimise kiirus tõuseb rööbiti temperatuuriga.

On endastmõistetav, et mida soojem ja kuivem õhk ning mida väiksemad potid ja mida kergem muld nendes, seda rohkem tuleb taimi kasta, et saavutada taimedes tasakaalu vee vastuvõtmise ja aurumise vahel.

Taimede ärakuivamine nende ümberpaigutamisel. Sageli esineb taimede järsk ärakuivamine: kasvuhoones kasvatatud taimedest kuivab suur hulk nende ümberpaigutamisel õue ja eluruumidesse; taimed „ei kannata õhu muutust“ või „ei salli toaõhku“, öeldakse. Taimede ärakuivamine põhineb siin kindlasti järsul õhuvahetusel ja taimede asetamisel uutesse elutingimustesse. Kasvuhoones kasvasid samad taimed niiskes õhus, kus neid vajaduse järgi varjutati jne. Sellistes tingimustes areneb taimlehtedel harilikult õhuke marrasknahk, lehelabad on laiad ja õhukesed, neile ei teki karvkatet ega vaha. Kui sellised õrnad lehed satuvad järsku kuiva välisõhku või kuivadesse eluruumidesse, siis on ärakuivamine möödapääsetamatu: transpiratsioon lehtedest tõuseb kuivas õhus mitmekordseks, juurte tegevus aga jääb endiseks.



Männiokka ristilõik: *X* — torusooned, *B* — sõelsooned, *O* — epidermis õhulõhedega, (*sp*), *p* — roheline parenhüümikude, *p₁* — värvitu parenhüümikude; *hz* — vaigukäigud, *gs* — kiudsoonekimbu tupp.

Et ei juhtuks taimede ärakuivamist sellistel kordadel, peab aednik kasvuhooneis kasvatatavaid taimi, mis määratud müügiks, aegsasti ette valmistama, järk-järgult lahtise või kuiva toaõhuga harjutama, neid niisketest ja soojadest kasvuhoonetest kord-korralt kuivematesse ja jahe-damatesse ruumidesse ning välja varjualustesse paigutades. Sel viisil muutub lehtede marrasknahek kord-korralt paksemaks, aurumine selle kaudu jääb vähemaks ja taimed kohastuvad kuivale õhule — ühed kiiremini, teised aeglasemalt, olenedes üldisest taimelehe ehitusest.

Taimede ärakuivamine ümberistutamisel. Ka ümberistutamisel kuivab harilikult ära hulk puid ja põõsaid. Põhjus: taimed võetakse üles mullast poolikute, katkirebitud ja -rajutud juurtega; juurekarvakesed jäävad peaaegu viimseni mullasse. Kui nüüd vee aurumise pind jääb endiseks, on puude ja põõsaste ärakuivamine paratamatu. Et seda ei juhtuks, istutatakse lehtpuid kas sügisel või kevadel lehitus olekus ja vähendatakse sealjuures nende võra vastavalt sellele, kui palju on kannatanud ülesvõtmisel juurestik. Okaspuid, mille võra okste lõikamisega ei või rik-kuda ja mille okkad, s. o. veeaurumisorganid, kõik külge jäävad, tuleb mullast ümberistutamiseks välja võtta võimalikult terve juurestikuga, nn. juurepalliga ja istutamiskohale toimetada korvidesse või riidesse pakitult, et muld juurte ümbert maha ei variseks ja juurekarvakesed transpordi all ei kannataks.

Siin tärkab küsimus, et miks okaspuud ära ei kuiva talvel, mil maa külmunud ja nad juurtega sealt vaevalt vett võivad kätte saada, okastest, mis puudele külge jäävad, aga vett edasi aurub? Siin on asi nii, et okaste õhulõhed sulguvad vaigu abil talve tulekul (okkad lõhnavad teatavasti tal-

vel rohkem kui suvel): vaiku koguneb õhuruumidesse õhulõhede taha ja see suleb veeaurule läbipääsu läbi õhuava. Kevadel, mil vaik õhulõhedest kaob, tõuseb veeaurumine okastest kaunis järsku.

Süsinik ja elusaine.

Iga ärakuivanud taimeosa põleb. Kuivanud puutüved — ^{puit.} halud — on meie igapäevseks kütteaineks. See, mis puus põleb — hapnikuga ühinedes tekitab leegi ja annab soojust — on süsinik. Poolpõlenud ja kustunud tukis võime näha puhast süsinikku söena. Süsinik on iga elusaine (orgaanilise aine — millest koosnevad elusolendid, organismid) tähtsaim osa; ta moodustab taime kuivainest umbes 50%.

Kuid nagu nägime veekultuuride juures, ei leidunud seal üldse toite-soolade hulgas süsinikku. Järelikult ei võta taim süsinikku mullast. Aga kust siis? Üks osa taimest — juured — on mullas, teine, pealmaaosa — õhus. Nii siis võib taim saada süsinikku oma pealmaaosade kaudu ainult õhust (veealused taimed aga ka veest). Õhus pole süsinikku puhtal kujul olemas, küll aga söehappegaasina (CO_2). CO_2 on õhus keskmiselt 0,03% mahu järgi, seega näiliselt väga vähe. Ka vees leidub CO_2 lahustunud kujul.

Kui aga mõelda õhkkonnas leiduvale CO_2 üldhulgale, siis on arvestused näidanud, et teda leidub siin ümmarguselt 2100 biljonit kilogrammi. CO_2 voolab alatasa õhku juurde: inimesed hingavad iga päev välja 1440 milj. kg ehk aastas 525 miljardit kg CO_2 , samuti hingavad CO_2 välja kõik loomad, linnud, putukad, ka taimed; peale selle mädanevad maa-pinnal igal pool orgaanilised ained ning mädanemise lõpp-produktina esinevad jällegi vesi (H_2O) ja CO_2 ; siis paiskavad määratu hulga CO_2 õhku majade ja vabrikute, aurulaevade ja vedurite korstnad, tulepurskemäed jne., nii et kuigi taimed söehappegaasi õhust tarvitavad suurel määral, teda sinna alaliselt juurde voolab. Nii palju kui senised uurimised on näidanud, CO_2 hulk õhus ei vähene ega ka kasva, vaid kogu aeg püsib 0,03%; linnade ligidal on ta veidi suurem, merede ja metsade kohal pisut väiksem sellest keskmisest normist.

Seda CO_2 võtavadki taimed oma lehtedega õhust ning valmistavad sellest süsinikuühendeid, s. o. orgaanilist ainet. Mis selle näiliselt lihtsa toiminguga aga keerukaks teeb, on nähtus, et lehtedes söehappegaasist orgaaniliste ainete valmistamisel eraldatakse hapnik, teiste sõnadega, CO_2 lõhestatakse C-ks ja O-ks (süsinikuks ja hapnikuks). Teatavasti on see keemiline söehappegaasi molekuli lõhestamine väga raske, koguni nii raske, et seda keemilisel teel lihtsate vahenditega pole üldse võimalik teostada, ja selleks tuleb kulutada hiiglahulk soojuseenergiat.

Kust võtab aga taim sellise energia? Ja kuidas tuleb taim üldse toime selle keeruka ning raske ülesandega näiliselt nii lihtsalt ja kergesti?

Need ongi kõige põnevamad bioloogilised küsimused, mis nõuavad ligemat vaatlust.

Süsiniku sarnastamine ehk assimilatsioon. Süsiniku sarnastamise all mõistetakse söehappegaasist (CO_2), veest ja sooladest süsinikuühendite ehk orgaaniliste ainete valmistamist taimedes. Olgu kohe tähendatud, et süsiniku sarnastamise võimelised on ainult rohelised taimed (autotroofsed). Klorofüllivabad (heterotroofsed) taimed, nagu seemned ja mõningad parasiitained (võrmid, soomukad, käopäkad) ei saa süsinikku sarnastada ega orgaanilisi aineid iseseisvalt valmistada; sama on lugu ka kõikide mitteroheliste taimeosadega, nagu juured, tüved (välja arvatud noored, rohelise koorega kaetud osad), valged, värvilised ja mitterohelised õieosad jne.

Kõik sellised taimed ja taimeosad peavad endale hankima orgaanilisi toiteaineid rohelistest taimedest ja taimeosadest (lehtedest). Orgaaniliste ainete valmistamise võime puudub samuti loomadel.

Süsiniku sarnastamise keemiline külg seisab CO_2 vastuvõtus, selle lõhestamises C-ks ja O-ks, süsiniku sidumises veega ja anorgaaniliste sooladega (s. o. orgaaniliste ühendite moodustamises) ning O eraldamises.

Assimilatsiooni väliskäiku on kõige kergem tähele panna veetaimede juures. Võtame selleks vesikatku (*Elodea*) või mõne muu vee all elutseva taime varsi ühes lehtedega ja köidame nad klaaspulga külge — varrelõikudega ülespoole. Valame klaasnõusse harilikku vett, millele lisandame CO_2 varustamiseks veidi soodat või selterssi. Teise samasugusesse klaasanumasse valame aga keedetud või destilleeritud, s. o. õhu ja CO_2 vaba vett. Asetame taimeoksad alul esimesse anumasse ja ühes sellega otse päikese kätte. Mõne sekundi järel märkame, kuidas vette asetatud taimevarre lõikepindadest hakkab kerkima gaasimulle.

Kui asetame anuma pimedasse või varjutame teda päikese eest, siis jääb mullide eritumine kohe seisma. Asetame samad taimeoksad nüüd teise anumasse ja selle samuti päikese kätte. Tavaliselt ei märka meie siin mingit gaasimullikeste eritumist, või olgu siis, et neid tekib alul mõni üksik (ka keedetud vette pääseb õhust ikkagi veidi CO_2). Asetame taimeoksad uuesti esimesse anumasse, selle päikese kätte ja kogume erituvat gaasi veega täidetud ja kummulikeeratud katseklaasi. On seal gaasi juba umbes pool klaasi, suleme katseklaasikese alt näpuga, pöörame ta ümber ja viime sinna hõõguva söe: see lööb kohe heleda leegiga põlema, mis näitab, et erituv gaas on hapnik. Kui kordame sama katset mitteroheliste taimedega, näit. seentega, või mitteroheliste taimeosade — õielehtedega, siis meie üheski tingimuses gaasi eritumist ei märka.

Need katsed näitavad olulisemaid külgi süsiniku sarnastamisel:

- 1) Süsiniku sarnastamine toimub ainult rohelistes taimeosades.
- 2) Süsiniku sarnastamine toimub ainult valguse käes.

- 3) Süsiniku sarnastamiseks on tarvis CO_2 .
- 4) Süsiniku sarnastamisel eritub O (hapnik).

Miks toimub süsiniku sarnastamine ainult rohelistes lehtedes?

Kui vaatleme rohelisi leherakukesi (näit. vesikatku lehti) mikroskoobi abil, siis näeme nendes hulga rohelisi kehakesi: need on kloroplastid ehk klorofülliterakesed, mis annavad lehele rohelise värvuse. Kloroplastide roheline värvus oleneb värvainest — klorofüllist. Seda võime kergesti lehtedest ja kloroplastidest eraldada piirituse abil. Hõõrume lehe uhmris katki või keedame vees $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ minutit, kurname vee ära, valame siis piiritust keedetud lehtedele peale ja segame veidi: varsti muutub piiritus tumeroheliseks, sest klorofüll lahustub piirituses.

Kui valmistame veidi rohkem klorofüll piirituslahust, siis võime kergesti näidata, et see ei koosne mitte ühest ainsast rohelisest värvainest ehk pigmendist, vaid koguni mitmest. Valame nimelt klorofüll piirituslahusele peale veidi bensiini ja raputame mõlemad ained tugevasti segi ning jätame nõu veidi seisma; siis koguneb bensiin kui kergem vedelik üles ja piiritus jääb alla: ülemine bensiinikiht on siis tumeroheline, alumine piirituskiht aga kollane. Siit näeme, et leheroheline koosneb rohelistest ja kollastest pigmentidest.

Teatavate lahustusviiside abil on võimalik eraldada rohelisest klorofüllist kaht ainet: α - ja β -klorofüll, ning kollasest — ksantofüll ja karotiini; seega koosneb klorofüll 4 värvainest:

- 1) α -klorofüll ($\text{C}_{55} \text{H}_{72} \text{O}_5 \text{N}_4 \text{Mg}$), *sinine*
- 2) β -klorofüll ($\text{C}_{55} \text{H}_{70} \text{O}_6 \text{N}_4 \text{Mg}$), *roheline*
- 3) ksantofüll ($\text{C}_{40} \text{H}_{56} \text{O}_2$), *kollane*
- 4) karotiin ($\text{C}_{40} \text{H}_{56}$), *oranž*

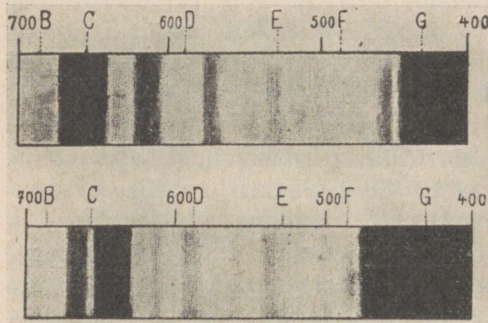
Nendest on karotiin ja ksantofüll lihtsama, klorofüll aga väga keeruka keemilise koostisega ained. α - ja β -klorofüllid erinevad üksteisest ainult 2 H ja ühe O aatomiga, ksantofüll karotiinist ainult kahe hapniku (O) aatomiga. Tähelepandav on, et klorofüll molekul sisaldab Mg ja et raud siin üldse puudub.

Klorofüllist oleneb lehtede roheline värvus, karotiinist ja ksantofüllist selle kollane värvus, mis ilmub sügisel. Sügisel, jahedate ilmadega hakkab klorofüll lehtedest kaduma ja jääb püsivam, vastupidavam ksantofüll, millest lehed omandavadki kollase värvuse.

Et süsiniku sarnastamine võib toimuda ainult rohelistes lehtedes, siis peab klorofüll olema seotud assimilatsioonitoimega. Mis viisil siis? Laseme valguskiire läbi klaasprisma: ta jaguneb seal seitsmearvuliseks spektriks: punane, oranž, kollane, roheline, helesinine, tumesinine, lilla. Asetame aga prisma ette klaasikese klorofüll piirituslahusega, siis märkame spektris mõningate värvide kadumist: kadunud värvide kohale on tekkinud mustad vöödid, nimelt on punasest spektri osast üks laiem

osa kadunud, samuti lilla ja sinine; peale selle võime tähelepanelikul silmitsemisel märgata veel mitmel pool kitsamaid musti jooni.

Mis põhjusel kadusid mõned värvid spektrist? Sel lihtsal põhjusel, et klorofüll need ära neelas. Klorofüll neelab, s. o. püüab kinni osa päikesevalgusest, päikeseenergiast. Selles ongi asja tuum. Selles seisabki klorofüllil arvatatu suur tähtsus. Selle kinnipüütud päikeseenergia abil lahutatakse lehes CO_2 — C ja O ja toimetatakse orgaaniliste ainete moodustamist. Klorofüll rakendab sellesse tegevusse päikeseenergia. Ükski klorofüllivaba taim ega taimeosa ei suuda seda teha, ei suuda süsinikku sarnastada ega orgaanilisi aineid valmistada.

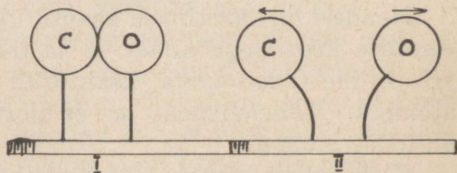


Klorofüllilahusest läbi lastud päikese spekter: üleval α -klorofüllis, all β -klorofüllis nähtav valguse neelumine (mustad vöödid).

Tuleb silmas pidada aga veel seda, et see päikeseenergia, teinud oma töö, ei lähe kaotsi, vaid jääb peidetud kujul täies ulatuses püsima süsiniku ja hapniku aatomitesse.

Seda aitab selgitada järgmine skeem. Ütleme, et C ja O on kaks (õigemini kolm kera),

mis asetatud terasvedru otsa, mis neid üksteise vastu surub. Näitlikult kujutab see CO_2 molekuli, milles C ja O on tugevasti üksteisega ühendatud. Tahame neid üksteisest eraldada, siis peame kulutama selleks jõudu, energiat, mis ületaks vedru surve, s. o. aatomeid ühendava jõu. Ütleme, et asume käte jõul neid kerakesi üksteisest eraldama ja vedrusid kõverdama. Me kulutame teatava hulga energiat ja kisume kerad üksteisest lahti. See kulutatud energia aga ei kao, vaid jääb püsima pingutatud vedrudesse ja kerakestesse: niipea kui käed lahti laseme, langevad kerakesed jälle kokku ning — kokkupõrkel tekib soojus: kerapindade puutekohad soojenevad. Tähendab, see kulutatud energia vabanes nüüd jälle soojuse näol. Nii on ka tegelikult lugu CO_2 molekuli lõhestamisega rohelises lehes päikeseenergia abil: see päikeseenergia jääb püsima C ja O aatomitesse ning vabaneb uuesti soojuse ja valguse näol, kui süsinik hapnikuga ühinevad — põlemisel. Põlemisel tekiv soojus ja valgus on päikese soojus ja valgus. Suhkru, rasva, valkude ja teiste süsinikku sisaldavate ainete tarvitamisel toiduna ja nende ühine-



CO_2 molekuli lõhestamise skeem.

misel hapnikuga meie kehas (veres) tekkiv soojus ning lihaste jõud on päikese soojus ja jõud.

Roheline taimeleht ja tema klorofüllil sisaldavad plastiidid on ainukesed vahemehed looduses, mis kütkestavad päikeseenergiat ja varustavad sellega kogu elavat loodust. Ka seegi jõud, mis liikuma paneb vabrikud, masinad, vedurid, aurikud jne., kus aurukatlaid köetakse kivisöe, õli ja turbaga, s. o. ainetega, mis tekkinud miljonite ja tuhandete aastate eest maakeral elutsenud taimedest, on säilitatud päikeseenergia. Samuti elektrivalgust ja -jõudu saame päikeseenergiast masinate abil, mida köetakse kivisöe või mõne teise süsinikku sisaldava ainega.

Sellelt päikeseenergia säilitamise seisukohalt on klorofüllil ja rohelisel taimel ainulaadne ja arvatult suur tähtsus, sest nende kaudu päike toidab ja elustab kogu elavat loodust. Aedades viljapuid või juurvilja kasvatades pidagem meeles, et kõik need ained, mis aiaviljadelt saame, on rohelise taimelehe ja päikese koostöö, ning see jõud ja energia, mida meie keha saab aiavilja süües, on päikeseenergia. Seepärast hoolitsegem, et see koostöö oleks suurem ja avalduks rikkalikuma saagi näol: paigutagem iga taim võimalikult soodsamalt päikese kätte.

Kas igasugune valgus võimaldab süsiniku sarnastamist? Nagu selgus — klorofüll ei neela mitte kõiki valguskiiri ja tervet spektrit ühtlaselt, vaid ainult üht osa sellest, esijoones punaseid kiiri, aga ka suurema osa sinistest ja violettkiirtest. Sellest paistab, et need kiired peaksid olema eriti tarvilikud assimilatsiooniks. Uurimised on aga selgitanud, et sinine osa spektrikiirtest on siiski võrdlemisi väikese tähtsusega süsiniku sarnastamisel ja et peaaesanne sel puhul langeb punastele kiirtele. Assimilatsioon toimub kõige energilisemalt punastes kiirtes, mille lainepikkus on 685—660 $\mu\mu$ vahel; teine nõrgem assimilatsiooni piirkond on sinises spektriosas 485—431 $\mu\mu$ lainepikkusega vahemikus. Arvatakse, et sinised kiired mõjustavad peamiselt ensüümide tegevust ja ainete ümber töötamist, kuna punaste kiirte energia kulutatakse otseselt süsiniku sarnastamiseks.

Värviliste kiirte mõju taimekasvule on püütud mitmeti selgitada. On lisandatud harilikule valgusele punaseid kiiri (neooni valgust) ja on leitud, et need soodustavad taime kasvu ja saagirohkust. Nii näit. valgustati taimi öösiti tugevajõuliste punast valgust andvate neonilampidega ja samuti ka pilvise ilmaga — lisavalgustusena. Tagajärjed olid kurgija tomatimajas, millest üks pool punaste kiirtega valgustatud, teine mitte, järgmised:

	Harilik valgus	Harilik valgus + neoonivalgus
Kurgisaak	186,6 kg	277,5 kg
„	163,4 „	230,2 „

	Harilik valgus	Harilik valgus + neonivalgus
Tomatisaak	69,2 kg	95,9 kg
„	70,0 „	101,0 „

On kasvatatud taimi mitmesuguses valguses (spetsiaalsest optilisest klaasist majakestes, kuhu ainult teatava lainepikkusega kiired ulatusid) ning leitud, et alati punaste kiirte all taimede kasv on kõige kiirem, taimed ise aga ebanormaalse välimusega ja haiged; sinistes kiirtes on taimekasv väga nõrk. Kuid punastes ja sinistes ning ultraviolettkiirtes koos on kasv normaalne. Nähtavasti pole seega taimekasvule sobivad ühe-, vaid mitmevärvilised kiired.

Valguse värvitoonide küsimus on tähtis veel sellelt seisukohalt, et teatavasti kasvuhoonete klaas mitte kõiki kiiri ühtlaselt läbi ei lase (neelab ära näit. ultraviolettkiired). Et ultraviolettkiirtel arvati olevat tähtis mõju taimekasvule, siis hakati valmistama selliseid kiiri läbilaskvaid klaase (näit. ultraviti-, U-klaas jt.). Nende klaasidega (mis esialgu on võrdlemisi kallid ja mis kaunis ruttu tuhmuvad) katsetades on selgunud, et ultraviolettkiired soodustavad nn. v a l g u s n õ u d l i k k u d e taimede kasvu, nende öitsemist ning viljakandmist (tomat, kurk, kõrvits, maasikad, kaktused jne.) ning peatavad varjusallivate taimede (gloksiinia, priimula, salat jt.) kasvu. Sellega on ultraviolettklaaside küsimus oma akuutsuse vähemalt esialgselt kaotanud. Üldiselt on aga peaaegu kõikides meie kasvuhoonetes liiga suur valguse puudus, kuna harilik klaas aja jooksul tuhmub ja siis valgust halvemini läbi laseb; klaase ei ole võimalik korralikult puhastada, majad on liiga kõrged ja pimedad.

Assimilatsioon elektrivalguses. Seepärast tekib kohe uus küsimus: kas ei saaks kasvuhoonetes valgust kunstlikult suurendada, näit. elektrivalguse abil, kui selle valguse abil võivad taimed süsinikku sarnastada? Sellekohastest katsetest on selgunud, et kui elektrivalgus on küllalt tugev (mitte alla 1400 normaalküünla valguse, mis puhul valgusallikas ei või ise olla taimedest kaugemal üle 2 m), siis taimed selle mõjul kasvavad üsna normaalselt. Järelikult võime elektrivalgust päikesevalgusele abiks võtta ja päikesevalgust elektrivalgusega asendada. Nii ongi hakatud maades, kus elekter odav (eriti Skandinaavias, aga ka meil Riigi Turbatööstuses — Ellamaal) elektrit kasutama kasvuhoonete valgustamiseks. Pilviste ilmadega ja pikkadel öödel süüdatakse kasvuhoonetes elekter. Selline elektriga valgustamine on andnud häid tagajärgi. Olen võinud ise tähele panna roosidekultuuri kasvuhoonetes, mida öösiti valgustati tugeva (10 000 n.-küünla) elektrikaarlambiga; lambi all ja selle ligemas ümbruses võis näha hoopis tugevamat rooside kasvu ning jälgida, kuidas elektrivalguse mõju kaugusega vähenes ja lõppeks kadus.

Valguse tugevus ja assimilatsioon. Assimilatsiooni käik oleneb valguse hulgast: mida tugevam valgus, seda kiiremini toimub assimilatsioon ja seda suurem on assimilaatide (s. o. assimilatsioonil tekkinud orgaaniliste ainete) hulk. See on nii aga ainult

üldjoontes. Katsed on näidanud, et kui suurendada valgust üle normaalse päikesevalguse, siis alul assimilatsioon kiireneb ja O eritumine suureneb, kuid varsti jääb O eritumine teatavale kõrgusele püsima, seisma ja hakkab hiljemini langema, vaatamata sellele, kas nüüd valgust edasi suurendada või mitte. Siit selgub, et assimilatsioon ei suurene alati rööbiti valguse suurenemisega ja et liiga teravas valguses assimilatsioon mõne aja pärast langeb alla normi. Teiselt poolt on teada, et mitte kõik taimed ei vaja ühetugevust valgust: ühed kasvavad otsese päikese käes, teised varjus puude all, vee all jne. Kui viimased viia valguse kätte, siis ka nendes assimilaatide hulk tõuseb alul, jääb aga varsti seisma ning hakkab siis kiiresti langema. Pikemat aega sellised varjutaimed otsese valguse käes üldse elada ei või ja kuivavad ära. On kindlaks tehtud, et varjus kasvavate taimede lehtede klorofüll on märksa tundlikum valguse vastu kui valguse käes kasvavatel taimedel ja et varjutaimed suudavad valmistada suhteliselt (võrreldes valgusehulgaga) rohkem assimilaate kui valgusenõudlikud taimed. Arvatakse, et varjutaimede suurem valgustundlikkus oneneb nende klorofüllis suuremast kontsentratsioonist kloroplastides.

Temperatuuri mõju assimilatsioonile. Ka temperatuur soodustab assimilatsiooni käiku ja tõstab assimilaatide hulka. Kuid ka siin on igal taimeliigil valguse suhtes omad erinõuded, oma eriline alam- (miinimum), parim- (optimum) ja ülemmäär (maksimum). Igatahes langevad assimilatsiooni temperatuuri optimum ja kasvu optimum paljudel taimedel enam-vähem ühte: meie metsa- ja põllutaimedel on see 25—35° C ümber, aia- taimedel veidi kõrgemad 30—40° C vahel, üksikutel lõunamaa taimedel, nagu kurk, tomat jt., ulatub optimum kuni 45° C. Liiga madalas temperatuuris ei teki leherohelist ja assimilatsioon langeb või jääb koguni seisma (sügisel). Liiga kõrgel temperatuuril on vee aurumine liiga suur, mis viib õhulõhed sulgumisele ja takistab CO₂ pääsu lehtedesse.

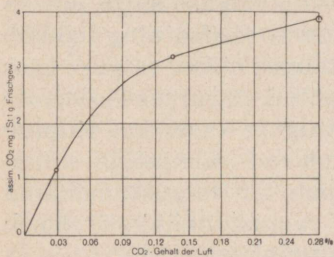
Assimilatsioon ja CO₂ hulk õhus. Kui assimilatsiooni mõjustavad valguse hulk, selle värvus ja soojus, siis seda muidugi eeldusel, et CO₂ seejuures on rikkalikult olemas. Küsime nüüd: kas õhus olevast 0,03% CO₂ hulgast on assimilatsiooniks küllalt? Kas pole teda liiga vähe, nagu arvata võib? Katseliselt on selgitatud, et õhus olevat CO₂ hulka on isegi looduslikes kasvutingimustes kasvavatel taimedel liiga vähe. Kui suurendada CO₂ hulka 4- kuni 8-kordselt, siis assimilatsiooni käik tõuseb ja assimilaatide hulk (tähtsaks, mida siin tavaliselt mõõdetakse) suureneb. Alles üle selle normi minnes jääb assimilatsiooni kõver seisma, ning võib langeda, sest liiga suurel CO₂ hulga mõjul sulguvad õhulõhed. Kuid kõrgema temperatuuri ja suurema valguse hulga juures võib suurendada CO₂ hulka õhus kuni 10-kordseks, s. o. 0,3%-ni. Juba siis, kui kurkide kasvumajas tõsteti CO₂ hulka 20% võrra, tõusis saagi hulk 30—40% võrra (Lundegårdh).

Praegusel ajal kõneldakse seepärast aianduses söehappegaasiga tai-

mede väetamisest kasvuhoonetes, lavades ja isegi aias lahtise taeva all kui möödapääsetamatust vajadusest.

Taimede väetamine CO₂-ga. Seda toimetatakse väga mitmel viisil, kõige lihtsamalt ja tavalisemalt sõnniku abil. Sõnnik mullas mädanedes annab muude väetiste kõrval ka üsna rikkalikult CO₂.

Hästi rammusal ja huumusrikkal mullapinnal on CO₂ hulk märksa suurem kui kõrgemal õhus. Seda sel põhjusel, et CO₂ on õhust raskem ja ta püsib oma tekkimise kohal mullapinnal vaikse ilmaga kaunis kaua.



Assimilatsiooni sõltumus
CO₂ hulgast (kuusk).

Tuul kannab ta sealt muidugi varsti minema. Samuti on CO₂ hulk suurem sõnnikuga soojendatavates taimelavades: alul kerkib toorest sõnnikust küll ammoniaagigaasi (NH₄OH) rohkesti (mis võib saada taimedele hädaohtlikukski), kuid pärast, mil sõnnik hakkab mädanema, jääb NH₄OH eritumine õhku seisma ja selle asemel eritub CO₂, mis tunduvalt soodustab lavataimede kasvu.

Sedasama võib öelda ka tomati- ja kurgimajade kohta. Ka nendes on taimede kasv sõnnikuga väetatud mullas parem ning saak suurem kui kunstväetistega rammutatud mullas kasvavatel taimedel.

Seda teavad ka aednikud, kuid kirjutavad nähu põhjuse ekslikult ainuüksi sõnnikus peituvate toiteainete arvele. Seega on sõnnikul muude väärtuste kõrval (huumuse tekitaja, niiskuse, soolade ja soojuse hoidja, mulla kobestaja, anorgaaniliste toitesoolade allikas, mikrofloora elustaja jne.) veel CO₂ allikana suur tähtsus.

Uuemal ajal on hakatud taimedele CO₂ väetist andma lihtsustatud ja puhtamal kujul. Kui lubjale (CaCO₃) valada lahja hapet, näit. soolhapet HCl, siis eraldub sealt CO₂—(CaCO₃ + 2HCl → CaCl₂ + H₂O + CO₂ ↑). Sel viisil on kerge ja odav saavutada CO₂, mis alul veest läbi lastakse HCl aurudest puhastamiseks, edasi juhitakse torude kaudu kasvuhoonesse, lavadesse ja isegi peenarde vahele aeda. Sellised väetuskatsed on andnud häid tulemusi:

A. Vabas õhus: Harilik kultuur CO ₂ -ga väetatud		
Kartulid	100%	420%
Kapsad	100%	170%
B. Kasvuhoones		
Tomatid	100%	275%
Porgandid	100%	200%

Skandinaavias tarvitatakse veel erisugust viisi CO₂-ga mulla rikastamiseks. Seal on odava elektri tõttu üsna laialdaselt tarvitamisel elektri abil mulla soojendamine kasvuhoonetes, lavades, aga ka vabas maas. Elektri juhtmed isoleeritakse mullas portselanist kaitse abil; selle kaitsekesta ja elektri juhtmete vahele asetatakse aga koksi. Elektri mõjul

oksüdeerub koksi süsinik CO_2 -ks, mis difundeerub mullasse ja sealt välja: taimed saavad ühel hoobil soojust ja CO_2 -väetist.

Keemiavabrikutes saadakse CO_2 kõrvalproduktina mitmesuguste ainete valmistamisel ja võidakse seda ka taimede kasvatamiseks kasutada. Meie kodumaal Ellamaa turbatööstuse kasvuhoonetes on samuti tarvitusel taimede väetamine CO_2 -ga. Ükskõik millisel viisil CO_2 hulka õhus suurendame, tuleb sealjuures alati silmas pidada, et liiga palju siin samuti asjatu, isegi hädaohtlik on nagu teistegi toitesoolade ja väetiste tarvitamisel ja et ülim määr, milleni paremal juhul CO_2 hulka õhus tõsta võime, on 0,3%. Harilikud normid aga alla seda, s. o. 0,1—0,2%.

Endastmõistetavalt on otstarbekohasem CO_2 -väetist taimedele anda sel ajal, mil assimilatsioon on kõige tugevam, s. o. päikesepaistesel päeval. Sel puhul võib CO_2 hulk õhus ilma kahjustamata ületada isegi 0,3% normi gaasi juurdelaskmise momendil, sest see alaneb pea; pilviste ilmaga ja öösi, mil assimilatsioon toimub nõrgalt või koguni seisab, pole CO_2 väetamisel mingit mõtet. Puhast CO_2 — kas teraspommidest või siis keemilisel teel valmistatult — võimegi otstarbekohasemalt taimedele juurde juhtida soodsal assimilatsiooni ajal, kuna sõnnikust CO_2 eritumine kestab ühtlaselt nii öösi kui päeval ja osa sellest kindlasti läheb kaotsi kasustamatult.

Lõpuks tuleb mainida, et assimilatsioonil on määrava tähtsusega lehtede pind: mida suurem see, seda parem. Tuleb seepärast hoolitseda, et haigused ja kahjurid taimelehti ei rikuks, ja tuleb mulda väetada, et lehed lopsakamalt kasvaksid (K, N).

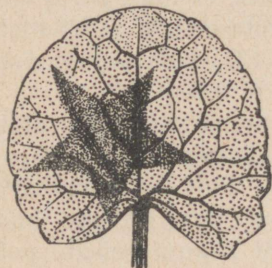
Assimilatsioonil eritub hapnik. Iga molekuli neelatud CO_2 vastu vabaneb assimilatsiooni tagajärjel niisama palju, s. o. 1 molekul hapnikku (O). CO_2 on loomadele ja kogu orgaanilisele maailmale suuremas kontsentratsioonis kahjulik. Rohelised taimed vabastavad õhu selle aine liigsest hulgast ja valmistavad sellest esimese järgu tähtsusega toiteaineid, kusjuures õhku tagasi pääseb vaba hapnik. Hapnik on aga kõikidele elusolenditele paratamatult tarvilik. Seega on assimilatsioon looduse arenemisel tähtsaim ja olulisim, kuid ka paratamatult vajaline toiming.

Assimilatsioonil tekkivad ained. Kergesti võime näidata, et valgustatud lehes tekib tärklis. Võtame ükskõik missuguse taimelehe (soovitatav on tarvitada õhemaid lehti — nagu mungalill) varahommikul, enne päikesetõusu, ja hoiame teda umbes $\frac{1}{2}$ —1 minutit keevas vees; ta kaotab siis rohelise värvuse, muutub värvituks. Valame sellele lehele jooditinktuuri, veel parem — asetame ta nõrka J+KJ veelahusesse: leht jääb endiselt värvituks või värvub nõrgalt pruunikaks joodi mõjul.

Võtame aga nüüd samalt taimelt lehe mõni tund hiljem, mil päike tõusnud, kõige parem muidugi keskpäeval, ja kordame sellega sama katset mis hommikul: nüüd värvub leht joodi mõjul tumesiniseks. Miks? Jood annab tärklisega ühinedes sinise värvuse; tähendab — hommikul enne päikesetõusu polnud lehtedes tärklist, keskpäeval — valguse käes — on

teda sinna tekkinud palju. Tärkliseterakesi võime näha lehe rakkudes ka mikroskoobi abil. Tärklis on seega üks esimesi kergesti nähtavaid assimilatsiooniprodukte ehk assimilaate.

Kui katame õhtul taimelehe musta valguskindla või stanniool-paberiga ja lõikame sellesse mõned märgid või tähed, siis järgmisel päikesepaistesel päeval sellise lehega joodiproovi tehes leiame, et lehes ainult valgustatud osades, s. o. märgi või tähtede kohal on tekkinud tärklis, sest et ainult need kohad sinistena nähtavale tulevad, valguse eest kaitsitud leheosad aga jäävad värvituks. Kui katame varahommikul lehe fotonegatiiviga, siis võime joodi abil keskpäeval ilmutada lehepinnale vastava positiivse pildi, nagu joonisel näha (ainult negatiiv olgu hästi kontrastne, muidu ei tule pilt selge).



Tärklise tekkimise proov: leht oli kaetud tinapaberiga (stanniool), millesse lõigatud viisnurk, — see viisnurk värvubki joodiga siniseks.

Esimene assimilatsiooni produkt. Uurimised on näidanud, et tärklis pole mitte esimene aine, mis tekib assimilatsioonil. Tärklis ei

võigi seda olla, sest ta on liiga suure ja keeruka molekuliehitusega ja teda on võimalik laostada lihtsamateks algosadeks — näit. suhkrukts. On tähelepanav, et tärklis ei teki üldse kloroplastide juures, vaid koguni leukoplastide, s. o. värvitute plasmakehakeste ümber. Kaua aega oldigi arvamisel, et esimene rohelistes lehes tekkiv assimilaat on lihtsuhkur, näit. glukoos — $C_6H_{12}O_6$, mille molekul koosneb õieti 6 osast süsinikust (C_6) ja 6 osast veest ($6H_2O$). Et ühe gramm-molekuli¹ suhkru põletamisel vabaneb 674 000 kalorit sooja, siis väljendati suhkru tekkimise keemilist käiku lehes järgmise lihtsa valemiga: $6CO_2 + 6H_2O + 670\,000\text{kal} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \uparrow$, s. o. 6 gr.-molekuli CO_2 ja 6 gr.-molekuli vett (H_2O) ning 670 000 kal päikeseenergiat moodustavad ühel gr.-molekuli suhkru ($C_6H_{12}O_6$), kusjuures vabaneb 6 gr.-molekuli hapnikku (O_2).

Üldiselt näib, et nii on kõik korras. See valem peegeldab muu seas väga hästi ka seda suurt energiahulka,

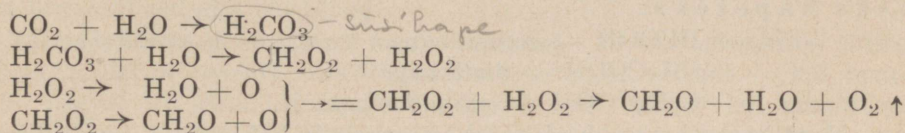


Fotopilt mungalille (*Tropaeolum majus*) lehel.

¹ Gramm-molekul = aine molekulaarakaalule vastav hulk gramme; suhkru $C_6H_{12}O_6$ molekul. kaal = 180, järelikult gramm-mol. = 180 grammi.

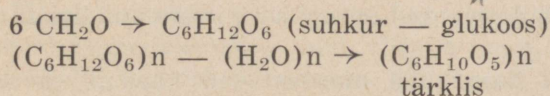
mida rohelised lehed vajavad assimilaatide valmistamiseks. Sellest va-
mist paistab, et suhkrut valmistamiseks pole muud tarvis, kui võtta söe-
happegaasi või veel parem puhast süsinikku (sütt), sellele lisandada vett
ning kuumendada ja suhkur ongi valmis. Kuid sellisel viisil ei saa kunst-
likult suhkrut valmistada. Tõenäoselt ka taime lehes ei toimu see nii
lihtsalt.

Uuemad uurimised ongi näidanud, et esimese assimilaadina ei teki
lehtedes mitte suhkur, vaid sellest veel lihtsam aine. Üldine arvamus kaldub
sellele, et esimene iseseisev keemiline aine, mis tekib rohelises lehes päi-
keseenergia kaasabil CO_2 -st ja H_2O -st, on sipelgahappe alde-
hüüd (form-aldehüüd) — CH_2O . Selle teket kujundatakse keemili-
selt üle vesinikuühilapendi H_2O_2 , millest O kergesti eraldub, järgmiselt:



Kuidas nende faaside teke on seotud klorofülliga, see on kaunis kee-
rukas keemiline käik, mille juures me siin ei peatu.

Sipelgahappe aldehüüd (CH₂O) moodustatakse liitumise (polüme-
risatsiooni) teel järgnevad, rohkem keerukad ühendid, ka suhkur ja
tärkli.



Nii või teisiti on kõik esialgsed assimilaadid nn. süsivesikud
ehk süsihüdraadid, mis koosnevad süsinikust ja veest, kusjuures
vesiniku ja hapniku vahekord on enamasti selline kui vees: H₂ ja O ehk
(H₂O)_n.

Tähtsamad aiaviljades esinevad süsihüdraadid on:

Monosahhariidid — glükoos, fruktoos (puuviljades) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
Disahhariidid — sahharoos, maltoos $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ $\text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_{12}$?
Polüsahhariidid — tärkli — $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$

Suhkrut leidub suhkruroos, suhkrupeetides, puuviljades, juurtes,
juurikates, mugulates jne.

Ensüümid võivad süsihüdraate lõhestada ja liita. Nii tärkli ensüüm
diastasi toimel laostub disahhariidideks — sahharoosiks ja maltoosiks;
sahharoos aga edasi ensüüm invertaasi mõjul monosahhariidi-
deks — glükoosiks ja fruktoosiks; maltoos ensüüm maltaasi mõjul —
glükoosiks. Monosahhariidid ongi seedimise lõpp-produkt: glükoos ja fruk-
toos pääsevad toiteainetest otsekohe juba verre, kuna di- ja polüsahharii-
did oma liiga suure molekuli tõttu sooleseinte rakkudest läbi ei pääse.
Et puuviljades esinevad just lihtsuhkrud — monosahhariidid, siis nad on

ka kõige kergemini seeditavad, eriti valminud viljad, kus puuduvad liig-
sed happed.

Ensüümide tegevus. Lehtedes toimub mitmesuguste ensüü-
mi d e mõjul alaline süsihüdraatide, aga ka teiste ainete ümbermuutmine:
alates sipelgahappe aldehyüdist tärkliseni — liitumine, s. o. aine mole-
kuli suurendamine; tärklisest monosahhariidideni tagasi — aine laostu-
mine, s. o. molekuli vähendamine.

Ensüümid on erilised, seni keemiliselt veel vähe tuntud ained, mis
ainete muutumisel kaasa töötavad ja ainete laostamist kui ka ehitamist
juhivad, kusjuures iga muutus toimub erilise ensüümi mõjul.

Teised taimedes tekkivad orgaanilised ühendid. Süsihüdraadid
muutuvad hapendumisel, s. o. hapnikuga ühinemisel — orgaanilis-
teks hapeteks:

HCOOH — sipelgahape,
 CH_3COOH — äädikhape,
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$ — propioonhape jt.

Need happed on puhtal kujul taimerakule kahjulikud, kuid ühinedes
näit. katioonidega K, Ca, Mg jt., muutuvad orgaaniliste hape-
sooladeks ja on sel kujul kui mitte alati taimetele tarvilikud, siis vähe-
malt kahjutud. Lehes ühinevadki mullast siia jõudnud soolad orgaani-
liste ainetega ja muutuvad ühes sellega elusaineks, elusainete osadeks.

Edasi tekib taimerakus veel omapärane rida ühendeid, mis koosne-
vad ainult süsinikust ja vesinikust, need on nn. süsivesinikud, näit.
 CH_4 , C_2H_6 , C_8H_8 jne. C_4H_{10}

Süsivesinikud ühinedes hapnikuga moodustavad happeid ja sooli,
millistest iseloomulikud on rasvahapped, näit. õlihape
($\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$), palmitiinhape ($\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$), steariinhape
($\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$) jt. Nendest taimehapetest tuletatakse mitmesuguseid
rasvaineid, õlised, seepi jne.

Kõige iseloomulikum on aga lämmastiku saatus, mis orgaaniliste
hapetega ühinemisel moodustavad nn. amiinohappeid, mis on
valkainete alkosad. Valkude moodustamiseks pole küll päikeseenergiat
enam tarvis ja see võib toimuda ka üksnes ensüümide mõjul. Lämmas-
tik (N) liitub siin tavaliselt ühenduses vesinikuga erilise amiinorüh-
mana (NH_2) ja nende amiinorühmade järgi kutsutaksegi selliseid orgaa-
nilisi happeid — amiinohapeteks, näit.:

glükokoll — $\text{CH}_2(\text{HN}_2) \cdot \text{COOH}$ (amiinoäädikhape),
alaniin — $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}(\text{NH}_2) \cdot \text{COOH}$ (amiinopropioonhape),
leutsiin — $(\text{CH}_3)_2 \cdot \text{CH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}(\text{NH}_2) \cdot \text{COOH}$ α -amiinoiso-
butüüläädikhape.

Amiinohapete omavahelisel liitumisel, samuti kui nende ühinemisel
mitmesuguste anorgaaniliste sooladega tekivad valkained ja teised
orgaanilised keeruka molekulaarse ehitusega ühendid, millede juures
siin ei tarvitse pikemalt peatuda.

Peale toiteainete valmistavad taimerakud aga veel hulga muid praktilises elus vajalikke aineid, nagu rakukestaaained (kiudollust ehk tselluloosi), mis on tähtis ehitus- ja põletusaine, maitseaineid, ravim- ja mürkaineid, värvaineid, lõhnaaineid jne.

Need ained juhitakse tekkekohast, s. o. lehtedest edasi lehe sooni mööda taime vartesse ja alla juurtesse. Leherakud on tulvil mitmesuguseid aineid täis ainult päeva ajal, mil assimilatsioon toimub tugevasti; öösi, aga ka pilvise ilmaga, on lehtedes assimilaate vähem, sest nad on siit edasi saadetud. Seega on taimelehes alatasa kaks voolu: toorained — vesi ja soolad — voolavad siia mullast läbi juurte ja varte, ning CO₂ õhust; nende asemele saadetakse õhku lehtedest veeaur ja assimilatsioonil vabanenud hapnik, lehtedest alla vartesse ja juurtesse aga siin moodustatud orgaanilised ehk elusained.

Taimelehtede praktilisest kasustamisest. Ei ole seepärast mitte ükskõik, millal taimelehti praktiliseks kasustamiseks võtame — kas hommikul, päeval või õhtul: hommikul niidetud rohi, samuti kui hommikul nopitud salati, spinati jt. aiataimede lehed on alati toiteainete poolest vaesemad kui päeval ja eriti pärast lõunat niidetud ja nopitud. Samuti on lugu lehtedega, mis peaksid sisaldama mitmesuguseid ravimisvahendeid. Überpöördukt oleks rumal tubakalehti lõigata päeval: siis on nad täis tärklisi ja muid aineid, mida suitsetaja ei vaja ja mis teeksid lehed asjata raskeks, vaid tubakalehti tuleb korjata varahommikul.

Kuigi taimeleht ei valmista toiteaineid ainult endale, vaid sellega varustab taime teisi osi — vart, vilja ja juurt, kasustatakse taimelehti igapäevses elus laialdaselt toiduks. Kõigepealt kõik rohusööjad loomad toituvad peamiselt taime lehtedest, harvemini taimevartest ja -juurtest. Ka aiataimede hulgas on rohkesti lehtvilju (kapsad, salat, spinat, lauk) ja maitseaineid (petersell, puru, majoraan). Peale selle valmistatakse taimelehtedest ravimeid (eukalüptus, kokaiinipõõsas, piparmünt) ning saadakse kiudaineid (*Phormium*, *Agave*) jne.

Taimekasvataval tuleb aga hoolitseda selle eest, et taimelehed oleksid terved, sest praktiliseks kasustamiseks kõlbavad ainult terved ning vigastamatud lehed; ka suudavad ainult terved lehed täita korralikult muid suuri ülesandeid, toita taime teisi osi ning võimaldada saaki viljade näol. Tuleb suurt rõhku panna taimekaitsele ning takistada taimehaiguste ja -kahjurite levimist (taimekaitsest vt. II köites).

Taimede hingamine. Süsiniku sarnastamisel taimelehed eritavad hapnikku. Paistab, nagu taimed ei vajakski hapnikku või ei hingaks üldse. Kaua valitses isegi teadlaste hulgas arvamus, et taimed hingavad hoopis vastupidi loomadele ja inimestele: hingavad sisse CO₂ ja välja O. See oli muidugi eksiarvamus, kuna siin segati süsiniku sarnastamine hingamisega.

Hingamine on kõikidel elusolendel ühesugune, sest iga elusrakk vajab hapnikku; ja et ainete vahetusel tekib oksüdeerumisel söehappe-

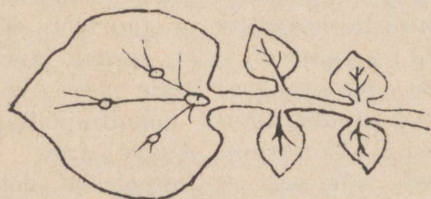
gaas, mis on plasmale kahjulik, siis see saadetakse rakkudest välja. Ka leherakud vajavad hapnikku ja ka nemad eritavad söehappegaasi. Et aga see toime on risti vastu käiv assimilatsioonile, siis päeval, mil toimub lehtedes intensiivne assimilatsioon ühes hapniku eritamisega, katavad mõlemad tegevused osalt üksteist; assimilatsioon toimub aga tugevamini ja seepärast sel ajal meie CO₂ eritumist üldse ei märka, samuti kui hapniku neelumistki.

Öösi seevastu, mil assimilatsioon seisab, on kerge tähele panna ka lehtede hingamist, s. o. hapniku neelamist ja CO₂ eritumist. Klorofüllivabad taimed, nagu seemned, bakterid jt., hingavad aga kogu aeg ühtviisi.

Et taimed päeval assimilatsiooni puhul rohkesti hapnikku eritavad, siis pole nendel öösi hapnikupuudust karta ei väljas ega ka kasvuhoonetes. Ainus juhtum, kus öösi hapnikust võib puudus tulla, on kinnised lavad, kus palju kiiresti kasvavaid noori taimi koos; seal tulebki öhtuti lavaaknad mitte päris maha lasta, vaid õhu vahelduseks akende vahele jätta veidi ruumi (pulgad alla panna!).

Ka tuleb arvestada taimede hingamist eluruumides, mispärast pole soovitatav suuri ja kiirekasvulisi taimi magamisruumides hoida, eriti juhtumel, kui ruumid on väikesed. Seevastu väikesed ja aeglase kasvuga kaktused ning sukulendid, mis ei tarvita nimetamisväärses ulatuses hapnikku, võiksid kasvada ka magamistoa aknal.

Leht paljundamisvahendina.



Jürilille leht kasvupungadega ja nendest võrsunud noorte taimedega.

Mõnedel taimeliigi lehtedel on võime mullasse või niiskele mullale sattumisel juurduma hakata, kasvusi moodustada ja olla sellega paljundamisorganiks, näit. jürilill (*Cardamine*), *Levisticum officinale*, *Tellima*, *Tolmiea* jt.

Üsna paljudel taimedel tekivad lehtedel noored kasvud ühes juurtega, mis mahamurtuina kohe iseisivate taimedena elama hakkavad, nagu sõnajalalistel (*Asplenium bulbiferum*, *Ceratopteris thalictroides*, *Dryopteris proliferum*, *Woodwardia radicans*), paksulehelistel (*Bryophyllum crenatum*, *Crasula pellucida*) jt.

Tegelikus aianduses tarvitatakse lehti paljundusvahendina peamiselt *Begonia rex*'i puhul. Selle begoonia toredavärvilised lehed lõigatakse kas tükkideks või torgatakse nende suuremad sooned harunemispunktide alt noaga läbi ning asetatakse niiskele liivale. Varsti tekivad soonenurkades juured ja noored lehepungad. Ka *Sinningia* (gloksiiniad), *Gesneria*, *Theophrasta* jt. lasevad endid paljundada lehtedest.

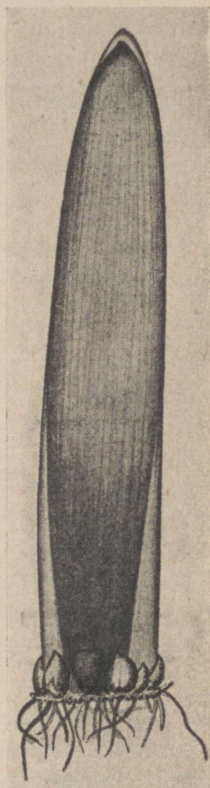
Paljude igihaljaste põõsaste ja puude lehed juurduvad hästi, seisavad mitu aastat priskelt rohelised, kuid ei moodusta pungi ja kasve ega arene korrapäraseks taimeks (*Aucuba*, *Camellia*, *Hedera*, *Citrus* jt.).

Kergesti võime aga paljundada rohkearvulisi puude ja põõsaste liike, kui lõikame ära lehe ühes selle kaenlas oleva pungaga ja asetame mullasse, kuid sellisel paljundamisel on tegemist juba varrepungaga, mitte lehega.

Veel üks huvitav juhtum väärib tähelepanu, kuidas võib hüatsinte paljundada lehtede abil; kui mõni hüatsindisort ei taha hästi anda noori sibulaid, siis lõigatakse kas sibula põhi neljaks osaks, või jälle leht sibula juurest läbi; mõlemal juhul tekivad lõikepindade ligidal noored sibulad (vt. joon.).

Lehtede enesekaitse.

Lehtedel on kaitseks loomade vastu mitmesugused vahendid: teravad ogad (agaav, aaloe, bromelialised, karu- ja kroonohakad jt.), kõrvekarvad (nõgesed, *Laportea*), harulised viltjad karvad (üheksavägilane), paha lõhn (sibulataimedel), mürkained (tubakas, jugapuu) jne., mis vahendite tõttu loomad taimelehti põlgavad ja neid ei söö. Kuid inimene oskab ka neid lehtede iseärasusi mitmel viisil kasustada. Kui need lehtede enesekaitse ogad ja karvad on nägusad ja värvilised, siis tarvitatakse selliste lehtedega taimi ilutaimedeks (kaktused, aaloed, jäneseikäpp); mürk- ja lõhnaainetest valmistatakse ravimeid, lõhnaõlisid jne.



Läbilõigatud hüatsindilehe alusel tekivad noored sibulad.

Putukasööjad taimed.

Paljud rabas, soos ja vee ääres kasvavad taimed tunnevad niiskes mullas kasvades suurt puudust lämmastikusooladest. Mõningad sellistel kohtadel kasvavad taimed oskavad püüda putukaid, neid ära seedida ja sel viisil oma lämmastikutarvet rahuldada. Huulhein ja võipäta kas on sellised meie kodumaal hästi tuntud taimed.

Sooja kasvuhoone taimena väärivad selles mõttes tähelepanu mitmesugused k a n n p õ s a d (*Nepenthes*), mille lehe tipul moodustuvad väga huvitavad ja värvirikkad kannud. Kannu põhja koguneb rohkesti vett (vihma- ja kastevesi), peale selle sõõrutavad kannuseinte rakud valke lahustavat ensüümi (pepsiini). Putukad, kes uudishimu tõttu või kannu servalt magusat mahla otsides kannu kukuvad, upuvad seal, nende kehad lahustuvad ja valgud imetakse taimelehtedesse. Kannpõõsad kui omapärased ja toreda välimusega taimed on ilusamaid ja huvitavamaid sooja kasvuhoone taimi.

Lehed juhivad vihmavett juurtele.

Paljudel taimedel on juurestik arenenud kokkukõlas lehtedega: kerajavõralised — puud ja põõsad juhivad vihmavee oma võra



Nii juhivad lehed vihmavett juurtele.

piirdele: seal arenevadki tihedalt nende taimede narmasjuured; ümberpöörduvalt, taimedel, mille lehed kalduvad lehtrikujuliselt sissepoole ja juhivad vee vart mööda alla, on harilikult üks sügavale tungiv peajuur.

Lehtede eriline kuju ja värvus.

Tihti peale omavad taimelehed erandlikku kuju või värvust — näiteks lõhestunud kuju, kirjut, punakat, kollakat, lillat värvust jne. Sellised juhud võivad olla kas puhtpatoloogilised (haigusnähtused) või juhuslikult tekkinud, tavaliselt aga seemnete kaudu mitte edasiantavad, mittepäritavad. Aianduses pakuvad sellised iseäralised vormid publikule palju huvi ja selliste lehtedega taimi paljundatakse vegetatiivselt (pistokstest, vääristuse teel jne.), nagu lõhislehelised kased, vahtrad, tammed, pöökpuud.

Punane lehtede värvus (punane tamm, vaher, sarapuu, pöökpuu jt.) oleneb lehe marrasknaha, harvemal juhtumel ka lehe sisekudede rakkudes tekkivast värvainest antotsüaniinist. Antotsüaniin lahustub tavaliselt rakumahlas ja värvib rakud ja koed punaseks. Antotsüaniini värvus on muutlik ja oleneb rakumahla reaktsioonist: hapus keskkonnas on antotsüaniin punane (toalilledest—*Iresine*, *Coleus*), neutraalses — lilla (*Rhoeo discolor*, punane kapsas), leeliseses aga sinine. Viimast juhtub lehtedes harva, küll aga õite kroonlehtedes tihti (võõrasema, kukekannus jt.).

Huvitavad on kirjud lehed, näit. kollase-roheliselaigulised (*Abutilon*

striatum var. *Thompsonii*, *Aucuba japonica*, *Evonymus japonica*, *Cornus alba* var. *argenteimarginata* jt.). Siin on leherakud kohati vabad kloroplastidest, valgetes laikudes aga rohkesti õhuga täidetud rakuvahelisi ruume, kust valgus tagasi peegeldub.

Millest sellised värvuse muutused olenevad, pole teada. Huvitav on, et mõnel taimel see kirju lehtede värvus näib olenevat mingisugusest edasikantavast ainest. Näit., kui kirjulehene *Abutilon* pookida roheliselehesele alusele, siis muutuvad ka aluse rohelised lehed varsti kirjudeks, arvata-vasti ülevalt väärisoksast alla valguva (senitundmatu) aine toimel. Ka punaste ja kirjude lehtedega taimi võib paljundada vaid vegetatiivsel teel. Iluaiaanduses, samuti toalillede kasvatuses on selliste lehtedega taimedel suur tähtsus. (*Codium variegatum*, *Coleus hybridus*, *Iresine*, *Episcia cupreata*, *Zebrina pendula*, *Caladium bicolor* jt.).

Lehtede varisemine.

Sügisese looduses tähelepandavamaid nähtusi on lehtede varisemine, mis toimub esimeste öökülmade aegu, ühtedel puuliikidel (saar, korgipuu) varem, teistel hiljem (pärn, lepp, sirel). Enne varisemist muutuvad paljude puude ja põõsaste lehed värvilisteks: kollasteks, pruunideks, oranžikaiks, punasteks, lillatoonilisteks jne. See on ilusaim hetk looduses, kui meie vaadet kütkestavad muruplatsi piirdel, järve või tiigi kaldal veretavad vahtrad, haavad, viirpuud ja sajakoorsed puud, kollaste saarte ja lillakate künnapuudega rohelisel okas- või lehtpuude tagaseinal. Iluaiaanduse üks tähtsamaid ülesandeid seisabki selles — avalikkudel platsidel, parkides ja elamute ümbruses luua selliseid võimsaid meeldivavärvilisi pilte.

Lehtede sügisvärvuse põhjustavad järgmised asjaolud. Kollane värvus oleneb ksantofüllist, mis asetseb koos klorofülliga kloroplastides. Sügisel jahedate ilmadega jääb leherohelise tekkimine kord-korralt aeglasemaks, lõppeks aga päris seisma ning klorofüll kaob lehtedest. Lehed kaotavad seega rohelise värvuse. Kollasevärviline ksantofüll, mis oli suvel klorofülliga kaetud, on külmakindlam ning püsivam: tema tulebki nüüd sügislehtedes nähtavale (amuuri korgipuu, saared, osalt vahtrad, kased jt.).

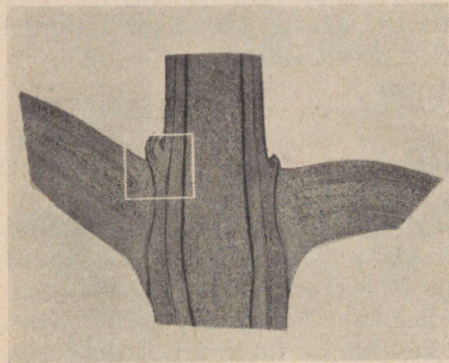
Pruuni värvuse põhjustab samuti ksantofüll juhtumeil, kui lehtede marrasknahn pole hästi läbipaistev või sisaldab tumedaid või nõrku punakaid värvaineid (künnapuu, kastan).

Punane värvus oleneb antotsüaniinist, värvainest, mis tekib peamiselt marrasknaha, harvemini lehe kudede rakkudes madala temperatuuri, valguse ja lehes peituva suhkru mõjul. Puudel ja põõsastel, millel pole võimet antotsüaniini moodustada, lehed ei muutu kunagi punaseks, vaid jäävad kollaseks. Toreasti punaseks värvuvad ilupuu-

dest: mandžuuria ja ginnala vaher, viirpuu, saja-koorne puu, metsviinapuu, harilikul vahtral ainult päikesepoolne külg ja hästi valgustatud lehed, läikiv ja roomav tuhkpuu, hiina kukerpuud jt.

Rohelisteks jäävad lehed nendel puudel ja pöösastel, mille lehed elujõulistena püsivad külmade tulekuni ja mis äkkitulnud külm „ära võtab“ (pärn, sirel, mooruspuu jt.) ja mis siis rohelistena peale külmumist maha langevad.

Lehtede sügisene varisemine põhja- ja parasvöötme lehttaimedel on



Lahutamiskiht kastani lehevartel (enne lehtede varisemist).

reeglipärane nähtus, mis on suure bioloogilise tähtsusega. Juba 1—2 nädalat enne lehtede langemist toimub lehevarres, oksa külge kinnitumise kohas, järsk muutus: seal tekib nn. lahutamiskiht, milles rakuseinad korgistuvad ja mis assimilaate enam läbi ei lase. Lõppeks lõhestub see koht: leht murdub ilma haavata oksa küljest lahti ja variseb. Näiliselt hoolitseb puu ise selle eest, et lehed maha langeksid ja et ei tekiks selle juures lahtisi haavu, mille kaudu ära auruda võiks palju vett ning puid ähvardaks seetõttu kuivamine. Ka võiksid lahtiste lehe-

haavade kaudu tungida puusse haigusidud (seened).

Lehtede varisemise tähtsus puudele on väga suur.

Sellega vähendavad nad miinimumini oma aurumispinna talveks, mil juured ei saa külmunud mullast vastu võtta vett.

Talvel, kui lehed püsiksid puudel, koguneks lehtedele selline hiiglasuur lumekoorem, mille all puud tingimata murduksid.

Lehtedesse koguneb suvel veeaurumise tagajärjel, nagu eespool selgitatud, väga mitmesuguseid sooli suurel määral. Ühed nendest olid vajalikud täiel määral, need tarvitati ära assimilatsioonil, teisi kogunes sinna rohkem kui tarvis ning tekkis ülejääk (söehappe ja oblikahappe Ca-soolad), kolmandad olid koguni liigsed (Si-soolad). Sellise soolade ülekujumise tagajärjel, kui lehe eluiga kestaks mitu aastat, peaks leht lõppeks päriselt mineraliseeruma ega suudaks täita enam oma ülesandeid. Lehtede varisemine vabastab puu korraga sellest liigest ballastist. Järgmisel kevadel tekivad uued, värsked ja teovõimsad lehed.

Lehtede enneaegne varisemine. Peale normaalse, sügisese lehtede varisemise puudelt ja pöösastelt esinevad aianduses mõnikord lehtede järsud varisemisnähud. Vist igaüks on tähele pannud, kuidas mõni toail (näit. mirt, kummipuu, asalea, araukaaria jt.) järsku peaaegu kõik



Elektrivalgustus tänavalaternalilt soodustab lehtede assimilatsiooni ja takistab nende langemist.

lehed maha viskab. Küsime seepärast: millised on lehtede enneaegse varisemise põhjused?

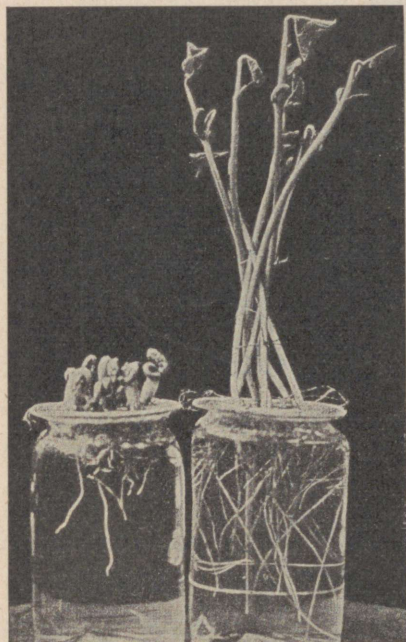
Seda põhjustab kõigepealt puudulik vee juurdevool juurte kaudu — kui unustatakse toaililled pikemaks ajaks kastmata, nii et muld potis läbi kuivab. Sellist lehtede enneaegset varisemist põua ajal võib tähele panna ka looduses ja viljapuude juures.

Ka siis, kui taimi kastetakse liiga ohtrasti, nii et potimuld on alati märg ja liigne vesi seisab kõik aeg potialusel, langevad taimedel lehed maha. Sel juhul hakkavad taimejuured hapniku puudusel surema, mädanema, kõige enne juurekarvakesed, mis vett vastu võtavad; ja nii ei saa taim — vaatamata sellele, et ta asub juurtega lausa vees — vett ometi kätte, ning enesepäästmiseks ärakuivamise surmast viskab lehed maha.

Et transpiratsiooni järsul suurenemisel — kui taimed viiakse niiskest kasvuhoonest, kus aurumine väike, kuiva hoonesse, eluruumidesse või välja kuiva õhu ja päikese kätte — taimed ära ei kuivaks ja lehti maha ei viskaks, tuleb neid järk-järgult ette valmistada ja karastada. Kui lehtede ärakuivamine toimub liiga kiiresti, nii et neil ei jätku aega lahutamiskihhi moodustamiseks, siis jäävad kuivanud lehed

taime külge. Aeglasel kuivamisel tekib lahutuskiht ja lehed langevad maha.

Vee aurumise takistamine lehtedest. Kui võtta ükskõik missugune puitunud varrega taim (parem potitaim, näit. mirt, sirel, läätspuu), katta see klaaskupliga, valada teda kõik aeg rikkalikult, siis nädala kuni kümne päeva jooksul ta viskab oma lehed maha. Sama nähtus kordub sügiseti tihti, kui suveks peenrasse paigutatud kasvuhoone taimed väljast kuivast õhust uuesti niiskesse kasvuhoonesse tagasi tuuakse.



Tubakasuitsu mõju aedoa kasvule. Vasemal 3 suutäit suitsu kasvukupli alla lastud, paremal — ilma suitsuta; katsete kestus 11 päeva.

Valguse puudus. Kui valgusnõudlikud taimed (*Coleus*, *Fuchsia*) asetada poolpimedasse ruumi, viskavad nad kui mitte kõik, siis vähemalt osa lehti maha. Ka asaleadega ja rododendronitega juhtub sedasama, kuid siin kukub maha ainult osa lehti ja mitte nii kiiresti.

Tubakasuits. Eriti tundlikud tubakasuitsu, peamiselt küll suitsus peituvate atsetüleen- ja etüleengaaside vastu on noored taimeseemikud, liblikõielised taimed ja okaspuud. On vana, kuid sügavasti sissejuurdunud eksi-arvamus, nagu vajaksid taimed suitsu. See vaade on vist tekkinud sellest ajast, kui taimekahjureid suitsu abil püüti hävitada; praegu tarvitatakse seda hädaohtlikku tõrjeviisi harva ning kahjureid surmatakse mürkvedelikkude abil. Taimed vajavad küll CO_2 gaasi (seda on ka suitsus), kuid mitte kõiki muid aure ja gaase, mis suits sisaldab ja mis taimekasvule kahjulikud (eel-

mainitud etüleen ja atsetüleen). Kuidas kolm suutäit paberossisuitsu, mis lastud klaaskupli alla katse alguses, on mõjutanud aedoa seemikute kasvu 11 päeva vältel, võime näha juuresoleval pildil.

Samuti tuleb araukaariate sageda kuivamise, okaste varisemise ja üldse viletsa kasvamise üheks põhjuseks eluruumides pidada tubakasuitsu. Ka vabrikukorstnate suits, mis sisaldab väävliühendite aure, takistab okaspuude kasvu suurlinnades.

Külm on üheks normaalseks lehtede varisemise põhjuseks. Maapinna jahenedes, nagu varemini selgitatud, väheneb vee liikumine juurtesse. Kuid ka juhuslik külm, näiteks talvine akende avamine, rik-



Hiiglatüvene sooküpress (*Taxodium distichum*) — okaspuu.

ked kasvuhoonete ja tubade küttevahendites, võivad põhjustada lehtede varisemist.

Vigastused. Nii mehaaniliselt vigastatud kui ka putukatest puretud lehed hakkavad kuivama ja langevad lõppeks maha. On vähe taimi, mille lehti võime lõhestada või katki rebida (banaan), ilma et need kuivama hakkaksid või maha langeksid.

VI. Vars.

Taime varre ülesanded. Taime vars on vahemeheks juurte ja lehtede vahel. Varre kaudu pääsevad mullast vastuvõetud vesi ja soolad lehtedesse ja lehtedes valmistatud orgaanilised ained alla juurtesse. Peale selle on varrel rida lisaülesandeid, nagu lehtede toetamine, toiteainete säilitamine ja paljunemine.

Varte ulatus ja iga. Ulatuselt ja kestuselt on taime varsi väga mitmesuguseid. Ühtedel taimedel ta peaaegu puudub: taimelehed algavad otse juurekaelast ja lehed asetsevad rosetina maapinnal (priimulad, liivakannid, teeleht, agaavid jt.), teistel jälle ulatub vars 100—200 m kõrguseni (metsapuud kuni 120 m, liaanid troopikametsades üle 200 m). Suurel hulgal taimedel on vars rohtne ja selle eluiga kõigest üks suvi (üheaastased aialilled, püsikud, mille vars sügisel ära kuivab, enamik

juurvilju); teistel taimedel on vars puitunud ja paljuaastase kestusega (puud ja põõsad). Puitunud vart kutsutakse tüveks. Tüve iga



Potis kasvatatud, üle 100 a. vana mänd, Jaapani kääbuspuu.

võib kesta üksikuil juhtudel tuhandeid aastaid, näit. pärnal kuni 1000 a., tammel — 2000 a., mammutipuul (*Sequoia gigantea*) kuni 5000 a., draakonipuul (*Dracaena draco*) kuni 6000 a. jne.

Enamikul taimedest on vars nii tugev, et suudab seista püsti, haruneda ja kanda enda küljes lehti. Püstakad varred võivad olla nii rohtsed kui puitunud, ühe- kui paljuaastase kestusega. Nendest erinevad nõrgad ja puuduliku tugikoega taimevarred, need kas kasvavad liiga kiiresti või on üldse peened ja nõrgad; nad roomavad maapinnal (maasikas, lillakas, roomav tulikas), või ronivad üles tugesid ja teiste taimede tüvesid mööda (humal, lillhernes, lilluba, aeduba, metsviina-

puu, luuderohi, tobiväärt). Rohtsete vartega ronitaimed mässivad endid tugede ümber (humal, aeduba) või köidavad endid nende külge köitragude abil (hernes, koeranaeris). Puitunud vartega ronitaimed (neid kutsutakse liaanideks) pöörduvad teiste puude ümber köiena, või omavad erilisi kinnituvahendeid: kinnitusjuuri (luuderohi), kleepuvapinnalisi moodustisi (metsviinapuu — *Parthenocissus*), köitragu (pärisviinapuu — *Vitis*).

Enesestmõistetavalt ei saa seliste väga mitmesuguse ulatusega, suurusega ja kestusega taimevarte ja tüvede ehitus ning toime olla ühesugused, kuigi nende peaülesanne igal juhul on mahlade juhtimine kahes suunas. Just ülesminevate mahlade liikumisel madalates (näit.



Liaanid troopikametsas.



Draakonipuu (*Dracaena draco*).

20 cm) ja kõrgetes (näit. 200 m) tüvedes ja vartes on liikumisjõudude vahetuse väga suuresti erinev.

Varre ehitus.

Et mahlad vartes ja tüvedes liiguvad alati kahes suunas, pealegi igas suunas erisugused ained, siis peame teadma, milliseid teid mööda läheb üks kui teine vool, kus need teed asetsevad ja kas mahlade liikumist on võimalik mõjutada.

Rohtsed varred. Kui läbi lõikame mõne rohtse varre, siis märkame seal palja silmaga pikitelje suunas minevaid sooni. Neid sooni mööda liiguvadki taimemahlad nii juurtest üles lehtedesse kui ka sealt alla. Et sooned on peenikesed, peame jõudma selgusele, kuidas nendes on võimalik kahesuunaline, üksteisele risti vastu käiv, mahlade liikumine. Vaatame selleks eraldi ühe- ja kaheiduleheste taimede varre ehitust, sest need erinevad mahlade juhtteede ehituselt üksteisest tunduvalt.

Üheiduleheste taimede soonkimpude ehitus. Nende varreehitusega tutvumiseks sobib *maisisaim*, mille vart kerge lõigata. Ristilõigul märkame, et siin sooned asetsevad korrapäraselt varre koes. Vaadeldes soone ristilõiku mikroskoobi abil näeme, et see pole üks toru, vaid torustik, mis piiratud paksukestalistest rakkudest. Torustikus on varre keskpoolses küljes 3—4 paksukestalist jämedamat toru, nendest väljapool aga peenikeste ja õhukesekestaliste rakkude rühm. Esimesi jämeda-



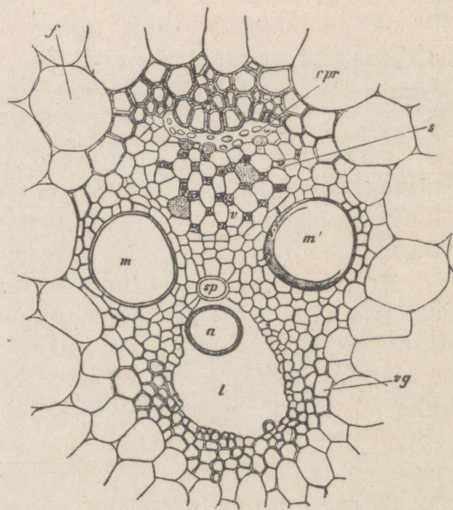
Koeranaeri
köitraag.

maid torukesi mööda liigub vesi ühes sooladega juurtest üles lehtedesse, teisi mööda — assimilaadid lehtedest alla juurtesse.

Kaheiduleheste taimede soonkimpude ehitus. Võtame aia tavalise umbrohu — roomava tulika. Selle varre ristilõiku vaadeldes näeme, et sooned on siin paigutatud ühes ringis. Üksiku soone pilt ristilõigis on maisi omast tublisti erinev. Kõigepealt soont piirav tupp (paksukestalistest rakkudest) pole pidev, vaid külgedelt lahtine. Sealt ulatuvad siseossa õige väikesed, õhukese- ja õrnakestalistised rakud, mis jagavad soone siseosa kaheks: keskpoolses osas on hulk paksukestalisi torukesi; neid mööda liiguvad vesi ja soolad juurtest lehtedesse. Väline õrnakoeline osa on kaunis sarnane maisi sama osaga: ka siin liiguvad assimilaadid alla juurte suunas.

Nendest vaatlustest selgub, et soon pole mitte lihtne toru, vaid keerukas torustik, kus mahlad liiguvad kahes suunas. Kõiki neid soonemoodustisi (nii ühe- kui kaheidulehastes taimevartes), koos välise kestaga (tupega), nimetatakse kiudsoonkimbuks [sest seal esinevad nii tugikiud (= tuperakud) kui soonekesed — mahlade liikumisteed], aga ka soon- ehk juhtkimpuks, sest nad koosnevad soonekestest, mis juhivad mahlade liikumist. Seespool asetsevat juhtkimbu osa, milles liigub vesi ühes sooladega taime ladva suunas, nimetatakse puuosaks ehk süleemiks, väljaspool asetsevat osa, milles liiguvad alla assimilaadid — niinosaks ehk floeemiks. Elusrakkudest kude, mis kaheidulehestel eraldab puosa niinest — on kambium. Üheidulehestel taimedel puudub kambium, mis pärast need kimbud ei saa kasvada suuremaks. Varre jämedamaks kasvamisel tekib selle välisosas juurde vaid uusi juhtkimpe.

Kaheidulehestel on ainult üks rida juhtkimpe. Varre jämedamaks kasvamisel muutuvad kimbud kambiumi mõjul suuremaks, peale selle tekivad olemasolevate vahele uued noored juhtkimbud samal ringil, kuni ring võib muutuda kinniseks; sel puhul kambium eraldab elusringina niinosa ühes koorega puust (puutaimedel).

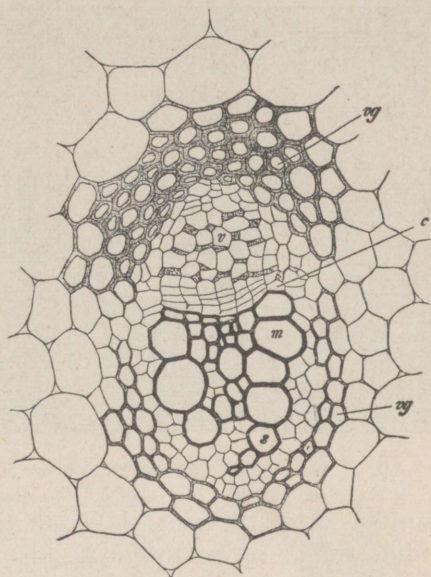


Maisitaime soonkimp: vg — soonkimpude tupp; v — sõelsooned; m, n, sp — torusooned; s — saaterakud.

Puitunud varred.

Üheidulehestel, nagu palmidel, *Yucca*'del, *Dracaena*'l, *Cordyline*'l jt., jääb üldpilt samaks mis maisivarres: juhtkimbud on läbisegi varres; varre jämedamaks kasvamisel tekivad koorealuses noores tüveosas juurde uued soonkimbud. Koor on tüve küljes kinni. Tüve keskel on säsi.

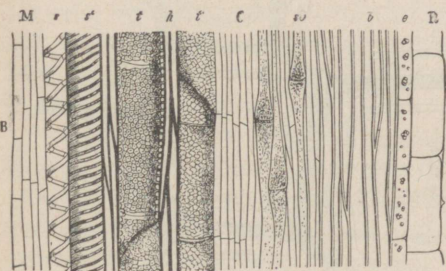
Kaheidulehestel ja okaspuudel leiame ristilõigis järgmise pildi: keskel säsi; siit algavad elusrakkudest säsikiired, mis ulatuvad tüvest läbi kooreni. Säside järgneb puuosas. Siin eraldame selgesti aastalõimi ehk aastarõngaid (igal aastal tekib siin puuosale juurde üks ring, mille kevadel tekkinud torukesed on jämedamad, suve lõpul tekkinud — peenemad). Aastalõimede arv all juurekaela juures vastab seega puu vanadusele. Puu on piiratud eluskoega, kambiumiga (nimetatakse siin ka mähiks), millest väljaspool asetseb koor. Koore siseosas on niin, assimilaate alla juhtivate torukestega, välisosas paks korp.



Roomava tulika soonkimp: *vg* — soone-tupp; *v* — sõelsooned; *c* — kambium; *m, s* — torusooned.

On väga suure tähtsusega see asjaolu, et kaheidulehestel puudel, millede hulka kuuluvad ka meie viljapuud, puu- ja niinosad, ühes sellega aga ka üles ja alla liikuv mahlade vool on üksteisest eraldatud: siin liigub vesi ühes mullast võetud sooladega üles tüve puuosa kaudu, kuna assimilaadid valguvad alla niine (s. o. koore) kaudu.

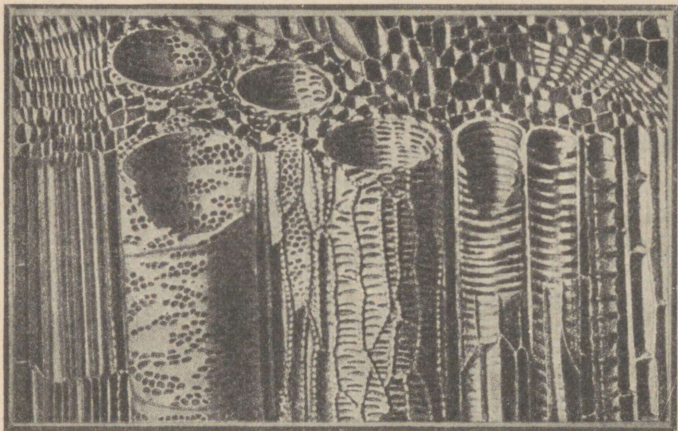
Üksikasjalisemalt selgub juhtkimpude siseehitus pikilõikudel. Siin tuleb eraldada tüve tugiosa elusrakkudest ja torukestest. Tugirakud on teravaotsalised paksude puitunud kestadega, ilma plasmata, järelikult surnud. Oma teravate otstega on nad tugevasti kiilunud üksteise vahele.



Päevalille varre pikilõik: *M* — säsi, *s* ja *s*₁ — torusooned spiraalse seinapaksendusega, *t* — torusooned (trahheed) pooridega, *h* — tugikude (puukiud), *c* — kambium, *sb* — sõelsooned, *b* — niinekiud, *e* — tärklis sisaldavad rakud, *R* — koor.

Puuosa ehk ksüleemi torud on samuti surnud; torukeste

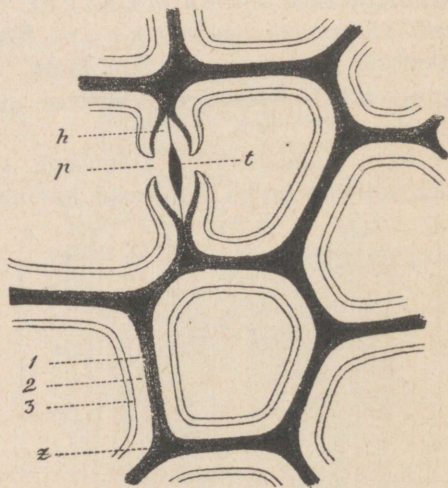
pikkus võib mõningatel puuliikidel ulatuda mitme meetrini. Toru õõnsuses on rõnga- või spiraalikujuised tugiliistakud, mis samuti kui krõmps-



Torusooned taime varres (kõrvits).

luurõngad hingamiskõris ja trahheedes neid alati lahti hoiavad ning seega soodustavad vee liikumist. Sarnasuse tõttu loomade hingamistruktuuridega kutsutakse ksüleemi torukujulisi soonekesigi trahheedeks; lühemaid rakulaadseid ja kinniste otstega torukesi aga trahheiidideks.

Okaspuu soonestik koosneb ainult trahheiididest. Nii trahheede kui trahheiidide seinad on puitunud; vesi ühes sooladega pääseb nende seintest läbi ainult isesuguste avauste ehk pooride kaudu. Lehtpuude soonte seintes leidub nii lihtsaid poore kui ka erilise ehitusega nn. koobaspoore, okaspuude trahheiidides aga ainult koobaspoore. Koobaspoorid on huvitavad selle poolest, et nende rakuvaheline keskkile on keskosas kettakujuliselt (t) paksenenud ja puitunud ega lase vett läbi samuti kui trahheiidigi seinad; ainult õhuke kile ääreosa on tselluloosist, ning ainult siit pääseb vesi läbi (h). Tugeva veeliikumise puhul surutakse aga ketas vastu koopa seina ja sel viisil hoiatakse vee liikumine tagasi. Lihtpooridel pole sellist seadeldist ega ka veevoolu reguleerimisvõimet.



Okaspuu rakud koobaspooridega: z — keskmine raku vahesein; 1, 2, 3 — raku-seina nooremad kihid; p — koobaspoor; t — keskketas; h — kile.

Puuosas leidub peale soonetaoliste elementide ja tugirakkude ka veel plasmaga täidetud elusrakke, nagu säsiikiirte ja puuparenhüüm rakud. Nendel arvatakse olevat vee ülesliikumisel suur tähtsus.

Niine- ehk floeemisoonekesed on hoopis teissuguse ehitusega. Esiteks koosnevad nad elusatest rakkudest ja nende kestad on kiudainest (tselluloosist). Otstel, kus soonerakud ühinevad, pole siin vaheseinad mitte kadunud, nagu torusoonitel ehk trahheedel puu osas, vaid ainult sõelakujuliselt perforeeritud (aukudega läbistatud). Selliste sõelataoliste vaheseinte tõttu nimetatakse niine-sooni ka sõelsoonteks.

Vaheseina avauste kaudu on sõelsoonte rakkude plasma isekeskis ühenduses. Peale sõelsoonte on niinosas sõelsoonte kõrval veel pikad ja elavad rakud, nn. saaterakud, mis assimilaatide liikumisest tegelikult osa võtavad. Tugikoe rakkudest niines väärivad tähelepanu niinekiud, mis mõnel taimel on õige tugevad ja pikad (pärn).

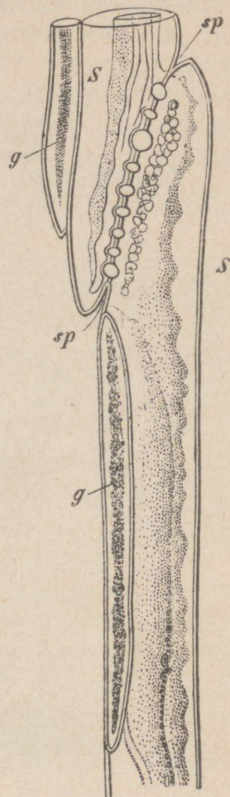
Niin- ja puuosa vahel asetsev kambium koosneb ühesugustest, plasmarikastest elavatest rakkudest, mis pooldumisel moodustavad sissepoole puuelemente, väljapoole — niinelemente.

Pealt on puu kaetud koorega. Tavaliselt nimetatakse kooreks kõike seda osa, mis asetseb kambiumist väljaspool. Tuleb eraldada kooreks niint ja korpa. Korp tekib korgi kambiumist, mis koosneb samasugustest elusatest ja pooldumisvõimelistest rakkudest nagu päriskambiumgi. Korbas esinevad peamiselt korgistunud kestadega rakud, mis õhku ega vett läbi ei lase ja hästi kaitsevad puutüve nii veeaurumise kui ka mehaaniliste vigastuste eest.

Okaspuude tüves ja koore osades leiame veel vaigukäike, mis torukujulised, kuid vooderdatud elusate, vaiku eritavate rakkudega. Vaigul on suur tähtsus tüvehaavade sulgemisel, puhastamisel ja kinnikasvatamisel.

Tüve tugevus oleneb tugirakkude arvust, tihedusest, nende seinte paksusest ja seina ainest. Kõik puutüve tugikoe ja torukeste seinad on puitunud ja sisaldavad peamiselt ligniini, peale selle aga mitmesuguseid sooli (näit. Ca), parkaineid (tanniini) jne.

Rohtsete varte tugevus oleneb spetsiaalsest tugikoest ja selle paigutamisest. Tavaliselt on tugikude paigutatud kandilistes vartes kantide välisnurkadesse, ümmarail aga saarekestena üsna pidevalt koore alla. On iseloomulik, et tugikude vartes ei asetse kunagi varre keskel. Varred on keskelt kas õõnsad või täidetud säsiga. Siin on loodus talitanud väga ökonoomselt ja osanud saavutada võimalikult vähese materjalihulgaga hästi kergeid ja suure vastupidavusega ehitisi-torne taimevarte



Sõelsoon (S), sp — aukudega läbistatud vahesein, g — saaterakud.

näol. Kõik varred on sellise tugikoe paigutuse tõttu painde- ja murtetugevad ja suudavad hästi vastu panna tuulepuhumisele ja tormide rõhule (kõrrelised).

Ligemalt taimevarte ehituse üksikasjadesse süvenedes võime leida siit eest kõiki neid ehitusmaterjali paigutusviise, mida tarvitab praegune moodne ehitustehnika. Kuid sellist ideaalselt peent, kerget, painduvat ja tugevat torni, nagu on rukkikõrs, ei suuda ehitada praegu veel ükski insener.

Mahlade liikumine vartes ja tüvedes.

Tõusev vool. Kaht jõudu, mis põhjustavad tõusvat voolu, oleme juba õppinud tundma. Esimene nendes on juurte rõhk, mis surub vee juurte kesksilindrisse ja sealt edasi varresse. Madalatel taimedel piisakski ehk ainuüksi sellest jõust, kõrgetel aga mitte.



Veeaurumine lehtedest tõstab elavhõbeda torus üles.

Teiseks jõuks on vee aurumine lehtedest. Vett tuleb ja võib tulla ainult sel määral juurte kaudu taimedesse, kui võrra seda aurub lehtedest. Kuid lehtede aurumine töötab ka omaette imepumbana ja võib tõsta vee peeni torukesi mööda vähemalt 10 m kõrguseni (Torricelli seadus). Kuidas vee aurumisel läbi lehtede vesi ja sellest 13,3 korda raskem elavhõbe üles imetakse, on näha joonisel. Sel viisil on korda läinud elavhõbedat torus tõsta kõrgemale ühe atm. rõhust (760 mm) ja nimelt 890 mm (Sachs).

10—15 m kõrgustel taimedel jätkub nendest kahest jõust vee ülestõstmiseks mullast lehtedeni. On tekkinud aga kahtlus, kas need jõud jaksavad tõsta vett ka kõrgemate puude latva (eukalüptused 150 m, mammutipuu 120 m ja liaanid üle 200 m). Otseselt on kaunis raske katseliselt näidata teisi jõude, kuid kaudseid tõendusid on siiski võimalik selleks leida.

Veel paarkümmend aastat tagasi kõneldi palju nn. kapillaarsetest jõududest puutüves. Puutorukesed — trahheed ja trahheiidid — on ju väga peenikesed, mikroskoobilised. On teada, et vesi, näit. peenikeses klaastorukestes, seinte külgetõmbe (kohhesiooni) jõu tagajärjel üsna kõrgele võib tõusta. Seda tõenäosem paistis selline tõus mikroskoobiliselt peentes puutüve soonetorukestes. Kuid uuemaaegsed uurimised pole suutnud tõestada selliste kapillaarjõudude olemasolu ega kaasabi puutüves vee liikumisel. Täiesti eitada sellist võimalust siiski ei või.

Palju rohkem tähelepanu ja pooldamist on võitnud vee ülestõstmisel tüves nn. elavate rakkude kaasabi. Nagu eespool mainitud, tõuseb soolade kontsentratsioon taimekudedes (s. o. elavates rakkudes) alatas ladva ja lehtede suunas, alates juurtest. Nii, näit., leidis Ursprung, et luuderohu (*Hedera helix*) juure väliskoore rakkudes soolade kontsentratsioon vastas 1 atm. rõhule, tüve algosa säsikiirte rakkudes 2,1 atm., 2,25 m kõrgusel 4,2 atm. ja lehtede sammaskoe rakkudes samal kõrgusel 12 atm. rõhule. Et vee liikumine toimub alati suhkru ja soolade suurema kontsentratsiooni suunas ja liikumise kiirus on oleb kontsentratsiooni vahest, siis sellistel asjaoludel vesi peaks liikuma mitte üksnes soonte (trahheede ja trahheidide) kaudu, vaid tungima nendest ka välja ligidal olevatesse elavatesse tüveparenühüm- ja säsikiirte rakkudesse ja nende kaudu edasi.

On juhitud tähelepanu veel elusrakkude perioodilisele koondumisele ja taimekudede rütmilisele pulseerumisele, mis samuti võib edasi suruda vett taime tüves. Kuigi mainitud jõududele tulevikus veel mõni uus — senitundmatu — peaks lisanduma, ei tühista see nende tähtsust.

Langev vool. Assimilaadid lahkuvad lehtedest ja viiakse alla sõelsoonekeste kaudu, puudel koore siseosa — niint mööda. Sõelsoontes on leitud alati valke ja suhkrut, niine parenühümis ja saaterakkudes aga tärklisterakesi. Tekkis seepärast arvamine, et sõelsooni mööda liiguvad valgud, kuna süsihüdraadid (tärglis ja suhkur) valguvad alla niine parenühümi ja nn. saaterakkude kaudu.

See vaade pole siiski leidnud üldist pooldamist ja praegu vaadatakse niineparenühüm- ja saaterakkudele kui säilituspaikadele, kuhu mahutatakse osa sõelsooni mööda valguvaid süsihüdraate ja kust need tarbe järgi saadetakse edasi kambiumi rakkudele toiduks, aga ka säsikiiri mööda puusse ja säsisse.

Langev vool pole seega mitte nii kindla sihiga kui tõusev vool. Osa ainest, sageli isegi suurem osa, näiteks õitsemise ja viljade valmimise ajal, valgub juba tüve piiril teelt kõrvale ja ainult väike osa assimilaate jõuab alla juurtesse.

Et siin orgaanilised ained enamasti madalamale valguvad, siis pole selleks erilist jõudu — peale raskustungi — tarvis. Pealegi võib toimuda ainete edasisaatmine liikuva plasma kaudu ka igas suunas. Et ained kalduvad siin peateedelt kõik aeg kõrvale, siis ka selleks peavad olema põhjused. Peapõhjuseks on elusrakkude tegevus. Elavate parenühüm- ja säsikiirte rakkude kaudu juhitakse ained kas säilituspaikadesse, või jälle kasvu- ja ehituspunktidesse. Jõudnud säilituspaikadesse, muudetakse ained ensüümide mõjul osmootselt innaktiivseteks, s. o. vees mittelahustuvaiks: suhkur — tärgliseks ja hemitselluloosiks, amiinohapped — valkudeks, isegi valgukristallideks jne. Ehitus- ja kasvupunktidest tarvitatakse aine muidugi kohe ära. Nii esimesel kui teisel juhul ei

teki kuski segavat ülejääki, sest uus lahustumatu orgaanilise aine hulk ei sega vee liikumist ega ka elusplasma tegevust.

Tavaliselt kasvupunktid, nagu pungad, õied ja viljad, asetsevad lehtedest kõrgemal; et sinna pääseda, peavad orgaanilised ained liikuma uuesti t õ u s v a s s u u n a s. Kas see liikumine toimub sõelsoonte, s. o. niine kaudu või tüve parenhüüm-rakkude kaudu, pole seni suudetud päriselt kindlaks teha. Arvatakse, et liikumisvõimalused on olemas mõlemat teed mööda. Et orgaaniliste ainete ülesvool toimub niine (resp. koore) kaudu,



Rõngastatud pirnipuu oksal õiepungad hääbuvad assimilaatide puudusel.

seda on kerge näidata rõngastuskatsega; varakevadel rõngastatud okstel ei jõua pungad korralikult puhkeda toiteainete puudusel.

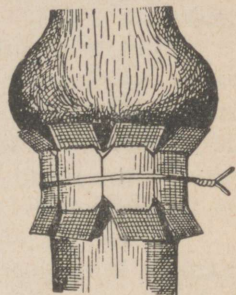
Ent kevadel mahlade liikumise alates lahustatakse ensüümide mõjul orgaaniliste ainete tagavarad juurtes, tüve parenhüüm-rakkudes ja säsis ning siis liiguvad nad ühes vee ja anorgaaniliste sooladega üles ladva suunas. Seda liikumist tunnevad kõik, kes on maitsenud kase- või vahtramahla, mis imbub puu tüvest ja sisaldab rohkel määral suhkrut, väiksemal hulgal aga ka valke.

Missugusel kuul väljuvad assimilaadid lehtedest? Nägime eespool, et päikesepaistel tekib lehes tärkliis, öösi ja pimedas aga kaob see sealt. Kas ta liigub siit edasi lahustamata tärklistera-^{kuul}keste näol, või muudetakse ta enne ümber vees lahustuvaks suhkruks? Et sõelsoontes pea-aegu kunagi pole leitud tärklisteri, küll aga suhkrut ja tärkliise ning suhkru vahelisi aineid (erütrodekstriin, dekstriin jt.), siis arvatakse, et süsihüdraadid liiguvad edasi vees lahustuvate ^{muud} suhkrute näol, mis on ka arusaadav, sest suhkur pääseb kergemini ühest rakust teise kui lahustumatud tärklisterad. Säilituspunktideks, nagu mainitud, muudetakse suhkur ensüümide mõjul uuesti tärkliiseks ja hemitselluloosiks. Viimane asetub kihtidena rakukestadele. Ka valgud rändavad edasi nähtavasti lahustuvate amiinohapete näol. Õlid aga võivad muutuda tärkliiseks ja rasvahappeiks, aga ka ümberpöörduvalt tärkliis õliks, seepärast nende ainete liikumine on võimalik ka suhkru näol.

Mahlade liikumise perioodsus ja selle tähtsus. Mahlade liikumine — nii tõusvas kui langevas suunas — toimub meie kliimas ainult vegetatsiooniaja vältel: algab varakevadel maapinna sulades ning lõpeb sügisel lehtede varisedes ja mulla külmudes. See perioodsus on taimekasvatuses väga suure tähtsusega ning teda tuleb tõsiselt arvestada. Kõiki taimi võime puhkeolekus, s. o. ajal, mil mahlad ei liigu, kohelda hoopis teisiti kui vegetatsiooniaja kestel. Puhkeajal mahlad ei liigu ega voola lõikehaava-

dest välja. Sel ajal on võimalik puudel ja põõsastel lõigata oksid, harvendada võrasid, toimetada ümberistutamist ühes vajalike juurte ja võra lõikustega, ilma et oleks tarvis karta puude ärakuivamist. Et aga täielikult puhkeajal meie oludes on maa külmunud ega ole sobiv puude ja põõsaste istutamiseks, siis on parem seda teha sügisel — mahlade voolu lõppemisel — s. o. veidi aega enne täieliku puhkuse algust, ning kevadel kohe peale puhkeaja lõppu.

Peale suure, nn. täieliku puhkeaja on taimede elus sageli veel märgatav teine, väike puhkeaeg, kohe peale öitsemist ja viljade valmimist. Kevadel öitsevatel taimedel, nagu tulbid, nartsissid, lumekellukesed, aga ka sinililled, kullerkupud, priimulad jt., on väike puhkus suvel, mil nende varredki ära kuivavad. Siis on paras aeg nende sibulaid ja juurikaid ümber istutada, sest sügise eel hakkavad nad uuesti juurduma ja kasvama. Ka kasvuhoonetaimedel on pärast öitsemist väike puhkeaeg, kus neid tuleb vähem kasta, mõningaid — millel lehed ära kuivavad, aga koguni kastmata jätta mõneks ajaks.



Pingevöö, mille abil võib sundida viljapuid paremini vilja kandma.

Kas võib mahlade liikumist mõjustada? Teatava piirini küll. Arvestades seda, et assimilaadid puudel liiguvad alla koort mööda, on võimalik seda viljapuudel takistada, kuigi mitte absoluutselt, siis vähemalt osaliselt. Kui puu mõnel oksal koore rõngakujuliselt ära võtame, või koort pingutame traadi või erilise pingevöö abil, siis ei pääse assimilaadid sõeltorukeste kaudu edasi ja jäävad enamikus pingekohast ülespoole oksa püsima. Osa assimilaate, nagu näidatud, liigub muidugi säsikiirte kaudu puutüvesse ja võib seda mööda — kuigi aeglaselt — alla valguda. Igal juhul jääb aga assimilaate sel viisil rohkesti oksasse, oks saab rikkalikult orgaanilisi toiteaineid, mis soodustab õiepungade tekkimist ja järgmisel aastal suuremat saaki. Niiviisi toimetatakse viljapuudega, mis muidu „laisad“ on vilja kandma.

Teine võimalus assimilaate oksas alal hoida, õigemini küll nn. viljakoostele toiduks juhtida, seisab kasvuaegses oksa pikkvõrsete (oksa tippvõrsed, mis tugevasti kasvavad) väänamises (pintseerimises). Sellega takistatakse assimilaatide voolu kasvupunktidest ning nad jäävad madalamatele lühi- ehk viljavõrsetele toiduks.

Vars toiteainete säilituspaigana.

Nagu eespool nägime, liiguvad assimilaadid koore kaudu sõelsooni mööda lehtedest alla ja pääsevad sealt säsikiirte kaudu puu tüvesse ning säsisse. Säsija säsikiired ongi kohad, kus säilitatakse toiteainete tagavarad sügisel tähtsena ja valkudena. Üksikjuhtumel on puude säsitulvil täis tähtsust, teda saadakse sealt suurel hulgal, pressitakse peeniks

terakujulisiks tükikesteks, kuivatatakse ning saadetakse müügile s a a g o nime all (saagopalm, rahupalm — *Cycas revoluta* jt.). Meie kodumaa puudest on vahtral ja kastanil säsi talviseks tärglise säilituskohaks; neil puudel on pungade ligidal säsi täis tärglist, mis kevadel pungade puhkemise eel ensüüm diastaasi mõjul muutub suhkruks ning tarvitatakse noore võrse toiduks. Diastaasi tegevust võivad mõningad kõrvalained — näit. parkhape — takistada, mis juhul tärglis jääb püsima.

S ä s i k i i r t e s säilitatud tärglis muutub kevadel mahlade liikuma hakates, mõnedel puudel aga palju varem, suhkruks, rasvahappeiks ning viiakse ühes tõusva veevooluga pungadesse ja lehtedesse (kask, vaher, haab jt.).

Selle järgi, milleks muutub puutüves talveks säilitatud tärglis, tehakse vahet tärglise- ja rasvapuu vahel. Nii ühtedel kui teistel on tüves suvel alati tärglis, kooses ka suhkur, talvel aga võib ühtedel tärglis jääda püsima (jalakas), teistel aga muutuda rasvaks või õliks (kuusk, mänd, lepp, pajud jt.). Millest see ümbermuutumine oleneb ja mis tähtsus on rasval talvel puutüves, pole seni lõplikult selgitatud.

Vanemates puutüvedes siseosa ehk nn. l ü l i p u u lakkab osa võtmast mahlade liikumisest ja muutub järk-järgult surnud puuks; sinna kogunevad mitmesugused ainevahetuse kõrvalproduktid ja ka värvained; lülipuu omab tumedamat värvust, muutub veevaseks ja on hinnatud puutööstuses väärtuslikuma puiduna. Ühes sellega aga surevad siin ka säsi- ja säsi-kiire-rakud ega võta enam osa ainete säilitamisest. Sageli muutub surnud lülipuu haigusseente mõjul mädaks ja tüvesse tekib õ õ n s u s. Vanades puutüvedes liiguvad mahlad ainult nooremates aastarõngastes ehk m a l t s p u u s, elavas ja heledamavärvilises puuosas. Selles osas säilivad ka toiteained.

Tärglise säilitamine algab taimedel juba üsna varakult — mai lõpus ja juunis. Esimesed tagavarad säilitatakse juurtes; järk-järgult tõusevad tärglise tagavarad edasi tüve madalamatesse ja kord-korralt kõrgematesse osadesse ning jõuavad lõppeks okstesse. On vihmane ja pilvine suvi vähese päikesega, siis jääb toiteainete tagavarade hulk okstes harilikult liiga väikeseks; sel puhul ei teki küllaldaselt öiepungi ja järgmisel aastal jääb viljasaak kehvaks.

Taimevarre toidutagavarade kasustamine aianduses.

Mis puutub rohtsetesse taimetüvedesse, siis säilitatakse toiteaineid neis ainult sel juhul, kui tüvi asub maa all (juurikas) ja kus need varad külmumata võivad püsida ületalve. Sellised juurikad kogunevad talveks täis tärglist, õli ja valke ja võimaldavad taimedel kevadel varajast kasvamist. Ka varremugulad (kartul) ja sibulad kuuluvad selliste toiteaineterikaste maa-aluste varremoodustiste hulka. Paljusid toiteaineterikkaid maa-aluseid varremoodustisi (kartul, spargel, sibulad), aga ka maa-pealseid varreosi (nuikapsas) tarvitab inimene toiduks ning kasvatab

selliseid taimi oma aias. Kaunis rohkesti leidub toiteainete kõrval sellistes organites aga ka maitse-, mürk- ja muid kõrvalaineid, mida kasustatakse ravimite valmistamiseks.

Taime vars paljundusorganina.

Vars on tähtsamaid vegetatiivse paljundamise vahendeid. Varre abil paljunevad taimed looduses, ja õige laiaulatuseliselt tarvitatakse teda kunstliku paljundamisvahendina aianduses. Vegetatiivsel taimede paljundamisel on see hea omadus, et uued taimed jäävad alati oma omaduste poolest emataimede sarnaseks; pealegi jõuame sel teel palju hõlpsamini ja kiiremini paljundamisega sihile. Tuntuimad on järgmised looduslikud paljundusviisid, mida tarvitatakse ka aianduses.



Maasikas paljuneb võsundite abil.

Võsundid ehk väädid — kas maapealsed või maa-alused — esinevad õige sageli looduslike paljundusvahenditena eriti umbrohtude juures. Hanijalg, roomav maran, roomav tulikas, orashein, paiseleht, katkujuur, põldosi, liivatarn jt. paljunevad hiiglakiiresti sel viisil ja on raske pidada võitlust mainitud taime-dega nii põllul kui aias. Tähelepanu väärib siin see, et noored taimed, mille juured veel nõrgad, võsundi kaudu toitu saavad emataimelt. Aia-taimedest paljundatakse maapealsete võsundite ehk väätidel abil maasikaid, mägisibulaid, liiv-kanne jt., maa-aluste võsundite (juurikate) abil aga piibelehti, kuutõverohtu, anemööne jne.



Varrepungad hammasjuurel (*Dentaria bulbifera*).

Varre mugulad on ümberkujunenud ehk jämedaks muutunud kasvud. Igapäevses elus paljundatakse sel viisil kartuleid. Looduses esinevad varremugulad veel kanakoolmel jt.

Varrepungad tekivad lehekaenas, kukuavad sealt maha mullale ja hakkavad juurduma, näit. pungliilial (*Lilium bulbiferum*), kanakoolmel, hammasjuurel jt. Aialilledest paljunevad ja paljundatakse sel teel kirjut ja pungliiliat.

Sibulad. Paljudel taimedel liilialiste sugukonnast tekivad maa all sibulad, s. o. moodustised, kus kasvupunkt on piiratud paksude toidurikaste lehtedega ehk soomustega. Oma ehituselt vastab selline sibul pungale,

erineb maapealsetest varrepungadest selle poolest, et tema soomuste vahel tekivad tütarsibulad, mis mõneaastase kasvamise järel ulatuvad emasibula kõdunenud soomuste vahelt välja ja alustavad iseseisvat elu. Seejuures jääb aga emasibul enamasti edasi elujõuliseks ega sure ära, sest ta uueneb alataisa siseosas. Sibulate abil paljunemise viis on looduses väga levinud. Aialilledest paljundatakse sibulate abil: nartsisse, tulpe, hüatsinte, krookusi, liiliaid, toalilledest — kriinumeid, amarülliseid ja palju teisi.

Mõningatel laukudel tekivad sibulad mitte üksnes maa all, vaid ka õites (rohulauk, püstaklauk); nad hakkavad seal edasi kasvama ning taimed tulevad koguni õitsemagi veel samal suvel.

Mugulsibulad on üleminekuvorm mugula ja sibula vahel. Need annavad tavaliselt vähesel määral tütarmugul-sibulaid (alpikannike, mugulbegoonia).

Et eelmainitud vegetatiivsed paljundusviisid on looduspärased, mitte kunstvõtted, siis võime panna sageli tähele, et sel viisil paljunevad taimed on õige halvad seemnekandjad: paljudel sibultaimedel ja mugultaimedel on koguni reeglipäraselt õied ja viljad tühjad. Mõnel juhul on läinud korda kunstvõtete abil sundida selliseid taimi seemneid kandma. Valge liilia ei anna teatavasti kunagi seemneid. Kui aga tema vars õitsemise lõpul mullapinnast saadik ära lõigata ja panna värskesse vette, siis tekivad õitest ka seemnetega viljad. Nähtuse põhjus on siin arusaadav: tavaliselt valge liilia ei kannu vilja, sest ta juhib oma assimilaadid alla sibulasse ja vili ei saa areneda toidu puudusel (nälja sunnil). Lõikame aga varre maha, siis katkeb selle ühendus sibulaga: assimilaadid jäävad nüüd varresse ning kulutatakse viljade toitmiseks. See on sama nähtus, mis esineb okste rõngastamisel, kus ka assimilaadid jäid okstesse, kuigi mitte nii täiel määral, ning põhjustasid õiepungade tekkimist.

Võrsikud ja muldoksad. Looduslikkude paljundusviiside hulka võib arvata veel taimede paljunemist võrsikute ja muldokste abil. Võime tihti tähele panna, kuidas maapinnale kooldunud puude ja põõsaste oksad juhtumeil, kui muld on märg või kui oksad on sattunud juhuslikult mulla alla (mutimuld!), on juurdunud ja kujunenud iseseisvaks põõsaiks ja puudeks (kuslapuu, sõstrad, paju, lepp, saarvaher, aga ka elupuu, kuusk, nulg). Praktilises aianduses kasustatakse selliseid paljundamisviise nende puude ja põõsaste juures, mis liiga aeglaselt juurduvad.

Võrsikud. Siin painutatakse emataime oksad loogakujuliselt maha ja kaetakse osalt või osade viisi mullaga. Juurdumise kiirendamiseks lõigatakse mahakoolutatud oksasse sämp või pragu, väänatakse vart või kooritakse rõngakujuliselt, pigistatakse koor kinni traadiga jne. selleks, et mullast välja ulatava osa lehtedes tekkinud assimilaadid ei pääseks sealt edasi emapõõsa või -puu juurtesse. Need toimingud ei pea aga takistama vee ja soolade tulekut võrsikusse.

Muldoksad. Teine paljundusviis muldokste abil seisab selles, et

emakänd, millel hulk võsusi, maetakse mulla alla; ühes sellega jäävad ka võsundite alumised otsad mullasse ja hakkavad juurduma.

Ühel kui teisel viisil juurdunud võrsikud ja muldoksad eraldatakse emataimest ja neid tarvitatakse paljundusmaterjalina. Nii paljundatakse karusmarju, sarapuid, saarvahtraid, vahtra värviliselehiseid vorme, kontpuid, näsiniint, õlipuid, magnooliaid, mahooniaid, pärna ja jalaka mitmesuguseid vorme jne.

Kunstlikud paljundusvõtted.

Pistikud on taime küljest ära lõigatud või murtud lehistunud oksad, mis mullasse pistetult seal juurduvad ja arenevad taimiks. Tehakse vahet rohtsete ja puitunud pistikute vahel: esimesed on võetud rohtsete, teised puitunud (puud, põõsad) vartega taimedelt. Pistikud lõigatakse taimelt paremal kasvuajal terava noaga (mitte kääridega!). Paremaks lõikamiskohaks on 1—2 mm altpoolt lehte, lehepaari või sõlme, sest seal on suuremad toiteainete tagavarad, mistõttu sõlmekohtades ja lehevarte kinnituspunktides tekivad juured kõige hõlpsamini. Veel paremini juurduvad pistikud, kui neid lõigata või murda nii, et pistiku külge jääb veidi puud ja koort varre küljest (okaspuudel): siis pole karta pistiku mädanema hakkamist ja juured tekivad sellest osast hõlpsasti.

Puude ja põõsaste pistikud (puitunud pistikud) ei või olla lõikamise ajal liiga noored — pehmed ja vesised —, vaid veidi puitunud (mitte aga ka liiga kõvad); igal puu- ja põõsaliigil on siin oma paras aeg, mida aednik peab tundma. Liiga noored ja vesised pistoksad lähevad harilikult kergesti mädanema, liigselt puitunud aga juurduvad halvasti. Et pistikud vajavad esialgu mullast ainult vett, assimilaadid aga tekivad neil endil lehtedes, siis ei pruugi muld olla rammus ja väetatud. Selleks võib tarvitada puhast pestud liiva parima eduga. Ka liiva ja turbapuru, nõmmemulla ja turbapuru segu on hea, sest sellistes muldades puuduvad määrakseened, mis põhjustavad pistikute mädanemist, nõrk-hapu reaktsioon aga soodustab enamikkudel taimedel juurte arengut.

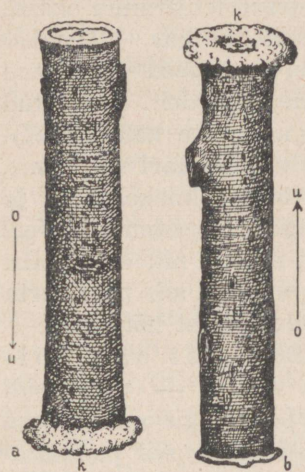
Et pistikud ära ei kuivaks, on soovitatav nendel vähendada aurumispinda ja alumised lehelabad ära lõigata, kuid assimilatsiooniks tuleb alati mõned ladvalehed jätta; muld niiske hoida, pealt pistikute kast katta klaasiga, lavades aknad maas hoida, piserdada jne. Vahetevahel tuleb aga ka kasti õhutada ning jälgida hoolega, et liigniiskuses pistikud ei hakkaks hallitama ja mädanema. Nahksete lehtedega pistikuil pole tarvis lehti ära lõigata (*Buxus*), sest neist on aurumine väike.

Temperatuur peab pistikute kastis olema veidi kõrgem, kui taime kasvuks muidu vaja (20—25° C): mulla soojus kiirustab juurte tekkimist. Ka valgust on paratamatult tarvis, sest lehed peavad süsinikku sarnastama ja moodustama toiteaineid.

Enne juurte tekkimist kattub lõikehaav isesuguse haavakoe ehk kallusega, alles siis tekivad juured. Kalluse tekkimine on esime-

seks heaks tunnuseks, et pistikud hakkavad juurduma. Mahlakate paksuleheste taimede pistikute (kaktused, agaavid, aaloed, gasteeriad, havortiad, krassulad, kukeharjad jt.) lõike- ja murdepinnad tuleb enne mullasse panemist lasta päikese käes hästi ära kuivada, piimalilleliste (*Euphorbia*) ja kummipuude omad, mille lõikehaavast voolab piimmahla, on soovitatav hoida alul leiges vees, kuni lakkab mahlavool, ja alles siis asetada mullasse, sest muidu suleb tarduv piimmahl soonekeste otsad ja vesi ei pääse mullast pistikutesse.

Pistikute abil paljundatakse: toalilli — fuksiaid, pelargoone, ole-



Pistoksad: a — alaspidi, b — ümberpöörduvalt mulda-pistetud (u — alumine, o — ülemine ots), k — kallus, mis tekib alati kiiremini alumise otsa lõikepinnal, kust arenevad juured.

andreid, kummipuid, juudihabet, kaktusi, aaloet, piimalilli jt.; toa- ja aialilledel vahemisi — krüsanteeme, hortensiaid; aialilli — leeklilli, nelke, heliotroope, lobeeliaid (*Lobelia cardinalis*), begooniaid, helmikpööriseid, pentstemone, daaliaid ja paljusid teisi; ilupõõsaid — deetsiaid, põõsasenelaid, kuslapuid, ubapõõsaid, forsüütiaid, ligustreid, aedhortensiaid, sireleid, pukspuid jt.; oksapuid — kadakaid, põõsaskuuski, jugapuid, elupuid, tujopsist, tsuugat jt.

Pistoksad on puitunud ja puhkeajal lõigatud oksatükid. Nad peavad sisaldama rikkalikult toiteaineid. Pistoksi võib lõigata sügisel ning talvel ja varakevadel enne mahlade liikumahakkamist. Sügisel lõigatud pistoksad pistetakse mulda juba sügisel, talvel lõigatud hoitakse külmas ruumis või lumes kevadeni ning pistetakse siis mulda. Et need on lehtedeta oksad, siis peab nendes olema rohkesti toiteaineid kalluse ja juurte moodustamiseks.

Pistokste pikkus on mitmesugune, olenedes taime iseloomust, kuid alati peavad nad sisaldama vähemalt kaks sõlme või kaks pungat, kusjuures alumisest tekivad juured, ülemisest aga varrekasvud. Alumine lõige tehakse poolviltu alumise sõlme või punga alt, ülemine risti umbes 1—2 cm võrra kõrgemalt ülemisest sõlmest või pungast, et otsa kuivamisel pung jääks terveks. Pikemad, 25—35 cm pikkused pistoksad pistetakse poolviltu (et juured ei tekiks liiga sügaval, kus õhku vähe), lühemad — püsti mullasse.

Pistokstega paljundatakse värviliste ja kirjude lehtedega ilupuude sorte (elupuid, pappleid, pajusid), ilupõõsaid (liguster, kontpuu, jasmiin, kuslapuu, magesõstar jt.), marjapõõsaid [sõstrad, karusmarjad (väikeseviljased sordid), viinapuud jt.].

Kahepoolsus ehk bipolaarsus taime siseehituses. Puude ja põõsaste paljundamisel pistokstest tuleb ilmsiks okste kahepoolsus ehk

bipolaarsus. Kui lõikame ühe oksa näit. kolmeks pistoksaks, siis igal oksal jääb ikka oma kaks otsa: ladvapoolne ja juurepoolne, ülemine ja alumine, kusjuures juured alati tekivad alumisest, kasvud ülemisest otsast, kunagi aga mitte ümberpöörduvalt, ükskõik kuidas pistoksad mulda või liiva paneme. See kahepoolsus — bipolaarsus — põhineb taimekudede seismisel erinevusel ja ehituse peensusel, kudede diferentseerumisel, kusjuures igal pisemalgi koeosal, olgu see juurtes, vartes, lehtedes või õites ning seemneidus, on oma tüve- ja ladvapool, ülemine ja alumine ots. Diferentseerumine ilmneb pistikute juures ka veel teisel kujul. Kui võtta, näit., araukaaria latv pistikuks, siis kasvab temast korrapärane puu, mille iseloomuks — nagu kuuskedel ja nulgudel — on reeglipäraselt asetsevad oksamännased, okste järgud. Võtame aga samalt araukaarialt külgoksa ning paneme selle pistikuna juurduma, siis ei saa sellest üldse püstakat puud, vaid sellel juurdunud puul jääb ka edaspidi lamava oksa kuju. Ka teistel okaspuudel (näit. kuuskedel) on vahe ladva ja külgoksa arengus ja kasvus (ühesuunalise kasvuteljega puud).



Ladvapistikust kasvatatud araukaaria.

Lehtpuudel pole väliselt märgata sellist erinevust ladva ja kõrvaloksa arengus; see ei tähenda aga sugugi, et erinevus puudub ka siseehituses.



Külgoksapistikust kasvatatud araukaaria.

Ümberpöörduvalt, kui silmitseme tähelepanelikult näiteks viljapuu oksa kasvu, siis märkame, kuidas ladvapoolsed võrsed kasvavad jõudsalt pikkuses ega moodusta õiepungi (kasvuvõrsed), kuna nendest madalamal asetsevad oksad on lühikesed, jämedamad, ja nendel tekivadki õied ning viljad (viljaoksad). Esimesed püüavad

kasvada üles enam-vähem püstloodis (negatiivselt geotroopsed), teised (viljaoksad) kasvavad aga enamasti ristloodis ega avalda üleskasvamise tungi (plagiotroopsed).

Nende kahe oksatüübi siseehitus ei saa olla loomulikult identne, vaid on kindlasti tunduvalt erinev. Kui aga oksalt ülemised kasvuoksad ära lõigata, siis omandab lõikekohale kõige lähem viljaoks varsti kasvuoksa

omadused: hakkab jõudsamini kasvama ning suundub ülespoole. Siin toimub lõikamise tagajärjel okstes nagu ümberorienteerumine, meeoleolu muutmine, uue suuna võtmine: üks oks asendab teist ja võtab selle ülesanded kui ka kuju enesele.

Samasugust ümberorienteerumist ning suunamuutmist võime märgata väga selgesti ka okaspuude juures. Kui kuuse latv maha lõigata või vigastada, tekivad kõrvalpungadest, milledest tavaliselt arenevad külgoksad, nüüd püstikasvavad oksad, mis asendavad latva, s. o. peatelge, ja kasvavad edasi selle suunas. Millel sellised ümberorienteerumised põhinevad, pole seni veel täielikult selgitatud. Igatahes on sel asjaolul väga suur praktiline väärtus aianduses, nimelt viljapuude okste lõikamisel ja võra arendamisel.



Viljapuu oksad: a — kasvuoks (pikkvõrse), mille madalamad oksad muutunud viljaoksteks; b — viljaoks (lühivõrse).

Vääristamine. Paljudel juhtumel ei anna eeltoodud vegetatiivsed paljundusviisid rahuldavaid tulemusi: pistoksad ei juurdu hästi või nende juurestik on selline, et ei suuda taime korralikult toita; mõnel juhul pole juurestik talvekindel jne. Sellistel juhtumel paljundatakse taimi vääristuse teel. Vääristus on kahe taime liitmine teineteisega. See taim, mille külge liidetakse vääristaim või selle osa, on alus, külgeliidetav osa on väärisosas. Kaktustel võime alusele liita peaaegu terve taime, puudel on väärisosaks mõnikord väga väike või koguni üks ainus pung. Vääristamist okste

abil (oksastamist) toimetatakse kevadel mahlade liikumise ajal (kasvuhooneis ka talvel), vääristamist pungade abil (pungastamist, kuhu kuulub ka silmistamine) aga suve lõpul, mil juba on võimalik saada väljakujunenud noori pungi. Kasvuhoonete taimede vääristamist toimetatakse enamasti kevadel, taimede kasvu ajal või ka suvel. Vääristamise tehnikat ja selle viise on tagapool eraldi käsitletud. Praegusel ajal tarvitatakse peamiselt kolme viisi: 1) oksastamist, 2) pungastamist ja 3) ligistamist.

Vääristamine pole võimalik igasuguste taimedega. Ei või ükskõik missuguseid väärisosaks ja aluseid üksteisega liita, vaid aluse ja vääristatava taime vahel peab olema teatav sugulus, niiöelda „vereühtlus“, muidu ei kasva alus ja väärisosaks või pung üksteisega kokku. Õunapuu oks või silm võib a j u t i s e l t küll kokku kasvada mitmesuguste alustega: pihlakaga, tuhkpuuga, pirniga, õunapuuga jt., pidevalt aga ainult õunapuuga. Vääristamise siht pole mitte ajutine väärisosaks kokkukasvatamine mõne alusega, nagu seda varematel aegadel sageli tehti (vanas Roomas, näit.),

vaid jäädav kokkukasvatamine, kusjuures väarisoks peab arenema vastaval alusel korralikuks taimeks ning alal hoidma kõik omad algupärased omadused. Selline püsiv kokkukasvamine on võimalik enamasti aga ainult väga ligidaste sugulaste vahel: mitmesugusel kase, vahtra, tamme, kuuse jne. vormidel sama põhiliigiga, roosil kibuvitsaga, kultuurõunapuul metsistunud õunapuuga ja metsõunapuu liikidega (mari-, paradiisi-, ploomilehise- jt. õunapuuliikidega), kultuurpirnil metsiku pirniga ja küdooniaga jne. Enamasti piirduvad alused sama perekonnaga, kuhu kuulub väarisoks, harvemini võib kokkukasvamine toimuda ka erinevasse perekonda kuuluvate taimede vahel, alati aga ainult ühe sugukonna piirides. *siin* *ja liivide*

Vääristusvõimalustest kaugemate perekondade vahel võiks nimetada näiteina järgmisi:

Epiphyllum — *Peireskia*'ga (kaktused),
kartul — tomatiga ja ümberpöörduvalt (mugulalised),
kartul — tubakaga (mugulalised),
luuderohi (*Hedera helix*) — *Aralia Sieboldi*'ga (araalialised),
sirel — saarega } (õlipuulised),
sirel — ligustriga }
pirn — küdooniaga (roosõielised),
seeder — männi ja lehisega (okaspuud — männilised) jne.

Üheaastasi taimi võib väaristada üheaastastega kergesti, püsikutega aga mitte. On teada vaid üks juhtum, kus on korda läinud üheaastasele alusele, nimelt tomatile, väaristada püsikut — *Solanum arboreum*. (Lieske 1920.)

Kuid ka kõige ligemate sugulaste vahel pole kudede kokkukasvamine väaristamise korral kuigi täielik. Kui väaristame näit. metsiku õunapuu oksa sama puu seemnest kasvanud alusele (sugulus on siin kõige ligem, mis üldse võimalik), siis väliselt kasvab väarisoks või pung hästi kokku alusega. Kui uurime aga kokkukasvamise kohta ligemalt mikroskoobi abil, siis leiame, et sisekoed — peale kambiumi — pole täielikult ühtinud, vaid nende vahel on igal pool lihtsustatud side- ehk täite- k u d e. Tavaliselt võime aga peaaegu alati juba väliselt eraldada väaristuskotta, sest seal on kas mõni muhk või erinev jämedus aluse ja väarisoksa vahel: on alus peenem, siis on ta oma loomult nõrgema kasvuga kui väarispuu, on ta aga jämedam, siis on asjaolud ümberpöörduvalt.

Tuleb pidada silmas, et väaristamine annab tagajärgi ainult kaheidulehestel taimedel ja okaspuudel, millel on kambium; üheidulehste taimede (millel kambium puudub) väaristamine pole seni üldse õnnestunud. Sellest nähtub, et kambiumil on kokkukasvamisel määrav tähtsus.

Aluse ja väarisoksa vastastikusest mõjust. Et alus ja väarisoks täielikult üheks indiividiks ei kasva, vaid mõlemad osad elavad nagu omaette üksteise kõrval ja üksteise najal, siis on väaristuse korral tegemist

õieti ainult kooselu ehk sümbioosiga. Ja sel juhul tekib küsimus: kas alus ja väärisoks mõjustavad teineteist? Suurema praktilise tähtsusega on muidugi see, kas alus mõjustab väärisoksa, kuna ümberpöörduvalt väärisoksa mõju alusele pole nii tähtis.

Suurem osa selle küsimuse uurijaid eitab aluse kvalitatiivset (väärusi muutvat) mõju väärisoksale ja näeb selles ainult kvantitatiivset (suuruselist) mõju. Alus võib väärisoksa kas paremini või halvemini toita selle järgi, kas ta varustab teda suuremal või väiksemal määral vee ja anorgaaniliste sooladega, s. o. kas tal on suurem või väiksem juurekava. Selle vaate kohaselt väärisoks vegeteerib alusel. Ja aedniku ülesanne on valida vääristamiseks oma soovide kohaselt aluseid: tahab ta, et väärisoks kasvaks tugevasti, peab võtma vastava tugeva juurestikuga aluse (õunapuul näit. metsiku); eelistab ta kääbuskuju — tuleb võtta nõrga juurestiku ja toitevõimetega alus (õunapuul doucin või paradiisiõunapuul).

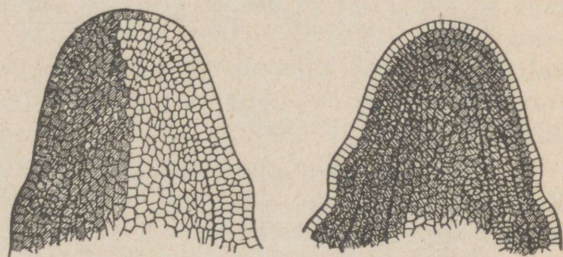
Teised aga väidavad, et alus pole ilma mõjuta väärisoksale. Juba Thouin (1809—11) väidab, et kirsimarjad maitsevad igal juhtumil isemoodi selle järgi, kas aluseks on *Prunus avium*, *P. mahaleb* või *P. laurocerasus*. Umbes samasugust erinevust võib ka tähele panna, kui magusale suviõunapuule vääristada mõni hapuõuna sort, mis puhul hapu maitse nagu veidi väheneb. Ka on näidatud, et alustest oleneb taime vanadus: ühel alusel kasvab taim vanemaks kui teisel. (Siin võib jällegi mõõtuandev olla toiteainete hulk, s. o. aluse vee ja soolade juhtimise võime.) Kui kääbuspuud näit. varemini vilja kandma hakkavad ja kiiremini ära surevad, siis ka see nähtus on sõltuv toitumisest. Igatahes ei ole praegu teada konkreetseid ja hästikontrollitud andmeid selle kohta, kas alus võib väärisoksa väärtust muuta. See ei tähenda aga veel, et need tõestused ei või tulla. Aluste valikut ning nende kasvatamist tuleb seepärast muidugi hoolega edasi viia ja silmas pidada.

Väärisoksa mõju alusele võib olla kindlasti suurem, sest see osa toidab alust orgaaniliste, väärisoksa lehtedes valmistatud ainetega. Nii on ka teada konkreetseid juhtumeid, mis seda tõestavad. Kirjulehene *Abutilon striatum* var. *Thompsonii* — kirjulehene toalill ja kasvuhuone taim, vääristatud roheliselehesele alusele, muudab lühikese aja vältel ka aluse lehed kirjuks. Samasugust nähtust on tähele pandud veel mitmete kirjuleheste puude ja roheliste aluste vahel (*Laburnum*, *Fraxinus*, *Evonymus*, *Ligustrum* jt.). Siin selgitatakse kirjulehesust haigusliku (infektsioonilise) nähtusena ja arvatakse, et see infektsioon kandub mahlade kaudu alusele edasi. On mõeldav, et mitte üksnes haiguslikud, vaid ka muud mõjud mahlade kaudu väärisoksast alusele edasi kanduda võiksid.

Nii siis pole seni korda läinud vääristamise abil moodustada taime, mis oma omadusilt oleks väärisoksa ja aluse vaheline, nende mõlema omaduste ja tunnuste segu, ühe sõnaga — vörd, nagu seda oma kirjades tõen-

das Plinius. Pole võimalik olnud saada väärisvärdi sel lihtsal põhjusel, et alus ja väärisoks jäävad üksteise kõrvale elama iseseisvalt, üksteist sügavamalt mõjustamata.

Kimäärid. 1907. a. õnnestus Winkleril vääristuskohalt saada sellist võrset, millel olid nii aluse kui väärisokska omadused, kuna võrse oli tekkinud pookimise kohal ja arenenud mõlema osa kudedest. Winkler vääristas tomati maavitsale ja tuhandete katsete hulgas, kus ta püüdis saada võsundeid just vääristamise kohalt, tal läks korda leida mitmeid võrseid, millel oli üks pool tomati, teine maavitsa moodi. See näitas veel kord selgesti, et koed ka siin iseseisvalt üksteise kõrval edasi elasid, kuigi väliselt olid ühtinud üheks taimeks. Siis aga paljude selliste pooltomati, pool-maavitsa taimede hulgast (Winkler nimetas neid kimäärideks mütoloogiliste olendite järgi, kes olid pool-loomad, pool-inimesed, näit. hobusekehaga ja inimesepeaga) leidis ta ühe taime, mis paistis värrana ja mis nagu ühendas mõlema taime omadusi läbiseigi (mitte lahus!). Ligem uurimine aga näitas, et ka siin koed polnud ühtinud, nad asetsesid mitte üksteise kõrval, vaid üksteise peal (ülestickku): siin olid tomati koed kaetud maavitsa koorega, nagu näitasisid rakkude uurimised, nende tuumade kromosoomide arv jne.



Sektoriaalkimääri kasvukihik: komponentide koed asetsevad kõrvuti. Periklinaalkimääri kasvukihik: komponentide koed asetsevad ülestickku.

Uuemal ajal on õnnestunud saada palju selliseid kimääre, kusjuures Bauri järgi tehakse vahet sektoriaalsete ja periklinaalsete kimääride vahel: esimestel on komponentide koed paigutatud kõrvuti, teistel ülestickku.

Selliseid kimääre võiks ju nimetada ka vārdadeks ehk hübriidideks, sest nad sisaldavad tõeliselt mõlema vääristusosalise (komponendi) kudesid ja nende omadusi, kuigi need esinevad mitte segatult, vaid puhtal kujul üksteise kõrval.

Kimääridel on aianduses kahesugune vārtus. 1) Nad on näidanud, et taimekudesid pole võimalik üksteisega vääristamisel kokku sulatada, vaid et need jäävad elutsema kõikide oma omadustega lahus üksteise kõrvale ega mõjusta üksteist. 2) On mõeldav sel teel saavutada aianduses väga suure vārtusega taimi, kui korda läheb näit. heamaitsest ja kõrgevārtuselist viljakandvat taime katta tugeva ja haigustekindla marraskiga, kas või näiteks meie karusmarja katta periklinaalselt ameerika jahukastekindla mägikarusmarja marrasknahaga, euroopa viinapuid *Phylloxera* puremistele mittetundliku ameerika viinapuu koorega jne.

Väärisoksa valik. Kõigepealt tuleb väärisoksa valikul silmas pidada muidugi seda, et tal oleksid kõik meie soovidele vastavad head omadused, nagu vilja maitse, suurus, küpsemise ja valmimise aeg, viljarohkus, haiguskindlus jne. Sellel meie ei peatu praegu pikemalt, sest meid huvitab esijoones väärisoksa füsioloogiline külg.

Pole ükskõik, missugune oks ja milliselt kohalt võtta vääristamiseks. Kui võtame viljapuu vääristamiseks kasvuvõrse oksa tipust, mis teatavasti vilja ei kanna, siis hoiduvad selle omadused ka vääristatud puus alal: ka see ajab kasvu ega taha hästi õitseda ja vilja kanda. Võtame aga vääristamiseks punga viljavõrselt või viljavõrse, siis on puu ümberpöörduvalt viljakandja juba noorest east peale. Vesivõsuga vääristamisel on ka viljapuu samade omadustega: annab palju vesivõsusi, püstakaid oksi ega taha kanda vilja. Võtame väärisoksa noorelt puult, mis on alles kasvueas, ega ole veel vilja kandnud (kahjuks tehakse seda puukoolides liiga sageli!), siis ka uus puu kaldub tugevale kasvule, hakkab hilja õitsema ja vilja kandma. On väärisoks võetud liiga vanalt puult, siis kannab ka vääristatud puu juba noorest east peale vananemise ja degenereerumise tunnuseid: ta viljad on suhteliselt liiga väikesed ja puu eluiga lühem kui harilikul puul.

Nii on lugu viljapuudega. Mitte teisiti pole see teistegi taimedega. Kui roose silmistada pungadega, mis võetud pikkadelt ja vähe või sugugi mitte õitsevatelt võrsetelt, pole loota ka silmistatud roosist head õitsejat. Võtame hõbekuuse vääristamiseks tippkasvu peateljelt — saame ilusa reeglipäraste männasokstega puu, võtame aga külgoksa, siis on väärispuu ilmetu, oksalaadiline ja inetu. Tavaliselt on aga ladvaoksi vähe saada ja seepärast tarvitatakse, kahjuks, külgoksi. Vääristame ebaküpresse noorte okstega, siis jääbki väärispuule nn. noorusvorm, mis on kena, kuid mis sureb 4—5 a. pärast jne. Nendest näidetest selgub, millise teadlikkusega ja ettevaatusega tuleb toimetada väärisokste valikut, et saada vääristamise kaudu kõrge kvaliteediga taimi.

Kas avaldavad vegetatiivsel teel paljundatud taimed enneaegseid vananemistunnuseid? On tähele pandud, et püramiid-paplid (*Populus nigra* var. *italica*), mida tavaliselt ainult isaspuudelt võetud pistokstest paljundatakse (need ei moodusta tüütavaid lendseemneid!), juba võrdlemisi noorelt muutuvad inetuks, sest nende ladvaoksad hakkavad järsku kuivama. Selle nähtuse kõrval esinevad Ameerikas, Inglismaal ja Kesk-Euroopas massilised püramiid-papli väljasuremised ilma nähtava välispõhjusteta. Paistab, nagu oleks siin tegemist enneaegse vananemisnähtusega, kuna teised papliliigid, mis paljundatud seemneist, selliseid enneaegseid vananemistunnuseid ei avalda. Kuid ka teiste vegetatiivselt paljundatavate kultuurtaimede juures on tähele pandud degeneratsioonitunnuseid, kuna nende saagi hulk langeb ja nad muutuvad tundlikuks haiguste vastu: kartul, viinapuu, suhkruroog jt.

Neil põhjustel on viimasel ajal ka meie viljapuude äärmiselt nõrka vastupanu haigustele hakatud pidama üheks vananemistunnuseks ja selle põhjuseks toodud vegetatiivset paljundamist. Sellele arvamusele on katsutud vaielda vastu (Moebius). Kuid teisalt on juhitud jällegi tähelepanu asjaoludele, mis ülaltoodud arvamust kinnitavad. Kui vanalt puult võetud vääriseks varem õitsema ja vilja kandma hakkab kui noorelt puult võetud oks, seejuures tema kasv on aga nõrk ja osutab vananemist, siis aastasadade vältel sellist vääristamist toimetades, olgugi keskmise vanadusega puudelt võetud okstega, jõutakse paratamatult lõppeks vananevate puude juurde. Ka see, et paljud vanemad viljapuude ja rooside sordid on kadunud, ja mitte seepärast, et nad oleksid olnud alaväärtuslikud, tõendab selle nähtuse olemasolu.

Benedicti uurimused (1915. a.) viinapuude juures tõid esile väga huvitavaid asjaolusid; ta näitas, et viinapuude lehed omandavad aasta-



1 2 3 4 5
Viinapuu lehtede viis lõiku, millel näha soonestiku tihedus; lõigud on võetud — alates vasemalt — 3-, 6-, 14-, 28- ja 60-aastastelt puudelt.

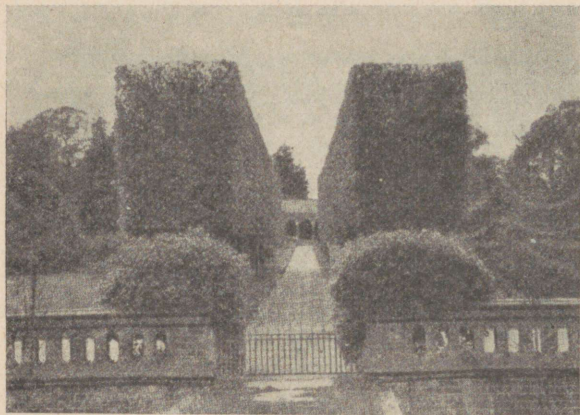
tega (nagu näha joonisel ülal) kord-korralt peenema soonestikuvõrgu; ühes sellega langeb aga ka nende C-assimilatsioon ja hingamisvõime. Eespool nägime, et puud vananevad, nende siseosad kõdunevad, surevad, ega võta mahlade voolust enam osa. Kui sellistelt vananevatelt puudelt võtta pist- või pookoksi, siis vananemise tunnused anduvad edasi ka väärisuule. Neil asjaoludel ka vääristatud viljapuude sordid, nagu üksikuudki, peavad vananema ja kaduma. Teatud piirini võime ju selle vananemise kiirust tagasi hoida, kui vääriseks võtame enam nooremailt kui vanavõitu puudelt.

Võra lõikus.

Kõik imed aianduses toimuvad lõikuste — noa ja kääride — abil. Lõikustega anname taimele sellise kuju nagu soovime, lõikusega sunnime teda paljunema, lõikuste abil paneme tema õitsema ja vilja kandma. Aednik ilma lõikeriistadeta pole mõeldav. Kuid lõikus ja lõikeriista tarvitamise oskus näitavad ka kõige selgemini, kas aednik oma asja tun-

neb või mitte. Nii nagu iga arst pole veel kirurg ega või toimetada haigete lõikust, samuti ka iga aednik ei suuda tarvitada lõikeriista õieti.

Vormi lõikused on kõige harilikumad. Kui taimel peatelg — latv — maha lõigata, siis hakkavad kasvama kõrvalteljed, et asendada peatelge. Et aga nüüd kõrvalharusid hakkab sirguma hulgana, siis muutub puu võra paksuks, tihedaks. Lõikame ka kõrvaltelgedel ladvad maha, siis hakkavad ka need tugevasti harunema. Kogu võra muutub tihedaks. Paljudel juhtumel on see soovitav. Meile meeldib näiteks, et mirt meie aknal oleks tihe. Seda saavutamegi okste kärpimisega: alul lõikame maha ladva, siis kärbime kõrgeks kasvanud külgharusid ja anname ühes sellega taime võrale soovitava kuju. Samal lihtsal viisil toimetame pukspuu, elupuu ja loorberi taimede võrade ümbervormimist, mille okste kasv on väike.



Puistee põetud puudega.

Pukspuu on selles mõttes üldiselt tuntud kõige kergemini vormitava taimena, millele võib anda fantastilisi kujusid. Ka suurte puude võradele antakse soovitud kuju lõikuste abil. Neil lõigatakse kas üks külgtasaks (puisteedel), et tekiks avar lahtine vaade, või vormitakse neid kuubilisteks, ümmaraiks, muna-kujulisteks, sambakujulisteks jne.

Kuid mitte iga puuliiki ei saa järsult ja sunnikujulistelt lõigata. Ainult teatavad puuliigid, kui neid juba noorest peale eellõikustega selleks ette valmistatakse, nagu elupuu, jugapuu, kuusk, nulg, põldvaher, ka harilik vaher, pärn, mõned jalakaliigid (*Ulmus pumila*), viirpuu jt., kannatavad välja järske vormilõikusi. Kaskedel näit. tekivad lõikekohtades oksavihud, mis nende saledale kujule annavad inetu ilme. Ka saar ei lase end pügada, sest tema lõigatud oksad hakkavad kergesti kuivama. Igatahes peab taime iseloomu tundma, enne kui hakatakse andma talle vormpuu kuju. Ka hekkide lõikamine kuulub vormilõikuse tüüpi. Hekipõõsad tuleb algusest peale kasvatada tihe-daiks ja paljutüvelisteks maapinnast saadik. Seda saadakse noorte istutatud põõsaste tagasilõikamisega 12—15 cm maapinnast.

Lõikust on kõige otstarbekohasem toimetada puude puhkeajal, s. o. talvel. Et meil talv on liiga külm ja lõikehaavad saavad külmast vigastada, on soovitatav seda toimetada kevade poole talve ja kevadel enne mahlade voolu algust, kuid veel parem augustikuu alguses, mil puud on



Liiga tiheda võraga õunapuu.



Õieti harvendatud võraga õunapuu.

jäämas puhkeolekusse ja mil lõikehaavad suudavad talveks veel kinni kasvada. Kergeid kärpimisi lehtpuudel võib toimetada ka teistel aegadel — kevadel ja suvel. Okaspuid lõigatakse reeglipäraselt ainult augustis.

On iseküsimus, kuidas vaadata põetud ja vormitud puudele ning hekkidele iluaianduslikult seisukohalt. Taimeelu seisukohalt on need kunstvormid alati sundvormid ja ebasoodsad taime kasvuks. Kui selliseid tarvitada, siis tuleb püüda sundvormidelegi anda võimalikult lihtsapärase ja looduslikule võravormile enam-vähem vastavat kuju. Tuleb alati silmas pidada valgustuse tingimusi võra alumises osas, sest ilma valguseta ei saa kasvada lehed ja taim jääb alt paljaks, lagedaks. Seejärel tuleb puuvõrad ja hekid jätta alt laiemaks kui pealt. Püstloodis või allapoole kitsenev lõikevorm on ebalooduspärane ja okste arenemiseks võimatu.

Mis puutub viljapuude vormkujudesse nagu spaleerid, lehvikud, U-vormid ja igasugused geomeetrilised kunstkujud, siis ka nendegi kohta maksab eelöeldu. Nad on ju huvitavad, lubavad aeda mõnel puhul otstarbekohaselt kasustada (spaleerid müüride ja seinte ääres), kuid nad on puu loomuse vastased ja püsivad ainult noa abil. Kui vormviljapuude lõikamine mõneks aastaks ära jätta, siis on need kunstkujud tundmatuseni kadunud. Tulunduslikult seisukohalt ei tule vormviljapuud meil kunagi arvesse, sest nende korrashoid nõuab liiga palju tööd ja nad meie põhjamaa oludesse, kus taimede kasvuaeg on lühike, üldse ei sobi. Asjaarmastajatele võiks olla lubatav müüri ja seinte ääres mõni lihtsustatud kunstvorm.

Viljapuude lõikus saagi tõstmiseks on puhtmõistuslik tegevus, kus lõikaja puu iseloomu ja kasvu iseärasusi tundes sunnib taime paremini õitsema ja vilja kandma.

Sellise lõikuse esimeseks ülesandeks on võra harvendamine. Kui viljapuid lasta kasvada omapead, siis muutub nende oksastik varsti

nii tihedaks, et valgust siseosadesse küllaldaselt ei pääse. Sel puhul valguse ja assimilaatide puudusel jäävad oksad nõrgaks, peenikeseks ega suuda vilja kanda. Aedniku ülesandeks on sellise tiheda võra tekkimise takistamine. Juba aegsasti tuleb jätta kasvama ainult jõulised ja võra kujule vastavad oksad, ning kõik liigsed ära lõigata nii, et valgus pääseks ka võra siseosadesse. Okste valikut, mida lõigata ja mida jätta, toimetatakse siin järgmiste põhimõtete järgi.

1) Rööbiti kasvavatest okstest jäetakse järele tervem ja tugevam, või see, mis võra üldkujule paremini sobib.

2) Kahvelharudest tuleb üks ära lõigata, et vältida hilisemat okste lõhestumise võimalust.

3) Ristikäivaist okstest tuleb üks ära lõigata, et takistada okste üksteise vastu hõõrdumist, vigastamist ja pärastist ärakuivamist.

4) Vesivõsud lõigatakse ära — kuid mitte kõik; üksikud nendest on tarvilikud vanade okste elustamiseks ja mahlade liikumise reguleerimiseks; neid tuleb vaid kärpida.

5) Loomulikult lõigatakse võrast välja kõik kuivanud, haiged ja vigastatud oksad.

Selliselt harvendatud võra peab olema ühtlane ja vastama iga viljapuu iseloomule. Võral, mis on terve, kõigekülgne, kus mahlade liikumine on soodus ja päikesevalgust küllaldaselt, arenevad rikkalikult õied ja viljad.

Vormviljapuude võra lõikus on hoopis iselaadne ja selle juures meie siin ei peatu.

Võra arendamise lõiked. Et noorest vääristatud võrsest kasvaks korrapärase võraga viljapuu, selleks on tarvis eriline lõikuste rida.

Ladva mahalõikamisega sunnitakse lõike all olevaid pungi kasvama hakkama võra harudeks; lõikusega kõrvaldatakse siin kõik liigsed ja segavad harud ja oksad õigel ajal ülal- ja allpool peaharusid; lõikuste abil määratakse okste kasvusuund, tugevus jne. Üldse tähtsamad viljapuukooli tööd seisavadki lõikustes, asjatundlikes lõigetes, alates vääristamisest ja lõpetades sissepakitud viljapuu pakkimisnööri või vitsa katki lõikamisega, mis sümboliseerib tähendab puukooli tööde lõppu.

Rooside, ilupuude, ilupõõsaste ja puhmikute lõikamine, millest kuuleme edaspidi üksikasjalisemalt, pole ka muud midagi, kui asjatundlik lõikeriistade tarvitamine selleks, et anda taimedele nõutav kuju ja et sundida neid paremini õitsema. Näiteks kultuurrooside lõikamisel peame alati teadma, milline on lõigatava sordi kasv. Kui see on nõrk, siis lõikame võrsed tagasi tublisti ja jätame vaid 2—3 punga, et tekiks vähem võrseid, mida vastav juurestik suudaks küllaldaselt toita ja mis sel puhul korralikult õitsema hakkavad. On aga roosi kasv tugev, jätame tüükale 5—8 silma. Kui ka siin toimetaksime lõikust samuti nagu nõrgakasvulistel, siis hakkaksid need 2—3 võrset liigtoetumise tagajärjel kiiresti kasvama ega läheks üldse õitsema.

Taimede lõikamise kunst seisab alati selles, et t a s a k a a l u s t a d a juurest tulevate vee ja anorgaaniliste soolade ning lehtedes valmistatud assimilaatide hulka taimekasvule o t s t a r b e k o h a s e l t. Sest kui taimes ülekaalus on juurte tegevus, siis see soodustab taime kasvu pikkuses (vegetatiivne kasv), ümberpöörduvalt — kui taimes on lehtede tegevus ülekaalus ja mahlades domineerivad assimilaadid, siis selline taim õitseb hästi ja kannab rikkalikult vilja (generatiivne kasv).

VII. Pungad.

Taime vartel asetsevad isesugused punktid, millest arenevad võrsed, lehed ja õied. Tavaliselt on arenemisjõulised rakud (kasvukuhikud) nendes punktides kaetud paksude soomusekujuliste lehtedega. Selliseid moodustisi kutsutaksegi p u n g a d e k s. Punga ehitus on taimedel väga erinev. Soojamaa puude ja põõsaste pungad on enamasti pooleldi lahtised: nende katelehtedeks on väiksemad taimelehed, mis kooldunud üle kasvukuhiku. Meie kliimas kasvavatest taimedest võime selliseid „lahtisi“ pungi tähele panna pähklipuul ja tiib-pähklipuul (*Juglans*, *Pterocarya*). Põhjamail, kus valitsevad hädaohtlikud talvekülmad, on pungad kaetud paksude ülestikku asetsevate tumedavärviliste k a t e l e h t e d e g a ehk soomustega; need on tihti kaetud veel vaiguga (okaspuudel) või vaigutaolise kleepainega (hobukastan, pappel jt.), mis soomused veekindlalt üksteisega ühendab. Sellistes pungades on lehtede ja õite õrnad alged hästi kaitstud niiskuse ja külma vastu.

Sisult tuleb teha vahet kasvu- ja õiepungade vahel. Esimestest arenevad võrsed ja lehed, teistest õied. Ühtedel taimedel tekivad sügisel ainult kasvupungad (roosid, suvel õitsevad põõsasenelad, jasmiinid, araaliad, püsililled jt.), teistel — suuremal hulgal puudel ja põõsastel, aga ka varakevadel õitsevatel püsililledel — nii kasvu- kui õiepungad. Luuviljalised (ploomid, kirsid jt.) moodustavad l a h u s õie- ja lehepungi, õuna- ja pirnipuud aga s e g a p u n g i.

Õiepungad võivad tekkida ainult teatavil tingimusil. Nagu eespool mainitud, oleneb õiepungade tekkimine taimes peituvate toiteainete, s. o. assimilaatide hulgast ja nende iseloomust. Nii vilja- kui ilupuude juures võime tähele panna, et viletsa, külma ja vihmase suve järel järgmisel kevadel puud õitsevad halvasti ja viljasaak on kehv. Samuti kui lõikame ära sibullilledel (tulbid, nartsissid, hüatsindid jt.) peale õitsemist lehed, siis ei teki nende sibulates toiteaineid ja nad ei õitse järgmisel kevadel üldse. Assimilaatide hulk oleneb taimel aga v a l g u s e s t ja s o o j u s e s t.

Valgus ongi taimede õiepungade tekkimisel esimese järgu tähtsusega. Igaüks on muidugi pannud tähele, et metsa all vilus õitseb väga vähe taimi, siingi enamasti kas hõreda metsa all, kuhu ulatub päikese-

valgust, lagedatel kohtadel puude vahel või jälle metsaservadel. Samuti õitsevad aialilled puude varjus viletsasti. Paljudel taimedel, nende hulgas ka viljapuudel, võivad tekkida õiepungad ainult otsese valguse käes. Katseliselt (kunstlikult viljapuid varjutades) on tõestatud, et puudel pungad arenevad kas kasvu- või õiepungadeks selle järgi, kui palju nad saavad valgust, ühes sellega muidugi ka assimilaate. Seega on seletatav ka nähtus, miks õiepungad enamasti asetsevad okste tippudel, s. o. just paremini valgustatud kohtades. Siit praktiline järeldus: a) kui soovime, et viljapuud hästi õitseksid ja vilja kannaksid, siis peame nende võrased harvendama, et pääseks rohkem valgust võrasse, samal ajal aga hoolitsema selle eest, et assimilatsioonipind (lehestik) ei kannataks taimehaiguste ja -kahjurite all; b) samuti on lugu ilupuude ja -põõsastega, mis peavad korralikult õitsema; c) kõik lilled tuleb paigutada võimalikult soodsasti valgustatud paikadesse; erandi moodustavad varjulilled ja taimed, mille õiepungad tekivad maa all pimedas, nagu tulbid, hüatsindid, maikellukesed, anemoonid jt., mis lepivad vähema valgusega. Valgusnõudlikud taimed ei hakka aga nõrgas valguses üldse õitsema. Valguse rohkusest ei olene mitte üksnes õite rohkus, vaid ka õite suurus ja värvus. Põhjamaa aasalilled on võrreldes lõunamaa omadega palju kahvatumad.

Peale muu on katsed tõestanud, et punased valguskiired soodustavad õiepungade tekkimist, kuna sinised kiired seda takistavad.

Soojus. Õiepungade tekkimiseks on tarvis alati teatav hulk soojust; sellest alammäärast madalamal jääb õiepungade tekkimine seisma. Igas kliimavöötmes on taimedel ses suhtes omad normid. Polaarmail võivad mõned taimed õitseda otse jääs, nende õied võivad sügisel koguni ära külmuda ning kevadel jää sulades uuesti elustuda ja edasi õitseda. Umbes samane on lugu ka kõrgmägede taimedega. Ekvaatori suunas tõuseb kord-korralt taimedel see soojusehulk, mis on vajalik nende õitsemiseks.

Liigsoojus võib aga ka takistada õiepungade tekkimist ja taimede õitsemist. Nii ei hakka meie parasvöötme taimed, kui neid kasvatada lõunamail, kus soojus liiga kõrge, üldse õitsema ega kanna vilja (kased, kuused, männid, peedid, petersellid, ussikeel, võõrasema jt.). Samuti on lugu meie väljaskasvatavate taimedega, kui neid paigutada sooja kasvuhoonesse.

Väga iseloomulik on veel õie värvuse sõltumine soojusest: kevadel, madalas temperatuuris ja väiksemas valguses õitsevad taimed on enamasti valget ja sinist värvust, siis soojuse tõustes tekivad kollased ja roosad toonid ning kesksuvel punased õied. Sügise poole, soojuse ja valguse vähenedes, jäävad mõõtuandjaks kollakad ja lõppeks uuesti sinised ning valged toonid.

Niiskus. On üldiselt praktilises elus hästituntud tõsiasi, et kultuurtaimed liiga niiskes mullas saaki ei anna ega õitse. Seepärast on nii põllu-mehe kui ka aedniku esimeseks mureks maakuivatamine. Liigne niiskus ja liiga hoolas taimede kastmine takistavad ka toalillede ja kasvuhoone tai-



Sirelite ajatamine sooja vee abil (vasemal).

mede õitsemist. Seevastu parajas, kuivavõitu mullas (muidugi mitte liiga kuivas) õitsevad taimed alati rikkalikult, kui on vastavalt valgust. Kes tahab peakapsast kasvatada, peab asetama kapsataimed rohkem niiskesse mulda ja neid suvel kuivaga rohkesti kastma; seemnekasvataja aga asetab oma seemnekapsad kuivemasse kohta ja päikese kätte.

Toitesoolad. Ka anorgaanilised toitesoolad avaldavad mõju õiepungade tekkimisele. Katseliselt on tõestatud, et liiga suur lämmastiksoolade hulk kultuurtaimede õiepungade tekkimist takistab ja vegetatiivset kasvu soodustab; fosforsoolad aga on õite tekkimisel tarvilikud. Mittekultuurtaimede puhul esinevad ka erandjuhtumid.

Kokkuvõttes tuleb märkida, et uuemate uurimuste põhjal õiepungade tekkimine on tingitud assimilaatide ja anorgaaniliste soolade vahekorrast. On punga kasvukuhiku rakkudemahlas ülekaalus suhkur ja orgaanilised ained, siis arenevad need rakud õiepungadeks, on seal aga ülekaalus anorgaanilised soolad ja nende ühendid, mis soodustavad vegetatiivset kasvu, siis tekivad lehe- ja võrsepungad. Loomulikult võib tekkida assimilaatide ülekaal ainult soodsates soojuse, valguse ja niiskuse tingimustes. See kudede diferentseerumine ja õiepungade loomine toimub viljapuudel juba õige varakult — juunikuus. Seepärast, kui soovitakse soodustada õiepungade tekkimist kunstlikult (rõngastamine, pigistusvööd), siis tuleb seda teha aegsasti — mais või juuni alguses.

Pungade puhkemine. Ka pungade puhkemiseks on igal taimel tarvilik erinev hulk soojust, mis nähtub sellest, et taimede lehistumine

ja õitsemine kevadel ei toimu ühel ajal. Varakevadel õitsevatel taimedel — nii puudel, pöösastel kui rohttaimedel — puhkevad õiepungad madalamas temperatuuris kui lehepungad (sarapuu, lepp, paju, näsiniin, forsüütia, sinilill, adoonis jt.); need taimed õitsevad enne lehistumist. Suvel õitsevate taimede juures on see ümberpöördukt: nad lehistuvad madalamas ja õitsevad kõrgemas temperatuuris.

Ka valgusel on suur mõju mitte üksnes õiepungade tekkimisele, vaid ka nende puhkemisele. Kui kasvatada priimulaid (*Primula obconica* ja *P. sinensis*) soodsas valguses seni, kuni neil on tekkinud tugevad õiepungad, ja asetada nad pimedamasse kohta, siis ei avane valmiskujunenud õiepungad üldse. Asetame aga samad priimulad uuesti valguse kätte, siis puhkevad nende õiepungad pea. Samane on lugu ka paljude teiste lilledega, mis vajavad kasvamiseks rohkem valgust.

Ajatamine. Lilleaianduses on sageli tarvis sundida pungi puhkema enne kevadet. Seda toimetatakse sooja vee ja keemiliste vahendite abil. Sellist enneaegset pungade puhkema sundimist nimetatakse ajatamiseks. Ajatamist võib toimetada eduga alles siis, kui pungad on läbi teinud vajalise valmimis- ja puhkeaja. Nii ei lähe korda ajatada sireleid sügisel, vaid alles hilistalvel, samuti on lugu ka maikellukeste, hüatsintide ja tulbi sibulatega. (Ajatamise viisidest vt. ligemalt kolmandas köites.)

VIII. Taimede suguline paljunemine.

Sugurakud. Eespool tutvusime taimede mitmesuguste vegetatiivsete ehk sugutute paljunemisviisidega — juurte, mugulate, sibulate, pistikute, pistokste jne. abil. Enamik nendest paljunemisviisidest on kunstlikud ja esinevad looduses harva. Normaalseks taimede paljunemisviisiks on aga suguline ehk generatiivne. Siin noored taimed võivad tekkida ja areneda alles peale kahe suguraku liitumist.

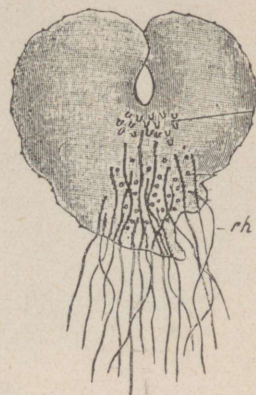
Tuleb eristada kaht sugupoolt: isas- ehk seemne-(sperma-)rakku ja emas- ehk munarakku. Nii seemne- kui munarakk pole võimelised üksikult poolduma ja edasi arenema. Seemne- ja munaraku liitumist üheks uue organismi algrakuks nimetatakse sugutumiseks. Peale sugutumist munarakk hakkab poolduma ja temast tekib uus organism, uus taim.

Taimeriigis on seemne- ja munarakud oma kujult ja loomult väga erinevad, samuti kui sugutusaktki ning noore taime areng. Aianduses on tarvis tunda kolme erijuhtumit.

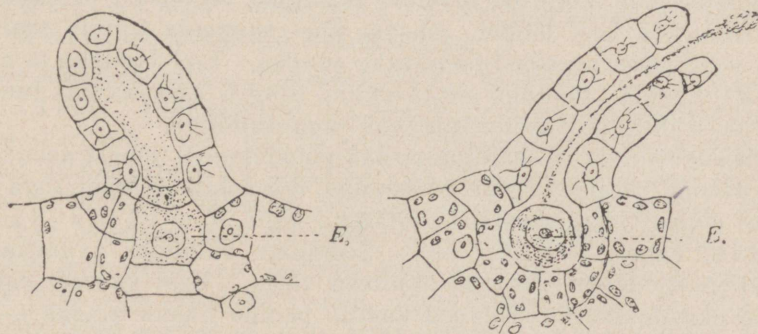
Eostaimede suguline paljunemine (1). Sellega võime tutvuda mõne sõnajalalise, näit. maarjasõnajala juures. Maarjasõnajala lehtede alumisel küljel märkame eospesi, mis kaetud neerja katesoomusega. Iga eospesa (sporangium) on väikese varre otsas ja sisaldab hulga üherakulisi eoseid. Need on mikroskoopilise suurusega ning tuul kannab nad

kergesti laiali. Eosed pole aga sugurakud, kuigi nende abil sõnajalad paljunevad. Sattudes niiskele pinnasele, hakkab eos kasvama, kuid temast ei teki veel sõnajalg, vaid pisike roheline, vaevalt ühesendise raha suurune südajas leheke, nn. eelleht. Eellehel alles tekivad suguorganid ühes sugurakkudega. Isasorganid on ümmarguste napakeste sarnased ja neid nimetatakse anteriidiumeks; emassuguorganid on kõverakaelalise pudeli sarnased ja neid kutsutakse arhegooniumeks. Igas arhegooniumis on üks ainus liikumatu munarakk, igas anteriidiumis aga hulk vabalt liikuvaid isassugurakke — spermatozoide. Sugurakkude valmides muutub anteriidiumi sisemus vedelaks ja spermatozoidid võivad siin vabalt liikuda; arhegooniumi kaela kanali rakud muutuvad samuti limaks ja nii tekib munarakuni viiv vedelikuga täidetud käik.

Eellehele langenud vihmapiisas lõhkevad anteriidiumid ja vabalt liikuvad spermatozoidid satuvad vette, kus hakkavad liikuma arhegooniumi ja munarakkude suunas. Läbi kanalilima jõuavad nad munarakuni. Seda spermatozoidide liikumist munaraku suunas põhjustab õunahape, mis ümbritseb munarakke ja erutab keemiliselt seemnerakke. Üks spermatozoididest tungib läbi munaraku kesta, liitub munaraku tuumaga ja sugu-



Maarjasõnajala eelleht: all — juurte aset täitvad rizoidid, nende vahel punktadena — anteriidiumid, kõrgemal — arhegooniumid.



Arhegooniumid munarakuga (E), vasemal — kinnine, paremal — avanenud.

t a b selle; teised spermatozoidid hävivad. Peale sugutamist hakkab munarakk poolduma ja areneb sõnajalaks, s. o. päristaimeks, millel omakord tekivad eospesad. Sõnajalalistel on seega kaks sugupõlve: esimene — eosest eelleheni, millel tekivad suguorganid — on suguline ehk generatiivne põlv, teine — sugutatud munarakust päristaimeni,

millel arenevad eosed — on sugutu põlv. Samal viisil kui maarja-sõnajalg, paljunevad sugupõlvede vahelduvusega kõik eostaimed: sõnajalalised, samblad, osjad ja karukollad.

Paljasseemneliste suguline paljunemine (2). Siia kuuluvad meie okaspuud, peale selle aga võõramaataimedest tsükaselised, ginkgolised jt.

Neil valmivad sugurakud isas- ja emasõites, mis võivad asuda kas ühel taimel (ühekojalised taimed) või erisugulistel isas- ja emastaimedel (kahekojalised). Alamatel paljasseemnelistel on isassugurakud liikuvad nagu sõnajalaliste spermatozoidid; sattudes emasõitele, tungivad nad aktiivselt munarakuni seda ümbritseva vedeliku kaudu (*Ginkgo*). Kõrgematel paljasseemnelistel on isassugurakud liikumisvõime kaotanud.

Emassugurakk — muna — on kaetud kestaga ning asetseb isesuguses toitekoes, millega koos moodustab seemnepunga. Seemnepung asetseb lahtisel soomusel: temast valmiv seeme on paljas ja siit selle suure taimerühma (paljasseemnelised) nimetus. Okaspuudel isassugurakud ehk tolmuterad arenevad isasõites tolmutikestes.



Anteriidiumid: vasemal — terve, paremal — lõhkenud, näha valbalt vees karvakeste abil liikuvad spermatozoidid.

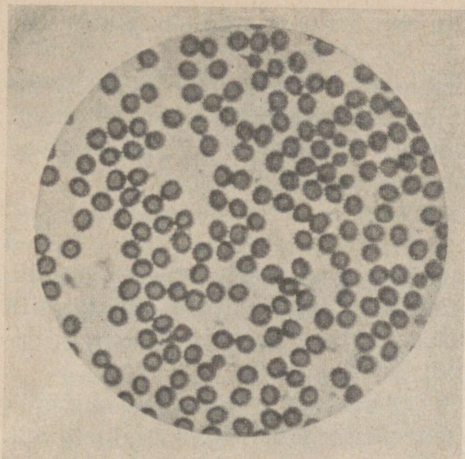
Enamikul okaspuudest on tolmuterad varustatud kahe õhuga täidetud põikesega ja võivad seetõttu tuulest edasikantuna lennata kaugele. Sattudes emas-

õite seemnepungale, kuhu on eriunud isesugust vedelikku, hakkab tolmutera kasvama: ta kest lõhkeb, plasma ühes tuumaga tungib sealt peene niidina välja ja kasvab edasi munaraku suunas. Teel jaguneb ta mitmeks rakuks ja tuumaks. Jõudnud munarakuni, tungib isasraku üks tuum plas-
mast välja ja ühtib munaraku tuumaga (sugutumine).

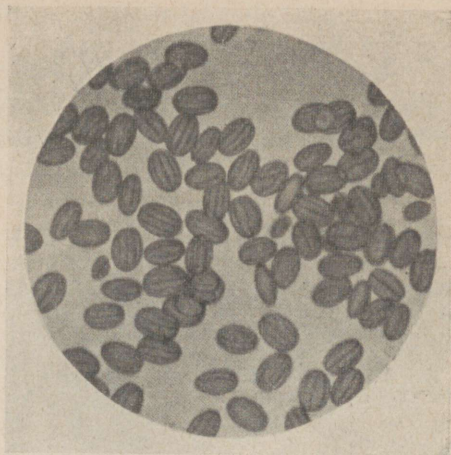
Peale sugutumist hakkab munarakk poolduma ja temast areneb paljurakuline seeme. Seeme on kaetud kestaga, mis tekib seemnepunga kattest. Enamikul okaspuudest seemned asetsevad kahe, s. o. vilja- ja katesoomuse, vahel — käbides. Seemnete valmides avanevad käbisoomused ja tiivulised seemned kukuvad välja. Tuul kannab nad laiali. Üksikutel okaspuudel on seemned kaetud pehme lihaka ainega — marjad (jugapuu), või asetsevad ümmarate, paksude kestade vahel — käbimarjad (kadakas).

Õistaimede suguline paljunemine (3). Õistaimede sugurakud arenevad keeruka ehitusega organites — õites. Õite kuju ja ehitus, milles esinevad suured lahkuminekul, on tähtsamaks abinõuks taimede sugulussastme määramisel ja taimeriigi rühmitamisel ning süstematiseerimisel.

Õie ehitus. Üldjoontes õie ehitusega tutvumisel võime eristada tüüpilises õies alati kaht osa: õiekatet ja suguorganeid.



Ohaka tolmutterad.



Salvei (*Salvia*) tolmutterad.

Õiekatte moodustavad rohelised (harva ka värvilised) tupplehed ja värvilised kroonlehed. Katelehtede kuju, arv ja värvus on muutlik, kuid nende ülesanne on alati üks ja sama: kaitseda õites peituvaid suguorganeid nende noores eas. Peale selle värviküllased õite kroonlehed äratavad putukate tähelepanu ja aitavad kaasa õite tolmumisele putukate abil; oma kauni kuju ja meeldiva värvusega rahuldavad nad veel inimeste esteetilisi tundeid, mistõttu õitsevad taimed on tähtsamateks objektideks kodude kaunistamisel.

Suguorganid — tolmukad ja emakad — asetsevad õie keskel ja on ümbritsetud õie katelehtedest.

Isas-suguorganid — tolmukad — koosnevad tolmukapeast ja -niidist. Tolmukapeas asetsevad erilistes tolmumahutites õie-tolmutterad, mis on tavaliselt üherakused moodustised, kujult enamasti ümmargused või piklikud, aga ka lapergused, ning kaetud kahe kestaga. Tolmutera väliskest on enamasti ebatasase pinnaga või kaetud koguni karvakestega, mis soodustab nende kinnijäämist emakasuudmele. Enamikul taimeõitest on õietolm kuiv ja pulbritaoline, mida tuul ning putukad õielt õiele edasi kannavad. Osal taimedest on aga õietolm kleepuv: tolmutterad asetsevad siin sitke massina tolmupesades ja võivad ainult putukate kehade külge kleepunult saada edasi kantud (käpalised).

Emakas — tüüpilisel kujul — koosneb kolmest osast: sigimikust, emakakaelast ja -suudmest. Emakasuue on enamasti kettakujuline või lapik ja kaetud limaga; kõrrelistel on ta aga narmaline ning varustatud karvakestega. Nii limasse kui karvakeste külge jäävad tolmutterad kergesti kinni.

Emakakael ühendab emakasuuet sigimikuga. Pikkuselt võib ta tuge-

vasti erineb, olles torukujulistes õites pikem, madalalt lühem. Kaela abil reguleeritakse suudme kõrgust.

Sigimik on emaka alumine ja tähtsam osa, mis asetseb sügaval õie põhjas, sageli koguni selle sees. Ta on ühe või mitme kambriga mahuti, milles asetseb üks või rohkem seemnepungi. Seemned ja viljad võivad tekkida õistaimedel alles peale õite tolmumist ja sugutumist.

Õite tolmumine on õietolmu edasikandumine tolmukatest emakasuudmele. See toimub peamiselt tuule ja putukate abil. Teised tegurid, nagu vesi, loomad, linnud, limulised jne., võivad aidata siin kaasa vähesel määral ja ainult erijuhtumil.

Tuule abil tolmumisel peab olema õites palju tolmu, sest suur hulk sellest läheb kaotsi ja kantakse tuulest sihitult laiali. See tolmumisviis on ebaökoonoomne ja esineb taimedel, mille õied on madalamal arenemisastmel.

Õietolmu edasikandumine karvaste putukate abil on palju kindlam ja siin läheb õietolmu vähem kaduma. See tolmumisviis ongi looduses kõige rohkem levinud. Tähtsamaiks tolmukandjaiks on karvased lendajad putukad, nagu mesilased, kimalased ja liblikad. Need ei toimetaga õietolmu edasikandmist sugugi teadlikult ja enda tahtel, vaid täiesti enda teadmata, sest nad lendavad õitele peamiselt toitumise



Tolmumine: kassinaeri (*Malva*) tolmuterad emakasuudmel.

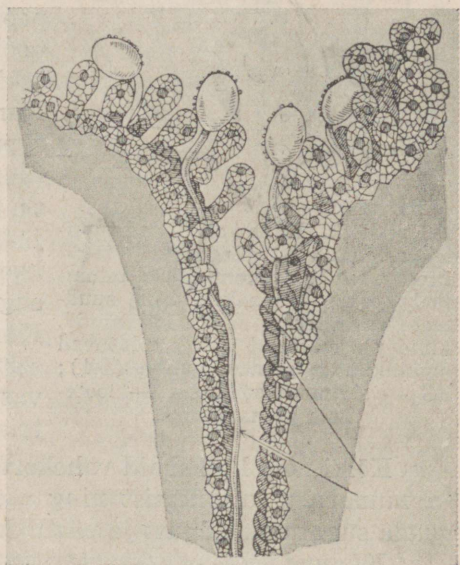
etstarbel: mesimahl, meeldiv õite lõhn, õietolm ja õite värvus meelitavad neid õitele. Toruliselt kokkukasvanud õitest saavad mesimahl kätte ainult vastava kehaehitusega ja suurusega putukad, mille tõttu selliste taimeõite tolmutamine toimub sageli väga kitsapiirilisel ja ainult teatava putukaliigi abil.

Tuleb eristada kaht tolmumisviisi: a) isetolmumist, mil õietolm satub sama õie emakasuudmele, ja b) risttolmumist, mil õietolm toimetatakse teisele õiele või koguni teisel taimel kasvava õie emakasuudmele.

Enamikul taimedest ei teki isetolmumise tagajärjel elujõulist seemet ega tugevaid järglasi. Paljudel taimeliikidel ei hakka tolmuttera sama taime õite emakasuudmetel üldse kasvama, mistõttu ei saa toimuda ka sugutu-

mine ega seemnete tekkimine, näit. lõokannusel, põldkukekannusel, põldmagunal, reseedal, oal, lilloal, kartulil, pirnill, rukkil jne. Teistel taimedel võivad tekkida aga seemned reeglipäraselt isetolmumise kaudu, nagu valgel nartsissil, lumikellukesel, türgiliilial, sinepil, kuningakepil, hernel, sirelil jt. Viimastest taimedest on palju kergem alal hoida puhtaid sorte.

Üldiselt on aga risttolmumine eelistatud tolmutumisviis ja loodus on mitmel viisil hoolitsenud selle eest, et ei oleks võimalik isetolmumine. Nii näit. a) asetsevad tolmu- ja emakad lahus eri taimedel (lahksugulised kahekojased, nagu pajud, paplid, kanep, nõges); b) tolmu- ja emakad asetsevad lahus eri õites, kuid ühel ja samal taimel (ühekoja- ja lahksuguliste õitega: lepp, sarapuu, tamm, mais, kurk, kõrvits jt.); c) tolmu- ja emakad asetsevad kõrvuti samas õies, kuid ei valmi ühel ajal: ühtedel valmivad varem tolmu- (kellukas, sealõuarohe, kukekannus, kurekell, kassinaerid, kurgirohi, sõrmkübaralill, krookus, sibulaliigid jt.), teistel jälle varem emakad [hobukastan, kirss, õuna- ja pürnipuu (mitte kõik sordid!), maasikas, tobiväät, sügislill jne.]; d) tolmu- ja emakad asetsevad samas õies, kuid erikõrgusel (priimulad, kopsurohi, kukesaba jt.).



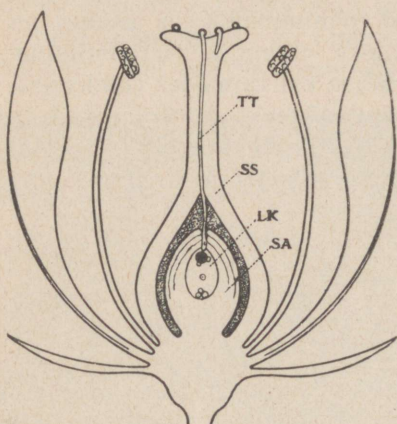
Tolmutera kasvatamine türgiliilia emaka suudmel. Jooned näitavad tolmutera-dest väljunud niiti, nn. tolmutoru.

Sugutumine. Tolmutumisega pole taimeõite sugurakud veel kokku sattunud ega ühinenud. Et jõuda emakasuudmelt sigimikku seemnepungani, selleks tuleb tolmuteral läbi teha rida muutusi ja käia ära pikk tee.

Sattunud emakasuudmele, hakab tolmutera siin samal viisil kasvama kui paljasseemneliste seemnepunga suudmel. Tolmutera kasvatamise eel tema kest lahustub emakasuudme limas, plasma tuleb peenikese niidina tolmutera kestaavast välja ning tungib läbi emakakaela kudede, harvemini emakakaela kanalit mööda edasi sigimikku ja seemnepungani. Vahe õistaimede ja paljasseemneliste vahel seisab siin peamiselt selles, et paljasseemnelistel tolmutorus ehk niidis tekib rida rakke tolmutera raku pooldumisest, õistaimedel jaguneb aga tolmutera rakutuum ainult kaheks pooleks, kaheks tuumaks: üks nendest asub tolmutoru kasvavas otsas ning liigub sellega ühes edasi. Teel pooldub see veel kord kaheks.

Tolmutoru edasitungimine seemnepunga suunas toimub samuti, nagu sõnajalaliste spermatozoidide liikumine munaraku poole — seemnepunga rakkude keemiliste eritiste toimel, kusjuures isesugune ensüüm lahustab ettesattuvate kudede rakkude kestad.

Õistaimede sigimiku seemnepungas asetseb erilises toitekoes nn. loote-



õie pikilõik. Näha: all kitsad tupp-
lehed, millele järgnevad laiad
kroonlehed ja peeneniidilised tolmu-
kad, keskel — emakas, mille suud-
mel tolmuterad, osa kasvanuid,
mille plasmatorud (TT) ulatuvad
sigimikku ja seemne punga (SA);
SS — sigimiku sein, LK — loote-
kott munarakuga.

kott ja selles munarakk, õigemini munarakutuum, kuna raku seinad puuduvad. Kuid kunagi pole munarakutuum üksinda, vaid teiste rakutuumade hulgas. Tüüpilisel juhtumil kujuneb lootekott ühest algrakust järgmiselt: algraku tuum pooldub alul kaheks osaks, need tuumapooled asuvad teine teise raku otsa ja poolduvad igaüks veel kaks korda, ja nii tekib lootekoti kumbagi otsa neli tuuma. Kummastki rühmast eraldub nüüd üks tuum ning liigub lootekoti keskele; need tuumad liituvad üheks lootekoti tuumaks. Kumbagi lootekoti otsa jääb nüüd kolm tuuma. Seemnepung on kaetud kahe kestaga ja kinnitatud isesuguse jala abil sigimiku seina külge. Kestadesse jääb vastu lootekotti tavaliselt pisike ava (mikropüül). Selle ava vastas asetsebki munaraku tuum — kahe teise tuuma vahel.

Kõiki neid keerukaid vahekordi — nii tolmutera kui lootekoti ehitust ja munaraku kujunemist ning asetust — õpime tundma selleks, et aru saada sugutumiskäigust ja pärilikkusõpetuse algreegleist.

Jõudnud seemnepungani, tungib tolmutoru edasi lootekotini (alamatel õistaimedel läbi seemnepunga seinte, kõrgemal mikropüüli kaudu) ning liitub sellega. Üks tolmutoru tuumadest ühtib munaraku tuumaga, teine aga lootekoti tuumaga. Seega toimub õistaimedel alati kahekordne sugutumine, mis on väga iseloomulik nähtus.

Seeme. Peale sugutumist hävivad lootekoti mittesugutatud tuumad ja ainult kaks sugutatud tuuma hakkavad arenema edasi. Sugutatud munarakust kujuneb noore seemne idu, lootekoti sugutatud tuumast aga seemne toidutagavara (endosperm). Seemnepungakestad muutuvad seemnekestadeks. Nii areneb igast seemnepungast pärast sugutumist üks seeme, emaka sigimikust aga vili. Sigimiku seintest areneb viljakest või viljaliha selle järgi kas tekkiv kest jääb kõvakoeliseks (kuiv vili) või muutub pehmeks ja lihakaks (lihakas vili). On sigimikus üks ainus seemnepung, siis tekib ühes seemne vili (ploomi-, kirsi-, pähklipuu viljad), on

neid rohkem, siis paljuseemne (kaun, kõder, mari). Sugutumise tagajärjed on viljapuudel juba varsti näha: sugutatud õite sigimikud hakkavad paisuma ja nendes võib märgata noore vilja tekkimist, kuna sugutamata õied langevad varsti maha.

Viljad. Viljad võivad olla kas kuivad või lihakad, nii ühed kui teised — kas ühe- või mitmeseemnesed. Kuivad viljad: a) ühesemnesed — sarapuul, päklikpuul, tammel, kastanil; b) paljuseemnesed — kukkurvili, kus sigimik on kokkukeerdunud leht (pojeng, kullerkupp), kupar (magun, koerapöörirohi), kaun (hernes, uba), kõder (kapsas, kaalikas, redis), kõdrake (litrihein, hiirekõrv). Lihakad viljad: a) ühesemnesed (ploomid, kirsid); b) paljuseemnesed (mitmesugused marjad, õunad, pirnid, kurgid, kõrvitsad, tomatid). Lihakatel viljadel on sööda viljakesta liha.

Neitsilik ehk sugutu (partenogeneetiline) seemnete ja viljade tekkimine. Üksikuil juhtumel võivad seemnepungad areneda seemneks sugutamata, sugurakkude liitumiseta. Võime näiteks lõigata võilillel enne õite avanemist ära tolmukad ühes emakakaela ja -suudmega ja seega teha võimatuks tolmumise ja sugutumise. Sellistest rikutud õitest tekivad aga siiski korrapärased viljad ja elujõulised seemned. Niisugust sugutut seemnete tekkimist on tähele pandud veel mitmesugustel teistel taimedel.

Üksikasjalised uurimised on näidanud, et siin ühtedel juhtumel tekivad seemned sugutumatuist munarakkudest (võilill, hunditubakas, kortsleht, ängelhein jt.), teistel aga lootekoti kõrval asetsevatest seemnepunga rakkudest (funkia, sajakoorne puu, apelsinipuu jt.). Antud juhtumel on tegemist isesuguste ärritustega mainitud rakkudele, mille toimel need hakkavad poolduma ja kujundavad seemne. Millised need ärritused alati on, pole suudetud lõplikult veel selgitada.

Seemnetud viljad. Nagu ülal mainitud, langevad sugutumatud õied peatselt taimelt maha ega moodusta vilja. Kuid mõnedel taimedel võivad ka sugutumatud õied areneda viljadeks, tühjadeks, seemneta viljadeks. Siin areneb sigimik — resp. sigimikuseinad — edasi, vaatamata sellele, et seemnepungades munarakud pole sugutatud. Sellisel kujunenud tühje seemneta vilju võime leida õunapuudel (*Cellini, Charlamovsky*), pirnipuudel (hall võipirn, *Clairgeau* jt.), karusmarjadel, viinapuudel, banaanidel, kurkidel jt. Kultuurbanaanidel on viljad alati



Türgililia lootekott, milles toimub sugutamine; üleval kõver, kruvikujuline tolmuttera tuum liitumas munaraku tuumaga; keskel — teine tolmuttera tuum liitumas lootekoti tuumaga (siin liituvad juba 3 tuuma).

seemneta, mistõttu neid taimi võib paljundada ainult vegetatiivselt; teistel taimedel aga leiame seemnetuid vilju seemneliste kõrval. Õunte ja pirnide hulgas võime kohata sageli selliseid, millel osa seemnepungi pole arenenud ja kus seemnekojad on tühjad või pooltühjad. Sellistel pooltühjadel viljadel on seemnetu osa harilikult väiksem ja nõrgemini arenenud (asümmeetrilised viljad); nähtavasti kas sugutumine või kasvavad seemned mõjustavad siin sigimiku kasvu.

Seemnetuid vilju (banaane, kurke, pirne) on palju mõnusam tarvitada toiduks, sest pole tarvis söömisel kõrvaldada tülikaid seemneid. Seepärast ongi mõningate aednikkude ja taimekasvatajate poolt seatud taimearetamise sihiks seemneta viljasortide tuletamine, mis osaliselt ka korda läinud (seemnetud pirnid — ameeriklase Burnbanki aretatud). Seemneta viljade puhul poleks tarvis õite tolmutamist ja halvad ilmastikud olud kevadel, samuti kahjurid, ei saaks takistada viljade tekkimist.

Viljapuude vilja valmimisel on mõõtuandvad soojus, valgus ja toitesoolad. Tõlangedes, see on, liikudes põhja suunas ja tõustes üles mägedele — viljade valmimisaeg muutub pikemaks; selle tagajärjel suviõunasordid muutuvad sügiseõunteks, sügiseõunad — taliõunteks, kuna taliõunad enam ei valmigi. Valgustusest — mis mõjub rõõbiti soojusega, oleneb vilja värvus; viljad on värvikamad päikese-küllastel mail. Ka viljade suhkrusisaldus oleneb temp. ja valgusest. Lõunamaaviljad on suhkrurikkamad ja magusamad, põhja pool (näit. meie kodumaal) aga aroomirikkamad. Sooladest on vajalikud fosfor, kaalium ja lämmastik, viimane väiksemal määral. Liigne lämmastiku hulk pikendab viljade valmimist.

Täidisõied on sellised õied, mille kroonlehtede arv on suurem tavalisest (tulp, levkoi, sirel jt.). Mõnel juhul nimetatakse ka korvõieliste õisikuid täidisõiteks, kui neil sisemiste toruõite asemel on tekkinud keelikõied (daaliad, saialilled). Õigem oleks selliseid õisikuid nimetada täidisõisikuks, mitte täidisõiteks. Liigsed kroonlehed võivad tekkida: a) tavalistest kroonlehtedest nende lõhestumise teel (fuksia); b) tolmukate muutmisel kroonlehtedeks (pojeng, magun, vesiroos, varsakabi); c) tolmukatest tekkinud kroonlehtede lõhestumisel (nelgid); d) lisakroonlehtede tekkimisel olemasolevate vahele (klarkia). Erijuhtumel võivad ka tupplehed omandada kroonlehtede värvuse (fuksia, *Campanula medium* var. *calycanthemum*, *Primula elatior* var. *duplex*).

Millistel põhjustel toimub lisakroonlehtede tekkimine, nende lõhestumine või tolmukate muutumine kroonlehtedeks, on seni veel selgitamata. Mõningad praktilised tähelepanekud näitavad, et kehvas mullas täidisõied muutuvad lihtõiteks (tulbid, nartsissid, priimulad). Teiselt poolt võime aga kohata täidisõielisi taimi ka väga kehvadel pinnastel (*Gentiana amarella*, *Ranunculus repens*). Üldiselt esinevad täidisõielised taimed looduses harva, näit. *Rosa lutea*, *Lychnis*, *Cardamine pratensis*, *Caltha palustris*, *Linaria vulgaris* jt. Ka kliima muutus näib põhjustavat täidis-

õite tekkimist. Nii on *Kerria japonica* oma kodumaal, Jaapanis, lihtõieline taim, Euroopasse tooduna muutus ta aga siin täidisõieliseks.

Täidisõieliste taimede seemnekasvatus. Tavaliselt ei moodusta enamik täidisõielisi taimi, millel tolmuks muutunud kroonlehtedeks ja kus tolumumine pole võimalik, seemneid ega vilju. Kuid ometi paljundatakse näiteks täidisõielisi levkoisid alati seemneist. Siin saadakse seemneid lihtõielistest sortidest, millel on kalduvus anda täidisõielisi järglasi. Sordi- ja seemnevaliku kaudu on siin võimalik jõuda sihile. Lihtõieliste levkoide vilju ligemalt uurides märkame, et neil osa kõtru on lühemad ja jämedamad ning väiksema arvu seemnetega. Selliste viljade seemned kalduvadki andma suuremal arvul täidisõielisi järglasi. Vilunud silmaga seemnekasvatajad valivadki vastavad viljad teiste hulgast välja ja võivad tõsta sel teel seemnest kasvatatavate täidisõieliste taimede arvu 85—90%-ni. Kindlaid kultuurireegleid täidisõieliste taimeseemnete kasvatamiseks pole seni veel antud. Mõned täidisõielised taimed (kuldlakid) annavad korrapäraselt seemet.

Puude õitsemise algus. Vanadus, millest peale puud hakkavad õitsema ja vilja kandma, oleneb ühelt poolt puuliigi iseloomust, teiselt poolt aga ka kasvutingimustest. Kasvab puu heades tingimustes, esijoones rohkes valguses, siis saab ta varem küpseks, hakkab aegsamini õitsema ja vilja kandma kui sel juhtumil, kui ta kasvab hulgana koos, poolvarjulises metsas. Järgnevas tabelis toodud andmed selgitavad neid vahekordi.

	Üksikult kasvades hakkab vilja kandma		Hulgana koos kasvades (metsas) hakkab vilja kandma
Tamm	40 aastaselt		80—100 aastaselt
Kask	10—12 „		30 „
Pöökpuu	40—60 „		60—80 „
Kuusk	30—50 „		60—70 „
Mänd	15 „		30—40 „

Peale nn. normaalse õitsealguse esineb sageli puudel ja põõsastel varajane ehk enneaegne õitsemine: vahtrad õitsevad mõnikord 2. aastal, sirelid 2.—3. a. On isegi tuntud juhtum, kus kookospalmi kolmeleheene seemik moodustas õisiku.

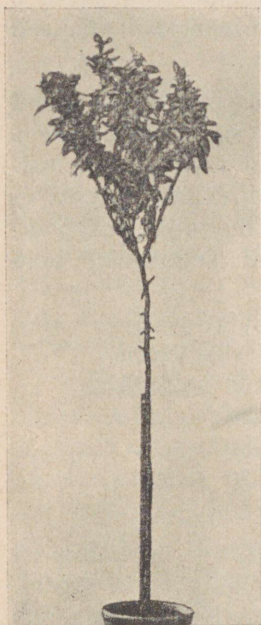
Viljapuude viljaküpsuse saamine oleneb peale eelmainitud tingimuste veel alusest, mis reguleerib assimilaatide jaotust juurestiku ja oksastiku vahel. On viljapuu alus tugevakasvuline, siis selline laia ulatusega juurestik vajab toitumiseks, eriti noores eas, mil kasvamine on kiire, õige rohkesti assimilaate. Nagu eespool mainitud, valguvad orgaanilised ained — tärklis ja suhkur — alul juurtesse ja alles siis, kui juurestik on nende ainetega küllastatud, kogunevad nad ka tüve ja okstesse. Nõrga juurekasvuga alustel tarvitab juurestik relatiivselt vähem assimilaate, pealmaaosadele jääb järele neid rohkem. See suhkrurohkus okstes

ja kasvupungades aga põhjustabki nõrga juurestikuga kääbuspuude kiiremat õitsemist ehk viljaküpsust.

Õitsemine ja selle mõju taime elueale. Looduspärane nähtus on, et rohttaimede varred pärast õitsemist varsti ära kuivavad. Kui takistame õite tekkimist või murrame maha tekkinud õiepungad, siis võime sellega pikendada taimevarre eluiga. Sel viisil on võimalik muuta üheaastasi taimi koguni mitmeaastasiks.

IX. Taimede muutumis- ja pärilikkusnähtused.

Vaadates ringi aias, põllul ja vabas looduses meid hämmastab alati taimede lõpmatu mitmekesisus: arvatud lillede sordid (daaliaid üle 7000!), aedviljade, marjapõsaste ja viljapuude liigid — sordid, põlluviljade sordid, umbrohud, samuti kui looduslike taimede arvatud liigid. Kui tutvume teiselt poolt taimeriigi ajaloolise arenguga, siis näeme, et kultuurtaimede liikide ja sortide hulk oli varemajal palju väiksem kui praegu ja et endistel geoloogilistel ajajärgudel õistaimed üldse puudusid. Sellest nähtub, et taimeriik muutub alatasa. Seega tekib küsimus: millest on tingitud selline muutumine ja kuidas see toimub?



Lõhnav reseeda — mitmeaastaseks tugevavarreliseks taimeks muudetud õitsemise takistuse (õiepungade mürdmise) kaudu.

Päritavad ja mittepäritavad omadused. Kui külvame mullasse kapsa- või kaalikaseemneid, siis nendest kasvavad alati kapsad ja kaalikad ja mitte kunagi mõned muud taimed; kahetahulisest odraseemnest saame kahetahulise odra, lipukaerast alati lipukaera jne.

Külvame lõvilõua seemneid, siis saame mitmevärviliste õitega lõvilõugu. Kui võtame punaselt lõvilõualt seemneid, külvame nad mullasse, siis märkame, et järglaste õite värvus on mitmesugune — roosa, punane, kirju jne.

Võtame head rukkiseemet tugevakasvuliselt rukkilt ja külvame seda viletsalt haritud põllule, siis on see rukis seal palju viletsam, kuid ikkagi rukis. Kasvatame mõnest õunaseemnest, näit. suislepa omast, õunapuu, siis on selle puu viljad maitselt hoopis midagi muud jne.

Toodud näidetest selgub, et ühed omadused taimedel kanduvad kindlasti edasi seemnete kaudu järglastele (g e n o t ü ü p), teised aga mitte (f e n o t ü ü p).

Variatsioonid. Silmitsedes tähelepanelikult mõnd kultuur- või looduslike taimede kogumikku märkame, et samasse liiki ja sorti kuuluvad taimed ei ole suuruselt kui ka lehtede ja õite kujult ning värvuselt päris ühesugused. Taimed varieeruvad. Selle muutumise ehk varieerumise põhjuseks on kasvutingimused (muldkond, valgus, niiskus), mis kõikidel taimedel pole võrdsed.

Kui võrdleme kuival teerajal ja niiskel kraavikaldal kasvavaid tee- lehti, siis võib nende lehtede suurusvahe olla väga tunduv. Samuti on lugu aia- ja põllutaimedega. Külvame aga mõne hästi suurekasvulise taime, näit. päevalille või kanepi seemned maha mitmesugustesse koh- tadesse, siis märkame jälle, et järglased pole sugugi suured, vaid — ole- nedes kasvutingimustest — nad võivad olla üsnagi väikesed. Samuti ei anna näit. mõne vigastatud või kõvera puu seemned kõveraid ega samade vigadega taimi. Kõik välistest kasvutingimustest põhjustatud taimede tunnused ei kandu seemnete kaudu edasi järglastele ega ole päritavad.

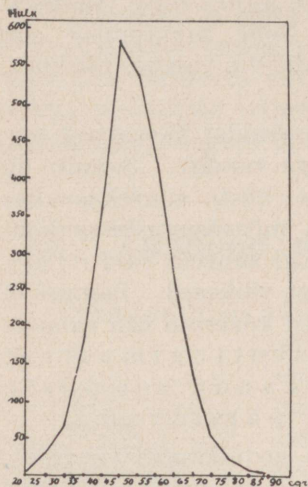
Puhtad liinid. Tavaliselt on põllumeestel ja aednikudel arvamus, et seemnete valikuga suurtelt ja hästi viljakandvatelt taimedelt võib sorti parandada ja saagihulka tõsta. Nagu on näidanud aga Galtoni, Pearsoni ja eriti taanlase Johannseni uurimused, pole asi siiski nii. Mainitud uurijad, tarvitades statistilist meetodit, näitasid, et suuru- sed taimeriigis igas taimeosas varieeruvad teatava keskmise suu- ruse ümber. Võttes, näit., aedoa seemne kaalu sellisele analüüsile, leidis Johannsen, et ühe oasordi 2162 seemet varieerusid järgmiselt:

Ooterade kaal cg	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Ooterade arv	4	27	65	179	364	587	533	418	260	132	52	24	9	2	

Keskmine selle sordi ooterade kaal — kuhu kuulus kõige suurem arv oateri — oli 45—55 cg, sellest üles- ja allapoole vähenes ooterade arv kiiresti, nagu näha kõveral lk. 152. Kui nüüd katseks külvati seem- neid keskmisest väiksema ja suurema kaaluga ja samuti analüüsiti kaa- luliselt nendest saadud järglaste seemneid, siis oli üldpilt jälle seesama: polnud märgata mingit ooterade suurenemist ega vähenemist üldsummas.

Peale selle avastas aga Johannsen, et mõned viljasordid pole puhtad, vaid koosnevad mitmest pisivariandist ehk puhtast liinist, millest igaühel oma keskmine varieerumispunkt. Kui niisugusest ebapuhtast sordist eraldati puhtad liinid kõrgema keskmise seemnekaaluga ja neid edasi kultiveeriti, siis tõusis relatiivselt seemnete suurus ärajäänud ker- gemaseemneliste variantide kulul, kuid seemnete suurus ei ületanud kunagi järelejäänud variantide (puhtate liinide) eneste keskmist suurust.

Nende katsetega on selgesti näidatud, et a) suurusvariatsioonid on püsivad ja b) taimekasvatamisel ning sordiaretamisel peab algmaterjalina tarvitama puhtaid liine. „Seal, kus pole puhtaid kultuure (resp. puhtaid liine), ei saa kunagi olla asjast selget ja kindlat ülevaadet, vaid ainult segadus ja vead,“ lausub Johannsen. Puhtaid liine on isetolmumise teel kerge saavutada, muidugi nendest taimedest, mis annavad isetolmumisel seemneid, nagu hernes, uba, nisu, oder jt., või milledel tolumine sama taime öietolmuga võimalik.

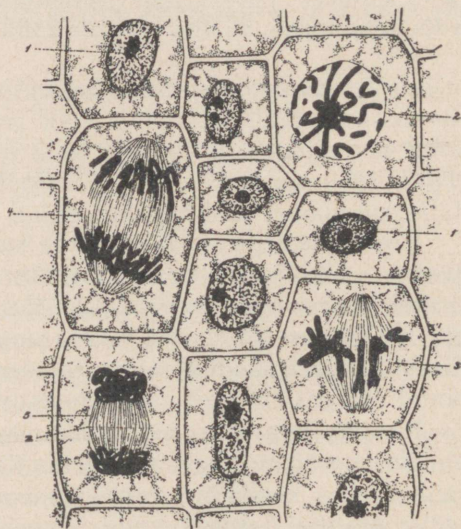


Tabelis (lk. 151) näidatud seemnete variatsioonikurv.

Päritavad omadused ja pärilikkusreeglid. 1) Päritavad on ainult need omadused, mis on fikseeritud sugurakkudes. See on praegusaegse pärilikkusteaduse üks põhireegleid. Kõik muutused, mis toimuvad organismi somaatilistes ehk vegetatiivsetes rakkudes, pole päritavad, samuti ei avalda välistegurid, mille mõju ei ulatu sugurakkudeni, mingit pärilikult edasikanduvat mõju.

Nii siis toimub omaduste edasikandumine tulevastele põlvvedele ainult sugurakkude kaudu. Kuid mitte terve sugurakk pole sel juhul mõõtuandva väärtusega, vaid ainult sugurakkude — tolmutera ja munaraku — tuumad.

2) Kõik päritavad omadused on kinnistatud rakutuuma, täpsamalt — tuuma kromosoomidesse ja kanduvad edasi järglastele nende kaudu. Iga üksik päritav omadus kantakse edasi põlvest põlve pärilikkust kandvate geenide kaudu. Milline on iga geeni aineseline olemus, pole kindel: kas ta on mõne kromosoomi algosa või teisel puhul terve kromosoom, pole alati ette teada. On tuntud juhtumid, kus üks kromosoom kannab mitut päritavat tunnust, resp. mitut geeni, ja kus ta edasi annab vaid ühe ainsa tunnuse.



Rakutuuma areng ja kromosoomideks kujunemine.

3) Omaduste edasikandumine toimub kahekülgsest, s. o. muna- ja seemnerakutuuma kaudu. Kas ka plasma avaldab pärilikku mõju, selle üle on palju vaieldud, kuid kindlale seisukohale pole jõutud. Olenedes sellest, missuguses ulatuses ja vahekorras vastavad päritavad omadused on esindatud mõlema sugupoole rakutumades, toimub omaduste edasikandumine kas puhtal või varjatud kujul.

Nende tähtsate pärilikkusreegliteni on jõutud pikkade ja vaevarikaste uurimiste järel. Kromosoomide arv võib olla kas paaris (enamik) või paaritu, aga ka kujult ja suuruselt erinev. Selline kromosoomide erinevus avaldab tähtsat mõju sugupoolte määramisele.

Kromosoomide reduktsioon. Igal taime- ja loomaliigil on keharakkude tuumades alati kindel arv kromosoome; nii näit. inimesel 48, õuna- ja pirnipuul 34, hernel 14, nisul 16 jne. Suguaktis kahe suguraku tuumade liitumisel peaks aga kromosoomide arv iga kord suurenema kahekordselt. Tegelikult ei märgata seda aga mitte ja kõikide liikide kromosoomide arv jääb ka pärast sugutumist endiseks. Kuidas on see võimalik? See on võimalik sel lihtsal põhjusel, et sugurakkude tuumades enne sugutumist toimub kromosoomide vähenemine ehk reduktsioon.

Sugurakkude valmimisel liituvad alul iga rakutuuma kromosoomid paarikaupa kokku ja seega väheneb nende arv kahekordselt. Peale seda jaguneb tuum, kuid iga tütarakk omab arvult vaid pooli kromosoome. Sugutumisel, mil liituvad mõlemad suguraku tuumad, tõuseb kromosoomide arv jälle normini. Kromosoomide reduktsioon toimub isassugurakudel tolmutera niidi kasvamisel ja edasitungimisel seemnepunga suunas, kus tuum jaguneb kaheks osaks; emassugurakudel toimub reduktsioon looteoti tuumade pooldumisel, kus algtuum alul pooldub kaheks ja need poolduvad omakorda edasi redutseeritud arvu kromosoomidega.

Viimase aja uurimused on näidanud, et paljudel õunasortidel, mis on isesteriilsed ja mis ka teisi sorte ei suguta, kromosoomide reduktsioon toimub korrapäraselt: mõned kromosoomid kas ei pooldu üldse, teised ei liigu poolduva raku otstesse ühises rühmas, vaid jäävad raku keskossa maha ja moodustavad nn. pisituumi; kolmandal juhul saab kumbki rakupool mittevõrdsel arvul kromosoome; näit. leidis Kobel (1929. a.) Dielsi võipirnil kummaski tütarrakus peale reduktsiooni (tolmukatel) $20+25$, $19+26$, $24+21$ kromosoomi.

On tähele pandud, et kui kromosoomide arv tolmuterades on normaalsest suurem (nn. triploidne), siis tolmuterade idanemise (kasvamise) % ja tolmutumisevõime sellistel sortidel on palju väiksem. Nii näit. valgel astrahanil, *Cellin'*il. Ontario-renetil on tolmuterades kromosoomide arv 17 ja nad on head tolmutajad (risttolmutajad ja isetolmutajad) sordid, kuna järgmised sordid on halvad tolmutajad ja enamasti isesteriilsed: Ripston-peping — kromos. $42/2$, Jacob Lebel — $49-51/2$, Schöner von Boskoop $48-49/2$, Kanada-renett — $38-40/2$, Gravensteiner $45-46/2$ jt. (Kobeli, Kvaale, Ziegleri, Braunscheidi jt. järgi).

Kromosoomide reduktsioonil on ülisuur tähtsus organismide kujunemisel. Ilma selleta poleks üldse võimalik organismide erinemine liikideks, millel kindel kromosoomide arv. Peale selle ilma reduktsioonita tuuma mass ja rakud ise peaksid iga sugutumise järel suurenema kahekordselt; sel puhul rakkude dimensioonidel ei saaks olla äärt ega piiri.

Enesestmõistetavalt peaksid siis kaduma paljurakulised organismid ja püsima jääksid hiiglased — üherakused.

Pärilikkusõpetus ja Mendeli reeglid.

Praegusaegse pärilikkusõpetuse seaduspärasuste avastajaks ja põhjendajaks oli Brno linna (Tšehhoslovakkias) munk-loodusteadlane ja vaimulik Gregor Mendel.

Johan Mendel sündis 1822. a. Sileesias väikepõllumehe pojana.

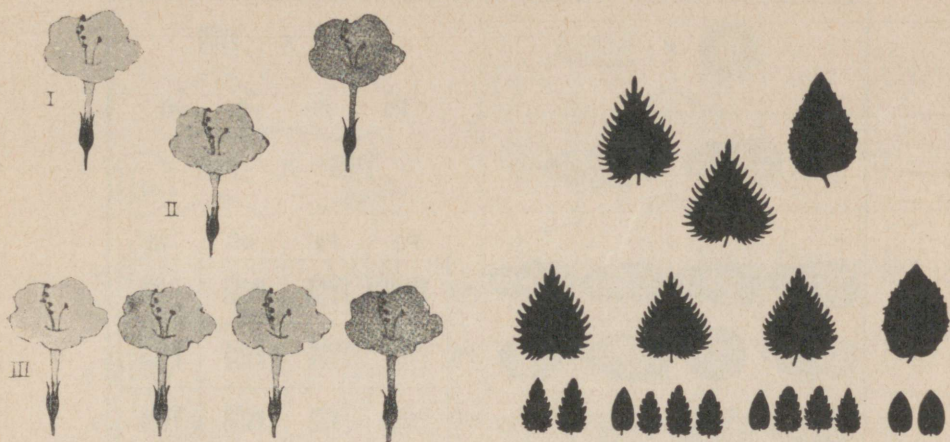


Gregor Mendel.

Pärast gümnaasiumi lõpetamist ta astus augustiinlaste kloostrisse ja võttis munganimeks Gregori. Kloostri kulul ta õppis 1851—53 Viini ülikoolis loodusteadust; pöördus siis kodulinna tagasi ja sai reaalkooli füüsika- ja looduslooo-õpetajaks (1854—68). Sellesse ajajärku kuuluvadki tema surematud katsed väärdadega, kus ta avastas pärilikkusreeglid. 1868. a. valiti Mendel prelaadiks; siit peale polnud tal enam aega katsetada. Ta suri 1884. a. Ta kaks tööd ilmusid trükkis 1865 ja 1869. Need ei äratanud aga tol ajal mingit tähelepanu, ning Mendel suri teadmata, et ta on korda saatnud kõrgeväärtusliku töö. Alles 35 a. hiljem jõudsid kolm tuntud teadusmeest — de Vries, Correns ja Čermak — 1900. a. igauks iseseisvate uurimiste tagajärjel samadele tulemustele. Siitpeale leidsid Mendeli tööd üldise tunnustuse.

Mendeli pärilikkusreeglid. Mendel töötas peamiselt aedhernes-tega. Ta tolmutas mitmesuguseid sorte isekeskis ja õppis tundma tekkinud värdi — peamiselt viljade erinemise seisukohalt. Ta valis ristlemis-objektideks ainult väheste (1—3), kuid kindlate tunnustega objektid, ning uuris statistilise meetodiga saadud väärdade vahekordi.

Nii ta leidis esimese reeglina: kui ristlevad mõnetunnuse poolest erinevad vanemad (P — parentes — vanemad), siis esimese põlve järglased (F_1 — filii — lapsed) on kõik ühesugused. See on Mendeli esimene ehk uniformiteedi reegel. Tegelikult tuleb siin eristada kaht alajuhtumit: a) vanemate tunnused on võrdsed (tasajõulised); sel puhul on järglaste (F_1) tunnused nende mõlema vahemised. Näiteks, kui ristlevad valge- ja punaseõielised imelilled (*Mirabilis Jalapa*), siis esimese põlve järglased on õievärvuselt roosad, s. o. valge ja punase vahemised. b) Kui ühe vanema tunnused on tugevamad kui teiste omad (domineerivus), siis esimese põlve järglased (F_1) on kõik tugevama tunnusega vanema



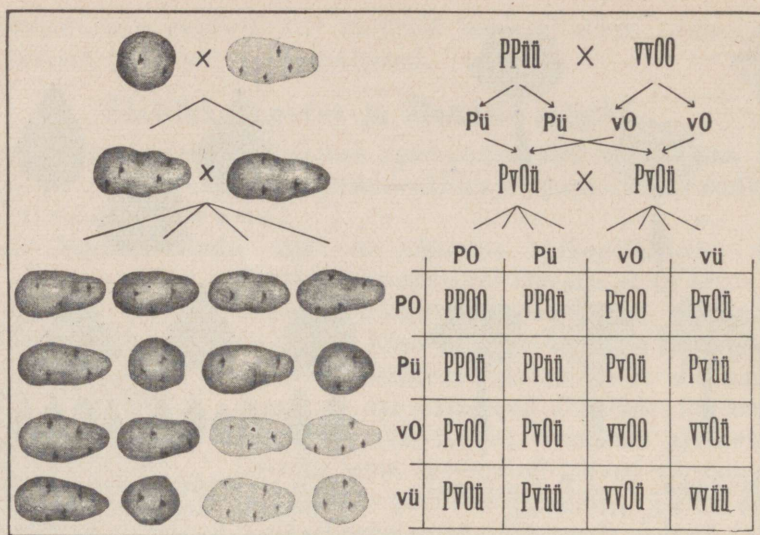
Imelille järglased: I — P (vanemad);
II — F₁; III — F₂.

Urtica pilulifera (vasemal — dom.) ja
U. Dodartii järglased. Ült I rida —
P; II — F₁; III — F₂; IV — F₃.

sarnased (dominantsi reegel). Näit. hambulise leheservaga nõgese (*Urtica pilulifera*) ja terveservase nõgese (*U. Dodartii*) värrad on kõik hambulisservase lehega, sest see tunnus domineerib terveservasuse üle.

Teine Mendeli reegel. Kui ristlevad esimese põlve värrad (F₁) isekeskis, siis nende järglased F₂ pole enam üksteisega sarnased, vaid nad lahknivad vanemate alg tunnuste järgi. Siinjuures esimeses reeglis näidatud a-rühma järglastest on 25% isa, 25% ema ja 50% väärdade (s. o. F₁) sarnaseid (imelilledest 25% valgeid, 25% punaseid ja 50% roosasid); b-rühma teise põlve järglastest (F₂) on 75% domineeriva tunnusega vanema sarnased ja 25% nõrgema (retsessiivse) tunnusega vanema sarnased (nõgestel 75% hambulisservaseid ja 25% terveservaseid). Õieti on see reegel a- ja b-rühma kohta ühtlaselt maksev, s. o. 25% järglasi kummagi vanema sarnaseid ja 50% väärdi. Kuid b-rühmas on värrad ühe vanemaga sarnased (25% + 50% = 75%), millest tekib koguarv 75%. F₂ kuuluvate väärdade isekeskis ristlemisel toimub nende järglaste F₃ vahel lahknemine just samuti kui eespool: nad annavad a 25% kummagi vanema sarnaseid ja 50% endasarnaseid järglasi; domineeriva omaduse puhul on F₃ — 75% ühe ja 25% teise vanema sarnaseid; teiste sõnadega: Mendeli teise reegli põhjal värrad omavahel sugutatult muutuvad tagasi vanemate (P) sarnasteks, lahknivad ja kaotavad pikema aja jooksul segaveresuse. Värrad pole seega püsivad.

Kolmas Mendeli reegel on nn. päritavate tunnuste autonoomsuse reegel. Kõik vanemate sugurakkude kaudu päritavad tunnused on iseseisvad ja püsivad põlvest põlve. Nad võivad grupeeruda teiste tunnustega vabalt, niisuguste või teissuguste juhtumite piirides. Kolmanda reegli tähtsus ilmneb selgemini neil juh-

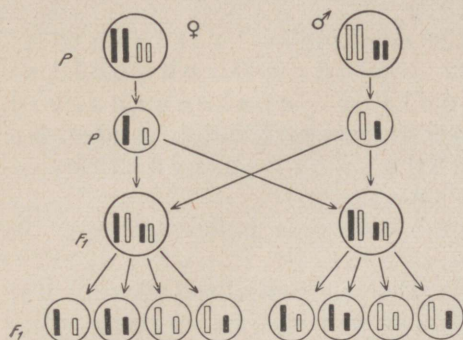


Punase ümmarguse ja valge ovaalse kartuli ristsugutusel saadavad järglased.

tumeil, kui vanemad erinevad üksteisest enam kui ühe tunnuse poolest. Erinevate tunnuste arvu järgi nimetakse järglasi *mono-* (üks tunnus), *di-* (kaks tunnust), *tri-* (kolm tunnust) ja *polü-* (palju tunnuseid) hübriidideks.

Selle reegli mõistmiseks tuleb pidada meeles, et samuti kui iga uue organismi tekkimiseks on tarvis kahe suguraku liitumist, nii ka iga päritava tunnuse tekkimiseks on alati tarvis kahe seda tunnust põhjendava geeni liitumist. Iga tunnus, näit. lehe kuju, õie värvus, õie vorm, vilja kuju ja suurus, taime kõrgus jne. tuletatakse kahe — ühe isalt, teise emalt päritava — geeni liitumisel. Pärilikkusõpetuses märgitakse geene tavaliselt tähtedega: puhast domineerivat tunnust (näit. värvitoone — sinine, punane, kollane) suurte tähtedega, selle puudumist või esinemist retsessiivsel kujul (valge värvus) väikeste tähtedega. Näit. punast värvust märgitakse *PP*, valget — *vv* või *pp*, roosat *Pv* (või *Pp*) — s. o. punase ja valge seguna.

Geenide autonoomsuse selgitamiseks analüüsime järgmise näite. Kaks kartulisorti erinevad teineteisest kahe tunnuse poolest: üks kartul on ümmargune ja punaka koorega, teine ovaalne ja valge koorega, kusjuures punane värvus domineerib valge üle ja piklik vorm ümmara vormi üle. Seega oleksid kummagi vanema geenide paarid: *PPüü* ja *vvOO*. Pärast kromosoomide reduktsiooni jagunevad geenid: *Pü* + *Pü* ja *vO* + *vO*. Nii on igas sugurakus ühel vanemal *Pü*, teisel *vO*, mis ristlemisel *F₁* annavad värri *PvOü*, s. o. värvuselt punase, sest punane domi-



Sugurakkude kromosoomide reduktsioon ja kombineerumisvõimalused.

↗ ↘	♂				
♀					
♂					
♀					
♂					
♀					
♂					

Kromosoomide kombinatsiooni skeem teise põlve järglaste (F_2) juures. Puhtaverelised — homosügootid asuvad diagonaalil vasakult ülevalt paremale alla.

neerib valge värvuse üle, ja vormilt ovaalse, sest ovaalne vorm domineerib ümmara üle.

Kui ristlevad I põlve järglased F_1 isekeski, siis nende sugurakkudes reduktsioonil geenid, üks värvust, teine vormi määrav geen, ühinemisel kahekaupa võivad anda 4 kombinatsiooni: PO , $Pü$, vo ja $vü$ ja seda mõlema sugupoole rakkudes. Sugutusel need neli geenide rühma võivad liituda 16 viisil, nagu kujutatud joonisel, s. o. iga isassuguraku geenipaar võib liituda ühe emassuguraku geenipaariga järjekorras 4-kordselt. Joonise paremal alumisel nurgal on kummagi sugupoole geenipaarid asetatud väljapoole ristkülikut, kuna ristküliku osadesse on paigutatud geenide liitumise tulemused neljätäheliselt. Analüüsides ligemalt neid tähtede, resp. geenide rühmi, tuleb eristada siin puhtaverelisi, s. o. puhaste tunnustega ehk homosügootseid segatunnustega ehk heterosügootseist kombinatsioonidest. Puhtaverelised on need, kus kummagi tunnus — vorm ja värvus — on märgitud kahe ühesuguse tähega — olgu siis suure või väikesega; need annavad isesugutumisel alati enesesarnaseid järglasi. Heterosügootsetes rakkudes (resp. organismides) on tunnused määratud mitteühtlaste tähtedega — nad pole seega puhtaverelised ja nende järglased lahknevad Mendeli teise reegli kohaselt.

Toodud ristkülikus asetsevad puhtaverelised kombinatsioonid (homosügootid) vasemalt ülevalt paremale alla viival diagonaalil ja neid on kõigest neli: $PPOO$ — punane ovaalne, $PPüü$ — punane ümmargune, $vvOO$ — valge ovaalne, $vvüü$ — valge ümmargune. Teised on kõik sega-

verelised ehk heterosügoodid. Homosügoodide juures väärib tähelepanu see, et ristlemisel on tekkinud kaks uut puhtaverelist sorti: punane ovaalne (*PPOO*) ja valge ümmargune (*vvüü*). Need uued vormid ongi tekkinud sel teel, et geenid autonoomsel ühinemisel on selliselt kokku sattunud.

Praktilises taimekasvatuses on sellel suur tähtsus: ristsugutamisega võib tuletada uusi sorte, mis on puhtaverelised ja annavad kindlaid enesesarnaseid järglasi. Sihikindla sordiaretuse teel on seega võimalik, valides soovitatavate tunnustega vanemaid, tuletada kõrgemaväärtuselisi uusi sorte oma soovi kohaselt.

Mitme tunnuse ristlemisel on kombinatsioonide hulk väga suur ja nende analüüsimiseks pole siin ruumi.

Kseenid. Tihti ilmuvad ristsugutamisel kirjuviljalised värrad. Kui ristelda kollaseteralisi ja siniseteralisi maisisorte, siis on järglaste viljapeades osa seemneid kollased, osa sinised. Seda nähtust kutsutakse kseeniks ja ta on seletatav kahekordse sugutumisprotsessiga.

Mäletatavasti tolmutera üks tuum liitub munaraku tuumaga (sellest sugutatud rakust tekib idu), teine tuum aga lootekoti tuumaga (millest tekib toitekude — endosperm). Just endospermi omadused ongi seemnetes nähtavad ja nendes avaldubki sugurakkude geenide mõju, mis edasi antud sugutumisel ka endospermile. Kuid sellised nähtused võivad ilmned a ainult sel juhul, kui seemne kuju ja värvus on fikseeritud sugurakkudes genidena (nagu see on maisil), muidu aga mitte. Kseene on tähele pandud veel õunapuudel, levkoidel jt. Praktilises aianduses pole neil tähtsust.

Uute taimevormide tekkimine looduses.

Elu on alatine muutumine. Looduses muutub kõik pidevalt. See on tuntud tõde. Millest on aga tingitud uute vormide tekkimine?

Nagu eespool nägime, võivad uued vormid tekkida Mendeli kolmanda reegli kohaselt ristsugutumisel geenide uutest kombinatsioonidest, kus iga algupärane homosügootne kombinatsioon rikastab loodust uue püsiva vormiga.

Peale kombinatsioonide võivad tekkida uued püsivad vormid aga ka väljaspool ristlemisvõimalusi. Taimekasvatajail on teada rohkesti äkki tekkinud uusi, kuid päritavate tunnustega vorme, mis pole tekkinud ristlemisel ja kus uued tunnused pole põhjustatud olemasolevate geenidega. Selliseid järsku tekkinud uusi vorme pärilikkusteadlane de Vries nimetas mutantideks. Millest toimuvad sellised järsud muutused, pole seni teada. Arvatakse, et välismõjud, nagu soojus, niiskus, valgus, võivad põhjustada sugurakkude valmimise momendil suguraku tuuma — kromosoomide ja geenide — muutumist ja olla seega mutatsiooni põhjuseks.

Haridusministeeriumi poolt koolidele
tarvitamiseks lubatud.