

Eesti NSV

POLIITILISTE JA TEADUSALASTE TEADMISTE LEVITAMISE ÜHING

I. I. TUMANOV

**MIKS HUKKUVAD TAIMED
KÜLMAL AASTAAJAL
JA KUIDAS SEDA VÄLTIDA**

Nr. 9 (217)

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS • TALLINN 1956

A-17346

217

EESTI NSV POLIITILISTE JA TEADUSALASTE TEADMISTE
LEVITAMISE ÜHING

NSV LIIDU TEADUSTE AKADEEMIA KORRESPONDEERIV LIIGE

I. I. TUMANOV

MIKS HUKKUVAD TAIMED
KÜLMAL AASTAAJAL
JA KUIDAS SEDA VÄLTIDA



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1956

Originaali tiitel :

И. И. Туманов

ПРИЧИНЫ ГИБЕЛИ РАСТЕНИЙ В ХОЛОДНОЕ ВРЕМЯ ГОДА И
МЕРЫ ЕЕ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

Москва

Издательство „Знание“ 1955

Tõlkinud A. Dahlberg

2

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu

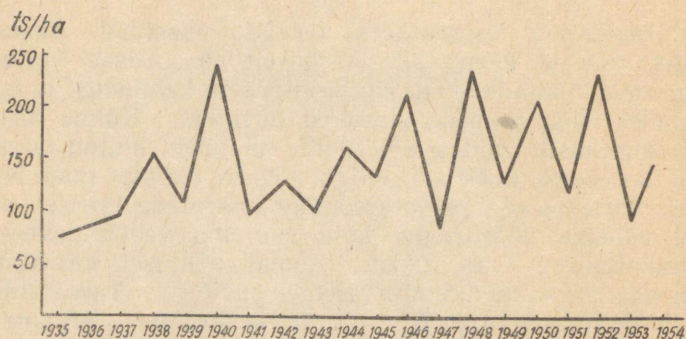
33923

Paras-kliima tingimustes võivad üksikutel aastatel sügis, talv ja kevad olla äärmiselt ebasoodsad kultuurtaimedele, tekitades neile mitmesuguseid kahjustusi ja põhjustades isegi taimede massilist hävimist. Külma aastaaja tingimused määravad suures ulatuses kultuurtaimestiku koosseisu ühes või teises kohas. Näiteks tuleb NSV Liidu Euroopa-osa põhjarajoonides kasvatada talinisu asemel vähema väärtusega, kuid suurema vastupidavusega põllukultuuri — talirukist. Samal põhjusel külvatakse siin saagirikkama taliodra asemel suviotra. Talvekahjustuste tõttu loobutakse NSV Liidu keskvöõndis viljapuude lõunapoolsete, kõrgeväärtuslike viljadega sortide kasvatamisest. Tugevad talvekülmad takistavad lähistroopiliste kultuuride, eriti tsitruste kasvatamis-piirkonna põhjapoole nihutamist. Toodud näidetest piisab tõestamiseks, et kultuurtaimede talvekindlus määrab suuresti nende liikide ja sortide rajoneerimise.

Külm aastaaeg mõjutab oluliselt ka kasvatatavate kultuuride saaki (joon. 1). Kohalikud taimeliigid ja -sordid on kohastunud oma rajooni meteoroloogiliste tingimustega. Kui antud kliimas toimub järsk kõrvalekaldumine normaalsest olukorrast, siis võib selline aasta olla reale kultuuridele äärmiselt ebasoodne: üsna suurte maa-alade ulatuses tekib ikaldus. NSV Liidu piires esineb talviljaoraste massilist talvist ja kevadist hukkumist tihti Vene NFSV kaguosas ja keskoblastites, Ukrainas, Põhja-Kaukaasias ning reas teistes kohtades. Sagedamini aga tuleb sel ajal ette ainult oraste hõrenemist ja nende kahjustamist. Kannatada saanud taimed jäävad kiduraks, vilja valmimine hilineb ja saak on madal ning halva kvaliteediga.

Suuresti mõjutab külm aastaaeg ka teiste kultuuride kasvatamist. Ebatavaliste meteoroloogiliste tingimuste tõttu külmusid 1940/41. ja 1941/42. aasta talvel NSV Liidu

Euroopa-osa põhja- ja keskvööndi aedades massiliselt viljapuud. Pärast seda kulus hulk aastaid istanduste taastamiseks. 1949/50. aasta talvel hukkusid tsitrused Kaukaasia Musta mere ranniku subtroopilises vööndis. Et viinamarjaistandusi talvekülmade eest kaitsta, tuleb igal aastal teha suurt ja rohket tööjõukulu nõudvat tööd neid sügisel mullaga kattes ja kevadel lahti võttes. Sellele tuleb veel lisandada kaod, mida tekitavad viinamarjasaagile kevadised öökülmad.



Joon. 1. Viinamarjasaagi kõikumised Taškendi oblasti «Hosiloti» sovhoosis. Kõikumised on tingitud viinamarjaväätidele külmast tekitatud kahjustustest.

Silmas pidades sügisese, talvise ja kevadise ilmastiku suurt tähtsust taimekasvatusele, nõuti teaduselt ja praktilikalt juba ammu, et need otsiks abinõusid ebasoodsate kliimaatiliste tegurite vastu võitlemiseks. Selle küsimuse kohta on olemas palju kirjandust, kuna probleem oli raske ja keerukas. Saadud tulemused olid tihti üksteisele vasturääkivad. Seda seletatakse sellega, et kultuurid külmal aastaajal ei arenda vastupidavust ühel ja samal määral ja võivad hukkuda mitmesuguste kahjulike mõjude tõttu. Selleks, et taimi edukalt abistada, tuleb tunda nende kahjustuste põhjusi ja osata rakendada kahjustuste vastu võitlemise abinõusid mitte šablooniliselt, vaid vastavalt olukorrale.

Külvide ja istandike talvekuudel väljasuremise põhjuste tundmaõppimine on tähtis mitte ainult praktika seisukohalt, vaid see pakub suurt huvi ka teoreetiliselt: taimede

hukkumist ja kahjustamist tekitavate mitmesuguste protsesside kulgemise selgitamine aitab mõista seda omapärast elu, mida elavad organismid sügisel, talvel ja kevadel.

Käesoleva brošüüri ülesandesse ei kuulu kõigi taimede talvekindlusega seotud küsimuste läbivaatamine, kuna see nõuaks rea üsna keeruliste nähtuste erianalüüsi. Meie tahame lugejat ainult tutvustada külvide ja istandike talvise hukkumise kõige levinumate põhjustega ning näidata põhilisi abinõusid võitluseks saagi säilitamise eest ebasoodsate ilmastikuliste tingimuste korral.

TAIMEDE KAHJUSTUSED JA HUKKUMINE MADALATE POSITIIVSETE TEMPERAATUURIDE JUURES. SOOJALEMBESTE KULTUURIDE KARASTAMINE

Meie põllumajanduslike kultuuride hulgas leidub niivõrd soojalembeseid taimi, et neile on ohtlik isegi püsivalt jahe ilmastik, kõnelemata juba külmadest. Siia kuuluvad kurgid, puuvill, aeduba, riitsinuspuu, baklažaanid, sorgo, hirss, seesam, tomatid, tatar ja teised. Kõige soojalembesemaid neist kasvatatakse ainult meie maa lõunarajoonides. Vähem soojalembeseid kultiveeritakse ka põhjapoolsemates rajoonides, kuid siin tuleb neid külvata hiljem, kui ohtlikud temperatuuri langused on juba möödas.

Teistele kultuuridele ei ole kestvad jahedad ilmad kahjulikud, vaid otse vastupidi — nende elu teatud perioodidel on see neile isegi vajalik. Sellised on kõik talvituvad taimed (talikultuurid). Suurema osa suviviljade juures, nagu suvinisu, oder, kaer, lutsern, päevalill, magun ja teised, mida külvatakse varakevadel, mõjub temperatuuri langus varajasel kasvuperioodil soodustavalt nende edasisele kasvule ja arenemisele.

Ka soojalembestel taimedel ei ole madalale positiivsele temperatuurile vastupidavus ühesugune. Külmakindluse selgitamiseks tehtud erikatsed näitavad, et kui kurgitaimi kolm päeva $+3^{\circ}$ -lises temperatuuris peeti, hävis neist üle poole, puuvillataimedest hävis üks kolmandik, aedoa taimed jäid aga peaaegu terveni alles, olgugi et paljud neist said kannatada.

Loomulikult on paljud troopika ja lähistroopika taimed, mida meil kasvatatakse kasvuhoonetes, veelgi tundlikumad. Dekoratiivsete kooleuste seas on sorte, mis 28 tundi kest-

nud külma ilma juures täielikult välja surevad; mõned soojades lõunameredes elutsevad punavetikad hukkuvad veelgi kiiremini: piisab, kui vetikat $+2^{\circ}$ -lises vees hoida 25 minutit. On loomulik, et mida madalam temperatuur, seda kiiremini tekivad kahjustused soojalembestele taimedele.

Praktikas on tähtis, et ühel ja samal kultuuril oleksid mitmesuguse külmakindlusega sordid. Näitena võib tuua uusi nõukogude puuvillasorte, mis on vastupidavamad ja mida võib märksa varem maha külvata, kuna nad idanevad $+8^{\circ}$ kuni $+10^{\circ}$ C juures. Vanadel sortidel aga hilinevad tõusmed samades tingimustes tugevasti, on hõredad ja arenevad aeglaselt, sest nende seemne normaalseks idanemiseks vajalik temperatuur peab olema kõrgem — $+11^{\circ}$ ja $+12^{\circ}$ vahel.

Soojalembestele taimedele on ilmastiku külmenemine eriti ohtlik nende arenemise algstaadiumis. Ülal kirjeldatud katse juures said kahjustusi 24 päeva vanused muromi kurgi taimed pärast kolm öö-päeva kestnud $+3^{\circ}$ temperatuuri, 40 päeva vanused aga pärast üheksat öö-päeva kestnud $+3^{\circ}$ temperatuuri.

Külmaõrnod on ka küpsed viljad. Kurgid, melonid, arbuusid, kabatšokid ja kõrvitsad ei talu kehtvat säilitamist külmas ruumis, algul tekivad nende koorele väikesed plekid — rakkude paikse suremise tulemus, see ei riku vilja väärtust toiduks tarvitamisel, kuid annab talle ebameeldiva välimuse. Hiljem need plekid laienevad ja sellistest kohtadest võivad pisikud viljasse tungida, tekitades seejärel ka vilja siseosade riknemise.

Soojalembeste taimede madala positiivse temperatuuri juures väljasuremise füsioloogilisi põhjusi on alles vähe selgitatud. Nähtavasti on peamine põhjus selles, et sellistel taimedel kehtvate jahedate ilmade juures tekivad ainevahetuse häired, millega kaasneb kasvu pidurdumine, koltumine, kuivamine ja hulk teisi kahjulikke häireid. Seejuures avaldab suurt mõju õhu niiskus, kuna kuivas atmosfääris toimub soojalembeste taimede hukkumine märksa kiiremini. Nagu näha, võivad erinevatel taimedel otsesed hukkumise põhjused ja väljasuremise mehhanism ise olla erinevad. Seda tunnistavad kahjustuste tekkimise mitmesugune kiirus ja erinevad välised avaldused. Näiteks sureb maisil ja tatral kõigepealt vars, arahiisil juurestik ja aedool maapealsed osad.

Taimede külmakindlusel on suur praktiline tähtsus lõuna-rajoonide kultuuride piirkonna nihutamisel meie maa põhjapoolsematesse rajoonidesse. Kuid ka soojades rajoonides on tähtis, et sort oleks küllaldaselt vastupidav madalamatele temperatuuridele, kuna see võimaldab varajast külvi, mis omakorda pikendab vegetatsiooniperioodi ja võimaldab saavutada kõrgemaid saake.

Seoses sellega on tähtis mitte üksnes see, et taimed külmenemise üle elavad, vaid ka asjaolu, et nad neis tingimustes kasvuvõime säilitavad. Näiteks väga vara külvatud puuvillapõõsa seemned võivad kuu aega mullas elavana säilida. Kuid hiljem nad kas hukkuvad või annavad väga nõrku tõusmeid. Mõned puuvillapõõsa, arahiisi ja riisi sordid idanevad alles +12-kraadilise ja kõrgema temperatuuri juures, mõned aedoa, sorgo ja riitsinuspuu sordid +10° ja maisi, hirsi, mohari, sudaanirohu ning soja sordid +8° alates. Nisu, oder, kaer, hernes, lääts ja teised idanevad hästi juba +1° juures.

Nõukogude Liidus osutatakse rohkesti tähelepanu meetodite väljatöötamisele, mis suurendavad taimede külmakindlust. Olemasolevatest meetoditest on eriti tõhus *karastamine*. See meetod sisneb organismi kestva mõjutamises võimalikult madala temperatuuriga piiril, kus veel ei esine taime märgatavat kahjustamist. Üksvahe katsuti soojalembeste taimede karastamist teostada istikute faasis. Mõni aeg enne lavast väljaistutamist «harjutati» neid järk-järgult külmema režiimiga. Taimede, näiteks tomatite külmakindlus suureneb seetõttu tõepoolest ja hooaja kogusaak tõuseb. Kuid istikute karastamisel on see puudus, et nad hiljem aeglasemalt edenevad, mistõttu valminud tomatite saak esimesel koristamisel on väiksem.

Et seda järelmõju kõrvaldada, hakati külmaga mõjutama mitte istikuid, vaid juba paisunud seemneid. Sel teel õnnestus edukalt Kurgaani oblasti põhjaosas kasvatada valminud arbuuse, meloneid ja tomateid. Meetod seisab selles, et idanema hakanud külvis lastakse teatav aeg seista vahelduvas temperatuuris: 12 tundi toasoojuses, ülejäänud osa ööpäevast madalas temperatuuris, mis määratakse vastavalt antud objekti tundlikkusele, tomatid, näiteks, —1 kuni —5-kraadilises, melonid ja arbuusid —0 kuni —1-kraadilises temperatuuris. Sellise lühiajalise külmaga mõjutamise juures ei teki paisunud seemneis kahjustusi. Külmaga kohanemine annab paremaid tulemusi

varajastes arenemisjärkudes, idandite juures on tulemused tõhusamad kui istikute juures. Vahelduva temperatuuriga karastamine toimub äärmiselt aeglaselt. Katsetamine näitas, et tomatiseemnete 10 päeva kestnud töötlemisel kirjeldatud meetodi järgi oli, tunduvate kevadiste öökülmade juures, valminud tomatite saak 250 ts ha-lt, 27-päevase töötlemise juures aga 389 ts.

Tähendatud kultuuride karastatud seemneist saadud istikuid võib varem avamaale istutada, kuna nad on suutelised taluma mitte ainult nullile lähedast temperatuuri, vaid isegi kergeid öökülmi. Sellise külvisu suureks eeliseks on varaküpsuse kiirenemine. Kogemused näitasid, et tomatite «karastatud» eksemplaridel moodustuvad õieksad alates 4—7 sõlmest, kontroll-eksemplaridel aga 7—9 sõlmest alates. Seetõttu saab esimese tomatisaagi kaks nädalat varem ja üldine viljakus tõuseb tunduvalt. Eriti äratub tähelepanu karastatud külvisest saadud taimede paremus temperatuurirežiimilt ebasoodsatel aastatel (näiteks külm kevad). Illustratsiooniks toome andmed tomatisordi «Avamaa 1180» kohta.

	Kogusaak (ts/ha)	Valminud vilja prot- sent	Vilja keskmise kaal (g)
Idanevaid seemneid on 33 päeva karastatud . . .	281	60	67
Külv hariliku külvisega ja istikute karastamisega Kontrolltaimed (ilma karastamata)	175	37	58
	175	45	59

Tehakse katseid lühendada seemnete külvielse töötlemise kestust, kuna selle teostamisel praktikas esineb raskusi. Krasnodari köögivilja ja kartuli selektsioonijaamas saadi positiivseid tulemusi, pidades Berlizovski ja Tšernobrivetsi kurgisortide idanemahakanud seemneid madalimates temperatuurides —3 kraadist kuni —5 kraadini, kuid lühemat aega — 1 kuni 2 ööpäeva. Sellise tugeva mõjutuse juures hukkus kuni 50 protsenti idanditest, kuid üleelanud taimed olid see-eest väga külmakindlad. Nad kasvasid +10-kraadilise ja madalama temperatuuri juures, kuna karastamata kontrolltaimed vajasisid selleks +12 ja

enam kraadi. Külvise kirjeldatud töötlemine tõstis saaki 22 kuni 72 protsenti.

Teise katse juures jahutati arbuuside ja melonite idanenud seemneid üks ööpäev jääs, seejärel peeti tõusmeid 20 ööpäeva lühipäeva (10-tunnilise) tingimustes. Selgus, et lühipäev samuti soodustab külmakindluse tõstmist. Selline töötlemine kiirendas taimede arenemist 19 päeva võrra, nad edenesid paremini ja ka viljade hulk ning suurus kasvas.

Seemnete külvielseks karastamiseks võib kasutada loomulikku külma. Raskus seisab vaid selles, et külviks tuleb valida võimalikult varajane, kuid juba ohutu aeg. Oieti valitud optimaalse külviaja juures saadi külmakindlamad ja varemini valmivad puuvillapõõsad, mis valmisid 10—15 päeva varem, saak aga tõusis 20—25 protsendi võrra.

Peale madalate temperatuuridega mõjutamise, see on karastamise, on ka teisi teid soojalembeste kultuuride külmakindluse tõstmiseks. Nii annab mõnel juhul häid tulemusi külvise töötlemine soolalahustega. Näiteks soovitatakse panna puuvillaseemned üheks ööpäevaks 0,25-protsendilisse ammooniumnitraadi lahusesse. Seetõttu tärkavad tõusmed harilikult ajast varem ja neist kasvavad suuremad ja varemini valmivad puuvillapõõsad, saak suureneb 4—5 tsentneri võrra hektarilt. Kabatšokkide, melonite ja kurkide idandeid soovitatakse lasta seista alumiiniumsulfaadi nõrgas lahuses.

Võitluses kahjustustega, mida madalad temperatuurid soojalembestele kultuuridele tekitavad, kasutatakse ka teisi agrotehnilisi võtteid. Nii külvatakse Leningradi oblastis kurkide, melonite, arbuuside, kabatšokkide, kõrvitsate, tomatite, baklažaanide, magusa pipra ja aedoa kasvatamisel nende kaitseks kõrvuti nendega pikavarrelisi taimi. Tavaliselt piiratakse üks või mitu soojalembeste kultuuride rida päevalillede või kanepiga. Tuule nõrgenemise tõttu suureneb taimede soojus $1\frac{1}{2}$ —2 ja rohkem kraadi.

Veelgi tõhusamaks vahendiks oli külvide katmine läbi-
paistva parafiinpaberiga, mis jäetakse soojalembestele taimedele kogu külmaohtlikuks perioodiks. Sellise katte all soojeneb õhk veel tugevamini. Niisugune külma vastu kindlustamine päästab istandikke mitte üksi külmenemiste puhul, vaid ka öökülmade korral. Tomatite saak tõusis 35—43 protsenti ja vilja koristamine võis alata 20—25 päeva varem.

Külmakindluse suurenemist saavutatakse ka sel teel, et soojalembeste taimede idandid poogitakse külmakindlamatele vormidele, näiteks arbuus ja melon kõrvitsale. Selle meetodiga õnnestus Kirovi katsejaamas saada kuni 90 protsenti valminud vilju. Pookimine tehakse varakult, mil nii pookidand kui ka pookealune on alles idulehel. Edaspidi on vajalik pookealusele kõrvitsale osa lehti alles jätta. Pookealuse juurestiku ja lehtede ühisel mõjul muutub pookidandi ainevahetus ja selle kaudu paraneb ka ta külmakindlus. Kõrvitsaile poogitud melonite saak oli 5 korda suurem kui kontrolltaimedel (melonid oma juurtega).

Kõigi tähendatud abinõude teostamine on real juhtudel üsna töömahukas protsess. Seepärast on praktikas tihti kasulikum uute, külmale vastupidavamate vormide aretamine. Nõukogude selektsionäärid on juba saanud rea soojalembeste kultuuride vastupidavaid ja varavalmivaid sorte. Sellised on näiteks tomatisordid «Avamaa varavalmiv», «Alpatjevi avamaa», «Saagirikas» ja teised. Need saadi valikumeetodite abil hübriidsest materjalist, kasvatades neid mitmete taimepõlvkondade jooksul külmarežiimis. Nende uute sortide seemned on idanemisvõimelised madalamates temperatuurides, taimed on öökülmade suhtes vähem tundlikud ja hakkavad kiiremini vilja kandma.

Selektsioonimaterjali kasvatamine toimub samade meetodite abil kui karastaminegi, ainult seda tehakse korduvalt mitu aastat. Vastupidavate tomati- ja tatrasortide selektsiooni juures rakendatakse ka nende hilissügisest külvi. Sel korral seisavad paisunud ja idanevad seemned kaua aega külmas ning seejuures toimub vastupidavamate eksemplaride valik. See meetod annab häid tulemusi mitte just väga karmi kliimaga rajoonides. Kuid selle meetodi rakendamisel tekitab raskusi talve tuleku aja kõikumine, sest kui külvis sügisel idanema jõuab hakata, hukuvad idud talvel.

Puuvillapõõsa vastupidavust püütakse tõsta sel teel, et mitme taimepõlvkonna kestel mõjutatakse madaldatud temperatuuriga idanevaid seemneid ja noori taimi, samuti töödeldakse seemneid enne külvi ammoniumnitraadi lahusega.

Ülaltoodud näidetest selgub, et soojalembus ei ole taimede muutmatu omadus. Pikaajaline mõjutamine madaldatud temperatuuridega, mis veel kahjustamist esile ei kutsu, külmakindlatele vormidele pookimine ja mõnede

soolalahustega mõjutamine tõstavad taime külmakindluse määra. Tavaliselt suurenevad seejuures ka taime teised omadused: varavalmivus, öökülmadele vastupidavus ja viljakus.

TAIMEDE ÄRAHAUDUMINE

Umbes 0°-line temperatuur võib ka mõnedele külmakindlatele vormidele hävitav olla. Kuid temperatuuri tingimuste toime on sel puhul oma iseloomult sootuks isesugune.

Samal ajal kui soojalembesed taimed umbes 0°-list temperatuuri kõigest mõne päeva taluvad, hävivad külmakindlad kultuurid (taliteraviljad) alls siis, kui nad väga kauaks (mitmeks kuuks) neisse tingimustesse jäävad. Külmakindlate ja soojalembeste taimede vahel on veel üks oluline erinevus: külma suhtes tundlikud lõunamaa taimed hukuvad kiiresti nii valguse käes kui ka pimeduses, külmakindlatele vormidele aga ei ole umbes 0°-line temperatuur valguse käes isegi väga pika aja jooksul üldse ohtlik. Neis tingimustes surevad nad ainult pimeduses ja külmumata olekus — ärahaudumise protsessis. Selle terminiga tähistatakse talitaimede hukkumist lume all sel juhul, kui temperatuur mullapinnal pikka aega püsib 0° tasemel või veidi kõrgemal.

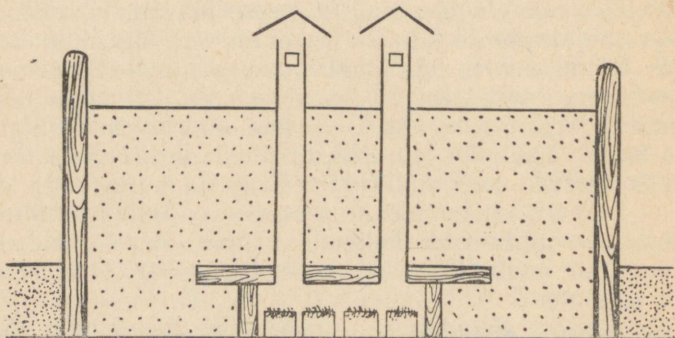
Taliviljade ärahaudumist esineb kõige sagedamini Vene NFSV lääne-, loode- ja keskoblastites ja samuti ka Valgevene NSV-s. Ärahaudumist esineb soojadel ja pikkadel talvedel, mil aasta keskmine temperatuur on normaalsest tunduvalt kõrgem, näiteks juhul, kui ta Kirovi oblastis hariliku —6° asemel oli —3,6°, Kaasani oblastis —5,1° asemel —2,1° ja Moskva oblastis mitte —3,2°, vaid +1,3°. Teiseks tähtsaks teguriks on siin lumikatte paksus. Näiteks hõrenesid Smolenski oblastis orased tugevasti, kui seal lumikatte keskmine sügavus oli 72 sm hariliku 28 sm asemel.

Põllul tekib ärahaudumine siis, kui sügav lumi varakult maha tuleb ja muld selle all on kas ainult kergelt külmunud või hoopis külmumata. Lumekihi paksus, mille all ärahaudumine esineb, peab olema küllaldane selleks, et taimi kogu talve jooksul külmumata olekus hoida. Talve karmusest sõltuvalt oli sellise lumikatte paksuseks erinevates paikades ja erinevatel aastatel 30 kuni 70 sentimeetrit. Seejuures on tähtis mitte ainult lumikatte paksus, vaid ka selle

tihedus, pinnase külmumise määr ja külmade kestus ning intensiivsus.

Mil viisil paks lumekiht orased suretab, seletati kaua aega vaesti. Vastavalt eelmistele kujutlustele nähti hukkumise põhjust taliviljaoraste lämbumises, arvates, et taimedel ei jätku hingamiseks hapnikku. Oletati, et paks lumikate taimed hermeetiliselt katab ja sellega katkestab nende gaasivahetuse välisõhuga.

Kuid katsed näitasid selle oletuse ekslikkust. Analüüsiiti 50 ja 100 sentimeetri paksuse lumekihi alt võetud õhu proove. See lumekiht oli mitu kuud oraseid katnud ja viimased olid ärahaudumise tõttu tunduvalt kannatanud.



Joon. 2. Taliviljaoraste ärahaudumine sügava lumikatte all. Ohu tuulutamine lumikatte all toimus õhutamistorude abil.

Maapinna lähedase õhukihi hapnikusisaldus oli ainult 1 kuni 1,5 protsenti madalam kui vabas õhus. Umbes 0°-lises temperatuuris hingavad taimed võrdlemisi nõrgalt ja tarvitavad hapnikku väga vähe. On ilmne, et õhu normaalse koostisega võrreldes vähene hapniku kahanemine ei võinud avaldada hävitavat mõju taliviljaorastele. Järelikult toimub läbi lumikatte, olgugi aeglane, kuid taimede hingamiseks siiski küllaldane gaaside vahetus välisõhuga.

Saadud andmeid kinnitasid ka teised katsed. Nii tehti kindlaks, et oraste ärahaudumine toimub ka sel korral, kui lumealust õhukihti sügava lume all tõmbetorude abil kunstlikult õhustatakse (joon. 2). Järelikult võib ärahaudumine toimuda ka õhu normaalse hapnikusisaldavuse juures, järelikult ei seisa asi siin taimede lämbumises.

Edasine uurimine näitas, et sel korral, kui taimed pikemaks ajaks tugeva lumekihi alla jäävad, tuleb neil puudus mitte hapnikust, vaid toitainetest. Taime elu lume all (ta hingamine) kulgeb sügisel varutud toitainevarude arvel. Mida madalam on temperatuur, seda nõrgemini toimub hingamine. Sulas olekus tarvitavad orased oma tagavara-sid märksa suuremal hulgal kui külmununa. Näitena võib tuua järgmised arvud: nisuidandid eritasid 0° juures 0,32 mg süsihappegaasi ühe grammi kuivaine peale tunnis, — 7° juures aga 0,14 mg, see on üle kahe korra vähem. Varem talletatud ainete kulu moodustab isegi 0° juures ikkagi väikese hulga, mistõttu olukord kujuneb ohtlikuks ainult sel juhul, kui taliviljaorased jäävad sellisesse temperatuuri kauemaks ajaks, kaheks kuni kolmeks kuuks. Sel korral võidakse hingamiseks vajalike ainete olemasolev fond ära tarvitada ja taimed hakkavad nälgima. Oma orgaaniliste toitainete varusid võivad taimed, nagu teada, täiendada ainult valguse käes. Valgus, aga ei suuda tungida läbi paksu lumekihi ja taliviljaorased jäävad pikaks ajaks pimedusse. Mõõtmised näitasid, et juba 15-sentimeetrilise lumekihi alla tungib ainult 6% valgusest, kui võtta 100 protsendiks see valguse hulk, mis on õhus maapinna kohal. Nii jätkub juba 20 sentimeetri paksusest lumekihist, et oraseid tegelikult valgusest täiesti ilma jätta.

Andmeid selle kohta, et taliviljaorased lume all nälgi-vad, saadi taimede keemiliste analüüside teel. Taimi võeti lume alt talve jooksul ja erinevatel aegadel. Selgus, et nad talve esimesel poolel kasutavad hingamiseks süsivesikuid, peamiselt suhkrut. Ärahaudumistingimustes väheneb nende sisalduvus taimes kord-korralt ja langeb 20—25 protsendilt 4—2 protsendini taime kuivkaalust. Kui suhkruid on alles jäänud ainult 2—3 protsenti, algab valkude kulutamine. Ebanormaalsetes talvitumistingimustes jätkub suhkruvaru-dest ainult talve lõpuni. Valkusid hakatakse tarvitama harilikult hilja, umbes märtsis. Nende hoogus lagune-mine on taimele ohtlik, kuna seejuures tekkivad lagupro-duktid loovad taimedes soodsa toitekeskkonna mikro-organismide arenemiseks. Jõudsalt vohades kiirendavad viimased valkude kulutamist, mistõttu taim peatselt hakkub.

Ärahaudumise väliseks tunnuseks on taimede tumepruun värvus. Harilikult on nad hallitusega kaetud kas üleni nagu

vildiga või üksikute tuttadena. Kõige sagedamini tabab ärahauduvaid taliviljaoraseid niinimetatud lumiseen.¹

Soodsatel tingimustel kasvab lumiseen haruldaselt kiiresti, moodustades läbipõimunud seeneniitidest (hüüfidest) valge või halli vildikorra. Eriti intensiivselt areneb ta halvasti torutatud, aeglaselt tahenevatel muldadel. Nakatus toimub tavaliselt õhulõhede kaudu, kui lehed mullaga kokku puutuvad.

Lumiseene arenemiseks on vajalik suur õhuniiskus (üle 70—75 protsendi) ja umbes 0°-line temperatuur. Pärast lumeminekut sureb seen päikese ja kuiva tuule mõjul.

On tehtud kindlaks otsene seos ärahaudumise tõttu hukkunud taimede hulga ja selle vahel, kuivõrd nad lumiseenest on nakatatud. Narõmi selektsioonijaamas, kus lumi kattis maapinda 200—210 päeva, saadi näiteks järgmised andmed:

Lume paksus (sentimeetrites)	Lumiseenest nakatatute protsent	Talve üleelanud talinisutaimede protsent
10	0	84
40	31	51
70	55	43
100	61	50

Ärahaudumise protsessis ärakurnatud taimed võivad hukkuda mitte ainult lumiseene tõttu, vaid ka teise parasiitseene, mügarseeene läbi, mis samuti lume all niiskes õhus hästi areneb. Mügarseenest nakatatud taliviljaorase lehed muutuvad kollaseks ja varisevad maha, kannatab ka võrsumissõlm. See haigus esineb kehvadel leetmuldadel, sügava lume all hilise kevade puhul, kui lumesulamine kaua kestab. Oraste ärahaudumist ühes mügarseeene poolt tekitatud kahjustamisega esineb sageli Kirovi oblastis, Udmurti ANSV-s, Gorki, Sverdlovi ja teistes oblastites. 1944. aastal hukkus Tseljabinski oblastis talinisust «Lutescens 329» mügarseeene tõttu 68—92 protsenti. Sel aastal kattis lumi põldusid viis kuud. Järelikult on taliviljaorastele külmal aastaajal ohtlikud nii lume puudumine (mil taimed ära

¹ Lumiseeneks nimetatakse rida punakaste liike.

külmuvad) kui ka paks lumekiht (mil tekib ärahaudumine). Vahe seisab selles, et taimede ära külmumine toimub, nagu tagapool näeme, väga kiiresti (mõnikord on küllalt ainult ühest ainsast minutist), ärahaudumine aga kulgeb äärmiselt aeglaselt. Ärahaudumise korral kasvab väljasurnud eksemplaride arv järk-järgult, tugevasti tõuseb see lumemineku ajaks.

Et illustreerida, kuidas kulgeb talinisuorase hõrenemine, võib tuua Kransnoufimski selektsioonijaama andmed talvel, mil lumikatte sügavus oli 70 sm.

Kuud	XI	XII	I	II	III	IV
Hukkumise protsent	0	2	20	42	81	94

Osa taimi võib ärahaudumisel alles jääda, kuid sageli on talv nad väga ära kurnanud ja hiljem annavad nad madala saagi. Nii andsid ühe katsetamise puhul sellised orased teri ühe kolmandiku võrra vähem kui kontrollorased, mida ärahaudumine polnud puudutanud.

Et taliviljaorased ärahaudumisele vastu peaksid, selleks on väga tähtis, et neid talveks hästi ette valmistatakse, millist toimingut on hakatud nimetama karastamiseks. See toiming on keerukas kompleks protsessidest, mis toimuvad taimes loomulikes tingimustes sügisperioodil ja kindlustavad talle hea talvitumise.

Hilissügisel, kui temperatuur püsib veidi üle 0°, nõrgeneb oraste kasvamine järsult, samal ajal kui fotosüntees jääb veel küllaltki intensiivseks. Selle järelalusena koguneb kudedesse märkimisväärne kogus suhkruid, mis moodustavad tagavarad taime elamiseks lume all. Normaalselt kulgeva tulemusena koguvad taimed sel kombel talveks suured toitainetevarud. Peale selle on hästi karastatud organismidel hingamine talvel 2—3 korda nõrgem, mis võimaldab olemasolevaid toitainetevarusid säästlikumalt kulutada.

Taliviljaoraste karastamise edukat kulgemist võivad erinevates rajoonides takistada erinevad põhjused. Mittemustmulla-vööndis, kus ärahaudumist tihti esineb, segab karastamisprotsessi sageli mulla liigne niiskus. Oma ebasoodsate füüsikaliste omaduste tõttu üleküllastub siin künnikiht hilissügisel veega, mõnikord koguneb vett suurtes kogustes ka põllupinnale. Neis tingimustes on mulla õhustatus eba-

küllaldane, taimed kannatavad hapnikupuudust ja talveks ettevalmistumine toimub halvasti. Taimed lähevad lume alla mitte küllaldaselt karastatutena ja ei ole ärahaudumisele vastupidavad. Et mulla veeläbilaskevõimet tõsta, püütakse mulla struktuuri mitmesuguste agrotehniliste võetega parandada. Liigse vee ärajuhtimiseks aetakse sügisel orasepõllule vesivaod, reas kohtades on tõhusaks abinõuks taliviljade kasvatamine vaoharjadel. Vee vähenemine ülemises horisondis soodustab ka selle tugevat läbikülmutist.

Talviljaoraste ärahaudumise vastu võitlemises on väga tähtis õigete külviaegad valik. Liiga varajase külvi juures täheldatakse taliviljade ebasoovitavat ülekasvamist, mida soovitatakse ära hoida rajoonides, kus on olemas ärahaudumise oht. Tähtis on ka orase tihedus. Ülearune tihedus vähendab ärahaudumisele vastupidavust, sest muld soojeneb seejuures tugevasti ja kujunevad soodsad tingimused seenhaiguste tekkimiseks.

Suur tähtsus on ka otsesel võitlusel parasiitseente vastu, mis taimi lume all kahjustavad. Selleks kasutatakse külvi-eelset külviset puhtimist 0,1-protsendilise sublumaadilahusega, 0,2-protsendilise formaliinilahusega või keemiliste eriparaaatidega.

Sageli on nakkus pärit mullast, mistõttu infektsiooni hävitamiseks soovitatakse kõrrepõllu koorimist ja sügavküнди. Et mürgarseen oraseid ei nakataks, kasutatakse muldade lupjamist, mis loob parasiidi arenemiseks ebasoodsad tingimused.

Väärtuslikuks abinõuks on uute, ärahaudumise suhtes vastupidavate viljasortide kasutusele võtmine. Kuid selliste sortide alal on selektsioon nõrgalt arenenud ja vormide saamine, mis paksu lumekihi all talve üle elavad, seisab alles ees. Ärahaudumisele vastupidavat talinisu esineb Lenigradi, Vologda ja Moskva oblastites, see tähendab seal, kus eespoolkirjeldatud talvist oraste kahjustamist võrdlemisi tihti esineb ja kus toimub selle tunnuse järgi looduslik valik.

Tehakse ka katseid rakendada eriagrotehnikat. See seisab selles, et talve algul lumi ribirulliga tihedaks rullitakse. Ühe sellise katse puhul vähenes lume paksus niisuguse võtte puhul 20 sentimeetrilt 8 sentimeetrile, temperatuur lume all langes $-3,5$ kuni -5 kraadini. Selle tulemusena

polnud ärahaudumist peaaegu märgata ja saadi enamsaak.

Kevadist lume sulamist soovitatakse kiirendada veel sel teel, et lume peale raputatakse kuiva mulda, turbapuru või väetisi. Selle meetodi abil läks korda taliviljaorase lume all viibimise aega 1—2 nädala võrra lühendada ja sellega paljusid taimi hukkumisest päästa.

Kannatada saanud oraste kevadine hooldamine seisab nende võimalikult varajases äestamises. Selle võttega eemaldatakse hallituse v'ltjas kiht ja kiirendatakse mulla tahenemist. Pärast seda antakse kurnatud taliviljaorastele pealtväetist ja luuakse nende edasiseks kasvamiseks soodsad tingimused.

Uraalis on talve algul tugevad lumeta külmad. Hiljem aga tuleb maha sügav lumi. Taimede maapealsed osad, mida madalad temperatuurid on kahjustanud, surevad hiljem ärahaudumise tagajärjel väga kergesti välja. Neis rajoonides on vajalik kasutada ärakülmumise vastu võitlemise abinõusid.

Mitmeaastastest heintaimedest on NSV Liidus ärahaudumise suhtes vastupidav ristik, kuna tema ei nakatu meil levinud lumiseeneliikidest. Real juhtudel, mil talinisu ärahaudumise tõttu täielikult hukkus, elas ristik naaberpõllul talve edukalt üle. See asjaolu võimaldab ristiku kasvatamise ala kaugemale põhja poole nihutada, kus talved on pikaajalised ja lumerohked.

Huvitav on, et Kánadas ristiku ja lutserni külvid ärahaudumise läbi kannatavad. Seda seletatakse sellega, et seal esinevad erilised lumiseene vormid, mis on võimelised parasiteerima ka neil taimedel. Seened kasvavad sulade aegu ja talve lõpul, mil temperatuur lume all püsib 0° lähedal. Seejuures hakkavad pungad ja juurekael mädanema ning sellele järgneb oraste väljasuremine, harilikult laikudena. Nende lumiseeneliikide kahjustamiste suhtes olid vastupidavad meie Siberi ristikuvormid ja sirplutsern.

Mitmeaastaste heintaimede põllud, mis ärahaudumise tõttu hõredaks on muutunud, soovitatakse pärast niitmist üles künda. Vastasel korral võivad taimed järgmisel talvel täielikult hakkuda.

Praktikas märgitakse terminiga «ärahaudumine» ka oma iseloomult teistsuguseid nähteid. Puuviljakasvatuses kõneldatakse koore «haudumisest» tüve alusel luuviljaliste viljapuude juures. Seejuures sureb välja mitte ainult koor, vaid

ka mähk. Sellised puud kuivavad suvel. Seda liiki kahjustusi esineb eriti tihti aprikooside ja virsikute juures, kui neid kasvatatakse keskvööndis; kirss, kultuurploom, laukapuu ja kirss-ploomipuu samades tingimustes selle all ei kannata. Koore haudumise oht tekib soojadel talvedel. Füsioloogid ei ole seda nähtust veel põhjalikult uurinud. Võitlusvahendina soovitatakse aretada uusi vorme, millel oleks pikem puhkeperiood, samuti soovitatakse ka pookimist vastupidavamatele pookealustele.

Mõnikord nimetatakse ärahaudumiseks ka viinamarjaväärtide pungade hukkumist mullakatte all külmal aastaajal. Lõunas esineb seda tihti juhul, kui põõsaste lahtivõtmine hiljaks jääb. Sel korral jõuavad pungad juba puhkeda ja kiduraks jäänud võsusid anda, mis lahtikaevamisel saadud mehhaaniliste vigastuste tõttu kergesti surevad või mida päike hiljem ära kõrvetab. Selle vältimiseks, mulla kevadise soojenemise nõrgendamiseks, soovitatakse viinamarjapõõsaid paksema mullakihi (umbes 20—30 sm) katta. Samuti tuleb valida õige aeg istandike lahtivõtmiseks.

TAIMEDE ÄRAKÜLMUMINE

Ärakülmumiseks nimetatakse taimede hukkumist negatiivsete temperatuuride mõjul. Nõukogude Liidu territooriumi suuremas osas valitsevate pakaste talvede tingimustes on see nähtus laialdaselt levinud ja tekitab tõsiselt kahju nii põllumajandusele kui ka aiandusele. Külmad võivad kahjustada mitte ainult talvituvaid taimi, vaid ka suvikultuure. Ärakülmumise tõttu tekkivad suured kahjud sundisid juba ammu seda nähtust uurima. Olgugi, et on teostatud suur hulk uurimistöid, ei ole ka tänapäeval pilt siiski veel täiesti selge.

Jahenemise mõju taimedele ilma jää moodustamiseta taimerakkudes

Ärakülmumise põhjuste väljaselgitamisel tekib eelkõige küsimus, kas on ärakülmumine madala temperatuuri toime otsene tulemus või on negatiivsed temperatuurid taimede hukkumisel ainult kaudseks põhjuseks?

On teada, et kõrge temperatuur surmab vahetult elavad

objektid, kuna ta kutsub esile valkude kalgendumise. Siis oli loomulik oletada, et ka külmad otseselt surmavat mõju võivad avaldada. Kuid selle hüpoteesi eksperimentaalne kontrollimine näitas ta ekslikkust. Katsed kuivade seemnetega kõnelesid sellest, et neid võib kahjuta kuni väga madalate temperatuurideni jahtuda lasta. Nii säilitasid odra, salati, sibula ja isegi soojalembese maisi kuivatatud seemned eluvõime, kui neid kolm nädalat oli hoitud -253° C temperatuuris. Teise katse puhul seisis ristiku ja lutserni külvis 150 päeva -190° temperatuuris ja ta idanevus ei alanenud, vaid isegi tõusis raskestiidanevate kõvade seemnete arvel.

Võib märkida ka katseid, kus organismid, millest vesi on kõrvaldatud, veelgi karmimatesse tingimustesse asetati. Näiteks kuivatati sammalde eoseid 15 päeva baariumhüdroksüüdi anhüdriidil. Seejärel pandi nad torukestesse, millest õhk oli välja pumbatud. Siis joodeti torukesed kinni ja asetati nad 9 tunniks vedelasse heeliumi, temperatuuriga -269° , lõpuks peeti neid tund aega -271° temperatuuris. Ja ka neis äärmistes tingimustes säilusid eosed elavaina ja ei kaotanud idanemisvõimet. Teostati uurimisi kuivatatud vetikate, samblike, sammalde ja seemnetega ning bakterite ja seente eostega. Kõik nad paigutati mõneks tunniks äärmiselt madala temperatuuri kätte, mis oli lähedal absoluutsele nullile (-273°). Kui nad siis hiljem soodsatesse steriilsetesse tingimustesse asetati, hakkasid seemned ja eosed idanema, teistes katsealustes objektides aga pärast seda, kui nad endasse vett olid imenud, algas uuesti eluprotsesside normaalne kulgemine.

Kirjeldatud katsed on iseloomulikud selles suhtes, et taimorganismid, millest vesi viimase võimaluseni on kõrvaldatud, kui neis puudub niiskus ja järelikult ei või tekkida jää, on suutelised taluma igasugust jahenemist kuni absoluutse nullini. Sellise temperatuuri juures ei ole organismis loomulikult ei vedelikke ega gaase. Järelikult ei saa neis toimuda ka biokeemilised reaktsioonid. Peale selle esineb molekulide harukordselt tugevat tihenemist. Kuid nagu näeme, ei ole see kõik hukatuslik. Isegi pärast niisuguseid, nagu arvata võiks, talumatuid tingimusi on protoplasma võimeline oma normaalset kolloidaalset olekut taastama, ferendid aga alustavad uuesti tööd. Jälgi des nende taimede edasist arenemist, mis olid kasvanud tugevasti jahendatud seemnetest, tehti kindlaks, et see tai-

medele märgatavaid kahjulikke järelusi ei olnud tekitanud.

Madalad temperatuurid, isegi absoluutsele nullile lähedane temperatuur, iseenesest ei surma ei taime- ega loomakudesid, kui need on veetus olekus. Selles suhtes erineb jahenemise toime soojenemise mõjust järsult.

Organismi külmakindlus langeb järsult, kui ta rakud paisunud olekusse siirduvad, see tähendab, kui neis leidub külmuda võivat vett. Seda on kerge jälgida samade seemnete juures. Kuival kujul võivad nad kahjutult säilida kõige karedamas külmas, kui seemned aga küllaldaselt kuivatatud pole, muutub nende säilitamine madalates temperatuurides juba ohtlikuks.

Praktikas on huvitav teada, millise veehulga sisaldavuse juures seemned ära külmuma hakkavad. Katsed on näidanud, et nisu-, kaera- ja odraseemnetel, mis peeti 1—2 kuud -20° ja madalamas temperatuuris, vähenes idanemisvõime tunduvalt neil juhtudel, kui neis leidus niiskust üle 16 protsendi.

Kuid iseenesest ütleb see arv — 16 protsenti — meile veel vähe selle veehulga äärmise piiri kohta kudedes, mille olemasolles veel ei toimu taime hukkumine jää tekkimise tõttu. Asi seisab selles, et vesi seemne sisemuses on ebaühtlaselt jaotatud: seemne kõige tähtsam osas — idus on vett märksa rohkem kui ülejäänud osades. Järelikult hakkavad külmad idu kudet faktiliselt kahjustama, kui selles leidub märkimisväärselt suur kogus vett. Idu hakkab külmas riknema, kui ta sisaldab 28 protsenti niiskust, täiesti hakkub ta 42-protsendilise veesisalduse juures. Sellest nähtub, et vähene niiskuse hulk mõnedes kudedes (umbes 20—25%) on ohutu. Seda seletatakse sellega, et umbes 10% vett õhukuivades organismides ei ole võimeline jääks muutuma, ülejäänud veehulk aga külmub alles väga tugeva jahutamise juures.

Kõik katsed näitavad ühtviisi, et taimede ärakülmumine võib toimuda ainult siis, kui neis leidub vett, mis võib kristalliseeruda. Seda järelust kinnitab ka niinimetatud ülejahtumise kahjutus. (Selle terminiga märgitakse nähtust, mil vedelik tema kristalliseerumispunktist madalama temperatuuri juures mõni aeg külmumata olekusse jääb.)

Kui mittekülmakindla taime leht külma kätte asetada, siis on kerge selgeks teha, et vee kristalliseerumine lehes ei toimu ühekorraga. Jää tekib algul ainult üksikutes lehe-

osades, mida võib ära tunda nende tumedama värvuse järgi. Pärast sulamist selgub, et selline osaliselt külmunud leht on kannatanud ainult neis kohtades, kuhu tekkis jää. Naabruses olevad koed, mis asusid samas temperatuuris, jäid terveks.

Taimedes, mis ülejahutati madalamas temperatuuris kui nende hävimiseks vaja on, ei õnnestunud kindlaks teha kahjustusi isegi sel korral, kui uurimiseks kasutati ülitundlike meetodeid (näiteks kudede elektrijuhtivuse uurimine). Järelikult ei põhjusta madal temperatuur iseenesest ära-külmumist mitte ainult kuivade seemnete, vaid ka selliste veega rikkalikult varustatud organite juures, nagu lehed, mugulad ja muud. Taimede ära-külmumine on nende hukkumine kudedes tekkinud jää tõttu.

Kuid öeldust ei järgne siiski, et taimede külmakindlus on seoses nende võimega üle jahtuda, see tähendab jää mitte moodustada. Ülejahtumine on alati ajutine nähtus, suurema või vähema hilinemisega külmub objekt siiski. Looduses lühendavad kaste, härmatis, tuul ja niiske pind märgatavalt ülejahtumise kestust. Ülejahtumine võib taimi hukkumisest päästa ainult lühiajaliste ja nõrkade öökülmade juures.

Tuleb märkida, et madalad temperatuurid avaldavad ka teistsugust ebasoovitavat mõju: nad halvendavad protoplasma füüsikalisi omadusi, muutes selle ebaelastseks ja isegi rabedaks, mis võib soodustada jää moodustumist rakkudes.

Taimede külmumine

Kui kuivad seemned isegi absoluutse nulli juures ei külmu, siis taimede juures, mis sisaldavad väga suurel hulgal vett, hakkab vesi kristalliseeruma juba nõrga külmutamisega -1° kuni -3° . Võrdlusaluste objektide juures kindlustatakse külmakindlus mitmel viisil: veetutes organismides jää ei teki, turgestsentsetes kudedes aga muutub suurem osa neis olevast veest talvel jääks. Nad jäävad ellu ainult seetõttu, et nende juures kõrvaldatakse jää tekkimise kahjulikud järeldused. Et seda nähtust mõista, tuleb tutvuda sellega, kuidas toimub taime külmumine.

Taimede kudedes kujunevad kõige soodsamad tingimused jää tekkimiseks õnetes, mida nimetatakse rakuvahe-ruumideks. Mõnede objektide juures koguneb jää ühte

kohta sellises koguses, et seda palja silmaga näha võib. Pukspuu lehes on näiteks avar õõs, mis külma puhul üleni jääga täitub. Uurimine näitab, et pärast seda, kui rakuvahe ruumis moodustused tillukesed jääkristallikesed, hakkavad need kiiresti kasvama vee arvel, mis ümbritsevatest rakkudest juurde voolab. Sel teel jäävad viimased veetuks.

Vedelik organismis ei külmu ühekorraga. Seda seletatakse sellega, et rakkude sees on lahus, mitte aga puhas vesi. Mida madalam on temperatuur, seda rohkem vett muutub jääks ja seda suuremal määral jäävad rakud veeta. Kui nendest osa vedelikku lähtub ja rakuvahe ruumides kõvaks muutub, siis tõuseb allesjäänud lahuse kontsentratsioon sedavõrd, et lahus olemasoleva temperatuuri juures pole võimeline külmuma. Külma edasisel tugevnemisel kulutatakse veel osa veest jää moodustamiseks.

Rakkudes on harilikult nõrgad lahused, mistõttu moodustub taimedes juba nõrga külma palju jääd. Temperatuuri edasise languse juures muutub jää juurdekasv üha aeglasemaks. On välja arvestatud, et kui võtta 100 protsendiks vee algkogus organismis positiivse temperatuuriga, siis — 12-kraadiga on talinisu kudedes 58% veest jää, — 19° juures tõuseb jääkogus kuni 60 protsendini.

Tavaliselt hukkub taim enne, kui kogu vedelik temas külmuda jõuab. Jäähulk, mis surmavaks osutub, on muutlik. See kõigub olenevalt mitte ainult taime liigist ja sordist, vaid ka antud indiviidide füsioloogilisest seisundist. Seetõttu polnud kerge kindlaks teha, mil kombel algul kahjutu jäämoodustumine hiljem hävitavaks osutub.

Paljud uurijad arvavad, et organismide suremise põhjuseks külmumisel on nende suur veekaotus. Nagu juba tähendatud, toob vee jääks muutumine kaasa rakkude kuivamise. Nad kannatavad veepuudust samuti nagu suvise põua ajal. Vahe seisab ainult selles, et esimesel juhul muutub vedelik tahkeks aineks, teisel juhul aga lähtub ta auruna atmosfääri.

Siiski pole raske veenduda, et suvise põua mõju on märksa rohkem hävitav kui see kuivamine, mis toimub taimekudedes vee jääks muutumisel. Madalate temperatuuride juures võivad elusad rakud kahjutult üsna suurt veekaotust taluda, kõrge temperatuuri juures aga hukkuvad nad ruttu. Seda seletatakse sellega, et veepuudus kõrgema temperatuuri juures toob kaasa ainetevahetuse häireid. Seejuures toimuvad mitmesuguste ühendite lagune-

mise biokeemilised reaktsioonid, sellal kui need protsessid külmas kulgeda ei saa. Näiteks võib suvise põuaga tihti näha okaspuude okaste kollaseks muutumist, mida talvel ei juhtu. Seetõttu ongi paljud meie puud võimelised talvel kümme korda tugevamat põuda välja kannatama kui suvel.

Järelikult ei lange külmakindlus ühte põuakindlusega. See räägib vastu väitele, nagu oleks veepuudus ainuke taimede hukkumise põhjus külmumise puhul.

On olemas ka rida teisi vastuväiteid. Ja tõepoolest — kui surmavaks pidada ainult veekaotust üksi, siis peaksid taimede kahjustumine ja hukkumine toimuma sõltumata sellest, kus jää moodustub, kas rakuvaheruumides või rakude sisemuses. Tegelikult aga on jää tekkimine protoplasmas taimetele surmav, samal ajal kui jää olemasolu rakuvaheruumis tihti kahjutuks osutub. Rakud ise külmuvad neil juhtudel, kui vesi mingil põhjusel ei jõua nendest rakuvaheruumi tungida, nagu see väga kiire jahtumise juures esineb. Selline jahtumine loob soodsad tingimused väikeste jääkristallikeste spontaanseks tekkimiseks ülejahtunud protoplastis. Olemasolevad andmed annavad põhjust arvata, et jää moodustumine rakuvaheruumis osutub kasulikuks kohastumiseks.

Esitati ka teine oletus taimete suremise põhjuste kohta külmumisel. Taimeraku sisemuses on peale elusaine veel õõs (vakuool), mis on täidetud niinimetatud rakumahlagaga. Viimane kujutab endast mitmesuguste ühendite, sealhulgas soolade ja hapete lahust. Mõned uurijad kinnitavad, et pärast suure veekoguse äravoolu rakkudest rakuvaheruumi muutub ülejäänud vedelik üleliia hapuks ja mürgiseks hapete ja soolade sisaldavuse tõusmise tõttu vedelikus. Teiste sõnadega, need uurijad arvavad, et ärakülmumisel toimub protoplasma mürgistamine kontsentreeritud rakumahlagaga.

Kuid ka sellele seletusele on olemas tõsisemid vastuväiteid. Tehti katseid taimedest väljapigistatud mahlagaga, mille tugevust hiljem vee osalise väljakülmetamisega tõsteti. Hariliku temperatuuri juures on selline kontsentreeritud mahl tõepoolest kahjulik, kuid negatiivsete temperatuuride juures oli ta mürgivabaks ja kaitses isegi rakkusid külmumise eest. See nähtus pole midagi erilist. Külmas muutuvad paljud mürgised lahused rakkudele vähem mürgisteks. See on seotud asjaoluga, et madalas temperatuuris rida biokeemilisi reaktsioone tunduvalt aeglustuvad.

Selle seletuse vastu, et külmumine toimub kudede enesemürgistuse tõttu, kõneleb ka see fakt, et sel korral peaks esmajärjekorras välja surema rakumahlaga kokkupuutuv protoplasmakiht (tonoplast). Tegelikult seda aga ei juhtu.

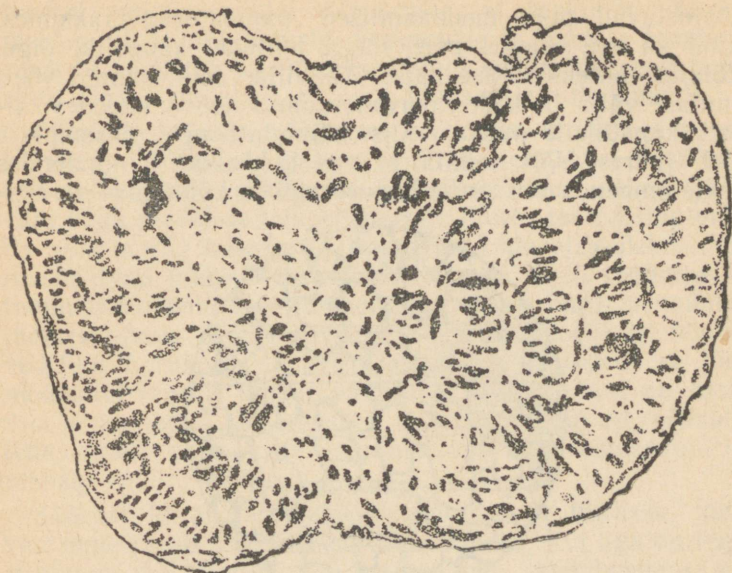
Esitati ka oletus, et taimede suremine toimub mitte külmumise, vaid sulamise juures. Mõned uurijad arvasid, et aeglase soojendamisega võib külmunud organismi päästa. Kuid ka see hüpotees osutus kontrollimisel tegelikkusele mittevastavaks. Mõnede objektide juures võib nende värvuse muutumise järgi märgata suremise momenti ja kindlaks teha, et see saabus jää moodustumisel, mitte aga sulamisel.

Tehti suur hulk katseid, mis näitasid, et neil juhtudel, mil külm on taime küll kahjustanud, kuid veel mitte surmanud, võib teda pikkamööda sulatades elavana säilitada, samal ajal kui kiire sulatamine ta tapab. Tõepoolest, kiire sulamisega ja sulanud vee endasse imemise tõttu võivad rakkudes tekkida patoloogilised muudatused, nende suhtes on eriti tundlikud lihavad organid: õuna- ja pirnipuude viljad, sibulamugulad ja muud. Ja ka teistele kultuuridele on aeglane lahtisulamane kasulik, kuna seejuures kujunevad rakkudes soodsamad tingimused normaalse olukorra taastamiseks. Kuid külmavõetud taime ei saa aeglase soojendamisega päästa.

Looduslikes tingimustes esineb sageli aeglast sulamist. Näiteks asub taliteraviljadel võrsumissõlm, taime kõige tähtsam organ, maa sees, mille sulamine võtab kaua aega.

Peale selle, et jää rakud veest vabastab ja rakumahlakontsentratsiooni suurendab, võib ta veel taimedele mehhaanilisi kahjustusi tekitada. Külmunud objektide mikroskoopiline uurimine näitab, et jää moodustumisel võivad nende sisemuses ilmned pinged, mis kudesid ja rakkusid üksteisest lahti rebivad, suurendades rakuvaheruume või kujundades uusi (joon. 3). See sünnib siis, kui ühte kohta vee juurdevoolu arvel kaugematest rakkudest kuhjub jää. Tema paisuvad kristallid kutsuvad esile mitte ainult rebemisi, vaid nad suruvad kokku ka neid ümbritsevad rakud.

Kuivõrd tugev on jää purustav toime taimekudedes, näitab niinimetatud külmalõhede, see tähendab pragude tekkimine puude tüvedes. Need sünnivad mehhaaniliste pingete tõttu, mis kujunevad jää ebaühtlasest jaotusest taime



Joon. 3. Peedi ristlâbilõige. Tühjadel kohtadel olid varem jää kokkukuhjumised rakuvaheruumis.

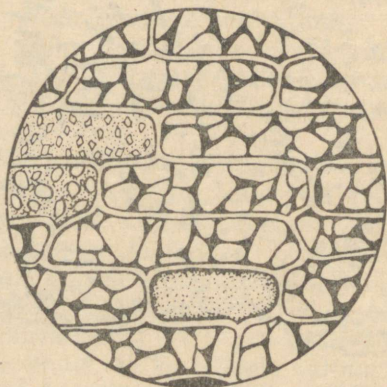
sisemuses. Talvel moodustab jää umbes ühe kolmandiku tüve kaalust ja on seal väga ebaühtlaselt paigutunud. Neis kohtades, kuhu teda kõige suuremal hulgal on kogunenud, lõheneb isegi selline tugev kude nagu puit.

Külmunud taimerakud säiluvad tavaliselt tervetena, kuna nendest tunduv osa vett jõuab rakuvaheruumi tungida. Kui jää moodustub rakkude sees, jäävad rakukestad suuremal osal juhtudest terveks, kuna nad on suutelised venima. Siiski võib tähele panna rebenemise juhtumeid suurte ja veerikaste rakkude (nagu valminud marjadel) väga peente ning õrnade rakukestade juures rakkude kiirel külmumisel.

Jääkristallide moodustumine rakkude protoplasmas kahjustab alati protoplasmat. Jää lõikab ta tükkideks ja pressib hiljem kokku (joon. 4), pärast sulamist ei taasta protoplasma enam oma struktuuri, elusaine kaotab oma spetsiifilise ehituse ja sureb.

Jälgides neid suuri purustusi, mida jää taime sisemuses tekitab, tuli rida uurijaid järeldusele, et taime hukkumist

põhjustavad puht mehhaanilised muudatused rakkudes. Kuid ka see seletus pole kõigil juhtudel kaugeltki õige. Võtame näiteks sellise katse. Taliviljaoraste idandid võeti mullast välja ja kõik rakuvaheruumid nende kudedes täideti kunstlikult veega. Siis külmutati neid eksemplare -5° juures. Võis oodata, et nad hukkuvad, kuna nendes peale omaenda vee suure koguse pidi ju külmuma ka raku-



Joon. 4. Talinisu külmunud rakud: rakkudes on näha jääkristallid, nende vahel protoplasma.

vaheruumidesse täiendavalt süstitud vesi. Selline järsk jäähulga suurenemine pidi kahtlemata avaldama tugevat mehhaanilist mõju. Kuid kõik need taimed jäid ellu. Kui aga külmutamine toimus märksa madalama temperatuuriga, siis ilmsid märgatavad kahjustused nende süstitud taimede juures mõne kraadi võrra kõrgema temperatuuri juures, kui sama külvi süstimata taliviljaoraste juures. Ilmselt muutub jää mehhaaniline rõhumine ohtlikuks ainult madalate temperatuuride juures, kui tugevasti vett kaotanud ja tardunud protoplast ebaelastseks ja hapraks muutub.

Ärakülmumise mehhanism

Nagu näeme, osutus pärast mitmesuguste oletuste eksperimentaalset kontrollimist küsimus taimede ärakülmumisel väljasuremise otsese põhjuse kohta ülikeerukaks. Ulal-

toodud andmete põhjal võib arvata, et ärakülmumine on mehhaaniliste muudatuste, veekaotuse ja madala temperatuuri ühise toime tulemuseks, olgugi et ühestki neist teguritest üksikult ei piisa, et taime hukkumist esile kutsuda.

Et nende asjaolude õigsuses veenduda, tutvume veel rea katsetega. Viimasel ajal on kindlaks tehtud, et vesi võib olla mitte ainult vedelas või kristalliseerunud olekus (jääd), vaid väga madalate temperatuuride juures teatud tingimustes võib ta olla amorfses, niinimetatud klaasjas olekus. Viimasel juhul muutub ta samuti tahkeks. Kuid seejuures ei toimu tema molekulide ümberpaigutumist, nagu see sünnib jääkristallides. Sellise klaasja massi saamiseks on nõutav vedeliku harukordselt kiire jahtumine, kusjuures ei jõua molekulid õigesti ümber paigutada. Puhast vett on raske viia amorfssesse (klaasjasse) olekusse, seda on võimalik teha ainult väga kiire jahutamisega kuni temperatuurini umbes -125° , -150° .

Säärast kiiret jahtumist saavutada on üliiraske, kuna vesi enne jõuab muutuda harilikuks jääks. Kui aga on tegemist suhkruga, želatiini või teiste ainete vesilahustega, siis omavad vee molekulid nendes vähema liikuvuse. Selliseid vedelikke võib ülikiiirete jahutamistega «klaasiks» muuta.

Rakkudes ei ole vesi puhtal kujul vaid kas lahustena või paisunud ainetes. Tehti katsed madalate temperatuuridega nõnda protoplastile mõjuda, et takistada temas jää kristalliseerumist. Enamikus rakkudes ei õnnestu muuta vett amorfseks tahkeks kehaks, kuna nad on ikkagi üsna suured ja neid ei saa seetõttu üliiruttu jahutada. Kuid need rakud, mis on suuruselt vähemad (pärm, spermatozoidid, punased verelibled ja muud) viidi ikkagi temperatuuri ülikiiire langetamisega klaasjasse olekusse. Kiire sulatamisega soojas vedelikus oli seejärel võimalik nende protoplaste amorfsest tahkest kehast uuesti normaalsesse poolvedelasse olekusse viia (ka soojendamisel pidi selle temperatuuride amplituudi välgikiirelt läbima, mille juures kristalliseerumine toimub). Nende tingimuste täitmisel jäid rakud ellu.

Nii tõestati, et protoplasma klaasja massina suudab taluda harukordseid külmi. Külme ei surma rakkusid, kui ei võimaldata rakkudes jää tekkimist. Looduslikes tingimustes ei esine taimede nii kiiret ja tugevat jahtumist, seepärast ei saa rakkude klaasjas olek olla nende külmakindluse põhjuseks. Kuid need katsed on huvitavad ärakülmu-

mise teooria suhtes, kuna nad näitavad, et taimekoed võivad elusatena säilida isegi väga madalate temperatuuride juures, kui ära hoida jää kristalliseerumist neis. Klaasjal kujul ei sisalda protoplasma vedelat vett. Järelikult võib ta taluda nii täielikku veekaotust kui ka väga madalat temperatuuri.

Samuti tõestavad need katsed, et protoplast läheb kahjutult üle tahkesse olekusse, see tähendab — ta ei purune, kui temasse molekulid väga tihedasti on «sisse pakitud». Otsustavaks asjaoluks siin on see, et klaasjaks massiks tardumisel vesi protoplasmast ei eraldu ja viimane tervikuna tahkeks kehaks muundub, kusjuures ei teki protoplasma struktuuri rikkeid.

Kõigest öeldust tuleb teha järeldus: ära-külmumine on jää kristalliseerumise järeldus, mille juures toimub molekulide ümberpaigutumine, protoplasmas ühtede osade kiire ümberpaigutumine teiste suhtes. Kõik need muudatused rikuvad protoplasma nähtamatut (submikroskoopilist) struktuuri, millela on võimatu eluprotsesside normaalne kulgemine protoplasmas. Lühidalt võib öelda: kui vesi ei omaks kristalliseerumise võimet, ei esineks taimede ära-külmumist.

Teooria läbitöötamisel oli teiseks tähtsaks teguriks rea ühendite kaitsev toime. Kui õhuke koelõik või üksikud rakud mürgivabade ainete tugevatesse lahustesse asetada, siis on nad nendes vedelikkudes olles võimelised taluma tugevamaid temperatuuri langusi. Seejuures ei esinenud paljudel kordadel külmakindluse tõusu, kuna preparaadid, lahusest väljavõetutena ja veega pestutena külmusid pärast seda sama kergelt kui enne töötlemist. Kudede külmutamisel sellises kaitsvas keskkonnas nähtavasti kõrvaldusid kahjulikud mõjud, mis tavaliselt tekivad jää moodustumisel.

Küsimuse üksikasjalisem uurimine näitas, et rakud jäävad ellu, kui temperatuur langeb ainult selle piirini, mille juures võetud lahus ei külmu. Kui lahus külmub, hukuvad loomulikult ka rakud. Lahuse keemiline koosseis ei etenda siin otsustavat osa, kui ta ainult mürgine ei ole. Sel teel õnnestub rakkusid ära-külmumisest päästa ainult aeglase jahutamisega; temperatuuri kiire langemise juures nad hukuvad.

Kirjeldatud katsete tulemusi seletatakse järgmiselt. Tugeva lahusega ümbritsetud rakk annab lahusele endast

vett. Osmootsel teel eemaldub protoplastist kogu vesi, mis olemasoleva temperatuuri juures võib külmuda. Selle tagajärjel ei teki raku sisemuses jääd, sest raku jääb ainult selline lahus, mis madalamate temperatuuride juures külmub. Ümbritsev vedelik hoiab ära jää kokkupuute protoplastiga. Sellega välditakse protoplasma välispinna mehhaanilise kahjustamise võimalus.

Kasutades kaitseaineid õnnestus viimasel ajal saavutada seda, et isegi paljud soojavereliste loomade rakud väga tugeva jahtumise juures ellu jäid. Ühe katse puhul peeti roti munasarja kudesid 367 päeva 15-protsendilises glütseriinilahuses -196° juures. Enamus rakke külmus ära, kuid mõned jäid ellu ja säilitasid paljunemisvõime. Sel teel säilisid -196° juures ka spermatozoidid, punased verelibled ja teised lindude ning imetajate rakud. Pärast sellist madalas temperatuuris viibimist spermatozoidid liikusid ja eostasid, imetajate punased verelibled aga funktsioneerisid verevoolus normaalselt.

Järelikult on isegi soojavereliste loomade rakud võimelised taluma selliseid jahtumisi, nagu -196° , kui selle juures kõrvaldada mehhaanilised ja teised mõjud, mis on seoses jää moodustumisega. Siin on oluliselt tähtis see, et kõik need objektid ei hukkunud kaitsekeskkonnas ainult siis, kui nad pikkamööda külmusid ja pikkamööda sulasid. Ainult sel tingimusel jõuab rakkudest välja imenduda kõik see vesi, mis olemasoleva temperatuuri juures võiks neis kristalliseeruda.

Kirjeldatud faktilise räägiks nagu vastu see ammutuntud nähtus, et soojavereliste loomade surm saabub juba temperatuuri võrdlemisi väikese languse juures. Kuid seejuures toimub kogu organismi, aga mitte kõigi ta rakkude suremine, ja see kutsutakse esile teiste tegurite poolt: närvitatuse katkemine, vereringe seismajäämine ja muud.

Looduses kogunevad külmakindlate taimede kaitseained rakkude sisemusse suhkrute ja mõnede muude ühendite lahustena sügisel, organismi talvitumiseks ettevalmistumisel, see tähendab karastamise protsessis. Järelikult kindlustab karastamine vastupidavatele vormidele sellised tingimused, milledes kõrvaldatakse jää tekkimine rakkude sisemuses.

Kuid isegi kõige talvekindlamatel puudel ei saa kogu kudedes olev vesi muutuda külmumatuks, suurem osa kristalliseerub jahtumisel. On ainult tarvis, et see protsess toi-

muks rakuvaheruumides, see tähendab protoplastist eemal. Seetõttu väheneb viimase suhtes oht saada mehhaanilisi kahjustusi. Sel määral kui temperatuur langeb, jäävad rakud veevabaks, kuivavad üha enam ja enam ning ühenduses madalate temperatuuridega võib see protoplasma füüsikalisi omadusi märksa muuta. Viimane tiheneb tugevasti, muutub rabedaks, vee äravool temast toimub raske-
mini, saavad võimalikuks ka ta pealiskihi terviklikkuse rik-
ked. Kõik see soodustab jää tekkimist protoplastis, millega tavaliselt kaasneb protoplasti suremine tema submikroskoopilise (nähtamatu) ehituse mehhaanilise purunemise tulemusena. Külma taluvates taimedes tekib jää algul rakuvaheruumides ja nagu oletada võib, alles madalamate temperatuuride juures ka rakkude sisemuses.

Järelikult on külmakindlus tingitud protoplasma omadustest, tema võimest kaitsta end ärakülmumise ja sellega seotud mehhaaniliste kahjustuste eest. Külmakindlate taimede protoplasma peab ka väga madalate temperatuuride juures jääma külmumata. Seda saavutatakse sel teel, et kogu see vesi, mis olemasoleva temperatuuri juures on kristalliseeruv, rakuvaheruumidesse ära voolab. Nõnda saavutatakse elusaine kuivamine, ja veetus olekus, nagu juba näidatud, võib elusaine taluda milliseid tahes negatiivseid temperatuure, kuni absoluutse nullini.

Taimede ärakülmumise vastu kaitsemise abinõud

Külvide ja istandike külmade läbi hukkumise vältimise tähtsamaks abinõuks on vastupidavate sortide saamine. Selles suhtes tegi palju I. V. Mitšurin. Viljapuude külmakindluse pärilikuks tõstmiseks töötas ta välja erilise süsteemi selektsioonimaterjali mõjutamiseks. Ta soovitas teha vanematepaari õige valiku ristamiseks, võttes neid vajalikus füsioloogilises seisundis. Seejärel tuleb läbi viia hübriidsete seemikute valik ja range kasvatamine. Nende kasvatamisel mõjutas Mitšurin neid mitte ainult välisteguri-
tega, vaid ka mentortaimedega. See meetod põhines sellel, et pookimise teel ajutiselt asendati hübriidpuukese põhiorganid (juured ja osa lehti) teise, mentortaim (kasvataja) organitega, milline taim omas võimet tõsta külmakindlust kõigutatud pärilikkusega eksemplaride juures.

Talvekindlate vormide aretamisel osutus kõige raske-

maks ühendada ühes organismis vastupidavus varavalmi- vuse, viljakuse ja viljade kõrge väärtusega. I. V. Mitšurini tööd näitasid, et ka see raskus on võidetav. Mitšurin ja ta järglased said palju sorte, mis võimaldasid parandada puu- viljakasvatust kesk- ja põhjaoblastites.

Puuviljakultuuride külmakindlus määratakse tunduvas ulatuses kindlaks nende vegeteerimise kestusega. Lõuna- poolsed vormid ei jõua külmemates oblastites oma kasva- mist ja viljakandmist õigeks ajaks lõpule viia ja neil jääb üle vähe aega talve vastu valmistamiseks. Seetõttu kasva- tatakse põhjas peaaesjalikult suvel ja sügisel valmivaid sorte, talvel valmivad sordid on levinud lõunas.

Märkimisväärset tööd on teinud ka katsejaamad talivil- jade, mitmeaastaste heintaimede ja teiste põllutaimede uute, vastupidavate ning viljakate vormide selektsiooni alal. On olemas juba rida väärtuslikke sorte. Kõige talve- kindlamat nisu õnnestus saada karmi kliimaga rajooni- des — Nõukogude Liidu kagu- ja kirdepoolses Euroopa-osas ning Siberis. Seal, kus talved ei ole nii karmid, aretati kesk- mise vastupidavusega sorte. NSV Liidu lõunaosas ja pal- judes Lääne-Euroopa maades on levinud vähekülmakind- lad vormid. Järelikult on olemas vastupidavuse astmelt õige mitmesuguseid viljeldavaid nisusorte. Nende ärakül- mumise amplituud kõigub —12° kuni —25° vahel. See- pärast on väga vastutusrikkaks tööks vastaretatud sortide õige rajoneerimine, mida Nõukogude Liidus teostatakse Riikliku Sordivõrdluskatse võrgu andmete põhjal.

Peale selektsiooni omab ka agrotehnika suurt tähtsust taimede talvitumistingimuste parandamisel. Agrotehnika peab olema suunatud sellele, et kindlustada külvidele ja istandikele hea ettevalmistus ohtlikuks perioodiks.

Taimede talveks ettevalmistamise juures on suur tähtsus mulla vee- ja toiterežiimil, mulla juurtetoitekihil. Mulla ettevalmistamisel taliviljade külviks tuleb pöörata tähele- panu künnihorisoni füüsikalistele omadustele. Mittemust- mullavööndis sajab sügisel, taliviljade karastamise perioo- dil, sageli vihma ja kohtades, kus puudub vastav mulla- struktuur, tekib juurtetoitekihi veeüleküllastus. See halven- dab järsult mulla õhustumist ja ta viljakust. Seejuures võib aga talivilja oraste vastupidavuse tõstmine kulgeda edukalt ainult juurestiku normaalse töötamise juures. See- pärast on taimede korraliku talvitumise kindlustamiseks tingimata vaja hoolitseda mullastruktuuri hea seisukorra

eest künnihorisondil ja kõrvaldada põllupinnalt seis-
jäänud vesi. On tingimata vajalik vältida ka mulla üle-
mise kihi liigset kobedust, põldu ei tohi siis sügavalt harida,
kui taliviljade külviaeg on juba lähedal.

Sügisene põud nõrgendab taliviljaoraste vastupidavust.
Niiskuse puudus sellel perioodil ei võimalda neil karastu-
misprotsessi edukalt läbi teha. Peale selle lõheneb kuiv
muld lumeta talvedel ja tõmbub väga jahedaks. Seepärast
tuleb põuastes rajoonides läbi viia põldude külvieelne
kastmine. Pärast sellist niisutamist talvituvad talikultuurid
hästi isegi Nõukogude Liidu Euroopa-osa kagurajoonide
karmides tingimustes.

Taliviljade heaks karastamiseks on tähtis külviaegade
õige valik. Liiga varajased orased võivad üle kasvada,
mis puhul nad halvasti karastuvad ja sagedamini mitme-
suguste kahjurite tõttu kannatavad. Hilised külvid aga ei
ole kasulikud, sest taimede arenemine hilineb ja nad anna-
vad kehvema saagi.

Agrotehnilised abinõud, mis on suunatud taimede kasvu
reguleerimisele, on eriti tähtsad viljapuustandike suhtes,
millel on pikk vegetatsiooniperiood. Viljapuude juures on
tingimata tarvis saavutada nende tugevat kasvamist suve
esimesel poolel, nõrgendades seda teisel poolel. See või-
maldab puudele vegetatsiooni õigeaegselt lõpetada ja edu-
kalt valmistuda temperatuuri ohtlikeks langusteks. Sel-
lelt seisukohalt on arusaadav suvise põua ebasoodne mõju:
peatades puude kasvamist, nihutab ta selle edasi hilisemale
niiskele perioodile. Samasugust negatiivset mõju võib
avaldada ka mineraalväetiste, eriti lämmastiku andmine
ebasobival ajal suurtes kogustes. Sõnnik aga, mis mullas
pikkamööda mineraliseerub, soodustab just külvide ja
istandike head talvitumist. Taimede külmakindluse tõst-
miseks tarvitatakse ka fosforhapisid kaalisoolasid, hap-
pelistes muldades aga lupjamist.

Aedades peab viljapuid üliküllaliku saagiga aastail
tähelepanelikult hooldama. Puuduliku agrotehnika juures
kurnab ülikülluslik viljakandmine viljapuid tunduvalt.
Seal, kus vegetatsiooniperiood on lühike, ei jõua puud neil
tingimustel kasvamisprotsesse lõpule viia ja tagavarasid
koguda. Kõik see ei võimalda arendada neile omast
külmakindlust. Ebatavaliselt suurt saagikust esineb tihti
perioodilise viljakandvuse juures, mil ühel aastal saagikus
on ülikülluslik, järgmisel aastal aga puudub peaaegu täiesti.

Puuviljakasvatatajate jõupingutused peavad olema suunatud sellele, et igal suvel saaki saada. See parandab viljade väärtust ja tõstab ka sortide vastupidavust.

Kuna selleks, et taimi talveks hästi ette valmistada, on tähtis toitainetevarude õigeaegne kogunemine, siis on vajalik kindlustada taime lehtede normaalne töötamine. Selleks tuleb suve jooksul hoolitseda, et mitmesugused haigused ja kahjurid lehtede välispinda ei rikuks.

Mitmeaastaste heintaimede juures mõjutab nende edukat talvitumist viimase niitmise aeg. See tuleb valida selline, et taimed karastumisperioodiks juba küllaldaselt hulgal lehti omaksid. Kui niitmist toimetada väga hilja, siis jõuavad taimed oma tagavarad võrsumiseks ära kulutada ning külmad tabavad neid kasvavas olekus. Sellised taimed pole küllalt külmakindlad.

Karmi kliimaga rajoonides osutuvad ainult talvekindluse tõstmiseks rakendatud abinõud tihti ebapiisavaks. Siis võetakse tarvitusele taimede soojustamine aasta külmaperioodil. Kõige odavamaks abinõuks on lumekogumine, see tähendab tuiskude poolt ümberkaudsetelt territooriumidelt põllule kantud lume kinnipidamine. Et tuule poolt kantavat lund vajalikkudel kohtadel peatuma sundida, püstitatakse sinna tõkkes. Viimaste tõttu tekib kohal tuulevaikus ja lumehelbed langevad alla. Tõketeks tarvitatakse mitmesuguseid vahendeid: puust lumevärvavaid, pikavarrelisi taimi ja palju muud. Kõige kasulikumaks lumekogumise vahendiks on osutunud tuulekaitseribad. Selleks külvatakse kuu aega enne taliviljakülvi taliviljapõllule kas päevalille, maisi, sorgot või mõnda teist pikavarrelist kultuuri. Taimed külvatakse ridadena laiade reavahedega. Talve tulekuks on tuulekaitseriba taimed 1—1,5 meetri kõrguseks kasvanud. Talivilju külvatakse harilikult tuulekaitseribadega risti, mille juures murdub võrdlemisi vähe võsuid.

Lume kaitsev toime põhjeneb ta vähesel soojusejuhtivusel. Kobedas olekus soojustab ta hästi. Kui lumehelbed ümberkaudsetest kohtadest põllule kantakse, peenenduvad nad seejuures ja ladestuvad seetõttu võrdlemisi tihedalt. See asjaolu sunnib lumikatte vajalikku sügavust suurendama. Taliviljade heaks talvitumiseks kuni -25° külmade juures jätkub 20 sm paksusest lumekihist, käredama külma rajaanides aga tuleb lumikatte sügavust kuni 35—40 sm suurendada. Üle 50 sm paksu lumekihti ei tohi

moodustada isegi väga külmal talvel, muidu võib ta kasulik mõju asendada kahjulikuga. (Seda vaatlesime brošüüri selles osas, mis käsitas taimede ärahaudumist.)

Lumikatte paksust põllul reguleeritakse tuulekaitseribade vahekauguse muutumisega. Lääne-Siberis, kus on vaja palju lund koguda, väheneb see vahekaugus kuni 4 m, Ukrainas aga suureneb kuni 15 meetrini. Lume kinnipidamise õnnestumine oleneb talviste sademete hulgast ja tuisuste päevade arvust. Tähtis on ka ühtlane lumesadu.



Joon. 5. Viljakandev õunapuu lamavvõralises vormis. Talvitub lumikatte all.

Viljapuudele on lumikate eelkõige tarvilik juurestiku soojustamiseks, mis maa sees olles ei saa karastumisprotsessi edukalt läbi teha. Kui omajuursel õunapuul maapealsed osad ära külmuvad selliste temperatuuride juures nagu -40° ja madalamad, siis hukuvad ta juured umbes -10° kuni -15° piires. Seepärast esineb lumeta talvedel, mil muld tugevasti läbi külmub, aedades sageli juurte kahjustusi.

Puude okste ja tüvede katmiseks lund kasutada on juba raskem. Selleks tuleb puid kasvatada lamavas asendis (joon. 5). Sellises olekus hoitakse oksti nende kinnitamisega pinnase külge. Selle meetodi juures, mida nimetatakse «lamavvõralise» kultuuri kasvatamiseks, on puu kõrgus

talvel umbes 30 sm. Kui lumi hilja maha tuleb ja kui selle hulk vähene on, kaetakse Siberis lamavvõralised istutised okaspuude okstega, umbrohtudega, kõõgiviljapealsetega või puistatakse neile mulda peale. Kui aedades on lund vähe, veetakse seda sinna lähedastest kohtadest. Puude lamavvõralise vormi abil õnnestub Siberis kasvatada suure viljaga õunasorte, mis seal muidu aedades ära külmuvad.

Subtroopika külmades rajoonides soovitatakse seda kasvatamismeetodit kasutada ka tsitruste juures. Taime maa-pealsete osade soojustamist mullaga praktiseeritakse rohkesti viinamarjaistandustes. Viinamarjaväädid kaetakse mullaga 10 kuni 40 sentimeetri paksuselt. Paremaks säilumiseks lisatakse külmemates kohtades mullale veel õlekiht. Talveks tehakse muldkaitse ka viigipuule ja granaadile.

Paljudel taimedel külmuvad kõige sagedamini ära üksikud organid, näiteks õie- või lehepungad, osa juurestikust, samuti ka mõningad koed nii tüvedes kui okstes. Sellised objektid nõuavad seejärel eriti tähelepanelikku hooldamist vegetatsiooniperioodil. Soodus kevad loob võimalused taimede jõudsaks paranemiseks. Vastasel korral peab inimene neile appi tulema.

Taliviljade seisukorra parandamiseks soovitatakse varakevadist äestamist, et ülemist mullakihti kobestada, peale selle antakse ka pealtväetist. Jõupingutused tuleb suunata heade kasvutingimuste loomisele, taimedele on tarvilik anda võimalus kaotatud organite ja kudede asemel kujundada kiiresti uued.

Kannatanud külvide ja istandike juures esineb ka varutoitainete puudust viimaste mitteomastatavasse vormi ülemineku tõttu. Juurte kahjustumise ja vett juhtivate soonte ummistumise tulemusena on nende juures raskendatud ka veega varustumine. Esineb eluprotsesside normaalse kulgemise häireid rea organite ja kudede väljasuremise tõttu.

Peale talvekülmade teevad meie maal palju kahju sügisesed ja eriti kevadised öökülmad. Öökülmad tekitavad aedadele suurt kahju. Negatiivsed temperatuurid hävitavad pungad ja õied, mis hävitab mitte üksnes saagi, vaid toob järelkusena kaasa ka ebasoovitava perioodilise viljakandvuse: järgmisel aastal on õitsemine ja viljakandmine intensiivne, mis omakorda kutsub esile kurnatuse ja sellele järgneva nii saagikuse kui ka talvekindluse languse.

Kõige vanemaks öökülmade vastu võitlemise meetodiks on suitsutegemine aedades. Külmal ööl süüdatakse varem kogutud prahi hunnikud, millede põlemist nõnda reguleeritakse, et nad ei leegitse, vaid tugevasti suitsevad. See läbipaistmatu suitsukate vähendab mulla ja taimede pinnalt kiirguva soojuse kaudu, mille tulemusena nõrgeneb jahtumine. See kaitse aga on tõhus ainult pilvitul ööl, mil esinevad efektiivselt kiirgusest tingitud öökülmad.

Kuna suitsumaterjali hunnikute tegemine on tülikas toiming, nende leegita põlemise reguleerimine aga nõuab rohkesti tööd, siis soovitatakse viimasel ajal keemilisel teel suitsu tekitada, põletades punast fosforit. Põledes ühendab see õhust hapniku ja veeaurud ning moodustab fosforhappe. Suits koosneb selle aine väikestest osakestest, mis on taimedele mitte ainult kahjutud, vaid veel enam, nad moodustavad neile ka väärtusliku pealtväetise. Üks kilogramm fosforit annab õhust hapniku ja vee ühendamise arvel 12 kilogrammi suitsu. Kõik see teeb tähendatuse aine põletamise ülikasulikuks.

Väga väärtuslike kultuuride juures, nagu näiteks tsitrused, kasutatakse lahtist soojendust. Välismaal tarvitatakse selleks naftaga kõetavaid soojendajaid. Nõukogude Liidus on viimasel ajal soovitatud samaks otstarbeks põletada turbabrikette, mis on valmistatud nõnda, et nad leegita ja tahmata põlevad. Sel teel on võimalik olemasolevaid turbavarusid kasulikult tarvitada. Selle kütuseliigi kasutamine omab väljavaateid võitluses öökülmade vastu õitsvates aedades.

Teistest meetoditest tuleb meenutada mitmesuguseid katteid. Paremateks neist on sellised, kust valgus läbitungib. Need asetatakse taimede peale ja nad vähendavad soojuse kadu.

Niisutatavates rajoonides püütakse kasutada ka vihmutamist, mida peab tegema pidevalt kogu öökülma kestuse aja. Vesi, millel on kõrgem temperatuur, soojendab külve ja istandikke ning päästab nad sel teel hukkumisest.

Võitluses öökülmade vastu kasutatakse ka paljusid teisi võtteid. Kõik nad on võrdlemisi kallid ja väga tömahukad. Seepärast kõidavad nüüd erilist tähelepanu tööd uute, öökülmade suhtes vastupidavate sortide aretamise alal. Need tööd arenevad hoogsalt ja on paljutootavad.

TAIMEDE HUKKUMINE JÄÄKOORIKU ALL

Lõunas, kus talvel esinevad järsud temperatuuri kõikumised, on taimedele ohtlik mullapinnale tekkiv jääkoorik. Jääkooriku ilmumise eel on sulad, mil sulavesi koguneb pealmistesse mullakihtidesse. Künnikihi üleküllastumine veega võib tekkida ka tugevate või pikaajaliste vihmade tagajärjel. Sellele järgneva temperatuuri languse tõttu tekib mullapinnale ja selle sisemusse palju jääd. •

Lume all oleva jääkooriku olemasolu iseenesest ei mõju halvasti oraste talvitumisele. Rippuv jääkoorik, mis taimedega kokku ei puutu, ei kahjusta neid. Ohtlikuks muutub ainult «kiilasjääd», mil jäätunud orased on lumest paljad. Sellist nähtust esineb sageli Ukrainas ja Vene NFSV lõunaosas.

Taliviljaoraste hukkumist jää all seletati kaua aega taimede lämbumisega. Kuid jääkooriku alt võetud õhu- ja maaproovide analüüsid ei näidanud hapnikupuudust või süsihappegaasi koguse liigset suurenemist. Peale selle peaks külma ilmaga, mil taimede hingamine järsult nõrgeneb, kiilasjääd vähem ohtlik olema. Tähelepanekud aga kõnelevad vastupidist: taimede suremist jääkooriku all esineb harilikult lumetul ajal, mil temperatuur langeb umbes -10° kuni -20° . Kui aga talv on võrdlemisi niiske, siis võivad külvid talve õnnelikult üle elada ka jääkatte all. Perioodiliselt võetud taimeproovid näitavad, et taimed jääkooriku all suhteliselt kiiresti välja surevad, kuna aga lämbumisejuhul see protsess negatiivsete temperatuuride juures aeglaselt oleks pidanud kulgema. Kõigil toodud kaalutlustel ei saa varematal aegadel tõeks peetud seletust õigeks pidada.

Külvide hukkumine jääkooriku all on komplitseeritud nähtus. Kõigepealt avaldab siin mõju jääkoorikule eelnenud sula, mille kestel taimede vastupidavus harilikult nõrgeneb: nad kaotavad osaliselt oma karastatud oleku. Temperatuuri järgneva kiire languse juures ei jõua talivilja orased sageli teistkordset karastust läbi teha ja uuesti tugevat vastupidavust välja arendada. Kiilasjääd puhul soojustab jää taimi halvasti (ta soojusjuhtivus on 20 korda suurem kui lumel), mistõttu taimed jääkooriku all kergesti ära külmuvad.

Külvidel tekkinud suured jääkogused võivad taimi ka mehhaaniliselt mõjutada. Neil tingimustel ilmnevad mul-

las mullaosakeste märgatavad paigast nihkumised, hulgaliste lõhekeste tekkimine, mis põhjustab juurte katkirebimise ja muid taimede kahjustusi. Suured jääkuhjumised on eriti ohtlikud võrsumissõlmedele. Mehhaanilised mõjutamised muutuvad külvidele kardetavaiks suurte külmade ajal, mil rakud tugevasti vett on kaotanud ja nende protoplastid madala temperatuuri mõjul küllaldaselt elastseks ei osutu.

Nii on siis taliviljaoraste väljasuremine jääkooriku all üks nende ärakülmumise liike.

Väljasuremise põhjuste selgitamisele vastavalt soovitakse ka väljasuremise ärahoidmise vahendeid. Tuleb kasutada kõiki neid abinõusid, mis on tõhusad ka ärakülmumise vältimiseks. Erilist tähtsust omavad külma-kindlate sortide aretamine ning lumekogumine. Ka ei tule lasta põldudele pinnavett koguneda.

TAIMEDE KERGITAMINE

Kergitamiseks nimetatakse taimede maa-aluste osade väljatõmbamist mullast, mistõttu tekib taimede massiline väljakiskumine juurte puruksrebimisega. Selle protsessi uurimisel on kindlaks tehtud, et seda tekitab mulda kogunenud jää. Kergitamist esineb taliviljade, mitmeaastaste heintaimede, tehniliste kultuuride, puusemikute ja teiste juures ning see võib toimuda kolmel viisil.

a) Nõrkade öökülmade juures tekib mulla niiskele pinnale õhuke kiht jääd, mis külmub taimede juurekaela või taliviljaorase lehetupe külge. Hiljem pakseneb jää vee juurdevoolu tõttu kapillaaride kaudu sulast künnihorisondist ja tekib jääkoorik. Kuna see altpoolt üha pakseneb, siis rebitakse jää külge kinni külmunud taim kord-korralt mullast välja jää paksuse kõrgusele. Päeva ajal sulab jää, järgmisel ööl aga võib kirjeldatud protsess uuesti korduda. Selle mitmekordse kergitamise tulemusena võivad oraste maa-alused osad lõppude-lõpuks maapinnale tõusta, juured aga seejuures katkevad.

b) Kui külmad öösel tugevamad on, siis jõuab pealmine mullakiht ära külmuda, tavaliselt mitte sügavalt. Hiljem hakkab külmunud ja sula mulla vahele, samuti nagu eelmiselgi juhul, kogunema alumistest külmumata mullakihtidest valgava vee arvel jää. Nii moodustub selles kohas

erineva paksusega jääkiht. Kasvades kergitab ta üles pealmise mullakihi ja põhjustab sellega taimede juurte katkemise. Kui ülemine mullakiht jällegi alla vajub, on taimed mullast välja rebitud.

c) Jääkiht võib tekkida ka teisel teel. Künnikihi pinnaseosa võib ära sulada ja vesi sealt valgub sulanud pinnaseosa ja selle all oleva külmunud pinnasekihi vahele, kus siis jääkiht kasvama hakkab.

Selle jäähulga moodustumiseks, mis taimi kergitama hakkab, on tarvis suure hulga vee juurdevool kristalliseerumiskeskustesse. Seetõttu ei ole kuivades rajoonides sarnast protsessi märgata. Säärastel juhtudel külmub vesi seal, kus ta asub. Tähtis on siin ka mulla struktuur. Sõmerate muldade (liiv) juures ja liiga väikestest osakestest koosnevate muldade (raske savi) juures ei piisa vee juurdevoolust tugeva jää moodustamiseks. Järelikult on kergitamine levinud tihedates huumuselistes ja niisketes muldades, samuti ka turba- ja soomullaga põldudel. Seda esineb kevadel ja sügisel, harvem talvel sulade aegu.

Kergitamisel toimub esiteks juurte pingule tõmbamine, hiljem hakkavad nende koed rebenema. Jää tõmbejõule võivad taimed vastupanu osutada, hästijuurdunud külvid on kergitamisele vastupidavamad. Taliviljaoraste vastupanuvõime kergitamise suhtes määrab eelkõige juurte arv, mis omakorda tavaliselt sõltub võrsumise energiast. Varajase külviga ja pealtväetamisega saadakse tugevam juurestik. Mitmeaastaste heintaimede juures on tähtis küljuurte moodustumine. Ka juurte sitkus avaldab siin mõju. Mõõtmised näitavad, et taliviljadel peavad juured katkemisele rohkem vastu kui suviviljadel. Ka ühe ja sama kultuuri sordid võivad selle poolest erineda.

Kui lahtirebitud juurtega taimel võrsumissõlm ikkagi veel mulda jääb, siis võib ta kevadel kergesti jällegi juurduda. Uute juurte moodustamisel omab suurt tähtsust pinnakihi niiskus ja võrsumissõlme kontakt sellega. Ohtlikumad on need juhud, mil maa-alune varreosa päeva-vahele on välja kistud, sest sel puhul kuivavad taimed kergesti ära.

Kergitamise läbi kannatanud taliviljaorastele teeb suurt kahju kevadine põud. Sel põhjusel on see kahjustusteliik lüüas kardetavam kui põhja pool.

Sügisene kergitamine võib soodustada ärakülmumist, kuna mulla pinnal olevad maa-alused taimeosad kannata-

vad madalamate temperatuuride mõju all. Orased, mille juured on katki rebitud ja võrsuissõlmed maast välja tõmmatud, annavad lõunas pärast juurdumist kehva saagi, umbes 2—2,5 korda vähem kui kontroll-külvid. Põhjas, kus kevadel on soodsamad tingimused, pole saagikuse langus nii märgatav.

Kergitamise nähtuse olemusest tulenevad ka tema vastu võitlemise abinõud. Siia kuulub kõigepealt jõulisemate taimede saamine, mille juurestik on tugevasti arenenud ja mis nii kergesti mullast lahti ei rebene. Seda saavutatakse varajase külvi ja väetiste abil. Et kõrvaldada temperatuuri järske kõikumisi, mille juures tekib vaadeldav kahjustuste liik, kasutatakse lume kinnihoidmist põldudel. Ka püütakse kõrvaldada pealmise mullakihi veega üleküllastumist. Seleksioonil on väljavaateid vastupidava ja jõulise juurestikuga taimede saamiseks. Kannatanud taimede kevadine hooldamine seisab võimalikult varajases rullimises, et võrsuissõlmi alles niiskesse mullapinda tagasi vajutada. Taliviljaoraste edasist kasvamist on tingimata vaja pealtväetiste andmisega soodustada.

TAIMEDE ÄRAVETTIMINE

Talvituvatele külvidele ja istandikele muutub ohtlikuks liigne vesi künnikihis ja selle peal. Seda esineb sügisel või kevadel, sulade aegu aga ka talvel. Taimede äravettimiseks nimetatakse nende kahjustamist osalise või täieliku üleujutuse juures. Viimast võib juhtuda taliviljaoraste mitmesugustes arenemisfaasides.

Kõigepealt võib seisev vesi koguneda seemnete idanemise ajal, mittemustmullavööndis hilise külvi korral. Selistes tingimustes hukkuvad paljud idandid 2—3 nädala jooksul, orased on sel puhul erineval määral hõrenenud. Katsed näitavad, et kui üleujutatud taimedele anda hapnikku, näiteks puhuda õhku vette, milles asuvad idandid, siis jätkavad nad arenemist enam-vähem normaalselt. Nagu näha, on taimede surm veega üleküllastatud keskonnas tingitud seal hapniku puudumisest, mis rakkudele on hingamiseks tingimata vajalik.

Tähelepanekud põllul näitasid ja laboratoorsed katsed kinnitasid, et talitaimed võivad taluda sügisest liigvett, kuid ainult valguse käes. Kui neid pimedasse asetada,

surevad nad kiiresti välja. Seda seletatakse sellega, et külvid valguse käes fotosünteesi protsessis eritavad hapnikku, mis võimaldab rakkudel hingamisprotsessi teostada. Põllul paljunevad seisvas vees harilikult veel vetikad, mis samuti eritavad hapnikku.

Põhjaoblastite tingimustes võib fotosünteesi abil saada-vast hapnikust puudus tulla, kuna seal hilissügisel päev väga lühikeseks muutub ja valguse intensiivsus on väike. See põhjustab taliviljaoraste mõningat hõrenemist.

Üleujutamise korral kattuvad taimede maapealsed osad täielikult või osaliselt veega. Viimane juhtum on loomulikult vähem ohtlik, kuna hapnik, mida lehtede ülemised, veest väljaulatuvad osad õhust koguvad, võib rakuvahe-ruumide kaudu ka veesolevatesse organitesse tungida. Täielik üleujutus on muidugi ohtlikum ja sellest võib huk-kuda märgatav protsent taimi.

Järelikult ei põhjusta seisev vesi sügise lõpul veel tali-viljaoraste tunduvat hävimist. Kuid ta ei möödu ka jälgi jätmata. Sellistes tingimustes ei suuda külvid hästi talve vastu ette valmistuda ja külmuvad kergesti. Näiteks talus Leningradi oblastis talinisu pärast künnikihj sügisest veega üleküllastumist ainult —12 kuni —14-kraadilist temperatuuri, samal ajal kui normaalsetes tingimustes muutusid talle kardetavaiks alles alla —20-kraadilised külmad.

Taliviljaoraste üleujutamist pärast talvitumist võib esi-neda varakevadel. Siis on see palju ohtlikum kui hilis-sügisel, kuna kevadel taimed kõige kergemini kahjustuvad ja külvid hõrenevad. See, et taimed kevadel on liigvee vastu märksa tundlikumad, on tingitud asjaolust, et tali-viljaorased lume alt väljuvad tugevasti ära kurnatutena ja sageli juba teataval määral kahjustatutena. Hapniku puu-dusel taastavad taimed vaevaga hukkunud kudesid ja organeid ning lähevad aeglaselt üle normaalsele vegetee-rimisele. Peale selle jõuavad nad kevadeks läbi teha jaro-viseerimise staadiumi ja hakkavad intensiivsemalt kas-vama, nõudes rohkem hapnikku.

Sügisene veekogunemine põldudele ja mulla üleküllastu-mine veega vähendab järsult taliviljaoraste järgnevat talvekindlust, kevadel aga põhjustab ta varemkahjustatud taimede väljasuremist ja hilise külvi puhul kutsub esile tunduva hulga idanevate seemnete hukkumise. Tihti esineb äravettimine koos ärakülmumisega.

Äravettimise vastu võitlemise vahendiks on kõigepealt künnikihi struktuuri parandamine ja künnikihi veeläbilaskevõime tõstmine, millega välditakse seisva vee kogunemist põldudele. Vee ärajuhtimiseks aetakse põldudele aegsasti vesivaod ja nõgudes (lohkudes) rajatakse vertikaaldreanaž. Praktiseeritakse ka taimede kasvatamist vaoharjadel. Taimede vastupidavuse tõstmiseks antakse külvieel fosfor- ja kaaliväetisi. Kevadel teostatakse äestamist, et mulla paatunud pinda kobestada, ja antakse talivilja-orastele pealtväetist.

TALVINE JA KEVADINE PÕUD.

Külmal aastaajal võivad taimed hukkuda mitte ainult liigvee, vaid ka veepuuduse tõttu. Talvel külmub juurte toitekiht üsna sügavalt, mis vähendab imenduva vee hulka. Peale selle jääb vee edasiliikumine külmunud organismis harilikult seisma, samal ajal kui maapealsed osad, kui nad pole lumega kaetud, vee väljauramist jätkavad. Vee kadu on õige väike, kuid pika talve jooksul võib olukord siiski ähvardavaks kujuneda.

Talvise ärakuivamise oht tekib peamiselt puude ja põõsaste suhtes, mis mitu kuud külmunud olekus olles atmosfääri vettkuivatava toime mõju alla satuvad. Talvise ärakuivamise vastu kaitsmisega ongi just seotud enamiku talvituvate taimeliikide lehtede langemine sügisel. Okaspuudel sulguvad talveks õhulõhed. Ülejäänud osa okstest on kaetud korgikihiga. Kui viimane ettevaatlikult maha kaapida, siis hukkuvad need oksad külmaperioodil ärakuivamise tõttu, kuid nad jäävad ellu, kui paljastatud kohad staniooliga katta.

Hästi kaitstuina kulutavad puude maapealsed osad talvel väga vähe vett. Nii kaotavad männioksad kõige külmemal aastaajal 300—400 korda vähem vett kui suvel. Tammeoksad auravad ära ainult 0,8—2,8% niiskust, kui võtta 100 protsendiks niiskuse kaotus sama suurelt jääpinnalt. Kuid mitte kõik taimeosad ei kuiva võrdse kiirusega. Kui me pungad või lehearmid (kohad, kuhu leheroots oli kinnitatud) või ülejäänud osa oksast kinni kleebime, siis võime kindlaks teha, kui palju igaüks neist vett kulutab. Sirelil aurab palju vett pungade kaudu, pärn, tamm ja jalakas kaotavad vett lehearmide kaudu, kuna viimased nende juu-

res kujutavad halvasti kinni kasvanud haavu; õunapuu, kase, vahtra ja teiste juures aurab vesi läbi okste pinna.

Puude veekulu külmal aastaajal on tunduvalt kõikum, olenevalt välistingimustest. Suurt mõju avaldab temperatuur. Minimaalset transpiratsiooni võib märgata suurte külmade ajal. Lumepinna auramise intensiivsus —2 kuni —3 kraadi juures on umbes 18%, —10 kraadi juures aga ainult 6%. Pakase talve lõpul võrdus tamme veedefitsiit 29 protsendile, pärast sooja talve oli see aga peaaegu kaks korda suurem, nimelt 55 protsenti. Nähtavasti vähendab tugev jahtumine protoplasma veeläbilaskevõimet.

Tuul kiirendab okste kuivamist. Ohtlik on ka päikese soojendus, kui puud juba sulavad, juured on aga veel külmunud olekus.

Äralõigatud oksad, kui neid talvel on hoitud lahtises kohas, sisaldavad vähem vett kui samades tingimustes oksad taimede küljes. Seda seletatakse sellega, et isegi külmadel kuudel toimub okste veega täiendamine vee juurdevoolu arvel teistest puu osadest, kus on olemas niiskusevarud. Selline vee ümberpaigutus võib sündida nõrkade külmadega, kui organismi jääb veel küllaldane kogus vedelikku. Veedefitsiidi täiendamine on võimalik ka tunduvate külmade juures. See esineb päikesepaistelisel päeval, mil puu maapealsed osad võivad märgatavalt ülesoojeneda, võrreldes ümbritseva õhuga. Männi või kuuse oksad näiteks võivad päikese käes tõsta oma temperatuuri 6 kuni 10 kraadini, hajuvas valguses aga 2 kraadini. Sel teel täiendavad peened oksakesed, millel on suur auramispind, perioodiliselt oma äratarvitatud veehulka nende varude arvel, mis rohkem massiivsetes taimeosades peituvad.

Põhja pool kasvavad puud ja põõsad on talvisele põuale väga vastupidavad. Enamus puid võib seda taluda isegi pikaajalise talve tingimustes. Metsapuud kannatavad sel aastaajal harva veekaotuse tõttu. Molotovi oblastis kujunes näiteks puudel nelja talvekuu jooksul vee defitsiit, mis võrdus 25—28 protsendile ja ei olnud ohtlik. Külmade ajal ähvardab ärakuivamine ainult tugeva transpiratsiooniga taimi, peaaesjalikult lõunapiirkondade taimi. Näiteks võib tuua vaarika, mille varred, kui nad NSV Liidu Euroopaosa põhjapiirkondade tingimustes vabas õhus talvituvad, kaunis tihti ära külmuvad. Kui aga varsi parafiiniga katta, see on nende pinda veekaotuse vastu paremini kaitsta, siis vaarikas talvitub hästi.

Talvine põud on kahjulik reale subtroopilistele taimedele, näiteks õlipuu. Viimase lehed sisaldavad vähe vett ja külma ilmaga kaotavad nad seda palju, nende veevaru täiendamist taime teistest organitest peaaegu ei toimu. Sellega seletatakse nähtust, et Krimmis mõningatel talvedel pikaajaliste negatiivsete temperatuuride juures osa õlipuu lehti ära kuivab. Tuleb märkida, et soojal aastaajal selle puu lehtede pind märksa paremini kuivamise eest kaitstud on kui talvel, suvetingimustes osutub ta põuakindlaks taimeks. Praktikas võib talvist ärakuivamist ette tulla ka tsitruste juures nende mullaga kaitsmisel avamaa kuurides, kuhu riad ümber istutatakse.

Talvise põua vastu võitlemise viisid ei ole veel küllaldaselt välja töötatud. Soovitatakse ehitada tuulekaitseseadmeid, siis kannatavad viljapuuistandikud väiksema veekaotuse all. Väärtuslike kultuuride kasvatamisel antakse puudele lamavvõraline vorm, mille juures nad kattuvad lumega ja ei satu tuulte kuivatava mõju alla. Tähtis on sortide õige valik, kuna need vastupidavuse suhtes üksteisest tunduvalt erinevad. Näiteks sama õlipuu juures võib valida vorme, mis talve tõttu vähem kannatavad. Rajoonides, kus valitseb tugev sademete puudus, võib sügisene aedade kastmine hästi mõjuda, kuna põud külmal aastaajal on ohtlik nendele puudele, mis talvele vastu lähevad tunduva vee-defitsiidiga.

Taliviljakultuure kaitseb talvel kuivamise eest lumikate. Kui juhtub olema lumeta talv, siis avaldab enamus taliteraviljakülve kõrget põuakindlust negatiivsete temperatuuride juures. Enamus taimi jääb ellu, kui neid väljakaevatutena kolm talvekuud vabas õhus hoida.

* *
*

Me selgitasime külvide ja istandike kahjustamiste peamisi põhjusi külmal aastaajal. Et saagi eest edukalt võidelda, on tähtis tunda igal konkreetsel juhul taimede hukumise põhjusi antud rajoonis. Vastavalt sellele tuleb rakendada siis vastuabinõusid. Peamiselt põhinevad need temperatuuri- ja veerežiimi reguleerimisel ümbritsevas keskkonnas.

Olukord võib keerukamaks muutuda seetõttu, et talve jooksul esinevad ebasoodsate välistingimuste mitmesugused kombinatsioonid. Mitterustumulla vööndis ühineb tali-

viljaoraste ärahaudumine mõnikord äravettimisega: külma läbi kannatanud taimed võivad hiljem sattuda liigvee alla.

Põllumajanduslike kultuuride edukas talvitumine saavutatakse mitte ainult sellega, et nende või teiste agrotehniliste võtete abil kõrvaldatakse kahjulikud nähtused või nõrgendatakse neid. Tuleb ka tõsta taimede talvekindlust, see on parandada taimede võimet tavalisi raskusi taluda. Vastupidavate vormide aretamine on kõige kasulik majanduslik abinõu. Otsustav tähtsus on ka uute sortide rajoniseerimisel. Taimedele talveks ettevalmistamiseks soodsate tingimuste loomine peab olema ka kolhooside ja sovhooside tähelepanu keskuseks.

Tänapäeval ei ole praktika veel küllaldaselt varustatud võtetega, mis hoiaksid ära taimede hukkumise külmal aastaajal. Käimasolev suur uurimistöo külvide ja istandike talvekindluse küsimuste alal annab alust loota, et lähemas tulevikus ka selles raskes lõigus, kus tuleb võitlusse astuda looduse ürgjõududega, õnnestub saavutada põhjalik olukorra parandamine.

SISUKORD

	Lk.
Taimede kahjustused ja hukkumine madalate positiivsete temperatuuride juures. Soojalembeste kultuuride karastamine	5
Taimede ärahaudumine	11
Taimede ärakülmumine	18
Jahenemise mõju taimedele ilma jää moodustamiseta taimerakkudes	18
Taimede külmumine	21
Ärakülmumise mehhanism	26
Taimede ärakülmumise vastu kaitsemise abinõud	30
Taimede hukkumine jääkooriku all	37
Taimede kergitamine	38
Taimede äravettimine	40
Talvine ja kevadine põud	42

Туманов И. И.
ПРИЧИНЫ ГИБЕЛИ РАСТЕНИЙ В ХОЛОДНОЕ
ВРЕМЯ ГОДА И МЕРЫ ЕЕ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

На эстонском языке

Эстонское Государственное Издательство
Таллин, Пярну маантэ 10

*

Toimetaja J. Metsar
Tehniline toimetaja L. Uuspõld
Korrektorid L. Golberg ja E. Kask

Ladumisele antud 3. VII 1956. Trükkimisele antud
4. VIII. 1956. Paber 54×84, 1/16. Trükipoognaid 3.
Formaadile 60×92 kohaldatud trükipoognaid 2,46.
Arvutuspoognaid 2,56. Trükiarv 2000. MB-06746.
Tellimise nr. 1647. Trükikoda „Pioneer“, Tartu, Kas-
tani tn. 38.

Hind 65 kop.

65 kop.

A-17346

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00463720 5