

N.A. MAKSIMOV

KUIDAS ELAB TAIM



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS

Akadeemik N. A. MAKSIMOV

KUIDAS ELAB TAIM



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1952

Originaali tiitel:

Академик Н. А. Максимов
КАК ЖИВЕТ РАСТЕНИЕ
Государственное Издательство
Сельскохозяйственной Литературы
Москва 1950
Tõlkinud J. Saviak.

2





TAIMEDE TAHTSUS INIMESE ELUS

Taimede tähtsus inimese elus on väga suur. Ilma nendeta ei saaks ta eksisteerida. Inimese põhiliseks toiduks on taimesaadused — leib, tangud, köögivili, puuvili. Me tarvitame laialdaselt ka loomasaadusi — liha, kala, mune, piima, võid, kohupiima jne. Kuid ilma taimedeta ei oleks ka neid saadusi, sest suured ja väikesed sarvloomad, sead ja kodulinnud — kõik nad toituvad taimedest: söövad aasadel rohtu, nende jaoks teeme heina, külvame kaera, otra, kasvatame söödajuurvilju, kartulit jne. Kus ei ole taimi, seal ei ole ka loomi, seal laiuvad elutud kõrbed.

Taimed annavad mitte ainult toitu, vaid ka materjali kehakatteks. Lina, kanepi ja puuvillapõõsa kiududest koome linaseid ja puuvillaseid kangaid, kodu- ja metsloomadelt aga saame karusnahka, villa ja nahka. Taimed annavad ka ehitus- ja tarbematerjali (-puitu), kütust, toorainet paberi jaoks, mis läheb raamatute, ajakirjade ja ajalehtede väljaandmiseks. Uhe sõnaga, ei ole niisugust tarvet inimese elus, mille rahuldamises ei kuuluks silmapaiste koht taimedele.

Metsik taimestik ei saa neid vajadusi katta. Ainult ürginimene, kes elas koobastes ja metsades, võis rahulduda viljadega, mida ta leidis põlismetsa tihnikuis, ja nende metsloomadega, keda tal õnnestus tappa. Toitu mitte leides tuli tal sageli nälgida. Väga ammu õppis inimene kasulikke taimi kasvatama ja neilt rikkalikumalt toitvaid ning maitsvaid vilju saama.

Palju aastatuhandeid kestnud ürgse maaviljeluskultuuri tulemusena omandas inimkond suuri kogemusi taimede kasvatamise alal. Kuid need kogemused olid primitiivsed ja ei kindlustanud inimühiskonna kasvavate vajaduste rahuldamist. Et tõsta maaviljeluse taset, selleks olid vajalikud uued, sügavamad teadmised. Need andis meile teadus taimede elust, mis hakkas arenema põlluharijate kauaaegsetest täheldustest. Kõige suuremat edu on see teadus saavutanud viimase poolteisesaja aasta jooksul, toetudes mitte ainult põlluharijate täheldustele, vaid ka hiiglasuurele arvule uurimistele ja katsetele, mis teostati taimedega. Need

teaduslikud uurimised avastasid meile sellised taimede elu küljed, mis olid inimkonna eest varjatud sajandite jooksul. Eriti suurt edu taimsete organismide tundmaõppimises oleme saavutanud nõukogude korra juures, mis lõi tingimused eesrindliku mitšuuriinliku teaduse arenemiseks. Nüüd me mitte ainult teame, kuidas taimed elavad, vaid võime ka juhtida nende kasvu ja arenemist inimese kasuks.

Mida siis räägib teadus taimede elust? Mida me teame sellest, kuidas taim elab, kuidas ta loob saaki? Eelkõige peab selgesti teadma, et taimed on elusolendid. Nad on võimelised toituma, kasvama, hingama, liikuma ja paljunema.

Taimede kõige iseloomulikumaks eriomaduseks on nende võime kasvada, orgaanilist ainet koguda. Väikesest seemnekestest kasvab hiiglasuur puu; mõned kilogrammid maasse külvatud teri muunduvad paljude tsentnerite raskuseks saagiks.

Taime elu algab seemne idanemisega. Kuiv valminud seeme võib säilida aastaid ilma muutusteta. Kuid tarvitseb ainult panna ta niiskesse mulda, ja ta paisub, kest praguneb, sellest tungib läbi esiteks juureke, mis hakkab sügavamale maasse tungima, seejärel hakkab aga sirguma ka idu. Maapinnale väljudes suundub ta üles, temal ilmuvad üksteise järel noored lehekesed. Seejärel ilmuvad varrel ja okstel õied, hiljem aga viljad, valmivad seemned — taim annab järglasi. Emataim sureb pärast seda — sellised on üheaastased taimed. Kuid väga sageli taim jätkab oma kasvu paljude aastate jooksul ja iga aasta vilja kandes saab hiiglasuureks — sellised on meie metsade puud, mis elavad kümneid ja sadu aastaid ning annavad iga aasta üha uut juurdekasvu.





Esimene peatükk

TAIME KASVAMINE

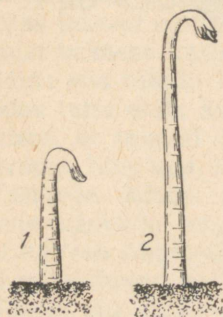
Sageli arvatakse, et taime kasvamine ja arenemine on üks ning seesama. Tegelikult ei ole see nii. Näiteks nisutaimed võivad täielikult läbida kõik oma arenemisstaadiumid ja anda seemneid (saaki). Kuid ühed neist taimedest, nimelt need, mis on külvatud halvastiharitud mulda, osutuvad madalakasvulisteks ja annavad väikese saagi, teised aga, mis on kasvanud hästiharitud põllul, on kõrged ning tugevad ja annavad suure saagi.

Seepärast näitab akadeemik Trófim Denissovitš Lössenko, et taime kasvamise all tuleb mõista vaid taime kaalu ja máhu suurenemist, tema massi suurenemist. Kuid suurendades oma kaalu ja mahtu, nagu ütleb T. D. Lössenko, võib taim kogu aeg jääda ühte ning samasse arenemisstaadiumi, ilma et ta üle läheks järgmisse staadiumi. Näiteks, kui külvata jaroviseerimata talirukist või mõnd teist talivilja kevadel, siis need taimed kogu aeg kasvavad, koguvad rohelist massi, kuid seejuures ei loo, ei õitse, ei anna vilja, s. o. ei arene. Uksikasjalisemalt räägime taimede arenemisest hiljem, praegu aga püüame aru saada sellest, mida kujutab enesest taime kasvamine, kuidas see toimub ja mis on selleks vaja, et kasvamine läheks võimalikult edukalt.

TAIME RAKULINE EHITUS

Mitte kõik taime osad ei kasva ühteviisi. Kõige energilisemalt kasvavad okste ja võsude otsakesed, kus ilmuvad ja puhkevad uued lehekesed. Mida kaugemale võsu tipust, seda aeglasemalt toimub kasvamine, aga mõne sentimeetri kaugusel tipust lakkab juba pikkuskasv. Seda võib eriti selgesti näha siis, kui peene pintslikesse abil teha võsu peale tušiga märgid 1—2 sentimeetri kaugusele üksteisest. Juba järgmisel päeval näeme, et kõige kaugemale üksteisest on nihkunud võsu tipu juures asetsevad mär-

gid, tema aluse juures aga on vahemaad nende vahel jäänud endiseks (joon. 1). Varte ja juurte päris otsakesi, kus algab kasvamine, on hakatud nimetama kasvukuhikuiks.



Joon. 1. Põldoa tõusmed. Vasakul (1) — äsja tušiga tehtud märkidega. Paremäl (2) — järgmisel päeval pärast märkide tegemist.

Et mõista, kuidas toimub kasvamine, on vaja kasutada mikroskoopi (joon. 2) — riista, mis suurendab tema läbi vaadeldavaid asju paljukordselt. Mikroskoobi abil võib näha taime ehituse kõige väiksemaidki detaile.

Võtame näiteks põldoa kasvava tipu ja lõikame pikuti pooleks; lõike pinnalt lõikame väga õhukese liistaku ja asetame mikroskoobi alla. Me näeme (joon. 3), et kogu see liistak meenutab meekärge: ta koosneb paljudest tihedalt üksteise lähedal asetsevaist sompudest, mida nimetatakse rakkudeks. Erinevalt kärjekannudest on need rakud mitmesuguse suuruse ja kujuga: siin on niihästi nelinurkseid, peaaegu kvadraatseid, kui ka pikuti tugevasti väljaveninud rakke. Igal rakul on oma kest.

Mikroskoobi all vaadeldava liistaku ülemises osas asetsevad väiksemad rakud, aluse lähedal aga muutuvad nad kord-korralt suuremaks. See seletub asjaoluga, et ülal asetsevad kõige nooremad, veel väljaarenemata rakud, allpool aga rohkem arenenud rakud. Seepärast on selge, et nii varre kui ka taime teiste osade kasvamine on tingitud eelkõige sellest, et taime iga rakk kogub pidevalt orgaanilist ainet, venib välja, suureneb mõõdetelt. Kui aga rakud on muutunud täiskasvanuks, lakkab kasvamisest ka neist koosnev varre osa.

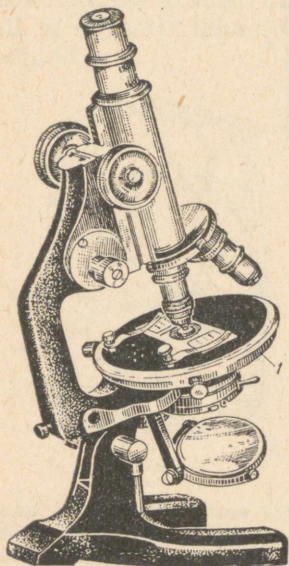
Veel selgemini võib seda täheldada juure kasvaval tipul (joon. 4).

Varre kasvamise teiseks põhjuseks on see, et tema tipu noored rakud, suurenedes mõõteilt, kogu aeg paljunevad, — neid tekib ikka rohkem ja rohkem. Rakkude arvu suurenemine toimub pooldumise teel. Iga noor rakk pooldub; temast tekib kaks raku. Seejärel iga uus rakk, suurenedes mõõteilt, pooldub uuesti. Nüüd on juba neli raku, järgmise pooldumise järel kaheksa jne. Samasugust pilti võime täheldada ka juure tipus, ainult et siin säilitavad pooldumisvõime rakud, mis tekivad mitte üles-, vaid allapoole.

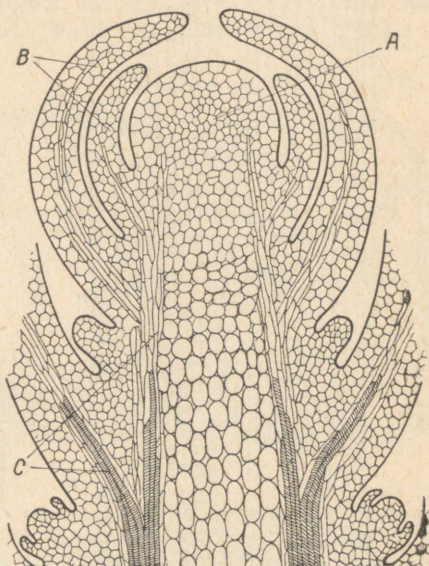
Rakkude võime kasvada ja pooldumise teel paljuneda kutsub esile huvi nende sisu vastu. Taimerakud, nagu me mikroskoobi all näeme, on kambrid, täidetud elusa ainega, valkkehaga, mida nimetatakse protoplasmaks. Protoplasmal on kõik elusa organismi omadused — võime toituda, kasvada, hingata, liikuda ja paljuneda. Rakkude kestad aga on protoplasma elutegevuse saa-

duš, tema skelett, mille ta tekitab oma pinnal nagu tigu, kes ehitab endale karbi kaitseks vaenlaste eest.

Noored rakud, mis moodustavad kasvava varre või juure päris tipu, on tervenisti täidetud protoplasmaga; protoplasmas võib eristada veel üht moodustist, mida nimetatakse rakutuumaks.



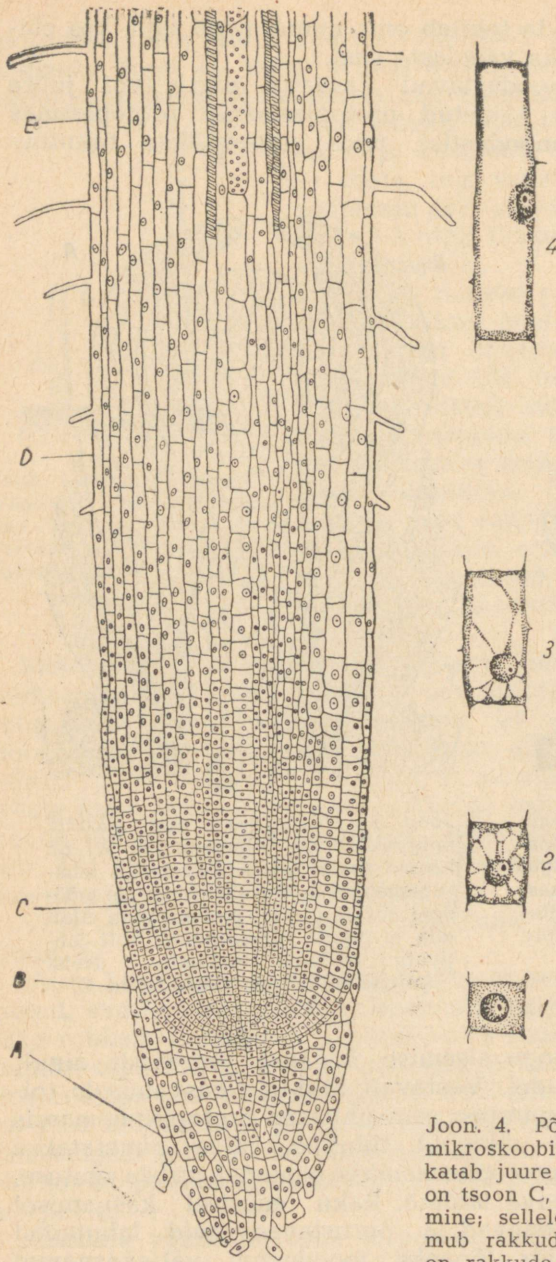
Joon. 2. Mikroskoop. Tema lauakesel (1) asetseb alusklase, mida hoiavad paigal kaks vedrukest. Alusklase keskel ümmarguse katteklase all asetseb uuritav preparaati.



Joon. 3. Põldoa varre tipu pikilõik mikroskoobi all. Kasvukuhik A on kaetud tema kohale paindunud lehesugemetega B. On näha rakkude moodete järkjärguline suurenemine ülalt alla ja pikuti väljaveninud, vett juhtivate rakkude tekkimine. Neist kujunevad hiljem juhtkimbud C.

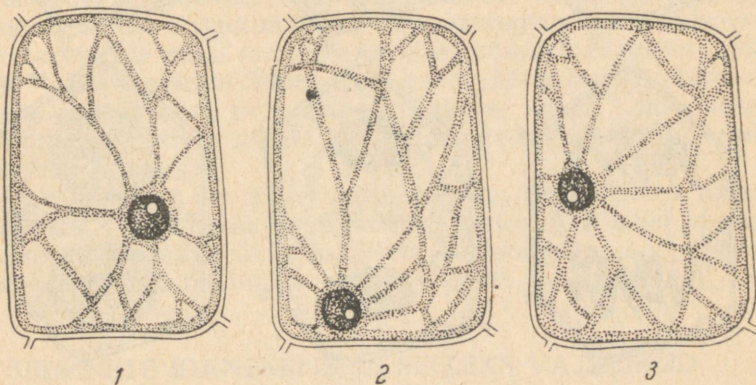
Protoplasma täidab kogu sisemise õõnsuse tervenisti ainult kõige noorematel rakkudel. Vastavalt rakkude kasvamisele toimub neis väga oluline muutus: seni ühtlases protoplasmamassis ilmuvad vesise mahlaga täidetud tühikud, mida nimetatakse vakuoolideks, ja kogu protoplasmamass omandab urbse ehituse, mis on hästikerkinud leiva taoline. Raku edasisel kasvamisel üksikud vakuoolid suurenevad ja purustavad neid lahutavad protoplasmast vahekihid; lõppeks moodustub väljakasvanud raku keskel üks suur vakuool, protoplasma aga on surutud vastu seinu, mida ta vooderdab õhukese kotina (joon. 4, paremal).

Protoplasma kujutab endast elutegevuse suhtes kõige aktiivsemat raku osa. Eriti näitlikult ilmneb see tema võimes iseseis-



Joon. 4. Põldoa juure otsakese pikilõik mikroskoobi all. A — juurekübar, mis katab juure kasvukuhikut B. Kõrgemal on tsoon C, kus toimub rakkude pooldumine; sellele järgneb tsoon D, kus toimub rakkude väljavenimine. Tsoonis E on rakkude kasvamine juba lõppenud. Paremalt — üksikud rakud tugevama suuredusel: 1 — rakk kasvukuhikust, 2 — rakkude pooldumise tsoonist, 3 — rakkude väljavenimise tsoonist, 4 — oma kasvamise juba lõpetanud rakk.

valt liikuda. Rakkudes, kus ta väätide näol õõnsust mitmesugustes suundades läbi lõikab, võib näha mitte ainult protoplasma ühest kohast teise voolamist, vaid ka väätide eneste ja nende küljes rippuva rakutuuma ümberasetumist. Sellist liikumist võib täheldada näiteks kõrvitsa noori lehekesi katvate karvakeste rakkudes (joon. 5). Need karvakesed on üldse väga sobivad elusate taimerakkude vaatlemiseks. Et vaadelda neid mikroskoobi all, ei ole vaja teha lõikusid, vaid kaapida neid rakke lehe pinnalt.



Joon. 5. Uks ning sama rakk kõrvitsa karvakesest (suurendatud 200 korda), mis on üles joonistatud kolm korda 15-minutiste vaheaegade järel. Pöörata tähelepanu rakutuuma, samuti ka raku õõnsust läbilõikavate protoplasma-väätide asendi muutustele.

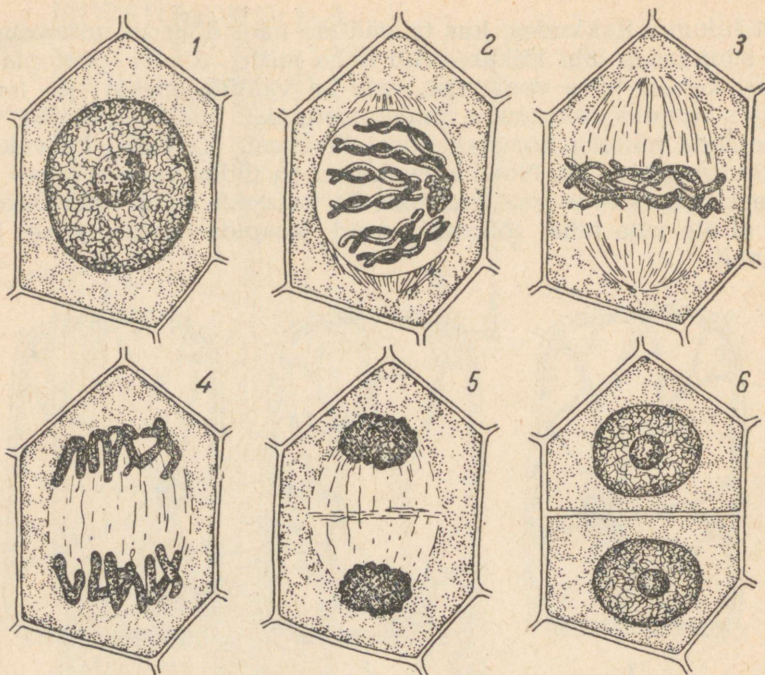
Rakutuum kujutab endast samuti väga tähtsat raku osa. Raku pooldumisele (paljunemisele) eelneb rakutuuma pooldumine, mis toimub kaunis keerukalt.

Skemaatiliselt on see kujutatud joonisel 6.

Siin näeme ühte raku niinimetatud puhkuseolekus, kus pole veel märgata mingisuguseid tunnuseid tema eelseisvast pooldumisest (joon. 6, 1). See on noor rakk, mis omab väga õhukest, vaevaltmärgatavat kesta ja on tervenisti täidetud protoplasma-ga, milles leiduvad väikesed vakuoolid. Sellises rakus võtab rakutuum enda alla kogu tema keskosa. Tuumas võib märgata vaid peent võrgukest tihedast, kromatiiniks nimetatavast ainek-st ja väikest kehakest, mida nimetatakse tuumakeseks.

Siis aga valmistub rakk ette pooldumiseks. Kromatiinvõrk jaguneb mitmeks lõiguks, mida nimetatakse kromosoomideks, tuumake aga lahustub järk-järgult ja kaob. Igale taimeliigile ja -sordile on omane teatav kindel arv kromosoomi. Meie joonisel, mis kujutab rakkude pooldumist sibula juure kasvukuhikus, on see arv kuus (joon. 6, 2).

Seejärel algab rakutuuma, täpsemalt raku sisu pooldumine,



Joon. 6. Juure tipust võetud raku pooldumisel rakutuumas ja protoplasmas toimuvate protsesside skemaatiline kujutus.

sest piir rakutuuma ja protoplasma vahel kaob seejuures. Protoplasmas tekib ühest punktist laialiminevaist läbipaistvaist niitidest kaks kuplikest, just nagu kaks teineteisele vastupidiselt asetatud koonust, mis puutuvad teineteisega kokku oma laienuvad alustega (joon. 6, 3). Punkte, kust niidid laiali lähevad, võib võrrelda poolustega, niite endid — meridiaanidega, ja ringjoont, kus ühelt pooluselt lähtuvad niidid puutuvad kokku teiselt pooluselt lähtuvate niitidega, — ekvaatoriga. Sellele ekvaatorile asetuvad nüüd rakutuumas moodustunud kromosoomid.

Edasi lõhestub igaüks neist pikuti pooleks, kaheks peenemaks kromosoomiks, nõndanimetatud tütar-kromosoomideks, mis seejärel hakkavad lähenema poolustele (joon. 6, 4). Seal ühinevad nad üksteisega, moodustades kummalgi poolusel kaunis tiheda kägara (joon. 6, 5). Pärast seda kaovad neid ühendanud värvuseta niidid ja kumbki kromosoomide käger muundub tütar-tuumaks. Vasttekinud tuumade vahele ilmub uus vahesein, mis lahutab teineteisest kaks tütar-rakku (joon. 6, 6). Nii tekkis ühest rakust kaks, mis seejärel vähehaaval suurenevad ja omandavad kumbki sama suuruse, mis oli lähterakul. Seejärel on nad jälle valmis pooldumiseks. Raku pooldumine kestab tavaliselt 2—3 tundi.

Rakk on lihtsaim tüüp, mida võib näha kogu orgaanilises looduses. Ta on kõrgemate organismide alus. Kuid rakk ise, nagu nägime, on küllaltki keeruka ehitusega. Kerkib küsimus: kuidas on ta tekkinud, kust on ta tulnud? Siin ei ole meil võimalik sellel küsimusel üksikasjaliselt peatuda. Märjime vaid seda, et rakk on ilmunud mitte korraga, vaid maakeral esineva elu arenemise väga pikaajalise rakueelse perioodi tulemusena.

F. Engels, kes koos Marxiga rajas teadusliku kommunismi, kirjutas, et „... leidub madalaimate organismide seas terve hulk niisuguseid, mis seisavad rakkudest tublisti madalamal, nagu protamöob, lihtne valgutombuke, ilma igasuguse diferentseerumiseta, terve rida muid moneere ja kõik mõik-rohevetikad (Siphonaeae)“¹. Edasi märkis Engels veel kord: „Madalaimad elusolendid, keda me tunneme, pole nimelt midagi muud kui lihtsad valgutombukesed ning nende juures ilmnevad juba kõik olulisemad eluavaldused“².

Sellest näeme, et elu algab mitte rakuga, vaid millegi vähem keerukaga, s. t. on olemas ka rakueelsel perioodil. Rakust ja tema tekkimisest räägitakse üksikasjaliselt bioloogiateaduste doktori O. B. Lepšinskaja brošüüris „Rakk ja tema tekkimine“³.

SEEMNETE IDANEMINE JA SELLEKS VAJALIKUD TINGIMUSED

Tavaliselt arvatakse, et taime elu algab seemne idanemisega. See ei ole täiesti õige. Oma olemasolu esimesed nädalad kasvab ja areneb organism emataime küljes, toidutagavaradega täituna ja valmiva seemne näol. Noore taime idu toitub ja kasvab emorganismist tulevate toitainete arvel. Viljade varisemise või neist seemnete väljapudenemise momendiks on taimorganism läbinud juba küllalt keeruka arenemistee. Emataime küljest vasteraldunud valminud seeme näib täiesti elutuna ja võib sellises olekus säilida mitu aastat. Ja alles siis, kui ta on sattunud soodsatesse tingimustesse, hakkab ta idanema.

Valminud kuivade seemnete omadus säilitada kaua oma elu võimet on väga suure tähtsusega. Enamik taimi annab valminud seemneid sügiseks, kui talvised külmad hakkavad juba kätte jõudma. Noored, õrnad tõusmed võiksid nende mõjul hävida. Kuumades maades valmivad seemned tavaliselt suvise põua puhul, mis samuti võiks põhjustada nõrga, karastumata järglaskonna hävingu. Kuivad, puhkavad seemned kannatavad aga kahjuta välja niihästi käredate külmad kui ka tugevad põuad, hakates idanema alles siis, kui saabuavad selleks soodsad tingimused.

¹ F. Engels, Anti-Dühring, Tallinn, 1951, lk. 70.

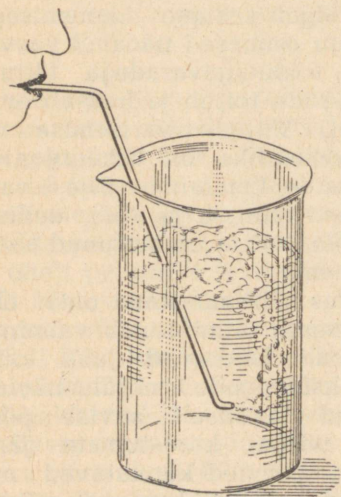
² Sealsamas, lk. 73.

³ Eesti Riiklik Kirjastus, Tallinn, 1952.

Missugused tingimused on siis vajalikud selleks, et seemned võiksid idaneda? Selleks on vaja kolme põhilist tingimust: niiskust, soojust ja õhu ligipääsu. Seemnete idanemiseks, nagu teada, on vaja neid kõigepealt niisutada. Seejuures paisuvad nad tugevasti, nende rakud küllastuvad veega ja seetõttu jätkuvad neis need põhilised elutegevusprotsessid, mis järk-järgult pidurdusid, kui seeme valmis, ja hoopis lakkasid, kui ta sai täiesti valmis ning eraldus emataimest. Eriti taastuvad seejuures ka need rakkude pooldumise ja nende mõõdete suurenemise protsessid, mis, nagu me juba märkisime, on kasvu aluseks. Ilma veeta ei ole kasvamine võimalik.

Kuid kasvu jätkumiseks on veest üksi vähe. On vajalik veel vastav temperatuur. See peab olema igal juhul mitte alla nulli. Kuid temperatuuril pisut üle nulli toimub kasv liiga aeglaselt. Paljud taimed nõuavad seemnete idanemiseks kõrgemaid temperatuure. Nii ei idane mais temperatuuril alla +5 kraadi, puuvilla-põõsas — alla +10 kraadi, melonid ja kurgid — alla +15 kraadi. Kõige kiiremini aga toimub seemnete idanemine peaaegu kõigil taimedel umbes 25—30 kraadi puhul. Niisugusel temperatuuril tavaliselt idandataksegi seemneid seemnekontrolljaamades ja tare-laboratooriumides, kui tahetakse võimalikult rutem määrata nende idanevust, s. t. teada saada, kas nad ei ole kaotanud oma eluvõimet.

Seemnete idanemise kolmandaks tingimuseks on küllaldane õhu ligipääs. Ilma selleta lämbuvad paisunud ja idanemisvalmis seemned, samuti nagu lämbub õhuta iga loom. Teatavasti on õhk vajalik ka inimese hingamiseks. Meie oma kopsudega neelame õhust hapnikku, tagasi aga hingame välja süsihappegaasi. Meie kehas toimuvad pidevalt hapendamisprotsessid, mis on teataval määral sarnased põlemisega. Põlemisel lagunevad orgaanilised ained oma koostisosadeks; süsinik, ühinedes õhu hapnikuga, annab süsihappegaasi, vesinik aga, ühinedes hapnikuga, moodustab vee. Sama toimub ka hingamisel. Kui hingame külmale klaasile, näeme, et ta muutub higiseks, temale langeb kopsudest väljunud veeaur. Lastes oma kopsudest tuleva õhu ettevaatlikult klaastoru kaudu läbi klaasi valatud lubjavee (joon. 7), leiame, et



Joon. 7. Kopsudest tuleva õhu laskmine klaastorukese kaudu lubjavette. Vesi sogastub selles õhus sisalduvast süsihappegaasist.

vesi muutub seejuures sogaseks. Selle sogasuse ilmumine näitab, et väljahingatavas õhus on süsihappegaasi, mis lubjaveega annab valge kriidisdademe.

Süsihappegaasi eritamist idanevate seemnete poolt on üsna kerge tõestada. Selleks tarvitseb vaid puistata paks kiht idanevaid seemneid klaasist konservipurgi põhjale ja, katnud purgi kaanega, jätta 2—3 tunniks seisma. Lasknud seejärel purki põleva peeru, näeme, et ta kustub. See tähendab, et idanevad seemned on purgis olevast õhust ära neelanud hapniku ja selle asemele eritanud süsihappegaasi. Selline õhk ei ole enam kõlblik ei põlemiseks ega ka hingamiseks. Ja kui purk seemnetega tihedalt sulgeda ning sel kujul kauaks seisma jätta, siis lakkavad seemned idanemast, lämbuvad ja hävivad (hakkavad mädanema).

Hingamine on põhiline eluprotsess, omane igale elusorganismile. Ilma hapnikuta ei saa eluprotsessid toimuda ei loomadel ega ka taimedel.

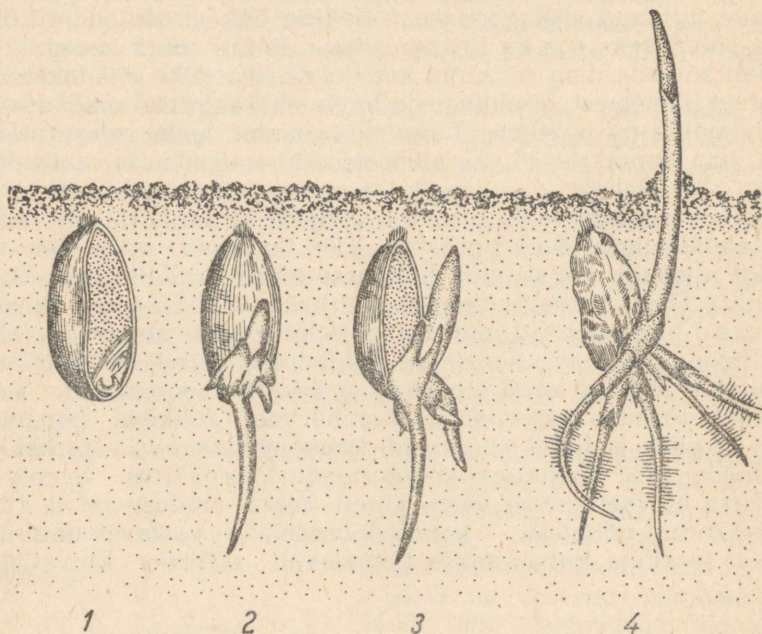
Kuivadel seemnetel ei ole vaja hingata ja nad võivad kaua aega säilida ilma õhu ligipääsuta; kuid tarvitseb neil kas või veidigi niiskuda või sattuda hoidlasse mitte küllalt kuivadena või mitte täiesti valminutena, et nad hakkaksid hingama, et neis toimuksid eluprotsessid, mis antud juhul võivad anda väga ebasoovitavaid tulemusi. Suurtesse kuhjadesse aetud või hoidlasse paigutatud niisked terad hingavad ja seetõttu soojenevad. Temperatuuri tõusuga tugevneb hingamine veel rohkem, hapnikku enam ei piisa ja terad lämbuvad, kaotavad idanevuse ja hakkavad mädanema, kusjuures langeb nende toiteväärtus. Seepärast võetakse elevaatoreisse vastu ainult kuiva, teaduse poolt kindlaksmääratud nõuetele — konditsioonidele — vastavat teravilja. Niisket teravilja kuivatatakse täiendavalt erilistes kuivatistes.

IDANDITE KASVAMINE JA TOITUMINE

Niisiis vajavad idanevad seemned niiskust, soojust ja õhu hapnikku. Kui nad saavad seda kõike küllaldaselt hulgal, siis annavad nad kiiresti tõusmed ja muunduvad noorteks taimedeks. Esimesena hakkab kasvama juureke, mis suundub mulda, hargneb ja tungib üha laiemalt pinnasesse. Juurekese järel sirgub ülespoole kasvav vars, millel peagi puhkevad noored rohelised lehed. Tekib küsimus, kuidas moodustuvad need taime organid ja kust võetakse need ained, mis on vajalikud nende kujundamiseks? On ju teadus ammu kindlaks teinud, et aine ei saa tekkida mittemillestki. Maakeral näeme vaid ühtede ainete muundumist teisteks, kusjuures aine üldine hulk jääb püsivaks. See on üks kõige põhilisemaid loodusseadusi — aine jäävuse seadus, mille esmakordselt avastas umbes 200 aasta eest üks suurimaid vene teadlasi — Mihhail Vassiljevits Lomonossov. Sellele seadusele alluvad ka elusorganismid. Nad ei saa luua oma keha ainet mittemillestki,

samuti nagu nad ei saa jäljetult kaduda. Pärast surma laguneb nende keha vaid koostisosadeks, muundub lihtsamateks aineteks, mis hajuvad õhku või ladestuvad mullas huumuse näol.

Millest tekivad noore taime esimesed juurekesed ja lehed? Seda pole raske selgitada, kui tähelepanelikult tutvuda seemne ehitusega. Selleks on kõige parem kasutada suurendusklaasi (luupi). Eri taimede seemned on erisuguse ehitusega. Kõiki neid erinevusi seemnete ehituses võib ühendada kaheks-kolmeks tüübiks.



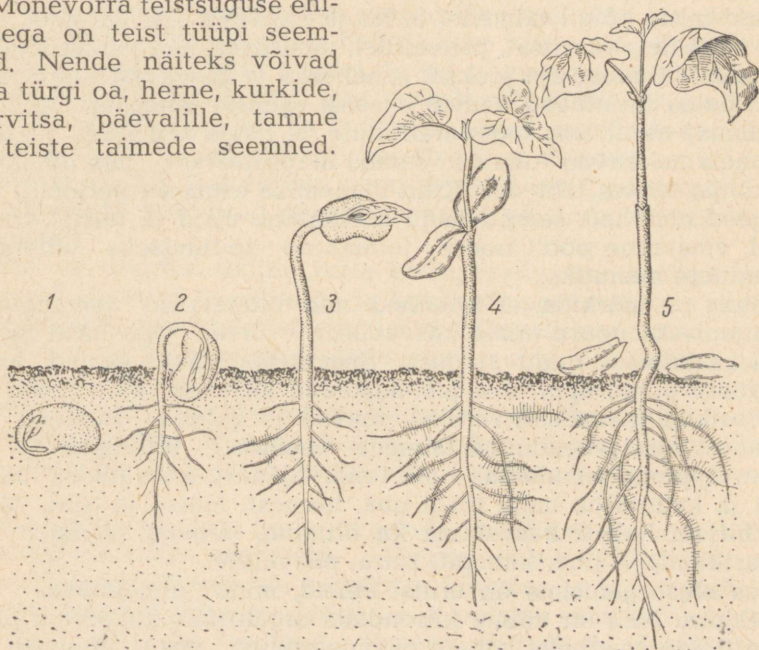
Joon. 8. Nisutera ehitus ja idanemine. Vasakul (1) — idanemata tera läbilõikes. All — tema idu, milles on näha pungake ja juurekese suge; tera kogu ülemise osa moodustab endosperm. Keskel — (2 ja 3) — idanemise algus (2 — vaade pinnalt, 3 — läbilõikes). Paremal (4) — idand on mullapinnale välja tulnud, endosperm on kiprunud, juurekese küljes on tekkinud niiskust imavad juurekarvad.

Seemnete ehituse ühe väga levinud tüübina võtame nisutera (joon. 8). Kui teda leotame ja tema seejärel pikuti pooleks lõikame, siis näeme järgmist: külje pool all on idu, milles võib üsna kergesti eristada esimese juurekese suget, mis on suunatud allapoole, ja pungakest, mis on suunatud ülespoole ning koosneb mitmest, üksteist järjestikku katvaist esimeste lehtede sugetest. Seemne kogu ülejäänud osa kujutab endast just nagu ühtset massi. Tegelikult aga koosneb kogu see seemne osa, mis teaduses on saanud nimetuse endosperm, kaunis suurtest mitme-

tahulistest rakkudest, mis on tihedalt täidetud ümarjate või nurgeliste tärglisteradega. See on hästi näha mikroskoobi all. Jahvatamisel annabki endosperm jahu põhilise massi, idu aga läheb seejuures enamasti ühes tera väliste kestadega kliide hulka. Endospermi rakud purustatakse jahvatamisel ja tärglisterad lagunevad pulbriks.

Kui jälgida nisutera ehituse muutusi tema idanemisel, siis näeme, et endosperm seejuures algul peaaegu ei muutu, kuid hiljem tema sisu vedeldub ja muutub pudrusarnaseks. Idu aga kasvab, idu juurekese suge sirgub, läbib tera ja muundub idandi juureks. Seejärel hakkavad kasvama ka lehekesed, sirgudes ülespoole teravneva otsaga torukese kujul. Kasvab, nagu näeme, mitte kogu tera, vaid ainult tema idu. Endosperm aga idanemisel mitte ainult ei suurene, vaid, vastupidi, järk-järgult kiprub, väheneb ja lõpuks kuivab hoopis kokku. See kõik näitab selgesti, et kasvava idu mõõdete suurenemine toimub endospermi arvel. Idu imab endospermist oma kasvamiseks vajalikke toitaineid. Endospermile peame seepärast vaatama kui varutoitainete mahutile, milledega emataim varustab oma järglaskonda selle elu esimesel perioodil.

Mõnevõrra teistsuguse ehitusega on teist tüüpi seemned. Nende näiteks võivad olla türgi oa, herne, kurkide, kõrvitsa, päevalille, tamme ja teiste taimede seemned.



Joon. 9. Türgi oa seemne ehitus ja idanemine. Vasakul (1) — idanemata seemne läbilõikes; on näha pungake, mis asetseb idulehe sisemisel küljel. 2 — varreke toob idulehed maapinnale. 3, 4 — esimese lehepaari puhkemine. 5 — idulehed on ära langenud, ilmub teine lehepaar.

Kui nad pehmeks leotada, võib neilt kesta kergesti ära võtta; siis näeme, et seeme koosneb kahest lihakast poolmest, mida nimetatakse idulehtedeks ja mis ainult ühes kohas on teineteisega nõrgalt ühenduses. Kui üks iduleht ära võtta, murdes ta ühenduskohast lahti, siis leiame siin väikese juurekese, mis ülemises osas läheb üle väga väikeseks, konksu kooldunud varrekeks; viimasel on otsal väike pungake, milles võib eristada lehekeste algeid. Selle varrekeste külge ongi kummaltki poolt kinnitatud lihakad idulehed, samuti nagu liblika tiivad on kinnitatud tema selja külge (joon. 9).

Tippinud türgi oa seemned mulda, näeme teistsugust idanemise pilti, erinevat sellest, mida nägime nisu idanemisel. Kõigepealt hakkab kasvama juureke, mis läbib kesta ja tungib sügavale maasse. Seejärel hakkab pikinema varreke ja toob idulehed maapinnale. Pärast seda hakkab kasvama idulehtede vahel asetsev pungake, temast sirgub välja varreke esimese lehepaariga, seejärel ilmub teine paar lehti ja nii edasi. Idulehed aga hakkavad vähehaaval kipruma, kuivama ja langevad varsti hoopis ära — samuti nagu endosperm, on ka nemad varuainete mahutiks ja annavad neid kord-korralt idu kasvavatele osadele, mis seemnes olid tihedalt nende vahele surutud.

Kuid mitte kõigil taimedel ei lange idulehed ära. Paljudel, näiteks kurkidel, kõrvitsal, päevalillel, muutuvad nad pärast mullast väljumist lühikese aja jooksul roheliseks ja kasvavad suuremaks. Õieti öelda kujutavad nemad enesest esimest lehepaari. Andnud idanemise algul oma tagavarad idule, ei lange nad siiski seejärel ära; neis hakkavad toimuma samad eluprotsessid, mis toimuvad ka kõigis teistes lehtedes. Kuid idanemise esimesel perioodil on ka need idulehed, samuti nagu endosperm nisul ja teistel kõrrelistel, emataime poolt noore taimekese toitumiseks talletatud varuainete mahutiks.

Tähtis on märkida, et toitained, mis talletatakse seemnetesse kasutamiseks noore taime kasvamisel, võivad väga hästi rahuldada ka inimese toiduvajadusi. Seemnetes leiame samad kolm toitainete põhigruppi, mis moodustavad ka meie toidu: need on süsivesikud (peamiselt tärklis), rasvad ja valgud. Inimene on igivanast ajast veendunud taimede seemnete toitvuses ja on ammu õppinud rahuldama oma toiduvajadust, kasvatades kõrsvilju ja kaunvilju, nagu türgi uba, hernest, läätsed ja teisi. Mõni aeg hiljem hakati kasvatama ka õlitaimi, millede seemned on rasvarikkad, — lina, kanepit, tutra, päevalille.

Igas elusorganismis on erilisi aineid, mida nimetatakse fermentideks. Neil on võime kiirendada organismis kulgevaid protsesse (toidu seedimist, ainete oksüdeerumist jms.). Inimese ja samuti ka loomade organismis töötavad neid fermente välja erilised näärmed, taimedel aga nende elusad rakud. Nisuteras, idu ja endospermi vahelisel piiril, leiame niinimetatud kilbikese — liistaku mõnest reast elutegevuses olevaist rakkudest, mis tööta-

vad välja väga aktiivset fermenti — amülaasi, mis seejärel läheb endospermi ja soodustab seal talletatud tärklise lahustumist. Kuid kõige sagedamini töötatakse taimedel fermente välja samades rakkudes, milledes on talletatud ka varuained. Kuivades seemnetes ei avaldu nende fermentide aktiivsus, kuid seemnete niisutamise puhul nad lahustuvad ja mõjutavad nende rakkudesse talletatud varuaineid. Nende aktiivsus kasvab väga kiiresti ja nad hakkavad samades rakkudes talletatud varuaineid energiliselt lahustama. Nende varuainete kergesti liikuvad laguproduktid tungivad seejärel seemne kasvava idu rakkude juurde ning kasutatakse nende poolt hingamisel ja kasvamisel.

TAIME KASVAVATE ORGANITE LIIGUTUSED

Esimesel pilgul näib, et taim ei ole võimeline iseseisvalt liigutsi tegema. Kuid tähelepanelikul vaatlusel pole raske märgata, et taimel on selgesti väljenduv liikuvus.

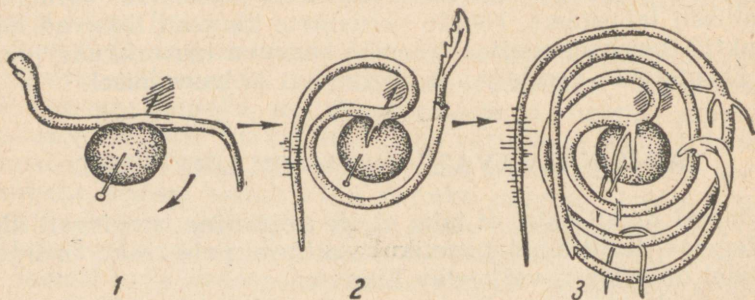
Kõigepealt pöörame tähelepanu tõsiasi järele, et taim asetseb ruumis alati teatavas rangelt kindlas asendis. Tema juured lähevad alati allapoole, maasse, aga varred tõusevad üles ja laotavad laiali oma lehed, asetades nad päikese kiirte alla. Seejuures on paljudel taimedel, eriti puudel, tüved suunatud üles vertikaalselt. Kes ei oleks täheldanud, kui rangelt rööbiti üksteisega kerkivad üles põliste mändide ja kuuskede tüved, moodustades ülevaid kolonnaade (sammastikke); kui otse üles tõstavad oma pead kõrsviljade külvid; kui sirgelt, nagu soldatid rivis, seisavad kollaste mütsidega kroonitud päevalillevarred või toredate peadega maisivarred.

Millest on tingitud selline varte korrapärane suund kõigil neil taimedel? Langevad ju mändide ja kuuskede seemned maa peale mitmesugustes asendites; maisiterad või päevalilleseemned satuvad külvimisel külvimasina seemendist mulda nii kuidas juhtub, keegi ei tipi neid tingimata nii, et juureke oleks suunatud allapoole, varreke aga ülespoole. Varte rangelt vertikaalne asend saavutatakse mitte sellega, kuidas asetub seeme langemisel mulda, vaid noorte kasvavate idandite kindlasuunaliste liigutustega.

Neid liigutsi on väga kerge avastada, selleks ei ole vaja mitte mingisuguseid erilisi seadmeid. Võtame mõne küllalt suure seemne, näiteks põldoa- või hernetera. Leotame ta vees pehmeks ja laseme tal veidi idanema hakata, s. t. ootame seni, kui juureke on kestast veidi läbi tunginud. Pistame nõõpnõela idulehtedest läbi ja kinnitame selle abil seemne korgi külge, mis on kirjalakiga kleebitud neljanurgelise klaasanuma või teeklaasi seina külge. Et idanev seeme oleks kogu aeg niiskes õhus, valame anuma põhjale veidi vett, seinad vooderdame märja paberiga ja katame anuma pealt klaasplaadiga. Niisuguses anumast võib

seeme kaunis kaua idaneda selle vee arvel, mida ta leotamisel endasse imes, ja me võime vaadelda noore juureke ja varreke kaitumist.

Kui seame seemne nõõpnõelal nii, et tema juureke oleks suunatud otse alla, siis ta jätkabki kasvamist selles suunas, varreke aga hakkab kasvama ülespoole. Põõrame nüüd seemne nii, et veidi sirgunud juureke ja varreke satuksid rõõtsasse asendisse.



Joon. 10. Herne idand niiskes keskkonnas. Kui teda nõõpnõelal põõrata, vastab ta sellele oma varreke ja juureke kõõverdumistega.

Mõne tunni pärast näeme, et idandi juureke on kõõverdunud ja tema otsake osutub uuesti otse allapoole suunatuks, varreke aga kõõldub ülespoole. Seejuures on juure kõõverdus väga järsk ja tekib just otsakese ligidal, juure suurem osa aga jääbki rõõtsasse asendisse. Vars kõõverdub sujuvamalt ja seejuures seemnele lähemalt. Kuid varrelgi jääb vanem osa sirgeks ning rõõtsalt asetsevaks (joon. 10, 1).

Põõrame nüüd herne idandi nõõpnõelal nii, et kogu tema juur oleks suunatud ülespoole, varreke aga allapoole; seejuures nende otsakesed, mis idandi esimese põõramise puhul kõõldusid täisnurga all, osutuvad rõõtsalt asetsevaiks. Taim vastab sellele juure otsakese uue kõõverdumisega allapoole, kuna varre tipp põõrdub ülespoole, võttes seejuures üsna kummalise kuju (joon. 10, 2).

Põõrame teda veel kord — saame jälle uued kõõverdused (joon. 10, 3).

Kui me enne idandi seadmist rõõtsasse asendisse teeme nii varrele kui ka juurele tuõsiga peened kriipsukesed 1—2 millimeetri kaugusele üksteisest, nagu tegime juba põõdoa idanditel (vt. joon. 1), siis näeme, et kriipsukesed on õõpõõva pärast üksteisest kõõige kaugemal just seal, kus on tekkinud kõõige järsem kõõverdus. See näitab, et juure ja varre kõõverdused on tihedalt seotud kasvamisega, et kõõverdub vaid see osa, mis kasvab. Juure ja varre osad, mis oma pikkuskasvu on juba lõpetanud, jäävad rõõtsasse asendisse, nad on juba kaotanud võime kõõverduda.

Umbes samasuguse katse võime teha ka vanemate taimedega. Võtame näiteks mingisuguse lillepotis kasvatatava toataime kiiresti kasvava võsu (joon. 11, 1) ja paneme ta küliti. Päeva pärast näeme, et võsu on kooldunud ja tema ülemine osa asetseb jälle vertikaalselt (joon. 11, 2). Pöörame nüüd poti kummuli — võsu kooldub uuesti ja kasvab jälle otse ülespoole (joon. 11, 3).

Missugused järeldused võib nendest katsetest teha? Esiteks, me veendusime, et taimed on võimelised iseseisvalt liikuma. Kui asetame nad rõhtsalt, ei jää nad neile antud asendisse, vaid muudavad seda, nende varred kõverduvad ülespoole, juured alla-pool. Sellest võime teha järelduse, et taimedele avaldab mõju raskustungi suund (alla- ja ülespoole — see tähendab, raskustungi suunas ja vastupidises suunas) ja et taimed vastavad sellele suunale oma kõverdumistega. Järelikult on nad võimelised mitte ainult iseseisvalt liikuma, vaid ka reageerima muutustele



Joon. 11. Toataime kiiresti kasvav võsu võtab uuesti vertikaalse asendi, kui pöörata potti, milles ta kasvab.

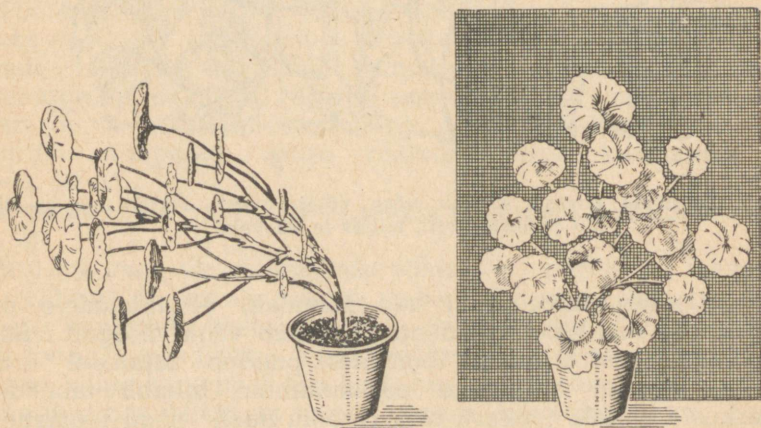
neid ümbritsevas keskkonnas; see tähendab, et taimedele on omane tundlikkus, kuigi see nendel avaldub väga nõrgalt. See on arusaadav, sest erinevalt loomadest puudub taimedel erk-kond. Vastuvõetud mõjutuste edasiandmine toimub taimedel mitte erkusid mööda jooksva elektrivoolu näol, nagu loomadel, vaid kasvukuhikust laialivalguva kasvuaine — auksiini (üksikasjalisemalt vt. allpool) voolu näol; auksiin koguneb taime ühele või teisele küljele ja kutsub esile tema vastavad kõverdu-

mised. Taimedel avaldub liikumine ka palju nõrgemalt kui loomadel. Taimede liigutused teostuvad peamiselt seoses ebaühtlase kasvamisega. Seepärast osutuvad neil liikuvaiks ainult kasvavad noored osad ja liigutused ise seisnevad vaid kõverdumistes.

Need kõverdumised teostuvad järgmisel viisil: kasvava organi, näiteks varre või juure üks külj hakkab kasvama kiiremini, teine aga aeglasemalt. See erinevus kasvamise kiiruses viib puhtfüüsikaliste põhjuste tõttu selleni, et kiiremini kasvav külj muutub kumeraks, aeglasemalt kasvav aga nõgusaks, ja kogu elund kõverdub aeglasemalt kasvava külje poole. Taime iga liigutus osutub seepärast juba muutmatuks, kinnistatud kasvuks. Kui seame raskustungi mõjul kõverdunud idandi uuesti esialgsesse asendisse (meie katses piisab sellest, kui pöörata ta nõopnõelal vastupidisesse külge), siis ta ei muutu lihtsalt sirgeks, vaid tal tekivad uued kõverdused; vars ja juur säilitavad kogu oma elu ajaks kaks korda koolutatud käänakud, mis on seda järsemad ning märgatavamad, mida kauem idand oli rõhtsas asendis.

KASVU KEEMILISED ERGUTAJAD

Mis sunnib rõhtsalt asetatud idandi ühte külge kasvama kiiremini, teist aeglasemalt? Sellele küsimusele ei olnud kerge vastata; oli vaja palju pingutatavat tööd rea teadlaste poolt, et saada täiesti selge vastus. Nende uurimiste tulemusena läks korda selgitada, et rakkude kasvamiseks on peale vee ja toitainete juurdevoolu, hapniku ligipääsu ja nõutava temperatuuri veel vaja, et nad oleksid varustatud erilise, taimedes enestes väljatöötatava, tugevasti mõjuva ainega, mis voolab varre kasvavate osade



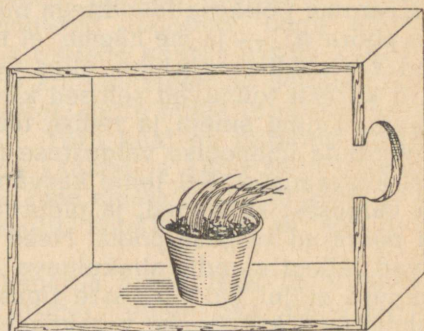
Joon. 12. Pelargoon, mis on asetatud toas aknast kaugemale. Vasakul — vaade külje poolt, paremal — vaade akna poolt.

juurde tema tipust. Lõikame ära taime kasvava organi päris otsakese, näiteks maisi või päevalille idandi tipu. Siis jääb idandi kasvamine korraga seisma. Kasv võib jätkuda, kui äralõigatud tipp või peake õhukese želatiinikihi abil tagasi kleepida. Seejuures ei ole vaja tagasi kleepida just sedasama peakest. Võib võtta peakese ka teiselt taimelt, kui ta aga lõikepinnale hästi sobib. Võib lõpuks hankida seda tugevasti mõjuvat ainet idandi tipust; selleks tarvitseb vaid asetada idandi tipp õhukesele plaadikesele želatiinitarretisest, jätta sinna mõneks tunniks ja seejärel asetada see plaadike idandi varrekese läbilõigatud pinnale. Želatiinplaadikesse kogunenud aine läheb üle idandisse ja selle kasvamine algab uuesti.

Hiljem läks korda varte kasvavates tippudes tekkivat aktiivset ainet puhtal kujul eraldada ja tema keemiline koostis ning ehitus kindlaks teha. Ta nimetati auksiiniks. Selle aine avastamine võimaldas viimaks selgitada, miks rõhtsalt asetatud vars kõverdub ülespoole. Seni kui vars kasvab otse, laskub eritatav auksiin kasvavast tipust vart mööda alla, jaotudes ühtlaselt tema kõiki külgi mööda, ja need kasvavad ühesuguse kiirusega. Kui aga asetada vars rõhtsalt, hakkab auksiin kogunema peamiselt alumisse külge, mis seetõttu kasvab kiiremini, ja vars kõverdub ülespoole. Kõverdumine kestab seni, kuni vars võtab uuesti vertikaalse asendi ja auksiini vool jaotub uuesti ühtlaselt varre kõigi külgede vahel.

Mõnevõrra raskemaks osutus teise küsimuse lahendamine: mispärast rõhtsalt asetatud juur kõverdub mitte ülespoole, vaid allapoole?

Auksiin koguneb ka juures peamiselt selle alumisse külge. Kuid siin avaldub auksiini tähelepanuväärne omadus: ta tugevdab kasvu vaid seni, kuni teda on vähe, mitte rohkem kui sajanäidud või isegi tuhandikud milligrammid kogu idandi kohta. Kui teda koguneb aga rohkem, siis ta enam ei kiirenda, vaid, vastupidi, pidurdab kasvu. Selline üleminek tugevdavalt mõjult pidurdavale on omane mitte ainult auksiinile. Sedasama võib täheldada ka teiste tugevasti mõjuvate ainete, näiteks paljude ravimite juures. Väga väikeste annustena tõstavad sellised mürgid, nagu strühniin ja arseenik (rotimürk), inimese organismi elutegevust ning neid tarvitatakse ravimitena, kuid suurte annustena mõjuvad nad juba mürgitavalt ja võivad põhjustada isegi surma.



Joon. 13. Kaera idandid pimedas, ühe väikese avaga kastis. Kõik idandid on järsult kooldunud valguse suunas.

Taimede eri organid ei ole auksiini suhtes ühteviisi tundlikud. Need auksiinihulgad, mis tugevdavad varte kasvu, osutuvad juurte kasvule juba pidurdavaiks, kuna juurteil avaldub palju suurem tundlikkus auksiini toime vastu. Selgub, et need auksiinihulgad, mis kogunevad rõhtsalt asetatud juure alumisse külge, enam ei tugevda, vaid pidurdavad selle külje kasvu, ja seepärast kõverdub juur raskustungi mõjul mitte ülespoole, vaid allapoole. Juure ja varre erinev tundlikkus auksiini suhtes — see osutus küsimuse lahenduseks, miks nende käitumine idandi rõhtsa asendi puhul on erinev.

Taimede kasvavate osade liigutused ei ole tingitud mitte ainult mõjust, mida avaldab neile raskustung. Suurt tähtsust omab ka valgus. Kõigile on teada, et toas kasvatatavad taimed alati sirutuvad akende poole (joon. 12). Valguse poolt esilekutsutavaid liigutusi võib eriti selgelt täheldada noortel idanditel, kui nad katta pappkarbi või vineerkastiga, mille ühes seinas on väike ava. Lühikese aja, kõigest 2—3 tunni pärast on kõik idandid kooldunud järsult selle ava kaudu neile langeva valguse suunas (joon. 13).

Keerame potikese idanditega nii, et need oleksid valguse poolt ära pööratud, — ja me näeme, et mõne aja pärast nad on kooldunud vastupidisesse külge, olles jällegi suunatud valguse poole. Eriti kiiresti toimuvad sellised kõverdumised väga noortel kaera idanditel ning sinepi ja redise tõusmetel. See taimede võime kõverduda ühepoolse valgustuse mõjul on põhjustatud ebaühtlasest kasvamisest. Sel juhul kasvab kiiremini see idandi külg, mis on valgusest kaugemal, ja pidurdub selle külje kasvamine, mis on pööratud valguse poole. Need erinevused kasvu kiiruses sõltuvad jällegi idandis allakulgeva auksiini ebaühtlasest jaotusest. Valguse mõjul kaldub varre tipust tulev auksiini vool vähem valgustatud küljele ja tugevdades kasvu, kutsub esile kogu idandi kaldumise valguse poole.

Sellised on taimede tähtsaimad kasvuliigutused, põhjustatud ühepoolsest valgustusest ja raskustungi suunast. Võime nendeks liigutusteks avaldub eriti ilmselt peavarrel ja peajuurel. Külgharudel ja küljuurteil avalduvad need liigutused palju nõrgemalt, kõige väiksemad oksakesed ja juurekesed aga ei oma kindlat kasvusuunda ja asetsevad kuidas juhtub. Kuid peaaegu kõigi taimede (peale kõrreliste ja tarnade) lehtedel leiame selgelt väljendatud tungi asetuda risti neile langevatele valguskiirtele.

Taimede võime asetada oma organeid teataval täiesti kindlal viisil horisondi ja valguse suuna suhtes omab nende elus väga suurt tähtsust. Selle võime tõttu tungivad noorte idandite varred eksimatult maapinnale ja toovad oma lehed valguse kätte; juured aga suunduvad kindlalt mullasügavusse, otsides vett ja toitaineid.



Teine peatükk

TAIME TOITUMINE ÕHUST

MILLEST KOOSNEB TAIME KEHA

Seni käsitasime kasvu kui taime, samuti ka tema üksikute osade mõõdete suurenemist. Need taimed, millede kasvamine kestab sajandeid, võivad saavutada gigantseid mõõteid, nagu näiteks mõned tammed ja mammutipuud, millede kõrgus ulatub kuni 100 ja rohkem meetrini, läbimõõt aga kuni 10 meetrini. Selline kolossaalne mõõdete suurenemine seletub suure hulga orgaanilise aine kogumisega nende taimede poolt. Tõru kaal on miljonid korrad väiksem temast kasvanud tamme kaalust ja kogu selle orgaanilise aine, mille taim on kogunud oma eluaja kestel tüvesse, juurtesse ja lehtedesse, pidi ta kusagilt hankima; ta ei saa seda ainet luua mittemillestki.

Orgaanilist ainet võib taim hankida ainult teda ümbritsevast keskkonnast. Nagu juba märkisime, ütleb üks nüüdisaegse loodusteaduse põhiline seadus, et materia ei kao ega teki juurde, ta võib vaid ühest esinemisvormist teise üle minna. Seejuures võivad tekkida uued ained ehk, nagu ütlevad keemikud, uued ühendid, kuid materia üldine hulk jääb kõigi nende muunduste puhul muutumatuks. Esimesel pilgul näib, nagu räägiks sellele vastu niisugune üldtuntud tõsiasi nagu küttepuude ärapõlemine ahjus, kus puud kaovad, jättes järele vaid väikese hunnikukese tuhka. Kuid keemia õpetab meile, et see ärapõlenud kütteaine kadumine ei ole teda moodustanud aine kadumine, vaid ainult selle üleminek teise vormi, muundumine sellisteks aineteks, mis ei ole enam tahked, vaid gaasitaolised ja põlemisel haihtuvad. Need ained on süsihappegaas, mis tekib kütteaine süsiniku ühinemisel õhu hapnikuga, ja veeaur. Põlemisel tekkinud ainete täpne analüüs näitab, et nende üldsumma, nende kaal ei ole väiksem, vaid suurem kui ärapõlenud kütteaine kaal, sest et nendele on lisandunud veel õhu hapnik.

Kui näeme ümbritsevas looduses ühtede või teiste kehade

tekkimist või kadumist, siis peame endilt küsima, kust on tulnud see aine, millest koosnevad uuea tekkivad kehad, ja kuhu on jäänud kadunud kehade aine. Teisiti öeldes, me peame uurima, missugused ümbritseva keskkonna ained võisid olla materjaliks nende uute kehade tekkimiseks ja missugusteks ümbritsevasse keskkonda antavaiks aineiks muunduvad meid huvitavad kehad.

Kust tulevad need ained, milledest taimed ehitavad oma keha? Osa neist ainetest saavad taimed lahuste näol, mida nad juurte abil imavad mullast, osa aga ümbritsevas õhus olevate gaasitaoliste ainete näol. Kõik need ained sisestuvad taimesse meile märkamatuks. See põhjustas väga kaua raskusi taimede toitumise küsimuse selgitamisel. Õiged kujutlused sellest tekkisid alles vähem kui 200 aastat tagasi.

Et mõista, kuidas ja millest ehitab taim oma keha ained, on vaja kõigepealt tutvuda tema keemilise koostisega. Taime täielikust keemilisest analüüsist nähtub, et kõige rohkem on tema kehas vett. Kui võtta taime mahlakad osad — lehed, õied, viljad, noored varred ja juured — ning kuivatada nad päikesepaistel või ahju peal, siis näeme, et nad kaotavad 80—90 protsenti oma kaalust aurunud vee arvel. Ja ainult 10—20 protsenti tuleb kuiva jäägi peale, mida teaduses on hakatud nimetama kuivaineiks.

Edasise analüüsi jaoks on vaja see kuivaine ära põletada nii, et oleks võimalik põlemissaadused kinni püüda ja neid analüüsida. Selleks teostatakse põletamist klaastorus, millest lastakse läbi hapnik, mis seejärel satub erilistesse neelajatesse; need püüavad kinni põletamisel saadud gaasitaolised ained. Nende neelajate abil avastame, et põletamisel tekkisid süsihappegaas ja vesi, samuti ka teatav hulk lämmastikku, s. o. sama gaasi, mida sisaldab atmosfääri õhk.

Et süsihappegaasi ja vee keemiline koostis on hästi teada, siis on nende hulga järgi võimalik kindlaks määrata, kui palju oli kuivaines süsinikku ja vesinikku. Võib ka teada saada, kui palju saadi põlemisel lämmastikku, ja välja arvutada, kui palju oli kuivaines keemiliselt seotud hapnikku. Pärast põletamist saadud tuhka võib samuti keemiliselt analüüsida. Lõppude lõpuks saame teada taime kuivaine täieliku koostise.

Kuivaine keemiline koostis eri taimedel kõigub tunduvalt. Kõige sagedamini leiame temas 45 protsenti süsinikku, 42 protsenti hapnikku, umbes 6,5 protsenti vesinikku ja 1,5 protsenti lämmastikku. Umbes 5 protsenti tuleb tuha arvele.

Niisiis, tuhka arvestamata, koosneb taime keha peamiselt neljast elemendist: süsinikust, hapnikust, vesinikust ja lämmastikust. Süsinikku on temas kõige rohkem ja seda on ka kõige kergem avastada: tarvitseb ainult ükskõik missugust taimeosa tugevasti kuumutada, ja ta hakkab söestuma. See tuleb sellest, et teda moodustavad ained kuumutamisel lagunevad; hapnik, vesinik ja lämmastik haihtuvad, süsinik aga jääb järele söe näol.

Selgitanud niiviisi taime keemilise koostise, võime asuda

uurima küsimust, kust võtab taim elemendid, millest ta koosneb. Kõige kergem on lahendada küsimust, kust tulevad hapnik ja vesinik. Nagu teada, annavad need kaks elementi ühinedes vee. Vett on aga mullas alati, kuna teda sajab sellele vihma ja lume näol¹. Vesi niisutab mulla ülemisi kihte, kus asetseb ka juurestik. Viimase üheks tähtsaimaks ülesandeks on taime varustamine veega, mis moodustab 80—90 protsenti taime üldisest kaalust. Keemia õpetab, et vesi astub kergesti mitmesugustesse keemilistesse ühenditesse. Seepärast võib vesinikku ja hapnikku, mis sisalduvad taimedes ning võtavad osa valkude, rasvade ja süsivesikute ehitamisest, kergesti saada veest.

ÕHU SUSIHAPPEGAASI KASUTAMINE TAIME POOLT

Palju keerukam on selgitada küsimust, kust on pärit taimede koostisse kuuluv süsinik. Väga kaua arvati, et taim saab mullast mitte ainult vett, vaid ka süsinikku ja kõiki teisi temale vajalikke toitaineid. Arvati, et taim toitub „maa mahladest“. Juba vanaajal arvas üks õpetlane (Aristoteles), et taimedel ei ole magu ega teisi seedeelundeid seepärast, et neid asendab muld. Siin mädanevad ja seeduvad taimede ning loomade jäänused, mis on taimedele toiduks. Viimased tarvitsevat nagu juba seeditud toitu vaid oma juurte abil imada. See õpetus vastas ka tähelepanekutele, mida paljude sajandite kestel olid teinud põlluharijad, kes oma kogemuste põhjal veendusid, et maa annab seda suurema saagi, mida rohkem on teda väetatud, ja et parimateks väetisteks on just loomade ja taimede jäänused. Seepärast ei tekitanud õpetus, et taimede põhiliseks toiduks on „maa mahlad“, paljude sajandite jooksul mingisuguseid kahtlusi.

Aine jäävuse seadus ei olnud neil aegadel veel avastatud, ja inimesed mõtlesid vähe selle vahe üle, mis esines mulda viidavate väetiste kaalu ja põllult äraveetava viljasaagi kaalu vahel. Alles XVII sajandil proovis õpetlane van Helmont esmakordselt katse abil lahendada küsimust, kust saab taim oma keha ehitamiseks vajalikud ained. Ta võttis püti kaalutud mullaga ja istutas sinna pajuksa, mille kaal oli eelnevalt kindlaks tehtud, kasvas teda mitu aastat ja kogus hoolikalt kokku kõik varisenud lehed. Kui oli kasvanud väike puuke, võttis ta selle ettevaatlikult pütist välja, raputas hoolikalt kõik mulla juurte küljest pütти ja seejärel kaalus eraldi ära puukese koos kõigi varisenud lehtedega ja pütти jäänud mulla. Ta sai hämmastava tulemuse: paju kaalus mitu kilogrammi, aga muld oli kaotanud kõigest mõnikümmend grammi, s. o. umbes sada korda vähem. Kust oli tulnud paju poolt kogutud aine? Nähtavasti mitte mullast.

¹ Peale otseselt sademetest saadava vee leidub mullas ka kapillaarsuse tõttu tõusnud põhjavett. — Toim.

Van Helmont oletas, et paju oli saanud selle veest, millega ta mulda pütis korrapäraselt kastis.

See oletus oli vaid osaliselt õige. Toetudes täpsetele kujutlustele keemilistest elementidest, me teame nüüd, et paju koostisse kuuluva hapniku ja vesiniku võis ta tõepoolest saada veest. Kuid veest ei võinud ta saada süsinikku, mis moodustab poole tema kuivainest, sest vees süsinik puudub. Süsinikku ei võinud ta saada ka mullast, vähemalt mitte vajalikul hulgal. Muld oli ju kaotanud oma kaalust sada korda vähem, võrreldes taime kaalu kasvamisega. Kust tuli see süsinik? Sellele küsimusele ei võinud van Helmonti katse anda õiget vastust.



Joon. 14. Mais, kasvata-
tud mineraaloolade la-
huses, mis ei sisalda
huumusaineid. Kõik tema
koostisse kuuluva süsini-
ku on mais saanud õhus
olevast süsihappegaasist.

Seda küsimust lahendada õnnestus alles kakssada aastat pärast van Hel-
montit, kui oli avastatud materia jää-
vuse seadus, loodud õpetus keemilis-
test elementidest, kindlaks tehtud õhu
ja teiste gaaside keemiline koostis ja
kui keemikud olid õppinud teostama
mitte ainult tahkete ja vedelate, vaid
ka gaasiliste ainete analüüsi. Nende
silmapaistvate teaduslike saavutuste
tulemusena õnnestus avastada ja uuri-
misele võtta suurima tähtsusega prot-
sess, mis toimub rohelistes taimedes ja
mille olemasolu ei võidud varem
aimatagi. See on nimelt õhus oleva
süsihappegaasi kasutamine taimede
poolt. Samuti selgitati, et süsihappe-
gaasi kasutamisega taimede poolt
kaasneb vaba hapniku eraldamine
nendest, hapnik on aga meile väga
vajalik hingamiseks.

Praegusel ajal ei tee mingisugust
raskust tõestada, et taim saab kogu
temale vajaliku süsiniku mitte mullast,
vaid õhust. Võib katseliselt kasva-
tada rikkalikult viljakandvaid taimi,
näiteks maisi (joon. 14) täiesti ilma
mullata, üksnes veega. Selleks on vaja
vaid lahustada selles vees veidi sal-
peetrit ja teisi mineraalaineid, mis lei-
duvad taimede tuhas. Süsinikku need
ained ei sisalda. Pealegi tuleb neid
taimedele anda väga vähesel hulgal —
mitte üle 2—3 protsendi kuivaine kaa-
lust. Süsinik aga moodustab umbes
poole kuivaine kaalust.

Teistsugune pilt saadakse siis, kui

need taimed jätta ilma süsihappegaasita. Selleks tuleb asetada nad klaaspurki, mille õhus puudub süsihappegaas. Sellises õhus ei saa taimed kusagilt süsinikku oma keha ehitamiseks ja nende kasvamine lakkab peagi. Kuid tarvitseb ainult lasta purki süsihappegaasi sisaldavat õhku, ja taimede kasvamine algab uuesti.

Niisiis saavad taimed süsinikku õhu süsihappegaasist. Seda gaasi aga sisaldub õhus väga vähe — kõigest kolm sajandikku protsenti ehk kolm kümnetuhandikku osa mahu järgi. Ja selle äärmiselt väikese lisandi arvel elab kogu taimeriik, taimede tõttu aga ka loomariik.

Kuidas kasutavad taimed niisugust väikest süsihappegaasi hulka? Siin tuleb abiks selle gaasi suur liikuvus. Gaasitaolistel ainetel on võime õhus suure kiirusega levida. Piisab vaid sellest, kui toas mingisugusel kohal valada maha mõni eetrit või kloroformi, ja nende lõhna on tunda kogu toas. Seda gaaside võimet õhus levida nimetatakse difusiooniks. Selle tõttu võime üsna kaugel tajuda õite aroomi või kiiresti möödast autost tulevat bensiini lõhna.

Iga gaasitaoline aine difundeerub kiiresti sinna, kus teda on vähem või ei ole üldse. Et taimed neelavad ümbritsevast õhust süsihappegaasi, siis siirdub ta difusiooniseaduse järgi õhu kaugematest kihtidest kiiresti siia. Seda soodustab ka tuul, mis kannab taimede juurde rohkem süsihappegaasi sisaldavaid õhumasse.

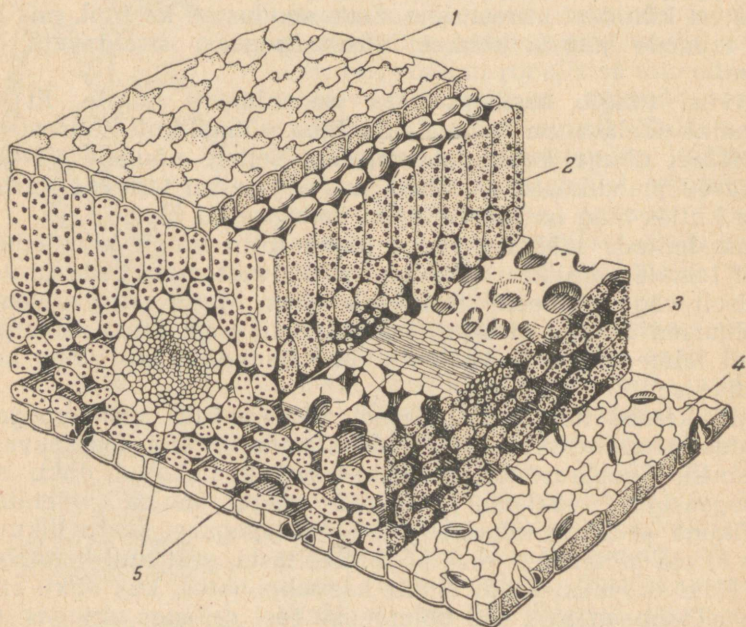
Niiviisi tungib süsihappegaas ise taimede juurde. Et teda kiiremini neelata, on taimel vaja luua võimalikult suurem pind atmosfääri õhuga kokkupuutumiseks. Sellele nõudele vastavad õhukesed plaadikesed — lehed, mis asetsevad taimede varte ja okste küljes ning on igast küljest ümbritsetud õhuga.

Oma lehtede määratu suure pinna tõttu võtab taim edukalt õhust temale vajalikku süsihappegaasi, vaatamata selle protsentuaalselt väga vähestele sisaldusele õhus. Muide, süsihappegaasi absoluutsed hulgad ei olegi just nii väikesed, kuna vahetpidamatult taimede juurde voolav üldine õhukogus maapinna kohal on väga suur.

Kuid katsed näitavad, et isegi vähene õhu süsihappegaasisalduse suurendamine parandab taimede toitumis- ja kasvatingimusi. Seepärast on praktikas ammu hakatud õhku süsihappegaasiga „väetama“, samuti nagu mulda väetatakse sõnnikuga ja teiste toitainelega. Süsihappegaasi suure liikuvuse tõttu ei ole mõtet teda otse põldudele lasta, sest tuul kannab ta ära. Häid tulemusi saadi ainult kasvuhoonetes, kus õhku rikastati süsihappegaasiga söe põletamise teel erilistes ahjudes. Õhu rikastumist süsihappegaasiga täheldatakse ka sõnnikuga soojendatavates lavades. Mädanev sõnnik eraldab tunduva hulga seda gaasi. On väga võimalik, et lavades kasvatatavate taimede lõpsakas kasv on tingitud mitte ainult kõrgest temperatuurist ja õhu niiskusest, vaid ka süsihappegaasi küllusest.

Võib paista imelikuna, et atmosfääri õhk sisaldab nii vähe süsihappegaasi. Tehaste korstnad paiskavad teda välja määratu suurel hulgal; inimesed, loomad ja tohtu hulk mullas elutsevaid baktereid eraldavad teda hingamisel ohtralt. Õhk aga sisaldab alaliselt kõigest kolm sajandikku protsenti süsihappegaasi. Ainult suurte linnade tänavail tõuseb tema süsihappegaasi-sisaldus, kuid siiski väga vähe. Sellise madala süsihappegaasi-sisalduse põhjuseks on nimelt taimede tegevus. Taimed neelavad oma lehtedega süsihappegaasi nii ahnelt, et tema igasugune üliküllus atmosfäärist kohe kaob. Difusioon ja tuuled soodustavad tema ühtlast jaotumist Maa atmosfääri kogu massis.

Vaatame nüüd, mis toimub süsihappegaasiga, kui ta satub taimesse. Me juba märkisime, et süsihappegaasi neelamise ja ümbertöötamise põhiliseks organiks on lehed. Et nende tööst selgesti aru saada, on vaja eelkõige tutvuda nende ehitusega. Juba palja silmaga võime eristada lehes roodusid ja põhikude ehk parenhüümi. Paljude taimeliikide puhul õnnestub kergesti lehe pinnalt ära tõmmata läbipaistvat õhukest kelmet — epidermist ehk marrasknahka. See esineb kõigil lehtedel, kuid mitte kõigil ei eraldu ta kergesti tema all asetsevast põhikoest. Tihe



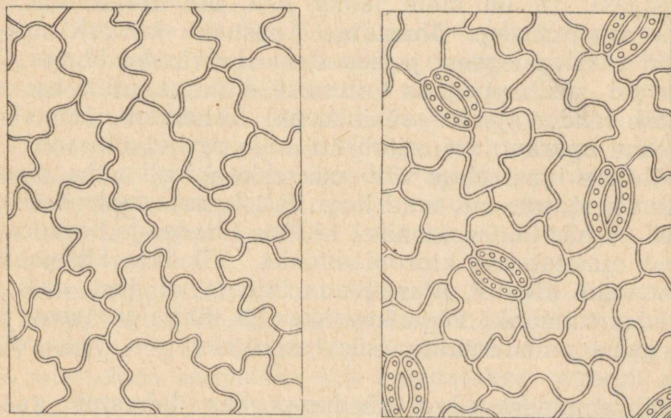
Joon. 15. Igihalja lehest väljalõigatud tükike (suurendatud 100 korda). 1 — ülemine epidermis; 2 — lehe pealkülje tihe põhikude; 3 — lehe allkülje kobe põhikude; 4 — alumine epidermis õhulõhedega; 5 — peenike rood ristlõikes (vasakul) ja pikilõikes (paremal). Põhikoje rakkudes on näha rohelised terad — kloroplastid.

epidermis kaitseb lehe sisemisi osi kuivamise ja vigastuste eest. Roodusid mööda tuleb varrest lehte temale vajalik vesi. Põhikoes toimub süsihappegaasi ümbertöötamine taime elu jaoks vajalikeks aineteks.

Selgema pildi lehe ehitusest annab meile mikroskoop (joon. 15). Selle abil näeme, et kõik lehe osad — epidermis, rood, põhikude — koosnevad rakkudest. Epidermis koosneb lamedatest rakkudest, mis meenutavad ühte ritta laotud paberrossikarpe (joon. 15, 1, 4). Need rakud on täiesti läbipaistvad. Igaühes neist on rakutuum ja protoplasma, ümbritsetud tiheda rakukestaga. Raku keskset osa täidab vesine rakumahl. Epidermise tähtsaks iseärasuseks on see, et tema rakkude välised seinad on tugevasti paksenenud ja kaetud elastse aine väga õhukese kihiga, mida nimetatakse kutiikulaks. Kutuikula kaitseb tema all asetsevat epidermist igasuguste ebasoodsate mõjutuste eest ümbritseva keskkonna poolt. Teda võib võrrelda laki- või õlivärvikihiga, millega kaitseme metallesemete pinda söövituse eest, puitesemete pinda aga mädanemise eest.

Lehte läbivad rood koosnevad kimpudesse ühendatud pikka-dest torukestest (joon. 15, 5). Nendest räägime üksikasjalisemalt veidi allpool. Lehes moodustavad nad just nagu transpordivõrgu, mida mööda ühed ained (peamiselt vesi) toimetatakse lehe põhikoesse, teised; selles põhikoes väljatöötatud ained aga sealt ära.

Lehe põhikude on ehitatud üsna lihtsalt. Ta koosneb mitte väga tihedalt üksteisega seotud rakkudest, mis lehe allküljel asetsevad hõredamalt, pealküljel aga tihedamalt (joon. 15, 2 ja 3).



Joon. 16. Igihalja lehelt äratõmmatud epidermis mikroskoobi all vaadelduna. Vasakul — lehe pealkülj, ilma õhulõhedeta; paremal — lehe allkülj õhulõhedega.

Rakkude vahele jäävad õhuga täidetud ruumid — rakuvaheruumid. Rakuvaheruumide rohkus teeb lehe põhikoe läbipaistmatuks, matiks, samuti nagu on matt ning läbipaistmatu lumi, milles hõredalt asetsevate jääkristallide vahel on palju õhku. Kui lumi teha veega märjaks või tugevasti kokku litsuda, et õhk temast välja tõrjuda, siis muutub ta läbipaistvaks. Sedasama võib teha ka lehe põhikoega. Mõnede õrnemate lehtede puhul tarvitseb ainult lehte sõrmede vahel pigistada, et tekiks läbipaistev plekk.

Lehe põhikoe rakkude hõre asetis ja teda läbivad rakuvaheruumid, mis on täidetud õhuga, kindlustavad süsihappegaasi vaba juurdepääsu igale tema rakule. Selleks aga, et süsihappegaas ümbritsevast õhust võiks sattuda rakuvaheruumidesse, on lehte kattev epidermis varustatud arvutute väikeste avadega — õhulõhedega, mis on palja silmaga nähtamatud; mikroskoobi all (joon. 16) paistavad nad lehelt äratõmmatud epidermisel kohe silma. Õhulõhed on väga väikesed, kuid neid on palju — kuni 100 ja rohkem lehepinna igal ruutmillimeetril. Näiteks päevalille lehel võib neid loendada mitu miljonit. Kogu epidermis on seetõttu täis väikesi avasid. Nende arvurikaste, äärmiselt väikeste avade kaudu tungib süsihappegaas väga kergesti ja kiiresti rakuvaheruumidesse.

PAIKESE ENERGIA OMASTAMINE TAIME POOLT

Millisel viisil võib taim kasutada süsihappegaasi oma toitumise allikana? See gaas on ju inimese ja loomade toitumiseks täiesti kõlbmatu ning kahjulik. Me lämbume, kui õhku koguneb palju süsihappegaasi. Ta on meie jaoks jäte, mis tekib hingamisel. Meie oma hingamisega õhustame kopsusid, kõrvaldame neist kogunenud süsihappegaasi ja asendame ta värske õhuga. Taime jaoks aga on süsihappegaas toitumise allikaks, allikaks, millest ta varustab end vajaliku süsinikuga. Tähendab, taimel peab olema eriline aparaat, mis aitab tal seda rasket ülesannet täita.

Lehe põhikoe igas rakus võib mikroskoobi all näha peenikesi rohelisti terakesi, mis annavad kogu lehele smaragdrohelist värvi. Need on hästi näha joonisel 15 lehe tihedas ja hõredas põhikoes. Neid nimetatakse kloroplastideks. Uksikasjalisemalt räägime neist veidi allpool, praegu aga ütleme, et just neis rohelistes terades toimubki väga keerukas ja tähtis protsess, nimelt süsihappegaasi muundumine süsivesikuteks — suhkruks ja tärgliseks.

Rakuvaheruumidest tulev süsihappegaas lahustub rakkusid täitvas vees; tekib lahus, mis sarnaneb üldtuntud soodaveega. Aga kuidas teha soodaveest suhkrut või tärglist? Vaatamata keemia määratu suurtele saavutustele ei oska me siiani oma laboratooriumides ega keemiatehastes seda teha. Taimedes aga toimub

see protsess väga kergesti ja kiiresti. Näiteks suhkrupeedi leht valmistab suve jooksul suhkrut tunduvalt rohkem, kui kaalub leht ise, milles see suhkur süsihappegaasist ja veest välja töötati.

Seejuures esineb veel üks väga tähtis nähtus: suhkru kõrval eraldab taimerakk süsihappegaasilahusest vaba hapnikku, mis tungib rakuvaheruumidesse, nendest aga läheb ümbritsevasse atmosfääri. Neelates süsihappegaasi ja eraldades hapnikku, pehastavad taimed põlemisel ja hingamisel rikutud õhku ning teevad ta uuesti kõlblikuks inimese ja loomade hingamise jaoks.

Selle raske töö jaoks vajab taime energia juurdevoolu väljast-poolt.

Siin kohtame kaasaja loodusteaduse teist põhilist seadust — energia jäävuse seadust, mille, samuti nagu aine jäävuse seaduse, avastas M. V. Lomonossov. Selle seaduse järgi energia ei teki mittemillestki ega muundu mittemillekski. Looduses võime täheldada arvutuid näiteid vaid ühe energialiigi teiseks muundumise kohta. Nii muundub elektrienergia kergesti soojus- ja valgus-energiaks.

Püüame aru saada sellest, mis toimub taime rohelises lehes süsihappegaasi ja vee kasutamisel selliste orgaaniliste ainete loomiseks, nagu suhkur ja tärklis. Eelkõige pöörame tähelepanu nende ainete väga tähtsale omadusele — nende võimele põleda. Keerukate orgaaniliste ainete põlemine kujutab endast nende lagunemist, millega kaasneb süsiniku ja vesiniku keemiline ühinemine õhu hapnikuga. Seejuures tekivad süsihappegaas ja vesi ning eraldub tunduv hulk soojust. Et põlemine saaks alata, tuleb need ained põlema süüdata, s. o. neid väga tugevasti kuumutada. Seejärel toimub põlemine juba iseendast ja levib üha kaugemale, sest et seejuures eralduv soojus soojendab üha uusi põleva orgaanilise aine masse.

Energia jäävuse seaduse järgi peab selle orgaanilise aine tekkimisega kaasnema teatava hulga energia kulutus. See orgaaniline aine, nagu juba rääkisime, tekib taimede lehtedes just nendest ainetest, mis on põlemise saadused, s. o. süsihappegaasist ja veest. Peale selle kaasneb tema tekkimisega vaba hapniku eraldumine. See põlemisele otse vastupidine protsess vajab arusaadavalt energia kulutamist, seejuures samasugusel hulgal, mis-sugusel võib energiat eralduda selle aine põlemisel. Kust tuleb see energia?

Selleks energia allikaks on päike. Ta kiirgab ruumi määratu suurel hulgal energiat. Osa sellest langeb meie planeedi pinnale. Et kõik energialiigid võivad üksteiseks üle minna ja lõppude lõpuks muunduda soojuseks, siis kasutatakse energia mõõtmiseks seda soojushulka, milleks ta võib muunduda. Mõõduühikuks on soojushulk, mis kulub ühe kilogrammi vee soojendamiseks ühe kraadi võrra. See soojushulk on saanud nimetuse suur kalor.

Maakera mitmesugustes osades organiseeritud kestvad vaatlu-

sed võimaldasid arvutada, kui palju kaloreid saab meie Maa pind Päikeselt. Osutus, et keskmiselt saab iga ruutmeeter maapinda tunnis umbes 100 suurt kalorit. See energiahulk on küllaldane terve kilogrammi vee keema ajamiseks. Tõsi küll, tunduv osa sellest energiast, peegeldudes maapinnalt ja pilvedelt, pöörduv tagasi maailmaruumi. Kuid suurem hulk päikese energiast neelatakse atmosfääri ja maapinna poolt ning hoiab viimast soojendatud olekus.

Seda päikese energiat kasutavadki taimed süsihappegaasi ja vee ümbertöötamisel orgaanilisteks aineteks — suhkruks, tärgliseks ja teisteks. Kuidas just toimub see protsess, seda me seni veel täpselt ei tea. Niivõrd kui on õnnestunud siitamaani sellest aru saada, võib oletada, et protsess algab vee lagunemisega vesinikuks ja hapnikuks, kusjuures hapnik eraldub, vesinik aga, ühinedes süsihappegaasiga, annab alguse selle edasistele muundustele, mis lõpevad suhkruga või tärglise tekkimisega. Päikeselt saadav energia kulub just nende keerukate muundumiste esimesele etapile — vee lagundamisele. Siin etendab päikese kiirgusenergia samasugust osa, nagu elektrienergia vee lagundamises elektrivoolu abil vesinikuks ja hapnikuks. Seejuures saadav vesinik on väga suure aktiivsusega, ja me võime kogu selle energia, mis on kulunud tema vabastamiseks (vee lagundamisel), saada uuesti soojuse näol, kui me ta ära põletame, s. o. laseme ta uuesti ühineda hapnikuga ja moodustada vee.

Kuid päikese energia toimel taimes saadud vesinik ei eraldu vabas olekus, nagu vee lagundamisel elektrivoolu abil. See vesinik astub kohe reaktsiooni süsihappegaasiga, mille tulemusena taime rakkudes tekivadki süsivesikud.

Need lehes toimuvad keemilised muundused on juba loova iseloomuga. Nad on väga täpselt üksteisega kooskõlastatud ja toimuvad väga suure kiirusega. Hapniku eraldamine rohelistel kloroplastidel poolt algab peaaegu silmapilkselt, niipea kui neile langeb valguskiir, ja väga lühikese aja pärast võib neis avastada juba ka süsivesikute ilmumist.

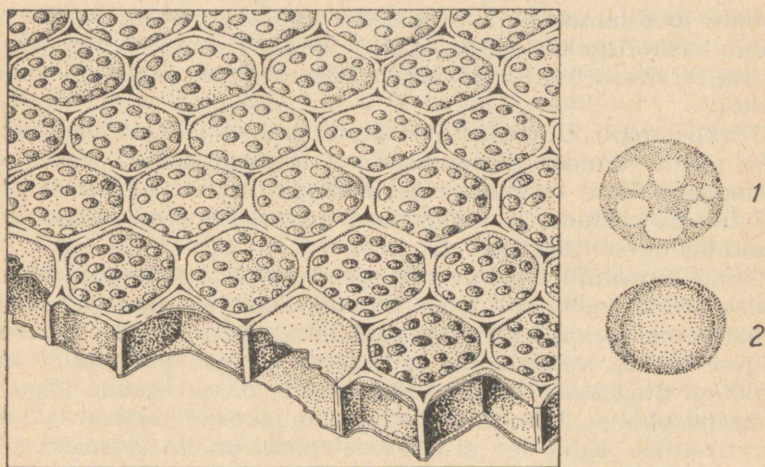
Kõige tähtsamad teened taime poolt süsihappegaasi omastamise protsessi selgitamiseks kuuluvad ühele suurimale vene teadlasele K. A. Timirjazevile, kelle tööd on aluseks kogu nüüdisaegsele õpetusele taimede elust. Jälgime selle protsessi kulgu algusest lõpuni.

LEHTEDE ROHELINE AINE — KLOROFULL JA SELLE TAHTSUS

Ühe energialiigi teiseks muundumise jaoks on vajalik tema neeldumine. Kui tahame elektrivoolu kasutada toidukeetmiseks, peame asetama tema teele metallspiraali, nagu on elektripliidis; spiraal neelab elektrivoolu ja soojeneb. Kui tahame soojendamiseks kasutada päikesevalgust, peame samuti asetama tema teele

mingisuguse teda tugevasti neelava eseme. On teada, et tume riie soojeneb päikesekiirtest palju tugevamini kui hele. Läbipaistvad esemed, näiteks klaas, soojenevad aga päikesepaistel üsna vähe.

Valgusenergiat neelavad taime rohelised lehed. Nad neelavad suurema osa kiiri. Lehtede roheline värvus on tingitud sellest, et lehe põhikoe rakkude protoplasma sisaldab rohkearvuliselt rohelist terakesi. Neid nimetatakse rohelisteks plastiidideks ehk kloroplastideks. Nendes toimubki päikese energia neelamine ja selle kasutamine süsihappegaasi ja vee ümbertöötamisel orgaanilisteks aineteks. Nendes toimub ka see ümbertöötamine ise. Siin tekivad esmakordselt ka süsivesikud. Selles on kerge veenduda, kui vaadata lehe põhikude mikroskoobi all, kasutades seejuures tärglise omadust joodilahuse mõjul tumesiniseks värvuda.



Joon. 17. Tähtsambla lehekese osa. Vasakul — rakud kloroplastidega. Paremäl — üksikud kloroplastid tugevamal suurendusel: 1 — kloroplast tärglisteradega, mis on tekkinud valguse käes; 2 — kloroplast, mis ei sisalda tärglisteri pärast seda, kui ta on kaua olnud pimeduses.

Tarvitseb vaid lasta üks tilk seda lahust näiteks lahtilõigatud kartuli pinnale või saiatükikesele, et seal tekiks tumesinine laik. See seletub asjaoluga, et kartulis ja saias on kõige suuremal hulgal esinevaks aineks tärglis.

Võtame nüüd tähtsambla õhukese, peaaegu läbipaistva lehe. Ta koosneb ainult ühest rakkudekihist. Seepärast võib teda mikroskoobi all vaadelda tervena, lõikusid tegemata (joon. 17). Siin näeme, et leht koosneb suurest arvust rakkudest, milledest igaühes on arvukalt kloroplaste.

Nüüd paneme selle lehe mõneks tunniks piiritusse. Siin kaotab

ta värvuse, piiritus aga muutub roheliseks — tõmbab lehest välja selle aine, mis andis talle rohelise värvuse. Seda ainet nimetatakse klorofülliks. Üksikasjalisemalt peatume sellel veidi allpool. Vaadates värvusetuks muutunud lehte mikroskoobi all näeme, et kloroplastid ei ole lahustunud — nad on jäänud oma kohale ja ainult kaotanud rohelise värvuse. See näitab, et nad ei koosne klorofüllist, vaid saavad sellelt ainult värvuse. Põhiliselt aga koosnevad nad, samuti nagu protoplasma, valkainetest. Teisiti ei saagi olla. Kujutatavad ju kloroplastid endast raku elusaid osi, aga iga elusa aine elulised omadused on lahutamatult seotud valguga. Juba Engels näitas, et elu on valkkehade eksisteerimise viis. Ja me ei tunne selliseid elusolendeid, kellede põhiaine — protoplasma — ei koosneks valkudest. Seepärast ka kloroplastid, olles raku elusad osad, koosnevad valkainetest.

Mõjutame nüüd piirituse toimel värvusetuks muutunud sambalalehte joodilahusega. Kloroplastid ise värvuvad joodi mõjul pruunikaskollaseks. Kuid igaühes neist näeme mitut peaaegu musta terakest. See on kloroplastides valguse toimel tekkinud tärkliis.

Tärkliis tekib kloroplastides ainult valguse käes. Me ei leia teda nende taimede kloroplastides, mis on olnud mitu päeva pimeduses. Kuid tarvitseb vaid sellised tärkliise kaotanud taimed valgusesse asetada, ja mõne tunni pärast ilmuvad nende kloroplastides uuesti tärkliisterad.

Nüüd klorofüllist. Nagu nägime, võib teda kloroplastidest piirituse abil kergesti eraldada. Võtame teatava hulga värskeid või, veel parem, eelnevalt kuivatatud lehti (eriti head on selleks nõgese lehed), valame nad piiritusega üle ja paneme korgitud pudeliga pimedasse kohta. Päeva-kahe pärast saame väga ilusa smaragdroheline lahuse. Lehed ise muutuvad seejuures täiesti värvusetuks. Kuid see ei ole veel päris puhas klorofüll. Selles lahuses sisaldub kollase värvusega aineid, mis tavaliselt saavad nähtavaiks alles sügisel, kui lehed vananevad ja surevad — klorofüll laguneb ja lehed muutuvad kollaseks. Kuid klorofüllilahust bensiiniga loksutades võib roheliste lehtede piiritus-väljatõmbest saada juba täiesti puhast klorofüllit.

Klorofüll kujutab endast väga keerukat orgaanilist ainet, mille keemiline koostis ja ehitus õnnestus alles üsna hiljuti täiesti täpselt kindlaks teha. Osutus, et ühes süsiniku, vesiniku, hapniku ja lämmastikuga, milliseid leidub peaaegu kõigis orgaanilistes ainetes, sisaldab klorofüll ka veel magneesiumi. Klorofüll neelab energiliselt peaaegu kõiki päikesespektri kiiri, peale roheliste ja väikese osa punaste. Et ta neid kiiri ei neela, seepärast ongi ta smaragdroheline värvusega. Kuid lehest eraldatuna ja lahusesse viiduna ei ole klorofüll enam võimeline süsivesinikegaasi ja vett tärkliiseks ja suhkruks ümber töötama. See tähtsaim protsess toimub vaid elusates plastiidides, kus klorofüll on ebapüsisvas ühenduses valkainetega.

Protsessi, mille puhul lihtsatest ainetest luuakse keerukamad, nimetavad keemikud sünteesiks (ühinemiseks). Et aga taimedes toimuv orgaaniliste ainete süntees süsihappegaasist ja veest nõuab tingimatut valguse (fos) osavõttu, siis on ta saanud fotosünteesi (kreeka keelest) nimetuse. Fotosüntees on tähtsaim taimedes toimuv protsess. See on ainuke protsess, milles luuakse keerukad orgaanilised ained sellistest lihtsatest ainetest, nagu süsihappegaasist ja veest. Et kõigi orgaaniliste ainete tähtsaimaks koostisosaks on süsinik, siis nimetatakse fotosünteesi ka süsiniku sarnastamiseks ehk assimilatsiooniks. Sageli nimetatakse teda ka taimede õhust toitumise protsessiks, mis on vastandlik toitumisele juurte kaudu, mille puhul taimesse tulevad mullast vesi ja selles lahustunud toitvad mineraalsoolad.

Kasvamiseks, uute rakkude ehitamiseks, elusa protoplasma moodustamiseks vajavad taimed valmis orgaanilisi aineid. Nad ei saa ehitada oma protoplasmat ja raku teisi osi — rakutuumi, plastiide, rakukesti — otseselt süsihappegaasist ja veest. Kuid taimedel on võime ise luua neile toitumiseks vajalikke orgaanilisi aineid oma kloroplastide abil ja valguse osavõtul. Taimede toitumise protsessi võib jaotada kahte järku: 1) ettevalmistav, mille puhul süsihappegaasist ja veest ehitatakse orgaanilisi toitaineid, ja 2) lõppjärg, mille puhul protoplasma omastab need alles elutud ained ja muundab nad oma elusaiks koostisosadeks. Muide, mitte kõik taimeraku osad ei ole võimelised teostama esimest, ettevalmistavat järku. See võib toimuda ainult rohelistes plastiidides ja ainult valguses. Seepärast vajabki seemne idu, mis ei oma veel rohelisti plastiide ja kasvab maa all, pimeduses, valmis toitainete tagavara, mis on talletatud idulehtedesse või endospermi. Seepärast ei olegi juured võimelised iseseisvalt orgaanilisi aineid ehitama, vaid vajavad nende juurdevoolu taime maapealsetest rohelistest osadest.





Kolmas peatükk

TAIME TOITUMINE MULLAST

VEE TAHTSUS TAIME ELUS

Nagu juba öeldud, võtavad fotosünteesiprotsessist osa süsihappegaas ja vesi. Seejuures tekkivad orgaanilised ained koosnevad peaaegu pooleni süsinikust ning umbes pooleni vesinikust ja hapnikust, s. o. elementidest, millest koosneb vesi. Kuid vee tähtsus taimede elus ei piirdu kaugeltki sellega.

Eluprotsessid võivad taimes normaalselt kulgeda ainult siis, kui tema rakud on piisavalt veega küllastunud. Kuivad seemned ei avalda mingisuguseid elu tunnuseid. Kui vett ei ole küllaldaselt, on taime kasvamine tugevasti pidurdatud.

Ülesanne, varustada kõiki taimeorganeid pidevalt küllaldaselt hulgal veega, ei ole kaugeltki kerge. Määratu suur lehtede pind puutub igast küljest kokku õhuga ja soojeneb päikese kiirtest. See on vajalik selleks, et süsihappegaas ja valgus voolaksid pidevalt nende põhikoe rakkude juurde. Kuid see toob paratamatult kaasa ka vee tugeva aurumise lehtedest.

Et lehed oleksid kogu aeg veega varustatud, tuleb taimedel kulutada seda suured hulgad. Nii näiteks kulutavad kõrsviljad nende poolt suve jooksul kogutud kuivaine iga kilogrammi peale umbes 300—400 kilogrammi vett. Iga päevalilletaim kulutab suve jooksul 200—300 liitrit ehk umbes 20—30 pange vett. Umbes niisama palju kulutab ka mais. Isegi niisugused väikesed taimed, nagu nisu või kaera üksikud puhmad, vajavad igaüks mitu liitrit vett. Ümberarvutatult hektaari kohta kulutavad taimed suve jooksul 200 000—250 000 pange vett. See hulk moodustaks hektaaril veekihi, mille paksus ulatub 200—300 millimeetriteni.

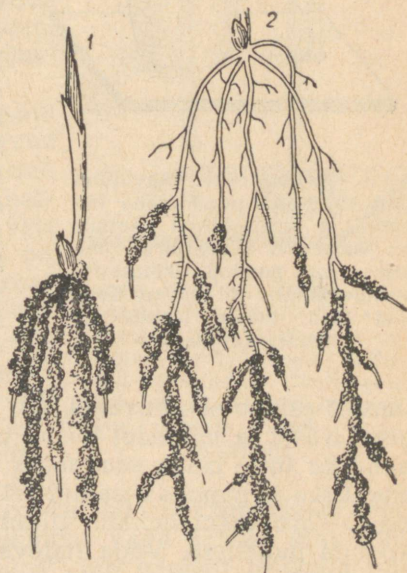
See suurus vastab sademete — vihma ja lume hulgale, mis langeb aasta jooksul meie maa stepirajoonides. Seepärast võib siin häid viljasaake saada ainult säästva suhtumise puhul veesse. Peab hoolitsema, et talve jooksul sadanud lumi ei voolaks kevadel sulamise vee näol uhteorgudesse, vaid et see vesi imbuks

pinnasesse ja kasutataks ära. Aga veel kaugemal kagu pool lan-
geb sademeid nii vähe, et kõrgete viljasaakide saamiseks on vaja
rakendada kunstlikku niisutamist, juhtides põldudele vett jõge-
dest või tiikidest.

Taime poolt mullast vee hankimine ja üha uute veehulkade
toimetamine lehtedesse, auruva vee asemele, nõuab spetsiaal-
seid, küllalt keerukaid kohastumusi tema organismis.

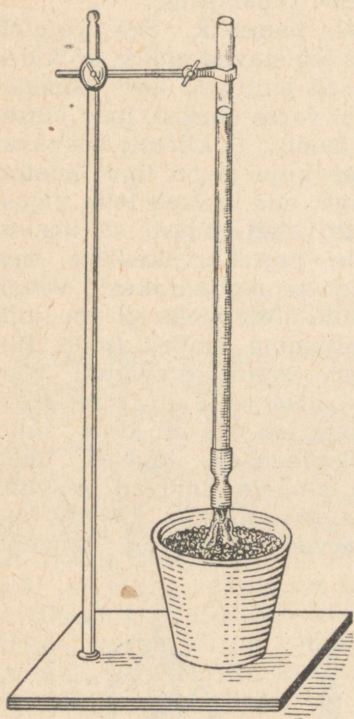
Vee imamise organiks on taimedel juurestik. See kujutab
endast suurt hulka peenikesi niite, mis läbibivad mulda kõikides
suundades. Need peenikesed juurekesed lähtuvad kas jämeda-
mast peajuurest või vahetult, kimbuna, varre alusest. Igas juure-
keses võime eristada kolme osa ehk tsooni: 1) kiiresti kasvavat
otsakest, mis omab teravneva koonuse kuju ja on tipul kaetud
juurekübaraga, just nagu sõrmkübaraga, mis kaitseb teda vigas-
tuste eest, kui ta tungib mullaosakeste vahel edasi; 2) imavat
osa ennast, mis on kaetud väga õrnade juurekarvakestega, mis
tungivad kõigisse vähimaissegi pooridesse mullaosakeste vahel,
ja 3) vanemat, tumedavärvilist osa, mille ülesandeks on vee juh-
timine varresse, samuti ka taime kinnitamine mullas (joon. 18).

Need juure tsoonid ei ole üksteisest järsult eraldatud. Nad
lähevad üksteisesse üle ja kujutavad endast vaid ühe ning sama
juure mitmesuguseid vanusejärke. Juure iga osa oli algul noor
kasvav otsake. Vastavalt juure pikenemisele lõpetab tema
vanem osa oma pikkuskasvu. Tema pinnale ilmuvad kasvun-
did — juurekarvad ja ta muundub imavaks tsooniks, kasvav tipp
aga tungib edasi mullasse. Juurekarvad kasutavad nendega



Joon. 18. Nisu juurestiku arenemine. Vasakul (1) — noor idand; juurekesed on üleni kaetud muldtuppudega, mis on tekkinud mullaosakeste kleepumisest juurekarvade külge; ainult kiiresti kasvavatel otsakestel puuduvad need tupid. Paremal (2) — vanema taime juured; juurte vanemad osad on juba juurekarvad kaotanud ja mullaosakesed nende külge ei kleepu. See on juurestiku juhtiv osa. Imav ja kasvav tsoon on nihkunud edasi, sügavamatesse mullakihtidesse.

külgnevaid mullaosakesi ja imavad neile kättesaadavat vett. Seejärel nad surevad ja juure pindmiste kihtide rakkude kestad imbuvad läbi vahataolise veekindla ainega. Juure sees eralduvad selgemalt vett juhtivad torud, mida nimetatakse soonteks. Nii muutub imav tsoon juhtivaks tsooniks.



Joon. 19. Juurerõhk. Päevalilletaim on juure pealt maha lõigatud ja järelejäänud kannule on tõmmatud kummitoru, millesse on pandud klaastoru. Vesine mahl on juurest tõusnud toru mööda umbes 0,5 meetri kõrgusele.

Niisiis, ühes juurte kasvamisega nihkub mullas pidevalt edasi ka nende imav tsoon. Täna imavad juured vett (samuti ka mineraalseid toitaineid) juba mitte enam nendest mulla-aladest, kust nad võtsid seda eile, homme aga võtavad seda jälle uutest aladest. See imava tsooni alaline edasi-nihkumine on eriti suure tähtsusega põuastel aladel. Mida kuivem on muld, seda aeglasemalt liigub temas vesi ja juurtel tuleb minna sõna otseses mõttes „vee järele“ niiskematesse, alles kasutamata mullatsoonidesse.

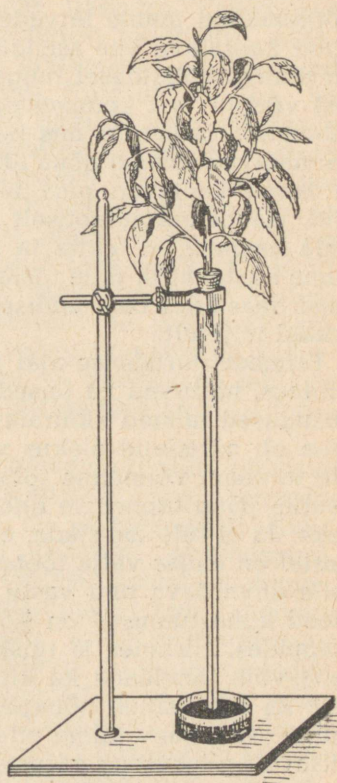
Juurte noored osad, niinimetatud juurenarmad, omavad tähelepanuväärset omadust mitte ainult imada, vaid seda ka küllalt tugeva jõuga juhtsoontesse rõhuda ja sel viisil sundida üles varresse tõusma. Selles on kerge veenduda, kui juure pealt maha lõigata näiteks päevalill või kevadel maha saagida väike puuke, kõige parem, kask või vaher. Me näeme, et järelejäänud kannu löikepinnale tuleb kogu aeg veesist mahla. Kui kannule tõmmata kummitoru ja asetada sellesse tihedalt klaastoru, siis võime näha selle vedeliku tõusmist kaunis kõrgele (joon. 19). Seda nähtust on hakatud nimetama taime „nutuks“ ehk mahlajooksuks. Eriti

ilmselt esineb see kevadel, mil juurerõhk taimedel on kõige kõrgem. Kasel ja mõnedel teistel puudel võib kevadist mahlajooksu näha ka tüve maha saagimata, puurides tüvesse ainult väikese augukese ja pannes otsapidi selle sisse allapoole koolutatud torukesese. Torukesest hakkab tilkuma magusat mahla, mida võib koguda pudelisse. Väga tugevat mahlajooksu võib täheldada viinapuul.

Taimede mahlaajooksu mehhanism on juba ammu selgitatud. Ta on küllalt keerukas ja me ei hakka siin selle juures peatuma. Juurerõhk, mis pumpab vett juure soontesse ja tõstab seda vart mööda üles, on väga tähtsaks jõuallikaks pidevale veevoolule, mis suundub juurtest mööda vart lehtedesse. Kuid see ei ole tema ainuke jõuallikas. Teiseks vett liikuma panevaks jõuallikaks on lehed, milledest toimub vee auramine. Nad ise imavad väga energiliselt vett taime juhttedest, ja seda tugevamini, mida tugevamini nad auravad.

Lehtede imavat tegevust ei ole raske näitlikult tõestada. Tarvitseb ainult lõigata ükskõik missuguselt puult väike oksake ja avaga kummikorgi abil kinnitada ta pika, veega täidetud klaastoru otsa sisse. Seejärel tuleb klaastoru vaba ots lasta elavhõbedasse. Siis näeme, et lühikese aja pärast hakkab elavhõbetorus tõusma, asendades oksa poolt imatavat vett (joon. 20). Vee auramine lehest tekitab lehe põhikoe rakkudes vee puudujäägi, ja seejärel imavad nad vett kogu lehte läbistavatest roodudest. Et aga sooned, milledest koosnevad need rood, on otseses ühenduses puidu soontega ja need omakorda juurte soontega, siis kogu selle vettjuhtiva süsteemi kaudu kandub lehtede imamine edasi varresse ja isegi juurtesse, soodustades neil vee imamist mullast.

Niisiis liigub vesi taime mööda kahe jõuallika tõttu, mis asetsevad taime veejuhtimissüsteemi otstel. Alumiseks jõuallikaks on juurenarmad, mis suure jõuga suruvad vett soontesse. Ülemiseks jõuallikaks on lehtede põhikude, mille rakud veel suurema jõuga imavad vett soontest. Mõlemad jõuallikad koos tekitavad vee püsiva liikumise mööda taime, niinimetatud tõusva voolu, mis pidevalt täiendab lehtedest päikese soojuse ja tuule toimel auravat vett. Selle tõusva voolu abil hoiab taim oma lehed ja noored varred maksimaalselt veega varustatud olekus. See aga on taimele väga tähtis, sest ainult piisavalt veega varustatud lehtedes võib edukalt toimuda foto-



Joon. 20. Vee imamine oksa poolt, mis on pandud klaastorusse, mille kitsas ots on lastud elavhõbedaga täidetud kausikesse. Oksa poolt auratava ja torust imatava vee asemele tõuseb torus elavhõbe.

süntees ja ainult piisavalt veega varustatud kasvukuhikuis võivad toimuda rakkude pooldumine ja noorte rakkude moodete suurenemine, s. o. võib toimuda kasvamine.

TAIME VÕITLUS PÕUA VASTU

Niisiis, tõusva voolu liikumapanevad jõud, juurerõhk ja lehtede imamisjõud, on väga võimsad ja võivad tõsta vett kõige kõrgemategi puude latvadesse. Sellele vaatamata võib lehtede poolt kaotatava vee asendamine toimuda vaid senikaua, kui vett on mullas küllaldaselt hulgal. Selleks peavad taimede poolt mullast võetud vett kompenseerima vihmad. Mõnikord aga esineb vihmatauid perioode, mis kestavad nädalaid ja isegi kuid. Siis kannatavad taimed põua all — varte noored osad, lehtede varred ja labad kaotavad oma elastsuse, närtsivad, laskuvad jõuetult alla, jäädes nartsutaoliselt rippuma. Kui närtsimine ei ole läinud liiga kaugele, ei tekita ta taimele suurt kahju. Tarvitseb vaid taime kasta, et ta jälle tõstaks allalaskunud lehed ja varte noored osad, taastades oma endise seisu. Kuid põua mõju ei möödu ikkagi jäljetult.

Taimede närtsimise ajal peatub nende kasvamine, lakkab fotosüntees, häiruvad ka teised eluprotsessid. Selle tagajärjel jäävad niisugused taimed kiduraks ja annavad vähem saaki. Kui aga taim oli närtsinud olekus väga kaua ja kaotas palju vett, siis ei ole ta enam võimeline toibuma ja võib hoopis hävida. Seepärast osutub põud taimedele üheks kõige kardetavamaks loodusnähtuseks. Ja ei tule imestada, et taimed oma olemasolu pika perioodi kestel on endas välja töötanud arvukad kohastumused võitluseks selle ähvardava ohu vastu ja tema tagajärgede leevendamiseks. Need kohastumused on kõige selgemini väljendatud kuivades steppides, kõrbetes ja tuiskliivadel kasvavatel taimedel. Kuid neid võib täheldada ka kliima parasvöötme tavalistel taimedel, sest ka siin esineb põua perioode. Öieti seab juba iga selge ja kuum suvepäev taime ette raske ülesande — hoida oma lehed piisavalt niiskusega varustatud olekus, vaatamata selle tugevale kaotusele tuule ja päikese käes.

Kohastumustest, mis võimaldavad taimel oma veekulutust kuiva ilmaga piirata, on üheks peamiseks õhulõhe-aparaat. Me juba rääkisime arvukatest väga väikestest avadest, mis ühendavad lehe rakuvaheruume ümbritseva atmosfääriga ja mida nimetatakse õhulõhedeks. Iga õhulõhet raamib kaks kumera kuusirbi kujulist sulgrakku (vt. joon. 16). Sulgrakud on võimelised teineteisele liginema ja teineteisest eemalduma ning seega nende vahel olevaid pilusid avama või sulgema.

Kaks sulgrakku on oma otstes teineteisega tihedalt liitunud, keskosas aga ainult puutuvad teineteisega kokku või jätavad eneste vahele pilu, mis ongi õhulõhe ava. Selle ava laius ei ole

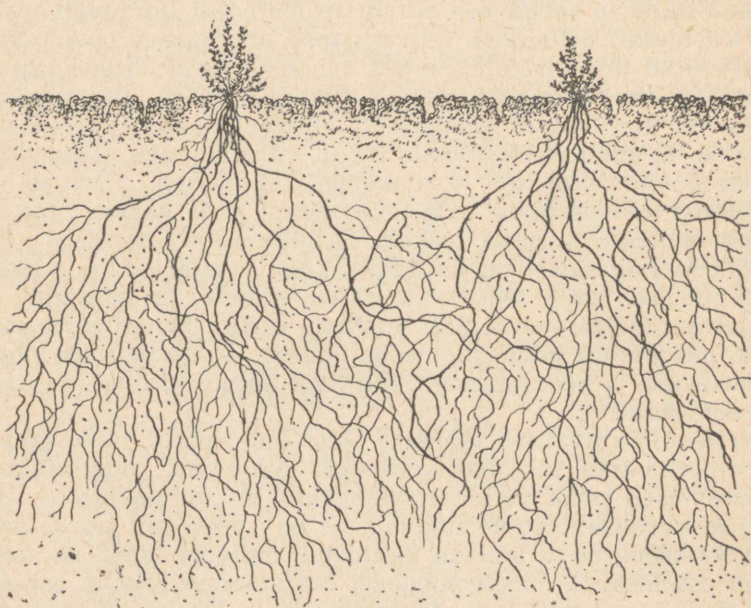
püsiv, vaid võib välistingimustest olenevalt muutuda. Kui taim on veega küllaldaselt varustatud, siis on sulgrakud pingul. Et aga nende otsad on teineteisega liitunud, siis sunnib see pinge neid eri külgedesse koolduma ja õhulõhed avanevad laialt. Kui aga taimel on veepuudus ja ta närtsib või isegi ainult läheneb närtsimisele, siis kaotavad sulgrakud oma pinge, liginevad teineteisele ja lõhe nende vahel sulgub.

Niisiis on taimede õhulõhed automaatselt töötavad aparaadid, millede abil põua ajal rakuvaheruumide ühendus ümbritseva õhuga katkeb ja seega vee auramine lehtedest tunduvalt väheneb. Vastupidi, küllaldasest veevarustuse tingimustes on õhulõhed laialt avatud ja taim kulutab vett rohkesti. Kuid ühtlasi on ka atmosfääri süsihappegaasile laialt avatud ligipääs lehe rohelisele põhikoele, kus toimub energiliselt fotosünteesiprotsess. Katsed näitavad, et suletud õhulõhede puhul väheneb vee äraandmine lehtede poolt 10-kordselt ja rohkemgi. Õhulõhed piiravad vee kulutamist lehtede poolt seda tugevamini, mida vähem vett on jäänud mullasse ja mida raskem on taimel teda hankida. Kuid õhulõhede sulgumisel on ka kahjulikud tagajärjed — katkeb süsihappegaasi pääs lehe rakuvaheruumidesse ja järelikult lakkab fotosünteesiprotsess. Siin puutume kokku ühe sügava vastuoluga, mis peitub taime loomuses eneses, — vastuoluga lehtede veevarustuse ja neis toimuva tähtsaima toitumisprotsessi — fotosünteesi vahel.

See vastuolu avaldub taimedel seda tugevamini, mida põuasemad on maa-alad, kus nad kasvavad. Seepärast ongi taimede kohastumused põua väljakannatamiseks nii mitmekesised. Kuumade ja kuivade kõrbete tingimustes on taimedel auramispind palju väiksem, nagu näiteks kaktustel, millel lehed on muundunud asteldeks ja süsihappegaasi omastamine toimub roheliste lihakate varte abil, mis sisaldavad määratu suuri veetagavarasid. Teistel taimedel, näiteks aaluel ja agaavil, on need veetagavarad paksudes lihakais lehtedes. Kõrbetaimedel on peale selle määratu suur juurestik, mis haarab väga ulatuslikku mulla-ala ja sageli tungib õige sügavale. Sellised on näiteks Kasahstani kõrbetes tavalised puju, kaameliastel ja teised nendetaolised taimed. Maapealsed osad näivad neil taimedel viletsate, harvade põõsakestena, mis on paljukordselt väiksemad maa-alustest osadest (joon. 21). Pealegi ei ole nende taimede värvus mitte helerohe-line, vaid hall; see on tingitud neid tihedalt katvaist elutuist, kuivadest karvakestest, mis kaitsevad lehe põhikude liigse ülekuumendamise eest kõrvetavate päikesekiirte poolt.

Paljud põuaste maakohtade taimed läbivad kogu oma elutee erakordselt kiiresti: kevadel, kui kõrbetes pärast talviseid sademeid on mullas veel niiskusetagavara ja kui sajab veel vihma, hakkavad nad väga ruttu haljendama, ajavad mõne lehekese, seejärel hakkavad kahe-kolme nädala pärast juba õitsema, kannavad vilja ja jõuavad anda valminud seemneid, enne kui algab suvine

kuivus. Need varavalmivad taimed just nagu põgenevad põua eest. Olles väga lühikese elueaga, on nad enamikus ka kääbuskasvuga. Teised kõrbetaimed — tüübilt mitmeaastased poolpõõsad — ei vähenda oma elutegevust kuni põua kätte jõudmiseni, seejärel aga langevad täielikku tardumusse, heites maha oma lehed ja isegi terved oksad, et vähendada veekaotust. Siia kuuluvad sellised juba mainitud kõrbetaimed, nagu puju, kaameliastel ja teised, mis katavad määratu suuri alasid Kasahstanis ja Kesk-Aasia vabariikides¹.



Joon. 21. Kõrbepuju põõsad, millede juurestiku suurus mitmekordselt ületab maapealsete osade suuruse.

On ka selliseid taimi, mis on võimelised taluma täielikku kuivamist, aga siis, kui nad saavad jälle vett, ärkavad uuesti ellu ning jätkavad kasvamist. Siia kuuluvad alamad taimed — sambalad ja samblikud, mis katavad puude koort või paljaid kive. Vihmade vaheaegadel kuivavad nad niivõrd, et neid võib pulbriks hõõruda, pärast vihma aga imavad end vett täis ning jätkavad oma elutegevust. Samuti käituvad ka mõned kõrbete kõrrelised ja lõikheinad, mis kuivanud olekus võivad üle elada pikki vihmataid perioode, siis aga kiiresti rohelisteks muutuda ja kasvamist jätkata, niipea kui sajavad kas või lühiajalised vihmad. Lõpuks,

¹ Kõrbete taimestikku kirjeldatakse lähemalt teoses: B. A. Fedorovitš, Kõrbe pale, Tallinn, 1952. — Toim.

peaaegu kõigil taimedel on täiesti valminud, toiduvarudega täidetud seemned võimelised täielikult ära kuivama. Kuivanud olekus võivad nad pika aja jooksul oma idanevuse säilitada ja eluvõimet mitte kaotada. Väga vähe vett sisaldavad ka talvituvad pungad. Kuid kasvavatel, elutegevuses olevatel organitel viib liiga suure veehulga kaotamine paratamatult protoplasma kahjustumisele ja hävimisele ning järelikult taime organite suremisele.

Meie põllumajandustaimed ei saa põuda ilma raske kahjustuse üle elada; põua ajal kannatavad nad kõik tugevasti ja annavad tunduvalt vähem saaki. See on tingitud juba eespool mainitud fotosünteesiprotsessi lakkamisest õhulõhede sulgumise tagajärjel, veel suuremal määral aga sellest, et noorte, kasvavate organite mitteküllaldane varustamine veega pidurdab tugevasti nende kasvamist ja seetõttu ka lehtede pinna arenemist. Et aga lehed on taime põhilised tööorganid, milledes luuakse tähtsaimad toitained — süsivesikud ja valgud, siis põhjustab lehtede pinna vähenemine paratamatult taime poolt kogutava aine üldise vähenemise, s. o. saagi languse.

Eri taimed on veepuuduse vastu erineval määral tundlikud. Ühtedel väheneb põua puhul saak väga järsult, teised on vastupidavamad ja toibuvad kergemini pärast üleelatud tugevat närtsimist. See erinevus vastupidavuses on tingitud peamiselt taime-rakkude protoplasma sisemistest omadustest. Ühtedel kaotab protoplasma veepuuduse puhul rutem oma aktiivsuse, teistel säilitab teda kauem. Need sisemised omadused määravadki põllumajandustaimede eri sortide põuakindluse astme.

Kõige vastupidavamad on need sordid, mis on tekkinud või aretatud põuasemates kohtades. Nii on nisude hulgas kõige põuakindlamad need sordid, mis on aretatud meie maa kaguosa selektsioonijaamades — Saraatovi, Bezentsuki, Krasnokutski ja teistes selektsioonijaamades. Seevastu, selektsionääride poolt niisketes rajoonides aretatud nisosordid kannatavad meie stepide tingimustesse sattudes tugevasti põua all ja neilt saadavad saagid on väga väikesed. Põuakindlaid sorte iseloomustavad ka mõningad välised tunnused, mis aitavad neil paremini põuast kliimat taluda. Me leiame neil enam-arenenud juurestiku, kitsamad lehed, paksema kutiikula, samuti ka varasema valmivuse; see võimaldab neil just nagu põgeneda põua eest, mis algab tavaliselt suve teisel poolel. Kuid kõik need välised tunnused on vaid täienduseks põuakindlate taimede põhilisele iseärasusele — nende protoplasma suuremale vastupidavusele veepuuduse korral.

Nisu ja teiste kultuurtaimede kõige põuakindlamad sordid võidigi aretada ainult meie selektsioonijaamades, mis paiknevad NSV Liidu põuases vööndis. Olles peaaegu igal aastal põua mõju all, muudavad siin külvatavad nisosordid järk-järgult oma pärliliku loomust üha suurema põuakindluse suunas. Juba kagupool-

sete alade põllumajanduslikule kasutusele võtmise ajal siia ümberasunud talupoegade majandites on seepärast isegi ilma süstemaatilise valikuta tekkinud põuakindlamad sordid, olgugi et nad kujutavad endast mitmesuguste vormide kaunis kirjut segu.

Iga põua-aasta, mil vähem vastupidavad vormid kas peaaegu ei andnud tera või hävisid hoopis, soodustas vastupidavamate vormide valikut. Seleksionääride ülesandeks jäi neil juhtudel hoolika ja plaanikindla valiku teel esile tuua kõige vastupidavamad vormid, neid hoolikalt katsetada, paljundada ja tootmisse anda. Nii loodi paljud põuakindluselt väljapaistvad sordid, mis hiljem võeti edasisele parandamisele ristamise teel saagikamate, varem valmivate, paremakvaliteedilist tera andvate sortidega.

Samuti tuleb kujutleda ka kõrbetaimede tekkimist. Kõik nende isärasused, mis võimaldavad neil kasvada kõige kuivemate kohtade tingimustes, on kujunenud ümbritseva keskkonna mõjul. Üheks põhiteesiks eesrindlikus bioloogiateaduses, mille lõi suur looduse ümberkujundaja I. V. Mišurin ja mida edukalt arendab edasi akadeemik T. D. Lõssenko, on tees organismi ja teda ümbritseva keskkonna ühtsusest.

Välised tingimused, mis mõjutavad taimi rea põlvkondade vältel, saavad neile omaseks ja muutuvad nende vajadusteks. Nende tingimuste mõjul muutuvad mitte ainult taimede individuaalne elukäik, nende mõõded, vastupidavus ja saagikus, vaid ka nende loomus, s. o. pärilikkus. Sel viisil on tekkinud kõik nüüdisaegsed taimed, millel esineb kõrgeastmeline kohanemine ümbritsevale keskkonnale. Vastavalt sajandite kestel maakera pinnal toimuvatele muutustele tekivad üha uued taimede ja loomade vormid, mis on kohanenud neile uutele olustingimustele. Looduse ümberkujundamine Mišurini õpetuse alusel teostub sotsialistliku põllumajanduse tingimustes võrratult kiiremas tempos ja seejuures suunavalt, s. o. inimese huvides.

KUST SAAB TAIM LÄMMASTIKKU

Eelnevast teame, et suurema osa oma kehast ehitab taim süsinikust, vesinikust ja hapnikust, saades neid atmosfääri süsihappegaasist ja veest. Kuni 90 ja enam protsenti taimede kuivainest langeb nende elementide arvele, milledest koosnevad süsivesikud — suhkur, tärklis, samuti ka tselluloos. Kuid ikkagi ei piisa nendest elementidest selleks, et ehitada elusat ainet — taimerakkude protoplasmat. Protoplasma tähtsaimaks koostisosaks on valgud, mis peale süsiniku, vesiniku ja hapniku sisaldavad lämmastikku, väävlit ja fosforit. Valgud on üks kõige keerukamaid aineid Maa peal. Ka kõige enam kogenud keemikuil ei ole siiani korda läinud saada neid kunstlikult, sünteesi (keemilise ühendamise) teel lihtsamatest ainetest. Kuid valkainete sünteesile viivad teed on juba märgatavad, ja meil on kõik eeldused

loota, et nõukogude keemikuil õnnestub lahendada ka see raskeim ülesanne. Seni aga tuleb rahulduda nende valkudega, mida taimed loovad oma lehtedes.

Peale süsivesikute vajavad taimed valkude ehitamiseks lämmastikku, mida valgud sisaldavad umbes 16—18 protsenti. Kuidas ja kust saavad taimed seda lämmastikku? On olemas kaks lämmastiku allikat: 1) atmosfääri õhk, mis sisaldab lämmastikku umbes 79,2 protsenti mahu järgi, 2) muld, kus on huumus, mis sisaldab lämmastikku valkude ja nende lagunemissaaduste näol, samuti ka ammooniumi- ja lämmastikhappesoolasid. Neis ühendis ei ole lämmastik mitte vabalt, nagu atmosfääris, vaid seotud olekus, ühenduses süsiniku, hapniku ja vesinikuga, samuti ka teiste elementidega.

Kumb neist kahest lämmastiku allikast — atmosfäär või muld — on taimedele kättesaadavam? Selle küsimuse võib lahendada ainult katse abil. Nagu juba öeldud, võib taimi kasvatada hoopis ilma mullata, üksnes vees, milles on lahustatud natuke soolasid. Soolad on need ained, mida leiame taimede põletamisel saadud tuhas. Just seepärast osutubki taimede tuhk heaks väetiseks. Kuid katsete varal on kindlaks tehtud, et kui neile sooladele mitte lisada lämmastikkusisaldavaid aineid, siis taimed niisuguses lahuses hästi ei kasva, vaatamata sellele, et neid igast küljest ümbritseb atmosfääri vaba lämmastik. Seejuures saadakse kääbustaimed (joon. 22), mis kasvavad ainult niivõrd, kui võrd neile võimaldavad seemnesse talletatud lämmastikkusisaldavate ainete tagavarad. Ja kui teeme selliste kääbustaimede keemilise analüüsi, siis näeme, et nad tõepoolest sisaldavad ainult niipalju lämmastikku, kuipalju seda oli seemnetes, milledest nad on kasvanud.

See näitab, et atmosfääri vaba lämmastik on kõrgematele rohelistele taimedele täiesti kättesaamatu ja et nad ei tule toime ilma mullast saadava lämmastikut. Sellega seletub tõsiasi, et muld on seda viljarikam, mida mustem ta on, s. t. mida



Joon. 22. Päevalill. Vasakul (1) — kasvatatud pestud ränniliivas, mida on niisutatud lämmastikku (salpeetrit) sisaldava toitelahusega; paremal (2) — kasvatatud samasuguse lahusega, kuid ilma lämmastikuta.

rohkem on temas huumust, mis sisaldab lämmastikku. Seepärast ongi sõnnik ja teised orgaanilised jätted suurepäraseks väetisteks.

Tõsi küll, värskeid, veel mitte lagunenuid jätteid ei saa otsest väetisena kasutada. Selleks peavad nad ära mädanema, s. o. lagunema lihtsamaiks ühendeiks mullas määratu suurte hulka-dena leiduvate mädanemispisikute mõjul. Need pisikud, vaata-mata nende väikestele mõõdetele, teevad hiiglasure tähtsusega tööd. Nad lõhuvad keerukaid ühendeid — süsivesikuid, rasvu ja valke — ning muundavad neid lihtsaiks ühendeiks — süsihappegaasiks, veeks, ammoniaagiks, väävelvesinikuks jms. Neid aineid aga võivad juba taimed kasutada kas otseselt, nagu süsihappegaasi ja osaliselt ammoniaaki, või pärast nende hapendumist.

Pisikute tähtsus mulla elus on äärmiselt suur. Igas kuupmillimeetris mullas on miljonid mitmesuguseid baktereid.

Kui mullas ei oleks pisikuid, kes on võimelised lagundama orgaanilisi jätteid, siis kattuks maapind loomade ja taimede kõdunemata surnukehadega ja uue elu jaoks ei leiduks enam kohta. Seepärast ei ole mädanemisbakterid meie vaenlased, vaid heategijad.

Kuid mullas elab mitte ainult lõhkujaid, vaid ka ehitajaid baktereid. Viimaste hulgas on kõige tähtsamad need, kes võivad siduda atmosfääri vaba lämmastikku, mis on täiesti kättesaamatu kõrgematele rohelistele taimedele. Neli viiendikku atmosfäärist moodustav vaba lämmastik on äärmiselt inertne, tegu võimetu aine. Selle omaduse poolest erineb ta järsult hapnikust, mis astub väga kergesti ühendusse kõige mitmesugusemate ainetega, kutsudes esile nende hapendumise, mõnikord väga aeglase, nagu raua roostetamine, aga mõnikord väga kiire, nagu orgaaniliste ainete põlemine. Lämmastik aga ei võta kõigist neist hapendusreaktsioonidest üldse osa. Ta ainult aeglustab neid mõnevõrra. Seepärast toimuvad puhtas hapnikus kõik põlemisprotsessid palju kiiremini ja energilisemalt kui õhus.

Mõnedel tingimustel võib aga ka lämmastikku sundida ühinema teiste elementidega, näiteks sellesama õhuhapnikuga, millega ta tavaliselt ei reageeri. Selleks tuleb läbi õhu lasta tugev elektrivool ja siis see õhk kiiresti ära jahutada. Nii võib õhust saada lämmastikhapet. Jä seda teostatakse tööpoolest tööstuslikus ulatuses. Mõnevõrra keerukam, kuid see-eest palju odavam on atmosfääri lämmastikust ammoniaagi saamine, mis kujutab endast lämmastiku ja vesiniku ühendit. See on praegu kõige levinum viis meie tehastes, mis valmistavad lämmastikväetisi.

Kõrgemad rohelised taimed, nagu juba öeldud, ei ole võimelised siduma atmosfääri vaba lämmastikku valkainete ehitamiseks. Mullas elutsevate pisikute seas aga õnnestus leida selliseid, kellel on see imetlusväärne võime. Mullas võib alati leida mikrokoopiliselt väikesi pruune kerakesi. Need on azotobakteri rakud,

pisiku omad, mis selle nimetuse on saanud võime tõttu siduda atmosfääri lämmastikku ehk azooti.

Muld, milles on palju azotobaktereid, muutub lämmastikuühendeist üha rikkamaks. Azotobakteri rakud elavad lühikese aja, uued tekivad kiiresti, vanad aga surevad; nende kehad saavad saagiks mädanemisbaktereile, kes kutsuvad esile nende lagunemise ja rikastavad mulda taimede juurtele kättesaadavate lämmastikuühenditega.

Eriti soodsad tingimused paljunemiseks leiab azotobakter kesapõldude kohedates muldades. Seepärast kogub kesa all olev muld endasse kaunis suurtes hulkades lämmastikuühendeid ja muutub viljakamaks. Tuleb vaid hoida teda kohedas olekus, mis kindlustab küllaldase õhu juurdepääsu sügavamaisse kihtidesse, ja mitte lasta teda umbrohtuda.

Azotobakteri poolt seotava lämmastiku hulgad on väga suured. Suve jooksul võib muld nende pisikute töö arvel koguda ühel hektaril kuni 100 ja rohkem kilogrammi seotud lämmastikku.

Kasvamiseks vajab azotobakter lämmastikuta valmisaineid, peamiselt süsivesikuid, mida ta saab mädanevaist taimejätmetest, näiteks kultuurtaimede sisseküntud kõrre ja juurte arvel. Taimede elusad juured rikastavad samuti mulda teatava hulga orgaanilise ainega. Seepärast leiame eriti palju azotobaktereid taimede juurte otseses läheduses, peaaegu juurte pinnal. Siin toimub just nagu teenete vahetus pisikute ja taimede vahel — azotobakter varustab taimi seotud lämmastikuga, taimed aga toidavad teda lämmastikuta orgaaniliste ühenditega.

See teenete vahetus avaldub veelgi selgemini teise grupi bakterite juures, kes samuti on võimelised atmosfääri lämmastikku siduma, nimelt mügarbakterite juures. Need bakterid elavad erilistes mügarates, mis tekivad liblikõieliste taimede, nagu herne, põldoa, viki, ristiku, hundioa, lutserni, sojaoa ja teiste juurteil. Liblikõieliste hulgas on ka põõsaid, nagu valge ja kollane akaatsia, torlav gleditsia ja teised. Kõigi nende taimede juurte küljes leiame väikesi mügaraid, mille suurus kõigub hirsi- ja hernertera vahel, mügarates aga on suur hulk baktereid. Esialgu arvati, et need mügarad kujutavad endast haiguslikke kasvajaid, kuid sügavam uurimine näitas, et taimed, millede juurteil tekivad mügarad, kasvavad palju paremini ja, mis peaaegu, — nad ei vaja lämmastikväetisi.

Täpsed analüüsid näitasid, et liblikõielised taimed sisaldavad palju lämmastikku, palju rohkem, kui seda oli mullas siis, kui nad sinna külvati. Peale selle, ka muld ei muutu pärast liblikõieliste taimede kasvatamist lämmastikust mitte vaesemaks, vaid tunduvalt rikkamaks. Selle põhjuseks on asjaolu, et pärast saagi koristamist jäävad mullasse liblikõieliste juured nende küljes olevate mügaratega, milledesse koguneb eriti palju lämmastikku-sisaldavaid aineid.

Käesoleval ajal on õnnestunud täpselt kindlaks teha, et mügarbakterid, samuti nagu azotobakterid, omastavad atmosfääri vaba lämmastikku, viivad teda seotud vormi, mis on taimedele kasutamiseks kättesaadav. Liblikõielised taimed omakorda varustavad oma kaaselanikke neile vajalike süsivesikutega. Elades koos ja vahetades vastastikku oma elutegevuse saadusi, omastavad liblikõielised taimed ja mügarbakterid õhust nii süsihappegaasi kui ka lämmastikku ja seepärast võivadki edukalt kasvada liivastel, huumusevaestel pinnastel, kui seal aga on piisavalt teisi mineraalaineid.

Liblikõieliste taimede kasvatamise soodsat mõju neile järgnevate kõrreliste ja teiste taimede saakidele täheldasid põllumajanduse praktikud juba ammu enne seda, kui oli selgunud selle mõju olemus. Juba XIX sajandi algul hakkas laialt levima ristiku kasvatamine enne nisu ja teisi kõrrelisi, ja see aitas põldude viljakust tunduvalt tõsta. Samuti täheldati juba ammu, et kaera ja viki või kaera ja herne segakülvid annavad tunduvalt paremaid tulemusi kui puhtad kaerakülvid ja ei kurna pinnast, vaid, vastupidi, tõstavad tema viljakust. Kõik need praktikute täheldused ei võinud tol ajal õiget seletust leida, sest siis ei aimatud veel mügarbakterite olemasolu ega tuntud nende võimet siduda atmosfääri lämmastikku. Alles pärast seda, kui möödunud sajandi keskel loodi uus teadus — mikrobioloogia, osutus võimalikuks mõista seda liblikõieliste taimede kui lämmastikukogujate soodsat mõju.

Liblikõielistest taimedest saadav kasu ei piirdu atmosfääri vaba lämmastiku sidumisega ja tema muundamisega teiste taimede poolt omastatavaks. Et liblikõielistel enamasti on sügavale mullasse minevad sammajuurred, võtavad nad mulla sügavatest kihtidest neile vajalikke kaltsiumi- (lubja-) soolaid. Pärast taimede suremist osutuvad pinnase ülemised kihid rikastunuks kaltsiumiga, mida neelab huumus. See annab huumusele püsivuse, s. o. võime vees mitte laiali valguda.

Uheks tähtsaimaks mulla viljakuse tingimuseks, nagu näitab suur nõukogude teadlane akadeemik V. R. Viljams, on mulla peenesõmeraline struktuur. Selline struktuur luuakse sel teel, et põldudele külvatakse perioodiliselt mitmeaastasi liblikõielisi rohttaimi segi hõredapuhmaliste kõrrelistega.

Mitmeaastastel kõrrelistel rohttaimedel on narmasjuurte tüüpi juured (peened, harulised); nad arenevad peamiselt pinnase ülemises kihis, läbistavad seda tihedalt ja ühtlaselt ning jaotavad ta sõmerateks, mille suurus on 1 kuni 10 millimeetrit. Kõrreliste rohttaimede juured surevad iga aasta ja hävitatakse bakterite poolt, tekitades värsket huumust. See huumus imbub läbi kaltsiumisooladega, mis on võetud liblikõieliste rohttaimede juurte poolt pinnase alumistest kihtidest.

Niisugusel huumusel on võime kokku kleepida (tsementeerida) struktuurita mullaosakesed sõmerates, mis on tekkinud kõrreliste rohttaimede narmasjuurte mõjul. Nii muutub tolmuks pihustatud

struktuurita muld liblikõieliste ja mitmeaastaste kõrreliste rohttaimede koostegevusel sõmerealiseks, struktuurseks. Seepärast soodustavad külvikorda viidud heinaväljad, kuhu külvatakse liblikõielistest (lutsern, ristik jt.) ja kõrrelistest (orashein, timut jt.) mitmeaastastest rohttaimedest koosnevat segaheina, mulla püsiva peenesõmerealise struktuuri loomist ja rikastavad teda lämmastikuga. Heinavälja-külvikorrad on seepärast täiesti tarvilikuks lüliks õiges maaviljeluse süsteemis, mis on välja töötatud V. R. Viljamsi poolt ja on saanud heinavälja-süsteemi nimetuse. Käesoleval ajal, vastavalt NSV Liidu Ministrite Nõukogu ja UK(b)P Keskkomitee otsusele 20. oktoobrist 1948, on see maaviljeluse süsteem viidud sisse ja võetud tarvitusele kõigis NSV Liidu Euroopa-osa stepi- ja metsastepirajoonide kolhoosides ja sovhoosides kui otstarbekas vahend kõrgete ning kindlate saakide loomiseks sõltumatult looduse stiihilistest jõududest. Arusaadavalt on see maaviljeluse süsteem niisama vajalik ka meie maa teiste vööndite kolhoosidele ja sovhoosidele.

TAIME MINERAALNE TOITUMINE

Oma elu jaoks on taimedel vaja saada mullast mitte ainult lämmastikku, vaid ka rida teisi elemente, mis pärast taimede põletamist jäävad järele tuha näol ja on saanud seepärast tuhke ehk mineraalelementide nimetuse.)

Kui võtta mingisuguse taime idand ja kinnitada puhta veega täidetud purgi kohale nii, et tema juureke oleks vees, siis hakkab ta kasvama ja arenema, ajab mitu lehte ja mõnikord võib isegi õitsema hakata. Kuid normaalset taime temast ikkagi ei saa; peagi hakkab ta avaldama kurtumise tunnuseid, lehed hakkavad kahvatuma ja kuivama ning taim hävib isegi sel juhul, kui lisada veele veidi lämmastikku, näiteks salpeetri näol.

Taim hävib seepärast, et ta vajab tuhkaineid. Seemnes on neid niivõrd vähe, et nad võimaldavad idandil areneda ainult mõne aja. Niipea kui nad lõpevad, järgneb aga kurtumine ja surm. Kui võtta näputäis tuhka, 1—2 grammi, kõige parem samasugusest taimest, mida tahame purgis kasvatada, ja lahustada see liitris vees, siis muutub olukord otsekohe. Niisuguses lahuses areneb taim täiesti normaalselt.

Missugused tuhkained on siis vajalikud taime toitumiseks? Mis ained need on ja kas nad kõik on tõepoolest vajalikud? Taimede tuha keemiline koostis on hästi teada. Me leiame selles kõige rohkem kaaliumi, kaltsiumi, fosforit, räni, magneesiumi, sageli palju naatriumi, siis veel väävlit, rauda, mangaani, boori ja teisi elemente, mis kuuluvad mulla mineraalide koostisse. Kasvatades taimi nendest elementidest koosnevate soolade lahustes ja kõrvaldades kordamööda ühe elemendi, õnnestus selgitada, missuguste elementide puudumisel taimed ei saa üldse normaalselt kasvada ja missuguseid võib ilma kahjata kõrvaldada (joon. 23).

Sel teel õnnestus kindlaks teha, et kõige enam vajavad taimed kaaliumi, fosforit, magneesiumi, väävlit ja kaltsiumi. Väga vähestes kogustes on neile vaja rauda, mangaani, boori, tsinki ja vaske. Kõik need elemendid on samaväärilised ning asendamatud. Mitte ühtki neist ei saa asendada teisega. Kui mõni nendest elementidest täielikult puudub, siis taim ei arene, ta hävib. Ilma naatriumita ja räni- või aga taim üsna hästi läbi saada. Kuigi leiame neid aineid taimede tuhas tunduval hulgal, siis vaid sellepärast, et neid palju sisaldub mullas, kust nad paratamatult ühes veega satuvad taimedesse.]



Joon. 23. Tubaka vesikultuurid täielikul toitelahusel vajalikest mineraalsooladest (1) ja lahustel, millest oli kõrvaldatud kaltsium (2), fosfor (3) või kaalium (4).

Peaaegu iga pinnaseliik sisaldab taimele vajalikke toite-elemente. Seepärast leiame taimestikku igal pinnasel, kui seda sagedemad piisavalt niisutavad. Kuid mitte iga pinnas ei sisalda kõiki elemente küllaldaselt hulgal, et kindlustada taimede normaalset kasvu. Põllumajanduse praktika on igivanast ajast saadik õpetanud vahet tegema rikaste, viljakate pinnaste ja kehvade pinnaste vahel. Kuid miks ei ole see või teine muld küllaldaselt viljakas ja kuidas on võimalik kõrvaldada tema kehvuse põhjused, kuidas tõsta saagikust? Vastata sellele küsimusele osutus võimalikuks alles pärast seda, kui teadus oli kindlaks teinud mulla viljakuse

ja taimede toitumise alused. Mulla viljakus võib olla täiel määral kindlustatud, nagu me juba märkisime, maaviljeluse heinavälja-süsteemiga. Selle üheks lüliks on väetamissüsteem.

Selle süsteemi ülesanne seisneb põllumajandustaimede kindlustamises toitainetega ja mullabakterite elutegevuse jaoks tingimuste loomises. Selleks on kõige parem kasutada orgaanilisi väetisi koos mineraalväetistega.

Veel hiljuti arvati, et kõrge viljasaagi saamiseks piisab sellest, kui rahuldada taimede vajadus lämmastiku, kaaliumi ja fosfori järele. Nende vajadust kaltsiumi, magneesiumi ja väävli, seda enam aga teiste elementide järele, mida on vaja väga vähe, kindlustavad alati küllaldaselt määral nimetatud ainete need tagavarad, mis on olemas igasuguses mullas. Osutus siiski, et lugu pole nii kaugeltki mitte alati. Tõsi küll, magneesiumi, kaltsiumi ja väävli on tõepoolest täiesti piisavalt kõigis muldades, välja arvatud väga haruldased erandid. Kuid mitte nii haruldased ei olnud juhud, kus taimed avaldasid tunnuseid, et nad kannatavad selliste elementide puuduse all, nagu mangaan, boor ning isegi vask ja tsink, mida taimed vajavad hoopis vähesel hulgal. Booripuudus annab ennast mõnikord tunda peediistandustes, põhjustades peedil erilist haigust, niinimetatud südamikumädanikku. Väga tundlik booripuuduse suhtes on ka lina. Vasepuuduse tõttu arenevad halvasti külvid kuivendatud soode turbamuldadel. Tsingipuudusel kannatavad ja isegi hävivad väärtusliku tungipuu¹ istandused. Rauapuuduse tõttu kannatavad taimed lubjarikastel pinnastel kloroosi all — nende lehtedes ei teki klorofüll ja nad muutuvad kahvatukollaseks, siis aga pruunistuvad ja surevad.

Mineraalelemendid, mida taimed vajavad väga väikesel hulgal, on saanud nimetuse mikroelementid. Nende tähtsust taimedele võrreldakse sageli niinimetatud vitamiinide tähtsusega loomadele ja inimesele; vitamiine vajatakse samuti väga vähesel hulgal ja nende puudumine toidus põhjustab rea tõsiseid tervisehäireid — skorbuuti, pellagrat, beribeerit jms. Viljasaakide tõstmiseks mikroelementidest vaestel pinnastel viiakse neid sisse sageli ühes teiste väetistega, kasutades selleks enamasti vastavate maakide ümbertöötamisel ja rikastamisel saadavaid jätmeid — vasejääke sisaldavaid rähkade jätmeid, peenestatud mangaani, boorhappe tootmise jätmeid jms.

Mikroelementide puudus taimedes on sageli põhjustatud mitte nende täielikust puudumisest mullas, vaid sellest, et nad ei ole taimede juurtele kättesaadavad, olles täiesti lahustumatus olekus. Eriti sageli esineb see muldades, millel on mõnevõrra aluseline reaktsioon lubja ülekülluse tõttu, kuna lubi viib paljud mikroelementid taimedele kättesaamatusse olekusse. Seepärast

¹ Tungipuu (*Aleurites*, piimalililiste sugukonnast) — Nõukogude Liidu lähistroopikas kasvatatav puu, mille seemneist toodetakse kõrgeväärtuslikku tehnilist õli. — Toim.

esinebki lubjarikastel muldadel sageli kloroos, olgugi et rauda on neis küllalt palju. Sellistel muldadel ei saavuta mikrovaetiste sisseviimine mitte alati eesmärki, sest lubi seob siiasattunud mikroelemendid kindlalt ja nad ei lähe taimedesse. Nendel juhtudel on viimasel ajal hakatud rakendama taimede pritsimist mikroelementide nõrkade lahustega. Lehed imavad neid lahuseid ja mikroelemendid tungivad otseselt taimede rakkudesse.

↳ Eri mineraalained täidavad taimedes erisuguseid ülesandeid. Seepärast nad ei saagi üksteist asendada. Lämmastik, nagu juba öeldud, osutub valgu vajalikuks koostisosaks; ilma lämmastikuta ei saa olla ka elusat ainet. Valgu koostisse kuulub tingimata ka väävel, olgugi lämmastikust vähemal hulgal. Mädanevad, lagunevad valgud lõhnavad seepärast alati ammoniaagi ja väävelvesiniku järele.

Fosfor esineb taimedes fosforhappeühendite näol. See hape kuulub nende tähtsaimate valkainete koostisse, milledest koosnevad rakutuomad ja protoplasma. Seepärast ka ilma fosforita ei saa olla elusat ainet. Peale selle võtab fosforhape aktiivselt osa hingamisprotsessist, ilma milleta samuti ei ole elu. Samasuguse tähtsusega on ka kaalium. Teda on alati soolade näol elutegevuses olevas protoplasmas ja ta etendab väga tähtsat osa taimedes süsivesikute muundumisel ning nende talletumisel tagavaraks. Seepärast reageerivad kaaliumväetistele eriti hästi kartul ja peet, mis koguvad oma maa-aluseisse organeisse suurel hulgal süsivesikuid (kartul — tärklise näol, peet — suhkru näol).

Kaltsiumil on suur tähtsus juurte kasvamiseks, mis tema puuduse puhul kergesti kattuvad limaga ja hakkavad mädanema. Peale selle koguneb kaltsiumi suurel hulgal taime vananevate organite rakkudesse, kus ta sageli setib oblikhapu kaltsiumi kristallide näol; oblikhapu kaltsium on kaltsiumi ja oblikhappe ühend, mis vees üldse ei lahustu. Sel kujul on ta nähtavasti juba jäte. Magneesium, nagu eespool öeldud, kuulub taimede roheline värvaine — klorofüllü koostisse, ja juba seetõttu on ta taimedele täiesti vajalik. Peale selle leidub teda alati noorte rakkude protoplasmas ja ta etendab tähtsat osa neis toimivas ainevahetuses.





Neljas peatükk

TAIME HINGAMINE

Kõigis taimerakkudes, niihästi vanemates, mis enam ei pooldu ega suurene, kui ka just eriti nooremates, toimub vahetpidamata protoplasma tekkimine. Oma elutegevusprotsessis ta laguneb kogu aeg ja uueneb pidevalt. Elu — see on pidev ehitumine ja lagunemine, pidev ainevahetus ümbritseva keskkonnaga, sellest materjalide vastuvõtmine elusa materia ehitumiseks ja sellesse kõlbmatuks muutunud osade — eluprotsessi jätete tagastamine.

Kuidas just toimub toitainete ümbertöötamine elusa protoplasma aineteks, sellest teame seni veel väga vähe. See on bioloogias üks raskemaid küsimusi. Kuid me teame, et selle ümberehitusega kaasneb alati väga sügav lagunemine ja siis nendest ainetest ühe osa hapendumine. Selle hapendumise, s. o. õhuhapnikuga ühinemise lõppsaadusteks on sellised lihtsad ained, nagu süsihappegaas ja vesi. Osa orgaanilisi aineid, eriti süsivesikuid, just nagu põleks ära elusates rakkudes. Seejuures vabaneb energia, mida kasutatakse sünteesiprotsessides, milledest on tingitud elusa protoplasma uute hulkade tekkimine. Selle hapendumisprotsessiga tutvusime juba veidi, kui uurisime seemnete idanemist. See protsess on tuntud ammust ajast hingamise nime all ja on omane eranditult kõigile loomade ja taimede elusaile rakkudele. Väga energiliselt toimub hingamisprotsess ka pisikuil; see on seoses nende haruldaselt kiire kasvamise ja paljunemisega.

Hingamise väliseks avalduseks on süsihappegaasi ja vee eraldumine ning süsiniku ja vesiniku hapendumiseks vajaliku hapniku neeldumine. Seepärast on hingamine täielikult vastandlik protsess fotosünteesile, mille puhul valguse käes neelatakse ja töötatakse ümber süsivesikuiks süsihappegaasi ja vett, nende asemele aga eraldatakse hapnikku. Need kaks protsessi on vastandlikud ka ses suhtes, et hingamisel kulutatakse orgaanilisi aineid, eeskätt süsivesikuid, fotosünteesis neid aga luuakse. Ja lõpuks, hingamisel energia vabaneb, eraldub ja kasutatakse orga-

nismi poolt elusa protoplasma ehitamiseks, fotosünteesi puhul aga, vastupidi, kulutatakse, neelatakse päikesekiirte energiat.

Taime rohelistes lehtedes ja üldse igasuguses rakus, mis sisaldab kloroplaste, võivad mõlemad vastandlikud protsessid — hingamine ja fotosüntees — toimuda üheaegselt. Lehe roheline põhikoe rakkude protoplasmas toimub alati hingamisprotsess. See saab selgesti märgatavaks, kui lehed asetsevad pimeduses, kus fotosünteesiprotsess ei saa valguse puudusel toimuda. Pimeduses eraldavad taime lehed süsihappegaasi ja neelavad hapnikku, samuti nagu igasugused teised taime osad. See lehtede hingamine on peamiseks põhjuseks kõigile tuntud nähtusele — äsjaniidetud ja suurtesse hunnikutesse kokkupandud heina isesoojumisele.

Hingamisel eraldub soojus, aga hunniku välimised kihid takistavad teda levimast ümbritsevasse keskkonda, soodustades sellega sisemiste kihtide isesoojumist. Kui aga taimede lehed on päikesest heledasti valgustatud või on isegi hajutatud valguses, siis toimub nende kloroplastides vastupidine protsess — neeldub süsihappegaas ja eraldub hapnik. See protsess kulgeb mitu korda energilisemalt kui samade rakkude protoplasmas samaaegselt toimuv hingamine; seepärast täheldame valguses ainult fotosünteesi ega märka hingamist. Kui me aga järk-järgult vähendame lehele langeva valguse heledust, näiteks nihutame taime järk-järgult toa sügavusse, siis nõrgeneb fotosüntees üha rohkem.

Lõppude lõpuks leiame taime valgustatuse niisuguse astme, mille puhul taim tarvitab hingamisprotsessis ära kogu fotosünteesil eraldatava hapniku, fotosünteesiprotsessis aga töötab ümber kogu hingamisel eraldatava süsihappegaasi. Selles punktis tasakaalustavad mõlemad protsessid teineteist ja näib, et nad mõlemad on jäänud seisma. Kuid see ei ole nii. Tarvitseb vaid nihutada taim aknast veel kaugemale, et täheldada hingamise ülekaalu võrreldes fotosünteesiga — taim hakkab eraldama süsihappegaasi ja neelama hapnikku nagu loom. Nagu näeme, kujutab endast taimerakk, vaatamata tema äärmiselt väikestele mõõtetele, niivõrd keerukat moodustist, et temas võivad üheaegselt toimuda kaks täiesti vastandlikku protsessi.

Hingamisprotsess võib põhjustada taimede poolt kogutud orgaanilise aine tunduvaid kadusid. Seda on kerge täheldada seemnete idanemisel enne idandite ilmumist maapinnale, seni kui nad ei ole oma esimesi lehti päikese kiirte alla seadnud. Katset näitavad, et seemnete idanemise esimestel päevadel väheneb idandite kuivaine kaal. Ja kui seemned olid pandud mulda liiga sügavale, siis võivad nad ära kulutada kõik oma tagavarad ja hävida kurtumusest, ilma et nad oleksid päevavalgust näinudki.

Ka toataimed kannatavad kurtumuse all ja hävivad, kui neid hoida aknast kaugel. Talvel saavad nad ka akende juures nii vähe valgust, et katkestavad kasvamise ja sageli heidavad maha osa oma lehti või isegi hävivad täielikult. Ainult kõige

vähem nõudlikud, kõige enam varju sallivad taimed võivad tubades edukalt kasvada, sest et nad hingavad väga nõrgalt.

Taimede lehed, mis puutuvad igast küljest kokku atmosfääri õhuga ja mida läbib rakuvahe ruumide hargnenud süsteem, ei tunne hingamisel kunagi hapniku puudust. Pealegi on nad päevastel tundidel ise hapniku allikaks, mida nad eraldavad ümbritsevasse atmosfääri. Teistsuguses olukorras on taimede juured. Hapnik tungib raskesti isegi koheda mulla kõige sügavamaisse kihtidesse. Pealegi kihab mullas alati määratu hulk baktereid, kes ahnelt neelavad hapnikku ja eraldavad suurel hulgal süsihappegaasi. Aga ka juured ise hingavad väga energiliselt, sest nende noored otsakesed kasvavad ruttu. Peale selle nõuab vee pumpamine taime maapeelseisse osadesse ja mineraalainete neelamine mullast energiakulutust ning järelikult ka intensiivset hingamist. Seepärast on taimede edukaks kasvatamiseks vaja hoolitseda selle eest, et nende juured oleksid varustatud hapnikuga. Selleks on tingimata vaja sügavalt künda ja siis hoida mulla pindmised kihid küllalt kohedas olekus. Niisugune kohendamine soodustab peale selle mullaniiskuse säilimist ja umbrohtude kõrvaldamist, mis haaravad kultuurtaimede eest nii vett kui ka toitained.

Juurte varustamiseks küllaldase hapnikuhulgaga on väga suure tähtsusega peenesõmeraline mullastruktuur. Sõmeratevahelistes vaheruumides tsirkuleerib mulla õhk võrdlemisi kergesti ja sõmerate sees olevat niiskust kasutavad taimede juured hästi. Vihma ajal või lume sulamisel tungib vesi vabalt niisugusse mulda küllaltki sügavale. Vahed mullasõmerate vahel vabanevad üsna ruttu liigest veest, mille imavad sõmerad või otseselt taimede juured.

Struktuuritus, kurnatud mullas aga on mullaosakesed väga tihedalt üksteise ligi ja vee ning õhu liikumine nende vahel on äärmiselt takistatud. Seepärast voolavad vihma- ja lumeveed suures osas maapinnalt kasutult ära, suundudes ojadesse ja jõekestesse. See osa neist vetest, mis tungib mulda, tõrjub mulla õhu täielikult välja, takistab juurte hingamist ja sellega pidurdab nende elutegevust. Seepärast kasvavad taimed struktuuritus mullas palju halvemini kui struktuurses mullas ja annavad madalamaid saake. Järelikult on mullastruktuuri loomine ja alalhoidmine õige põllunduse tähtsamaid ülesandeid.

Eriti ohtlik taimede juurtele on mulla üleujutamine veega. Seejuures täidab vesi täielikult kõik vahed mullasõmerate vahel ja tõrjub sealt õhu välja. Seepärast, kui muld jääb kauaks üleujutatud olekusse, lämbuvad ja surevad taimede juured. Seda soodustab ka asjaolu, et hapnikupuudusel algavad üleujutatud mullas käärimisprotsessid, mis peale suure hulga süsihappegaasi annavad veel selliseid mürgiseid aineid, nagu väävelvesinik, ammoniaak, võihape jms., mis mürgitavad taimede juuri. Järelikult ei tule lasta vett liiga kaua põldudel seista, tuleb teha vee-

kogumiskraavid või maakuivenduskaevud. Alati veega läbiim-
bud soostunud mullad on samal põhjusel kõlbmatud põllumajan-
dustaimede kasvatamiseks. Selliseid muldasid on vaja kuiven-
dada kraavide või torude abil, mida mööda liigne vesi võiks ära
voolata.

Kuivendatud soode mullad annavad kõrgeid saake, sest et nad
sisaldavad suurel hulgal taimseid jätteid. Kuid selliseid saake
ei saada mitte kohe pärast maade kuivendamist. Peab mööduma
mõni aeg, et mullas jõuaksid ära mädaneda taimsed jätted ja
laguneda temasse kogunenud mürgised ained.

Kuidas võivad aga soostunud muldadel elada sootaimed? Kui-
das võib näiteks riis veega üleujutatud mulla tingimustes mitte
ainult hästi kasvada, vaid ka kõige kõrgemaid saake anda? Nen-
del taimedel leiame väga tähtsa iseärasuse: läbi kogu nende
keha, alates lehtedest, läbi varte kuni juurte otsakesteni, kulge-
vad avarad õhuruumid.

Päevaajal, mil lehed fotosünteesiprotsessis eraldavad rikkali-
kult hapnikku, tungib viimane neisse õhuruumidesse ja pääseb
neid mööda varte veealustesse osadesse ning juurtesse, võimal-
dades neile hingamisprotsessi. Peale selle võivad need taimed
hapnikupuudust taluda kauem kui tavalised taimed. Ja lõpuks,
kõik soostunud muldade taimed on vähem vastuvõtlikud neisse
muldadesse kogunevate mürgiste ainete suhtes. Nagu näeme, on
taimedele väga laias ulatuses omane võime kohaneda ümbrit-
seva keskkonna tingimustele.





Viies peatükk

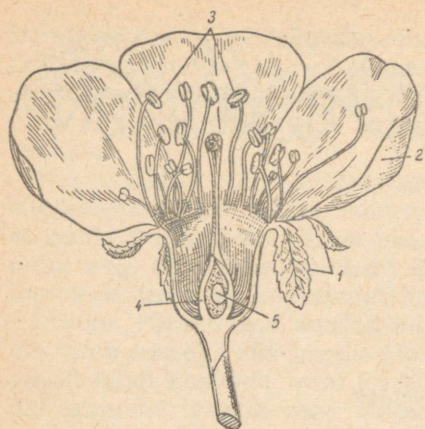
TAIMEDE PALJUNEMINE

ÕIS, TEMA EHITUS JA TEMAS TOIMUV VILJASTAMIS- PROTSESS

Kõik Maad asustavad elusad organismid on piiratud elukestusega. Iga olend sünnib, kasvab, elab, vananeb ja lõppude lõpuks sureb. Kuid üksikute elusolendite surm ei põhjusta kogu antud organismide rühma olemasolu lakkamist, rühma, millesse nad kuuluvad ja mida teaduses nimetatakse liigiks. Liigid jätkavad olemasolu seetõttu, et elusolenditel on võime luua enesesarnaseid olendeid, jätta järglasi. Seda enesesarnaste olendite loomise protsessi nimetatakse organismide paljunemiseks. Taimeriigis on see paljunemisvõime eriti selgesti väljendatud. Iga taim annab sageli sadu ja tuhandeid seemneid ja iga seeme, nagu me nägime, on juba uus taim, olgugi et ta on veel algelises ning puhkusolekus.

Ainult kõige alamatel organismidel — bakteritel, teataval ainuraksetel vetikatel, amööbidel ja mõnedel teistel — seisneb paljunemine lihtsas pooldumises — ühest rakust tekib kaks ja kumbki hakkab iseseisvalt elama; siis pooldub kumbki uuesti ja tekib juba neli ainurakset organismi jne. Kõigil hulkrakseil elusolenditel eelneb paljunemisele kahe raku liitumine üheks, millele järgneb rida selle raku pooldumisi ja uue organismi moodustumine. Seda liitumist on hakatud nimetama viljastamiseks ehk suguliseks protsessiks. Seejuures on peaaegu alati üks neist rakkudest väiksem ja liikuvam, teine aga suurem, vähem liikuv ja varustatud teatava toitainete tagavaraga. Esimene kujutab endast viljastavat isasrakku ehk spermatozoidi, teine aga viljastatavat emasrakku ehk munarakku.

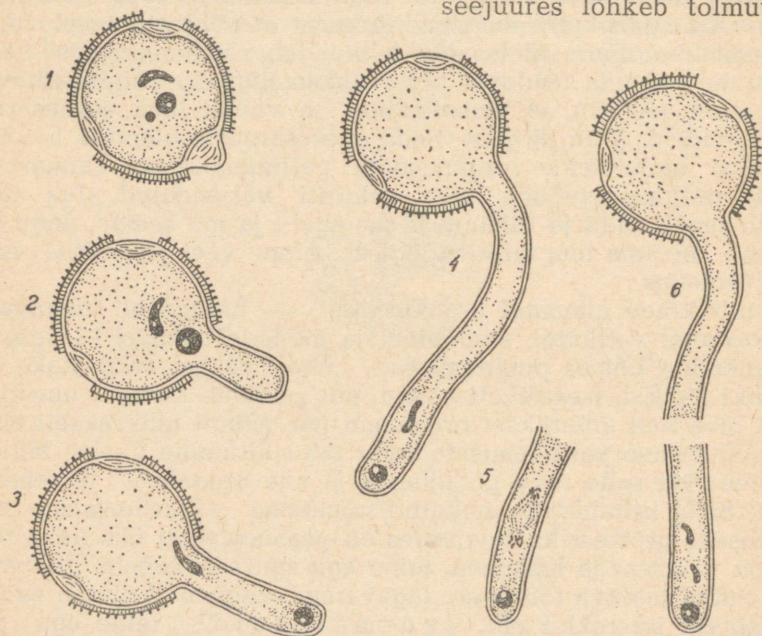
Kõrgematel taimedel, kes paljunevad seemnete abil, toimub viljastamisprotsess õites ja teostub üsna keerukalt. Me ei peatu siin kõigil tema peensustel; märgime ära vaid kõige olulisema.



Joon. 24. Kirsipuu õis läbilõikes. 1 — tupp; 2 — õiekroon; 3 — tolmukad; 4 — emakas, mis koosneb emakakaelast suudmega ülal ja selle all asetsevast sigimikust. Sigimikus on näha seemnepung (5).

Võtame näiteks kirsipuu õie (joon. 24). Selles eraldame kergesti õiekatteid — rohelist tuppe, roosakasvalget õiekrooni ja viljastamisorganeid — tolmukaid ja emakat.

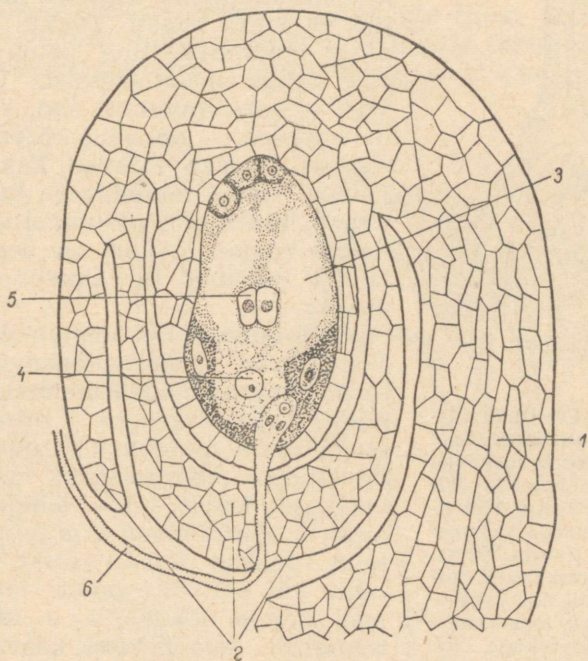
Tolmukad kujutavad endast õie isasorganeid; nende tähtsaimaks osaks on paaris tolmukotid, milledest tekib õietolm. See koosneb ümarikest rakkudest, millel on paks kahekordne kest ja kaks tuuma, mida nimetatakse vegetatiivseks ja generatiivseks. Kui tolmukotid on valminud, siis nad avanevad ja õietolm pudeleb neist välja. Kuid tolmuterad ei ole veel spermatozoidid. Viimased tekivad siis, kui õietolm idaneb — seejuures lõhkeb tolmuterad.



Joon. 25. Liilia õietolmu ehitus ja idanemine: 1 — tolmutera, mis on kaetud kahe kestaga ja sisaldab kaks tuuma — ümariku (vegetatiivse) ja pikliku (generatiivse); 2, 3, 4 — õietolmu idanemise algus ja tolmutoru väljavenimine; 5, 6 — generatiivse tuuma pooldumine kaheks spermatozoidiks.

raku väline kest, sisemine aga venib pikaks torukeseks; sellesse torukesse siirduvadki mõlemad tuumad. Vegetatiivne tuum nähtavasti ainult soodustab tolmutoru kasvamist ega etenda edasist osa viljastamisprotsessis; generatiivne tuum jaguneb kaheks osaks, mis ühes nende kõrval oleva väikese protoplasmahulgaga muunduvadki (joon. 25) isassugurakkudeks — spermatozoidideks. Need just teostavadki viljastamise.

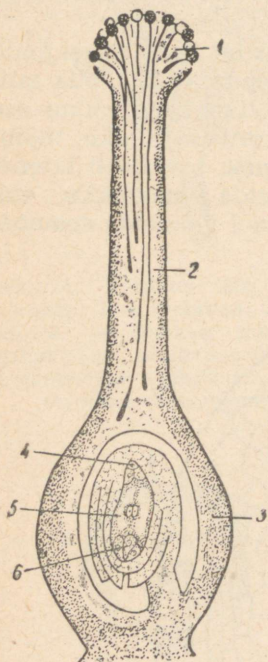
Õie emasorganiks on emakas. Tema tähtsaim osa on sigimik selles asetsevate seemnepungadega. Seemnepungi võib olla mitmesugune arv — ühest kuni suure hulgani. Emaka ülemine osa on välja veninud emakakaelaks, mis mõnikord on lühike, mõnikord aga väga pikk; emakakaela kõige ülemist, tavaliselt laienu- nud osa nimetatakse emakasuudmeks. Et leida emasrakke ehk munarakke endid, on vaja tugeval suurendusel vaadelda seemnepunga ehitust (joon. 26).



Joon. 26. Liilia seemnepung otse viljastamise eel: 1 — seemnepunga varreke; 2 — katted; 3 — lootekott; 4 — selles asetsev munarakk; 5 — lootekoti sekundaarne tuum (teda moodustavad tuumad ei ole veel teineteisega ühinenud); 6 — seemnepungasse tunginud tolmutoru ots kahe spermatozoidiga ja vegetatiivse tuumaga.

Igal seemnepungal leiame varreke, millel ta asetseb, ühe või kaks katet, mis punga otsal ei ulatu täiesti kokku, ja keskse osa, milles selgesti paistab silma kõiki teisi rakke suuruselt palju-

kordselt ületav rakk — nõndanimetatud lootekott. Kuid see ei ole veel emasrakk; see eraldub lootekotis alles veidi aega enne õie täielikku puhkemist. Sel ajal hakkab lootekoti keskel asetsev tuum poolduma, moodustades esmalt kaks, siis neli ja lõpuks kaheksa uut tuuma.



Joon. 27. Õietolmu idanemine emakasuudmel (1). Tolmutorud laskuvad mööda emakakaela (2) alla ja siirduvad sigimikus (3) asetseva seemnepunga (4) juurde. Seemnepunga keskohta täidab määratu suur rakk — lootekott (5) temas asetseva munarakuga (6), viie kaasrakuga ja kaheksa siktuumaga keskel.

Sel viisil tekkinud uutest tuumadest siirduvad kolm lootekoti ühe, kolm teise otsa juurde, kaks aga jäävad keskele. Lootekoti otste juurde läinud iga tuuma ümber eraldub teatav osa protoplasmat; sel viisil tekib kuus rakk, mis siiski ei moodusta endi ümber kestasid, vaid jäävad lootekoti üldise kesta sisse. Üks neist rakkudest asetseb lähemal lootekoti sellele otsale, kus seemnepunga keskosa katvad katted ei ulatu täiesti kokku; see ongi päris munarakk, mis võtab vahetult osa viljastamisprotsessist. Ulejäänud viis — kaks lootekoti ühe, kolm teise otsa juures — on vaid kõrvalise tähtsusega. Lõpuks liituvad kaks keskele jäänud tuuma teineteisega ja moodustavad lootekoti niinimetatud sekundaarse tuuma. Nüüd on seemnepung täiesti valminud ja võimeline viljastamiseks.

Viljastamine ise toimub järgmiselt. Tolmukotist väljapudenenuid tolmuterad satuvad emakasuudmele. See on alles viljastamiseks ettevalmistav etapp, mida nimetatakse tolmllemiseks. Eristatakse isetolmllemist, mille puhul emakasuudmele satub õietolm samast õiest, ja risttolmllemist, mille puhul õietolm tuuakse teisest õiest, tavaliselt tuule või putukate poolt. Emakasuudmel õietolm idaneb, s. o. laseb välja tolmutoru, mis kiiresti kasvab, laskudes mööda emakakaela alla (joon. 27), tungib sigimikku ja jõuab kuni seemnepungani. Siis kasvab tolmutoru läbi

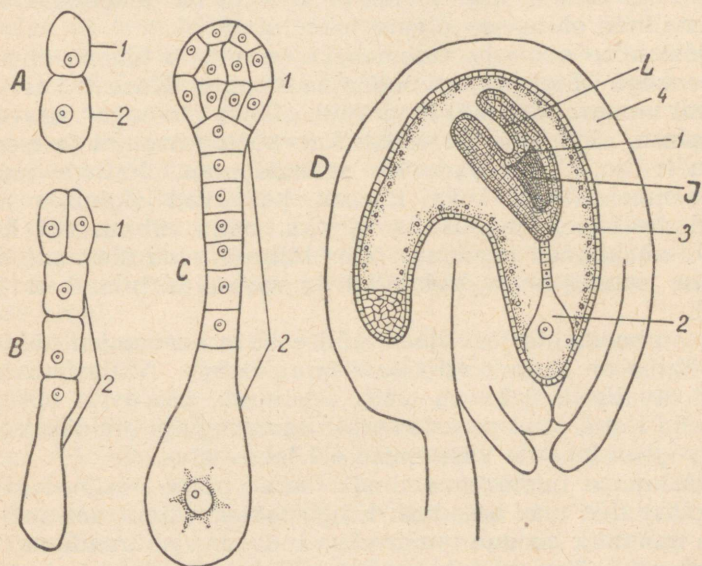
ava, mis on jäänud katete vahele nende mittetäieliku kokkuulatamise tagajärjel, ja jõuab lootekoti kestani. Selle toru tipus, nagu juba öeldud, läbivad selle pika ja keeruka tee ka temas asetsevad isassugurakud, s. o. spermatozoidid.

Tolmutoru läbib siis lootekoti kesta ja avaneb ise oma tipul. Spermatozoidid libisevad temast välja ja üks neist siirdub

munaraku juurde ning ühineb sellega. See on päris viljastamine. Nagu juba öeldud, seisneb viljastamine kõigil elusolendel kahe raku — isas- ja emaraku ühinemises. Sellest momendist algabki uue olendi elu. Kuid taimedel ei piirdu asi sellega. Teine spermatozoid tungib veel sügavamale lootekotti, läheneb sekundaarsele tuumale ja ühineb sellega. Toimub haruldasetl omapärane kahekordne viljastamine. Selle avastas möödunud sajandi lõpul väljapaistev vene teadlane akadeemik S. G. Navašin.

SEEMNETE JA VILJADE ARENEMINE JA VALMIMINE

Uue põlvkonna arenemine algab selle raku pooldumisega, mis tekkis munaraku ja spermatozoidi ühinemise tulemusena ja mida teaduses nimetatakse sügootiks. Tema esimesele pooldumisele järgneb teine, siis kolmas ja nii edasi; tulemusena tekib sügootist hulkrakne keha — tulevase taime idu (joon. 28). See idu asetseb lootekotis, milles toimub samuti rida tähtsaid muutusi. Eelkõige kasvab lootekott tugevasti; olguigi et idu kiiresti kas-



Joon. 28. Idu arenemine viljastatud munarakust (sügootist) umbrohu hiirekõrva näitel. A — sügoot on pooldunud kaheks rakuks, milledest ülemine (1) moodustab hiljem idu, aga alumine (2) — seda toetava liseme. B ja C — idu (1) ja liseme (2) edasine arenemine. D — seemnepung, mis areneb seemneks. 1 — idu, milles on juba eraldunud juureke (J) ja kaks esimest lehte — idulehed (L); 2 — lise; 3 — lootekott, mida täidavad väikesed rakud ja mis muundub endospermiks; 4 — seemnepunga katted, mis muunduvad seemnekestaks.

vab, jääb ta koti sisse ja ei purusta seda. Peale selle, pärast ühinemist teise spermatozoidiga hakkab lootekoti sekundaarne tuum samuti poolduma ja annab alguse suurele hulgale väikestele rakkudele (joon, 28, D, 3). Need täidavad lootekoti kogu õõne tema seinte ja kasvava idu vahel, mis seejuures on kas nihutatud ühele poole või ümbritsetud igast küljest peenerakulise koega. See kude, nagu varem juba öeldud, nimetati endospermiks; ta on tähtis abistamise mõttes — temas talletuvad toitained, mis saabuvad emataimest kasvavate ja valmivate seemnete juurde ning on selleks tagavaraks, mida seemnes olev idu tarvitab idanemisel. Endospermiga tutvusime juba nisu seemne ehituse vaatlemisel.

Üheaegselt idu ja endospermi kasvamisega kasvavad ka seemnepunga katted, mis lõppude lõpuks muunduvad seemnekestaks (joon, 28, D, 4); kogu seemnepung aga muundub seemneks. Ühes sellega hakkavad kasvama ka sigimiku seinad ja sigimik muutub viljaks. Paljudel taimedel tarvitatakse endosperm ära mitte seemne idanemisel, vaid palju varem, juba seemne valmimisel. Sel juhul me ei leia teda valminud seemnes; idu täidab kogu seemet ja asetseb vahetult seemnekesta all. Varuained talletatakse seejuures idusse endasse, tema kahte esimesse lehte — idulehtedesse. Nii toimub näiteks herne ja türgi oa seemnete valmimine, millede ehitusega oleme juba tutvunud.

Viljastamise otseseks tulemuseks on niisiis taime emasorganite peaaegu kõigi osade hoogne kasvamine. Kiiresti kasvab viljastatud munarakust tekkinud idu. Ühes temaga kasvab ka endosperm, olgugi et idu sageli kasvab tugevamini ja isegi tõrjub ta välja. Kasvavad ka seemnepunga katted, muundudes seemnekestaks. Väga kiiresti kasvavad sigimiku seinad, muundudes sageli mahukaks viljaks, nagu arbuus või kõrvits. Ainult emakakael ja -suue, olles täitnud oma ülesande, kuivavad ära, samuti nagu kuivavad ja varisevad tolmukad ja õiekatted.

Mis on seemnete ja viljade sellise kiire kasvamise põhjuseks? See põhjus on seotud viljastamisprotsessiga. Viljastamata sigimikud tavaliselt ei kasva, vaid, vastupidi, kuivavad või varisevad selle tõttu, et viljavartes tekib samasugune eraldav kiht, mis tekib sügisel lehtede varisemise eel lehevartes.

Viljastamise tulemusena ilmub uue põlve esimeses rakus (sügoodis) rida uusi omadusi. Kõige tähtsam neist seisneb selles, et see uus rakk on uue taime väga tugevasti noorendunud, kõige noorem rakk. Temast tekkivad uued idu rakud on samuti võrralt nooremad kui kõik emataime rakud. Noored rakud on aga alati palju suurema aktiivsusega, kõik nendes toimuvad protsessid, eriti ainevahetusprotsessid, on palju energilisemad. See pärast muutuvad idu noored rakud keskusteks, mis tõmbavad eneste juurde toitaineid esmalt lähemaist, pärast aga kaugemaist taime osadest. Tulemusena kasvavad seemned ja viljad kiiresti ning täituvad toitainetega, emataime kõik osad aga annavad

neile ära omad ained, lahjuvad ja nõrgenevad, üheaastastel taimedel aga surevad täiesti.

Üheks põhjuseks, miks ained selliselt taime vanematest osadest noortesse liiguvad, on erinevused fermentide töö iseloomus taime noortes ja vanades osades. Nagu juba öeldud, on fermentid tähtsaimad keemilised ained, millede abil taimed kiirendavad toitainete ümbertöötamist, lagundades neid koostisosadeks ja soodustades sellega nende tungimist rakkudesse ja nende edasist ümbertöötamist. Kuid, nagu on näidanud akadeemik A. I. Oparini ja tema kaastöölise tähelepanuväärsed uurimised, fermentid võivad soodustada mitte ainult keerukate orgaaniliste ainete lagunemist koostisosadeks, vaid ka, vastupidi, keerukate ainete ehitumist nendest. Kõik oleneb sellest, missuguses olukorras on fermentid. Kui nad on lahuses, siis soodustavad nad keerukate ainete lagunemist, kui nad on aga kindlalt seotud mitmesuguste protoplasmas olevate struktuursete moodustistega, siis soodustavad nad keerukate orgaaniliste ainete sünteesi (ühinemist) lihtsamaist.

Vanades rakkudes on fermentid peamiselt lahuses, sellepärast on neis ülekaalus lagunemisprotsessid ja neis kogunevad kergestilahustuvad ning liikuvad lihtsamad ained. Vastupidi, noortes rakkudes on fermentid seotud protoplasma ja töötavad sünteesi suunas. Kõik neisse sattuvad lihtsamad ained töötatakse väga kiiresti ümber keerukaiks, mis moodustavad nende protoplasma, ja seepärast ei kogune neisse ega takista üha uute toitainete saabumist vanematest rakkudest. Varte ja juurte tipud, nende kasvukuhikud, milledest oleme juba rääkinud, tõmbavad seepärast ära toitaineid vanematest, juba väljakasvanud osadest. Samal põhjusel muutuvad ka noored seemned ja viljad oma kasvamisel ja valmimisel keskusteks, mis tõmbavad juurde kergesti liikuvaid toitaineid ja varustuvad nendega emataime vanemate kudede arvel.

Fermentidega sarnanevad toimelt ka teised elusate rakkude keemilised ained, nimelt need kasvu ergutajad ehk auksiinid, milledega tutvusime varem. Öietolm on auksiinidest väga rikas. Sellega seletubki tolmutorude kiire kasvamine väga pika emakaalaga taimedel, näiteks liilial ja maisil. Tolmutorust satuvad auksiinid ühes spermatozoidiga munarakku ja soodustavad temast areneva idu kasvamist. Niipea kui on tekkinud grupp noori poolduvaid rakke, s. o. noor kasvukuhik, muutub see ise auksiinide tekkimise kohaks. Auksiinid mitte ainult soodustavad idu edasist kasvamist, vaid imbuvad temast ka ümbritsevaise kudedesse, põhjustades seemnepunga katete kasvamist, mis kujunevad seemnekestaks, ja sigimiku seinte paisumist, mis muutuvad viljaks.

Niisiis on kindlaks tehtud valmivate seemnete ja vilja kasvamise vahel oleva vastastikuse sõltuvuse iseloom ja selgitatud üks põhjustest, mispärast ainult viljastatud sigimikud kasvavad

viljadeks, viljastamata sigimikud aga ei kasva ja varisevad maha. Põhjuseks osutusid need auksiinid, mida töötavad välja viljastatud seemnepungad.

Siit tekkis mõte, kas ei oleks võimalik esile kutsuda sigimiku kasvamist viljaks ilma viljastamata, viies sigimikku kunstlikult sünteetilisi preparaate, mis oma füsioloogiliselt toimelt on lähedased looduslikele auksiinidele. Kui viljastamata sigimikku viidi veidi hetero-auksiini, osutus võimalikuks saada täiesti normaalse suurusega vilju, kuid nad olid puudulikult arenenud seemnetega või hoopis ilma seemneteta. Iseäranis kerge on saada selliseid seemneteta vilju tomatitel; selleks tarvitseb ainult pritsida nende õiekobaraid väga nõrga (10 kuni 100 milligrammi 1 liitri vee kohta) sünteetiliste kasvustimulaatorite, näiteks hetero-auksiini lahusega. Suuruselt, maitseomadustelt ja toitainete ning vitamiinide sisalduselt need seemneteta viljad ei jää maha tavalistest viljadest, vaid isegi ületavad neid, ja sellepärast leiab kasvustimulaatorite lahustega pritsimine üha laiemat rakendamist tomatite kasvatamisel.

Pärast seda, kui viljad on saavutanud lõpliku suuruse ja nende kasvamine lakkab, algab neis valmimisprotsess. Mahlakad viljad, nagu õunad, pirnid, ploomid, tomatid jt., muutuvad seejuures pehmemaks ning magusamaks ja nende esialgne roheline värvus asendub eredamaga — kollasega, punasega, tumesinisega jne.

Pehmete viljade valmimisega üheaegselt valmivad ka neis sisalduvad seemned. Kuid biokeemiliste protsesside suund valmivates seemnetes on teistsugune kui viljalihas. Siin kulgevad kõik protsessid kuni valmimise lõpuni sünteesi suunas; rakkudesse talletatakse vees mittelahustuvad või vähelahustuvad keeruka koostisega varuained — tärklis, rasvad, valgud. Uhtlasi kaotavad seemned neis sisalduvat vett ja valmimise lõpuks muutuvad õhukuivaks, s. t. sisaldavad üksnes tugevalt seotud vett, mida võib kõrvaldada ainult kuumutamisel kuni 100 kraadini. Et aga vaba vee puudumisel jäävad kõik eluprotsessid seisma, siis langevad täiesti valminud seemned täieliku puhkuse olekusse ja ei avalda mingisuguseid elutunnuseid. Sellel puhkusel on paljunemisele ja seemnete levimisele väga suur tähtsus. Täiesti kuivas olekus võivad seemned välja kannatada igasuguseid ebasoodsaid tingimusi — talviseid külmi, kuumust ja põuda, ja tuul või loomad võivad neid kanda suurtele kaugustele.

TINGIMUSED, MIS ON VAJALIKUD TAIME ÜLEMINEKUKS ÕITSEMISELE JA VILJAKANDMISELE

TAIMEDE STADIAALSE ARENEMISE TEOORIA

Mitte igasuguses vanuses ei ole taimed võimelised õisi ja seejärel vilju andma. Enamik puid jõuab õitsemisküpsusse (mis vastab loomade suguküpsusele) alles mitu aastat pärast tärkamist.

Näiteks õunapuud hakkavad õitsema tavaliselt 5.—7-ndal eluaastal, tammed aga alles 20.—25-ndal eluaastal. Uheaastased taimed samuti esialgu ainult kasvavad, ajavad lehti ja võsusid ning alles mitu nädalat pärast tärkamist omandavad võime õitseta ja vilja kanda. See aeg on mitmesugune. Sellele vastavalt eristatakse vara- ja hiljavalmivaid taimi ja sorte. Taliviljad annavad tõusmed sügisel, loovad, õitsevad ja kannavad vilja aga alles järgmisel suvel.

Ajavahemik tärkamise ja õitsemise vahel on taimedele tarvilik selleks, et neis võiksid toimuda sisemised muutused, mis teevad nad võimelisteks suguliselt paljunema. Need muutused toimuvad järk-järgult, päevast päeva. Kuhjudes viivad nad erilistele murrangumomentidele, kus järsult muutuvad taimede loomus ja nende suhtumine ümbritseva keskkonna tingimustesse. Vastavalt silmapaistva nõukogude teadlase akadeemik T. D. Lõssenko poolt väljatöötatud teooriale kulgeb taime arenemine seemnest kuni seemneni mitte ühtlaselt, vaid hüpetena. Arenemisperiood, mille kestel kogunevad need muutused, on saanud arenemisstaadiumi ehk arenemisjärgu nimetuse, murrangumomendiks on aga üleminek ühest arenemisstaadiumist teise.

Kõige selgemini avaldub stadiaalsus taliviljade arenemisel. Kui taliviljad külvata kevadel, siis nad kogu suve ainult võsuvad, s. o. ajavad üha uusi võsusid ja lehti, aga ei loo. Kui aga külvata nad sügisel, loovad neil pärast talvitumist kõik taimed üheaegselt ja kiiresti. Varem arvati, et taliviljad vajavad õitsemiseks talvist puhkuseperioodi, kuid hilisemad uurimised näitasid, et õitsemiseks on neile vajalik mitte täielik puhkus, vaid ainult kestev viibimine temperatuuril mitte üle 8—10 kraadi sooja. Lõunarajoonides, näiteks Taga-Kaukaasias, kus talvel peaaegu ei ole külma ja taimed ei katkesta oma kasvu, loovad taliviljad hästi ka pärast pehmet talve.

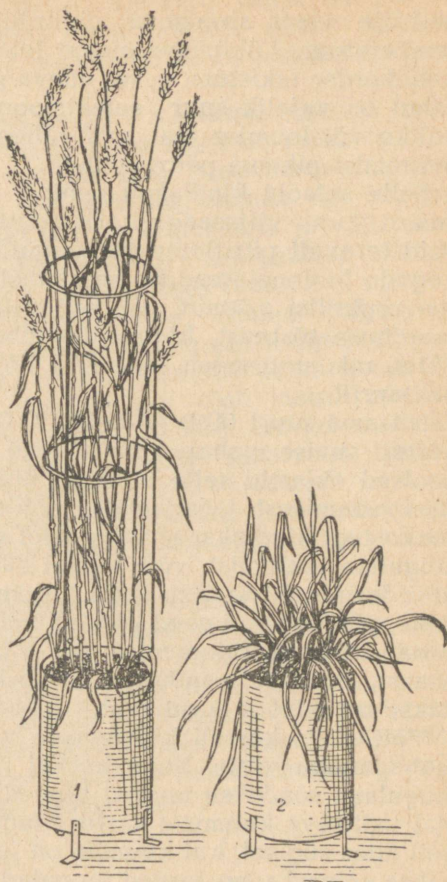
T. D. Lõssenkõ uurimised näitasid, et kestvalt külma käes pidada võib ainult niisuguseid taliviljade seemneid, mida on leotatud ja mis on idu otsa välja ajanud. Kui külmaspidamine kestab küllalt kaua, mitte vähem kui 40—60 päeva (olenevalt sordist), siis pärast seda tuleb ka kevadise külvi korral kiire ning ühtlane loomine. Idanemisseisundis külma käes peetud taliviljad muutusid just nagu suviviljadeks (vene keeles яровые); seetõttu hakati idanened seemnete külvielset külma käes pidamist nimetama *jarovisatsiooniks* (joon. 29). See arenemisstaadium, mille kestel taim järgnevaks loomiseks vajab kestvut viibimist külma käes, sai *jarovisatsioonistaadiumi* nimetuse.

Jarovisatsioonistaadium esineb mitte üksnes taliviljadel. Ta esineb ka suviviljadel, kuid on neil tunduvalt lühem — kõigest mõni päev, ja vajab oma kulgemiseks kõrgemaid temperatuure — 13—15 kraadi ja rohkem. Ainult troopilised ja pooltroopilised soojalembesed taimed, nagu riitsinus, puuvillapõõsas, riis ja teised, ei vaja üldse külma, et üle minna viljakandmisele. Vastu-

Kahe põhilise arenemisstaadiumi — jarovisatsiooni- ja valgusstaadiumi kindlakstegemine võimaldas mitte ainult paremini mõista taimede arenemiskäiku idanemise algusest kuni õitsemiseni, vaid andis meile ka võimaluse seda arenemiskäiku juhtida — teda pidurdada või kiirendada. See käib eriti jarovisatsioonistaadiumi kohta, mis tavaliselt nõuab kulgemiseks madaldatud temperatuuri ja võib kulgeda seemnetes, mis on idu otsa vaevalt välja ajanud. Jaroviseerides talivilju idanenud seemnete külma käes hoidmise teel, võib sundida neid looma juba esimesel suvel ja sellega tunduvalt kiirendada nende arenemiskäiku. Suviviljade jaroviseerimisega võib teha neid varemvalmivaiks. Sellel on suur tähtsus paikkondades, kus on lühike suvi või kus varakult algab pöud.

Just suviljade, eriti nisu jaoks T. D. Lössenko poolt väljatöötatud võtte — jaroviseerimine on NSV Liidu põllumajanduses laialdaselt levinud.

Valgusstaadiumi on tootmistingimustes raskem väljastpoolt mõjutada. Päeva kunstlikku lühendamist on võimalik teostada ainult laboratooriumi olukorras. Päeva võib pikendada elektrivalguse abil, mida sageli rakendatakse kasvuhoonekultuuride puhul ja dekoratiivaianduses. Kuid teadmine, kas taim kuulub lühi- või pikapäevataimede hulka, omab suurt tähtsust kultuurtaimede rajoonimiseks ja selgitamiseks, missugustesse uutese paikkondadesse on võimalik neid nihutada. Pikapäevataimi on kergem nihutada põhja poole, kus kestvam valgustus võimaldab



Joon. 29. Kevadel vegetatsioonianumasse külvatud talinisu. Vasakul (1) — seemned olid jaroviseeritud; paremal (2) — külv on teostatud jaroviseerimata seemnetega.

neil üle saada arenemise pidurdusest, mida põhjustab madalam temperatuur. Lühipäevataimed leiavad aga teel põhja poole kahekordse takistuse — nii päeva pikkuses kui ka külmas. Antud juhul on vajalik suur selektsioonitöö niisuguste taimesortide valiku või loomise alal, mis vähemal määral pidurdaksid oma arenemist pikema päeva puhul.

Selle asjaolu kindlakstegemine, et taimede arenemine külumisest kuni viljasaagi koristamiseni ei toimu mitte ühtlaselt, vaid teravalt piiritletud staadiumidena, on üks tähtsamaid nõukogude bioloogiateaduse saavutusi. See võimaldas välja töötada rea praktilisi võtteid, mis soodustavad põllumajanduskultuuride saagikuse tõstmist. Mainisime juba kõrsviljade jaroviseerimise võtet, mis suurendab terasaaki 1,5—2 ja rohkem tsentneri võrra hektaarilt.

Niisama suurt tähtsust omab T. D. Lössenko poolt väljatöötatud kartuli suvise mahapanemise võte. See võte päästis meie lõunapoolsed oblastid selle kultuuri kidunemisest ja seemnematerjali sissevedamisest jahedamaist põhjapoolseist piirkondadest. Lössenko tegi kindlaks, et varajastel arenemis-etappidel, veel enne mugulate tekkimist, võib kartul kasvada õhu ja mulla temperatuuridel üle 20 kraadi. Kuid hiljem, kui algab mugulate tekkimine, põhjustavad need kõrged temperatuurid uute mugulate kiire vananemise ja kidunemise. Seetõttu säilivad nad halvasti ja, mis peaasi, annavad mandunud järglaskonna. Sellistelt taimedelt saadakse madalat ja kvaliteedilt halba saaki.

Võitluseks kartuli kidunemise vastu esitas Lössenko suvise mahapaneku võtte. Suve keskel põllule mahapandud kartulimugulaist saadakse noored taimed, mis ei ole veel tundlikud sel ajal valitseva kuumuse vastu. Mugulate moodustumine aga algab neil alles sügisel, kui kuumus on juba möödas, ja sellepärast saadakse suured ning terved mugulad, mis on võimelised andma ka tervet järglaskonda. Nii, lähtudes oma stadiaalse arenemise teooriast, lahendas Lössenko ühe raskeima küsimuse kartuli agrotehnika alal lõunapoolseis oblasteis.

TAIMEDE VEGETATIIVNE PALJUNEMINE

Taimede kasvamine seemnetest ehk suguline paljunemine ei ole ainus taimede paljunemise viis. Peale selle viisi on laialt levinud ka sugutu ehk vegetatiivne paljunemine, s. o. paljunemine, mis toimub sel teel, et taimest eralduvad tema osad, mis sisaldavad ühe või mitu punga (silma), mis on võimelised andma alguse uutele võsudele ja juurtele.

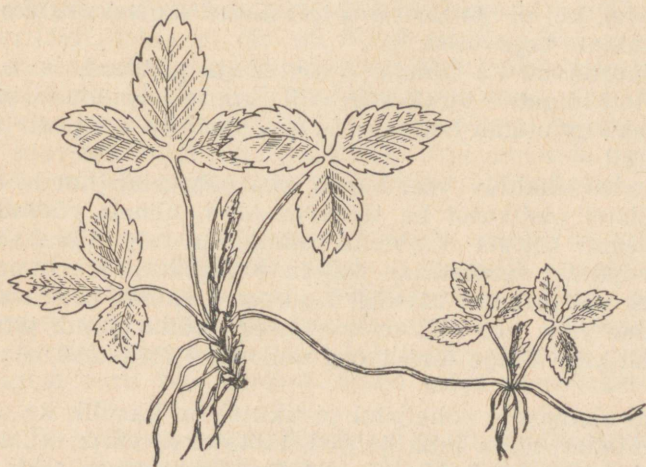
Taimede vegetatiivse paljunemise viisid on mitmesugused. Mõned taimed paljunevad peaaegu alati vegetatiivselt, ilma et nad moodustaksid õisi ja looksid vilju. Kultuurtaimedest kuulub nende hulka eelkõige kartul, mis paljuneb peaaegu ainult mugu-

late, s. o. jämendunud maa-aluste võsude abil, mille küljes on mitu silma, milledest igäüks võib anda alguse uuele taimele. Kartuli mugulad on rikkalikult varustatud mitte ainult toitainete tagavaradega, vaid ka veega.

Iga aednik teab, et seemnematerjali vähesuse korral võib mugulad isegi tükkideks lõigata ja need üksikult maha panna, ainult et igal tükil oleks kas või üks silm. Maa-aluste mugulate abil paljuneb ka maapirn ehk topinambuur, samuti ka maguskartul ehk bataat, mis on levinud troopikamaades ja võib kasvada Nõukogude Liidu kõige kuumemates rajoonides, näiteks Kõrkaasias Musta mere ranniku lõunapoolses osas.

Maasikas ja mõned temale lähedased taimed paljunevad võsundite abil. Need on maad mööda roomavad külgvõsud pungadega, mis kergesti juurduvad ja annavad uusi taimi (joon. 30). Juba enne seose kaotamist emataimega ajab noor maasikapuhmas ise võsundeid ja sel viisil tekivad terved maasikapuhmaste ahelakesed, mis vanade puhmaste ümbruses tihedalt maad katavad. Maasikas, nagu teada, õitseb ja kannab vilja rikkalikult, kuid tema seemned idanevad raskesti ja seemikud arenevad väga aeglaselt; seepärast paljundatakse teda peaaegu ainult võsundite abil.

Väga paljud taimed paljunevad juurikate, s. o. maa-aluste võsundite abil. Nad harunevad rikkalikult ja ajavad iga aasta maapealseid võsuseid, mis talvel surevad. Juurikad, olles külma eest mullakihiga ja sellel lasuva lumega hästi kaitstud, on taimedele niihästi talvitumiseks kui ka paljunemiseks. Viimast saavutatakse sel teel, et kasvades ühest otsast, surevad juurikad teisest otsast ja seetõttu nende üksikud harud kaotavad lõpuks eneste vahel seose ja saavad iseseisvaiks.



Joon. 30. Maasika paljunemine võsundite abil.

Juurikate abil paljunevad maikellukas ja paljud teised ravimtaimed. Juurikate abil paljunevad ka väga paljud umbrohud, nagu piimohakas, orashein, kassitapp ja teised. Need umbrohud on eriti ohtlikud seetõttu, et kündmisel lõikab ader nende juurikad osadeks; mullaga segunenud osad kantakse mööda põldu laiali, hiljem aga kasvab igast lõigust uus võsu ja põld umbrohtu tugevasti. Võitlus nende umbrohtude vastu on väga raske, sest ka rohimisel jäävad juurikad maa sisse ja hakkavad uuesti kasvama. Ainuke mõjuv viis nende vastu võitlemiseks on sügise mullaharimise õige süsteem, kus rakendatakse kõrreküнди.

Sellised on loomuliku vegetatiivse paljunemise tähtsaimad viisid. Selle kõrval rakendatakse taimekasvatuses laialdaselt ka kunstlikku vegetatiivset paljundamist pistikute abil. See põhineb asjaolul, et iga võsu, moodustades osa taime üldisest kehast, on samal ajal tunduval määral iseseisev. Olles taimest eraldatud ning soodsatesse temperatuuri- ja niiskuse tingimustesse pandud, võib võsu ajada oma aluse ligidalt juured ja kujuneda uueks taimeks. Sellise pistikuks nimetatava võsu lõikepind kattub seejuures kaunis koreda koega, mis sageli moodustab üsna suure kasvundi.

Taimede, eriti puude paljundamine pistikute abil omab väga suuri paremusi, ja seda võtet rakendatakse taimekasvatuses laialdaselt juba kaugest minevikust peale. Kuid paljudel taimedel juurduvad pistikud väga raskesti või isegi ei juurdu üldse, mis märksa raskendab nende paljundamist sel teel. Üheks põhjuseks, miks pistikud raskesti juurduvad, on nendes juurte moodustumiseks vajalike toitainete puudus, sest et juurte moodustumisega kaasneb intensiivne hingamine ja süsivesikute tarvitamine. Seepärast juurduvad kõige paremini need pistikud, mis on lõigatud varakevadel, kui ei ole veel ära tarvitatud sügisel okstesse talletatud toitainete tagavarad.

Hästi juurduvad ka rohelised lehtedega pistikud, s. o. suve algul okstelt lõigatud otsakesed, mille koore ja puidu koed ei ole veel kõvaks muutuma hakanud ja kus seetõttu kergesti tekivad uued juured.

Et lehtedes sisalduv vesi aurub, siis põhjustab nende olemasolu rohelistel pistikutel ka teatavat ohtu, nimelt võivad lehtedega pistikud hakata kuivama enne, kui nad jõuavad juuri ajada. Seepärast teostatakse roheliste pistikute juurutamist taimelavades või erilistes klaasiist kaanega kastides, mis asetatakse kasvuhoonetesse, kus õhk on niiskusega küllastunud, jättes seejuures pistikute külge ainult osa neil enne lõikamist olnud lehtedest.

Lehtede olemasolu rohelistel pistikutel on kasulik ka ses suhtes, et lehtedes, nagu juba öeldud, töötatakse välja erilised kasvuergutajad — auksiinid, mis soodustavad juurte tekkimist ja kasvu. Kui lõikame pistiku, koguneb auksiine läbilõigatud otsa

juurde, kus nende mõjul toimub kasvundi, aga pärast ka lisa-juurte tekkimine.

Kui aga auksiine ei ole piisavalt, mida võib täheldada eriti sagedasti sügise poole, siis on juurte tekkimine pistikutel väga raskendatud ja pistikud võivad enne juurte ajamist kuivama hakata. Neil juhtudel osutub väga kasulikuks panna pistikute alumised otsad mõneks tunniks mingisuguse sünteetilise kasvuergutaja väga nõrgasse lahusesse ja alles seejärel istutada nad maha, liivasse. Kunstlikult sisseviidud stimulaatorid asendavad puudevaid loomulikke auksiine ja juurdumine kergeneb ning kiireneb tunduvalt.

On veel teine viis nende takistuste võitmiseks, mis tekivad raskestijuurduvate taimede paljundamisel pistikute abil. See on pookimine. Pookimisel ei istutata pistikuid, mida sel juhul nimetatakse pookoksteks, mitte maasse, vaid kasvatatakse nad kokku teiste taimede juurdunud seemikutega. Taimi, millede külge pookoksad kasvatatakse, nimetatakse pookealusteks. Nii poogitakse õunapuu kultuursortide oksi metsõunapuu seemikute külge jne. Pookealused lõigatakse seejuures nii, et nende külge ei jääks kasvuvõimelisi punge. Mõnikord poogitakse alusele isegi mitte terve oks, vaid ainult üks tema pung, niinimetatud silm, ja kui see külge kasvab, kõrvaldatakse kõik pookealuse võsud. Seda võtet nimetatakse okuleerimiseks ehk silmistamiseks. Pookimisel saadakse just nagu kahest osast koostatud organism, millel on ühe taime juured ja teise taime maa-pealsed osad. Selle organismi kumbki osa võib teist üsna tugevasti mõjutada.

Nagu I. V. Mitsurini tähelepanuväärsed uurimised on näidanud, võib kokkukasvatatavate taimeosade nõrka vastastikust mõjutamist täheldada ainult sel juhul, kui pookimiseks võetakse oksad või silmad vanadelt, kindlaks kujunenud pärilike tunnustega sortidelt, mida ei ole nii kerge muuta. Kui aga pookida oksad, mis on võetud hiljuti aretatud hübriidsetelt sortidelt, millede pärilikkus ei ole veel kindlaks kujunenud, siis võib täheldada aluse ja pookoksa tugevat vastastikust mõjutamist. See pärast soovitab Mitsurin hübriidide oksi pookida niisugustele sortidele, millede omadusi soovitakse poogitava hübriidil tegevda.

Hübriidide suunava kasvatamise üheks viisiks on I. V. Mitsurini poolt väljatöötatud väga väärtuslik mentorimeetod. See seisneb selles, et noorele hübriidsele seemikule poogitakse oksad tema vanematelt või teistelt sortidelt. Ajutiseks (mõjutamise jaoks) poogitakse ka hübriidse seemiku enese oksi mingisugust sorti puu võrasse, mille mõju soovitakse kindlustada.

Aluse ja pookosa vastastikune mõju on sageli niivõrd tugev, et see järsult peegeldub nende viljade ja seemnete omadustes. Uus põlvkond, mis saadakse sellistest seemnetest, omab

mõlemale kokkukasvatatud taimele omaseid tunnuseid. Selliseid taimi nimetatakse vegetatiivseteks hübriidideks.

Vegetatiivne hübriidiseerimine on üheks kõige veenvamaks tõestuseks, et niinimetatud kromosoomiline pärilikkusteooria, leiutatud kodanlike teadlaste — Weismanni, Mendeli ja Morgani poolt, on ebateaduslik. Vastavalt sellele ebateaduslikule „teooriale“ kujutavad kromosoomid endast just nagu erilist maailma, erilist surematut pärilikkusainet, mis on sõltumatu organismi arenemise välistingimustest. Weismanni järgi antakse kromosoomide pärilikkusaine järgnevatele põlvkondadele edasi sõltumatu organismi elutingimustest. Vastavalt kromosoomilisele pärilikkusteooriale ei ole organismi poolt välise keskkonna mõjul omandatud uued omadused põlvest põlve edasi antavad, s. t. ei ole pärilikud.

Mitšurini õpetus paljastas ja kummutas selle ebateadusliku „teooria“. Arvukate katsete varal on tõestatud, et organismide poolt nende arenemisprotsessis omandatud omaduste pärilik edasiandmine on täiesti võimalik.

Vegetatiivsel hübriidiseerimisel ei toimu mitte mingisugust eri organismide rakkude ühinemist ega mitte mingisugust kromosoomide edasiandmist alusest pookosasse. Sellele vaatamata võib pookosal leida palju tunnuseid, mis on omased alusele. Seda nähtust ei saa seletada ebateadusliku kromosoomilise pärilikkusteooria abil, ja seepärast eitasid veismannistid väga kaua vegetatiivse hübriidiseerimise võimalikkust. Kuid I. V. Mitšurini ja T. D. Lõssenko uurimised ning hiljem ka teiste teadlaste mitšuurinlaste katsed on ümberlukkamatult tõestanud, et vegetatiivse hübriidiseerimise teel võib ühe ristatava taime pärilikke omadusi edasi anda teisele ja vastupidi. I. V. Mitšurini ja T. D. Lõssenko õpetuse järgi ei ole olemas mingisugust pärilikkusainet, mis oleks koondatud kromosoomidesse ja mis ei oleks mõjutatav ümbritseva keskkonna poolt. Iga raku iga elus osa on pärilike omaduste kandja.

T. D. Lõssenko kirjutab: „Igaüks teab, et lõigu ja aluse vahel toimub ainult plastiliste ainete vahetus, mahlade vahetus. Alus ja pookosa ei võinud vahetada ei rakutuumade kromosoomide ega ka protoplasmat. Ja ometi saavad pärilikud omadused üle kanduda alusest pookosasse ja vastupidi. Järelikult, plastilistel ainetel, mida pookosa ja alus välja töötavad, on samuti olemas loomuse, s. o. pärilikkuse omadused. Neil on selle loomuse omadused, kummas nad välja töötatakse.“¹ Nagu näeme, ei tunusta mitšuurinlik õpetus erilise pärilikkusaine olemasolu organismis. Organism ja tema eluks vajalikud tingimused kujutavad endast Mitšurini-Lõssenko õpetuse järgi ühtsust.

Mitšurini õpetus avab kõige laiemad väljavaated nõukogude inimeste loovaks tegevuseks elusa looduse ümberkujun-

¹ T. D. Lõssenko, Agrobioloogia, Tartu 1949, lk. 554.

damise ala¹ sotsialistliku ühiskonna huvides. I. V. Mitšurin kirjutas: „Inimese vahelesegamisel on võimalik iga looma- või taimevormi sundida palju kiiremini muutuma ja seejuures inimesele soovitavas suunas. Inimesele avaneb avar tööpõld temale kõige kasulikumaks tegevuseks“.¹



¹ I. V. Mitšurin, Teosed, IV kd., 1. trükk, lk. 172 (v. k.).



Kuues peatükk

TAIME ELU JA MAAVILJELUS

Niisiis tutvusime sellega, kuidas elab taim, mida ta vajab kasvamiseks, toitumiseks ja paljunemiseks, kuidas ta reageerib mitmesugustele mõjutustele ümbritseva keskkonna poolt.

See tutvumine on mitte ainult teoreetilise tähtsusega, vaid veel suurema praktilise väärtusega. Suur vene loodusteadlane K. A. Timirjazev ütles korduvalt, et taimede elu tundmine on ratsionaalse maaviljeluse alus. Maaviljeleja esimene ülesanne, ütles Timirjazev, seisneb selles, et osata taime vajadusi kõige paremini rahuldada, luua tema jaoks parimad olustingimused, et ta võiks hästi toituda, kasvada ja anda rohkem vilju, seemneid, mugulaid jms., see tähendab, anda võimalikult kõrgemat saaki. Aga et osata rahuldada taimede vajadusi, tuleb neid teada, tuleb taime elu hästi tundma õppida. Eri taimed võivad oma vajaduste poolest väga tugevasti üksteisest erineda. Seepärast on vähe sellest, kui tuntakse ainult üldisi seadusi, mis juhivad taimede elu; on vaja tunda ka nende kultuuride iseärasusi, mida tuleb kasvatada.

Kultuurtaimede elu algab nende seemnete idanemisega. Idanev seeme vajab eelkõige vett ja õhu hapnikku. Kui tahame külvatud seemnetest saada ühtlasi ning tugevaid tõusmeid, peame nad külvama niiskesse ning kohevasse mulda. Seepärast tuleb hoolitseda, et muld küllaldaselt imaks endasse kevadist sulamise vett, et see vesi ei läheks kasutult uhteorgudesse ja jõgedesse. Parim vahend selleks on sügise mullaharimise õige süsteem, mis koosneb kõrre madalast koorimisest ja põllu sügavast kündmisest atradega, mis on varustatud eelkoorijatega, ning varakevadel — niiskuse säilitamine libistajaga või kombineeritud libistajaga. Külvi eel on vajalik mulla kultivatsioon sama sügavuseni, millele segatakse seemned. Samuti on vaja seemned hoolikalt mulda segada niisugusele sügavusele, et nende peal lasuv mullakiht ei kuivaks enne, kui nende juured on jõudnud sügavamale tungida, ja et noored võsud võiksid maapinnale tulla enne seemnesse talletatud tagavarade lõppemist ja üle minna iseseisvale toitumisele õhu süsihappegaasiga.

Seemned on tõusnud. Mida vajavad nüüd noored taimed, missuguseid nende nõudeid peame rahuldama? Nad vajavad eelkõige päikesevalgust orgaanilise aine väljatöötamiseks ja kogumiseks. Selle vajaduse rahuldamisel võivad nad kohata umbrohtusid, milledest paljud kasvavad kiiremini kui kultuurtaimed ja varjavad oma lehtedega viimaste eest päikesevalguse. Peale selle võtavad umbrohud oma juurtega mullast vett ja toitaineid. Kui nende vastu mitte kõige otsustavamalt võidelda, siis võivad nad kultuurtaimed lämmatada. Seepärast tuleb pärast külvi ilmuvad umbrohtude tõusmed põldudel kõrvaldada rohimise ja rühvelkultuuride reavahede kultivatsiooni teel.

On arusaadav, et umbrohtude hulka tuleb vähendada ka külvide hoolika puhastamise teel, et sellega ühes mitte umbrohttaimede seemneid külvata. Tuletame meelde, et kõige olulisemaks võteteks umbrohtude vastu võitlemisel on sügise mullaharimise õige süsteem ja puhtate kesade (peamiselt mustkesade) hea harimine.

Kui tõusmed on tärnanud ja tugevnenud, vajavad taimed kõige enam vett ja toitaineid. Saagi suurus oleneb sellest, millisel määral me oskame neid vajadusi rahuldada.

Millal tuleb mulda väetada? See küsimus on küllalt keerukas ja eri juhtudel tuleb teda lahendada erisuguselt. Kõige sagedamini antakse põhiline väetise hulk kündmise puhul. Sel juhul satuvad noored taimed kohe väetatud mulda ja võivad oma elu esimestest päevadest alates täiendada neid piiratud lämmastiku, fosfori, kaaliumi ja teiste toiduelementide tagavarasid, mis nad said emataimelt seemnetesse talletatult. Vastavalt sellele, kuidas taimed kasvavad ja nende üldine mass suureneb, tõuseb ka nende vajadus mulla mineraalainete järele, eriti õitsemise eel. Selleks ajaks võib kündmise puhul mulda viidud toitainete tagavara olla juba tunduval määral ära tarvitatud. Kui aga anda mullale korraga kõik taimedele vajalik väetiste hulk, siis tekib temas liiga kange soolade lahus, mis õrnu tõusmeid kahjustab. Selleks ajaks, kui taimed on küllalt suureks kasvanud, võib aga osa väetissoolade olla vihmade poolt mullast välja uhetud.

Et seda ei juhtuks, hakkasid sotsialistliku maaviljeluse eesrindlased rakendama taimede lisatoitmist. Osa väetisi, eriti mineraalväetisi, viiakse seejuures mulda mitte kündmise eel ühe korraga, vaid antakse osade kaupa, vastavalt taimede kasvamisele. Sel viisil saavad eesrindlased paljude kultuuride alal rekordilisi saake.

Väga tähtis ja keerukas on küsimus, missuguseid väetisi ja missugusel hulgal peab tarvitama. Sellele küsimusele ei saa anda üldist vastust. See oleneb niihästi mulla omadustest kui ka sellest, missuguse taime jaoks mulda väetatakse.

On olemas terve võrk agrokeemiajaamu ja -katsealasid, kus katsete varal tehakse kindlaks vajalike väetiste annused. Nendes katsetes „küsitakse“ taimelt eneselt, mida ta vajab, millest

tal on puudus. Kui need katsed on korraldatud küllalt täpselt ja oskuslikult, annab taim neile küsimustele täiesti kindla vastuse.

NSV Liidu Euroopa-osa kagupoolseil aladel on vesi viljasaagi tõstmises otsustava tähtsusega. Siin on võimalik suuri saake saada ainult tingimusel, et suhtutakse äärmiselt kokkuhoidlikult sellesse niiskusesse, mida väga vähe ning ebaühtlaselt tuleb põldudele suviste vihmade näol või koguneb mulda külmal aastaajal sügiseste vihmade ja lume näol. Peab võtma tarvitusele kõik abinõud, et mitte kaotada seda kallihinnalist niiskust, hoida teda mullas taimede jaoks, mitte lasta teda kasutult auruda.

Vene agronoomiateadus, eesotsas selliste suurimate teadlastega, nagu Dokutšajev, Kostõtšev ja Viljams, on juba ammu välja töötanud rea väga väärtuslikke võtteid niiskuse kokkuhoidmiseks. Siia kuuluvad puhtad kesad, sügiskünd, talvine lume kinnipidamine, põllukaitse-metsaribad, mis kaitsevad külvisid suhho-veide eest, rühvelkultuuride reavahede kobestamine ja rida teisi võtteid.

Rakendades kogu abinõude kompleksi sademete kinnipidamise ja mullaniiskuse säilitamise alal, võib saada suuri saake isegi kõige põuasematel aastatel. Siin tuleb agrotehnikale appi ka sordiaretus, mis on loonud juba rea põuakindluse poolest välja- paistvaid kõrsviljade ja teiste põllumajandustaimede sorte. Varustatud nende teadusesaavutustega, samuti ka eesrindliku masinatehnikaga ja töö sotsialistliku organiseerimisega, ei tunne meie põllumajandus selliseid põudade poolt tekitatud katastroofe, millised perioodiliselt vapustasid tsaari-Venemaa mahajäänud majandust (kuigi põua-aastaid esineb ka veel praegusel ajal).

Veel rohkem kindlust annab meie põllumajandusele suure staliniliku plaani teostamine, mille järgi toimub looduse ümber- kujundamine määratu ulatusega territooriumil meie maa põua- ses lõuna- ja kaguosas. See NSV Liidu Ministrite Nõukogu ja UK(b)P Keskkomitee määruses 20. oktoobrist 1948 esitatud plaan näeb ette ühe tähtsaima abinõuna Aasia kõrbetest puhuvate kuumade tuulte vastu võimsa rohelise kaitse loomise kaheksa suure riik-liku metsavööndi ja sovhooside ning kolhooside põldudel terve kaitse-metsaistanduste võrgu näol.

Määruses nähakse ette, et meie põllumajanduses võetakse plaanipärasemale ja järjekindlamale teostamisele kogu nende abinõude süsteem, mis kuuluvad V. R. Viljamsi poolt väljatöötatud maaviljeluse heinaväljasüsteemi, mida põuastes rajoonides rakendades nimetatakse Dokutšajevi-Kostõtševi-Viljamsi kompleksiks. Tähtsaimaks nendest abinõudest on põllukaitse-metsa-ribade loomise kõrval heinavälja põllu- ja söödakultuuride sisse- viimine, kus külvatakse mitmeaastastest liblikõielistest ja kõrre- listest koosnevat segaheina, mustkesad, mullaharimissüsteem ja orgaaniliste ning mineraalväetiste tarvitamise süsteem.

Liblikõielistest ja kõrrelistest koosneva segaheina külvamine kindlustab mulla püsiva sõmeralise struktuuri — mullaviljakuse tähtsaima tingimuse — loomise ja taastamise. Ainult struktuuris mullas kujuneb taimedele soodne vee-õhurežiim, mis soodustab toitainete kogunemist. Kesad aga on tähtsaimaks vahendiks põldude puhastamisel umbrohtudest ja mullaniiskuse säästmisel.

Kaugemal kagu pool, Lõuna-Kasahstani steppides ja eriti Kesk-Aasia kõrbetes, langeb sademeid juba nii vähe, et nendest saadavast niiskusest ei jätku mitte ainult suurte, vaid isegi mõnevõrra rahuldavate saakide saamiseks. Põlluharijal tuleb siin täielikult enese kätte võtta taimede varustamine veega ja organiseerida põldude kunstlik niisutamine. Meie Kesk-Aasia ja Taga-Kaukaasia vabariikides rakendatakse kunstlikku niisutamist ammust ajast. Kõrgetelt, jääga kaetud mägedelt allavoolavate jõgede vesi juhitakse kanalite abil põldudele, kus ta kitsaid vagusid mööda laiali voolab ja mulda niisutab. Tasandiku-aladel, kus vesi jõgedes ja jõeketes on niisutamist vajavate põldude tasapinnast alati madalamal, tuleb tammide abil luua suuri ja väikesi veehoidlaid ja neist pumbata vett kanalisse, mis viivad seda põldudele.

Kunstliku niisutamise rakendamine annab inimesele määratu suure eelise: võimaluse juhtida tähtsaimat viljasaagi tegurit — vett. Seepärast loob niisutamise kasutuselevõtmine avarad perspektiivid mitte ainult äärmiselt põuastes piirkondades, vaid ka seal, kus kastmist mitterakendav maaviljelus ei anna küllalt suuri ja kindlaid viljasaake, põuasematel aastatel aga toob tõsist kahju. Seepärast ehitatakse partei ja valitsuse otsuse kohaselt juba ammu niisutusüsteeme Põhja-Kaukaasias, Volga alamjooksul, Dnepri alamjooksul ja NSV Liidu teistes rajoonides. Niisutatavate maade pindala suureneb iga aastaga. Viimastel aastatel on põldude kunstlikku niisutamist hakatud praktiseerima ka keskmustmullaoblastites. Siin tuleb sademeid tavaliselt küllaldaselt hulgal, kuid üksikuil aastail annab põud siiski ennast tunda. Väga tähtis on omada siin niisutatavaid kindlustus- ja seemnevilja-alasid, mis on võimelised kindlustama elanikke vilja ja külvimaterjaliga ka kõige põuasematel aastatel. Niisutatavatel põldudel on kolhooside ja sovhooside käes kõik viljasaaki loovad tegurid ja sellepärast võib siin alati ning kindlalt saada 50—60 tsentnerit nisu hektaarilt¹.

Luues taime jaoks parimad toitumise ja veevarustuse tingimused, võime teda sundida andma kõige suuremat kogusaaki, s. o.

¹ Eriti suure tähtsuse on kunstliku niisutamise rakendamine omandanud NSV Liidus alates 1951. a.-st, mil partei ja valitsuse otsuste kohaselt hakati teostama grandioosseid töid meie maa lõunaosa suurte jõgede — Volga, Doni, Amu-Darja jt. vee kasutamiseks niisutamise otstarbel. Nende tööde tulemusena võidetakse põllumajandusele ennenägematus ulatuses — 25,2 miljonit hektaari uusi alasid, sellest 14 miljonit hektaari Volgamaal ja Kaspia ääres ning üle 8 miljoni hektaari Turkmeenias. — Toim.

kogu orgaanilise massi saaki. Kuid see meid alati veel ei rahulda. Me tahame saada ja peame saama kõige suurema hulga just neid saadusi, mille pärast me taime kasvatame — kõrsviljadelt tera, suhkrupeedilt juuri, kartulilt mugulaid, linalt kiudu jne. Ja meid rõõmustab vähe, kui saame nisult palju õlgi, kuid vähe teri, peedilt ja kartulilt palju pealseid, kuid vähe juuri ja mugulaid jne. Siin kerkib meie ette veel üks tähtis küsimus — kuidas sundida taime moodustama peamiselt neid osi, mis on meile vajalikud, kuidas ergutada teda lehtede poolt väljatöötatavaid toitaineid suunama oma neisse osadesse või organeisse, mis huvitavad meid.

See küsimus ei ole kerge ja kaugeltki mitte alati ei õnnestu meil saada temale täiesti rahuldavat vastust. Põllumajanduse praktika, samuti ka taimefüsioloogia ja agrokeemia on juba välja töötanud rea võtteid, millede abil võime kaunis suurel määral reguleerida toitainete jaotust taime kehas. Puuvilja- ja köögiviljakasvatavad tunnevad hästi kärpimist, pintseerimist, vesivõsude kõrvaldamist ja teisi võtteid, millede olemus seisneb üleliigsete kasvukuhikute kõrvaldamises, milledest igauks on energiline toitainete tarvitaja. Seetõttu saavad meile tarvilikumad kasvukuhikud, kus tekivad õied ja viljad, rohkem toitaineid ja arenevad paremini. Põldude väetamisel on ammu tähelestatud, et lämmastikväetiste küllus väga sageli ajendab lehtede ja vegetatiivsete võsude tugevama kasvamise generatiivsete organite kahjuks. See võib põhjustada terasaagi vähenemist. Fosforväetised seevastu soodustavad viljakandmisorganite arenemist. Niisiis, valides lämmastik- ja fosforväetiste õige vahekorra, võime saada vajaliku produkti suuremaid saake.

Nüüdisaegne taimefüsioloogia võimaldab meile üha sügavamini tungida neisse keerukaisse protsessidesse, mis toimuvad elusas taimes ning määravad tema kasvu ja temalt saadava saagi suuruse. See aga võimaldab üha kindlamini asuda nende protsesside juhtimisele, üha kindlamini allutada taime elu meie tahte ja sundida teda andma üha rohkem meile vajalikke saadusi. Taimekasvatuse, mis tugineb taimefüsioloogia, agrokeemia, mullateaduse, mikrobioloogia ja teiste teaduste saavutustele, muutub üha rohkem sotsialistliku põllumajanduse eesrindlikuks haruks, mis laseb end täpselt planeerida ja teaduslikult organiseerida. See on pandiks tema edasistele edusammudele meie suure Kodumaa rahvamasside vajaduste üha parema rahuldamise alal.



SISUKORD

Taimede tähtsus inimese elus	3
Esimene peatükk. Taime kasvamine	5
Taime rakuline ehitus	5
Seemnete idanemine ja selleks vajalikud tingimused	11
Idandite kasvamine ja toitumine	13
Taime kasvavate organite liigtused	17
Kasvu keemilised ergutajad	20
Teine peatükk. Taime toitumine õhust	23
Millest koosneb taime keha	23
Õhu süsihappegaasi kasutamine taime poolt	25
Päikese energia omastamine taime poolt	30
Lehtede roheline aine — klorofüll ja selle tähtsus	32
Kolmas peatükk. Taime toitumine mullast	36
Vee tähtsus taime elus	36
Taime võitlus põua vastu	40
Kust saab taim lämmastikku	44
Taime mineraalne toitumine	49
Neljas peatükk. Taime hingamine	53
Viies peatükk. Taimede paljunemine	57
Õis, tema ehitus ja temas toimuv viljastamisprotsess	57
Seemnete ja viljade arenemine ja valmimine	61
Tingimused, mis on vajalikud taime üleminekuks õitsemisele ja viljakandmisele. Taimede stadiaalse arenemise teooria	64
Taimede vegetatiivne paljunemine	68
Kuues peatükk. Taime elu ja maaviljelus	74

Lugejale.

Populaarteadusliku kirjanduse toimetus palub hinnangud ja arvamused teose kohta, samuti teoses kasutatud terminoloogia kohta saata aadressil:

Tallinn,
Pärnu mnt. 10.
Eesti Riikliku Kirjastuse
populaarteadusliku kirjanduse toimetus.

Toimetaja A. Pärn.

Kaane kujundus R. Tungla.

Tehniline toimetaja K. Einberg.

Ladumisele antud 7. II 1952.
Trükkimisele antud 15. V 1952.
Paber 60×92, 1/16. Trükiarv
5000. Trükipoognaid 5. Arvutus-
poognaid 5,35. MB-11012. Trüki-
koda „Punane Täht“, Tallinn,
Pikk tn. 54/58. Tellimise nr. 322.

На эстонском языке

Hind rbl. 1.60

Rbl. 1.60

A-19368

II

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00382758 3