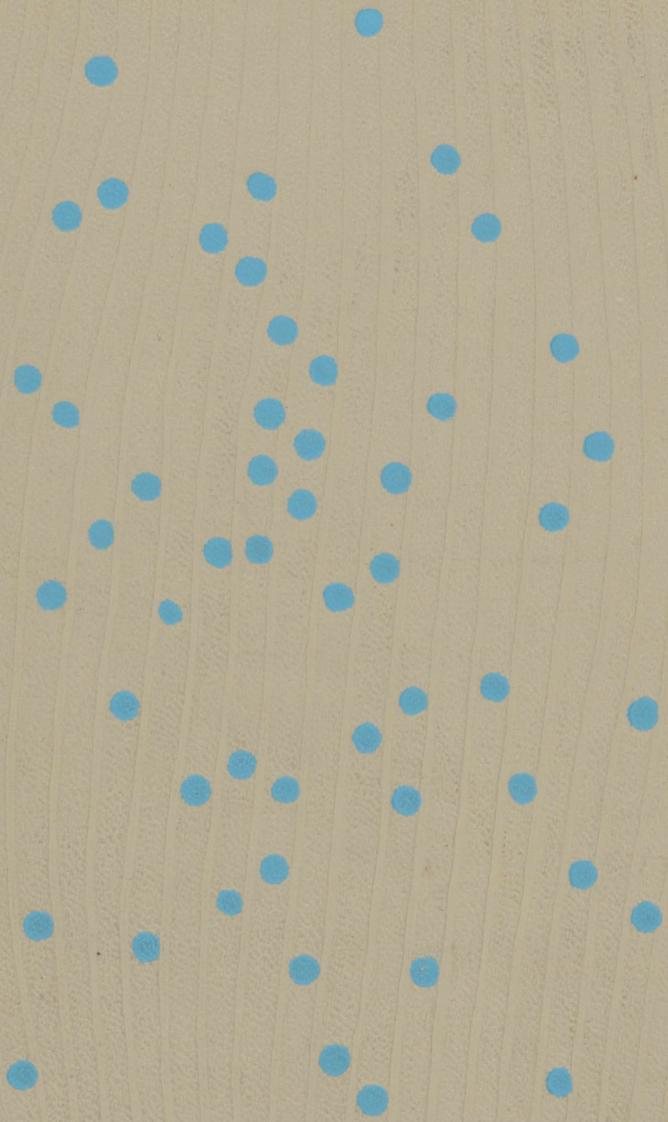
FÜTOPATOLOOGIA

A. MARLAND



A - 29214 V

A. MARLAND

FÜTOPATOLOOGIA

Teine, uuendatud trükk

Eesti NSV Põllumajanduse Ministeeriumi poolt lubatud kasutada õpikuna Eesti Põllumajanduse Akadeemias



KIRJASTUS „VALGUS"
TALLINN 1968

632
M 19

Kaane kujundanud
L. Kruusmaa

Настоящий учебник по фитопатологии на эстонском языке составлен на основе программы курса «Фитопатология» для агрономических и экономических специальностей сельскохозяйственных вузов утвержденной главным управлением высшего и среднего сельскохозяйственного образования МСХ СССР от 8 марта 1965 г., применительно к условиям Эстонской ССР.

Учебник состоит из двух частей:

I общая и II специальная часть и иллюстрирован многочисленными рисунками.

В общей части дается обзор о распространенности и вредоносности болезней растений и краткий исторический очерк развития фитопатологии. Далее рассматриваются типы болезней и их возбудители (классификация грибов и бактерий приводится по новейшим системам); иммунитет растений к инфекционным заболеваниям; экология, динамика и прогноз болезней растений, а также основные мероприятия по борьбе с ними. Описываются важнейшие фунгициды, их применение и современные машины и установки для проведения работ по защите растений.

Как новшество в учебник включена глава о нематодных заболеваниях, которые причиняют огромный ущерб сельскохозяйственным культурам.

Специальная часть содержит диагнозы болезней растений по отдельным сельхоз. культурам и детальные рекомендации по борьбе с ними. В этой части учтены также результаты опытничества и новейших исследований эстонских и других современных фитопатологов о болезнях культурных растений, особенно по вопросам иммунитета к инфекционным болезням и по основным методам борьбы с ними.

Поскольку книга предназначена для Эстонской ССР, т. е. для северо-западной зоны СССР, то главным образом уделяется внимание сельхоз. культурам, выращиваемым в условиях данной зоны и болезням доминирующим на них. В учебнике даются также описания новым вредоносным заболеваниям, которые стали в последние годы у нас распространяться, причиняющие соответствующим культурам большой ущерб (тифулез и церкосореллез злаковых, бурая пятнистость кормовых бобов, коккомикоз косточковых и др.).

В конце книги дается глава: «Некоторые методы фитопатологических исследований».

2
TARTU ÜLIKOOLI
RAAMATUKOGU
229203

4—3—7
31—67

EESSÕNA
II, uuendatud trükile

«Fütopatoloogia» I trüki ilmumisest on möödunud kuus aastat. Selle aja jooksul on teadus taimehaigustest tunduvalt edasi arenenud, eriti aga taimehaiguste tõrje ja taimekaitsetööde mehhaniseerimise osas. Vahepeal toimus ka NLKP KK 1964. aasta detsembripleenum, mis seadis taimekaitse ette senisest suuremaid ja vastutusrikkamaid ülesandeid. Kõik see tingib vajaduse nimetatud raamatu uue trüki järele, mis baseeruks uusimatel andmetel fütopatoloogias.

Lähtudes eespool toodud momentidest, on «Fütopatoloogia» II trükk täiesti ümber töötatud ja nii aine käsitlemine kui ka raamatu ülesehitus uutele alustele viidud.

Teises trükis käsitletakse rida taimehaigusi, mis on alles viimasel ajal Eesti NSV-s levima hakanud, nagu kõrreliste silmlaiksus ja tüfuloos, põldoa-šokolaadilaiksus, kirsipuu-lehevarisemistõbi jt. Täiesti uued on raamatus peatükid «Taimede nakkushaigused» ja «Nematoodid taimehaiguste tekitajaina». Esimeses käsitletakse nakkushaiguste olemuse paremaks selgitamiseks ja mõistmiseks saprofütismi ja parasitismi, fütopatogeensete mikroorganismide spetsialisatsiooni, taimehaiguste tekitajate rasse ja biotüüpe ning antakse üldine iseloomustus nakkushaigustele nende etioloogilise rühmituse alusel. Peatükis taimeparasiitsetest nematoodidest käsitletakse nende poolt tekitatud kahjustusi, iseloomustatakse meil esinevaid tähtsamaid liike, nematoodide seost teiste taimehaigustega ja antakse lühidalt ka nematoodidest tekitatud haiguste tõrje.

Seente klassifitseerimisel on kasutatud uut süsteemi *, millest tingituna on muutunud ka raamatu eriosas paljude taimehaiguste tekitajate nimetused. Paralleelselt nendega on antud ka seente endised nimetused.

XIV peatükis «Taimede nakkushaiguste tõrje» on kirjeldatud uusi fungitsiide ja jäetud välja taimekaitsevahendid, mida praktikas enam ei kasutata. Nimetatud peatükis käsitletakse samuti uusimaid taimekaitseseadeldisi ja mehhanisme, välja on jäetud

---

* Süsteemi ülesehitus ja selle eestikeelne terminoloogia on kooskõlastatud bioloogiakandidaadi E. Parmastoga, kes lahkelt lubas kasutada oma vastavat käsikirja.

vananenud taimekaitsemasinate ja -aparaatide iseloomustused. Endisest põhjalikumalt käsitletakse taimehaiguste bioloogilist tõrjet.

Ühe tähtsama uuendusena «Fütopatoloogia» II trükis võib nimetada ka seda, et soovitatavad tõrjevõtted ei ole enam toodud iga üksiku haiguse kirjelduse lõpus nagu eelmises trükis. Käesolevas raamatus antakse teatud haiguste rühma (näiteks teraviljakultuuride nõgi- ja roostehaiguste jne.) või üksikute kultuuride haiguste kohta üldine tõrjesüsteem vastava peatüki lõpus, mis on palju ülevaatlikum, elulisem ning väldib asjatuid kordamisi tekstis.

«Fütopatoloogia» uue trüki lisana on toodud mõningad seen-, bakter- ja viirushaiguste määramise ning taimede kunstliku nakatamise, samuti seemnete fütopatoloogilise ekspertiisi meetodid. Seda on tehtud kaalutlusel, et tulevasel spetsialistil-agronoomil või teaduslikul töötajal, ka aspirandil, on nimetatud meetodite valdamine hädavajalik. Nende küsimuste kohta aga puudub seni eestikeelne kirjandus.

Raamatu lõpus tuuakse ka tähtsamate fütopatoloogiliste oskussõnade ja mõistete register, mis tunduvalt hõlbustab raamatu kasutamist.

Autor peab oma meeldivaks kohustuseks avaldada siirast tänu raamatu koostamisel osutatud abi eest oma kauaaegsele kaastöötajale Erika Vellmannile. Ühtlasi avaldatakse tänu kõigile neile, kes võtsid vaevaks tutvuda käesoleva töö käsikirjaga ja seda väärtuslike märkustega täiendasid.

Tartus, juulikuul 1967. a.

Autor

SISSEJUHATUS

Teadust, mis tegeleb taimehaigustega, nimetatakse fütopatoloogiaks (tuletatud kreekakeelsetest sõnadest fütos — taim, patos — kannatus ja logos — õpetus). Fütopatoloogia uurimisobjektiks on haige taim. Koos entomoloogiaga (õpetus taimekahjuritest) kuulub fütopatoloogia nende praktiliste teadmiste valdkonda, mida nimetatakse taimekaitseks.

Taimehaiguste üldarv ulatub tänapäeval ligikaudu 25 000, millest 10 000 on majanduslikult ohtlikud (L. L. Pyenson, 1951). Nii tuntakse nisul üle 100, rukkil üle 50 ja odral üle 40 haiguse, kartulil on täheldatud enam kui 60, ristikul rohkem kui 90 ja õunapuul ligikaudu 160 haigust. Kõik need haigused ei ole oma kahjulikkuse poolest võrdsed, kuid paljud neist tekitavad meie põllumajandusele suurt kahju märkimisväärsete saagikadude näol.

Varem, mil veel ei tuntud taimehaiguste põhjusi ja ei osatud neid seetõttu ka tõrjuda, olid saagikaod eriti suured. Tsaristlikul Venemaal, kus põllumajanduse tase oli väga madal ja taimekaitse osatähtsus minimaalne, esinesid taimehaiguse tõttu tohutud saagikaod. Eriti tunduvaid kahjustusi tekitasid teraviljade nõgi- ja roostehaigused. Suurimais teraviljakasvatuse piirkondades — Ukrainas ja Põhja-Kaukaasias — ulatusid saagikaod mõnel aastal miljonitesse tsentneritesse. Üldse hinnati tol ajal teraviljade saagikadu aastas 56,8 miljonile tsentnerile. Ajavahemikul 1920—1929 hävis Vene NFSV-s nõgihaiguste tõttu 53,8 miljonit tsentnerit teravilja aastas. Kolhooside loomise perioodil, aastail 1930—1936, olid teraviljade saagikaod haiguste tagajärjel juba väiksemad, moodustades 12,8 miljonit tsentnerit aastas. Kuid mõnes kohas oli saagikadu veel küllaltki suur, näiteks Kurski ja Voroneži oblastis, kus 1937. aastal teraviljasaak vähenes ca 25% roostehaiguste tagajärjel. Samal põhjusel alanes 1937. ja 1946. aastal Krasnodari krais teraviljasaak 15—20% võrra, s. t. umbes 360 000 kuni 400 000 tsentnerit aastas.

Ka teistes maades põhjustasid taimehaigused suurt majanduslikku kahju. Saksamaal näiteks oli nõgihaiguste tagajärjel teravilja saagikadu 1891. aastal 10 miljonit tsentnerit. Ainuüksi nisukõrreroostest põhjustatud kahju hinnati Rootsis 1896. aastal 50 miljonile kroonile, 1916. a. Austraalias 2 miljonile, Kanadas 40 miljonile ja neljas Ameerika Ühendriikide osariigis 24 mil-

jonile dollarile. 1935. aastal hävitas kõrrerooste Ameerika Ühendriikide kolmes nisukasvatuse osariigis 42 miljonit tsentnerit nisu. Texase osariigis, mis on maailmas ühel esimestest kohtadest puuvillatoodangu poolest, levis möödunud sajandi lõpul kardetav puuvillahaigus — texase juuremädanik, mis hävitas puuvillasaagi 100 miljoni dollari väärtuses. Teatud seenhaiguse tõttu muutus suhkrupeedi kasvatamine mõningates Ameerika Ühendriikide põhjarajoonides võimatuks. Massiliselt hukkusid möödunud sajandil baktervähi tõttu sidruni- ja apelsiniistandused Floridas ja Panamas laastas närbumistõbi banaaniistandusi nii tugevasti, et banaanide kasvatamine tuli üle viia uutesse kohtadesse. 1880. aastal hävitas kohvipuurooste praktiliselt kõik kohviistandused Tseiloni saarel. Nimetatud kultuurid tuli asendada teistega, mis nõudis palju aja- ja rahalisi kulutusi ning mis kas või ajutiseltki halvas täiesti üht või teist tootmisharu.

Vaatamata sellele, et taimehaiguste tõrje on muutunud viimastel aastakümnetel järjest tähtsamaks, tekitavad taimehaigused ka praegu kogu maailmas veel väga suurt majanduslikku kahju. 1942.—1952. aasta andmeil oli iga-aastane saagikadude maksumus Ameerika Ühendriikides 3 miljardit 741 miljonit dollarit. Tomati-pruunmädanik näiteks põhjustas seal 1946. aastal saagikao 40 miljoni dollari väärtuses, mustmädaniku poolt ristõielistele köögiviljadele tekitatud kahju aga hinnatakse haiguse tugeva esinemise aastal 8 miljonile dollarile. Väga ohtlikud maisikasvatusele on bakteriaalne närbumine, helmintosporioos ja pahknõgi, mis tekitavad saagikadu 20—50% ulatuses. Ameerika Ühendriikide lõunaosariikides on väga levinud tubakanärbumistõbi, põhjustades mõnel aastal kuni 70% taimede hukkumise. Keskmised saagikaod aastas olid Ameerika Ühendriikides ajavahemikul 1942—1952 järgmised.

Tabel 1

Kultuurid	Saagikadu		
	tuhandetes tonnides	%	miljonites dollarites
Nisu	2085	6,6	157
Mais	3885	4,8	227
Kaer	5538	21,3	302
Ristik	15512	50,0	291,1
Kartul	2814	20,1	138,8
Tomat	1370	26,4	72,0

Paljudes Moldaavia ja Ukraina kolhoosides nakatus mais näiteks 1959. a. 14—30% pahknõesse, Usbekistanis kannatavad puuvillaistandused tugevasti närbumistõve all.

Märkimisväärseid saagikadusid põhjustavad taimehaigused ka puuviljanduses. Kalifornias põhjustab õuna- ja pirnipuude kõrbus mõnel aastal kuni 10 miljonit dollarit kahju. Illinoisis hävib bakterhaiguste läbi vahel umbes 95% pirnisaagist. Õuna- ja pirnipuude kärntõbi, mis on laialt levinud paljudes maades, võib põhjustada viljade hävimise 60—80% ulatuses. Gruusias, Lõuna-Ameerikas, Aafrikas, Indias ja mujal tekitab «mal-secco» haigus veel praegugi tsitruseliste istandustes suuri saagikadusid. USA-s kuivab igal aastal viirushaiguste tagajärjel kuni 1,5 miljonit tsitruselist. Moldaavias, Krimmis, Põhja-Kaukaasias, Gruusias ja Armeenias on laialt levinud viinamarja-ebajahukaste. 1955. aastal näiteks hävitas see haigus Turkmeenias ligi poole viinamarjasaagist. Itaalias hävitab viinamarja-ebajahukaste igal aastal sellise hulga viinamarju, millest saaks valmistada 120 miljonit ämbrit veini.

Mis puutub taimehaigustest tekitatud saagikadudesse kodanlikus Eestis, siis on nad ka siin olnud üsnagi tähelepanuväärivad. Tartu ülikooli taimehaiguste katsejaama 1935. aasta andmeil hävis kodanlikus Eestis aastas kõvanõe tõttu 3255 t nisu, lendnõe tõttu 350 kuni 1080 t, kõrrenõe tagajärjel 7200 t rukist, lumiseenekahjustus ulatus teraviljaorastel mõnel aastal kuni 50%-ni. Kartulihaiguste läbi läks igal aastal kaduma 10% ehk 100 000 t kartulisaagist. Praegu on Eesti NSV-s ohtlikemaks ja levinumateks teraviljahaigusteks nõed ja roosted, eriti kõrrerooste, rukkileherooste ja kaera-kroonrooste ning jahukasted. Haigusele soodsatel aastatel võib kõrrenõrestekahjustuse aste olla 50% piirides. Suuri kartulisaagi kadusid põhjustavad meil kartuli-lehemädanik, varrepõletik ja viirushaigused. Kogusummas läheb meil igal aastal haiguste läbi kaduma kümneid tuhandeid tonne kartuleid. Siia juurde pole veel arvestatud neid haigusi, mis sageli tabavad kartulit ebaõigel säilitamisel, nagu mitmesugused hallitused, mädanikud jt. Nende tagajärjel hukkub mõnikord 20—30% salvestatud kartulist.

Tugevasti kannatab Eestis haiguste all ka köögivili. Näiteks hävis 1952. aastal Harju rajooni Mitšurini-nimelises kolhoosis tomateid 45 000 rubla väärtuses. Väga levinud on tõusmepõletik, mis kahjustab kapsa, kaalika ja teiste ristõieliste köögiviljade istikuid. Tõusmepõletiku tagajärjel võib hukkuda 90—100% istikuid. Kapsas kannatab sageli ka ebajahukaste all, mis võib hävitada kuni 50% taimedest.

Viljapuuhaigustest tuleb kõigepealt märkida kärntõbe, mis kahjustab meie oludes õuna- ja pirnipuid. Vihmastel suvedel võivad mõningate sortide viljad 100%-liselt nakatuda.

Viimastel aastatel on hakanud Eestis levima ka mitmed uued taimehaigused, nagu tüfuloos, mis kahjustab talirukki- ja talinisupõlde, kõrrelisi ja liblikõielisi heintaimi ning kultuurrohumaid. 1961. aastal täheldati esmakordselt Eesti NSV lõuna-

rajoonides kirsipuu-lehevarisemistõbe, mis võib põhjustada kuni 100%-list kirsipuulehtede varisemist. Nimetatud aastal hävis näiteks Vasula puukoolis ja Kurvitsa sovhoosis lehtede varisemise tagajärjel massiliselt istikuid.

Kuid taimehaigused ainult ei alanda saaki, vaid halvendavad tunduvalt ka selle kvaliteeti. Nii rikuvad nad sageli kartuli maitset ja teevad mugulad tööstusliku toorainena kõlbmatuks. Linahaigused alandavad tugevasti linakiu kvaliteeti, vähendades kiu pikkust ja sordinumbrit. Puuviljade ja marjade maitseomadused halvenevad tunduvalt mitmesuguste haiguste tagajärjel. Peale selle rikuvad haigused, nagu õuna- ja pirnipuu kärntõbi, puuväljamädanik, igasugused laiksused ja hallitused, ka viljade välimust ning alandavad nende turustamiskõlblikkust ja hinda.

Teatud taimehaigused kahjustavad samuti inimeste ja koduloomade tervist. Nii on väga ohtlik rukki-tungaltera. Tungalteras esineb mürgiseid alkaloide ning tungaltera sisaldavast jahust küpsetatud leiva söömine kutsub esile raske haigestumise, mis võib lõppeda surmaga. Üheks selles mõttes samuti väga kardetavaks haiguseks on nisufusarioos (uimastav punakaste).

Ka pärast koristamist võivad põllumajandusproduktid transportimisel ja hoidlates alluda patogeensete mikroorganismide nakkusele. Eriti kergesti haigestuvad mahlased lihakad köögi- ja puuviljad. Ebasoodsates säilitamistingimustes võivad selle tagajärjel tekkida ulatuslikud kaod, sest köögi- ja puuviljad muutuvad kas osaliselt või täiesti kasutamiskõlbmatuks. Samuti nakatuvad nisu ja teised teraviljad hoidlates hallitustesse, mille tekitajad seened esinevad terade pinnal, madala niiskusastme korral peitelisel kujul. Niiskuse suurenedes hakkavad nad arenema ja kutsuvad esile terade hallitamise. Vastavad andmed näitavad, et Ameerika Ühendriikides esineb nisu säilitamisel 2—10%-line ja isegi suurem kadu. Ameerika fütopatoloog E. Stakman nimetab nisu riknemist säilitamisel mitmesuguste haiguste läbi «rahvusvaheliseks probleemiks».

Eeltoodust selgub, kuivõrd ohtlikud on taimehaigused ja kuivõrd tähtis on süstemaatilise, õigesti organiseeritud tõrje läbiviimine. Peaaegu kogu maailmas, kus kasvatatakse kultuurtaimi, tegelevad vastavad instituudid ja laboratooriumid taimekaitse teaduslike aluste ja praktiliste võtete väljatöötamisega. Vastavalt teaduse ja tehnika arengule laieneb pidevalt ka uute efektiivsete mürkkemikaalide tootmine ja taimekaitsetööde mehhaniseerimine. Käesoleval ajal rakendatakse võitluses taimehaiguste vastu kõige mitmekesisemat tehnikat alates selgpritsidest ja -tolmutitest kuni aerosooliaparaatideni ja põldude töötlemiseni mürkkemikaalidega aviomeetodil. Pidevalt valmistatakse ette ka taimekaitsespetsialiste.

Süstemaatiline taimehaiguste tõrje on andnud häid tulemusi.

Nii näiteks on Nõukogude Liidus tänu keemilisele tõrjele teraviljade nakatumine nõgihaigustesse vähenenud 20—30 korda, võrreldes revolutsioonieelse Venemaa saagikadudega. Sama on kehtiv ka teiste põllu- ja aiakultuuride saagikadude kohta, mida põhjustavad haigused. Keemiline tõrje tasub end majanduslikult igati ära. Näiteks hektari kartulipõllu pritsimisel vaseühenditega on kulu umbes 4 rubla 30 kopikat, iga kulutatud rubla annab aga lisasissetulekut 20 rubla. Üleliidulise Taimekaitse Teadusliku Uurimise Instituudi * 1955. aasta andmeil võib keemiline tõrje kartuli-, köögivilja-, viljapuude ja viinapuuhaiguste ning -kahjurite vastu kokkuostuhindasid arvestades anda lisatoodangut puuviljanduses rohkem kui 70 miljoni rubla, kapsakasvatuses üle 25 miljoni rubla, kartulikasvatuses umbes 100 miljoni rubla väärtuses jne.

Sotsialistlikus põllumajanduses on taimehaiguste tõrje lahutamatu osana seotud kogu agrotehnilise kompleksiga. Teatud agrotehniliste võtetega on võimalik vältida paljusid taimehaigusi. Sageli on viimaste põhjustajaks ebasoodsad kasvutingimused. Näitena võib tuua halbade kasvutingimuste läbi nõrgestatud teraviljaoraste nakatumist lumiseenesse. Lumiseen areneb peamiselt struktuurituil muldadel. Taastades mulla struktuuri vastavate agrotehniliste võtetega (orgaaniliste väetiste andmine, lupjamine jm.), võib tunduvalt vähendada lumiseenekahjustusi. Agrotehniliste võtete rakendamine koos keemilise tõrjega annab taimehaigustevastases võitluses kõige paremaid tulemusi.

NLKP KK 1964. aasta detsembripleenumi otsustes nähti ette väetiste ja taimekaitsepreparaatide toodangu suurendamist ja mitmekesistamist. Väetiste osas rõhutati, et on vaja toota kõrge toimeainesisaldusega väetisi. Eraldi tõsteti esile mikroväetiste tootmise vajadust ja planeeriti toodetav boorväetiste kogus üksikute aastate kaupa.

Samuti rõhutati, et väetiste kasutamisel peavad majandite spetsialistid juhinduma eesrindlikest saavutustest ja teaduslike asutuste soovitustest väetiste õigeks kasutamiseks. Selle kõrval nähti detsembripleenumi otsustes ette ka abinõud fungitsiidide, herbitsiidide ja insektitsiidide toodangu suurendamiseks ja mitmekesistamiseks, s. t. et meie majandeil oleks kasutada senisest rohkem ja suuremas valikus kõrge efektiivsusega taimekaitsepreparaate.

Nimetatud pleenumi otsustest nähtub, et taimekaitsele pööratakse meie maal järjest suuremat tähelepanu kui tähtsale lülile kõrgete saakide saamisel.

Väetiste toodangu suurendamine võimaldab ka nende senisest suuremat kasutamist. Ratsionaalne väetamine on üks efektiivsemaid agrotehnilisi võtteid taimehaiguste leviku piiramisel ja nende kahjustuste vähendamisel, sest õigesti väetatud taimed on

---

* Всесоюзный Научно-исследовательский Институт Защиты Растений.

haigustele tunduvalt vastupidavamad kui puudulikult väetatud taimed. Selle tulemusena tõuseb ka põllumajanduskultuuride saagikus ja paraneb saagi kvaliteet.

Taimekaitsepreparaatide toodangu suurendamine ja mitmekesistamine võimaldab süstemaatilist taimehaiguste tõrjet meie majandites ja sellega haiguste tekitatud kahjustuste miinimumini viimist.

ÜLDOSA

I peatükk

ÜLEVAADE FÜTOPATOLOOGIA AJALOOST

FÜTOPATOLOOGIA ÜLDAJALOOST

Taimekasvatuse algmed ulatuvad tagasi iidsetesse aegadesse, sest inimese eksistents on lahutamatult seotud taimedega. Esimesteks kultuurideks olid nisu, mais, rukis, riis ja viinapuu ning peale selle mõningad õli-, kiu- ja ravimtaimed. Oletatavasti esinesid taimekasvatuse algperioodil ka juba taimehaigused. Viiteid selle kohta leidub iidsete käsikirjade fragmentides egiptuse, etioopia, assüüria-babüloonia, kaledoonia jt. kultuuride ajastust. Taimehaiguste esinemisest nimetatud perioodil kõnelevad samuti paleobotaanilised andmed. Taimsetes kivististes — terades, seemnetes ja mitmesugustes mumifitseerunud taimeosades — on avastatud nii fütopatogeensete seente eoseid ja sklerootsiume kui ka baktereid.

Esimesteks haigusteks, mida mainitakse ajaloolistes ja vaimulikes kirjutistes, samuti vanades botaanilistes uurimustes, on nõed ja roosted ning jahukasted. Rooma teadlane Plinius Noorem (62—114 m. a. j.) nimetas roostehaigusi «teraviljade kõige hirmsamaks nuhtluseks».

Inimene hakkas taimehaigustele tähelepanu pöörama mitte uudishimust või lihtsalt huvist, vaid tingituna karmidest eluvajadustest. Ta märkas, kuidas talle arusaamatuil põhjustel taimed sageli kolletusid, närtsisid või mädanesid, kuidas nende varred ja lehed kattusid laikude, hallituse, või kirmega, kuidas viljad kängusid. Inimene koges ka, et seoses nende nähtustega saak halvenes ja vähenes või koguni hukkus. Kõige selle põhjuseks pidas ta kas looduslikke või müstilisi jõude, nagu välgulööki, müristamist, tuult, kastet või nõidumist. Sageli kandsid ettekujutused taimehaigustest teadmiste puudumise tõttu puhtreligioosset iseloomu, mille kohaselt taimehaigusi peeti jumalate nuhtluseks. Vanad roomlased näiteks uskusid, et jumal Robigos karistab inimesi nende pattude eest sellega, et ta levitab põllul ja aias roostet (ladina k. *robigo* — rooste). Caesari valitsuse ajal (100—44 e. m. a.) puhkes Roomas raske epideemia, mis nõudis massiliselt inimohvreid. Epideemiat põhjustas leiva söö-

mine, mis oli küpsetatud tungalteraga saastunud jahust, kuid rahvas nägi selles jumala karistust. Taimehaigusi püüti üldiselt ära hoida palvete ja vaga eluga.

Aja jooksul hakati taimehaiguste teket realistlikumalt tõlgitsema, seda eeskätt kreeka ja rooma suurte filosoofide-loodusteadlaste poolt. Kuulus kreeka arst Hippokrates (460—377 e. m. a.) õpetas, et haigused on loodusliku ja seetõttu täiesti loomuliku päritoluga. Antiikse Kreeka suurim filosoof Aristoteles (384—322 e. m. a.) kirjeldas oma tähelepanekute põhjal, vabana igasugusest müstikast, mitmeid taimehaigusi, nende hulgas ka teraviljade roosteid. Tema õpilane Teofrastos (372—287 e. m. a.), antiikaja esimesi suuri botaanikuid, nn. «botaanika isa», kirjeldas oma töödes talle tuntud söödavaid ja mürgiseid seeni, samuti teraviljade roostehaigusi. Nende kõrval mainis ta ka jahukastelisi, nimetades neid «Erisibe». See nimetus on ladinakeelses transkriptsioonis «*Erysiphe*» säilinud tänapäevani. Vanadel kreeklastel oli tempel «Erisibe», milles nad tõid ohvreid taimehaiguste ärahoidmiseks. Oletatavasti nimetaski Teofrastos jahukastelisi selle templi järgi. Teofrastos kirjeldas ka mõningaid puude haigusi, nende hulgas vähikasveid ja teisi. Haiguste põhjuseks pidas ta taimekudede ümberkujunemist teatud väliskeskkonnatingimuste mõjul. Söögiseentest kirjeldas Teofrastos šampinjone, trühvleid ja mürkleid. Herodotos (484—425 e. m. a.) mainib oma töödes teraviljade «mesikastet» ja ka seda, et «puuokstest eritusid magusad tilgad». Mida ta selle all mõistis, ei ole selge, kuid arvatakse, et tungaltera mesikastet ja viljapuude kummivoolust. Herodotost peetakse samuti ühe põllumajandusalase teose autoriks, mis on säilinud tänapäevani hispaaniakeelsetes tõlgetes. Selles raamatus on kirjeldatud ka mitmeid põllumajanduskultuuride haigusi.

Esimene teadlane, kes soovitas praktilisi tõrjevõtteid taimehaiguste vastu, oli Demokritos (460—370 e. m. a.), aatomiteooria rajaja. Üheks tema soovituseks oli töödelda teraviljaseemneid «issopi» mahlas. Kaua ei teatud, millist taime ta selle all mõtles. Hiljem selgus, et see oli verev kukehari (*Sedum purpureum*). Verev kukehari sisaldab parkaineid, mis takistavad mõningate haiguste arengut, ilmselt oli Demokritos sellest teadlik.

Rooma väljapaistvamaid filosoofe-loodusteadlasi Plinius Vanem (23—79 m. a. j.) toob oma 37-köitelises teoses «Naturalis historia» andmeid taimehaiguste kohta ja väidab, et paljud neist on põhjustatud väliskeskkonna teguritest.

Keskajale on iseloomulik teaduse arengu tagasiminek, sest teadus oli allutatud religioonile ja usudogmadele. Taimehaigusi peeti endiselt jumala nuhtluseks inimeste pattude eest, mistõttu neid ka ei uuritud, kuigi nad põhjustasid tol ajal juba võrdlemisi hästi arenenud põllumajandusele suurt kahju. Euroopas oli

tungaltera järjekordselt massiliselt levinud keskajal. Nii tungaltera kui ka teiste taimehaiguste esinemist seletati salapäraste jõududega. Isegi Shakespeare laseb oma näidendis «Kuningas Lear» (1605. a.) Edgaril öelda:

«See ongi kuri vaim Flibbertigibbet, ta väljub peale õhtusi kelli ja uitab kuni esimese kukekiremiseni... ta roostetab puhast nisu ja kiusab vaeseid maiseid olendeid» («Kuningas Lear, III vaatus, IV stseen).

Üheks erandiks süngel keskajal oli tadžiki rahvusest loodusteadlane ja arst Avicenna (980—1037) oma loova mõistuse ja realistliku looduskäsituse poolest. Ta uuris, kogus ja kirjeldas ravimtaimi, kusjuures tema töödes leidub ka viiteid taimehaiguste kohta. Kuid poolteise sajandi vältel püsisid teadmised taimehaigustest põhiliselt samal tasemel nagu Aristotelese ajal.

XV sajandi teisel poolel algas Itaalias feodalismi lagunemine ja kapitalistlike tootmissuhete kujunemine, mis levis hiljem üle kogu Euroopa. See oli renessansiajastu, mida iseloomustas tööstuse, teaduse ja kunsti võimas ning igakülgne areng. Loodusteadus vabanes ägedas võitluses religiooni mõjust ja dogmadest. Murranguliseks sündmuseks XVI sajandil oli mikroskoobi avastamine. See võimaldas tutvuda senitundmatu mikroorganismide maailmaga. XVII, XVIII ja eriti XIX saj. esimesel poolel laienes tunduvalt ka seente uurimine. Sellele panid aluse A. Caesalpino (1519—1603) tööd. Ta avaldas 15-köitelise teose «De plantis», milles ta kirjeldas 16 seeneperekonda. Tema ettekujutused seentest olid sageli primitiivsed, kuid oluline oli, et ta alustas seente uurimist eksperimentaalsetel alustel. Esimese seente monograafia püüdis koostada K. Clusius (1525—1609), milles ta esitas ka seente süsteemi. Clusius valmistas esimesena seentest akvarelle ja avaldas neid nn. «Clusiuse koodeksis», mida kasutati paljude teadlaste poolt seente määrajana. Seente vormide mitmekesisuse ja rohkuse tõttu näis aga nende uurimine kaua ületamatult raskena. Näiteks veel 1718. aastal Pariisis toimunud botaanikute kokkutulekul rääkis kuulus prantsuse botaanik S. Vaillant sellest, kui raske on uurida seeni, nimetades neid «kuradi loominguks», mis rikub looduse üldist harmooniat. Ta lisas, et «seened on õiteta lilled, neetud sugupõlv, mis on nähtavasti ainult selleks loodud, et viia auväärsed teadlased segadusse ja eksitada noori botaanikuid». Seente kohta kehtis sajandeid müstiline arvamus, et nad on tekkinud välgulöögist, mädanevatest ainetest või rikkalikust kastest. Alles itaalia botaanik P. Micheli tegi 1729. aastal lõpu sellele vaatele, sest ta kasutas seente uurimisel mikroskoopi. Micheli avastas, et seentel on olemas eosed, ning tõestas, et eoste abil seened paljunevad ja levivad. Gladice (1714—1786) arvas, et seened levivad looduses õhuvooludega.

Silmapaistvate botaanikute Chr. Persooni (1755—1836) ja E. Friesi (1794—1878) töödega pandi alus viljakatele mükoloogilistele uurimistele. Persooni «Synopsis methodica Fungorum» nimetati mükoloogia kuldseks raamatuks. Persoon lõi rea mõisteid seente morfoloogia alal, nagu periid, periteetsium, hümeenium jt., mida kasutatakse ka tänapäeva mükoloogias. E. Friesi kolmeköiteline «Systema mycologia» oli mitme põlvkonna vältel ainsaks juhendiks seente süstemaatika alal. Peale Persooni ja Friesi tegelesid veel paljud kuulsad teadlased seente uurimisega: Prantsusmaal J. Leveillé (1796—1830), Saksamaal F. Nees van Esenbeck (1787—1837), Itaalias juba eespool mainitud P. Micheli (1679—1737) jt. Peamiselt käsitleti sel perioodil makroseente taksonoomilisi küsimusi. Mikroseentele pöörati vähem tähelepanu, nende võimalikku seost taimehaigustega ei uuritud ega peetud tõenäoliseks. Chr. Persoon näiteks andis seenele, mille ta arvas olevat mingil määral ühenduses nisu-kõrreroostega, küll nimetuse *Puccinia graminis* (1801), kuid ei näinud temas siiski haigusetekitajat. See oli tingitud tol ajal valitsenud alamate organismide isetekkimise ideest, mis kaua pidurdas arusaamist parasiitseente ja taimehaiguste vahelisest seosest. Nii arvas ka Persoon, et teatud seened paljunevad küll eostega, kuid tekivad põhiliselt siiski autogeenselt.

Aja jooksul aga hakkas kujunema arvamus, et taimehaigusi põhjustavad seened ja nad kannavad nakkuslikku iseloomu. Sellele aitas ühelt poolt kaasa mükoloogiliste uurimiste areng, teiselt poolt aga asjaolu, et seoses taimekasvatuse laienemisega Euroopas alates XVII sajandist hakkasid üha rohkem levima ka taimehaigused. Eriti kiiresti ja massiliselt levisid teraviljade roostehaigused. Pandi tähele seost roostehaiguste ja kukerpuu esinemise vahel. Prantsusmaal võeti 1660. aastal vastu seadus kukerpuu hävitamiseks mitmes maakonnas. Samasugune seadus kehtestati Inglismaal XVIII sajandi esimesel poolel. 1705. aastal püüti esmakordselt taimehaigusi klassifitseerida. Selle katse tegi prantsuse botaanik J. Tournefort (1656—1708), kes jagas taimehaigused kahte suurde rühma: 1) haigused, mida kutsuvad esile väliskeskkonna faktorid, ja 2) haigused, mis tekivad sisemistel põhjustel, nagu näiteks «toitemahla» liiga rikkalikul või puudulikul esinemisel taimes jm. Vaatamata naiivsele väitele taimehaiguste sisemistest tekkepõhjustest oli Tourneforti süsteem siiski progressiivseks saavutuseks, arvestades tol ajal valitsenud ebamääraseid ja müstilisi seisukohti. Veel suuremaks sammuks edasi sai aga prantsuse asjaarmastaja botaaniku ja põllumehe M. Tillet' uurimus nõgihaiguste kohta. Tillet tõestas eksperimentaalselt, et nõgihaiguste tekitajateks on parasiitseened ning et nende puhul on järelikult tegemist nakkushaigustega. Tillet tegi esimesena katseid ka nõgihaiguste tõrjeks ja näitas veenvalt, et külvise mõjutamine teatud kemikaalidega vähendab

nisu nakatumist. Aastaid kestnud töö tulemused võttis ta kokku 1755. aastal ilmunud töös «Dissertation sur la cause qui corrompt et noircit les grains de bléd dans les epis, et sur les moyens de prevenir ces accidens» («Arutelu põhjustest, mis rikuvad ja muudavad mustaks teraviljade teri, ning vahenditest, kuidas seda ära hoida»). Ka P. Prevost (1751—1839) tõestas taimehaiguste parasitaarset iseloomu. Rahvuselt šveitslane, töötas P. Prevost filosoofiaprofessorina Prantsusmaal. Ta uuris mitme aasta vältel nisu haigestumist nõesse ja nõgieoste idanemist. Toetudes oma vaatlustele, avaldas ta nagu Tillet'gi arvamust, et haiguse tõeliseks põhjustajaks on seen. 1807. aastal tegi Prevost kindlaks, et vasksulfaati sisaldavad lahused takistavad seene eoste idanemist.

XVIII sajandi teisel poolel tõestasid ka paljud teised teadlased katseliselt mitmete taimehaiguste, eriti aga nõe ja rooste nakkuslikku iseloomu — A. Bolotov (1738—1833) Venemaal, F. Fontana (1730—1805) Itaalias ja Joh. Fabricius (1745—1908) Taanis. A. Bolotov on üks vene agronoomiateaduse rajajaid, kes oma uurimustes käsitles aktuaalseid põllumajanduslikke küsimusi. Muude probleemide hulgas tundis ta ka huvi tol ajal Venemaal esinenud suurte saagikadude vastu ja püüdis selgitada nende põhjusi. Bolotov kirjutas rea artikleid nõgi- ja roostehaiguste, tungaltera, viljapuude juurevähi jt. kohta, samuti nende tõrje kohta. Nõgihaiguste ärahoidmiseks soovitas ta nisuseemet enne külvi leotada lambasõnnikuga segatud soolalahuses, roostehaiguste vastu aga mulda väetada sõnnikuga. Samuti soovitas ta tõrjevõttena mõningate taimehaiguste vastu muldade lupjamist. Bolotov selgitas ka esimesena Venemaal kukerpuu osatähtsust roostehaiguste levikul. Bolotovi tööd baseerusid tema isiklikel tähelepanekutel ja olid suure tähtsusega fütopatoloogia arengule üldse ja Venemaal eriti, kus tema uurimused olid esimesteks sellelaadseteks.

Kuid kõigi nende teadlaste progressiivsed põhimõtted ei leidnud väärilist tunnustust, sest teaduses peeti ikka veel kinni alamate organismide isetekkimise ideest. Selle idee üheks väljenduseks oli ka XIX sajandi algul levinud nn. «eksanteemide* teooria», mille rajas saksa teadlane F. Unger (1800—1870). Eksanteemide teooria kohaselt peeti kõiki uusmoodustisi taimedel ja neil esinevaid parasiitseeni taimede eritisteks. 1833. aastal ilmus F. Ungeri töö «Die Exantheme der Pflanzen» («Taimede eksanteemid»), milles ta käsitles taimehaigusi «taimemahlade riknemisena». Unger ei pidanud haigetel taimedel esinevaid seeni parasiitideks, vaid arvas, et nad on pärit nakatatud taimekudedest. Unger nägi seentes järelikult haiguse tulemust «riknenud taimemahlade»» mõjul, mitte aga haiguste põhjustajaid.

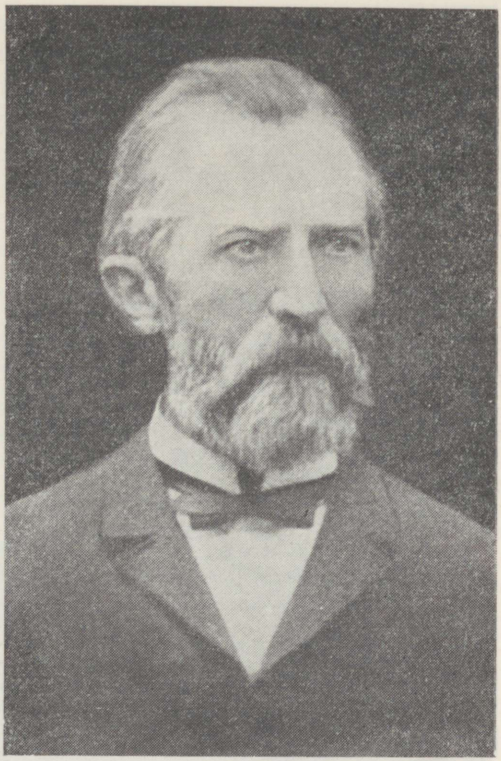
---

* eksanteem — ladina keelest: *exanthemum* — lööve.

Ta väitis, et ebasoodsates tingimustes võib iga taim produtseerida selliseid seeni. Samal ajal pidas Unger viimaseid siiski omaette organismideks ja tegi ettepaneku anda neile vastavad nimetused ja nad klassifiitseerida. Ungeri põhimõtete edasiarendajaks oli saksa botaanikaprofessor F. Meyen (1804—1840), kes väitis samuti, et teraviljade nõgihaigused ei ole nakkavad, vaid on tingitud taimemahlade riknemisest halbade mullastikuolude tagajärjel. Ka roosteid ja jahukasteid peeti kaua aega taime kõrvalproduktideks ebasoodsate välisfaktorite mõjul. Roostepustuleid ja jahukastekirmet vaadeldi nagu nõgieoseidki haigete taimede eritistena.

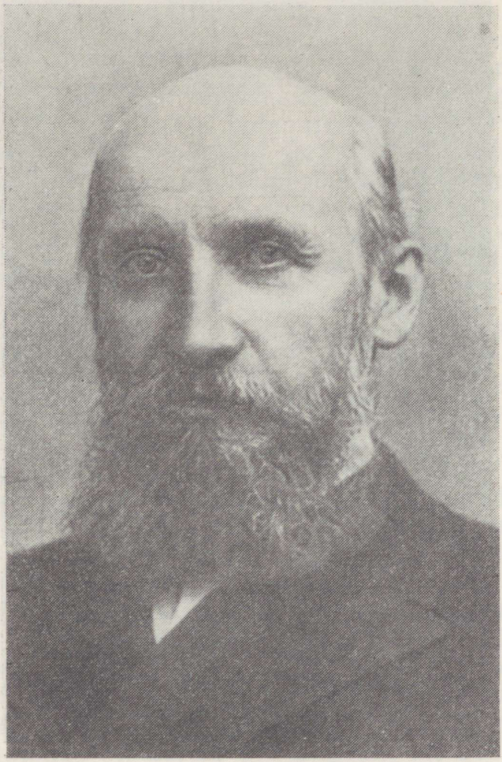
Ülaltoodud ekslikud vaated taimehaiguste põhjustest kummutati alles 19. sajandi 50.—60. aastail. Seda tingisid ühelt poolt põllumajanduse järjest kasvavad nõuded ning teiselt poolt mükoloogiliste ja fütopatoloogiliste uurimismeetodite täiustumine, mis võimaldas selgitada seente parasitismi ja saprofütismi ning nende bioloogilisi iseärasusi. Fütopatoloogilised uurimised omandasid uue suuna XIX sajandi neljakümnendail aastail, mil Euroopas hakkas levima kartuli-lehemädanik, tekitades kartulikasvatusele suurt kahju. Paljudes maades hävis kartulisaak nimetatud haiguse tõttu peaaegu 100%-liselt ja suured rahvahulgad, eriti aga vaesem kiht, kelle peatoiduks oli kartul, jäid nälga. F. Engels kirjeldab oma «Looduse dialektikas» 1847. aastal Iirimaal kartuli-lehemädaniku tagajärjel puhkenud näljahäda. Selle katastroofi tõttu suri ligi miljon ja oli sunnitud emigreeruma mere taha kaks miljonit iirlast, kelle ainsaks või peaaegu ainsaks toiduks oli kartul (F. Engels). Umbes samal ajal hävitas viinamarja-ebajahukaste peaaegu täielikult viinamarjasaagi. Nende katastroofide tagajärjel hakati mõlemaid haigusi lähemalt uurima, eriti aga kartuli-lehemädanikku. See osutus murranguliseks kogu fütopatoloogiale. Saksa teadlane K. Martius (1794—1868) oli esimene, kes pidas juba 1842. aastal kartuli-lehemädaniku tekitajaks seent, kuid teised teadlased ei võtnud tema seisukohta omaks. 1846. aastal kirjeldas ka belglane Ch. Morren (1807—1858) sama haigust. Morrenil läks korda tõestada kartuli kunstliku nakatamise teel, et lehemädaniku tekitajaks on seen. Tõrjena kartuli-lehemädaniku vastu soovitas Morren kasta mulda vesilahusega, «milles oleksid suspendeeritud lubi ja vasksulfaat». Kui Ch. Morren oleks soovitanud ja kasutanud seda lahust kartulilehtede pritsimiseks, oleks ta ennetanud bordoo vedeliku avastamise neljakümne aasta võrra.

Kartuli-lehemädaniku tõelise tekitaja, seene *Phytophthora infestans* avastamise privileeg kuulub aga saksa teadlasele, Strassburgi ülikooli professorile Anton de Baryle (1831—1888). Anton de Bary nimega algab kaasaegse fütopatoloogia ajalugu. 1861. aastal ilmus temalt põhjalik uurimus lehemädaniku kohta, mis oli aluseks taimehaiguste parasitaarse olemuse teoo-



A DE BARY
(1831—1888).

riale. See teooria hakkas laialt levima XIX sajandil ja XX sajandi algul. Peale nimetatud uurimuse lehemädaniku kohta («Die gegenwärtig herrschende Kartoffelkrankheit, ihre Ursache und ihre Verhütung» — «Praegu valitsev kartulihaigus, tema põhjus ja vältimine») on de Bary kirjutanud veel rea teisi tähtsaid fütopatoloogilisi töid, peamiselt roosteliste kohta. De Bary tegi palju ära roosteliste suhete selgitamisel nende peremees- ja vaheperemeestaimedega. 1864. aastal kandis ta kõrrerooste (*Puccinia graminis*) kandeosed orasheinalt ja aasnurmikalt kunstliku nakatamise teel kukerpuulehtedele, millel tekkisid nakkuse tagajärjel kõrrerooste kevadeosed. Need kandis de Bary üle rukkile, saavutades rukki nakatumise nimetatud haigusesse. Sellega tõestas ta, et kukerpuu on roosteliste üks vaheperemeestaimi. Oma uurimustega kummutas ta lõplikult sajandeid kestnud põhimõtte seente isetekkimisest. Umbes samal ajal tegi prantsuse teadlane L. Pasteur (1822—1895) analoogilise avastuse bakterioloogias. Ta tõestas, et bakterid on iseseisvad organismid, mis ei teki, nagu seni arvati, lagunevast orgaanilisest ainest,



M. VORONIN
(1838—1903).

vaid paljunevad jagunemise teel. Nii de Bary kui ka Pasteuri avastused olid suursündmuseks bioloogia ajaloos. De Bary sai poole Prantsuse Teaduste Akadeemia preemiast, teine pool omistati Pasteurile.

De Bary tööd panid aluse ka seente ontogeneesi uurimisele. Tema ja prantsuse teadlased vennad L. ja Ch. Tulasne'd avastasid 1856. aastal seente pleomorfismi, s. o. nende omaduse moodustada erinevaid eoste tüüpe. See oli üheks tähtsamaks avastuseks mükoloogias, sest varem peeti sama seene erinevaid eosjärke täiesti erinevateks liikideks. Seente ontogeneesi uurimine levis Darwini õpetuse mõjul, mis tekitas huvi ka seente sugulussuhete kindlaksmääramise vastu taksonoomilistes üksustes ja nende ajaloolise kujunemise (fülogeneesi) vastu. A. de Bary uurimus seente, samblike ja limaseente morfoloogia ja füsioloogia alalt, samuti tema teised tööd said mükoloogilisteks ja fütopatoloogilisteks käsiraamatuteks.

De Bary lähedaseks kaastöötajaks oli vene mükoloog M. Voronin (1838—1903), kes uuris paljude fütopatogeensete



O. BREFELD
(1839—1925).

seente bioloogiat. Nii Voronini kui ka teise kuulsa vene teadlase A. Jaczewski (1863—1932) tööd avaldasid suurt mõju mükoloogia ja fütopatoloogia edasisele arengule kogu maailmas. Vaevalt leidub nimetatud valdkondades küsimust, mida Jaczewski ei oleks käsitlenud oma uurimustes. Ta kirjutas arvukaid töid seente liikide ja fülogeneesi kohta, uuris kõige mitmekesisemaid seen- ja bakterhaigusi ning nende tõrjet.

Nimetatud teadlaste mõjul algas fütopatoloogias nn. mükoloogiline periood, mil pearõhk asetati seente kui haiguseteki tajate uurimisele. Mükoloogia muutus fütopatoloogia lahutamatuks osaks, sest taimehaigusi on võimalik uurida ainult seoses nende tekitajatega. See periood oli väga tulemusrikas. Avastati üha rohkem taimehaigusi, mille põhjustajaks olid seni tundmatud seened. Palju tehti ära ka nõgede ja roostete ning ebajahukaste ja fusariooside probleemide lahendamisel, mis olid fütopatoloogias ühed tähtsamad, sest nimetatud haiguste arv ja nende majanduslik kahjustus suurenesid pidevalt.

Roosteliste uurimisel on suuri teeneid rootsi teadlasel

J. Erikssonil (1848—1931). Eriksson tegi kindlaks, et kõrrerooste tekitaja *Puccinia graminis*, mis nakatab paljusid kõrreliste liike, koosneb arvukatest kitsalt spetsialiseerunud vormidest — bioloogilistest rassidest. Erikssoni tööde mõjul hakati uurima roosteliste rasse ka teistes maades. Ameerika teadlane E. Stakman lõi oma kaastöötajatega 1917. aastal meetodi nisu-kõrrerooste tekitaja bioloogiliste rasside määramiseks. Ameerika teadlane J. Craigie avastas roosteliste heterotallismi, s. t. nähtuse, kus ühinevad kaks väliselt sarnast, kuid suguliselt erinevat seeneniiti. See võimaldas seletada erinevate füsioloogiliste rasside kujunemist. Need avastused said aluseks rooste- ja teiste haiguste suhtes resistentsete sortide aretamisel.

Viljastavat mõju fütopatoloogia edasisele arengule avaldas ka de Bary õpilane, saksa mükoloog O. Brefeld (1839—1925), kes tegi rohkem kui keegi teine nõgiliste bioloogia uurimise alal. Ta võttis fütopatoloogias esimesena kasutusele seente kultiveerimise meetodi nende elutsükli uurimise eesmärgil ja avaldas selle kohta rea väärtuslikke töid.

Märkimist väärib samuti O. Brefeldi kaasaegne, saksa fütopatoloog P. Sorauer (1839—1916). Sorauer tõi fütopatoloogiasse uue momendi sellega, et ta rõhutas väliskeskkonna faktorite (temperatuuri, niiskuse, peremeestaime toitumisrežiimi jm.) mõju taimehaiguste esinemisele. Tema sulest on ilmunud kapitaalne mitmeköiteline teos «Handbuch der Pflanzenkrankheiten» («Taimehaiguste käsiraamat»), mis on hästi tuntud ka tänapäeva fütopatoloogidele. P. Soraueri algatusel hakati Saksamaal välja andma taimehaiguste ajakirja «Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten», mis ilmub ka käesoleval ajal.

XIX sajandi teisel poolel avaldas de Bary õpilane, itaalia mükoloog P. Saccardo (1845—1920) 25-köitelise klassikalise töö «Sylloge fungorum». See teos haarab 80 000 seeneliiki kogu maailma ulatuses, mida tunti kuni 1920. aastani. «Sylloge fungorum» on ka tänapäeval ainulaadseks seente määrajaks. Selle kaks viimast köidet avaldati pärast Saccardo surma tema poja poolt.

Väärikas koht fütopatoloogia ajaloos kuulub prantsuse teadlasele A. Millardet'le (1838—1902). A. Millardet avastas viinamarja-ebajahukastet tekitava seene *Plasmopara viticola* ja ühtlasi selle tõrjevahendi — bordoo vedeliku. Bordoo vedelik andis häid tulemusi mitte ainult viinamarja-ebajahukaste, vaid ka paljude teiste taimehaiguste tõrjel ning seda kasutatakse efektiivse tõrjevahendina veel praegugi. Tõrjevahendina kartulilehemädaniku vastu võeti bordoo vedelik esmakordselt kasutusele Prantsusmaal. Bordoo vedeliku avastamise ajalugu on väga huvitav. Lõuna-Prantsusmaal esines sageli vargusi viinamarjaistandustes. Et kaitsta istandusi varaste eest, hakkasid talupojad

viinapuid pritsima vasksulfaadi ja lubja seguga, mis andis lehtedele ja marjadele ebameeldiva välimuse. Viinamari kannatas aga sel ajal ka tugevasti ebajahukaste all, mis põhjustas suuri saagikadusid. Kuna ei tuntud tõrjet ebajahukaste vastu, tegi valitsus Millardet'le ülesandeks uurida nimetatud probleemi. Töötades selle lahendamisel, pani Millardet tähele, et lubja ja vasksulfaadi seguga pritsitud viinamarjadel ei esinenud jahukastet või esines seda palju vähem kui pritsimata viinapuudel. Millardet järeldas sellest, et vask mõjub mürgiselt haiguseteki-tajale. Ta tegi katseid viinamarja-ebajahukaste tõrjeks lubja ja vasksulfaadi seguga. Need kinnitasid tema oletuse õigsust ja nii saigi Millardet bordoo vedeliku. Bordoo vedeliku avastamisega pani Millardet aluse ökonoomilisele suunale fütopatoloogias. Pärast seda hakati tootma ja kasutama ka teisi vasepreparaate, kuid bordoo vedelik oli neist siiski kõige efektiivsem. Umbes samal ajal võeti taimekaitsevahendina kasutusele ka formaliin, peamiselt kaera nõgihaiguste vastu. Tõrjevahendite arengule avaldas suurt mõju saksa fütopatoloog J. Kühn (1825—1910). Tema peamine teene seisab selles, et ta selgitas taimehaiguste tõrje tähtsust ja vajadust. Kühn avaldas rea töid, neist oli kõige tähtsam 1858. aastal ilmunud teos «Die Krankheiten der Kulturgewächse, ihre Ursachen und ihre Verhütung» («Kultuurtaimede haigused, nende põhjused ja vältimine»). Taani fütopatoloog J. Jensen (1836—1904) töötas välja rea võtteid taimehaiguste vältimiseks, sealhulgas kuumvesipuhtimise menetluse, mida tänapäevani kasutatakse edukalt nisu- ja odra-lendõe tõrjeks.

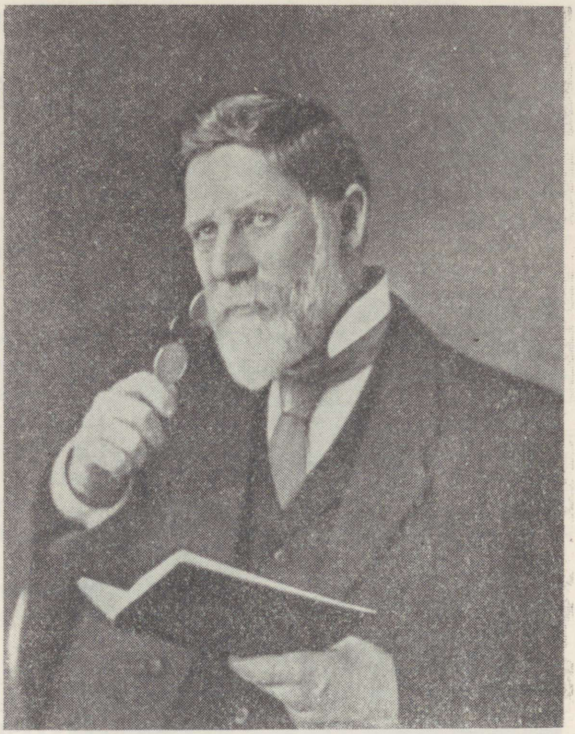
XX sajandi algul arenes põllumajandus paljudes maades kiiresti. Suurenesid külvipinnad, põllukultuuride ja nende sortide arv, täienesid mullaharimise viisid. Põllumajanduskultuuride ja nende seemnete ning mugulate transportimine ühest riigist teise põhjustas paljude ohtlike taimehaiguste kiiret levikut kogu Euroopas. Selliste haiguste hulgas olid kartuli-lehemädanik, kartulivähk, õuna- ja pirnipuu-kärntõbi, karusmarja-jahukaste, viinamarja-ebajahukaste jt. See tingis omakorda nimetatud haiguste uurimist. Aja jooksul avastati, et taimehaigusi põhjustavad mitte ainult seened, vaid ka teised mikroorganismid — bakterid ja viirused.

L. Pasteuri (1822—1895) geniaalse avastusega, et nakkushaiguste tekitajateks on mikroobid, algas uus ajajärk mitte ainult meditsiinis ja veterinaarias, vaid ka fütopatoloogias. M. Voronin avaldas juba 1866. aastal arvamuse, et bakterid võivad parasiteerida taimekudedes, kutsudes neis esile patoloogilisi protsesse. Kuid alles XIX sajandi lõpul ja XX sajandi esimesel veerandil pääses võidule õpetus taimede bakterhaigustest ehk bakterioosidest. Ameerika teadlaste T. Burrilli (1839—1916) ja E. Smithi (1854—1927) ning vene teadlase

I. Serbinovi (1872—1925) töödega rajati tee taimebakterioosside uurimisele.

T. Burrill, uurides aastatel 1877—1878 Illinoisis sageli esinevat ja väga ohtlikku viljapuude bakterpõletikku, tegi huvitava avastuse. Nakatatud kudedes esines mitte seen, nagu ta oletas, vaid hoopis bakter — *Erwinia amylovora*. Burrilli avastust kinnitasid hiljem ameerika teadlased J. Arthur ja A. Waite, kes eraldasid bakteri *Erwinia amylovora* kultuuri ning nakatasid sellega kunstlikult taimi. Bakterioosside uurimisele Ameerika Ühendriikides järgnes rida samalaadseid mitmetes Euroopa maades. Prantsusmaal avastati haigestunud nisuterades bakter *Micrococcus tritici* (E. Prillieux, 1879). Hollandis tehti kindlaks, et hüatsintide «kollatõve» põhjustajaks on bakter *Xanthomonas hyacinthi* (J. Wakker, 1883), Itaalias avastati oliivide «tuberkuloosi» põhjustav bakter *Bacillus oleae tuberculosis* (L. Savastano, 1887), mida hiljem nimetati *Pseudomonas savastanoi*. Esimeste teadlaste hulka, kes uurisid taimede bakterioose Venemaal, kuulusid I. Serbinov, S. Tržebinski ja A. Potebnja. Eriti tuleb esile tõsta Serbinovit, kes uuris süstemaatiliselt Venemaal esinevaid bakterhaigusi ja avaldas üle 30 töö kartuli-, kõrreliste, kapsa-, viljapuude ja puuvillabakterioosside kohta. S. Tržebinski avastas suhkrupeedibakterioosi, A. Potebnja uuris kurgibakterioose. Suurt mõju teaduse arengule taimede bakterioosidest aga avaldas ameerika teadlane E. Smith, kes täpsustas ka nende uurimismeetodeid. Tema sulest ilmusid kapitaalsed teosed «Bacteria in Relation to Plant Diseases («Bakterite suhted taimehaigustega, 1905—1914) ja «An Introduction to Plant Diseases» («Sissejuhatus taimehaigustele», 1920).

Kuigi Ameerikas leidis õpetus taimede bakterioosidest võrdlemisi kiiresti üldise tunnustuse, eitas enamik Euroopa teadlasi siiski veel bakterite võimet esile kutsuda taimehaigusi. Selle probleemi ümber tekkis äge vaidlus. Saksa teadlane A. Fischer väitis, et nakatatud taime kudedes leiduvad bakterid ei ole haiguse, antud juhul bakterioosi spetsiifilisteks tekitajateks, vaid et nad ilmuvad selle haiguse tagajärjel. Fischer põhjendas oma seisukohta sellega, et rakukest takistab bakterite tungimist taimerakku, mistõttu nakkus võiks toimuda ainult haavandite kaudu. Kuid isegi sel juhul on bakterite edasiliikumine taimekudedes takistatud seal tekkiva ja kaitsebarjääri funktsiooni täitva korkkoe tõttu. Fischeri eksitus seisis selles, et ta ei arvestanud bakterite fermentatiivset tegevust, mis võimaldab neil lahustada rakukesta tselluloosi ja tungida sel teel taimesse. Teised teadlased eesotsas E. Smithiga asusid kindlalt seisukohal, et bakterioose põhjustavad eranditult spetsiifilised bakterid. Vaidlus lõppes E. Smithi koolkonna võiduga. Võrdlemisi lühikese aja jooksul võttis taimebakterioosside uurimine laia ulatuse. 1915. aastal tunti bakterioose jubab 140 taimeliigil ning see arv



E. SMITH
(1854—1927).

kasvas pidevalt. Bakteriooside edasisele uurimisele avaldasid erilist mõju A. Jaczewski arvukad tööd selles valdkonnas. Tema põhjapanevale tööle «Бактериозы растений» (1935) ei ole võrdset sellealases maailmakirjanduses.

Järjekordseks suursündmuseks fütopatoloogia ajaloos oli filtreeruvate viiruste avastamine 1892. aastal vene teadlase D. Ivanovski (1864—1920) poolt. Sellega algas taimede viirushaiguste uurimise etapp.

Vanimad andmed taimede viirushaiguste ehk virooside kohta on pärit XVI sajandist. Paljudes maades pandi tähele tulpide kroonlehtede kirjusust (mosaiiksust). See andis neile mõningail juhtudel omapäraselt kauni ilme, mille pärast neid eriti hinnati. Kroonlehtede kirjusust peeti sordi iseärasuseks, mitte aga haiguseks. Kuid juba 1637. aastal teadsid hollandi tulbikasvatajad, et tulpide kirjuõielisust saab üle kanda ühevärvilistele liikidele tulbisibulate pookimise teel. Hiljem arvati, et seda on võimalik saavutada tulpide istutamisega toitainetevaesesse mulda või nende mõjutamise abil ebasoodsate keskkonnatingimustega. Alles 1928.



D. IVANOVSKI
(1864—1920).

aastal tehti kindlaks, et antud juhul on tegemist viirushaigusega, mis kandub edasi haige taime mahlaga ja lehetäidega. XVIII sajandil pandi Inglismaal tähele rohkesti kartulihaigusi, kuid nende põhjusi ei tuntud. Säilinud kirjelduse järgi otsustades olid need viirushaigused. 1755. aastal kannatas kartul Euroopas nii tugevasti viirushaiguste all, et selle kultuuri kasvatamine muutus paljudes kohtades mittetasuvaks. Umbes samal ajal, 1771. aastal, kirjeldati ka persikute kloroosi ohtlikku, suuri saagikadusid põhjustavat viirushaigust. Viirushaiguste teaduslik uurimine algas XIX sajandil. Sellele andis tõuke Euroopas laialt levinud tubakahaigus. Hollandis töötav saksa teadlane A. Mayer (1843—1942) nimetas seda haigust «mosaiikhaiguseks», sest nakatatud tubakataimede lehed muutusid kirjulaiguliseks. Mayer tegi kindlaks, et mosaiikhaigust on võimalik edasi kanda haige taime mahlaga ja et antud juhul on tegemist väga nakkava haigusega. Murrangulisteks viiruste uurimise alal said aga D. Ivanovski tööd, kes avastas esimesena senitundmatu haigusetekitaja — viiruse. Sellega ta rajas uue teadusharu — viroloogia.

Ivanovski avastust iseloomustas ameerika viroloog W. Stanley järgmiselt: «Arvan, et Ivanovski nime viiruste uurimise alal tuleb teaduses hinnata võrdselt Pasteuri ja Kochi nimega bakterioloogias. On põhjust pidada Ivanovskit uue teaduse, viroloogia isaks.» (M. Gorlenko, 1962.) Viiruste avastamine oli võrdse tähtsusega nii fütopatoloogiale kui ka meditsiinile ja veterinaariale. Üldbioloogilisest seisukohast on Ivanovski avastusel samuti suur väärtus. See võimaldas jõuda lähemale elu tekkimise probleemi lahendamisele, mõista elu arenemist mitterakulistest vormidest kuni rakuliste organismideni. Paljud viirused läbivad rakusisese eksistentsi välte morfoloogiliselt täiesti erinevaid faase, mida võib vaadelda nende arengu eri staadiumidena.

Ivanovski uurimisobjektiks oli tubaka-mosaiikhaigus. See oli laialt levinud Venemaal, eriti Krimmis, ja alandas tunduvalt tubakasaaki ja selle kvaliteeti. Mosaiikhaige tubakataime mahla filtreerimisel läbi Chamberlaini filtri, mis peab kinni ka kõige väiksemaid baktereid, leidis Ivanovski, et mosaiiki põhjustav nakkusalge läbis bakterfiltri ja ei kaotanud sealjuures oma virulentsust. Järelikult pidi tegemist olema uue, senitundmatu organismi või ainega. 1892. aastal ilmus ajakirjas «Сельское хозяйство и лесоводство» D. Ivanovski artikkel, milles ta kirjeldas oma uurimust ja selle põhjal avastatud uut nakkusalget — viirust.

Ivanovski avastust kinnitas oma katsetega hollandlane M. Beijerinck (1851—1931). Ta nimetas viirusi «elavaks vedelaks nakkushaiguseks» («contagium vivum fluidum»).

Mainitud uurimused rajasid teed arvukatele töödele selles valdkonnas ja õpetus viirustest kujunes lõpuks iseseisvaks teaduseks — viroloogiaks. Käesoleva sajandi 20-ndail aastail lõi ameeriklane J. Johnson esimese viiruste süsteemi, mida hiljem teiste teadlaste — viroloogide poolt edasi arendati. Algas viiruste uurimine füüsikalis-keemiliste meetoditega. Eriti tähtsaks osutus W. Stanley 1935. aastal tehtud avastus, et mosaiikhaige tubakataime mahlast on võimalik isoleerida teatavat ainet kristalse proteiini näol, millel on mosaiigiviiruse omadused. Inglise teadlane F. Bawden ja teised tõestasid, et tubakamosaiigi viirus on proteiini ja nukleiinhappe ühend. 1938. aastal avastati kartuli X-viirus, mis isoleerituna osutus samuti nukleoproteiidiks. Uurimisel X-kiirtega avastati selle väga korrapärane struktuur, mis on tuntud mõningate suure molekulaarkaaluga liitvalkude juures.

Käesoleva sajandi algul hakati pöörama tähelepanu ka taimede immuunsuse probleemile. Selle püstitas I. Metšnikov oma teooriaga organismide immuunsusest nakkushaigustele. Esimese tervikliku teooria taimede immuunsusest rajas vene akadeemik N. Vavilov (1887—1942).

Saksa teadlaste E. Gäumanni, E. Fischeri ja K. Mül-

leri töödega arenes ka ökonoogiline suund fütopatoloogias. Hakati uurima vastastikuseid suhteid peremeestaime, haigusetekitaja ja väliskeskkonna tegurite vahel. K. Müller avastas 1926. aastal seose viinamarja-ebajahukaste inkubatsiooniperioodi pikkuse ning temperatuuri ja õhuniiskuse vahel. Alustati haiguste massilise esinemise, nn. epifütootiate seaduspärasuste uurimist. Koos sellega töötati välja meetodeid teatud taimehaiguste, nagu kartuli-lehemädaniku, kõrreliste roostete ja viinamarja-ebajahukaste ilmumise prognoosimiseks (E. van Everdingen Hollandis, N. Naumova, K. Stepanov, J. Prints Nõukogude Liidus jt.).

VENE JA NÕUKOGUDE FÜTOPATOLOOGIA ARENG

Vene mükoloogia ja fütopatoloogia rajajaks on akadeemik Mihhail Voronin. Peterburi ülikoolis õppimise ajal avaldas talle suurt mõju väljapaistev botaanik L. Tsõnkovski (1822—1837), kes lõi oma töödega seente morfoloogia ja bioloogia uurimise alused. Tsõnkovskit iseloomustas tema ajalooline lähenemine käsitletavatele probleemidele. Seda suunda jätkas ka M. Voronin. Pärast ülikooli lõpetamist töötas Voronin paar aastat Saksamaal A. de Bary juures, kellega koos avaldas rea tähelepanuväärivaid uurimusi seente morfoloogia ja füsioloogia kohta. Kuid maailmakuulsuse tõid Voroninile ta tööd kapsanuutri, päevalille-rooste ja puuviljamädaniku osas, mis ei ole oma aktuaalsust kaotanud tänapäevani. Erilist kohta nende hulgas väärivad kapsanuutrile pühendatud uurimused. See ohtlik haigus levis möödunud sajandi 70-ndail aastail massiliselt Venemaal, hävitades kuni poole kapsa- ja teiste ristõieliste köögiviljakultuuride saagist. Tol ajal ei tuntud aga haiguse tõelist tekitajat, vaid arvati, et seda põhjustavad kahjurid. Voronin avastas, et kapsanuutrit kutsub esile seen *Plasmodiophora brassicae.* Ta selgitas ka selle spetsialisatsiooni ja ökoloogilisi iseärasusi, mis oli väga oluline kapsanuutri tõrje väljatöötamisel. Voronini tööd andsid tõuke nimetatud haiguse edasiseks uurimiseks nii Venemaal (S. Navašin) kui ka välismaal (J. Eriksson Rootsis, O. Appel Saksamaal jt.).

M. Voronin avastas veel ühe senitundmatu haiguse — pohlaeksobasidioosi — ja selle tekitaja seene *Exobasidium vaccini.* Sellega tõi ta teadusesse uue perekonna ja liigi. Voronini avastus aitas kindlaks teha, et India, Tseiloni ja Indoneesia teeistandusi laastav haigus on seene *Exobasidium vexans* poolt tekitatud. Nimetatud seen kuulub Voronini poolt kirjeldatud perekonda ja on oma arenemistsükli ja sümptoomide poolest sarnane pohlaeksobosidioosi tekitajaga. Haigusetekitaja selgitamine andis või-



A. JACZEWSKI
(1863—1932).

maluse välja töötada tõrje nimetatud haiguse vastu ja kaitsta teeistandusi hävimise eest.

Uurides perekonna *Sclerotinia* liike, tegi Voronin veel ühe originaalse avastuse. Ta leidis mitme peremeestaimega *Sclerotinia* liigi, mille konidiaalne staadium parasiteerib sinikal, kuid mille sklerootsiumid arenevad sookailul. See oli esimene mitme peremeestaimega liik kottseente klassist; varem tunti peremeestaimede vaheldust ainult roosteliste juures. M. Voronin avastas päevalille-rooste tekitaja *Puccinia helianthi* ning selgitas selle bioloogilisi iseärasusi. Voronin oli esimene, kes oletas, et bakterid võivad nagu seenedki tekitada taimehaigusi. Seda oletust kinnitasid kümme aastat hiljem ameerika teadlase T. Burrilli uurimused.

Niisama palju nagu fütopatoloogia alal tegi Voronin ka mükoloogia valdkonnas. Tema auks on nimetatud seepärast ka rida seente ja vetikate seltse, sugukondi ja perekondi, näiteks seente selts *Woroniniales*, limaseente sugukond *Woroniniaceae von Minden* ja vetikate perekond *Woroninia*.

Eriline koht vene ja nõukogude fütopatoloogias kuulub A. Jaczewskile (1863—1932), keda õigustatult peetakse nõukogude kaasaegse fütopatoloogia rajajaks. Olles silmapaistva eruditsiooniga mükoloogia alal, tegi ta palju ära ka taimehaiguste uurimisel. Jaczewski asus seisukohal, et taimehaiguste tõrje saab olla efektiivne ainult siis, kui see muutub rahvale arusaadavaks ja kättesaadavaks riiklikuks ürituseks. Seepärast propageeris Jaczewski väsimatult taimekaitsealaseid teadmisi ja selgitas, kui suure rahvamajandusliku tähtsusega on taimehaiguste tõrje. Ta avaldas brošüüre ja esimesi venekeelseid lendlehti praktilise fütopatoloogia valdkonnast, nagu näiteks fungitsiidide valmistamisest ja nende kasutamisest. Samuti rõhutas ta külvise puhtimise vajadust. Peale selle pidas ta mitu aastat loenguid taimehaigustest ning organiseeris praktikume agronoomidele, metsateadlastele ja põllumajanduse alal töötajaile. Ta uuris kõige mitmekesisemaid haigusi, avaldades nende kohta arvukaid töid. Üldse on A. Jaczewskilt ilmunud üle 500 töö. Tähtsamad neist on kapitaalsed teosed «Основы микологии» («Mükoloogia alused»), mis ilmus 1932. aastal, ja «Бактериозы растений» («Taimede bakterioosid»). Maailmakuulsad on A. Jaczewski jahukasteliste monograafia (1927) ja seenemäärajad. 1917. aastal sai temast Põllumajanduse ja Maakorralduse Peavalitsuse juurde organiseeritud fütopatoloogia ja mükoloogia büroo juhataja. Tänu A. Jaczewski suurtele teadmistele ja organisatoorsetele võimetele saavutas nimetatud büroo kuulsuse ka välismaal. Jaczewski juhtimisel loodi ainulaadne seente herbaarium, mis on samuti maailmakuulus.

M. Voronini ja A. Jaczewski töödest saab Venemaal alguse parasiit- ja saprofüütseente bioloogiliste iseärasuste ning nende onto- ja fülogeneesi uurimine. Moskva Põllumajanduse Instituudi (praeguse K. A. Timirjazevi nimelise Põllumajanduse Akadeemia) professor S. Rostovzeff (1862—1916) avaldas rea töid jahukasteliste ja ebajahukasteliste ning tungaltera kohta. Tema sulest ilmus ka esimene venekeelne taimehaiguste õpik «Патология растений» («Taimepatoloogia»). Peale selle kirjutas S. Rostovzeff ka muid õpperaamatuid ja parasiitseente määrajaid. Mainimist väärib samuti N. Paltševski (1863—1909), kes uuris teraviljade uimastavat punakastet (fusarioosi) Kaug-Idas. Eriline koht vene mükoloogide hulgas kuulub aga kuulsale roosteliste eriteadlasele V. Tranšelile (1868—1941). V. Tranšel tegi kindlaks umbes 30 peremeestaimede vaheldusega roosteliste liiki ja kirjeldas ca 100 uut liiki. Tema elutöö kokkuvõtteks on 1939. aastal ilmunud kapitaalne teos «Обзор ржавчинных грибов в СССР» («Ülevaade NSVL roostelistest»).

Peterburi ülikooli ja hiljem Odessa Põllumajanduse Instituudi professori J. Serbinovi fütopatoloogilistest töödest tuleb esile tõsta tema uurimusi tubakaistikute mädanike kohta, mille tule-



N. NAUMOV
(1888—1959).

musena ta avastas ka uue seeneliigi — *Pythium perniciosum*. Väga väärtuslikud on samuti tema tööd taimebakteriooside alalt. Huvitava nähtuse — mükoriisa, s. o. seente ja kõrgemate taimede juurte sümbioosi, avastas Novorossiiski ülikooli professor F. Kamenski (1851—1912).

Üheks silmapaistvaks mükoloogiks XIX sajandi lõpul ja XX sajandi algul oli Venemaal A. Potebnja, Harkovi ülikooli professor. A. Potebnja rajas teisseente (*Deuteromycetes-Fungi imperfecti*) uue klassifikatsiooni, mis oli mitmes suhtes palju täiuslikum P. Saccardo süsteemist ja millest juhindutakse ka tänapäeva mükoloogias. Potebnja uuris peamiselt kottseente klassi kuuluvate liikide bioloogilisi ja morfoloogilisi iseärasusi ning nende geneetilist seost teisseentega. Tema oli ka esimene, kes püstitas küsimuse peremeestaime ja parasiidi vahelistest suhetest. See probleem tõsteti üles täies ulatuses fütopatoloogia arengu nõukogude etapil, kui algas nende vastastikuste suhete igakülgne uurimine, mis valitsevad haige taime, parasiidi ja keskkonnatingimuste vahel.

Tähtis koht fütopatoloogia edasiarendamisel kuulub A. Bondartsevile (sünd. 1877. a.). A. Bondartsev on avaldanud

palju töid mitmesuguste taimehaiguste, eriti aga jahukasteliste kohta põhiliselt NSVL Euroopa osast, Krimmist ja Kaukaasiast. Ta avastas ka uue ohtliku punase ristiku haiguse — hahkhallituse (*Botrytis anthophila*). Erilist tähelepanu pööras ta taimehaiguste tõrjemeetodite väljatöötamisele ja nende tutvustamisele kohaliku elanikkonna hulgas. A. Bondartsev juurutas muu hulgas esimesena praktikasse uue preparaadi — sooda- ja seebilahuse segu, mis osutus väga efektiivseks tõrjevahendiks karusmarjajahukaste vastu. Teaduslike uurimuste kõrval on A. Bondartsev kirjutanud ka fütopatoloogia õpiku.

Üks väljapaistvamaid vene mükolooge ja fütopatolooge on samuti N. Naumov (1888—1959). Pärast Peterburi ülikooli lõpetamist alustas ta tööd fütopatoloogia ja mükoloogia büroos prof. A. Jaczewski juhendamisel. Hiljem töötas ta Leningradi Põllumajanduse Instituudi ja Leningradi Ülikooli professorina. N. Naumovi sulest on ilmunud palju väärtuslikke uurimusi. Rahvusvahelise tunnustuse saavutas ta oma töödega hallitusseente (*Mucorales*-seltsi) süstemaatikast. 1935. aastal ilmus temalt nimetatud seente määraja. Peale selle uuris ta Leningradi oblasti, Uraali, Kaug-Ida, Krimmi ja teiste NSV Liidu rajoonide seenfloorat. Selle põhjal kirjeldas N. Naumov ca 160 uut seeneliiki ja -vormi, millest 20 kuulub tema poolt loodud perekondadesse ja mille hulgas leidub palju ohtlikke taimehaiguste tekitajaid. Suuri teeneid on Naumovil ka rakendusliku mükoloogia valdkonnas. Esiletõstmist väärivad tema monograafiad kõrreliste teraviljade roostehaiguste ja fusariooside kohta, mis baseeruvad tema isiklikel katsetulemustel. Peale selle on ta käsitlenud ka taimede immuunsuse probleemi, taimede mittenakkushaigusi ja viroose. Üldse on N. Naumov avaldanud rohkem kui 80 tööd. Nende hulgas on ka fütopatoloogia õpik ning kaks käsiraamatut fütopatoloogiliste ja mükoloogiliste uurimismeetodite kohta. Viimaseid peetakse unikaalseiks maailma sellelaadilise kirjanduse seas. Erilist tähelepanu pööras Naumov ka taimehaiguste tõrjele ja fungitsiidide uurimisele. Ta oli esimene teadlane nii Nõukogude Liidus kui ka välismaal, kes andis fungitsiidide toimele teadusliku põhjenduse.

Suuri teeneid taimekaitsevahendite väljatöötamisel on professor A. Borghardtil (1880—1931). Ta juurdles probleemi kallal, kuidas teraviljakülvise tülikat ja aegunud formaliiniga märgpuhtimist asendada kuivpuhtimisega, ja lahendas selle probleemi edukalt. A. Borghardt töötas välja uue kuivpuhise — preparaadi «AB». Selle preparaadi kasutamine päästis 1927.—1928. aastal suuri teraviljakoguseid hukkumise eest nõgihaiguste läbi. Ta konstrueeris ka vastava masina «AB-2» nimetatud preparaadiga puhtimiseks. A. Borghardt on esimene teadlane, kes töötas välja nõgihaiguste kompleksse tõrjesüsteemi.

Metsapatoloogia alal on märkimisväärset tööd teinud professor S. Vanin (1890—1951). Prof. Vanin uuris torikulisi ja teisi puitu kahjustavaid seeni, samuti puude seemnete ja istikute haigusi. Peale selle on ta välja töötanud keemilisi tõrjevahendeid puitu lagundavate parasiitseente vastu. S. Vaninilt on ilmunud ka metsapatoloogia õpik.

Põllumajanduse kiire areng, mis algas meie maal pärast Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni, osutus samuti stiimuliks fütopatoloogia edasisele arengule. Põllumajanduse sotsialistlik rekonstrueerimine esitas nõukogude fütopatoloogiale täiesti uued nõudmised. Fütopatoloogia lähendati põllumajandusliku tootmise huvidele vastavalt kolhooside ja sovhooside praktilistele vajadustele. Nisu, kartuli ja suhkrupeedi ning mitmesuguste teiste tehniliste kultuuride külvipindade suurenemine, nende nihutamine uutesse rajoonidesse ja saagikuse tõstmise vajadused esitasid fütopatoloogiale uusi ülesandeid. Taimekaitsele hakati osutama senisest rohkem tähelepanu. Asutati Üleliiduline Taimekaitse Instituut. Uute tõrjevahendite väljatöötamisega hakkas Moskvas tegelema spetsiaalne asutus — Väetiste ja Insektitsiidide-Fungitsiidide Teadusliku Uurimise Instituut.*

Kuid fütopatoloogias prevaleeris siiski veel mükoloogiline suund, kus peatähelepanu pöörati parasiidile, peremeestaime vastureaktsiooni haigusetekitajale arvestati üldiselt vähe. Taimede haigestumist vaadeldi ühekülgselt teatud mikroorganismi parasiteerimisena peremeestaimel. Selle seisukoha ületamisel on suuri teeneid vene teadlasel, Harkovi ülikooli professoril T. Strahhovil (1890—1960). Ta tõestas, et haiguse kulg on muutuv protsess, mis oleneb mitte ainult parasiidi omadustest, vaid ka peremeestaime iseärasustest ja ökoloogilistest tingimustest. Möödunud sajandil oli näiteks levinud arvamus, et väetised, eriti sõnnik ja mineraalväetised, soodustavad teraviljade vastuvõtlikkust ja nende nakatumist nõgihaigustesse. See arvamus tugines O. Brefeldi seisukohale, et nõgilised arenevad saprofüütselt mullas. Brefeld kasvatas nõgilisi sõnnikuleotises. Kandnud oma laboratoorsete uurimiste tulemused mehaaniliselt üle loodusesse, tegi ta järelduse, et ka looduses soodustavad orgaanilised väetised nõgiliste rikkalikku arengut. Brefeld aga ei arvestanud seejuures sõnniku efektiivset mõju taimede üldseisundile ja sellest tulenevat suuremat vastupanuvõimet haigustele. Samuti ei arvestanud Brefeld, et sõnnikus leidub hulgaliselt nõgilistele antagonistlikke mikroorganisme, mis põhjustavad nende hukkumise. T. Strahhov tõestas eksperimentaalselt, et erinevate agrotehniliste võtete ja väetistega on võimalik muuta taime ja parasiidi vahekorda ja suunata sellega ka patoloogilist protsessi. Vastavate agrotehniliste võtetega saab häirida evolut-

* Научный Институт Удобрений и Инсекто-фунгицидов.

siooniprotsessis kujunenud suhteid parasiidi ja peremeestaime vahel viimase haiguskindluse tõstmise suunas. Järjest rohkem hakati osutama tähelepanu taimede haiguskindlusele, selle olemusele ja faktoritele. Fütoimmunoloogia alused rajas akadeemik N. Vavilov, kes avaldas esimese tervikliku monograafia taimede immuunsuse kohta. Tänapäeval töötab Nõukogude Liidus terve rida teadlasi taimede haiguskindluse probleemi alal. Eksperimentaalsete uurimustega on välja selgitatud taimede immuunsuse füsioloogiline olemus ja taimevalkude osatähtsus haiguskindluse kujunemisel. Samuti on uuritud võimalusi kasutada valkude immunoloogilisi omadusi sortide vastupidavuse hindamisel seen- ja viirushaiguste suhtes.

Viimaste aastakümnete jooksul hakkas fütopatoloogia järjest rohkem diferentseeruma. Kujunesid välja sellised iseseisvad harud nagu taimede patoloogiline anatoomia ja füsioloogia. Selle suuna tähtsamad esindajad V. Kuprevitš, A. Kokin, K. Suhhorukov, B. Rubin ja E. Artsihhovskaja. D. Verderevski on loonud taimede fütontsiidse imuunsuse teooria, mis baseerub taimede omadusel eritada antimikroobse toimega aineid — fütontsiide. Nimetatud teooria on käsitletud tema töös «Иммунитет растений к инфекционным болезням» («Taimede immuunsus nakkushaigustele»).

Silmapaistev koht fütopatoloogias kuulub M. Duninile (sünd. 1901. a.), Moskva K. A. Timirjazevi nimelise Põllumajanduse Akadeemia professorile. Tema uurimuste põhijooneks on tihe seos praktikaga, selliste probleemide läbitöötamine, mis on kõige vajalikumad põllumajandusele. Nii uuris ta seemnete kvaliteedi parandamise võimalusi, mitmesuguseid seemnete ja nendega edasikantavaid haigusi, tehniliste kultuuride haigusi, taimeviroose jm. M. Dunin on välja töötanud ka viirushaiguste serodiagnostika lihtsustatud meetodi ja täiendanud seen- ja bakterhaiguste fütopatoloogilise ekspertiisi meetodeid. Huvitavad on samuti M. Dunini tööd taimede immuunsuse valdkonnast. Kokku on ta seni avaldanud üle 100 teadusliku töö. Moskva Ülikooli professor M. Gorlenko (sünd. 1908. a.) sulest on samuti ilmunud rida väärtuslikke töid taimede immuunsusest. Nii on ta ka esimese venekeelse, 1959. aastal ilmunud taimede immuunsuse õpiku autor. Esimese kursuse taimebakterioosidest luges G. Burgwitz (1889—1941), kes on avaldanud ka mitmeid töid taimebakteriooside kohta. Pärast Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni hakati Nõukogude Liidus erilist rõhku panema taimebakteriooside igakülgsele uurimisele. M. Gorlenko sõnade järgi («Бактериальные болезни растений», Москва, 1953) on bakteriooside uurimise tsentrum XX sajandil üle kandunud Nõukogude Liitu. Prof. V. Israilski (sünd. 1887. a.) hakkas esimesena Nõukogude Liidus uurima fütopatogeensete bakterite bakteriofaage ja töötas välja bakterhaiguste serodiagnostika.

Tema ja M. Gorlenko on praegu kõige nimekamad teadlased, kes tegelevad Nõukogude Liidus taimebakterioosside uurimisega. Nimetatud valdkonnas töötavad ka I. Voronkevitš, R. Galatšjan jt.

Taimeviroosidele on käesoleval ajal Nõukogude Liidus pühendatud professor V. Rõžkovi, K. Suhhovi jt. nimekate teadlaste tööd V. Rõžkovilt on selle probleemi kohta ilmunud arvukaid uurimusi. Tema õpilastest tuleb kõigepealt mainida professor K. Suhhovit, kes arendas edasi õpetust viirustest kui haigusetekitajatest ja kirjutas ka esimese õpiku üldisest viroloogiast. Viiruste kaasaegne uurimine molekulaarsel tasemel võimaldab nende olemuse veel sügavamat ja üksikasjalikumat lahtimõtestamist, mis rajab teid viirushaigustele resistentsete sortide aretamiseks ja sellega taimevirooside leviku piiramiseks.

Teistest tänapäeva nimekatest nõukogude fütopatoloogidest tuleb esile tõsta M. Hohrjakovi, S. Tupenevitši, K. Stepanovit, D. Babajani, A. Babajani, T. Fedotovat, N. Naumovat jt.

Kaasaegne fütopatoloogia vajab järjest täpsemaid ja uuemaid uurimismeetodeid, mis rajanevad radioaktiivsete isotoopide, elektronmikroskoobi ning teiste teaduse ja tehnika saavutuste kasutamisele. Kõik see võimaldab edaspidi lahendada seni veel selgitamata teoreetilisi ja neist tulenevaid praktilisi probleeme fütopatoloogia valdkonnas.

EESTI FÜTOPATOLOOGIA ARENG

Maaviljeluse esimesed teaduslikud alused Eestis rajas suur eesti rahvavalgustaja ja rahva orjusest vabastamise eest võitleja Carl Robert Jakobson (1841—1882). Ta väitis, et kõrget saaki tagab hea seeme, millest kasvab terve ja tugev taim. Jakobson nägi 100 aastat ette praegust fütopatoloogia põhiseisukohta, kui soovitas luua taimedele soodsaid kasvutingimusi.

XIX sajandil hakati Baltimailgi tundma elavat huvi seente ja koos nendega ka taimehaiguste vastu. Seda tingis 1846. ja 1847. aastal siin massiliselt levinud kartuli-lehemädaniku uurimine. Esimene suurem töö kartulihaigustest Baltimaadel ilmus 1848. aastal saksa keeles K. Merklinilt. Ta kirjeldas kartulil tervet rida seeni, kuid arvas samaaegselt, et need ei ole kartulihaiguste põhjustajaks. Seevastu asus tema kaasaegne, Tartu ülikooli professor Meyer seisukohal, et kartulihaigusi kutsuvad esile seened.

Suuri teeneid seente uurimisel Eestis on H. Dietrichil (1797—1855). Dietrich oli aednikuks Haimre mõisas Läänemaal, hiljem aga asus elama Tallinna. Ta on palju kirjutanud puu- ja köögiviljanduse ning iluaianduse kohta. Selle kõrval tundis ta elavat huvi fütopatogeensete seente vastu, mida ta kogus Haimre

ja Tallinna ümbrusest. Need seened koondas ta suurde herbaariumisse «Plantarum florae balticae cryptogamarum centuria I—IX (1852—1857)». Selle herbaariumi alusel kirjutas Dietrich töö «Blicke in die Cryptogamenwelt der Ostseeprovinzen» («Pilk Läänemere provintside eostaimede maailmale»). Dietrichi poolt kogutud 1092 seeneliigi hulgas leidus palju parasiitseid vorme, mis pakkusid suurt huvi fütopatoloogia seisukohast. Esimesi viiteid tungaltera esinemisest leidub Dietrichi töödes 1856. aastal. Märkimist väärib samuti Tartu ülikooli professori G. Dragendorffi 1875. aastal avaldatud uurimus tungaltera keemilise koostise kohta.

Umbes samal ajal hakkasid ilmuma esimesed eestikeelsed ajalehed, milles oli vahel lühikesi ja naiivseid sõnumeid meil esinevatest taimehaigustest ja nende tõrjest. Ajalehtedes «Meelejahutaja», «Olevik», «Kündja» jt. võis lugeda tungaltera, nõgihaiguste ja kartuli-lehemädaniku esinemisest meie maal. Neid haigusi nimetati siis «mürgiseks rukkiks», «hundihambaks», «nõgiteraks» või «välgulöögiks», «kartuliroosteks» jne. Tõrjevõttena kartuli-lehemädaniku vastu soovitas ajaleht «Olevik» näiteks 1882. aastal mugulate sügavat mahapanekut. Sellega välditavat haigusetekitaja seene «*Peronospora infestans*» sattumist koristamise ajal lehtedelt mugulatele ja viimaste nakatumist. Samuti soovitati head ja põhjalikku mullaharimist. Nisu nõgihaiguste vastu pidi andma häid tulemusi seemnete leotamine lubja- või vasksulfaadilahuses. Tungaltera nakkuse ärahoidmiseks aga soovitati leotada külvist veerand või pool tundi vasksulfaadilahuses. Ajalehes «Postimees» propageerib 1902. aastast keegi arst Vändrast hoopis omapärast võtet tungaltera vastu, kirjutades: «Selle asemel et igal õhtul tühja juttu ajada, puistatagu igas talus üks kott teraviljaseemet lauale ja puhastatagu tungalterast».

1882. aastal ilmus J. Kunderi raamat «Taimeriik». See oli esimene eestikeelne raamat seentest ja taimehaigustest ning ette nähtud loodusloo õpetajatele. Raamatus mainitakse muu hulgas, et hallitusseened on nii väikesed, et inimesed peavad neid «halliks tolmuks». «Kõige alamad seened — need on tolmuseened. Nad tekivad taime koorel nagu kärnad, nõrgestavad taimi ja teevad neid lõpuks haigeks». Nimetatud raamatus räägitakse ka, et «välgulöök» (*Uredo segetum*) tabab sageli viljapuid ja muudab need mustaks. Rahvas ütleb sel juhul, et välk lõi viljapuusse.

XIX sajandi lõpus ilmus J. Spuhl-Rotalia raamat «Kodumaa marjad». Selles kirjutab ta ka karusmarja-jahukastest ja selle tõrjest, samuti mõningatest tõrjevõtetest õuna- ja pirnipuu haiguste vastu.

Esimese eestikeelse fütopatoloogia õppevahendi avaldas K. Mägi 1913. aastal. Raamat koosnes ca 30 leheküljest ja

sisaldas peamiselt teraviljade ja kartulihaiguste kirjeldusi. Teine trükk sellest tööst ilmus 1920. aastal, seekord 36 leheküljel.

1922. aastal loodi esimene fütopatoloogiline uurimisasutus Eestis — Tartu ülikooli taimehaiguste katsejaam, mille asutajaks ja juhatajaks oli professor F. Buchholtz (1872—1924). F. Buchholtz oli nimekas mükoloog. Tema mõju Baltimaade mükoloogia ja fütopatoloogia arendamisele oli väga suur. Ta õpetas tervet rida kuulsaid eriteadlasi, nagu näiteks A. Bondartsevi, O. Ekmanni, A. Grosset, Balti taimekaitsejaama rajajat J. Bizkist, E. Lepikut jt. F. Buchholtzi tööd olid peamiselt floristilise iseloomuga ja aitasid palju kaasa Eesti seenfloora tundmaõppimisele. Nii avaldas ta hulga töid üksikute seenerühmade, nagu roosteliste ja jahukasteliste kohta ja materjale Saaremaa seenfloorast. Koos prof. Bondartseviga koostas ta arvukaid eksikaate «Fungi rossici exsiccati», milles leidub hulgaliselt seeni Baltimaadest. F. Buchholtz on kirjutanud ka palju töid taimehaiguste kohta.

Seoses taimehaiguste katsejaama loomisega algas mitmesuguste erinevate seente rühmade, eriti aga parasiitseente elav uurimine Eestis. Katsejaama juures töötasid fütopatoloogidena B. Nurmiste, E. Kaarep, R. Toomre jt. Pärast F. Buchholtzi surma oli taimehaiguste katsejaama juhatajaks tema endine õpilane professor E. Lepik. E. Lepik viis läbi võrdlevaid vaatlusi kartulisortide haiguskindluse alal ja kartulitaime biokeemilisi uurimisi, seostades neid kartuli lehemädanikukindlusega. E. Lepik luges ka taimehaiguste kursust Tartu ülikoolis ja kogus seentest rikkaliku herbaariumi, milles leidub samuti palju fütopatogeenseid liike. Tema sulest on ilmunud rida teaduslikke ja populaarteaduslikke töid, sealhulgas ka taimekaitse lendlehti. Nendes lendlehtedes käsitleti Eestis esinevaid tähtsamaid taimehaigusi ja nende tõrjet. Taimehaiguste katsejaamas uuriti kõrreliste nõgihaigusi, ristiku-, köögiviljade ja viljapuude haigusi ning mõningal määral ka kartuliviroose. A. Luhakooder uuris jahukastelisi ja koostas nendest ulatusliku herbaariumi. A. Kivilaan jälgis viljapuude seenvähi esinemist Eestis ja avaldas selle kohta mitu huvitavat tööd. Samuti selgitati taimehaiguste katsejaamas külvise puhtimise mõju teraviljade ja köögiviljade haigustele. 1932. aastal töötati seal välja ja lasti müügile efektiivne karusmarja-jahukaste tõrjevahend «Kasoraan».

Jõgeva Sordiaretusjaamas tegeles kartuli-lehemädaniku ja kartuli-varrepõletiku probleemidega tuntud selektsionäär J. Aamisepp (1883—1950). Tema aretatud on rida haiguskindlaid, eriti vähikindlaid kartulisorte, nagu 'Kungla', 'Kalev', 'Virulane', 'Jõgeva kollane' jt. Peale selle on tema aretatud ka jahukindlad karusmarjasordid 'Aamisepa seemik nr. 734', 'Aamisepa seemik nr. 239', 'Aamisepa seemik nr. 39' jt.

Nõukogude korra kehtestamisega Eestis avardusid siin ka või-

malused taimehaiguste uurimiseks, mis võttis täiesti uue suuna. Käesoleval ajal uuritakse meil kõige mitmekesisemaid taimehaigusi ja meie tingimustes seni veel läbitöötamata haiguste rühmi. Taimehaiguste probleemidega tegelevad Eestis Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi taimekaitseosakond Sakus, ENSV Teaduste Akadeemia Eksperimentaalbioloogia Instituut, ENSV Vabariiklik Taimekaitsejaam, Jõgeva Sordiaretusjaamas asuv sordiresistentsuse laboratoorium ja Eesti Põllumajanduse Akadeemia fütopatoloogia kateeder. Märkimisväärsed on B. Nurmiste tööd kartuliviiruste bioloogilise olemuse selgitamiseks, I. Randalu uurimused kartuli-viirushaiguste leviku ja kahjustuste kohta Eesti NSV-s ning E. Kaarepi töö seemnekartuli kloonmeetodil kasvatamise alal viirushaiguste tõrje eesmärgil. Esmakordselt Eestis uuritakse üksikasjalikult ka viljapuude ja marjakultuuride viroose, millega tegeleb A. Tiits. Teraviljakultuuride ja kõrreliste heintaimede haigusi uurivad J. Sarv ja K. Kask. Viimastel aastatel alustati meil ka esmakordselt mikroelementide kasutamise võimaluste uurimist põllumajanduskultuuride haiguskindluse ja saagikuse tõstmise eesmärgil. Mikroelementide mõju tomati haiguskindlusele on käsitletud H. Karise töödes, ristikute ja teiste liblikõieliste kultuuride haiguskindlusele aga K. Kivi uurimustes. Kartulilehemädaniku probleemi ja nimetatud haiguse tõrjesüsteemi väljatöötamisega tegeleb autor, sama kateedri juhataja. Mitmeaastaste uurimiste tulemuste põhjal lõi P. Juurikas efektiivse kompleksse tõrjesüsteemi õunapuu-kärntõve vastu. Väärtuslikud on ka E. Kaarepi uurimused Eesti NSV-s esinevate dekoratiivtaimede haiguste kohta.

Kõik mainitud tööd on allutatud põllumajanduspraktika vajadustele meie konkreetsetes tingimustes. Peale selle aga annavad nad ka palju teoreetilist materjali uuritavate haigusetekitajate bioloogiliste iseärasuste ja nende arenemistsükli kohta, mis võimaldab vastavate tõrjesüsteemide väljatöötamist.

II peatükk

TAIMEHAIGUSTE MÕISTE, OLEMUS JA KLASSIFIKATSIOON

Fütopatoloogia ülesandeks on:

1) haigusetekitajate või põhjuste selgitamine ja uurimine;
2) taimehaiguste arengu ja leviku jälgimine;
3) tekkinud majandusliku kahju ja selle ulatuse kindlakstegemine;

4) vajaliku tõrje määramine.

Vastavalt nendele ülesannetele jaguneb fütopatoloogia järgmistesse osadesse:

diagnostika — haiguste määramine nende makro- ja mikrotunnuste alusel;

etioloogia — haigusepõhjuste kindlakstegemine;

epifütootioloogia — ühe või teise haiguse massilise leviku põhjuste ja seaduspärasuste uurimine;

tõrje — nii profülaktiliste kui ka otseste taimehaiguste tõrjevõtete rakendamine.

TAIMEHAIGUSTE MÕISTE

Taimehaiguseks nimetatakse taime füsioloogiliste ja biokeemiliste protsesside normist kõrvalekaldumisi teatud häirete tagajärjel rakkude ja kudede ehituses ja talitlustes, mis tekivad patogeensete mikroorganismide (seente, bakterite, viiruste) või ebasoodsate keskkonnatingimuste mõjul. Taimehaigused kahjustavad või hävitavad kas üksikuid taimeosi või kogu taime ning alandavad selle saagikust ja saagi kvaliteeti.

Vastavalt nende tekitajatele või tekkepõhjustele eristatakse:

a) nakkushaigusi ja

b) mittenakkushaigusi.

Omaette rühma moodustavad õisparasiitidest ja nematoodidest põhjustatud haigused.

TAIMEHAIGUSTE OLEMUS

Taimehaigus on protsess, millega kaasneb rida patoloogilisi muutusi taime anatoomias, morfoloogias ja füsioloogias. Neid muutusi põhjustab taime allumine ebasoodsatele keskkonnatingimustele või haigusetekitajate mehaanilisele ja keemilisele mõjutusele. Haigusetekitaja — parasiit — kasvab ja areneb peremeestaime arvel, toitudes selle kudedes leiduvatest orgaanilistest ja anorgaanilistest ainetest. Nende kättesaamiseks eritavad parasiitseened ja bakterid taime rakuseinu ja koostisosi lagundavaid fermente ja toksiine, mis mõjuvad kahjulikult ka taime ainevahetusprotsessidele.

Anatoomilistest muutustest on haiges taimes esikohal häired rakkude ja kudede struktuuris. Nende hulka kuulub floeemi, parenhüümi ja kollenhüümi nekroos (kärbumine). Nekroos seisneb sõeltorude ja nende saaterakkude seinte paisumises, kusjuures nende poorid järjest ahenevad. Lõpuks muutuvad rakuseinad koos degenereerunud protoplasmaga pruuniks vormituks massiks ja puituvad. Floeemi kahjustatuse tagajärjel osa-

liselt aeglustub või katkeb toitainete liikumine kudedes, mis viib hiljem taime hukkumiseni. Taimekudede nekroosi põhjustavad seen-, bakter- ja viirushaigused, samuti mangaani üliküllus ja kaltsiumipuudus.

Paljude viirushaiguste, näiteks kartuli-, peedi-, tomati- ja tubakamosaiigi, kartuli-lokerdlehisuse jt., mõningate bakterhaiguste ja teatud toiteelementide puuduse korral täheldatakse kudede väljaarenematust ehk hüpoplaasiat, mis avaldub kudede või rakkude osalises või täielikus redutseerumises. Kartuli-lokerdlehisuse korral näiteks esineb lehe mesofülli hüpoplaasia: sammaskoe rakud lühenevad, tohlkoe rakud on ümardunud ja asetsevad niivõrd lähestikku, et rakkudevaheline ruum täiesti kaob. Selle tagajärjel on haige leht tervest tunduvalt õhem. Kuid esineb ka vastupidist nähtust, kus nakatatud lehed on paksenenud, mis on tingitud sellest, et sammaskoes tekib normaalsest rohkem kihte ja et epidermise ehituses esinevad patoloogilised muutused. Sammaskoerakud on normaalsest väiksemad ka mangaanipuuduse all kannatavatel tomatitaimedel. Tsingipuuduse all kannatavate tsitruseliste lehtede sammaskoerakud pikenevad, plastiidid on väikesed ja neid esineb vähe. Viirushaigete taimede lehelaba võib kaotada võime diferentseeruda sammas- ja tohlkoeks. Haige lehe mesofüllirakud on kas pikuti või laiuti välja veninud ning asetsevad paralleelselt epidermise rakkudega.

Viirushaigusest, s. o. stolbuurist nakatatud tomativiljades on täheldatud puidu mehaaniliste elementide — libriformi — tugevat arenemist, mis muudab viljad mittesöödavaks. Üheaegselt toimuvad muutused ka floeemi rakkude kemismis. Nad täituvad helekollase ainega, mis takistab süsivesikute äravoolu, mistõttu tomatitaime vegetatiivorganid on tärklisega küllastatud.

Kudede struktuuri muutuste alla kuulub samuti korkkoe tekkimine, mida täheldatakse mitmesuguste bakterhaiguste, liigkuivuse ja taimede kahjustuse tagajärjel keemiliste ainete poolt. Bakternakkuse korral tekivad taimevartel, puutüvel ja muudel organitel sügavad haavandid. Vastureaktsioonina moodustab taim piki haavandeid korkkude, mis takistab bakterite edasiliikumist taimes. Bakterite, kuid ka seente mõjul aktiviseerub kambiumi tegevus, mille tagajärjel tekib nakkuse leviku piirkonnas, alates servadest, sekundaarne patoloogiline puit. Mehaaniliste vigastuste puhul toimub haavakambiumi rakkude intensiivne jagunemine — haava koe ehk kalluse moodustumine, mille tagajärjel haav kinni kasvab.

Patoloogiliste anatoomiliste muutuste alla kuulub ka mittevastavus taime organite kasvu ja kudede arenemise vahel. See avaldub nähtuses, kus üks või teine organ lõpetab oma kasvu juba sel ajal, mil taime koed tervikuna alles arenevad ja diferentseeruvad, ja jääb ebanormaalselt väikeseks.

Peale häirete taimekudede anatoomilises ehituses kutsuvad

haigused esile ka rakutuumade ja kloroplastide patoloogilisi muutusi. Nii võivad teatud seen-(rooste-) ja viirushaiguste (mosaiigi) nakkuse tagajärjel tuumad tugevasti deformeeruda; rakkudel on normaalsest väiksemad kloroplastid ja rohkem tuumakesi. Prantsuse fütopatoloog J. Dufrenoy (1929) uuris seentega nakatatud kultuurtaimede tsütoloogiat. Ta leidis, et rakkude igasugune patoloogiline ärritus kutsub esile nende intensiivsemat tegevust, mis avaldub osaliselt paljude väikeste vakuoolide tekkimises nakatatud tsütoplasmas. See on seletatav lahustuvate proteiidide segunemisega rakumahlaga, millega kaasneb plastiidide lipoproteiidide lagunemine ja tärklise hüdrolüüs. Nende protsesside käigus kaob klorofüll ja kude muutub kollaseks. Rakk on hüpertroofiline, tuumad lagunenud või amitootilise jagunemise tunnustega.

Mõningate viirushaiguste puhul tekivad nakatatud rakkudes nn. «x»-kehakesed, teralised, hästi värvimisele alluvad tundmatute funktsioonidega moodustised. Viiruste nakkuse tagajärjel kahjustuvad kloroplastid, mis kutsub esile nakatatud kudede klorootilisust ja mosaiiksust. Kloroplastid muutuvad ka mangaanipuudusel. Tomatitaimedel näiteks on sel juhul kloroplastid kollakasrohelised, teralised ja lagunevad lõpuks. Taolisi muutusi kloroplastides põhjustavad ka lämmastiku-, kaaliumi-, magneesiumi-, vase-, tsingi-, boori-, rauа- ja mõningate teiste elementide puudus, samuti madal temperatuur või valgusepuudus.

Patoloogilised muutused kudede ja rakkude struktuuris on tihedalt seotud muutustega taime morfoloogias. Viimased avalduvad kõigepealt taime kasvu normist kõrvalekaldumistena, kujumuutustena ja kujumuutustena uusmoodustiste näol.

Taime kasvu normist kõrvalekaldumisi esineb nii mittenakkushaiguste kui ka nakkushaiguste puhul. Parasiidi eluavalduste mõjul võib nimetatud kõrvalekaldumine avalduda kas taime aeglustunud või kiirenenud kasvus. Üldiselt esineb nakatatud taimedel sagedamini kasvu mahajäämust kui selle intensiivistumist. Kõvanõest tabatud nisutaimed on näiteks alati tervetest lühemad, nende juurestik on nõrgem, mistõttu nad hävivad kergemini ka külmakahjustuste tagajärjel. Kott-tõvest nakatatud ploomipuudel võib samuti täheldada kasvu pidurdumist või aeglustumist. Kasvu mahajäämus võib avalduda koguni taime kääbuslikkuses, nagu seda esineb teatud viirushaiguste (näiteks vaarika-kääbuslikkuse jt.) korral.

Taimede kasvu kiirenemine esineb teatud seeneliikide, näiteks *Fusarium*'i perekonna liikide mõjul. Nimetatud seened avaldavad kaera, maisi ja teiste kõrreliste kultuuride hästi arenenud tugevatele taimedele stimuleerivat toimet, mistõttu viimased kasvavad ka intensiivsemalt ja kiiremini kui nakatamata taimed. Nõrkadele, halvasti arenenud taimedele aga avaldavad samad

seened pärssivat mõju, mis ilmneb ühtlasi nende taimede aeglases kasvus.

Mõningatel juhtudel avaldab parasiit peremeestaimedele üheaegselt nii stimuleerivat kui ka pärssivat toimet. Näiteks hirsi nakatumisel nõgihaigustesse aeglustub küll kahjustatud taimede kasv, kuid nende lehtede arv suureneb. Ka vaarika füsioloogilise kloroosi puhul kaasneb põõsaste kasvu üldise mahajäämusega ja surutisega lehtede arvu tunduv suurenemine.

Kasvu pärssimine on tingitud sellest, et parasiit toitub peremeestaime kudede toitainetest, samuti ka häiretest kasvuainete bilansis või ainevahetuses. Väliskeskkonnatingimustest kutsuvad taime kasvu mahajäämust esile liiga kõrge põhjavesi, liigkuivus, lämmastiku-, kaaliumi-, mangaani-, molübdeeni- ja tsingipuudus.

Kujumuutused esinevad taimedel nii ebasoodsate keskkonnatingimuste mõjul kui ka nakkushaiguste tagajärjel. Valgusepuuduse all kannatavatele taimedele on iseloomulik sõlmevahede ja leherootsude ebanormaalne pikenemine. Vähene või liigne sademete hulk vegetatsiooniperioodil kutsub esile kartulil õhkmugulate ja igasuguste väljakasvete teket. Liigkuivus põhjustab herne- ja oataimedel ühe, kahe või isegi rohkema seemne arenemata jäämist kaunas, nn. abortiivsust. Booripuuduse all kannatavate õunapuude viljad on ebaloomuliku kujuga, tsingipuudusel aga tekivad muutused lehe kujus ja suuruses. Tsingipuuduse tagajärjel moodustuvad nakatatud õunapuude noortel okstel terminaalrosetid. Klooripuudus tingib lehevarte ja võrsete paksenemist ja kängunud viljade moodustumist. Fosforipuudusel tekivad kaalikal peaaegu vertikaalselt asetatud väikesed lehed.

Nakkushaiguste mõjul tekkinud kujumuutustest võib nimetada lendnõest nakatatud nisu- ja odrapeade ning kaerapöörise deformatsiooni, mis hakkab ilmnema 3. ja 4. kõrresõlme faasist alates. Koos viljapea arenemisega suureneb ka haigusetekitaja seene mütseeli hulk taimerakkudes ja intensiivistub kudede lagunemine. Lõpuks deformeerub viljapea kuni sõkaldeni. Selliste kujumuutuste kategooriasse kuuluvad ka kott-tõvest nakatatud ploomipuude viljade deformeerumine väljaveninud kõdrataolisteks moodustisteks ja mustasõstra-täidisõielisus viiruse nakkuse tagajärjel, millega kaasneb lehtede kitsaks ja hambuliseks muutumine. Peale selle kuuluvad siia kõik viirushaiguste poolt esilekutsutud muutused nakatatud taimede lehtedest: nende rullumine (keerdumine) ja kimardumine, võrsete lühenemine jm.

Peale selle esinevad ka kujumuutused uusmoodustiste näol. Uusmoodustised tekivad taimerakkude vohamise teel vastureaktsioonina mehaanilistele vigastustele ning seente ja bakterite sissetungile taimesse. Parasiit stimuleerib meristeemi tegevust ja kutsub sellega esile uute kudede moodustumise. Uusmoodustiste tekkimist rakkude suurenemise arvel nimetatakse

hüpertroofiaks, rakkude arvu suurenemise tagajärjel aga hüperplaasiaks. Uusmoodustised ehk pahad esinevad kartuliväh, viljapuu-seenväh, maisi-pahknõe ja kapsanuutri puhul. Vahel tekivad uusmoodustised ka hüpertroofia ja hüperplaasia kombinatsioonina (kapsanuuter). Mõningad roostelised ja väliskotilised kutsuvad esile puudel huvitava kujumuutuse, nn. «nõialuudsuse».

Patoloogilised muutused taime anatoomias ja morfoloogias on kõige tihedamas seoses muutustega taime füsioloogias ja biokeemias. See seos on vastastikune, sest ühed muutused tingivad teisi. Patoloogilised nähtused rakkude ja kudede ehituses kajastuvad paratamatult ka haige taime ainevahetusprotsessides ning kõrvalekaldumised nende protsesside normaalses kulgemises avaldavad omakorda mõju kudede ja rakkude struktuurile ja funktsioonidele.

Haiges taimes muutuvad veerežiim, rakumahla kontsentratsioon ja protoplasma füüsikalis-keemilised omadused, nagu osmootne rõhk, fotosünteesi ja hingamisenergia intensiivsus, süsivesikute, valkude ja mineraalainete ainevahetus, samuti fermentide aktiivsus.

Veerežiim koos teatud välisfaktoritega määrab taime kõikide füsioloogiliste protsesside intensiivsuse ja vahel ka suuna. Seetõttu on veerežiimi häired sageli üheks taime hukkumise põhjuseks.

Veerežiimi häired ja nende põhjused on väga erinevad olenevalt sellest, millise haigusega on tegemist. E. Gäumann (1954) eristab kaks põhjust, miks haige taime kudedes väheneb või kaob vesi: 1) transpiratsiooni intensiivistumine, mis on tingitud epidermise vigastustest või muutustest õhulõhede avanemise dünaamikas, ja 2) takistus vee liikumises juurte või juhtkudede süsteemi kahjustuste tõttu. Juhtkimpude läbilaskvus väheneb selle tagajärjel, et nad täituvad seeneniidistikuga või bakterite massiga. Peale selle toimub parasiidi fermentide mõjul pektiinainete lagunemine juhtsoonte naaberrakkudes. Kahjustatud rakkudest eralduvad fenooliühendid, mis hapenduvad ja kondenseeruvad melaniinideni. Koos kaltsiumpektaadi kolloidlahusega moodustavad parkainete hapendunud ühendid juhtsoontes sültjaid tombukesi, mis samuti takistavad vee normaalset liikumist taimes.

Veerežiimi komponentideks on vee vastuvõtmine rakkude poolt, vee liikumine ja transpiratsioon. Transpiratsiooni intensiivsusele mõjub terve rida haigusi, kusjuures see mõju on erinev. Fakultatiivsed parasiidid ja saprofüüdid, samuti obligaatsed parasiidid suurendavad üldiselt nakatatud taime organite transpiratsiooni intensiivsust. Roostelistest nakatatud teraviljataimedel on kindlaks tehtud transpiratsiooni intensiivsuse tõus 2—6 korda, võrreldes tervete taimedega. Kollasest roostest

tabandunud nisutaimedel võib transpiratsioon suureneda 15—20% võrra. Samuti intensiivistub transpiratsioon tunduvalt odraleherooste ja kaera-kroonrooste tagajärjel. Transpiratsiooni suurenemine roosteliste nakkuse mõjul on seletatav ühelt poolt õhulõhede dünaamika muutustega, mistõttu õhulõhed on haigetel taimedel laiemalt ja kauem avatud kui tervetel, teiselt poolt aga epidermise mehaaniliste vigastustega, mis tekivad seene eoste väljapaiskumisel taime pinnale. Parasiidi toksiinide mõjul suureneb ka protoplasma läbilaskvus, mis suurendab vee aurumist. K. Suhhorukovi andmeil (1926) oli roostelistest nakatatud odrataimede protoplasma läbilaskvus inkubatsiooniperioodil, mil roostepustulid puudusid, suurenenud 38% võrra, aga väljakujunenud roostepustulitega lehtedes 6%, võrreldes tervete taimedega. Vastavalt sellele suurenes ka transpiratsioon 22 ja 86% võrra. Jahukasteliste nakkuse puhul suureneb taimede transpiratsioon 1,5—3 korda, võrreldes tervetega. V. Kuprevitši (1947) andmeil on tervete ristikutaimede lehtede transpiratsioon 0,780 g, jahukastest nakatatud taimedel aga 0,940 g vett 100 cm^2 lehepinna kohta tunnis. Kuid on ka andmeid, et jahukastelised võivad alandada transpiratsiooni intensiivsust. Transpiratsioon suureneb samuti väliskotiliste ja nõgiliste nakkuse korral. On kindlaks tehtud, et nisu-lendnõe puhul intensiivistub transpiratsioon 20—23% võrra. Transpiratsiooni suurenemist esineb ka õunapuukärntõve ja tomati-ruugehallituse puhul. Viimase mõjul suurenevad õhulõhede avad ja on häiritud nende normaalne liikumisrütm. Transpiratsioon intensiivistub ka närbumistõbede korral. See on tingitud sellest, et närbumistõbede tekitajate seente poolt eritatavad toksiinid, näit. likomarasmiin ja fusariinhape, alandavad protoplasma vett kinni pidavat toimet ja suurendavad kudede läbilaskvust.

Paljude haiguste tagajärjel aga esineb vastupidine nähtus — transpiratsiooni intensiivsuse vähenemine, nagu näiteks kapsanuutri, viinamarja-ebajahukaste, õunapuu-näsarooste, mitmesuguste lehelaiksuste jt. korral. Mõningatel kultuuridel, nagu kartulil, oal, hernel ja tomatil, väheneb transpiratsiooni intensiivsus ka närbumistõve nakkuse tagajärjel. Vastavad uurimised on näidanud, et närbumistõvest tabatud taimede transpiratsiooni intensiivsusele ei avalda temperatuur ega õhuniiskus märkimisväärset mõju. See jääb kogu aeg enam-vähem ühtlasele tasemele, samal ajal kui tervetel taimedel temperatuuri tõusmisel ja õhuniiskuse vähenemisel transpiratsioon intensiivistub. Haigetel taimedel on õhulõhed peaaegu kogu aeg avatud, millest on tingitud transpiratsiooni ühtlane rütm. Üldiselt on veerežiim häiritud enamiku seenhaiguste puhul, kusjuures transpiratsiooni intensiivsuse suurenemine või vähenemine oleneb neist patoloogilistest muutustest, mida haigusetekitaja kutsub esile peremeestaimes.

Bakter- ja viirushaiguste mõju taimede veerežiimile on tunduvalt vähem uuritud kui seenhaiguste mõju. Taimede närbumist ja lehelaiksusi tekitavad bakterioosid alandavad transpiratsiooni, baktervähi nakkuse korral aga on transpiratsioon lähedane normaalsele, kusjuures kudede veesisaldus on suurenenud. Viirushaiguste tagajärjel väheneb transpiratsiooni intensiivsus, nagu näitasid vastavad katsed mosaiigist tabatud oa- ja tubakataimedega ning keerdlehisusest nakatatud kartulitaimedega. Erandiks on mõningad viirushaigused, nagu kartuli- ja vaarikamosaiik, mille puhul on täheldatud transpiratsiooni suurenemist.

Keskkonnatingimustest mõjutab taimede veerežiimi ka madal plusstemperatuur, sest selle puhul on vee liikumine taimes väga aeglane. Miinustemperatuuri tagajärjel vesi rakkudevahelises ruumis ja protoplasmas jäätub ning tekivad jääkristallid, mis võtavad protoplasmast vee ära. Liiga intensiivse päikesekiirituse mõjul puutüvedel tekkivad põletikulised kolded kahjustavad juhtkimpe, mis takistab vee tõusvat voolu puutüvedes. Ka liigkuivus põhjustab häireid taimede veerežiimis.

Veerežiimi häired tekitavad omakorda muutusi rakumahla kontsentratsioonis ja osmootses rõhus ning protoplasma läbilaskvuses.

Arvukad uurimised kinnitavad, et paljude seenhaiguste puhul rakumahla kontsentratsioon tõuseb. See on tingitud asjaolust, et assimilaatide äravool kasvukuhikusse järsult alaneb juhtkimpude kahjustuse tõttu. Rakumahla kontsentratsioon oleneb nii parasiidi elutegevusest kui ka välisfaktoritest ja eriti vee juurdevoolust kudedesse. Näiteks närbumistõbede puhul suureneb rakumahla kontsentratsioon puuduliku veevarustuse tagajärjel. Obligaatsed parasiidid, eeskätt roostelised, suurendavad nakatatud kudede rakumahla kontsentratsiooni. See peab paika kõikidel juhtudel, mil taimede veevarustus on puudulik. Kui aga taimekoed on varustatud küllaldaselt või rikkalikult veega, ei esine terve ja haige taime rakumahla kontsentratsioonis märkimisväärseid erinevusi. Järelikult olenevad rakumahla kontsentratsiooni muutused sellest, mil määral taimekoed on veega varustatud ja kuidas toimub assimilaatide äravool nakatatud kudedest, aga ka parasiidi fermentide tegevusest, mis teevad parasiidile kättesaadavaks talle vajalikud süsivesikud, eriti tärklise. Osmootse rõhu alanemine, näiteks nisu-lendnõe korral, on seletatav sellega, et seen kasutab taime assimilaate toitumiseks, samuti on see tingitud fotosünteesi intensiivsuse vähenemisest ja hapendavate fermentide tegevuse intensiivistumisest.

Mis puutub viroosidesse, siis kutsub mosaiik esile rakumahla kontsentratsiooni ja osmootse rõhu alanemist. Kloroosi, kartulikeerdlehisuse ja mõningate teiste viirushaigustega kaasneb rakumahla kontsentratsiooni ja osmootse rõhu tõusmine, mis on tingitud häiretest assimilaatide äravoolus. Nakatatud kudede

osmootse rõhu langemise põhjuseks on fotosünteesi energia vähenemine.

Haigestunud taimede rakkude protoplasma läbilaskvus suureneb üldiselt parasiitseente elutegevuse mõjul. Protoplasma läbilaskvus väljendub anorgaaniliste soolade ja orgaaniliste ühendite eksosmoosi suurenemises. Roostelised suurendavad protoplasma läbilaskvust mütseeli levikukohtades. Roostehaigete nisutaimede füsioloogilised uurimised näitasid, et orgaaniliste ainete eksosmoos võib neil tõusta 500%-ni. Taolisi muutusi on täheldatud ka kartuli-lehemädaniku ja tomati-närbumistõve puhul. Nakkuskolde ümbruses olevad rakud võivad aga ka vastupidiselt reageerida. Mustmädanikust kahjustatud kaalikataimedel näiteks alaneb terve koe läbilaskvus hävinud koe piiril. Ilmselt on antud juhul tegemist taime kaitsereaktsiooniga, mis raskendab parasiidi toitumistingimusi. Nagu seenhaigused, nii suurendavad ka viroosid taimerakkude protoplasma läbilaskvust.

Haiges taimes esineb samuti muutusi fotosünteesi intensiivsuses, kusjuures nende muutuste iseloom sõltub niihästi parasiidi iseärasustest kui ka nakkuse astmest, haiguse arenemisstaadiumist ja keskkonnatingimustest. Enamiku nakkushaiguste, eriti aga virooside puhul väheneb fotosünteesi intensiivsus. Ainult mõningatel juhtudel, näiteks nisu-lendnõe nakkuse tagajärjel, täheldatakse fotosünteesi intensiivsuse suurenemist. Fakultatiivsete parasiitide poolt esilekutsutud haiguste, näiteks lehelaiksuste esinemisel alaneb fotosünteesi energia lehekoe teatud osade hävimise tõttu. Mida tugevam on nakkuse aste, seda rohkem alaneb fotosünteesi energia. Paljud autorid on kindlaks teinud, et nõrga nakkuse puhul alaneb fotosünteesi intensiivsus ainult vähesel määral, keskmise nakkuse korral seevastu tunduvalt või on täiesti pärsitud. Fotosünteesi lakkamist on täheldatud näiteks kaera-kroonrooste ja rukki-tungaltera esinemisel. Tugeva nakkuse korral aga eraldavad taimed rohkem süsihappegaasi kui terved taimed.

Suurema osa fütopatogeensete seente mõjul väheneb ka klorofüllihulk lehtedes, mis samuti oleneb nakkuse astmest. Mida tugevam on nakkus, seda rohkem langeb taime klorofüllisisaldus. Klorofüllisisalduse vähenemine on tingitud kloroplastide lagunemisest parasiidi elutegevuse mõjul. Teatud haiguste korral aga suureneb klorofüllihulk nakkuskolde ümbruses olevates kudedes, näiteks teraviljade nakatumisel kõrre- ja kroonroostesse.

Fotosünteesi intensiivsus muutub olenevalt haiguse arenemisstaadiumidest. Fakultatiivsete parasiitide poolt esilekutsutud haiguste korral väheneb see juba haiguse algstaadiumis ja langeb pidevalt seoses haiguse progresseerumisega. Obligaatsete parasiitide ja ka mõningate teiste seente nakkuse puhul võib fotosüntees haiguse esimestes faasides jääda muutumatuks või koguni intensiivistuda. Nii näiteks võib lendnõest nakatatud nisutaimede

lehtede, lehetuppede ja varte fotosünteesi intensiivsus, võrreldes tervete taimedega, suureneda 4—30% võrra. Samuti on tehtud kindlaks fotosünteesi energia intensiivistumist roostetest nõrgalt nakatatud nisutaimedel. Obligaatsed parasiidid, näiteks roostelised, toituvad ainult elavate rakkude arvel ja seetõttu võivad nad arenemise algstaadiumis avaldada taimele teatud stimuleerivat mõju, et kindlustada endale paremaid toitumistingimusi. Oletatakse, et roostelised eritavad selliseid aineid, mis nõrgas kontsentratsioonis stimuleerivad taimerakkude elutegevust. Kuid selline nähtus esineb ainult roostehaiguste algstaadiumis või taimede nõrga nakkuse korral. Fotosünteesi intensiivistumist on täheldatud ka kartulitaimedel 24 tunni jooksul pärast nakatumist lehemädanikusse, sest haigusetekitaja *Phytophthora infestans* sarnaneb arenemise algfaasis obligaatsete parasiitidega.

Taimede haigestumisega kaasneb enamasti hingamisenergia intensiivistumine. Alates nakatumise momendist intensiivistub hingamine järk-järgult, siis aga langeb. Hingamisenergia muutumine oleneb nakkuse faasist. Katseliselt on kindlaks tehtud, et nisuidude hingamine intensiivistub mõne päeva jooksul pärast nakatumist jahukastesse. Hingamise intensiivsus oli maksimaalne seitsme päeva vältel, ületades tervete taimede hingamise intensiivsuse kolmekordselt. Sellele järgnes hingamise intensiivsuse aeglane langemine ja katsete lõpus oli see tunduvalt madalam kui tervetel taimedel. Taimede nõrga nakatumise korral roostehaigustesse intensiivistub hingamine lehtedes märkimisväärselt, tugeva nakatumise puhul aga, vastupidi, alaneb. Lehemädanikust nakatatud kartulitaimede lehtedes aktiviseerub hingamine vähesel määral või koguni langeb.

Hingamise intensiivsus suureneb tunduvalt ka fakultatiivsete parasiitide nakkuse tagajärjel puuviljadel säilitamisperioodil. Nii näiteks on kindlaks tehtud, et puuviljamädanikust kahjustatud pirnidel suureneb hingamise intensiivsus kaheksa korda.

Hingamisenergia intensiivistumist põhjustavad veerežiimi häired ja parasiidi mürgised eritised, mis väikestes annustes stimuleerivad, suurtes annustes aga pärsivad hingamist. Samuti oleneb hingamisenergia intensiivistumine muutustest hapendavate fermentide aktiivsuses. Mitme haiguse puhul on kindlaks tehtud peroksüdaasi aktiivsuse suurenemist nakatatud kudedes, näiteks vähist tabatud kartulil, hahkhallitusest kahjustatud kapsal säilitamisperioodil jne. Rea haiguste puhul esineb hapendatud parkainete ladestumist nakatatud kudedes, millest võib teha järelduse polüfenooloksüdaasi aktiviseerumise kohta. Selline nähtus leiab aset pruunmädanikust nakatatud kartulimugulates, tomati närbumistõve, mitmesuguste viirushaiguste jt. tagajärjel. Kõrreroostest tabatud nisu- ja närbumistõvest kahjustatud tomatitaimedes suureneb ka askorbiinoksüdaasi aktiivsus. Mõningate haiguste, näiteks kartuli-keerdlehisuse korral suureneb katalaasi aktiivsus.

Teatud juhtudel tuleb hapendusprotsesside aktiivsuse suurenemist vaadelda taime kaitsereaktsioonina haigusetekitaja vastu. Roostekindlatel nisusortidel näiteks põhjustab hapendavate fermentide aktiivsuse suurenemine nekrooside tekkimist lehtedel, mis takistab seene edasitungimist taime kudedesse.

Viirushaiguste mõjul suureneb hapendavate fermentide — oksüdaasi, peroksüdaasi, türosinaasi aktiivsus. Teatud bakteriooside puhul esineb samuti peroksüdaasi ja katalaasi aktiivsuse suurenemist.

Fermentide aktiivsus oleneb taimeraku biokeemilisest seisundist, protoplasma võimest reguleerida fermentide tegevust. Kuid rakkude ja protoplasma seisund muutub parasiidi fermentide ja toksiinide mõjul. Muutused taimede fermentide tegevuses olenevad haigusetekitaja iseärasustest ja nakkuse astmest.

Taime ainevahetuses etendavad kõige tähtsamat osa süsivesikud ja valgud, kujutades endast raku põhilisi koostisosi ja ühtlasi ka põhilist substraati parasiidile. Parasiidi poolt esilekutsutud häired taime süsivesikute ainevahetuses avalduvad kas assimilatsiooni intensiivsuse muutumises või süsivesikute ja rasvade ebanormaalses jaotumises taimekudedes. Haiges taimes langeb üldiselt süsivesikute sisaldus seoses sellega, et parasiit kasutab neid toiduks ja et taime hingamine intensiivistub. Süsivesikute sisalduse vähenemine oleneb nii taime vastuvõtlikkusest haigusele kui ka nakkuse astmest. Süsivesikute sisaldus langeb näiteks kaera-kroonrooste, tomati- ja tubakamosaiigi ja mustasõstra-täidisõielisuse tagajärjel. Mõnikord aga tõuseb haigete taimede süsivesikute sisaldus, nagu on kindlaks tehtud nisu-lendnõe, kartuli-keerdlehisuse ja viiruslike klorooside korral. Teatud juhtudel esineb aga nakatatud taimedes ka süsivesikute kvalitatiivseid muutusi, kusjuures nende üleminek mõnesse teise vormi toimub kas parasiidi otsesel mõjul või taime ainevahetushäirete tõttu. Parasiidi fermendid lagundavad polümeerseid süsivesikuid, tehes neid sellega parasiidile omastatavaks. Et parasiit eritab neid fermente suuremates kogustes, kui antud hetkel kulub temale vajaliku süsivesikute hulga lagundamiseks, tekib rakkudes laguproduktide kuhjumine. Selle tagajärjel tõuseb aeg-ajalt nakatatud taimekudedes invertsuhkru sisaldus sahharoosi arvel või invertsuhkru ja sahharoosi sisaldus tärklise arvel. Nii võib suhkrupeedis hahkhallituse tagajärjel tõusta invertsuhkru sisaldus sahharoosi arvel. Suhkrute sisalduse tõusu tärklise arvel on täheldatud lehemädanikust nakatatud kartulimugulates. Roostehaige suhkrupeedi lehtedes esineb ainevahetushäirete tagajärjel tärklise asemel rasvu.

Teatud haiguste, näiteks päevalille-rooste ja mõningate teiste roostete puhul esineb süsivesikute kuhjumist nakkuskolde ümber. Selline kuhjumine toimub süsivesikute äravoolu tõttu tervetest kudedest. Parasiit muudab protoplasma läbilaskvust ja rakumahla



Tahvel I. **Magneesiumipuuduse tunnused:** *1* — kartulil; *2* — lutsernil; *3* — ristikul; *4* — mustal sõstral; *5* — õunapuul; *6* — karusmarjal.
Mulla happesuse kahjulik mõju: *7* — suhkrupeedil; *8* — kartulil (varreosa); *9* — maasikal; *10* — kapsal.



Tahvel II. **Lämmastikupuuduse tunnused:** *1* — suhkrupeedil; *2* — kartulil; *3* — lillkapsal. **Fosforipuuduse tunnused:** *4* — maisil; *5* — kaalikal.



1



2



3

Tahvel III. **Kaaliumipuuduse tunnused:** *1* — aedoal; *2* — lutsernil; *3* — kartulil.



Tahvel IV. **Vasepuuduse tunnused:** *1* — nisul; *2* — kaeral.
Mangaanipuuduse tunnused: *3* — kapsal; *4* — kaeral.
Booripuuduse tunnused: *5* — õunal.

osmootset rõhku, millega luuakse eeldused assimilaatide äravooluks nakkuskoldesse. Hernetaime lehtedes parasiteeriv seen *Uromyces pisi* näiteks muudab kudede läbilaskvust sahharoosi suhtes. Assimilaatide kuhjumine nakkuskolde ümber intensiivistab peremeestaime ja parasiidi energiavahetust, sest suhkrute suurenenud kontsentratsioon on eelduseks hingamise intensiivistumisele parasiidi elutegevuse mõjul. Oletatakse, et assimilaatide kontsentratsioon on taime kaitsereaktsioonide tekkimise baasiks.

Mõningate viirushaiguste, näiteks kartuli-keerdlehisuse puhul leiab aset süsivesikute kuhjumine erilisel viisil. Peremeestaime fermentatiivsete protsesside häirete ja floeemi kahjustuse tagajärjel on assimilaatide äravool raskendatud ja nad ladestuvad tärklisena lehtede assimileerivates kudedes. Seetõttu, vaatamata intensiivsele hingamisele ja nõrgale fotosünteesile, on ka nakatatud taimede lehed tärklisega täidetud.

Häired nakatatud taimede valkude ainevahetuses on analoogilised muutustega süsivesikute ainevahetuses. Haigustega võib kaasneda kas valgusisalduse v ä h e n e m i n e, nagu kaera-kroonrooste, klorooside, kartuli-keerdlehisuse jt. korral, või s u u r e n e m i n e, näiteks tubakamosaiigi, peedi-lehetähnisuse jt. puhul. Valgud võivad muutuda ka kvalitatiivselt või kuhjuda haige taime kudedes. Üldiselt täheldatakse nakatatud taimedel sagedamini valgusisalduse langust kui tõusu, sest parasiitseened ja bakterid kasutavad lämmastikuühendeid oma rakkude ülesehitamiseks. Nii näiteks lagundab kartuli-lehemädaniku tekitaja *Phytophthora infestans* nakatatud mugulate aminohappeid ja teisi lämmastikuühendeid ning ladestab oma mütseelis võrdsel hulgal lämmastikuühendeid. Lämmastikuühendite sisaldus langeb ka pruunroostest nakatatud nisu- ja roostehaigetes lutsernitaimedes.

Lämmastikuühendite sisaldus langeb samuti kõikide viirushaiguste tagajärjel. Mosaiigist nakatatud tubakataimes on valgusisaldus küll umbes kaks korda suurem kui terves taimes, kuid 80% sellest kogusest moodustab viiruslik valk.

Haigetes taimedes võib täheldada ka lämmastikuühendite kvalitatiivseid muutusi. Proteiinide hulk väheneb mittevalgulise lämmastikusisalduse suurenemise arvel rukkitaimedel juuremädaniku nakkuse tagajärjel. Kaera-kroonrooste puhul langeb valgulise lämmastiku sisaldus seda rohkem, mida tugevam on nakkus. Taimede baktervähikomude koed sisaldavad aga mõnikord kolm korda rohkem lämmastikku kui terved koed.

Muutused haige taime valkude ainevahetuses sõltuvad ilmselt mitte ainult parasiidi proteolüütiliste fermentide mõjust ja parasiidi lämmastikuühendite vajadusest, vaid ka mõjust, mida parasiit avaldab raku protoplasma füüsikalis-keemilistele omadustele ning taime kõikidele ainevahetusprotsessidele. Suurt mõju valkude ainevahetusele avaldavad ka patoloogilised muutused

süsivesikute ainevahetuses. Rakkude süsivesikute puudus fotosünteesi häirete ja süsivesikute kasutamise tagajärjel parasiidi poolt kutsub esile valkude lagunemise.

3 TAIMEHAIGUSTE KLASSIFIKATSIOON

Taimehaigusi on võimalik klassifitseerida järgmiste printsiipide alusel.

1. Välistunnuste järgi. Igale haigusele on omased teatud välistunnused ehk sümptoomid, mis võimaldavad tema määramist. Kuid need tunnused ei jää alati ühesuguseks, vaid muutuvad koos haiguse progresseerumisega. Peale selle võib erinevatel haigustel olla sarnaseid välistunnuseid. Seepärast ei piisa veel üksnes välissümptoomidest ühe või teise haiguse määramiseks, vaid siin tuleb üheaegselt arvestada ka rida teisi momente.

2. Esinemiskoha järgi. Haigus võib tabada kas kogu taime või tema üksikuid organeid. Vastavalt sellele eraldatakse juurte, mugulate, varte, lehtede, õite, seemnete ja viljade haigusi, näiteks: juurekaelamädanik, mugulamädanik, varrepõletik, lehelaiksus, kaunakõrbus, viljatipumädanik jne. See näitab, et teatud haiguse esinemine on seotud kindlate taimeorganitega. Kuid mitmed haigusetekitajad arenevad samaaegselt erinevatel taimeosadel — juurtel, vartel, lehtedel, õitel ja seemnetel. Näiteks seen *Helminthosporium sativum* esineb nisu ja teiste kõrreliste teraviljade juurtel, tõusmetel, kõrtel, nakatab viljapäid ja seemneid. Seen *Phythophthora infestans* kahjustab kartuli- ja tomatitaimede lehti, varsi, mugulaid ja vilju. Mitmed seeneliigid perekonnast *Penicillium* nakatavad aga ainult taimede seemneid ja vilju ning tavalistes tingimustes teisi taimeorganeid ei kahjusta.

3. Kahjulikkuse astme järgi. Osa haigusi on suhteliselt vähe kahjulikud, teised aga kutsuvad lühikese aja jooksul esile taime hävimise. Eriti ohtlikud on sellised haigused, mis levivad kiiresti haigetelt taimedelt tervetele ja nakatavad põlde suurtel territooriumidel, kutsudes esile epifütootiaid. Nende hulgas on esikohal kartuli-lehemädanik ja teraviljade roostehaigused.

4. Haiguse kestuse järgi. Eraldatakse 1) akuutseid haigusi, mis kahjustavad taimi vaid ühe vegetatsiooniperioodi vältel, näiteks nõed ja roosted, jahukasted, õunapuu-kärntõbi ja väga paljud teised, ning 2) kroonilisi haigusi, mis arenevad ja progresseeruvad aastast aastasse, näiteks viljapuude seen- ja baktervähk, viljapuude hõbelehisus jt.

5. Peremeestaime arenemisstaadiumi järgi. Teatud haigused nakatavad taimi ainult tõusmetejärgus (mitmesugused tõusmepõletikud, lumiseen jt.), teised haigused esinevad

peamiselt noortel, kolmandad — juba täiskasvanud taimedel (näiteks kartuli-lehemädanik, peedi-lehetähnisus). Üldiselt aga on vanemad taimed ja täiskasvanud organid haigustele vähem vastuvõtlikud kui noored.

6. Peremeestaimede järgi. Haigusi võib rühmitada ka peremeestaimede alusel. Vastavalt sellele eraldatakse näiteks teraviljade, heintaimede, kartuli-, köögiviljade, viljapuude ning marjakultuuride haigusi. Taoline klassifikatsioon on praktika seisukohalt eriti lihtne ja hõlbus.

7. Etioloogilise süsteemi ehk haiguste tekkepõhjuste järgi. Selle süsteemi kohaselt jaotatakse kõik mittenakkushaigused ühte ja nakkushaigused teise gruppi. Mittenakkushaigused jagunevad omakorda üksikutesse rühmadesse vastavalt sellele, kas neid põhjustavad liiga madal või kõrge temperatuur, toitainete puudus või üliküllus, liigniiskus või -kuivus jne. Nakkushaigused rühmitatakse olenevalt sellest, kas neid põhjustavad seened, bakterid või viirused.

III peatükk

TAIMEHAIGUSTE VÄLISTUNNUSED JA NENDE DIAGNOSTIKA

Eristatakse järgmisi põhilisi haigustunnuste tüüpe.

1. Närbumine kaasneb teatud mittenakkushaiguste ning paljude seen-, bakter- ja viirushaigustega, samuti ka õisparasiitide kahjustusega. Esineb kaks närbumise vormi: mittenakkuslik ja nakkuslik.

Mittenakkuslik närbumine (mehaaniline, füsioloogiline) on tingitud turgori vähenemisest või kadumisest taimes veerežiimi või juurte ja juhtkimpude funktsionaalsete häirete tagajärjel ebasoodsate keskkonnatingimuste mõjul (veepuudus mullas, madal või kõrge temperatuur jm.). Sedalaadi närbumisel võib olla ajutine iseloom. Normaalsete tingimuste taastumisel taastub teatud aja jooksul ka turgor taimekudedes ja närbumisnähud kaovad.

Nakkusliku närbumise puhul, mida tingib haigusetekitaja parasiteerimine taimes, turgor tavaliselt enam ei taastu. Selline närbumise vorm on eriti tüüpiline juure- ja varremädanikele ning õisparasiitide kahjustustele. Parasiitide mõju taimele avaldub mitmel viisil. Ühed tõmbavad taimekudedest vee ära (võrmid), teised asuvad taimede juurtel (kapsanuuter), takistades viimaste arenemist ja sellega küllaldaste veekoguste juhtimist rohelistesse taimeosadesse. Paljud seened ja bakterid parasiteerivad otseselt

TARTU ÜLIKOOLI RAAMATUKOGU

taimede juhtkimpudes neid ummistades ja häirides sellega vee liikumist taimes. Seened kutsuvad esile nn. trahheomükoose (närbumistõbe kartulil, hernel, kõrvitsalistel), bakterid aga trahheobakterioose (kartuli-varrepõletikku ja -ringmädanikku, tomati-bakterpõletikku). Närbumisega kaasneb lehtede kolletumine ja kuivamine, bakternakkuse korral sageli ka mädanemine ning lõpuks taime hävimine.

2. Värvimuutused. Need on eriti sagedased haigussümptoomid, mis on tingitud sellest, et peaaegu kõikide patoloogiliste protsesside puhul on nakatatud taimes häiritud assimilatsioon ja kloroplastide normaalne funktsioon. Kõige tavalisemaks värvimuutuseks on roheliste taimeosade kolletumine klorofüllisisalduse vähenemise tõttu, mis leiab aset nii mittenakkus- kui ka nakkushaiguste esinemisel. Mittenakkuslikke värvimuutusi täheldatakse taimedel valguse- ja õhupuuduse, teatud toiteelementide defitsiidi või liiga madala temperatuuri korral. Valgusepuudusel näiteks muutuvad tõusmed ja noored taimed kahvatuks. Molübdeeni-, raua-, mangaani-, vase-, väävli- jt. elementide puudusel tekib lehtede kolletumine ehk kloroos. Lämmastikupuudusel muutuvad pea- ja lillkapsa alumised lehed roosaks või punaseks, kaaliumipuudusel aga kartulilehed ebaloomulikult tumeroheliseks. Igasugused värvimuutused on väga tüüpilised teatud mikroelementide puudusele. Nakkuslikud värvimuutused ilmnevad taimede ainevahetuse ja kloroplastide talituslike häirete tagajärjel seente, bakterite ja viiruste mõjul. Tüüpilisteks näideteks on kartuli-lehemädanikust põhjustatud lehekoe pruunistumine, viljapuude lehtede hõbestumine hõbelehisuse tagajärjel, taimede üldine kolletumine bakteriooside, mosaiigi ja viirusliku kloroosi esinemisel.

3. Nekroos ehk kudede kärbumine. Tekib seen-, bakter- ja viirushaiguste tagajärjel ning ebasoodsate keskkonnatingimuste mõjul. Nekroosiga kaasnevad mitmesugused laiksused, peamiselt lehtedel. Nende laikude kuju, suurus ja värvus võib olla väga erinev olenevalt tekkepõhjusest. Laikude tekkimine on tüüpiline paljudele teisseentest põhjustatud haigustele, nagu herne- ja oa-laikpõletikule, peedi-lehetähnisusele, tomati-helelaiksusele jt. Bakteriaalne laiksus esineb näiteks kurgirõugete puhul. Laiksused võivad tekkida ka magneesiumi- ja kaaliumipuuduse, mehaaniliste vigastuste (rahe), keemiliste ainete (mürkkemikaalide) kahjustuste ja muude põhjuste tagajärjel.

4. Fütopatogeensete seente arenemisstaadiumide avaldusvormid.

Paljude seenhaiguste välistunnusteks on nende tekitajate arenemisstaadiumide teatud avaldusvormid nakatatud taimeosadel. Tähtsamad neist on järgmised. A. Kirmed, mis koosnevad seeneniidistikust, eoskandjatest ja eostest. Eristatakse 1) jahu- või ämblikuvõrgusarnast, valkjat või tumedat ning 2) vatitaolist

või kohevat, valget või halli kirmet. Esimene on tüüpiline ebajahukastelistele ja jahukastelistele, teine aga mõningatele kott- ja teisseente liikidele. B. Pustulid — eoste kogumikud ümmarguste või ovaalsete erineva suuruse ja värvusega padjanditena. Pustulid tekivad alati koe sisemuses, olles kaetud epidermise või peridermiga. Hiljem rebeneb epidermis või periderm pustulite kohalt ja viimased tulevad nähtavale. Pustulid on tüüpilised roostelistele, kuid neid esineb ka teisseente teatud esindajatel (antraknooside tekitajate) ja kartuli-süvikkärna põhjustaval seenel *Spongospora subterranea* ürgseente alamklassist. C. Nõed — nõgiliste tume tolmav või mittetolmav eoste mass kahjustatud taimeosadel. D. Sklerootsiumid — tihedad ümmargused, piklikud või ebakorrapärase kujuga moodustised, mis koosnevad seeneniitide põimikust. Sklerootsiumid on teatud seeneliikide puhke- või talvitusstaadiumiks. Sklerootsiume moodustavad näiteks tungaltera, ristikuvähi, valgemädaniku jt. haiguste tekitajad.

5. Mädanikud. Esinevad paljude seen- ja bakterhaiguste, nagu valgemädaniku, hahkhallituse, kartuli-varrepõletiku, kartuliringmädaniku, puuviljamädaniku jt. välistunnustena. Mädanikud võivad tabada kõiki taimeosi, eriti aga rikkalikult vett ja toitaineid sisaldavaid organeid — juuri, mugulaid, vilju. Mädanikud tekivad rakuseinte ja koostisosade lagunemise teel seente ja bakterite fermentide mõjul. Eristatakse kuiv- ja märgmädanikke. Esimesel juhul lagunevad rakud kuivaks pulbriliseks, teisel juhul aga pudrutaoliseks halvasti lõhnavaks massiks.

6. Uusmoodustised. Teatud seen-, bakter ning ka mõningad viirushaigused avalduvad taimedel uusmoodustistena pahkade, kasvete või nõialuudsuse näol.

7. Mumifikatsioon. Selle all mõistetakse viljade kõvaks ja mustaks muutumist ketasseente nakkuse tagajärjel. Seene hüüfid tungivad vilja sisemusse, täidavad selle ja muudavad sklerootsiumiks. Tüüpiliseks näiteks on puuviljamädanikuga nakatunud õunte ja pirnide mumifitseerumine.

8. Taime eritised. Taime eritistena tuntakse vedelikkudega sarnaste ainete väljumist taime organitest või vastavatest kudedest. Nende põhjustajateks on kas ainevahetushäired kõrge temperatuuri ja veepuuduse tagajärjel, mehaanilised vigastused või mitmesugused parasiidid. Fütopatoloogias tuntakse selliseid eritisi põhiliselt kummivooluse (gummoosi) ja mesikaste näol. Kummivoolus on sageli levinud luuviljalistel, mis on nakatatud seene *Monilia cinerea* poolt. Haigusele on tüüpiline veniva kleepuva kollase või pruuni vedeliku eritumine puutüvest või okstest. Mõnikord tardub eritis kiiresti ja muutub kõvaks. Mesikaste esineb kõige sagedamini kõrrelistel teraviljadel ja heintaimedel, olles põhjustatud parasiitseene *Claviceps purpurea* poolt. Seda nähtust seletatakse nii, et nimetatud seene ärrituse taga-

järjel taim eritab noortest seemnepungadest suhkruid sisaldavaid vedelikke.

9. Lehtede enneaegne varisemine on üheks tunnuseks mitmesuguste kultuuride (ristiku, mesika, kirsipuu, karusmarja, sõstra jt.) lehevarisemistõbede ja ka mõningate teiste haiguste, näiteks lutserni-pruunlaiksuse puhul. Seda nähtust võivad samuti põhjustada ebasoodsad keskkonnatingimused, nagu kõrge temperatuur, veepuudus jm., ning taimede keemilised kahjustused fungitsiidide ja herbitsiidide ebaõige kasutamise tagajärjel. Mõningatel juhtudel võivad enneaegselt variseda ka viljad.

Diagnostika. Haiguste diagnoosimisel lähtutakse eespool kirjeldatud põhilistest välistunnustest. Sageli aga võivad täiesti erinevatest teguritest põhjustatud haigused anda sarnaseid sümptoome. Taimede närbumist põhjustavad näiteks mitte ainult seened perekondadest *Fusarium* ja *Verticillium*, vaid ka bakterid, kahjurid ja ebasoodsad keskkonnatingimused. Seepärast tuleb lisaks välistunnuste fikseerimisele uurida ka vastava haigusetekitaja morfoloogilisi ja bioloogilisi iseärasusi spetsiaalsete meetodite abil.

Haiguse diagnoosimine algab kahjustatud taime välisilme üksikasjaliku uurimisega: tehakse kindlaks temal esinevaid värvimuutusi, laiksusi, nekroose, kirmet, pustuleid, sklerootsiume, mädanikke või muid patoloogilisi tunnuseid. Nende alusel tehakse esialgne järeldus selle kohta, millise haigusega võiks olla tegemist.

Järgnevalt valmistatakse nakatatud taimekoest või taimelt leitud parasiidist preparaat ja vaadeldakse seda mikroskoobi all. See annab ülevaate taimekudedes toimunud võimalikest anatoomilistest muutustest ja ühtlasi haigusetekitaja morfoloogilistest iseärasustest. Mõnedel juhtudel tuleb haigusetekitaja määramiseks preparaat fikseerida ja värvida. Samuti vaadeldakse haigusetekitajat binokulaarluubiga.

Haiguse diagnoosimise eesmärgil on mõnikord vaja haigusetekitaja arengut jälgida pikema aja jooksul. Selleks viiakse ta kultuuri, kasvatades teda vastaval söötmisel. Kultuuris on võimalik vastavat mikroorganismi kindlaks teha tema morfoloogiliste ja bioloogiliste iseärasuste järgi kunstlikes tingimustes.

Peale selle rakendatakse haiguste määramisel ka bioloogilist analüüsi, mis seisneb haigusetekitaja spetsialisatsiooni kindlakstegemises vastava peremeestaime suhtes ning viimase vastuvõtlikkuse astme määramises. Selleks nakatatakse taimed kunstlikult seene eostega, mütseeliosakestega või vastava haigusetekitaja kultuuriga.

Viimasel ajal hakkab fütopatoloogias üha laiemalt levima ka serodiagnostiline meetod, luminestsents- ja viskosimeetriline analüüs, isotoopide kasutamise elektrofüüsikaline meetod jt.

Haiguste diagnoosimisel on suureks abiks ka haige taime

füsioloogiliste ja biokeemiliste iseärasuste tundmaõppimine, nende uurimine vastavate meetodite abil. Samuti tuleb arvestada ökoloogilisi tingimusi, milles haigus arenes.

Alles kõikidest eespool nimetatud tunnustest ja teguritest lähtudes on võimalik õigesti diagnoosida antud haigust ja määrata vastavalt sellele ka vajalik tõrje.

IV peatükk

TAIMEDE MITTENAKKUSHAIGUSED

Igale taimeliigile ja -sordile on vajalikud teatud keskkonnatingimused, millega ta on kohanenud ja mis võimaldavad tema optimaalset arengut. Kuid sageli on taim allutatud ebasoodsatele tingimustele. Nende tingimuste mõjul taimel tekkivat patoloogiliste nähtuste kompleksi nimetatakse mittenakkushaiguseks. Mittenakkushaiguse iseloom sõltub suurel määral ka taimeliikide ja -sortide iseärasustest.

Mittenakkushaigused on taimedele ohtlikud seetõttu, et nad häirivad nende normaalset elutegevust ning peale selle nõrgestavad neid ja muudavad vastuvõtlikuks nakkushaigustele.

Mittenakkushaigustele pööratakse tunduvalt vähem tähelepanu kui nakkushaigustele ja nende osatähtsust saagikadude tekkimisel alahinnatakse sageli. Tegelikult aga on nad küllaltki ohtlikud ja nõuavad senisest rohkem uurimist ja arvestamist.

Taimede mittenakkushaiguste vastu tundis omal ajal suurt huvi kuulus vene taimefüsioloog K. A. Timirjazev. Ta märkis: «Taim vajab kõigepealt toitu. Toidu puudus või üliküllus põhjustab häireid tema normaalsetes eluprotsessides. Taim vajab hapnikku. Selle puudumine või üleküllus kutsub esile haiguse. Sama on maksev ka vee, soojuse ja valguse suhtes. Normaalne elu kulgeb optimumi piirides ja tavaliselt võib määrata ühe või teise faktori organismile kõige soodsamat hulka» (K. A. Timirjazev «Taimehaigused» (käsikiri), K. A. Timirjazevi muuseum).

L. Pyenson (1951) toob ette, et Ameerika Ühendriikides põhjustab 50 tuntumat ja levinumat taimehaigust aastas 2 miljardit dollarit kahju saagikadude näol. Kuid seda summat ületavad tunduvalt kaod, mida tekitavad põllumajanduskultuuridele mittenakkushaigused.

Teguritest, mis võivad esile kutsuda taimede mittenakkushaigusi, on esikohal liiga madal või kõrge temperatuur, ebasoodsad mullastikutingimused, liigkuivus või -niiskus, häired taimede toitumisrežiimis, mehaanilised vigastused ja keemiliste ainete kahjustused.

Temperatuur on tähtis tegur taime elus. Iga taim vajab oma arenguks ja kasvuks kindlaid temperatuuritingimusi, mille kardinaalpunktideks on miinimum, optimum ja maksimum. Optimaalse temperatuuri juures on taime areng ja kasv kõige intensiivsemad. Miinimumile ja maksimumile lähedaste temperatuuride juures jääb taime kasv seisma. Kui aga temperatuur ületab maksimumi või langeb alla miinimumi, siis taim hukkub.

Madala temperatuuri mõjul alaneb taime ainevahetuse ja lehtede assimilatsiooni intensiivsus, samuti klorofüllihulk. Klorofülli vähesuse tagajärjel muutub tihti lehe värvus. Toitainete vastuvõtmine juurte kaudu väheneb tunduvalt.

Madal temperatuur avaldab taimedele nii kaudset kui ka otsest mõju. Esimene avaldub selles, et paljude taimede juured ei suuda juba +2 kuni +4° C juures enam hankida mullast vajalikku veehulka, mistõttu nad närbuvad («külmuvad») ning lõpuks kuivavad. Samuti on kartulimugulate magusaks muutumine temperatuuril 0 kuni —2° madala temperatuuri negatiivse mõju kaudseks avalduseks. Nimetatud temperatuuri juures on tärklise lagunemisel tekkiva suhkru kulutus minimaalne, mistõttu see kuhjub mugulas, moodustades kuni 2,5% viimase kaalust. Madala temperatuuri otsest mõju taimele on juba käsitletud peatükis haige taime füsioloogiast. See seisab jääkristallide tekkimises vee jäätumise tagajärjel intertsellulaarides ja protoplasmas. Protoplasma struktuuri tugevate muutuste tõttu hävib lõpuks protoplasma ja koos sellega taimerakk. Harilikult avaldavad jääkristallid taimerakkudele ka mehaaniliselt purustavat toimet.

Kultuurtaimede külmakindlus oleneb sordist ja liigist. Külmatundlikud on näiteks mais, kartul, kurk, tomat. Külmakindlamad on suviteraviljad ning üsna külmakindlad taliteraviljad. Külmakindlus oleneb ka taime east ja tema füsioloogilisest seisundist. P. Genkeli ja K. Margolina uurimused 1949. aastal näitasid, et taimede külmakahjustus on seda suurem, mida suurem on nende protoplasma viskoossus. Nisu- ja odrataimed on võrsumisfaasis külmale vastuvõtlikumad kui kõrsumisfaasis, mis on tingitud sellest, et võrsumisfaasis on taime protoplasma viskoossem kui kõrsumisfaasis. Vanemad ja juba karastatud taimed on üldiselt külmakindlamad kui noored. Kõige külmakindlam on taim puhkeperioodil, mil temasse on kogunenud suurel hulgal süsivesikuid, mis tõstavad külmakindlust. Taimede külmumisel etendavad osa ka väetised ja lumikatte paksus. Lämmastikväetised teevad taimed külmale vastuvõtlikumaks, kaalium- ja fosforväetised aga seevastu külmakindlamaks. Mida paksem on lumikate, seda väiksem on taimede külmumisoht.

Sügisel ja kevadel esinevatest öökülmadest on viimased taimedele ohtlikumad, sest noored võrsed, õied ja viljad on eriti tundlikud külma suhtes. Väga kardetav, eriti noortele viljapuudele, on ööpäevase temperatuuri suur kõikumine kevadel.

Keskpäeval soojeneb viljapuude koor kuni +20°-ni, selle tagajärjel saavad lõunapoolsed koorerakud rohkem vett ja koe turgor tõuseb. Öösel aga langeb temperatuur sageli kuni —15°-ni, mille tagajärjel tekivad tüvedel külmalaigud. Külmakahjustus avaldub puudel sageli ka külmalõhede ja pragudena. Hävitatud puukoore osad vajuvad sisse ja kattuvad krobelise pinnaga. Sellised külmavõetud kohad on viljapuudel soodsaks pinnaks seenvähile. Samuti loovad külmakahjustused eeldusi viljapuude nakatumiseks hõbelehisusse. Puid saab külmumise eest kaitsta mitmel viisil. Soovitatav on viljapuutüvede katmine lubjapiimaga. Kui tekivad siiski külmalõhed, tuleb neid peitsida viljapuukarbolineumiga ja täita puuvaha või tsemendiga. Samaks otstarbeks võib kasutada ka määret pookvahast, millele on 1/3 ulatuses lisatud kalamaksaõli ja veidi kampolit.

Taimede kaitsmisel külmumise eest kuulub tähtis koht nende karastamisele. Taime karastamise all mõistetakse madala temperatuuri talumise võime tõstmist. Madala temperatuuri toniseeriv mõju rakkudele on juba ammu tuntud. Seemnete karastamine ühendatakse nendest saadud istikute karastamisega. Praktilisest seisukohast on väga tähtis seemnete külvieelne karastamine nende paisumise ja idu «liikumise» perioodil. Külvieelne karastamine seisneb paisunud seemnete allutamises konstantsele madalale temperatuurile või nende vahelduvas mõjutamises sooja ja külmaga. Karastatud seemnetest saadud istikud on palju vastupidavamad madalale temperatuurile kui karastamata seemnete istikud. Taimed arenevad kiiremini ja saak suureneb tunduvalt.

Kõrge temperatuur avaldab taimedele samuti negatiivset mõju. Rakkudes aeglustub ja lõpuks lakkab protoplasma liikumine, ka fotosüntees aeglustub. Tugevama kahjustuse korral katkeb ka hingamine ja kaob raku plasmolüüsivõime. Taimed närbuvad ja kuivavad. Liiga intensiivse päikesekiirituse mõjul võivad puutüvedel tekkida koorekahjustused ja põletikulised kolded. Selle all kannatavad juhtkimbud, mis omakorda takistab vee tõusmist tüvedes. Et kaitsta puid liiga tugeva päikesekiirituse eest, tuleb nende tüvesid katta lubjapiimaga, millele on lisatud veidi savi. Üldiselt esineb meie oludes kõrgest temperatuurist ja intensiivsest päikesekiiritusest esilekutsutud kahjustusi vähe.

Valgusepuuduse korral esineb häireid taime assimilatsioonis, samuti alaneb tema hingamise intensiivsus, millega kaasneb süsivesikute kuhjumine lehtedesse. Valgusepuuduse all kannatavad taimed erinevad oma välisilmelt tunduvalt normaalsetes valgustingimustes kasvanud taimedest. Neile on tüüpiline sõlmevahede ja lehevarte ebanormaalne pikenemine — etioleerumine. Et kloroplastide moodustamine on takistatud ning juba tekkinud kloroplastid lagunevad, muutuvad noored taimed ja

võsud kahvatuks. Valgusepuudus esineb näiteks tihedate külvide puhul, samuti ka kasvuhoonetes ja lavades. Varre alumise osa etioleerumine tihedates külvides põhjustab taimede lamandumist.

Mullastikutingimused — mulla struktuur, reaktsioon ja veeolud — avaldavad samuti suurt mõju taime tervislikule seisundile. Rasketel struktuuritutel muldadel arenevad taimed halvasti ja muutuvad vastuvõtlikuks paljudele nakkushaigustele. Vastavate agrotehniliste võtetega ja õige väetamisrežiimiga on võimalik parandada mulla struktuuri ning selle keemilisi ja füüsikalisi omadusi.

Taimede mittenakkushaiguste otseseks põhjuseks võib olla ka ebasoodne pinna- ja põhjavee seis. Nendes kohtades, kus esineb liiga kõrge põhjavesi, jäävad taimed kasvus kängu, kolletuvad ning nende juured hakkavad mädanema. Lõpuks hävib kogu taim. Kui aga põhjavesi on liiga sügaval, tekib taimel veepuudus, sest sademed üksi ei rahulda veevajadust. Antud juhul kaob taimes turgor, ta kolletub ja närbub. Väga ohtlik on pärast kestvaid sadusid mullas tekkiv liigniiskus, mille tagajärjel taime juured ja varred hakkavad mädanema. Põllul mullapinnale kogunev seisev vesi põhjustab samuti taimede mädanemist või nakatumist seenhaigustesse.

Liigkuivus avaldub taime mahajäänud kasvus, õite mahavarisemises ja lehtede värvimuutustes. Viljad valmivad enneaegu ja varisevad, nende suhkrusisaldus väheneb. Lehed kuivavad ja nakatuvad mitmesugustesse laiktõbedesse (hele- ja kuivlaiksusse, lehetähnisusse jne.), kattudes suuremate või väiksemate laikudega. Puuviljadel ja tomatitel tekib sageli liiga paks kest. Kui taime kasv pärast vihma uuesti jätkub, siis kest praguneb ja viljad lõhenevad või kattuvad korkkoega. Kartulil esineb sellistel juhtudel õhkmugulaid ja muid deformatsioone. Hernel, oal ja teistel liblikõielistel kultuuridel põhjustab liigkuivus abortiivsuse, mille tõttu kannas jääb teatud arv seemneid välja arenemata.

Mullareaktsiooni suhtes on igal taimeliigil oma kindlad nõuded. Enamikule kultuuridele on optimaalne mulla pH 6,2—7,2. Kõrgem või madalam pH võib mõjuda taimedele kahjulikult. Näiteks pH alla 5,5 on teraviljadele eriti ohtlik sel juhul, kui niiskele jahedale ilmale järgneb äkki soe kuiv ilm. Taliteraviljad muutuvad kollaselaiguliseks ning nende narmasjuurtel ei arene juurekarvu. Kui kahjustus ei ole veel liiga suur, aitab kultuuri pritsimine lubjapiimaga. Ka tugev leelisus võib taimi kahjustada. Tugevasti leelisese reaktsiooni korral muutuvad mikroelemendid mullas raskesti lahustuvaiks ja taimed ei suuda neid vajalikul hulgal omastada. Mulla reaktsioonist oleneb ka nakkushaiguste levik. Nii esineb happelistel muldadel rohkem seenhaigusi, eriti kapsanuutrit ja tõusmepõletikku, leelisestel ja neutraalsetel muldadel aga on ülekaalus bakterihaigused. (Tahvel I.)

Üheks sagedaseks taimede mittenakkushaiguste põhjuseks on

häired nende mineraalses toitumises. Taimede normaalseks arenguks ja kasvuks on vajalik kindel hulk makro- ja mikroelemente. Makroelementidest on taimedele vajalikud süsinik, hapnik, vesinik, lämmastik, fosfor, väävel, kaalium, magneesium ja raud, mikroelementidest vask, mangaan, molübdeen, boor, tsink ja mõned teised. Ühe või teise elemendi puudus või üleküllus kutsub esile taimede haigestumise. Sagedamini esineb toiteelementide puudust kui üleküllust, millest tulenevat nähtust nimetatakse puudushaiguseks. Puudushaiguse iseloom sõltub mulla omadustest ja temas sisalduvate toiteelementide vahekorrast. Boori- või mangaanipuuduse tagajärjel haigestub taim peamiselt karbonaat- või tugevasti lubjatud happelistel muldadel, rauapuuduse tagajärjel aga leelisestel muldadel, kus raud esineb raskesti omastataval kujul. Sama nähtust võib täheldada ka happelistel muldadel, kui sinna viiakse liiga suuri lahustuvate fosfaatide annuseid, mille tulemusena raud läheb üle raskesti omastatavaks raudfosfaatühendiks. Ühe või teise elemendi esinemine mullas raskesti omastatava keemilise ühendina on aga seesama mis antud elemendi puudus ja põhjustab taime kasvu aeglustumist. Vasepuudus annab end eriti tunda orgaaniliste ainete rikastel muldadel, leelisese reaktsiooni ja kõrge raudsulfaadisisaldusega turvasmuldadel. Happelistel muldadel võib esineda taimede haigestumist kaltsiumipuudusel. Suur lämmastiku- ja fosforisisaldus mullas intensiivistab taime haigestumist kaaliumipuudusel. Liiga suur kaaliumisisaldus aga alandab magneesiumi positiivset mõju taimedele ja, vastupidi, magneesiumi üleküllusel avaldub kaaliumipuudus. Mangaani esinemine mullas soodustab lämmastiku omastamist taimede poolt.

Taimede puudushaiguste tunnused sõltuvad teatud määral ka teistest kasvuprotsessi mõjutavatest teguritest: valgusest, temperatuurist ja veerežiimist, mis muudavad taime vajadust keemiliste elementide järele. Põhiliselt aga jäävad tüüpilised puudushaiguste tunnused samaks ka erinevates keskkonnatingimustes.

Puudushaiguste välistunnused ilmnevad eri taimeliikidel erinevalt, sest taimede reageerimine toiteelementides defitsiidile mullas oleneb nende bioloogilistest iseärasustest. Kui näiteks rukis reageerib kaaliumi puudumisele harva, siis kartul ja peet avaldavad samas mullas kaaliumipuuduse tunnuseid, mis ilmneb nende lehtede ülemisele pinnale tekkivates klorootilistes laikudes. Kaaliumväetiste kasutamisele reageerivad nad sellises mullas saagitõusuga. Taimi, mille välisilme järgi võib märgata ühe või teise elemendi puudumist mullas, nimetatakse indikaatoriteks. Lämmastikupuuduse puhul on indikaatoriks pea- ja lillkapsas; fosforipuuduse puhul kaalikas; kaaliumipuuduse puhul kartul, peet, lutsern, uba; rauapuudusel kartul, õunapuu, vaarikas; mangaanipuuduse puhul peet, kartul, kapsas ja oder; vasepuuduse

puhul oder, nisu, kaer, pirnipuu; molübdeenipuudusel lillkapsas ja salat. Samuti võib indikaatortaimede järgi kindlaks teha ka ühe või teise elemendi üleküllust mullas. Kapsa ja lutserni välisilme on indikaatoriks mangaani üleküllusele, suhkru- ja söödapeedi teatud välistunnused viitavad alumiiniumi ja mangaani üleküllusele mullas jne. Mikroelementide üleküllus mõjub taimedele toksiliselt.

Alati ei saa aga välistunnuste alusel kindlaks teha, missuguse puudushaigusega on antud juhul tegemist, sest sageli ilmnevad sarnased sümptoomid erinevatel põhjustel. Näiteks tekib kloroos küll rauapuuduse tagajärjel, kuid ta on peale selle omane veel paljudele teistele haigustele. Seepärast tuleb ühe või teise toiteelemendi puudust kindlaks teha vastavate analüüsimeetoditega.

Lämmastik võtab osa paljudest taime füsioloogilistest protsessidest. Selle puudumise üheks esimeseks tunnuseks on lehtede heledamaks või kollakasroheliseks muutumine, sest klorofülli teke on pärsitud. Taime kasv aeglustub, lehed jäävad normaalsest väiksemaks. Juurestik suureneb, võrreldes maapealsete osadega. Vegetatsiooniperiood lüheneb, taimed hakkavad varakult õitsema, kuid õisi on napilt. Sageli ei arene seemneid ega vilju. Taimede valgusisaldus langeb. Lämmastikupuudus pidurdab kartuli kasvu rohkem kui ükski teine põhiline toiteelement. Alaneb mugulasaak ja selle kvaliteet. Teraviljadel põhjustab lämmastikupuudus halba võrsumist. Pea- ja lillkapsal muutuvad alumised lehed tihti roosakaks või purpurpunaseks, nende pea jääb väikeseks. Karusmarja- ja sõstrapõõsaste lehed muutuvad kahvaturoheliseks, leheservadel tekib algul violetne, hiljem pruunikas vöönd, lehed varisevad enneaegselt. Maasikatel tekivad lämmastikupuuduse tagajärjel helepunased lehed. Lämmastikupuudust kõrvaldatakse lämmastikuväetiste andmisega, kusjuures tuleb vältida üledoseerimist. Lämmastiku üleküllusе tagajärjel järgnevad taimede esialgsele intensiivsele kasvule depressioon ja lehtede kahjustused. Lehed muutuvad tume- või sinakasroheliseks. Taimede areng aeglustub ja nende õitsemine ning viljade moodustumine hilineb. Teravilja, kaunvilja, lina jt. taimed lamanduvad sageli siis, kui lämmastikväetisi on antud liiga rikkalikult, sest taime koed on muutunud pehmeks ning kõrred ja varred pole küllalt vastupidavad tuulele ja vihmale. Taimed hakkavad kergesti mädanema ja muutuvad vastuvõtlikuks nakkushaigustele. (Tahvel II.)

Magneesium kuulub klorofülli koostisse ja võtab seega vahetult osa assimilatsioonist. Seetõttu takistab magneesiumipuudus klorofülli teket taimes. Magneesium on taimes liikuv. Kui nimetatud elementi on mullas vähe, juhitakse seda vanematest lehtedest nooremasse, intensiivselt kasvavatesse lehtedesse, mille magneesiumivajadus on suurem. Selle elemendi puudumise tüüpiliseks välistunnuseks on kollase mosaiigi tekkimine lehtedele.

Teraviljadel avaldub magneesiumipuudus kõigepealt vanematel lehtedel kollakate või valkjate triipude tekkimises kogu lehe pikkuse ulatuses ja varte punaseks muutumises. Eriti tundlik magneesiumipuuduse suhtes on kaer: ta muutub sel juhul juba varakult kollaseks. Ka kartuli alumised lehed muutuvad üleni või tipust ja äärtest kollakaks või heleroheliseks. Tubakataimed reageerivad magneesiumipuudusele umbes samuti: alumised lehed muutuvad kahvatukollaseks, isegi valkjaks, ainult leherood jäävad roheliseks. Paljudel taimedel kattub klorootiline kude lehelabal väikeste pruunide plekkidega. Magneesiumi sisaldavad mineraalväetised avaldavad soodsat mõju taime üldseisundile. Ilmselt takistavad magneesiumisoolad fosforhappe ühinemist raua ja alumiiniumiga raskesti lahustuvateks ühenditeks, sest nad moodustavad fosforhappega magneesiumfosfaadi, mis on kättesaadav taimedele ja mullabakteritele. Magneesiumipuuduse korral tuleb taimi pritsida pärast õitsemist 2—4 korda 2%-lise magneesiumsulfaadilahusega 10-päevaste vaheaegadega. Samuti võib anda magneesiumväetist mulla kaudu, arvestades 2—4 tsentnerit kaaliummagneesiumsulfaati või 4—10 tsentnerit põletatud dolomiidijahu hektari kohta. (Tahvel I.)

Fosfor võtab osa nukleoproteiidide moodustamisest ning esineb mõningates taimeraku aminohapetes ja proteiinides, samuti teatud ainevahetusprotsesse reguleerivates fermentides, vitamiinides ja hormoonides. Fosfori mitteküllaldasel esinemisel on taime areng normaalsest palju aeglasem ja juurestik areneb nõrgalt. Varte, lehtede ja seemnete kasv lakkab. Varred ja kõrred on haprad, sest nende mehaaniline kude areneb nõrgalt. Lehed rulluvad. Et klorofülli tekib liiga palju, on lehtede värvus intensiivselt tumeroheline. Hiljem tekivad neil punakad või punakasvioletsed laigud või leht muutub üleni purpurpunaseks. Ka vartel võivad esineda punased laigud. Nii näiteks on maasikatel üheks tüüpiliseks fosforipuuduse tunnuseks helepunaste lehtede tekkimine. Taimede õitsemine ja viljade moodustumine aeglustub tunduvalt. Fosforipuuduse all kannatavad taimed on üldiselt vastuvõtlikud nakkushaigustele. Fosforipuuduse kõrvaldamiseks antakse fosforväetisi. (Tahvel II.)

Kaalium võtab osa taime veerežiimi reguleerimisest, fotosünteesist ning valkude ja süsivesikute sünteesist. Seetõttu vajab taim kaaliumi võrdlemisi palju. Kaaliumipuudus esineb sageli liivastel muldadel. Väliselt on seda võrdlemisi raske kindlaks teha, sest kaaliumipuudus avaldub sageli hilisemates arenemisstaadiumides. Kaaliumipuuduse all kannatavate taimede ainevahetus on aeglane, mis ilmneb kasvu üldises kängumises. Taimekoed on pehmed. Juured hakkavad mädanema ja surevad juba enne vegetatsiooniperioodi lõppu. Paljudes kultuurides (kartul, teravili) langeb süsivesikute sisaldus. Kõrsteraviljad võrsuvad vähe, nende sõlmevahed on lühikesed ja lehed longus. Kapsal,

kurgil, tomatil, tubakal, õuna- ja ploomipuul on esimesteks kaaliumipuuduse välistunnusteks vanemate lehtede klorootiliseks muutumine, eriti äärtelt. Lõpuks võib kloroos haarata kogu lehepinna. Leheäärne kude muutub pruuniks ja hapraks. Üheks tüüpiliseks kaaliumipuuduse tunnuseks on leheservade ülalt alla keerdumine. Kõigile eespool loetletud sümptoomidele lisandub karusmarja- ja sõstrapõõsastel lehtede enneaegne varisemine. Kartul reageerib kaaliumi defitsiidile sellega, et lehed muutuvad tumeroheliseks, hiljem kollakaks või pronksivärviliseks. Lutsernil ja ristikul tekivad lehelabale väikesed valged täpikesed. Kaaliumipuudus põhjustab saagi vähenemist ja saagi kvaliteedi halvenemist. Samuti muutuvad taimed vastuvõtlikuks nakkushaigustele ja nende külmakindlus alaneb. Eriti on seda märgitud kartulil ja peedil. Agrokeemiaalases kirjanduses leidub andmeid naatriumisoolade, eriti keedusoola positiivsest mõjust taimedele. Keedusool, antuna mulda, tõstab tunduvalt kaaliumi omastamist taimede poolt. Marjapõõsaste kahjustuse ärahoidmiseks kaaliumipuuduse tagajärjel on soovitatav suurendada neile antavat orgaanilise väetise hulka ja kasutada kloorivabu kaaliummineraalväetisi (kaaliummagneesiumsulfaati, kaaliumsulfaati). (Tahvel III.)

V a s k, kuuludes taime fermentide koosseisu, mõjub katalüsaatorina ning soodustab klorofülliaparaadi kujunemist ja tegevust. Vasepuudus avaldub taime halvas kasvus. Lehed on kahvatud, lehetipud aga klorootilised. Eriti tundlikud vasepuuduse suhtes on nisu, oder, pirni- ja ploomipuu. Et vask tõstab paljude kultuuride haiguskindlust, muutuvad taimed selle elemendi nappuse tagajärjel vastuvõtlikuks nakkushaigustele. Vasepuuduse vältimisel annab häid tulemusi mulla külvieelne väetamine vasksulfaadiga (25 kg/ha) 4—5 aasta tagant. Vasepuuduse ilmnemisel tuleb pritsida taimi vasksulfaadi vesilahusega (80—150 g/ha 800 liitri vee kohta). Vaskväetisi kasutatakse peamiselt soomuldadel, vasevaestel ja neutraalse reaktsiooniga mineraalmuldadel. Eriti vajalikud on nad lubjatud vasevaestel muldadel. Vaskväetisena on kasutusel ka püriidiräbu, mida viiakse mulda sügisel iga 4—5 aasta järel üks kord happelistel muldadel, neutraalsetel ja karbonaatsetel muldadel 7—8 aasta järel arvestusega 3—5 ts/ha. (Tahvel IV.)

M a n g a a n mõjub katalüsaatorina ning soodustab taimede hingamist ja vitamiinide moodustumist. Mangaanipuuduse välistunnuseks on taime roheliste osade kloroos koos nekrootiliste laikudega. Et mangaan on hädavajalik taime kasvuks, põhjustab selle puudus kasvu mahajäämist ja saagi vähenemist. Seemnetekke on pärsitud või õitsemine jääb koguni ära. Kaeral ilmuvad lehtedele heledad, hiljem pruunikasvioletsed laigud ja triibud, taimedes kaob turgor. Tomatitel muutuvad kloroplastid kollakasroheliseks, vakuoolirikkaks, teraliseks ja lagunevad lõpuks. Palissaadrakud on väiksemad, lehed ja varred hapramad kui

nendel tomatitaimedel, mis ei kannata mangaanipuuduse all. Mangaanipuudus teeb taimed ka nakkushaigustele vastuvõtlikuks. Karusmarja- ja sõstrapõõsastel on mangaanipuuduse korral punakas vöönd leheservadel ja lehed varisevad enneaegselt. Mangaanväetised on efektiivsed neutraalsetel ja leelisestel muldadel. Mangaanipuuduse korral annab häid tulemusi taimede pritsimine mangaansulfaadi vesilahusega (200—300 g/ha lahustatult 300—400 liitris vees). Muldaviimiseks on efektiivne granuleeritud manganiseeritud superfosfaat (1—1,5% Mn arvestusega 2—3 ts/ha). (Tahvel IV, V.)

B o o r on hädavajalik taime üldiseks kasvuks ja juurte arenemiseks. Booripuudusel juured känguvad, võrsed surevad ja varred muutuvad hapraks; õite moodustumine on pärsitud või nad varisevad maha; liblikõielistel kultuuridel ei moodustu mügarbaktereid, peedil tekib booripuudusel südamikukuivmädanik, linal bakterioos. Tubakal muutuvad lehetipud mustaks ja hakkavad mädanema; tomatitaimedel tumenevad tipud, viljad jäävad kiduraks ja neil tekivad pruunid täpid. Lillkapsale tekivad tumedad laigud, mille kohalt pea hakkab niiskete ilmade korral kergesti mädanema; varres tekib tühik. Õunad ei arene booripuuduse tagajärjel, on sageli ebaloomulikku kujuga ja nende lihas tekivad rohekad laigud. Boor seotakse kiiresti taimekudede poolt ja teda ei juhita enam pärast seda ühest taimeorganist teise. Booripuudus ilmneb sageli leelisese reaktsiooniga ja lubjatud happelistel muldadel. Selle kõrvaldamiseks tuleb anda mulda boorväetisi — boormagneesiumi, boordatoliiti või boorsuperfosfaati. Boormagneesiumi arvestatakse 20—80 kg hektari kohta. Boordatoliit viiakse mulda enne külvi kas eraldi või koos mineraalväetistega. Boordatoliiti antakse nisu ja odra puhul 40 kg/ha, seemneristiku ja lutserni puhul 15—20 kg/ha, maisi, herne, oa ja suhkrupeedi puhul 60 kg/ha ning lina puhul 20—30 kg/ha. Boorsuperfosfaati antakse mulda järgmiselt: nisule ja odrale 60 kg/ha, maisile, hernele, oale, seemneristikule, lutsernile ja suhkrupeedile 80—100 kg/ha hajusalt või 40—50 kg/ha ritta ning linale 40 kg/ha. Häid tulemusi booripuuduse kõrvaldamisel annab ka taimede pritsimine 0,5—1%-lise boormagneesiumi-, 0,1—0,3%-lise booraksi- või 0,01—0,03%-lise boorhappelahusega (M. Školniku järgi 0,02%-lise boorhappelahusega). (Tahvel IV, VI.)

T s i n k on taime arenemiseks vajalik element. Esimesi tähelepanekuid tsingipuuduse kui haiguse kohta tehti 1903. aastal Kalifornias õunapuudel ja tsitruskultuuridel. Tsingipuuduse tagajärjel jääb taim kasvus maha ja lehtede kuju muutub, samuti jäävad nad väikeseks. Tsingi defitsiidi suhtes on eriti tundlikud viljapuud, mais ja tomat. Nimetatud elemendi puudumise üheks tüüpiliseks tunnuseks õunapuul on terminaalrosettide tekkimine noortel okstel ja nõrk kloroos lehtedel. Tsitruselistel

aga muutuvad lehed kirjuks, palissaadrakud pikenevad, plastiidid on väikesed ja neid esineb vähe. Tsingipuudust saab kõrvaldada tsinksulfaadiga väetamise teel (20 kg/ha). Õunapuudele piisab tsingitud naela löömisest tüvesse. (Tahvel V.)

Molübdeen on vajalik taimede normaalseks kasvuks ja arenguks ning lämmastiku omastamiseks. Eriti nõudlikud on molübdeeni suhtes liblikõielised taimed, sest molübdeen mõjub soodsalt mügarbakterite arengule. Molübdeenpuudusele reageerivad tugevasti ka lutsern ja lillkapsas, viimane ei moodusta sel juhul üldse pead. Molübdeenipuuduse tunnusteks on taimede kahvatu värvus klorofüllisisalduse vähenemise tõttu ja kängunud kasv. Lehed venivad ebaloomulikult pikaks. Molübdeenipuuduse kõrvaldamiseks kasutatakse molübdeenväetisi, peamiselt happelistel mineraal- ja soomuldadel. Molübdeniseeritud superfosfaat viiakse mulda kombineeritud külvimasinaga koos seemnega arvestusega 50 kg/ha. Häid tulemusi annab külvise pritsimine ammooniummolübdaadiga: 2—4 liitrit lahust 1 ts kohta (20—30 g/ts) või taimede kasvuaegne pritsimine, võttes 300—400 liitrit lahust ha kohta (100—200 g/ha). Ka mulla lupjamine on efektiivne, sest molübdeenipuudusest tekkinud haigused esinevad peamiselt happelistel muldadel. (Tahvel VI.)

Raud võtab osa klorofülli tekkimisest ja fotosünteesist, samuti taime hapendus-taandusprotsessidest. Taim vajab rauda suhteliselt vähe, kuid selle puudumine kutsub esile ägedaid haigusnähte. Tüüpiliseks rauapuuduse tunnuseks on taime roheliste osade kollaseks või peaaegu valgeks muutumine häirete tõttu fermentatiivsetes protsessides. Rauapuudust saab kõrvaldada raudsulfaadi andmisega mulda või pritsimise teel taime lehtedele. (Tahvel VI.)

Kaltsiumi puudumine põhjustab häireid rakkude jagunemisprotsessis ning süsivesikute ja valkude ainevahetuses. Kaltsiumipuuduse välistunnuseks taimedel on nende heleroheline värvus ja lehe äärtest algavad koonekroosid, mis järjest suurenevad, kuni kogu leht hävib. Eriti kannatab rauapuuduse tagajärjel juurestik: juured muutuvad tumepruuniks ja lõpuks limaseks, kõrvaljuurte moodustumine lakkab. Sellega kaasneb taime üldine nõrgenemine ja kängumine. Kaltsiumi antakse taimedele lubiväetisena.

Väävel esineb raku aminohapetes ja võtab osa valkude moodustamisest. Paljudes taimedes, nagu sibulas, küüslaugus, rõikas, sinepis ja teistes ristõielistes kultuurides, leidub väävlit sisaldavaid ühendeid. Väävlipuudusel taime kasv lakkab, lehed muutuvad heleroheliseks või koguni valgeks. Seda esineb aga väga harva, sest mullas leidub väävlit küllaldaselt. Väävel esineb ammooniumsulfaadis, superfosfaadis ja kipsis, samuti põlevkivituhas. Seepärast on soovitatav kasutada põlevkivituhka väe-

tisena. Seoses sellega olgu mainitud, et näiteks põlevkivituhaga väetatud kartulil ei esine kuivlaiksust (O. Hallik, 1956).

Kloor kuulub paljudele taimedele vajalike mikroelementide hulka. Klooripuuduse tagajärjel paksenevad leherootsud ja võrsed, taim kuivab, viljad on väikesed ja kängunud. Kahjulikult mõjub ka kloori ülekülllus. Suure kloorisisaldusega mineraalväetiste kasutamisel näiteks esineb sõstra- ja karusmarjapõõsaste lehtede kuivamist ja enneaegset varisemist.

Mikroelementide tähtsuse kohta võib tuua järgmise väikese legendi, mis pärineb tegelikust elust. Uus-Meremaa päikesest kõrbenud karjamaadel leidus siin-seal tihedaid tumerohelisi rohukamaralaike. Kust need võisid siia tekkida? Läheduses asus rikka farmeri põld, mida pritsiti molübdeeni sisaldavate mikroväetistega. Farmeri põllutöölised aga kandsid saabastega molübdeenijälgi karjamaale. Ning neis kohtades kasvasidki keset kõrbenud ümbrust mahlakad rohelised rohulaigud.

Taimede mittenakkushaigusi võivad põhjustada ka iga liiki mehaanilised vigastused. Sellistele vigastustele järgneb taime ainevahetuse, eriti hingamise intensiivistumine. Taim kulutab rohkem orgaanilisi aineid, kui ta suudab moodustada assimilatsiooni teel, ja nõrgeneb. Pinnalised vigastused soodustavad ka bakterite ja seente sissetungimist taimekudedesse. Sügavamate haavandite ja vigastuste puhul kahjustatakse kattekoe all olevat juhtkude, mis takistab taime normaalset varustamist toitainetega ja seega tema kasvu. Rakkude intensiivse jagunemise teel moodustab taim haava äärtes uue koe — kalluse — haava kinnikasvamiseks. Nendele funktsioonidele kulutab taim palju orgaanilisi aineid. Sellises nõrgestatud seisundis on ta väga vastuvõtlik nakkushaigustele.

Mehaanilised vigastused võivad taimedel tekkida mitmel viisil, näiteks pärast tugevat tuult või tormi, rahet, külma (külmalõhed) jne. Viljapuuaedades võib tuul murda maha oksi, mille murdekohtade kaudu seened ja bakterid puusse tungivad, kutsudes esile ohtlikke haigusi. Tuulekahjustusi võib esineda ka põllul, kus nad põhjustavad teravilja lamandumist, mille tagajärjel taimed hakkavad sageli mädanema. Ka tugevad vihma- ja rahehood põhjustavad taimede lamandumist. Rahe mõjub eriti halvasti taime edasisele kasvule, sest kahjustatud lehtedes langeb assimilatsiooni intensiivsus. Rahe vigastab ka juhtkimpe, mis takistab toitainete liikumist taimes. Kõik see mõjub negatiivselt taime kasvule ja produktiivsusele. Rahe poolt kahjustatud lina näiteks annab madala kvaliteediga kiudu. Tugevate vihma- ja rahehoogude tekitatud mehaanilised vigastused soodustavad samuti taimede nakatumist seen- ja bakterhaigustesse.

Peale eespool loetletud tegurite võivad ka kahjurid, eriti aga naksurlaste vastsed, «traatussid», esile kutsuda taimede vigastusi. Väga sageli tekitatakse viimaseid taimede hooldamistöödel ja

juurviljade koristamisel. Vigastatud mugulad ja juurikad säilivad halvasti ületalve ja on soodsaks pinnaseks mädanikele; viimastest tabatud mugulad ja juurikad on nakkusallikaks tervetele mugulatele ja juurikatele. Taimede hooldamisel ja saagi koristamisel tuleb võimalikult vältida nende mehaanilisi vigastusi. Viljapuudele on kahjulik liiga sügav mullaharimine, sest nende külgmised juured asetsevad mullapinna läheduses, mistõttu neid võib kergesti vigastada. Juurte mehaanilised vigastused põhjustavad nende mädanemist. Mehaaniliste vigastuste suhtes on eriti tundlikud õuna- ja kirsipuu, mis reageerivad taolistele vigastustele kasvu mahajäämisega ja saagi langusega.

Mehaaniliste vigastuste suhtes on noored taimed eriti tundlikud, sest nad ei toitu enam seemnete või mugulate varuainetest, vaid iseseisvalt assimilatsiooni ja mullast toitainete hankimise teel. Selles faasis mõjuvad mehaanilised vigastused koguni surmavalt. Samuti on taimed väga õrnad varuainete kogumise ja juurestiku kindlustamise perioodil. Kui aga juurestik on juba tugevam ja taimel on palju lehti, pole kahjustused enam nii suured, sest taim suudab kahjustatud osi võrdlemisi kiiresti taastada. Soodsate välisfaktorite esinemisel saab taim sellistest kahjustustest võrdlemisi ruttu üle. Kui aga ilmastik on kuiv, närbuvad vigastatud taimed väga kiiresti, sest nende transpiratsioon ja hingamine on intensiivsemad kui tervetel taimedel.

Mittenakkushaiguste rühma kuuluvad ka taimede keemilised kahjustused. Keemilised kahjustused tekivad taimede pritsimisel mürkkemikaalide lahustega vales kontsentratsioonis või koguses, samuti ka herbitsiidide, eriti 2,4-D butüülestri ebaõigel kasutamisel. Keemilised kahjustused avalduvad lehepõletuste, lehtede enneaegse varisemise ning mitmesuguste laikude ja täppide tekkimise näol. Üheks tunnuseks on ka korkkoe moodustumine viljadel. Peale valesti kasutatud fungitsiidide ja herbitsiidide vigastavad taimi ka ebaõigetes kogustes või mittesobival ajal antud orgaanilised ja mineraalväetised. Näiteks kasvuaegne väetamine mineraalväetiste ja virtsaga võib põhjustada marjapõõsaste ja teiste kultuuride lehtede põletusi. Seepärast tuleb taimede keemiliste kahjustuste vältimiseks rangelt kinni pidada vastavatest eeskirjadest ja reeglitest nii taimede fungitsiididega pritsimisel kui ka herbitsiidide kasutamisel ja väetamisel.

Mittenakkushaiguste ärahoidmiseks või nende kahjustuse vähendamiseks tuleb profülaktilisi võtteid õigesti rakendada. Neist on esikohal ratsionaalne agrotehnika, mis tagab taimede hea arenemise ja kasvu ning muudab nad vastupidavamaks ebasoodsate keskkonnatingimuste mõjule.

TAIMEDE NAKKUSHAIGUSED

Saprofütism ja parasitism

Nakkushaigusi tekitavad taimi ründavad patogeensed mikroorganismid: seened, bakterid ja viirused. Nakkushaigused kanduvad üle haigetelt taimedelt tervetele. Seened ja fütopatogeensed bakterid suudavad toituda ainult heterotroofselt, s. t. valmis orgaanilistest ainetest. Olenevalt sellest, millistest allikatest nad valmis orgaanilisi aineid hangivad, jagunevad heterotroofsed organismid saprofüütideks ja parasiitideks. Saprofüüdid toituvad surnud orgaanilistest ainetest, mida nad saavad kas mullast (näiteks mullaseened, bakterid) taimejäänustelt või põllumajandusproduktidelt (näiteks hallitusseened, saprofüütsed bakterid jt.). Parasiidid seevastu arenevad elusorganismide pinnal või sisemuses, hankides toitaineid mitte surnud, vaid elavatest rakkudest. Toitudes taime arvel, mida antud juhul nimetatakse peremeestaimeks, kutsuvad parasiidid temal esile mitmesuguseid nakkushaigusi.

Eristatakse fakultatiivseid ja obligaatseid saprofüüte ja parasiite. Üheks peamiseks fakultatiivsete saprofüütide tunnuseks on nende võime läbida kogu arengutsükkel koos uue põlvkonna moodustamisega mitte ainult surnud, vaid ka elavatel taimekudedel. Obligaatsed saprofüüdid seevastu on kohastunud ainult surnud substraadiga. Fakultatiivsed parasiidid arenevad elusatel taimedel, kuid lõpetavad oma arengutsükli nende poolt surmatud kudedel, andmata uut põlvkonda. Fakultatiivsed parasiidid võivad aga toituda ka toidujäätmetest või elutseda ajutiselt saprofüütidena mullas. Obligaatsed parasiidid toituvad eranditult peremeestaime assimilaatidest, kusjuures parasiidi eritised ei surma taime enneaegselt, vaid alles patoloogilise protsessi lõpus. Liigi säilitamiseks ja ebasoodsate välistingimuste üleelamiseks moodustavad parasiidid puhkestaadiume, mis kindlustavad nende arengut järgneval vegetatsiooniperioodil.

Parasitism (kreeka keelest: «sitos» — leib ja «para» — lähedal) on looduses väga laialt levinud. See on keeruline nähtus, mis kujunes liikide evolutsiooniprotsessis saprofütismist. Saprofüüdid, mis algul elutsesid ainult surnud kudedel, läksid järk-järgult üle poolsaprofüütsele eluviisile. See oli võimalik selle tõttu, et neis arenes omadus eritada toksiine ja fermente elavate rakkude ründamiseks. Tänu sellele omadusele läksid saprofüüdid üle surnud kudedelt surevatele ja hiljem ka elusatele kudedele. Aja jooksul kinnistus see kasulikuks osutunud

omadus ka antud liigi järglastes. Parasiitsete iseärasuste arenemisega redutseerus rida saprofüütsele eluviisile omaseid tunnuseid. Nii näiteks vähenes parasitismile üleläinud seentel fermentide valik võrreldes saprofüütidega, bakterid kaotasid eoste moodustamise võime jne. Sedamööda kuidas arenesid ja fikseerusid uute liikide ja vormide parasiitsed omadused, toimus ka nende kitsas spetsialisatsioon teatud taimesugukondadele, perekondadele või üksikutele liikidele ja nende piirides vormidele ja sortidele. Mõnel juhul võib aga täheldada seente evolutsiooniprotsessis vastupidist nähtust — arengut parasitismilt saprofütismile (perekonnad *Septoria*, *Rhabdospora* jt.).

Parasitismi erinähuna võib teatud määral vaadelda s ü m b i o o s i — kahe organismi kooselu, milles kumbki ei kahjusta teist. Sageli on sümbioosi üheks komponendiks bakter või seen. Tüüpiliseks näiteks on liblikõieliste ja nende juurtel arenevate mügarbakterite kooslus. Mügarbakterid fikseerivad õhulämmastikku ja annavad selle ümbertöötatud kujul taimedele edasi. Lõpuks aga mügarbakterid lahustuvad ja sarnastatakse taime juurte poolt. Kõrgemate taimede ja seente sümbiootilised suhted avalduvad mükoriisas (kreeka keelest: «mykos» — seen ja «rhiza» — juur). Mükoriisaks nimetatakse seene elutegevuse seost kõrgema taime juurtega. Selle nähtuse avastas 1881. aastal poola teadlane F. Kamenski ja seda kinnitas 1885. aastal oma uurimistega saksa teadlane A. Frank. Mükoriisat on leitud peaaegu kõikidel kõrgematel taimedel. Seen saab taimelt süsivesikuid ning varustab taime vee ja mineraalsooladega, mõningatel juhtudel ka lämmastikuühenditega, vitamiinidega (B_1, s. o. tiamiiniga) ja kasvuainetega. Seentega sümbioosis olevate taimede kasv ja areng on palju jõulisem kui mükoriisata taimedel. Seda illustreerib ilmekalt tabel nr. 2.

Tabel 2

Mükoriisa mõju tamme seemiku arengule
(H. Lobanovi järgi)

Taime arengu näitajad	Mükoriisaga	Mükoriisata
Maapealse osa kõrgus (cm)	35,5	17,5
Maapealse osa kaal (g)	17,0	3,1
Juurte kaal (g)	11,0	4,5
Lehtede arv	42	12
Üldine lehtede pindala (cm^2)	591,0	98,0

Mükoriisa on etendanud tähtsat osa nii kõrgemate taimede kui ka seente evolutsioonis. Kirjanduse andmetel kuulub 90% maakera taimedest ilmse ja 10% varjatud sümbiotroofse toitumistüübi alla. Kuid mükoriisa ei kanna puhtsümbiootilist ise-

loomu. Algul võtab seen vastu eritisi taimejuurtest, hiljem aga, tunginud juure sisemusse, hakkab seal parasiteerima. Lõpuks sarnastatakse seenehüüfid kõrgema taime poolt.

Fütopatogeensete mikroorganismide omadustest

Fütopatogeensed mikroorganismid suudavad esile kutsuda nakkust nende ainevahetuse spetsiifika tõttu, mis võimaldab neil ületada peremeestaime kaitsereaktsioone, tungida tema kudedesse ja rakkudesse ning assimileerida seal esinevaid toitaineid.

Fütopatogeensete mikroorganismide tähtsamateks omadusteks on agressiivsus, patogeensus (virulentsus) ja toksilisus.

Agressiivsus on mikroorganismi võime luua peremeestaimega parasiitseid suhteid ja säilitada neid, s. t. kutsuda esile teises organismis nakkust. Olenevalt keskkonnatingimustest, eriti aga kliimateguritest, võib agressiivsus rohkem või vähem muutuda.

Patogeensus tähendab mikroorganismi omadust tekitada taimes patoloogilisi protsesse, vastu panna taime kaitsereaktsioonidele ning paljuneda ja areneda taimekudedes. Patogeensus võib samuti muutuda sõltuvalt välistingimustest, peremeestaime bioloogilistest iseärasustest ning haigusetekitaja arenemisstaadiumist, tema füsioloogilistest rassidest, biotüüpidest ja vormidest. Mida suurem on antud mikroorganismi patogeensus, seda rohkem kahjustab ta taime. Patogeensusega sarnane mõiste on virulentsus (ladina keelest: «virulentu» — mürk). Sageli kasutatakse mõistet «virulentsus» ka laiemas mõttes haigusetekitaja üldise parasitaarse aktiivsuse kohta. Sel juhul haarab virulentsus parasiidi agressiivsuse koos peremeestaime reaktsiooniga.

Toksilisus (kreeka keelest: «toksikon» — mürk) on parasiidi võime eritada aineid, mis mõjuvad mürgiselt taimekudedele ja nende funktsioonidele. Tehakse vahet ekso- ja endotoksiinide vahel. Eksotoksiinid eritatakse vahetult nende tekkimisel peremeestaime kudedesse. Endotoksiinid aga kuuluvad parasiidi rakkude ja kudede keemilisse koostisse, kuhjuvad seal ning satuvad alles pärast parasiidi rakkude hävimist taimekudedesse. Toksiinide hulka arvatakse ka peremeestaime eritised, mis tekivad tema ainevahetuse häirete tõttu haigusetekitaja mõjul. Toksiinide koostisse kuuluvad valkude laguproduktid, nagu amiinid, ammoniaak, kusihape jt. Nii sisaldavad näiteks roosteliste ja hallitusseente toksiinid suurel hulgal ammoniaaki. Peale selle leidub seente eritistes alkoholi ja

aldehüüde, atsetooni ja orgaanilisi happeid — oblik-, sidrun-, õun-, piimhapet jt. Mõningad toksiinid kujutavad endast fermente või fermentidele lähedasi ühendeid. Paljud fütopatogeensed bakterid moodustavad fermenti protopektinaas, mis lahustab taime mehaanilist kudet, kutsudes sellega esile märgmädanikke.

Protopektinaasi moodustavad näiteks bakterid *Erwinia carotovora*, *Xanthomonas campestris*, *Pseudomonas lachrymans*, *Xanthomonas phaseoli* jt. Kõikidest fermentidest on protopektinaas bakterite hulgas kõige enam levinud ja seda tema võime tõttu matsereerida taimekudesid, mis soodustab bakterite sissetungimist taimesse. Protopektinaas määrab sageli ka antud bakterioosi patoloogilist protsessi ja järelikult ka haiguse välissümptoome.

Fakultatiivsete parasiitide toksiinid sisaldavad fermente hüdrolaaside ja esteraaside rühmast, invertaasi, inulaasi, amülaasi jt. Teatud haigusetekitajate toksiinides on kindlaks tehtud ka peroksüdaasi, katalaasi ja polüfenooloksüdaasi. Obligaatsete parasiitide toksiinid sisaldavad palju vähem fermente kui fakultatiivsete vormide toksiinid. Samuti on mikroorganismide eritistes leitud kasvustimulaatoreid. Vähitekitajad seeneliigid produtseerivad kasvuainet auksiini, seen *Gibberella fujikuroi* — giberelliini jt.

Taimede nakatamise protsess koosneb viiest etapist.

1) Parasiidi vahetu kontakt taimega on nakkuse toimetuleku peamiseks eelduseks ja ühtlasi selle esimeseks etapiks. Mainitud protsess ei ole spetsiifiline, sest haigusetekitaja võib sattuda keskkonda, milles ta ei suuda areneda. Antud juhul nakkust ei toimu.

2) Nakatamisprotsessi teiseks etapiks on seene eoste idanemine, bakterid tungivad aga vahetult taime kudedesse. Eoste idanemine idumõiguks toimub vihma- või kastetilgas, nn. «infektsioonitilgas». Nakatumisel on väga oluline nakkusalgme hulk ehk koormus, mis satub taime pinnale. Mida rohkem seal esineb seente eoseid või baktereid, seda intensiivsem on ka nakkus. See on seletatav asjaoluga, et suur hulk eoseid või baktereid eritab ka rohkem toksiine ja fermente ja ületab sellega kergemini taime kaitsereaktsioone, kui seda suudaksid üksikud eosed või bakterid.

Tabel 3

Seos nakkusalgme suuruse ja nisu nakatumise vahel kõvanõesse (E. Gešele järgi)

Ligikaudne nõgieoste arv ühe nisutera kohta	Nakatatud taimede % sortidel	
	'Redit'	'Ukrainka'
100	0	0,7
500	0	6,0
20 000	0,8	82,2
60 000	4,2	98,6

Olenevalt kõrrenõe eoste arvust ühe nisutera kohta suureneb samuti haigete taimede protsent põllul. Vastavad katsed näitasid, et kui nakkusalgme koormuseks oli 228 eost, oli nakatatud 1,1%, 2299 eose puhul 3,9% ja 20839 eose puhul 20,2% taimedest (V. Uljaništšev, 1949).

3) Kolmandaks etapiks nakatamisprotsessis on parasiidi tungimine taimesse. See võib toimuda järgmiselt.

1. Haavandite kaudu. Piisab juba mikroskoopilistest vigastustest või kriimustustest, et võimaldada mikroorganismide sissepääsu taimesse. Selliste vigastuste kaudu tungivad peremeestaimesse paljud seened, bakterid ja viirused.

2. Taime õhulõhede, lõvede, nektaariumide, pooride ja sigimike kaudu. Läbi õhulõhede tungivad lehtedesse roosteliste idumõigud, jahukastelised ja paljud bakterite liigid. Lehesoonte bakterioosi tekitaja satub kapsataimesse pooride kaudu, nisulendnõe tekitaja aga tungib sigimikku õite kaudu. Paljud haigusetekitajad võivad tungida taimesse nii haavandite kui ka loomulike avade kaudu, teised seevastu ainult läbi loomulike avade, näiteks roostelised.

3. Vahetult läbi kutiikula. Selline taimesse tungimise viis on iseloomulik parasiitidele, mille fermendid mõjuvad lahustavalt kattekoele, näiteks jahukastelised, roostelised (kandeosed), teisseened jt.

4) Neljandaks etapiks on seene mütseeli levik, iminappade moodustamine või bakterite paljunemine taime kudedes. See protsess toimub ainult antud haigusele vastuvõtlike taimede kudedes ja on seetõttu täiesti spetsiifiline. Sellel etapil avaldub haigusetekitajate aktiivne elutegevus. Nad mõjutavad taimerakke oma toksiinide ja fermentidega, lahustavad rakuseinu ja omastavad taimerakkudes esinevaid ühendeid.

5) Nakatamisprotsessi viiendaks, s. o. viimaseks etapiks on vastavate haigustunnuste ilmumine peremeestaimel.

Ajavahemikku parasiidi sissetungist taimekudedesse kuni esimeste haigustunnuste ilmumiseni nimetatakse *inkubatsiooniperioodiks*. Inkubatsiooniperioodi kestus sõltub haigusetekitaja bioloogilistest iseärasustest, peremeestaime haiguskindluse või vastuvõtlikkuse astmest, taime arengufaasist ja keskkonnatingimustest. Mida lühem on inkubatsiooniperiood, seda rohkem põlvkondi annavad seened ja bakterid vegetatsiooniperioodil ja seda intensiivsemalt levib haigus. Pikema inkubatsiooniperioodi esinemisel leiab aset vastupidine nähtus. Haiguskindlamatel sortidel on parasiidi inkubatsooniperiood pikem kui vastuvõtlikel sortidel.

Kirjeldatud etappidel on parasiidi elutegevuse vastu suunatud taime spetsiifilised kaitsereaktsioonid, mis määravad viimase haiguskindluse või vastuvõtlikkuse astme.

Taimede nakatamisel patogeensete mikroorganismide poolt

etendab tähtsat osa haigusetekitajate spetsialisatsioon. Eristatakse kitsa ja laia spetsialisatsiooniga parasiite: monofaage ja polüfaage. Monofaagid nakatavad taimi ainult ühe perekonna või isegi liigi piirides. Näiteks kõvanõe tekitaja *Tilletia caries* esineb ainult perekonna *Triticum* mõnedel liikidel, pahknõe tekitaja *Ustilago maydis* ainult maisil ja rukki-kõrrenõe tekitaja *Urocystis occulta* ainult rukkil; bakteri *Pseudomonas lachrymans* teatud vormid parasiteerivad ainult kurgil (*f. cucumis*), teised aga ainult melonil (*f. melonis*) jne. Polüfaagid jagunevad omakorda järgmiselt: ühed parasiteerivad erinevate perekondade liikidel ühe või mõne sugukonna piirides, teised nakatavad taimi kõige erinevamatest, isegi kaugetes sugulussuhetes olevatest sugukondadest. Esimeste hulka kuuluvad näiteks tungaltera tekitaja *Claviceps purpurea*, mis nakatab eranditult *Gramineae* ja *Cyperaceae* sugukonna esindajaid, *Xanthomonas campestris*, mis on spetsialiseerunud vaid *Cruciferae* sugukonna taimedele jne. Polüfaagide teise rühma kuuluvad näiteks valgemädaniku tekitaja *Sclerotinia libertiana*, hahkhallituse tekitaja *Botrytis cinerea*, juurevähi tekitaja *Pseudomonas tumefaciens*, kapsa, tomati, porgandi jt. kultuuride märgmädaniku põhjustaja *Erwinia carotovora* jt. *Xanthomonas heterocea* esineb 28 taimeliigil erinevatest sugukondadest, eespool nimetatud *Pseudomonas tumefaciens* aga nakatab koguni taimi 39 sugukonda kuuluvast 66 perekonnast.

Teatud parasiitide liigid kujutavad endast populatsioone, mis koosnevad bioloogiliselt spetsialiseerunud vormidest — rassidest ja biotüüpidest. Selle omaduse avastas seentel ameerika fütopatoloog E. Stakman 1917. aastal. Füsioloogilised rassid parasiteerivad ainult kindlatel sortidel. Nende koosseis on erinevatel geograafilistel territooriumidel erinev olenevalt kasvatatavatest sortidest. Füsioloogilised rassid erinevad omavahel nii virulentsuse kui ka spetsialisatsiooni poolest. Rassid jagunevad biotüüpideks, mis omakorda erinevad põhirassist. Rasse ja biotüüpe moodustavad seened, õisparasiidid ja viirused. Käesoleval ajal tuntakse rasse järgmistel seeneliikidel: *Synchytrium endobioticum*, *Phytophthora infestans*, *Erysiphe graminis*, *Ustilago hordei*, *Ustilago avenae*, *Tilletia caries*, *Tilletia levis*, *Puccinia graminis*, *Puccinia triticina*, *Puccinia coronifera*, *Helminthosporium gramineum*, *Helminthosporium sativum*, *Endostigme cinerascens*; õisparasiitidest soomukal ja võõrikul. Ka bakteritel esinevad liigi piirides tüved. Need erinevad omavahel bakterraku suuruse, virulentsuse, kolooniate iseloomu jm. poolest. Näiteks on liikidel *Erwinia amylovora* ja *Pseudomonas tumefaciens* avastatud üksteisest seroloogiliselt erinevad tüved.

Suure arvu füsioloogiliste rasside ja biotüüpidega parasiitide liikidel on lai levikuala kogu maakeral. Füsioloogiliste rasside koosseis ei ole ühtlane, vaid muutub pidevalt. See on tingitud

uute rasside tekkimisest, samuti ühtede rasside kiirest paljunemisest ning teiste depressioonist või kadumisest.

Bioloogilisi vorme, füsioloogilisi rasse ja biotüüpe märgitakse järgmiselt: bioloogiline vorm — *forma* (*f.*), *varietes* (*v.*), füsioloogiline rass — sellele antud vastava tähe või arvuga, biotüüp — tähega pärast rassi nimetust. Näiteks: *Puccinia graminis f. tritici* 15 B. See tähendab, et antud juhul on tegemist nisul esineva kõrrerooste vormiga, tema 15. rassiga ja bitüübiga B. On ka liike, millel tuntakse ainult füsioloogilisi rasse, biotüübid aga puuduvad ja, vastupidi, selliseid, millel on kindlaks tehtud ainult vormid, aga mitte rassid.

Uute füsioloogiliste rasside tekkimine on üheks põhjuseks, miks haiguskindlad sordid kaotavad aja jooksul oma resistentsuse vastava haiguse suhtes. Nii põhjustavad kõrrerooste tekitaja *Puccinia graminis*'e füsioloogilised rassid ja biotüübid teraviljasortide roostekindluse vähenemist kogu maailmas. Sama on kehtiv ka nisu-pruunrooste tekitaja *Puccinia triticina* kohta. On avastatud kaera-kroonrooste tekitaja *Puccinia coronifera* uus agressiivne rass. Varem arvati, et kartuliväik *Synchytrium endobioticum* ei moodusta füsioloogilisi rasse. Praegu aga tuntakse ainuüksi Lääne-Euroopas juba seitset *Synchytrium endobioticum*'i rassi. Kartuli-lehemädaniku tekitajal *Phytophthora infestans*'il on seni avastatud kolmteist rassi.

Uued rassid võivad tekkida kas hübridisatsiooni ja mutatsiooni teel või parasiidi vahetul adaptsioonil (kohastumisel) uute sortidega. Hübridisatsiooni teel tekivad rassid neil liikidel, millel esineb suguline protsess, näiteks roostelistel. Et nende suguline protsess toimub vaheperemeestaimel arenevas kevadeosjärgus, tekivad uued rassid vaheperemeestaimel või selle läheduses kasvavatel kõrrelistel. Ka nõgiliste füsioloogilised rassid tekivad hübridisatsiooni teel, kusjuures see võib toimuda mitte ainult nõgiliste üksikute füsioloogiliste rasside, vaid koguni erinevate liikide vahel, ühel ja samal või erinevatel taimedel. Nii on saadud hübriide *Tilletia caries* × *Tilletia levis*, *Ustilago avenae* × *Ustilago levis* jt. Õunapuu-kärntõve tekitaja *Endostigme cinerascens* füsioloogilised rassid moodustuvad samuti hübridisatsiooni teel.

Paljudel seentel, millel puudub suguline protsess, kujunevad füsioloogilised rassid vegetatiivselt, näiteks aedoa-kaunakõrbuse tekitajal *Colletotrichum lindemuthianum* (34 rassi) jt. Kuid ka sugulise paljunemisega liikidel võivad rassid moodustuda suguta staadiumis. Näiteks seen *Puccinia triticina* areneb peamiselt suvieoste, s. t. suguta staadiumis, kuid tal esineb enam kui sada erinevat füsioloogilist rassi. *Phytophthora infestans* moodustab väga harva oospoore (sugulist staadiumi), arenedes põhiliselt vegetatiivses faasis, kuid tal on avastatud terve rida füsioloogilisi rasse. Seda nähtust võib seletada sellega, et seen adapteerub peremeestaimega, selle uute sortidega. Parasiidi kohastumisprot-

sessis on suur osatähtsus keskkonnatingimustel. Ühelt poolt võivad välisfaktorid mõjuda ebasoodsalt peremeestaimele, nõrgestades selle vastupanuvõimet haigustele, või olla nii soodsad parasiidi arengule, et see moodustab suve jooksul mitu põlvkonda, mis omakorda stimuleerib uute rasside tekkimist.

Üheks füsioloogiliste rasside moodustumise viisiks on ka mutatsioon. Mutatsioonide teke on võimalik keskkonnatingimuste või tugevatoimeliste faktorite (kemikaalide, antibiootikumide, ultraviolettkiirte jm.) mõjul. Selliselt on tekkinud näiteks *Ustilago maydis*, *Helminthosporium sativum* jt. füsioloogilised rassid. Õunapuu-kärntõve tekitaja konidiaalse staadiumi *Fusicladium dendriticum* mõjutamisel klooretüleeniga, samuti ultraviolettkiirtega ilmusid erinevate morfoloogiliste ja biokeemiliste omadustega ning koguni erineva patogeensusega mutandid.

VI peatükk

SEENED TAIMEHAIGUSTE TEKITAJAINA

Seente tekitatud taimehaigused — mükoosid — on arvukuse ja esinemissageduse poolest teiste haiguste hulgas esikohal. Käesoleval ajal maailmas tuntud 25 000 taimehaigusest on valdav enamus seentest põhjustatud. Saksa teadlaste H. Brauni ja E. Riehmi andmeil (1945. a.) oli Kesk-Euroopas taimehaiguste tekitajate suhe järgmine: 162 tähtsamast haigusest olid 135 mükoosid (83%), 15 viroosid (9%) ja 12 bakterioosid (7%).

Enamik seeneliike on mandrifloora esindajad ja ainult 2% neist on veeasukad. Seened esinevad looduses peaaegu kõikjal. Ühes bakterite ja kiirikseentega kuuluvad nad levinumate mullaorganismide hulka ja nende biokeemiline osatähtsus mullatekkeprotsessis on üsna suur.* Seened elutsevad nii happelistes kui ka leelisestes muldades eostena ja seeneniidistikuna. Regeneratsioonivõimeliste eoste või mütseeliosakeste arv ühes grammis mullas kõigub paarikümnest tuhandest kuni 200 000-ni. Mullaviljakuse seisukohalt on paljud mikroseened väärtuslikud, eriti huumust moodustavad ja tselluloosi lagundavad *Aspergillus*'e liigid. Viimased on kohanenud nõrgalt happeliste kuni neutraalsete muldadega. Viljakad looduslikud mullad on rikkad seente poolest, sisaldades palju liike. Ka väheviljakates muldades, nagu

---

* Kuna mullas elutsevatel seentel on nii otsene kui ka kaudne seos taimehaiguste tekkimise ja mullaviljakusega, käsitletakse neid siinkohal mõnevõrra ulatuslikumalt.

nõmme- ja metsamuldades, leidub hulgaliselt seeni. Kuid seal esineb ainult väheseid liike, peamiselt selliseid, mis on kohanenud happeliste muldadega, näiteks mõned *Mucor*'i liigid. Viljakatel muldadel kasvavad taimed on enamasti resistentsemad haiguste suhtes. Seda võib osaliselt seletada rikkaliku mikrofloora olemasoluga mullas, mis hävitab kiiresti taimejäänused ja koos sellega ka nakkusallikad. Huumusvaestes ja mikroorganismide poolest vaestes muldades, milles taimejäätmed säilivad kaua, arenevad fütopatogeensed seened aga takistamatult.

Seente floora liigilist koosseisu mullas on seni veel vähe uuritud. Olemasolevate andmete kohaselt moodustavad perekonna *Penicillium* liigid kuni 60% mullas esinevatest seentest. *Penicillium nigricans*, *Trichoderma lignorum* ja *Rhizopus nigricans* esinevad peaaegu kõikides muldades (V. Lasting, 1958). Mullas on laialt levinud ka pärmseened *Torula*, *Mycotorula* jt. perekondadest. Kõik mainitud liigid on võimelised produtseerima vitamiine ja biootilisi aineid. Eriti intensiivselt arenevad nad avitaminoosses keskkonnas. Paljud mullas elutsevad seened eritavad kasulikke antibiootilisi aineid, mis suruvad maha patogeensete mikroorganismide arengut. 1929. aastal eraldas inglise teadlane A. Fleming seenest *Penicillium notatum* antibiootilist ainet penitsilliini. Sellest ajast peale algasid uute antibiootiliste ainete otsingud, mille tulemusena avastati paljusid antibootikume, mida tänapäeva meditsiinis laialt kasutatakse. Teatud seente ainevahetuses tekkinud antibiootilisi aineid rakendatakse ka võitluses taimehaiguste vastu. Nii on võimalik pidurdada noorte kapsataimede nakatamist seene *Rhizoctonia solani* poolt mõningate hallitusseente, nagu *Trichoderma viridis* jt. metabolismis tekkinud ainetega. *Trichoderma lignorum*'i eritised takistavad nisuidandite nakatumist triiptõvesse ja fusarioosi. Häid tulemusi on saadud ka heintaimedel *Pythium debaryanum*'ist põhjustatud juuremädaniku tõrjel hallitusseene *Penicillium expansum* ekstraktiga, mis sisaldab antibiootikumi ekspansiini.

Nimetatud väärtuslike liikide kõrval esineb aga mullas ka selliseid seeni, nn. «inhibiitoreid», mis oma ainevahetusproduktidega pärsivad taimede kasvu ja arengut. Toksiliste ainete tootjatest mullas on tähtsal kohal *Fusarium*'i perekonna esindajad. Nende poolt eritatavaid aineid on saadud keemiliselt puhtal kujul, näiteks lateritiini — $C_6H_{46}O_7N_2$, avenatseiini — $C_{25}H_{44}O_7N_2$, fruktigeniini — $C_{26}H_{44}O_7N_2$, sambutsiniini — $C_{24}H_{42}O_7N_2$ jt. V. Bilai kirjeldab *Fusarium*'i perekonna mitmeid tüvesid, mis avaldavad kahjulikku mõju rukki-, kaera- ja odraseemnete idanevusele ning idude arenemisele. Uurimised on näidanud, et *Fusarium oxysporum* ja *Fusarium moniliforme* eritavad fusariinhapet, mis mõjub toksiliselt taimerakkudele, põhjustades peremeestaime närbumist.

Ka nn. mullaväsimuse üheks põhjuseks on seente metabolis-

mis eritatud toksiliste ainete mõju teatud kultuuridele. Nii kutsuvad linaväsimust esile mullas arenevad seened *Fusarium* sp., *Thielaviopsis basicola*, *Cladosporium herbarum* ja peale nende mitmed *Alternaria* ja *Macrosporium*'i liigid. Väga toksiliste omadustega on seened *Pythium*'i perekonnast, näiteks *Pythium debaryanum*, mille eritised pärsivad taime juurestiku arengut. Palju toksilisi seeni kuulub ka perekondadesse *Penicillium* ja *Trichoderma*. Eriti toksilised on vähekultiveeritud leetunud mullad. Muldade lupjamine ja sõnnikuga väetamine vähendab tunduvalt niihästi mullaväsimust põhjustavate seente üldhulka kui ka toksiliste ainete kuhjumist.

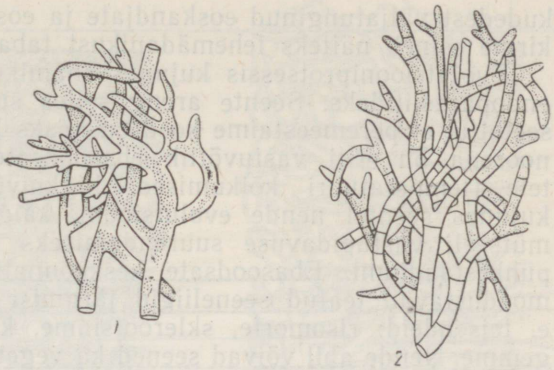
SEENTE EHITUS JA ELUTEGEVUS

Seened (*Mycota*, *Mycophyta* e. *Fungi*) on heterotroofsed organismid, mis kuuluvad alamate taimede hulka. Seente iseärasuseks on klorofülli puudumine, mistõttu nad suudavad toituda ainult valmis orgaanilistest ainetest. Nende teiseks iseärasuseks on seeneniidistiku ehk mütseeli olemasolu, mis suurendab nende vegetatiivkeha pinda. Seente vegetatiivkeha kujutab endast hargnevate seeneniitide ehk hüüfide põimikut. Mõnedel seeneliikidel on mütseel värvitu, teistel aga, olenevalt liigist, substraadist ja east, pruun või koguni must. Kõige primitiivsematel seenelaadsetel organismidel — limaseentel — seeneniidistik puudub. Selle aset täidab kestata limatombuke, nn. limastik ehk plasmoodium. Osal seentel on seeneniidid vaheseinteta, mistõttu mütseeli võib vaadelda kui ühtainsat paljude tuumadega rakku. Selline mütseel on omane seentele, mis oma arengu poolest asuvad evolutsiooni seisukohast madalamal tasemel. Enamikul seentel aga on seeneniidid vaheseintega, mistõttu nende mütseel on hulkrakuline. Mütseeli ehitus on üks olulisi tunnuseid, mille alusel eristatakse nn. alamaid ja kõrgemaid seeni.

Seente hüüfid on kaetud põhiliselt tselluloosist või kitiinist koosneva kestaga. Hüüfi seinad on keemiliste ja füüsikaliste omaduste poolest enamasti tugevamad ja püsivamad kui kõrgemate taimede rakukestad. Seente rakud sisaldavad ühe või mitme tuumaga teralist protoplasmat ning varuainetena rasva ja glükogeeni. Peale selle leidub rakumahlas pigmente, süsivesikuid ja fermente. Rakukest on kas värvusetu või tume, millest oleneb ka mütseeli värvus.

Eluviisi järgi jagunevad taimehaigusi tekitavad ehk fütopatogeensed seened 1) ekto- (ekso-) ja 2) endogeenseteks organismideks.

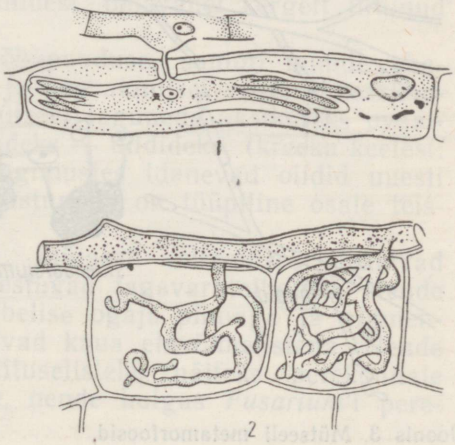
Ektoparasiitide mütseel asub taime pinnal (lehtedel või vartel), moodustades seal õrna valge, hiljem tumedaks muutuva kirme (jahukastelised). Mütseel kinnitub taime pinnale



Joonis 1. Mütseel: *1* — üherakuline; *2* — hulkrakuline.

vastavate organitega — apressoritega. Toitu võtavad endale ektoparasiidid iminappade (imikute) — haustorite abil, mis tungivad taime epidermise rakkudesse, seal mõnikord harunedes. Nii apressorid kui ka haustorid kujutavad endast seenehüüfi teisendeid.

Endoparasiitide mütseel areneb taimekudedes. Osa neist elutseb rakkudevahelises ruumis, intratsellulaarselt (roostelised ja ebajahukastelised), osa aga rakkudes, intertsellulaarselt (kõik parasiidid, mille vegetatiivkeha esineb limastikuna, näiteks kartulivähi tekitaja *Synchytrium endobioticum*, kapsanuutri tekitaja *Plasmodiophora brassicae* jt.). Endoparasiidid toituvad taimemahladest kas kogu hüüfi pinnaga osmootse rõhu abil või iminappadega, mis tungivad peremeestaime rakkudesse. Ka endoparasiidid moodustavad nakatatud taime pinnal sageli õrna valge kirme. See koosneb aga taime-



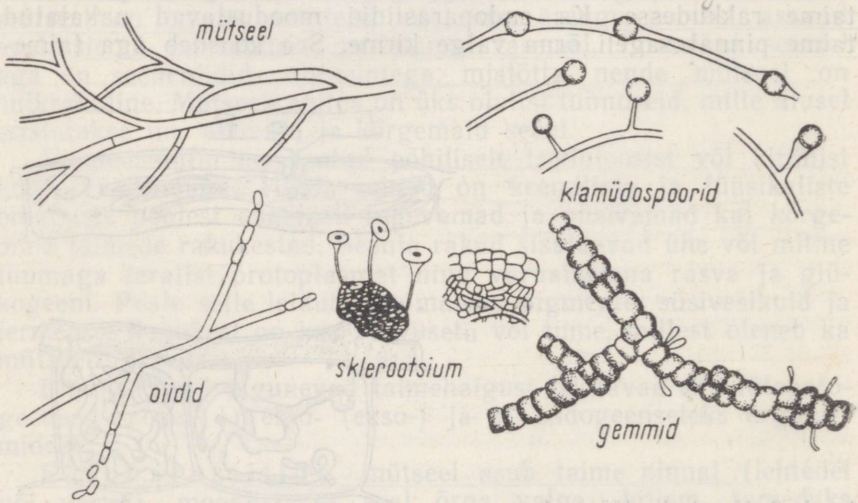
Joonis 2. Haustorite tüüpe: *1* — *Erysiphe*; *2* — *Peronospora*.

kudedest väljatunginud eoskandjate ja eoste kogumikust. Taoline kirme esineb näiteks lehemädanikust tabandunud kartulilehtedel.

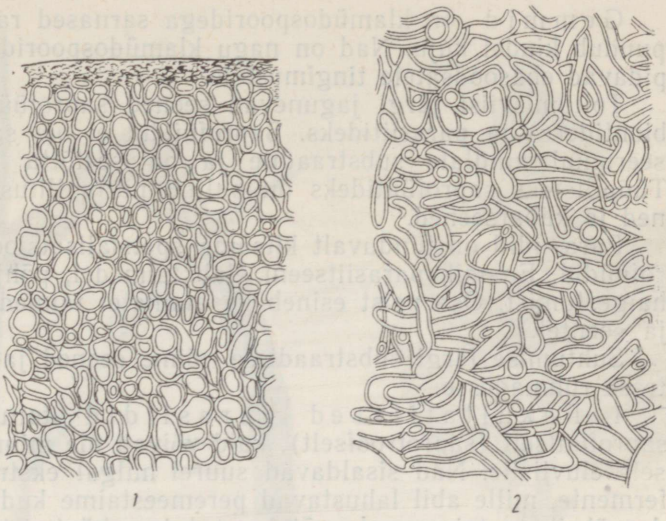
Evolutsiooniprotsessis kujunes enamik fütopatogeenseid seeni endoparasiitideks. Seente areng selles suunas oli neile kasulik seetõttu, et peremeestaime koed on heaks kaitseks mütseelile, mis noorena on eriti vastuvõtlik ebasoodsatele keskkonnatingimustele (temperatuuri kõikumised, liigkuivus jne.). Peale selle kujunes seentel nende evolutsiooni käigus veel üks omadus mütseeli vastupidavuse suurendamiseks — võime üle minna puhkestaadiumi. Ebasoodsate keskkonnatingimuste üleelamiseks moodustavad teatud seeneliigid järgmisi mütseeli metamorfoose e. teisendeid: risomorfe, sklerootsiume, klamüdospoore, oiide ja gemme. Nende abil võivad seened ka vegetatiivselt paljuneda.

Risomorfid (seenenöörid) on paksud hargnenud tumepruunid nööritaolised moodustised, mis koosnevad paralleelselt paiknevatest paksuseinalistest tumepruunidest hüüfidest moodustatud väliskestast ja selle sisemuses asuvatest õhukeseseinalistest värvuseta hüüfide kogumikust. Risomorfid on väga vastupidavad ebasoodsatele keskkonnatingimustele. Normaalsete tingimuste taastumisel tekib risomorfidest uuesti nakatamisvõimeline seeneniidistik. Risomorfide moodustamine on tüüpiline mõnedele metsapuudel parasiteerivatele lehik- ja mittelehikseentele.

Sklerootsiumid (seenemügarad) on piklikud, ümmargused või ebakorrapärase kuju ja erineva suurusega tihedad seeneniitide põimikud. Nende väliskest on nagu risomorfidelgi tume, sisemine osa aga hele ja koosneb paraplektenhüümsetest või prosoplektenhüümsetest varuainetega täidetud rakkudest.



Joonis 3. Mütseeli metamorfoosid.



Joonis 4. Sklerootsiumi ehitus: *1* — paraplektenhüümne; *2* — prosoplektenhüümne.

Sklerootsiumid esinevad paljudel kott-, kand- ja teisseentel, näiteks *Claviceps purpurea*, *Sclerotinia libertiana*, *Sclerotinia trifoliorum* jt. Seen võib püsida sklerootsiumina 1—2 aastat, mõni liik (*Sclerotinia trifoliorum*) aga ka kauem, 5—6 aastat. Soodsate tingimuste taastumisel idaneb sklerootsium mütseeliks või moodustab viljakehasid vastavalt seenetüübile — lehtereoslaid (ketasseened) või askostroomat (*Claviceps purpurea*). Mõnes seeneperekonnas, näiteks perekonnas *Verticillium*, tekivad väga väikesed, nn. mikrosklerootsiumid. Neil ei ole kesta, vaid nad koosnevad väikestest pruunidest, omavahel kergelt liitunud rakkudest.

O i i d i d. Toitainete või õhupuuduse, samuti muude ebasoodsate tingimuste tagajärjel ja kasvatamisel vedelas keskkonnas võib teatud seeneliikide mütseel laguneda üksikuteks ovaalseteks õhukesekestalisteks rakkudeks — oiidideks, (kreeka keelest: «oon» — muna). Soodsates tingimustes idanevad oiidid uuesti seeneniidistikuks. Oiidide moodustumine on tüüpiline osale teisseentest.

K l a m ü d o s p o o r i d on mütseeli sisemuses tekkivad ümmargused rakud, milles ladestuvad tagavaratoitained. Nende paks tugev kest on sageli krobelise ogaja pinnaga ja pigmenteerunud. Klamüdospoorid säilivad kaua eluvõimelistena. Nende tekkimine on omane nutthallituselistele, näiteks perekonnale *Mucor* ja paljudele teisseentele, nende hulgas *Fusarium*'i perekonna esindajatele.

Gemmid on klamüdospooridega sarnased rakud, kuid neil puudub kindel kuju. Nad on nagu klamüdospooridki väga vastupidavad ebasoodsatele tingimustele.

Toitumisviisi järgi jagunevad seened saprofüütideks (saprobiontideks) ja parasiitideks. Saprofüüdid ei ole sageli spetsialiseerunud kindlale substraadile ja on seetõttu laialt levinud. Tüüpilisteks saprofüütideks on paljud nutthallituselised, teisseened ja kübarseened.

Parasiidid on tunduvalt kitsama spetsialisatsiooniga kui saprofüüdid. Enamik parasiitseeni elab taimedel, põhjustades nende haigestumist. Osa neist esineb ka alamatel taimedel — vetikatel ja seentel.

Suhtumise järgi substraadisse võime seened jaotada järgmistesse rühmadesse.

1. Fakultatiivsed parasiidid toituvad tavaliselt saprofüütselt (saprotroofselt), kuid võivad üle minna ka parasiitsele eluviisile. Nad sisaldavad suurel hulgal ekstratsellulaarseid fermente, mille abil lahustavad peremeestaime kudesid, põhjustades üksikute taimeosade või kogu taime hävimist. Nende hulka kuuluvad paljud liigid perekondadest *Botrytis*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Cladosporium* jt.

2. Fakultatiivsed saprofüüdid on parasiitse eluviisiga, kuid teatud arengufaasides lähevad üle saprofüütsele eluviisile. Tüüpiliseks näiteks on õunapuu-kärntõbe tekitav seen, mille konidiaalne staadium *Fusicladium dendriticum* parasiteerib õunapuu lehtedel, askostaadium *Endostigme cinerascens* areneb aga saprofüütselt mahavarisenud lehtedel.

Olenevalt iseärasustest fakultatiivsete saprofüütide fermentatiivses süsteemis on ka nende mõju peremeestaimele erinev. Enamasti põhjustavad nad kohalikku nakkust. Mõned kottseened moodustavad aga konidiaalses staadiumis (näiteks hernel parasiteeriv *Ascochyta pinodes*) peremeestaime kudedes difuusse mütseeli.

3. Obligaatsed parasiidid on ainult parasiitse eluviisiga. Saprofüütsetes tingimustes ei kasva nad looduslikel ega ka tavalistel kunstlikel substraatidel. Obligaatsed parasiidid on näiteks roostelised ja jahukastelised.

4. Obligaatsed saprofüüdid on ainult saprofüütse eluviisiga.

Seente, sealhulgas ka fütopatogeensete seente jaotamine bioloogilistesse gruppidesse on tinglik, sest nende vahel esineb rida üleminekuvorme isegi ühe perekonna piirides. Nii esinevad näiteks perekondades *Fusarium*, *Botrytis*, *Rhizopus* jt. üleminekuvormid alates saprofüüdist kuni fakultatiivse parasiidini.

Enamik fakultatiivseid parasiite on polüfaagid, nende peremeestaimede arv on väga suur. Obligaatsed parasiidid on seevastu üldiselt monofaagid, s. t. kitsalt spetsialiseerunud.



Tahvel V. **Mangaanipuuduse tunnused:** *1* — odral; *2* — kartulil.
Tsingipuuduse tunnused: *3* — õunapuul.



Tahvel VI. **Booripuuduse tunnused:** *1* — suhkrupeedil; *2* — lillkapsal.
Rauapuuduse tunnused: *3* — õunapuu lehel.
Molübdeenipuuduse tunnused: *4* — tomati lehtedel.



Tahvel VII. **Rukki-kõrrenõgi:** *1* — haige taim; *2* — teliospoorid; *3* — idanenud teliospoorid.
Rukki-leherooste: *4* — uredospoorid lehtedel; *5* — läbilõige uredopustulist; *6* — leht teliospooridega; *7* — läbilõige teliopustulist; *8* — karukeel etsiididega.



Tahvel VIII. **Tungaltera:** *1* — rukkil; *2* — idanenud sklerootsium; *3* — keraheinal.
Herne-laikpõletik: *4* — nakatatud kaun; *5* — nakatatud terad.
Nisu-kõvanõgi: *6* — haige nisupea; *7* — seene eosed.

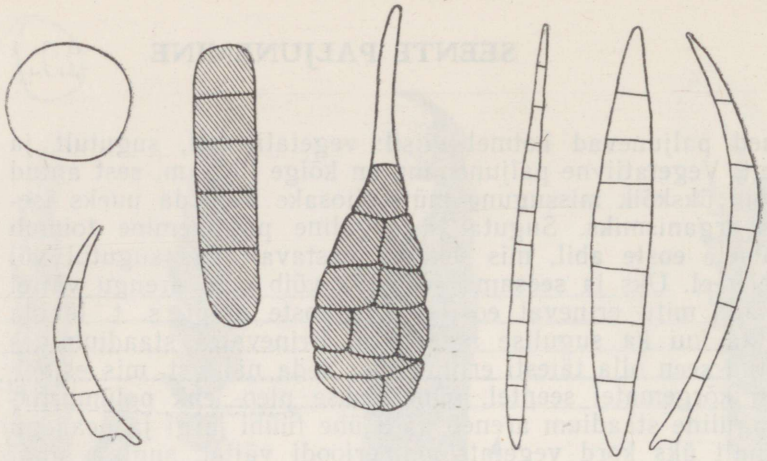
SEENTE PALJUNEMINE

Seened paljunevad kolmel viisil: vegetatiivselt, sugutult ja suguliselt. Vegetatiivne paljunemine on kõige lihtsam, sest antud juhul võib ükskõik missugune mütseeliosake areneda uueks iseseisvaks organismiks. Suguta ja suguline paljunemine toimub spetsiaalsete eoste abil, mis tekivad vastavalt kas sugutul või sugulisel teel. Üks ja seesama seeneliik võib oma arengu vältel moodustada mitu erinevat eosjärku ja eoste tüüpi, s. t. läbida nii suguta kui ka sugulise staadiumi. Erinevates staadiumides võib antud seen olla täiesti eriilmeline. Seda nähtust, mis esineb enamikul kõrgematel seentel, nimetatakse pleo- ehk polümorfismiks. Suguline staadium areneb alati ühe tüübi järgi ja peaaegu alati ainult üks kord vegetatsiooniperioodi vältel, suguta staadium võib aga olla mitmetüübiline ja moodustuda korduvalt ühe vegetatsiooniperioodi jooksul. Enamik seeni paljuneb ja levib suguta staadiumis, selles staadiumis parasiteerivad nad ka taimedel.

Vegetatiivne paljunemine toimub seeneniidistiku spetsialiseerumata või vähespetsialiseerunud osakeste abil või selle teisenditega — risomorfidega, sklerootsiumidega, klamüdospooridega, gemmidega ja oiididega. Sattunud sobivasse keskkonda, hakkavad nad edasi arenema ja moodustavad uut mütseeli. Üheks vegetatiivse paljunemise vormiks on ka pungumine, mis seisneb selles, et seeneniidi tipus, vahel ka külgedel tekib pung. Viimane kasvab järk-järgult algraku suuruseni ja eraldub lõpuks hüüfist iseseisva rakuna. Pungumise teel tekkivaid ümaraid või pikliikke rakke nimetatakse blastospoorideks. Pungumist võib täheldada paljudel seentel juhul, kui esineb selleks vajalik veetilk, tüüpiline on see aga pärmseentele.

Suguta paljunemise korral arenevad eoseid moodustavad organid vahetult mütseelil eelneva sugulise protsessita. Eosed tekivad kas ekso- või endogeenselt. Eksogeense tekke korral on tegemist lülieostega (koniididega), mis arenevad erilistel mütseeliharudel — eos-(koniidi)kandjatel. Endogeense tekke puhul arenevad eosed aga spetsiaalsetes organites — zoosporangiumides ja sporangiumides. Vastavalt sellele eristatakse rändeoseid (zoospoore) ja aplanospoore. Suguta paljunemine on seentel laialt levinud, põhjustades nende massilise esinemise vegetatsiooniperioodil.

Koniidide ehk lülieoste teke on omane kõrgematele seentele (eriti kott- ja teisseentele), kuid ka teatud alamatele seentele (osale vetikseentest). Koniidid moodustuvad kas koniidikandjatel või vahetult mütseeli pinnal ühekaupa või ahelatena. Valminult nöörduvad eosed eoskandjatelt. Olenevalt seeneliigist on eoskandjate ja eoste ehitus väga erinev. Eos-



Joonis 5. Koniidide tüübid.

kandjad võivad esineda taime pinnal hajusalt, moodustades õrna kirme (näiteks *Phytophthora infestans*, *Fusicladium dendriticum*), või padjanditena (*Colletotrichum lindemuthianum* jt.). Teatud seenerühmal — keraseoselistel — asuvad eoskandjad eristes moodustistes — pükniidides ehk algeoslates. Koniidikandjad on ühe-, kahe- või hulkrakulised ja sageli monopodiaalselt või dihhotoomselt hargnenud. Selline hargnemine kindlustab paljude eoste teket. Koniidid on kas ühe- või hulkrakulised; kujult võivad nad olla ovaalsed, kerajad, munajad, käävjad, tõlvjad, niitjad, silinderjad või kepikesetaolised. Värvuselt on koniidid hüaliinsed (läbipaistvad), oliivrohekad, pruunid ja ka teistsuguse värvusega.

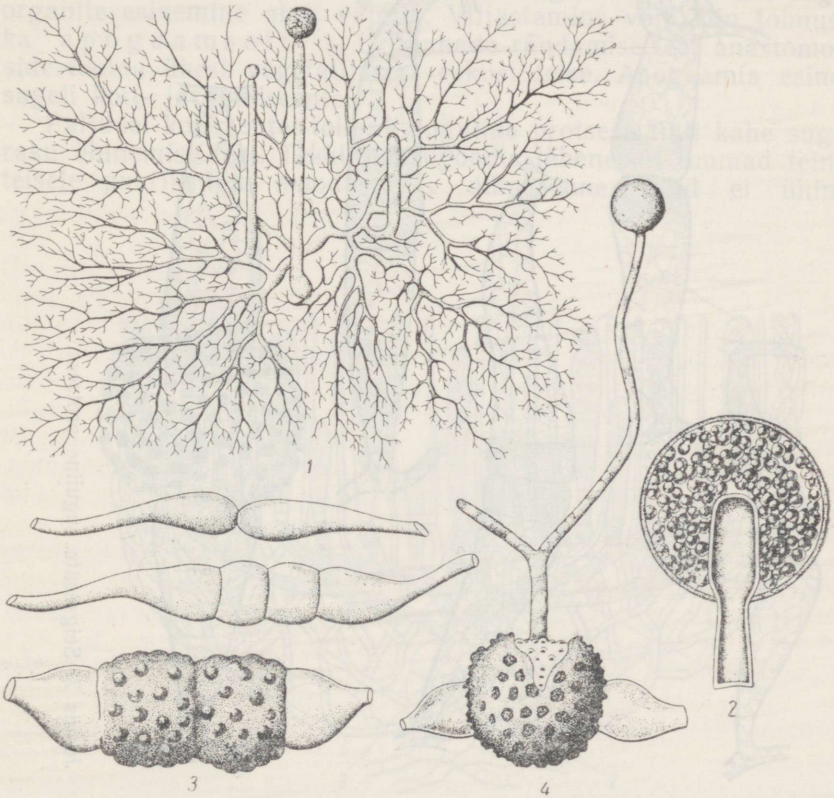
Zoospoorid ehk rändeosed tekivad zoosporangiumides (rändeospesades), kujutades endast ühe või kahe viburiga varustatud kestata protoplasmatombukesi. Tänu viburitele suudavad nad liikuda vees. Zoosporangiumid on kera- või munakujulised moodustised, mis on õhukese kestaga kaetud ja teralise protoplasmaga täidetud. Nende valmimisel lõigustub protoplasma üksikuteks tombukesteks — rändeosteks, mis väljuvad zoosporangiumis olevate avade kaudu.

Rändeoste abil paljunevad ainult alamad seened.

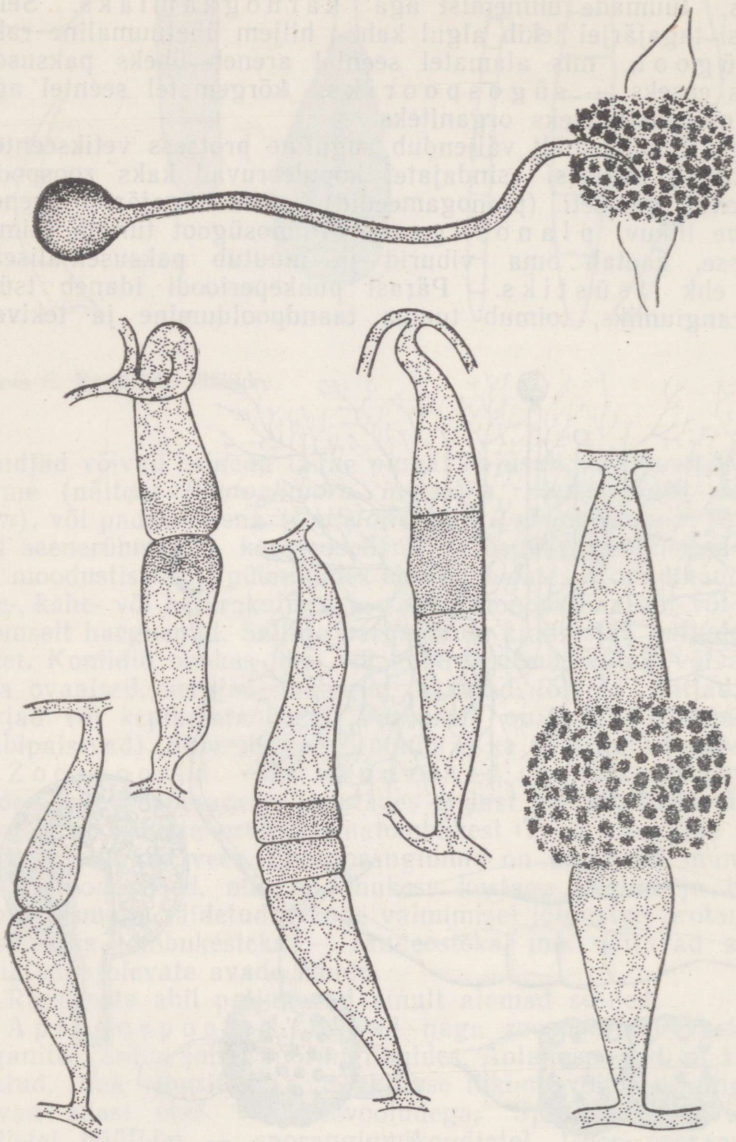
Aplanospoorid tekivad nagu zoospooridki vastavates organites, antud juhul sporangiumides. Aplanospoorid on kestaga kaetud, ilma viburiteta, s. t. aktiivse liikumisvõimeta, ning kanduvad edasi õhu- või veevooludega. Sporangiumid tekivad erilistel hüüfidel — sporangiumikandjatel. Ühes sporangiumis võib tekkida üks kuni mitusada aplanospoori, mis vabanevad sporangiumi kesta lagunemisel või lõhkemisel. Aplanospooridega paljunevad nutthallituselised.

Sugulise paljunemise aluseks on kahe suguraku, s. t. gameedi või gametangiumi protoplasma ja tuumade ühinemine. Protoplasma ühinemist nimetatakse plasmogaamiaks, tuumade ühinemist aga karüogaamiaks. Selle protsessi tagajärjel tekib algul kahe-, hiljem ühetuumaline rakk ehk sügoot, mis alamatel seentel areneb üheks paksuseinaliseks eoseks — sügospooriks, kõrgematel seentel aga eoseid moodustavateks organiteks.

Kõige tüüpilisemalt väljendub suguline protsess vetikseentel. Ürgseente alamklassi esindajatel kopuleeruvad kaks zoospoori meenutavat gameeti (planogameedid), mille tagajärjel areneb diploidne liikuv planosügoot. Planosügoot tungib taimekudedesse, kaotab oma viburid ja muutub paksuseinaliseks rakuks ehk tsüstiks. Pärast puhkeperioodi idaneb tsüst zoosporangiumiks, toimub tuuma taandpooldumine ja tekivad



Joonis 6. Sporangiumi ja sügospoori arenemine (*Mucor mucedo*): *1* — mütseel ja sporangiumid; *2* — sporangiumi arenemine; *3* — suguline protsess ja sügoodi arenemine; *4* — idanev sügoot.



Joonis 7. Seigseente suguline protsess.

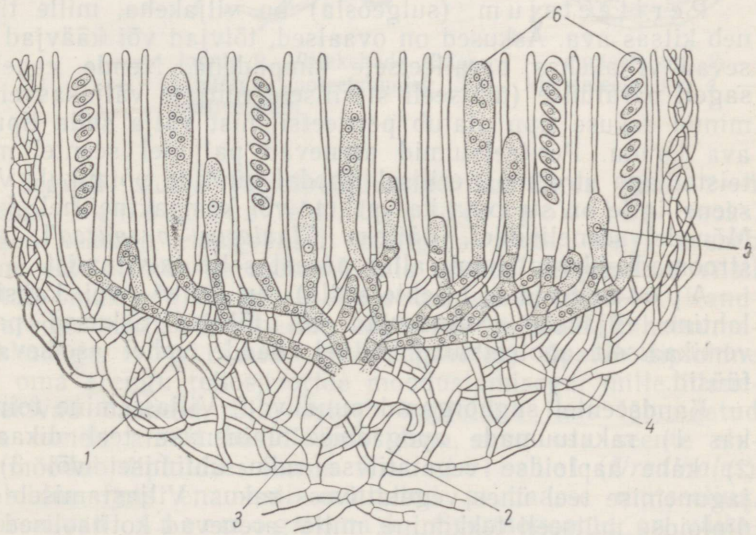
haploidsed zoospoorid. Seigseente alamklassile on sugulise paljunemise tüüpideks sügogaamia ja oogaamia. Sügogaamia puhul on tegemist kahe morfoloogiliselt sarnase suguraku ühinemisega. Selle tagajärjel tekib diploidne sügospoor. Pärast puhkeperioodi idaneb sügospoor sporangiumiks ja seen läheb üle haploidsesse faasi.

Munasseente alamklassis on suguliseks protsessiks oogaamia. Sel juhul viljastatakse liikumatu munarakk — oogoon — isasgameedi poolt. See toimub anteriidi, s. t. isassuguorgani sisu tungimisel läbi torujate väljakasvete oogooni, emassuguorganisse. Viljastamise tagajärjel tekib munaseos — oospoor.

Tsüstidele, sügospooridele ja oospooridele on ühisteks joonteks paks kest, puhkeperioodi läbimine ja mütseeliks idanemine või vahetult suguta paljunemise organite moodustamine.

Erinevalt alamatest seentest ei ole kõrgematele seentele suguorganite esinemine alati vajalik. Viljastamine võib siin toimuda ka apogaamselt, s. t. tuumade rändamise teel anastomooside kaudu ühest vegetatiivsest rakust teise. Apogaamia esineb sageli kott- ja kandseentel.

Paljudel kottseentel toimub suguline protsess tihti kahe suguraku ühinemise teel. Tekkinud sügoodis lähenevad tuumad teineteisele paarikaupa, moodustades dikaarüone, kuid ei ühine.



Joonis 8. Askuste ja viljakeha arenemine: *1* — steriilsed hüüfid; *2* — anteriid; *3* — arhikarp; *4* — askogeenne hüüf; *5* — algeline askus; *6* — askospooride teke.

Sügoot hakkab kasvama erisuundades, andes niitjaid väljakasveid — askogeenseid hüüfe. Askogeensete hüüfide tipus arenevad eoskotid ehk askused. Askuses toimub tuumade ühinemine — karüogaamia. Selle tagajärjel tekib diploidne kopulatsioonituum. Tuuma taandpooldumise teel arenevad endogeensed haploidsete tuumadega askospoorid, mis idanevad haploidseks mütseeliks. Tuumade faasidevahetus kottseentel on järgmine: askospooridest kuni plasmogaamia tekkimiseni kestab haploidne faas, plasmogaamiast kuni askospooride moodustumiseni aga diploidne faas. Seega on kottseente elutsüklis ülekaalus haploidne faas. Askuses tekkivaid askospoore on tavaliselt 8, mõnikord 16 või isegi rohkem, vahel aga ka ainult 2 või 4. Askospoorid on enamasti läbipaistvad ja sageli vaheseintega varustatud.

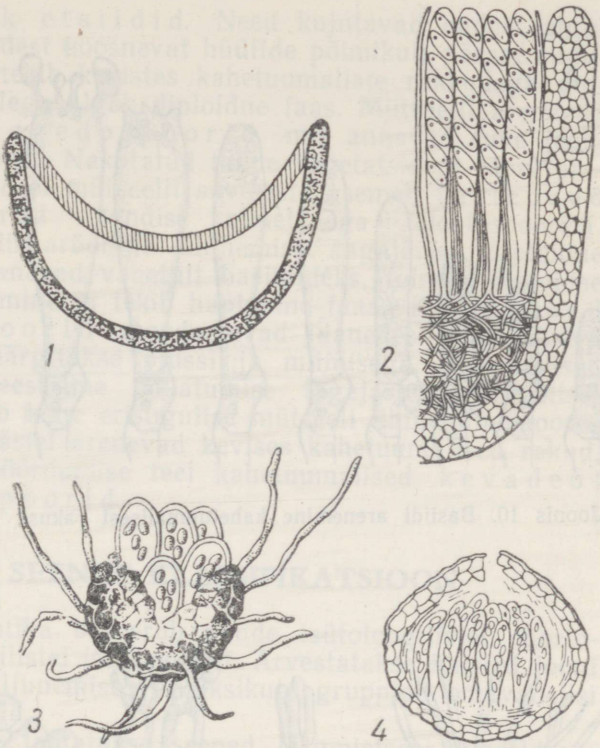
Olenevalt seeneliigist on askused kas ovaalsed (jahukastelistel), silinderjad (kivikott- ja ketasseentel) või tõlvjad (ketasseentel). Viljakehad koosnevad tihedast hüüfide põimikust moodustatud väliskestast ehk periidist ja sisemisest osast. Periid on sile või krobelise pinnaga, sageli tume. Sisemine osa koosneb heledast kohevast ebakoest. Viljakehade tüüpe on kolm: kleistoteetsium — peiteosla, periteetsium — sulgeosla ja apoteetsium — lehtereosla.

Kleistoteetsium (peiteosla) on suletud, ilma avata viljakeha. Askused on silinderjad või ovaalsed: asuvad paralleelsete kimpudena või hajusalt kleistoteetsiumis. Eosed vabanevad alles pärast kleistoteetsiumi lagunemist või lõhenemist.

Periteetsium (sulgeosla) on viljakeha, mille tipus esineb kitsas ava. Askused on ovaalsed, tõlvjad või käävjad ja asetsevad viljakehas paralleelsete kimpudena. Nende vahel leidub sageli parafüüse (mütseeli steriilseid niitjaid väljakasveid). Valminud askuse tipp ulatub periteetsiumist välja selle tipus oleva ava kaudu. Periteetsiumid arenevad paljudel seentel mütseelil, teistel aga stroomal, erilisel tihedal hüüfide põimikul. Vastavalt seeneliigile on strooma kas pehme või kompaktne, hele või tume. Mõnedel seeneliikidel, näiteks *Claviceps purpurea*'l, arenevad stroomad sklerootsiumil alles pärast selle talvitumist.

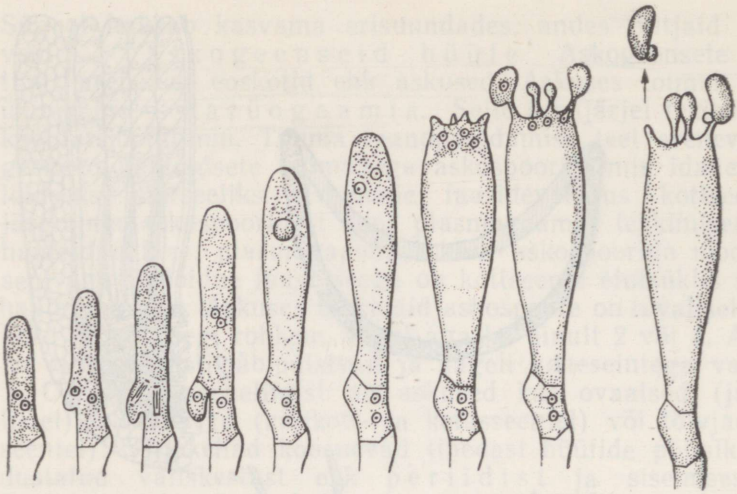
Apoteetsium (lehtereosla) on lehtri- või kausikujuline lahtine viljakeha. Silinderjad või tõlvjad askused paiknevad vertikaalselt apoteetsiumi pinnal, nende vahel asetsevad parafüüsid.

Kandseentel suguorganid puuduvad. Viljastamine toimub siin kas 1) rakutuumade apogaamse ühinemise teel dikaarüoniks, 2) kahe haploidse vegetatiivse raku ühtimisel või 3) tuuma jagunemise teel ühes vegetatiivses rakus. Viljastamisele järgneb diploidse mütseeli tekkimine, millel arenevad kotitaolised eoskannad — basiidid. Eoskanna tipus moodustub neli torujat väljakasvet — eostuge ehk sterigmat. Eoskannas ühinevad dikaarüoni tuumad üheks diploidseks kopulatsioonituumaks.

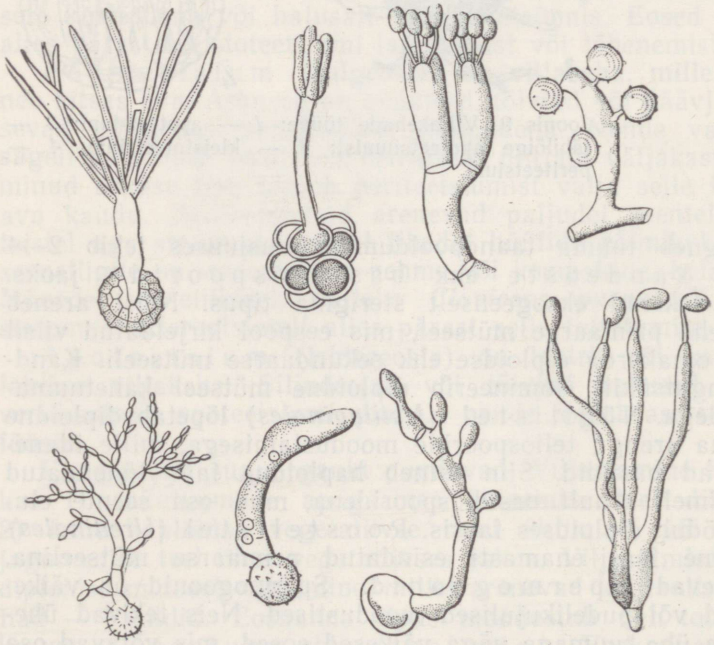


Joonis 9. Viljakehade tüüpe: *1* — apoteetsium; *2* — läbilõige apoteetsiumist; *3* — kleistoteetsium; *4* — periteetsium.

Sellele järgneb tuuma taandpooldumine, kusjuures tekib 2—4 tütartuuma kandeoste ehk basidiospooride jaoks. Kandeosed tekivad eksogeenselt sterigma tipus. Neist areneb haploidne ehk primaarne mütseel, mis eespool kirjeldatud viisil moodustab omakorda diploidse ehk sekundaarse mütseeli. Kandseente arengutsüklis domineerib diploidne mütseel kahetuumaliste rakkudega. Nõgilistel (*Ustilaginales*) lõpetab diploidne mütseel oma arengu teliospooride moodustamisega, mille idanemisel tekivad basiidid. Siin esineb haploidne faas lühendatud kujul ja nimelt ainult basidiospooridena, muu osa seente elutsüklist möödub diploidses faasis. Roostelistel (*Uredinales*) on haploidne faas enamasti esindatud primaarse mütseelina, millel arenevad spermogoonid. Spermogoonid on väikesed ümarad või pudelikujulised moodustised. Neis tekivad üherakulised ja ühe tuumaga väga väikesed eosed, mis võtavad osa seene viljastamisprotsessist. Samal haploidsel mütseelil arenevad



Joonis 10. Basiidi arenemine kahetuumalisest rakust.



Joonis 11. Basiidide tüübid.

ka kevised ehk etsiidid. Need kujutavad endast algul haploidsetest rakkudest koosnevat hüüfide põimikut; pärast sugulist protsessi aga tekib kevistes kahetuumaliste rakkudega diploidne mütseel, millega algab diploidne faas. Mütseelil arenevad suvieosed ehk uredospoorid, mis annavad suve jooksul mitu generatsiooni. Nakatatud taime vegetatsiooni lõpul arenevad samal diploidsel mütseelil suvieoste asemel talieosed ehk teliospoorid (endise nimetusega teleutospoorid). Talieostes tekib dikaarüonide ühinemise tagajärjel diploidne tuum. Talieosed idanevad vahetult basiidideks, toimub diploidse tuuma taandpooldumine ja tekib haploidne faas. Kandeosed ehk basidiospoorid moodustavad idanedes heterotalseid seeneniite, mida märgitakse plussi ja miinusega. Kui kevised tekivad vaheperemeestaime nakatumise tagajärjel erisuguliste kandeostega, toimub kahe erisugulise mütseeli ühinemine noores kevises. Selle tagajärjel arenevad kevises kahetuumalised rakud, milles eralduvad nöördumise teel kahetuumalised kevadeosed ehk etsiospoorid.

SEENTE KLASSIFIKATSIOON

Seente süstemaatika baseerub nende tsütoloogilistel, morfoliigilistel ja bioloogilistel iseärasustel. Arvestatakse ühiseid jooni seente sugulises paljunemises ja üksikute gruppide omavahelisi fülogeneetilisi suhteid.

Vastavalt sellele jaotatakse seened järgmistesse klassidesse ja rühma:

I klass: *Phycomycetes* — vetikseened,
II klass: *Ascomycetes* — kottseened,
III klass: *Basidiomycetes* — kandseened,
rühm: *Deuteromycetes* — (*Fungi imperfecti*) — teisseened.

Klass *Phycomycetes*

Sellesse klassi kuuluvad alamad seened. Mütseel neil kas puudub või on nõrgalt kuni hästi arenenud. Paljunemine toimub nii sugutult kui ka suguliselt.

1. alamklass: *Archimycetes* — ürgseened

Ürgseened on väga lihtsa ehitusega organismid. Ühtede liikide vegetatiivkeha koosneb vaid kestata protoplasmatombukesest, teistel on aga olemas algeline mütseel. Ürgseened paljunevad põhiliselt sugutul teel rändeostega, harva ka suguliselt puhkeeoste ehk tsüstidega. Viimased on ühtlasi talvitusorganiks. Teatud ürgseente liigid parasiteerivad vetikatel, teised kõrgematel taimedel.

Selts: *Chytridiales* — esiürgseenelised

Vegetatiivkeha esineb protoplasmatombukesena peremeestaime rakus, hiljem kattub kestaga ja areneb sporangiumiks või tsüstiks.

Sugukond *Olpidiaceae*. Peamiselt vetikate parasiidid. Taimehaigusi põhjustavad üksikud liigid: *Olpidium brassicae* (kapsa-mustjuur). *Olpidium trifolii* (kahjustab ristikut), *Olpidiaster radicis* (lina-juuremädanik).

Sugukond *Synchytriaceae*. Kõrgemate taimede parasiidid. Põhjustavad taimedel komusid: *Synchytrium endobioticum* (kartulivähk).

Selts: *Plasmodiophorales* — nuutrilised

Kõrgemate taimede obligaatsed endoparasiidid. Kutsuvad taimedel esile komusid, kärnasid ja pahkasid. Vegetatiivkeha esineb peremeestaime rakkudes väikeste protoplasmatombukestena, mis paljunevad jagunemise teel. Lõpuks liituvad tihedaks protoplasmamoodustiseks — plasmoodiumiks. Plasmoodium ei ole kestaga kaetud, kuid hiljem laguneb eosteks, millest igaüks on kestaga ümbritsetud. Sporangiume ja tsüste ei moodusta.

Sugukond *Plasmodiophoraceae* — nuutrilised. Tähtsamad taimehaiguste tekitajad selles sugukonnas on *Plasmodiophora brassicae* (kapsanuuter), *Spongospora subterranea* (kartulisüvikkärn).

2. alamklass: *Oomycetes* — munasseened

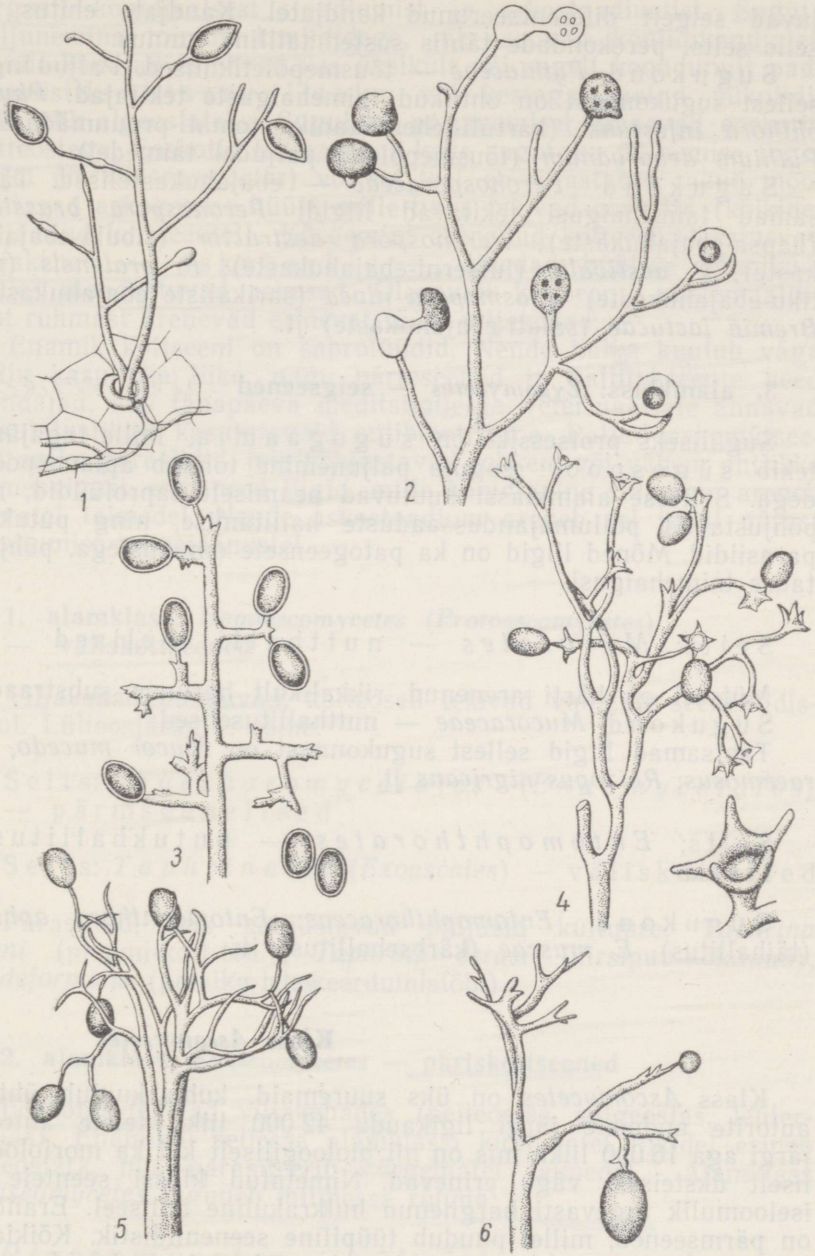
Munasseentel esineb hästi arenenud, rakkudeks jagunemata ja paljutuumaline mütseel. Suguliseks protsessiks on oogaamia, mille tagajärjel tekib munaseos — oospoor. Suguta paljunemine toimub tavaliselt kahe-, vahel ka üheviburiliste rändeostega. Munasseened on veesisese eluviisiga saprofüüdid või kõrgemate taimede parasiidid.

Selts: *Saprolegniales* — vesihallituselised

Enamasti veesisesed saprofüüdid taimsetel ja eriti loomsetel substraatidel. Teatud liigid põhjustavad taimedel tõusmepõletikke: *Aphanomyces cochlioides* (suhkrupeedil), *Aphanomyces levis* (peedil).

Selts: *Peronosporales* — ebajahukastelised

Siia kuuluvad valdavas enamuses parasiidid, mille mütseel areneb kõrgemate taimede rakkudes. Zoosporangiumid moodus-



Joonis 12. Ebajahukasteliste koniidikandjate tüübid: *1 — Phytophthora*; *2 — Pythium*; *3 — Plasmopara*; *4 — Bremia*; *5 — Peronospora*; *6 — Pseudoperonospora.*

tuvad selgelt diferentseerunud kandjatel. Kandjate ehitus on selle seltsi perekondade tähtis süstemaatiline tunnus.

Sugukond *Pythiaceae* — tõusmepõletikulised. Paljud liigid sellest sugukonnast on ohtlikud taimehaiguste tekitajad: *Phytophthora infestans* (kartuli-lehemädanik, tomati-pruunmädanik), *Pythium debaryanum* (tõusmepõletik paljudel taimedel).

Sugukond *Peronosporaceae* — ebajahukastelised. Tähtsamad taimehaigusi tekitavad liigid: *Peronospora brassicae* (kapsa-ebajahukaste), *Peronospora destructor* (sibula-ebajahukaste), *P. aestivalis* (lutserni-ebajahukaste), *P. pratensis* (ristiku-ebajahukaste) *Plasmopara nivea* (sarikaliste ebajahukaste), *Bremia lactucae* (salati-ebajahukaste) jt.

3. alamklass: *Zygomycetes* — seigseened

Suguliseks protsessiks on sügogaamia, mille tagajärjel tekib sügospoor: suguta paljunemine toimub aplanospooridega. Sellesse alamklassi kuuluvad peamiselt saprofüüdid, mis põhjustavad põllumajandussaaduste hallitamise, ning putukate parasiidid. Mõned liigid on ka patogeensete omadustega, põhjustades taimehaigusi.

Selts: *Mucorales* — nutthallituselised

Mütseel on hästi arenenud, rikkalikult harunev substraadis.
Sugukond *Mucoraceae* — nutthallituselised
Tähtsamad liigid sellest sugukonnast on *Mucor mucedo*, *M. racemosus*; *Rhizopus nigricans* jt.

Selts: *Entomophthorales* — putukhallituselised

Sugukond *Entomophthoraceae*: *Entomophthora aphidis* (täihallitus), *E. muscae* (kärbsehallitus) jt.

Klass *Ascomycetes*

Klass *Ascomycetes* on üks suuremaid, kuhu kuulub ühtede autorite andmete järgi ligikaudu 42 000 liiki, teiste autorite järgi aga 16 000 liiki, mis on nii bioloogiliselt kui ka morfoloogiliselt üksteisest väga erinevad. Nimetatud klassi seentele on iseloomulik tugevasti hargnenud hulkrakuline mütseel. Erandiks on pärmseened, millel puudub tüüpiline seeneniidistik. Kõikidele kottseentele on omane eoskottide ehk askuste esinemine, mis on nende põhiliseks paljunemisorganiks. Kottseente arengutsükkel on väga keerukas. Tüüpilisematel juhtudel koosneb see kahest

järgust: konidiaalsest staadiumist ja askostaadiumist. Suguta paljunemine toimub koniididega, mis asuvad koniidikandjatel. Koniidikandjad esinevad kas üksikult või sageli koondunult padjataolisteks *atservuliteks* või kestaga kaetud pükniidideks ehk algeoslateks. Sugulisel paljunemisel arenevad eoskotid kotteostega. Eoskotid tekivad kas kahe suguraku ühinemise tagajärjel (*Hemiascomycetes*) või sel teel, et viljastatud rakud moodustavad askogeense hüüfi, mille tipus tekivad eoskotid (kõikidel ülejäänud kottseentel). Kõrgemini arenenud kottseentel esinevad viljakehad — *askokarbid* —, tihedad hüüfide põimikud, milles moodustuvad askused. Olenevalt kottseente süstemaatilisest rühmast arenevad erinevat tüüpi viljakehad.

Enamik kottseeni on saprofüüdid. Nende hulka kuulub väga palju kasulikke liike, nagu pärmseened ja hallitusseente need esindajad, mis tänapäeva meditsiinile ja veterinaariale annavad laiaulatuslikult kasutatavaid antibiootikume. Paljud askomütseedid on ka parasiidid, mis põhjustavad rohkem või vähem ohtlikke taimehaigusi, eriti need liigid, mille konidiaalne staadium areneb elavatel taimedel. Nende askostaadium areneb sel juhul pärast talvitumist taimejäänustel.

1. alamklass: *Hemiascomycetes* (*Protoascomycetes*) — väliskottseened

Viljakehad puuduvad, kotteosed tekivad vahetult seeneniidistikul. Lülieosjärku ei esine.

Selts: *Saccharomycetales* (*Endomycetales*) — pärmseenelised

Selts: *Taphrinales* (*Exoascales*) — väliskotilised

Parasiidid, mis kahjustavad paljusid kultuure: *Taphrina pruni* (ploomi-kott-tõbi), *Taphrina cerasi* (kirsipuu-nõialuud), *T. deformans* (persiku-lehekeerdumistõbi).

2. alamklass: *Euascomycetes* — päriskottseened

Eoskotid tekivad viljakehades (peiteoslas, sulgeoslas, lehtereoslas). Enamikul sellesse alamklassi kuuluvatel liikidel esineb lülieosjärk, mis parasiteerib kõrgematel taimedel. Alamklass *Euascomycetes* jaguneb mitmesse rühma:

Plectomycetes — põimiskottseened

Eoskotid tekivad peiteoslates (kleistoteetsiumides).

Selts: *Eurotiales* (*Plectascales*) — põimiskottseenelised

Sugukond *Eurotiaceae*: *Eurotium* (konidiaalne staadium *Aspergillus*), *Thielavia basicola.*

Selts: *Myriangiales*

Sugukond *Elsinoëaceae*: *Elsinoë veneta* (konidiaalne staadium *Gloeosporium venetum* — vaarika-varrekõrbus).

Selts: *Erysiphales* — jahukastelised

Sellesse seltsi kuuluvad liigid on ohtlikud taimehaiguste tekitajad.

Sugukond: *Erysiphaceae: Erysiphe communis* (jahukaste ristikul, lutsernil, lupiinil, hernel, kapsal); *Erysiphe graminis* (kõrreliste jahukaste); *Sphaerotheca mors-uvae* (karusmarja-jahukaste) jt.

Pyrenomycetes — kivikottseened

Eoskotid tekivad sulgeoslates (periteetsiumides). Sulgeoslad arenevad kas vahetult mütseelil või stroomal.

Selts: *Dothideales* — tumekottseenelised

Sugukond: *Dothideaceae*: *Cymadothea trifolii* (konidiaalne staadium *Polythrincium trifolii* — ristiku-musttäpptõbi).

Sugukond *Mycosphaerellaceae*: *Mycosphaerella fragariae* (konidiaalne staadium *Ramularia tulasnei* — maasika-laikpõletik).

Selts: *Pseudosphaeriales*

Sugukond *Pseudosphaeriaceae*: *Pyrenophora teres* (konidiaalne staadium *Helminthosporium gramineum* — odra-triiptõbi).

Sugukond *Pleosporaceae*: *Didymella applanata* (vaarika-varrepõletik); *Didymella lycopersici* (tomati-varrepõletik); *Endostigme cinerascens* (= *Venturia inaequalis*, konidiaalne staadium *Fusicladium dendriticum* — õunapuu-kärntõbi); *Venturia pirina* (konidiaalne staadium *Fusicladium pirinum* — pirnipuu-kärntõbi); *Ophiobolus graminis* (kõrreliste juuremädanik).

Selts: *Hypocreales* — helekottseenelised

Sugukond *Hypocreaceae: Polystigma rubrum* (ploomipuu-punapõletik).

Sugukond *Nectriaceae* — komuseenelised: *Nectria cinnabarina* (punane komuseen), *Nectria galligena* (seenvähk); *Calonectria graminicola* (konidiaalne staadium *Fusarium nivale* — lumiseen); *Gibberella zeae* (= *Gibberella saubinetii*, konidiaalne staadium *Fusarium graminearum* — uimastav punakaste).

Sugukond *Clavicipitaceae* — tungalteralised: *Epichloë typhina* — (kõrreliste tõlvtõbi); *Claviceps purpurea* (tungaltera).

Selts: *Xylariales* — süsikulised

Sugukond *Diaporthaceae* — musttõvelised: *Glomerella cingulata* (konidiaalne staadium *Colletotrichum gloeosporioides* = *Gloeosporium fructigenum* — õuna- ja pirnimõrumädanik), *Glomerella lindemuthianum* (konidiaalne staadium *Colletotrichum lindemuthianum* — aedoa-kaunakõrbus).

Sugukond *Phyllachoraceae*: *Phyllachora graminis* (kõrreliste musttäpptõbi).

Discomycetes — ketasseened

Eoskotid tekivad lehtereoslates (apoteetsiumides), mille ülapinnal asub eoslava.

1. *Inoperculatae* — sulgketasseened

Viljakeha nõgus või lameda ülapinnaga.

Selts: *Phacidiales* — mustkettalised

Sugukond *Hypodermataceae*: *Coccomyces hiemalis* (kirsipuu-lehevarisemistõbi, kokkomükoos).

Selts: *Helotiales* — pitsikulised

Sugukond *Dermataceae* — nahklehtrilised: *Drepanopeziza ribis* (konidiaalne staadium *Gloeosporidiella ribis* = *Gloeosporium ribis* — sõstra-lehevarisemistõbi); *Pseudopeziza trifolii* (ristiku-pruunlaiksus); *Leptotrochila medicaginis* (= *Pseudopeziza medicaginis* — lutserni-pruunlaiksus); *Fabraea fragariae* (maasika-punalaiksus).

Sugukond *Sclerotiniaceae* — mügarlehtrikulised: *Sclerotinia libertiana* (valgemädanik); *Sclerotinia trifoliorum* (ristikuvähk), *Sclerotinia* (= *Monilinia*) *fructigena* (puuviljamädanik), *Sclerotinia* (= *Monilinia*) *cinerea* (luuviljaliste mädanik).

2. *Operculatae* — avaketasseened

Viljakeha nõgus või kumera ülapinnaga. Selles rühmas ei esine taimehaigusi tekitavaid liike.

Klass *Basidiomycetes* — kandseened

Kandseente klass on teine suur kõrgemate seente klass, mis hõlmab umbes 20 000 liiki. Siia kuuluvad organismid on kas hästi arenenud viljakehadega — basidiokarpidega — (näiteks kübarseened) või viljakehadeta (nõgilised ja roostelised). Kandseentele on iseloomulik hulkrakulise diploidse mütseeli esinemine ja eksogeensete kandeoste teke eoskandadel ehk basiididel. Vastavalt eoskandade ehitusele ja arengutsüklile jaguneb klass *Basidiomycetes* kahte alamklassi.

1. alamklass: *Homobasidiomycetes* — lihtkandseened

Eoskannad (basiidid) on üherakulised. Nende neljal eostoel (sterigmal) areneb neli kandeost (basidiospoori). Tüüpilised esindajad on kübarseened ja puitu lagundavad seened. Üksikud liigid põhjustavad ka taimehaigusi.

Selts: *Aphyllophorales* — mittelehikulised

Sugukond *Corticiaceae* — koorikulised: *Thanatephorus cucumeris* (= *Hypochnus solani*, vegetatiivne staadium *Rhizoctonia solani* — kartuli-vilttõbi, kartuli-mustkärn).
Sugukond *Exobasidiaceae* — paisseenelised: *Exobasidium vaccinii*.

2. alamklass: *Heterobasidiomycetes* (*Teliosporae*) — tüsiskandseened

Eoskand koosneb neljast rakust, millest igaühel areneb eostugi, mis kannab kandeost. Arengutsüklis esinevad sageli mitmerakulised talieosed. Nimetatud alamklassi kuuluvad paljud ohtlikke taimehaigusi tekitavad liigid ja sültja konsistentsiga tardseened, mis esinevad saprofüütidena.

Selts: *Uredinales* — roostelised

Kõik selle seltsi esindajad on obligaatsed parasiidid, mille mütseel areneb peremeestaime rakkudevahelises ruumis kas lokaalselt või difuusselt. Roostelistel on väga keerukas arengutsükkel. Paljudel liikidel on viis eosjärku, mille läbimiseks nad vajavad kahte peremeestaime. Eosjärke märgitakse rooma numbritega: algeosed (spermaatsiumid, endise nimetusega «püknospoorid») — 0, kevadeosed (etsiospoorid) — I, suvieosed (uredospoorid) — II, talieosed (teliospoorid) — III ja kandeosed (basidiospoorid) — IV.

Spermogonstaadiumile on iseloomulik väikeste piklike või ümarate moodustiste, s. o. spermogoonide (varem loeti neid algeoslateks ehk pükniidideks) tekkimine, mis asetsevad peremeestaime koes, kust nad ulatuvad välja väikese avaga. Spermogoonides moodustuvad hüaliinsed eosed — spermaatsiumid. Spermaatsiumid täidavad viljastamise ülesannet.

Etsidiaalstaadiumis ilmuvad karikakujulised kevised ehk etsiidid. Neis tekivad redutseerunud sugulise paljunemise tagajärjel üherakulised ümarad hüaliinse kestaga oranžid kevadeosed ehk etsiospoorid.

Uredostaadiumile on iseloomulik tiheda hüüfide põimistiku tekkimine taimekoes, millel arenevad suvieosed ehk uredospoorid. Need on üherakulised, oranžid või helepruunid. Mõnedel liikidel asetsevad suvieosed peenikestel varrekestel.

Teliostaadium kujuneb pärast uredostaadiumi. Moodustub tihe hüüfide põimistik, millel tekivad talieosed ehk teliospoorid. Sageli esinevad need koos suvieostega. Paljudel liikidel on talieosed kaherakulised, paksukestalised, värvuselt pruunid või mustad. Olenevalt liigist asuvad talieosed kas varrekesel, ulatudes lehe pinnale, või tekivad epidermise all, kuhu jäävad pikemaks ajaks (pigiroosteliste esindajad). Teliospoorid idanevad eoskandadeks tavaliselt alles pärast talvist puhkeperioodi.

Basidiostaadiumis arenevad eoskandadel kandeosed ehk basidiospoorid. Kandeosed on üherakulised ümarad hüaliinsed õhukese kestaga moodustised.

Täieliku arengutsükliga roostelised läbivad kõik viis eosjärku, mittetäielikku arengutsükliga liikidele aga on omased vaid mõned nimetatud staadiumidest.

Sugukond *Melampsoraceae* — pigiroostelised. Teliospoorid varrekeseta. *Cronartium ribicola* (sõstra-viltrooste); *Melampsora lini* (lina-pigirooste).

Sugukond *Uredinaceae* (*Pucciniaceae*) — pärisroostelised. Teliospoorid varrekesel. *Phragmidium rubi-idaei* (vaarikatõlvrooste); *Gymnosporangium tremelloides* (õunapuu-näsarooste); *Uromyces betae* (peedirooste); *Uromyces fabae* (põldoarooste), *U. phaseoli* (aedoarooste), *U. pisi* (hernerooste), *U. trifolii* (ristikurooste); *Puccinia graminis* (kõrrerooste), *Puccinia striiformis* (= *P. glumarum*) (nisu-triip- ehk kollane rooste), *P. coronifera* (kaera-kroonrooste), *P. dispersa* (rukki-leherooste).

Selts: *Ustilaginales* — nõgilised

Siia kuuluvad eranditult parasiitseened, mis esinevad peamiselt kõrrelistel. Nõgiliste hulkrakuline mütseel areneb peremeestaime kudedes. Eosed tekivad mütseeli lagunemise teel üksikuteks rakkudeks — teliospooridеks (endise nimetusega «klamüdospoorid»). Teliospooride idanemisel arenevad basiidid

basidiospooridega. Basiidide ehituse alusel jagunevad nõgilised kahte sugukonda.

Sugukond *Ustilaginaceae* — lendnõgilised.

Basiidid neljarakulised. *Ustilago hordei* (odra-kõvanõgi), *Ustilago avenae* (kaera-lendnõgi), *U. levis* (kaera-kõvanõgi), *U. tritici* (nisu-lendnõgi), *U. nuda* (odra-lendnõgi), *U. maydis* (maisi-pahknõgi).

Sugukond *Tilletiaceae* — kõvanõgilised.

Basiidid üherakulised. *Tilletia caries* (= *Tilletia tritici* — nisu-kõvanõgi); *Urocystis occulta* (= *Tuburcinia occulta* — rukki-kõrrenõgi).

RÜHM *DEUTEROMYCETES (FUNGI IMPERFECTI)* — TEISSEENED

Teisseente rühmale on omane hulkrakuline mütseel ja paljunemine koniidide abil. Siia kuuluvad seened, millel puudub suguline protsess ja selle tagajärjel valmivad kott- ja kandeosed, või seened, millel ei ole sugulist paljunemist seni avastatud. Kui aga mõnel teisseente liigil avastatakse suguline paljunemine, siis kuulub ta kas kott- või kandseente klassi vastavalt sellele, millist tüüpi suguline paljunemine tal esineb. Määramise hõlbustamiseks aga jäetakse ka konidiaalsele staadiumile oma nimi.

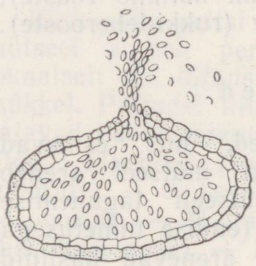
Deuteromycetes'e rühma kuuluvad samuti steriilsed vormid, millel tuntakse ainult vegetatiivset paljunemist.

Rühmasisese süstematiseerimise aluseks on erinevused eoste tekkimises. Vastavalt sellele eristatakse järgmisi teisseltse.

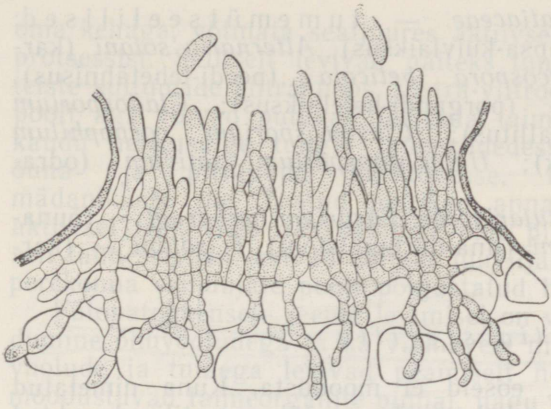
Teisselts *Sphaeropsidales* — keraseoselised (pükniidilised)

Koniidikandjad ja koniidid arenevad suletud eoslates — pükniidides.

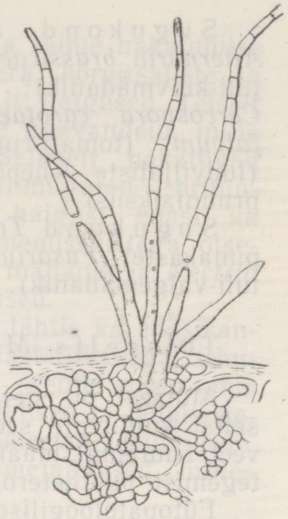
Sugukond *Sphaeropsidaceae: Ascochyta medicaginis* (= *Ascochyta imperfecta* — lutserni-laikpõletik), *Ascochyta*



Joonis 13. Keraseoselise pükniid.



Joonis 14. Kihiseoselise eoslaager.



Joonis 15. Hajuseoselise koniidikandjad ja koniidid.

linicola (lina-askohütoos), *A. pisi* (herne-laikpõletik), *A. trifolii* (ristiku-laikpõletik); *Phoma betae* (peedi-südamikukuivmädanik), *Phoma lingam* (kapsa-mustmädanik), *P. rostrupii* (porgandi-hallmädanik); *Phyllosticta betae* — (peedi-ümarlaiksus); *Septoria avenae* (kaera-helelaiksus), *S. lycopersici* (tomati-helelaiksus), *S. nodorum* (nisu-helelaiksus), *S. pisi* (herne-helelaiksus), *S. ribis* (sõstra-helelaiksus).

Teisselts *Melanconiales* — kihiseoselised

Koniidid tekivad eoslaagrites.

Sugukond *Melanconiaceae: Colletotrichum lagenarium* (kurgi-lehekõrbus), *Colletotrichum linicolum* — (linakõrbus); *Kabatiella caulivora* (= *Gloeosporium caulivorum* — ristikuvarrepõletik); *Polyspora lini* (lina-pruunlaiksus).

Teisselts *Moniliales* (*Hyphomycetes*) — hajuseoselised

Koniidikandjad ja koniidid tekivad seeneniidistikul hajusalt.

Sugukond *Moniliaceae: Aspergillus*; *Botrytis cinerea* (hahkhallitus kapsal, kurgil, tomatil, sõstardel, maasikal ja vaarikal), *Botrytis allii* (sibula-hahkhallitus); *Monilia cinerea* (= *Monilia laxa* — luuviljaliste mädanik); *Penicillium*; *Ramularia rhei* (rabarbri-tuhklaiksus); *Ramularia tulasnei* (maasikalaikpõletik); *Scolecototrichum graminis* (kõrreliste harmlaiksus); *Verticillium albo-atrum* (närbumistõbi tomatil, kurgil, kartulil).

Sugukond *Dematiaceae* — tumemütseelilised: *Alternaria brassicae* (kapsa-kuivlaiksus), *Alternaria solani* (kartuli-kuivmädanik); *Cercospora beticola* (peedi-lehetähnisus), *Cercospora carotae* — (porgandi-helelaiksus); *Cladosporium fulvum* (tomati-ruugehallitus); *Clasterosporium carpophilum* (luuviljaliste lehepõletik); *Helminthosporium sativum* (odra-pruunlaiksus).

Sugukond *Tuberculariaceae: Fusarium herbarum* — (õunapunakaste), *Fusarium lini* (lina-närbumistõbi), *F. solani* — (kartuli-valgemädanik).

Teisselts *Mycelia sterilia*

Mütseel on steriilne, eoseid ei moodusta. Kuna nimetatud seltsi kuuluvate seente vahel puuduvad fülogeneetilised suhted veel suuremal määral kui eelmises kolmes, siis on antud juhul tegemist puhtheterogeense rühmaga.

Fütopatoloogilisest seisukohast on tähtsamad *Rhizoctonia aderholdii* (kapsa-tõusmepõletik), *Rhizoctonia solani* (kartuli-mustkärn), *Rhizoctonia violaceae* (lillamädanik porgandil, peedil) jt.

SEENHAIGUSTE LEVIK

Seened levivad mitmesugusel viisil. Peamisteks primaarnakkuse allikateks ja seenhaiguste edasikandjateks on seemned, istutusmaterjal, taimejäänused mullas, muld ja mitmeaastaste taimede nakatatud koed.

Seemnete kaudu levivad väga paljud haigused. Teatud haigusetekitajad asuvad seemnete sisemuses, mugulates, juurviljades, istikutes jne. Teised haigusetekitajad esinevad seevastu seemnete pinnal. Külvise ja istutusmaterjali transportimisel levivad seenhaigused ühest kohast teise, koguni erinevatele kontinentidele.

Koristusjärgsete taimejäänuste kaudu levivad peamiselt taimede maapealsetel organitel, näiteks lehtedel ja vartel esinevad haigused. Mitmed haigused aga, nagu kapsanuuter, juuremädanikud, kartuli harilik kärn jt., kanduvad edasi juurtega, mugulatega ja nakatatud mulla kaudu. Mulla kaudu levivad sellised tüüpilised mullaasukad nagu fusarioose, tõusmepõletikke, kartulivähki ja teisi haigusi tekitavad seened.

Ka putukate osatähtsus on seennakkuse edasikandmisel küllaltki suur, kuigi tavaliselt ainult ühe põllu piirides. Väljapoole antud põldu ei levi seenhaigused putukatega eriti kaugele.

Ühelt poolt kannavad putukad nakkust mehaaniliselt edasi

oma kehaga, võtmata sealjuures aktiivselt osa taime nakatumise protsessist. Selliselt levivad näiteks tungaltera, kõrvitsaliste ja teiste kultuuride antraknoos, sõstra-viltrooste jt. haigused. Teiselt poolt aga võivad putukad tekitada taimedele haavandeid, mille kaudu nakkusalge tungib taimekudedesse. Selliselt nakatuvad õuna- ja pirnipuud kärntõvesse, kartulimugulad pruunmädanikusse jne. Teatud putukad annavad haigust edasi ka aktiivsel teel, viies nakkusalgme oma piste-imemissuistega otseselt taimesse. Nii levivad näiteks luuviljaliste mädanik ja *Nectria* perekonna esindajate poolt põhjustatud haigused.

Fütopatogeensete seente levimisel on väga tähtis ka edasikandumine õhuvooludega ja ka vihmavee- ning kastetilkadega. Õhuvoolude ja tuulega levivad peamiselt nende seente eosed, mis moodustuvad taimeorganite pinnal, nagu roostelised ja jahukastelised. Tuulega võivad nad levida sadade kilomeetrite kaugusele. Tuulega levivad ka niisugused kuivanud taimejäänused, milles või millel on säilinud haigusetekitajad.

Vihmatilgad aitavad kaasa paljude seenhaiguste, nagu hernelaikpõletiku, aedoa-kaunakõrbuse, tomati-helelaiksuse, õunapuukärntõve (konidiaalse staadiumi) jt. levikule. Tugeva vihma korral võivad seene eosed haigetelt taimeosadelt ja nakatatud mullalt sattuda tervetele taimedele ning anda edasi nakkust. Mõned seenhaigused levivad ka mullakapillaare läbiva vihmaveega. Kartuli-lehemädanikku tekitava seene *Phytophthora infestans* eosed näiteks langevad pealsetelt mullapinnale ning, sattunud koos vihmaveega läbi mullakapillaaride kartulimugulatele, nakatavad neid. Kastetilkadega kanduvad peamiselt edasi ebajahukasteliste ränd- ja lülieosed.

SEENHAIGUSTE TÕRJE

Võitluses taimede seenhaiguste vastu on esikohal k e e m i l i n e tõrje. See seisab seemnete külvieelses puhtimises ning taimede pritsimises ja tolmutamises vegetatsiooniperioodil vastavate mürkkemikaalidega.

Tähtsat osa seenhaiguste leviku vältimisel ja piiramisel etendab samuti a g r o t e h n i l i n e tõrje. Selle tõrjeviisi eesmärgiks on taimedele soodsate kasvutingimuste loomine, mis tõstab ka taimede vastupidavust haigustele.

Peale nende rakendatakse taimede mükooside vastu veel füüsikalist ja m e h a a n i l i s t tõrjet. Füüsikalise tõrje alla kuulub külvise kuumvesipuhtimine; mehaaniline tõrje seisab külvise sorteerimises ja puhastamises vastavate sorteerimismasinatega.

B i o l o o g i l i n e tõrje, s. t. haigusetekitajate seente hävitamine neile antagonistlike seente, bakterite ja kiirikseente abil,

on seni praktikas veel vähe kasutamisel. Kuid senised uurimistulemused näitavad, et antagonistide rakendamine fütopatogeensete seente vastu on küllaltki efektiivne, andes häid tulemusi mitmesuguste ohtlike mükooside tõrjel.

VII peatükk

BAKTERID TAIMEHAIGUSTE TEKITAJAINA

Bakterite osa taimehaiguste tekitamisel on väga suur. Praegu tuntakse umbes 300 fütopatogeenset bakteriliiki, mis nakatavad peaaegu kõikide sugukondade taimi. Paljud bakterioosid, näiteks kõrrelistel, kartulil, ristõielistel, kurgil, tomatil, tubakal, sibulal, viljapuudel ja teistel kultuuridel, on majanduslikult väga ohtlikud ja esinevad kõikides Euroopa maades. Ameerika Ühendriikides on eriti levinud viljapuude baktervähk, põhjustades igal aastal tohutu suurt saagikadu; tubakabakterioosid aga alandavad seal mõnikord tubakasaaki kuni 70% võrra. Õuna- ja pirnipuude kõrbus tekitab ainuüksi Kalifornia osariigis mõnel aastal kuni 10 miljonit dollarit kahju. Nii Kalifornias kui ka Floridas kannatavad tsitruskultuurid samuti tugevasti bakteriooside all. Aasias, eriti Indias, on laialt levinud kartuli- ja tubakabaktermädanikud ning -närbumistõved. Austraalias tekitavad suurt kahju suhkruroogommoos ning köögiviljakultuuride ja tsitruseliste bakterlaiksused. Nõukogude Liidus on levinud kartuli-, lutserni-, ristiku-, tomati- ja suhkrupeedibakterioosid, tubakalaiksus, viljapuude baktervähk ja viinamarjamädanik. Eesti NSV-s põhjustavad küllaltki suurt kahju kartuli-varrepõletik ja kartuliringmädanik, lutserni- ja hernebakterioos, oanõlg, kapsa-lehesoonte bakterioos, kurgi-bakterpõletik, porgandi-baktermädanik, õunapuu-bakterpõletik jt.

BAKTERITE EHITUS JA ELUTEGEVUS

Bakterid on alamate taimede hulka kuuluvad üherakulised klorofüllita mikroorganismid. Bakterrakud koosnevad kahekihilisest kestast, tsütoplasmast ja selle sisaldistest ning tuumaainetest. Kest on liistakuline, õhuke, värvuseta ja annab bakteritele kindla kuju. Tsütoplasma on homogeenne (mõnikord ka teraline), läbipaistev, poolvedel. Keemiliselt on tsütoplasma valkude, süsivesikute, rasvade, paljude teiste orgaaniliste ühendite ja mine-

raalainete keeruline segu. Paljud neist ühenditest esinevad tsütoplasmas kolloidses olekus, olles omavahel tihedalt segunenud. Teatud bakteriliikide tsütoplasmas leidub ka pigmente, väävlit ja rauda. Rakutuum esineb difuusselt tuumaaine näol, kuid mõningatel bakteritel, näiteks limabakteritel, võib eristada selgelt diferentseerunud tuuma. Bakterraku protoplasma koostis on analoogiline ükskõik millise päritoluga protoplasma koostisega, sest ta sisaldab samuti süsinikku, hapnikku, vesinikku, lämmastikku ja fosforit, vähestes hulkades ka naatriumi, kaaliumi, kaltsiumi, magneesiumi jt. Bakterraku keemilises koostises esinevad teatud erinevused, olenevalt bakteriliigist. Vastavalt sellele värvuvad bakterid kas gram-positiivselt või gram-negatiivselt. Peaaegu kõik fütopatogeensed bakterid värvuvad gram-negatiivselt, ainult väike osa neist, näiteks *Corynebacterium sepedonicum*, *Corynebacterium michiganense* jt., on gram-positiivsed. Bakterrakus esinevad ka bakterite metabolismis eritatavad antibiootikumid, fermendid ja toksiinid. Fütopatogeensete bakterite fermentide hulgas on proteaas, amülaas, tsütaas, pektinaasid ja protopektinaasid, klorofüllaas, türosinaas jt.

Osa baktereid moodustab ebasoodsates keskkonnatingimustes püsieoseid. Sel juhul bakterraku protoplasma tiheneb ning selle ümber tekib vastupidav membraan. Iga bakter moodustab ainult ühe eose. Püsieosed taluvad hästi madalat ja kõrget temperatuuri, toitainete puudust ja keemiliste ainete kahjulikku mõju, sest eluavaldused on neis miinimumini viidud. Soodsate tingimuste puhul eosed idanevad ning uue kesta moodustumisel tekib jälle bakter. Fütopatogeensed bakterid tavaliselt eoseid ei moodusta.

Enamik baktereid liigub viburite abil, kuid esineb ka liikumatuid vorme, nagu *Corynebacterium michiganense*, *Corynebacterium sepedonicum* jt. Viburid on erineva pikkusega rakuplasma moodustised läbimõõduga umbes 0,02 μ. Sageli on viburid väga pikad, mõnedel liikidel bakterrakust koguni mitu korda pikemad.



Joonis 16. Bakterite viburite asetus: *1* — monotrihhaalne; *2* — lofotrihhaalne; *3* — peritrihhaalne.

Viburite asetus ja kuju on bakteritel üheks tähtsaks liigi (või perekonna) tunnuseks. Olenevalt sellest, kas bakterraku ühel poolusel esineb üksainus vibur või viburite kimp või kas viburid asetsevad kogu raku pinnal, jaotatakse bakterid *mono-*, *lofo-* ja *peritrihhaalseteks*. Fütopatogeensed bakterid on enamasti peritrihhaalsed.

Morfoloogiliselt eristatakse kerajaid, kepikujulisi ja lookmetega baktereid. Vastavalt sellele jagunevad nad järgmistesse rühmadesse:

1) kokid (*Coccus*) — üksikud ümmargused rakud. Kui nad asetsevad paarikaupa, nimetatakse neid diplokokkideks (*Diplococcus*), ja kui nad asetsevad ahelikkudena — streptokokkideks (*Streptococcus*);

2) bakterid (*Bacterium*) — lühikesed kepikesed, eoseid ei moodusta;

3) batsillid (*Bacillus*) — lühikesed kepikesed, moodustavad eoseid;

4) vibrioonid (*Vibrio*), spirillid (*Spirillium*), spiroheedid (*Spirochaetae*) — erinevalt kõverdunud spiraalsed vormid.

Fütopatogeensed bakterid on enamasti kepikujulised, ümardunud otstega; valdaval osal on diameeter 0,3—0,6 μ, pikkus 0,5—4,5 μ. Mõningate liikide, näiteks kurgi-bakterpõletiku tekitaja *Pseudomonas lachrymans* bakterrakk on kaetud limaskestaga. Sellistest bakteritest nakatatud taimedel esineb haigestunud kohal limane mass.

Toitumisviisi alusel jaotatakse bakterid 1) autotroofseteks (prototroofseteks) ja 2) heterotroofseteks. *Autotroofsed* bakterid saavad süsinikku kemosünteesi teel süsihappest. Nende hulka kuuluvad nitrifitseerijad bakterid, mis kasutavad mineraalseid süsinikuallikaid ning oksüdeerivad ammoniaagi lämmastikuks ja lämmastikhappeks. *Heterotroofsed* bakterid on suutelised kasutama süsinikku ainult valmis orgaanilistest ühenditest. Valdav osa baktereid on heterotroofsed organismid.

Bakteritel ei ole spetsiaalseid organeid toidu vastuvõtmiseks, nad toituvad seepärast difuussel teel kogu keha pinnaga läbi rakukesta. Vajalikke toitaineid lõhustavad bakterid fermentide abil. Toitumiseks vajavad bakterid süsinikku, vesinikku, hapnikku, fosforit, kaaliumi, naatriumi, väävlit, rauda, magneesiumi, kaltsiumi ja teatud mikroelemente. Nende saamiseks peavad fütopatogeensed bakterid tungima taimekudedesse. Taim puutub oma juurestiku ja maapealsete osadega vahetult kokku mulla, õhu ja veega ning seepärast leidub tema pinnal alati hulgaliselt baktereid. Sellise pinnamikrofloora koosseis on sageli väga mitmekesine. Taimekudedesse ei suuda need bakterid tungida seetõttu, et nad ei ole võimelised läbima epidermist. Enamikul fütopatogeensetel bakteritel puuduvad kiudainet lõhustavad fermendid, ainult mõnedel liikidel, näiteks *Xanthomonas campestris*, *Xantho-*

monas pruni, *Corynebacterium sepedonicum* jt., on avastatud tselluloosi lagundav ferment tsütaas. Seepärast saavad bakterid tungida taimesse ainult kas õhulõhede, pooride, nektaariumide ja hüdatoodide kaudu, mis on omane peamiselt lehebakterioose tekitavatele tugevasti väljakujunenud parasiitsete omadustega liikidele, nagu *Xanthomonas phaseoli*, *Xanthomonas vesicatoria*, *Pseudomonas tabacum*, *Pseudomonas lachrymans* jt., või siis läbi mehaaniliste vigastuste ja haavandite. Sel teel satuvad taimesse nõrgemalt väljakujunenud parasiitsete omadustega bakteriliigid, näiteks *Corynebacterium michiganense*, *Corynebacterium insidiosum*, *Erwinia carotovora*, *Erwinia aroidea* jt. Mõnikord satuvad bakterid taimesse ka putukate abil, nagu näiteks *Erwinia amylovora*, mis kandub mesilastega läbi nektaariumide taimekudedesse.

Bakterid elutsevad taimes kas a) rakkudevahelises ruumis, s. t. intertsellulaarselt, näiteks *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas tabacum*, *Erwinia amylovora* jt., või b) rakkudes, s. t. intratsellulaarselt, näiteks *Pseudomonas tumefaciens* jt. Esimesel juhul lõhustavad bakterid rakkudevahelist ainet, mille tagajärjel koed matsereeruvad, muutuvad pehmeks ja hakkavad mädanema. Intratsellulaarselt elutsevad bakterid lõhustavad vastavate fermentide abil rakukesta ja tungivad pärast seda taimerakku.

Substraadiga kohanemise järgi eristatakse kaht bakterite gruppi. Esimesse gruppi kuuluvad bakterid, mis on kohanenud parasiteerimiseks taimedel, mittesteriilses vees või mullas hukkuvad nad kiiresti. Sellisteks bakteriteks on näiteks *Erwinia carotovora*, *Xanthomonas vesicatoria* jt. Teise gruppi kuuluvad saprofüüdid, mis aga teatud tingimustes võivad üle minna parasiitsele eluviisile ja nakatada taimi. Näitena võib tuua *Bacillus mesentericus-vulgatus*'e, mis tavalistes tingimustes esineb saprofüüdina, ent kõrgema temperatuuri ja suurema õhuniiskuse juures on võimeline nakatama rida taimi, nagu maisi, kartulit, kõrvitsat, puuvilla jt. *Clostridium macerans* võtab saprofüüdina osa ka linaleotamisprotsessist, kuid talle ebasobivates keskkonnatingimustes läheb üle parasiitsele eluviisile linataimedel.

Spetsialiseerumise astme järgi jaotatakse fütopatogeensed bakterid mono- ja polüfaagideks.

Monofaagid on kitsalt spetsialiseerunud, parasiteerides ainult ühte perekonda kuuluvatel taimedel või koguni üksikutel liikidel, näiteks *Corynebacterium sepedonicum*, *Corynebacterium insidiosum*, *Corynebacterium michiganense*, *Pseudomonas lachrymans*, *Pseudomonas rhizoctonia* jt.

Polüfaagid nakatavad a) perekondi ja liike ainult ühe sugukonna piirides, näiteks *Xanthomonas campestris*, *Erwinia amylovora* jt., või b) taimi kõige erinevamatest sugukondadest, näiteks *Xanthomonas heterocea*, *Pseudomonas tumefaciens* jt.

Bakterid, tunginud taimesse, häirivad oma eluavaldustega

selle ainevahetusprotsesside normaalset kulgu, millega kaasnevad bakterioosidele tüüpilised välistunnused.

Taimedel eristatakse üldist ja kohalikku bakternakkust. Üldise nakkuse korral on tegemist nakkusalgme difuusse levikuga kudedes, mis põhjustab kogu taime või tema üksikosade hävimise juhtkimpude ummistumise tagajärjel. Üldist nakkust kutsuvad esile *Erwinia phytophthora*, *Corynebacterium sepedonicum*, *Corynebacterium insidiosum*, *Corynebacterium michiganense*, *Xanthomonas campestris* ja paljud teised liigid. Kohaliku ehk parenhümatoosse nakkuse puhul kahjustuvad üksikute taimeosade või organite parenhüümkoed, mille tulemuseks on mädanikud, laiksused ja põletused.

Peale selle eristatakse veel bakternakkuse segatüüpi. Sel juhul kutsuvad bakterid nakatatud taimel esile mitut nakkustüüpi. Tomati-bakterpõletiku tekitaja *Corynebacterium michiganense* põhjustab näiteks taimede närbumist, varte lõhenemist ja viljade laiksust. *Erwinia amylovora* kutsub viljapuudel esile pungade suremist, õite närbumist ja haavandite tekkimist koorel ja viljadel.

Teatud bakterhaigused avalduvad uusmoodustiste või pahkade näol. Eristatakse vähitaolisi ja tuberkuloosseid pahkasid. Esimesel juhul on tegemist kompaktsete õõnsusteta uusmoodustistega (juurevähk), teisel juhul aga toimub pahas kudede lagunemine, mille tagajärjel tekib õõnsus ehk kavern. Selline kavern on sageli täidetud limase bakterimassiga (peetidel *Xanthomonas beticola* nakkuse tagajärjel).

BAKTERITE PALJUNEMINE

Bakterrakk paljuneb pooldumise, nöördumise, mõnikord ka lõigustumise ja pungumise teel.

Kõige sagedasem on bakterraku pooldumine. Sellele eelneb tsütoplasma diferentseerumine: tsütoplasmas suureneb nukleoproteiidide hulk ning moodustuvad mitmesugused varuained. Järgnevalt tekib bakterrakus vahesein, mis jaotab ta pooleks. Kui mõlemad pooled on kasvanud teatava suuruseni, tekib kaks uut bakterrakku, mis mõne aja pärast hakkavad uuesti poolduma.

Nöördumine esineb üldiselt harvemini kui pooldumine, on aga siiski omane teatud bakteriliikidele. Selle paljunemisviisi korral nöördub raku keskkoht algul kergelt, seejärel nöördumiskoht süveneb ja lõpuks jaguneb rakk pooleks. Sageli esineb paljunemise segatüüp — pooldumine koos nöördumisega. Bakterrakus tekib alguses nöördumine, hiljem ristvahesein ja rakk jaguneb.

Üksikjuhtudel, eriti aga bakterite kasvule ja arengule ebasoodsate keskkonnatingimuste esinemisel, toimub bakterraku lõigustumine mitmeks tütarrakuks.

Pungumist täheldatakse bakteritel väga harva ja seda peamiselt kunstlikul söötmel.

Peale selle esineb bakteritel ka sugulise paljunemisega sarnanev protsess — nn. meromüksis.

Soodsates keskkonnatingimustes jagunevad bakterid erakordselt kiiresti: poole tunni jooksul võib nende arv kahekordistuda. Paljunemise intensiivsus oleneb liigist. Paljudele bakteriliikidele omane eriti intensiivne paljunemine põhjustab nende poolt tekitatud haiguste, peamiselt mädanike ägedat kulgu ja taime kiiret hävimist.

Bakterite spetsiifilised iseärasused — nende kuju, väikesed mõõtmed, kiire paljunemine ja vastupidavus ebasoodsatele keskkonnatingimustele — võimaldavad nende laialdast levikut. Neid leidub tohutul hulgal igal pool mullas, õhus, vees, lagunevail taime- ja loomajäänustel ja mujal. Bakterite elutegevuseks on vaja küllaldasel määral õhuniiskust ja kergesti lagunevaid orgaanilisi aineid, millest nad toituvad. Seepärast leidub näiteks ühes grammis toitainetevaeses liivases mullas ainult mõni tuhat, ühes grammis kompostis aga mitu miljonit bakterit.

Mullabakterid asuvad kindlas korras juurestiku ümber, erinedes oma liigilise koostise poolest tunduvalt väljaspool seda ala olevast mikrofloorast. Seda spetsiifilist mikrofloorat taimejuurte ümber nimetatakse risosfääri mikroflooraks. Risosfääri mikrofloora ja taimede vahel toimub pidev ainetevahetus. Ühed neist ainetest stimuleerivad taimede, teised aga bakterit kasvu.

Teatud bakterite liigid etendavad tähtsat osa mulla puhastamisel fütopatogeensetest seentest. J. Hudjakov (1935) eraldas ja kirjeldas esimesena Nõukogude Liidus mullabaktereid perekondadest *Pseudomonas* ja *Achromobacter*, mis lahustasid *Fusarium*'i liikide hüüfe. Neid baktereid nimetatakse mükolüütilisteks bakteriteks ja neid esineb mullas tohutul hulgal — 1 grammis mullas leidub kümneid miljoneid mükolüütilisi baktereid. Eriti palju kuhjub neid taimede risosfääri, kusjuures liblikõielised kultuurid on nende poolest kõige rikkamad. Seevastu aga ei arene mükolüütilised bakterid üldse nisu-, lina- ja puuvillajuurte ümbruses. Fütopatoloogilisest seisukohast on seepärast väga tähtis selline kultuuride vaheldus, kus mükolüütiliste bakterite arengut soodustavad kultuurid vahelduvad kultuuridega, mille risosfäär on vaene mükolüütiliste bakterite poolest. Ka orgaanilised väetised suurendavad antagonistide hulka mullas.

Taimede risosfääri mükolüütiliste bakterite hulgas on tähtsal kohal *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas radiobacter*, *Ps. aurantiaca*, *Clostridium macerans* jt. Mükolüütiliste bakterite poolt eritatavad antibiootikumid tungivad juurte kaudu taimesse ja tõstavad selle vastupidavust haigustele.

Mükolüütilisi baktereid kasutatakse edukalt võitluses mitmesuguste seenhaiguste vastu. Häid tulemusi annavad nad näiteks

nisu-triiptõve, maisi-lendnõe, linafusarioosi, kartuli hariliku kärna, kartuli-vilttõve ja männiistikute seenkahjustajate tõrjel. Sõnnikust eraldatud mükolüütilised bakterid on efektiivseks vahendiks karusmarja-jahukaste vastu. Positiivseid tulemusi annab ka mükolüütiliste bakterite rakendamine puuvillamädanikukahjustuse vähendamisel.

BAKTERITE KLASSIFIKATSIOON

Bakterite klassifitseerimise aluseks on nende morfoloogilised, biokeemilised, seroloogilised, patogeensed ja ökoloogilised tunnused. Olemasolevad bakterite klassifikatsioonid on veel puudulikud, sest senised andmed bakterite ajaloolise kujunemise, nende evolutsiooni kohta on alles lünklikud, samuti on alles läbi töötamata bakterite liigiprobleem. Selleta aga ei ole võimalik luua loomulikku, bakterite fülogeneetilistele suhetele rajanevat süsteemi, mistõttu ka praegusel ajal kasutatavad klassifikatsioonid on kunstlikud.

Bakterite süsteeme on loonud paljud autorid, näiteks W. Migula 1894. ja 1900. aastal, G. Lehmann ja H. Neumann 1896. ja 1927. aastal, E. Smith 1905. aastal, D. Bergey 1939. ja 1948. aastal ning N. Krassilnikov 1949. aastal.

Praegusel ajal on kõige enam kasutusel D. Bergey ja N. Krassilnikovi loodud süsteemid. Kuid ka neid tuleb pidada rohkem bakterite praktilise määramise juhendiks kui süsteemiks, sest neis ei kajastu samuti bakterite fülogeneetilised suhted. D. Bergey süsteemi aluseks on bakterite morfoloogilised ja patogeensed omadused. N. Krassilnikov paigutab valdava osa fütopatogeenseid baktereid perekonda *Pseudomonas*. Kõik peritrihhaalsete viburitega fütopatogeensed bakterid ühendab ta aga koos saprofüütide ning inimesele ja loomadele patogeensete bakteritega perekonda *Bacterium*.

Üldse jaotab N. Krassilnikov (1949) kõik bakterid nelja klassi: *Actinomycetes*, *Bacteriae*, *Myxobacteriae* ja *Spirochaetae*. Sealjuures on fütopatoloogia seisukohast tähtsad klassid *Actinomycetes* ja *Bacteriae*.

Klassi *Actinomycetes* kuuluvad seltsid *Actinomycetales* ja *Mycobacteriales*. Viimases hõlmab sugukond *Mycobacteriaceae* perekondi *Mycobacterium* (*Mycobacterium sepedonicum*, *Mycobacterium michiganense*) ja *Pseudobacterium* (*Pseudobacterium stewartii*, *Pseudobacterium sepedonicum*).

Klass *Bacteriae*. Seltsi *Eubacteriales* kuuluvad sugukonnad *Bacillaceae*, *Bacteriaceae* (perekond *Bacterium* ja *Chromobacterium*), *Pseudomonadaceae* (perekonnad *Pseudomonas*, *Rhizobium* jt.).

D. Bergey süsteemis (1948) jaotatakse bakterid viide seltsi:

Eubacteriales, *Actinomycetales*, *Chlamydobacteriales*, *Myxobacteriales* ja *Spirochetales*.

Fütopatogeensed bakterid on paigutatud seltsidesse *Eubacteriales* ja *Actinomycetales*.

Seltsi *Eubacteriales* alamseltsi *Eubacteriineae* kuuluvad sugukonnad *Nitrobacteriaceae*, *Pseudomonadaceae*, *Rhizobiaceae*, *Corynebacteriaceae*, *Enterobacteriaceae* ja *Bacteriaceae*.

Sugukond *Pseudomonadaceae* hõlmab järgmisi perekondi.

1. *Pseudomonas Migula*. Bakterid gram-negatiivsed, eoseid ei moodusta. Liikuvad, monotrihhaalse või lofotrihhaalse viburite asetusega. Liigid: *Pseudomonas lachrymans*, *Pseudomonas cerasi*.

2. *Xanthomonas* (Dowson). Bakterid liikuvad, viburite asetus mono- või lofotrihhaalne, moodustavad nakatatud taimedel lima. Liigid: *Xanthomonas phaseoli*, *Xanthomonas campestris*, *X. vesicatoria* jt.

Sugukonnas *Rhizobiaceae* on fütopatoloogilisest seisukohast tähtsad perekonnad:

1) *Rhizobium* ja

2) *Agrobacterium*. Sellesse perekonda kuuluvad bakterid moodustavad nakatatud taimedel pahkasid: *Pseudomonas tumefaciens*.

Sugukonda *Corynebacteriaceae* kuulub perekond *Corynebacterium*. Liigid: *Corynebacterium sepedonicum*, *Corynebacterium michiganense* jt.

Sugukonnast *Enterobacteriaceae* on tähtis perekond *Erwinia*, kuhu kuuluvad paljud fütopatogeensed liigid: *Erwinia amylovora*, *Erwinia carotovora*, *Erwinia aroidea* jt. Perekonna *Erwinia* piirides võib eraldada kaht gruppi: esimesse kuuluvad kitsalt spetsialiseerunud bakterid, näiteks *Erwinia amylovora*, *Erwinia tracheiphila* jne. Teise grupi esindajad on polüfaagid: *E. carotovora*, *E. phytophthora*, *E. aroidea* jt. Mõlema grupi seroloogilised omadused on erinevad.

Bakterid erinevatest perekondadest ei ole ühesuguse patogeensusega erinevate taimede suhtes. *Rosaceae* sugukonna esindajatele näiteks, eriti viljapuudele, on kõige patogeensem perekond *Erwinia*, eelkõige liik *Erwinia amylovora*. Perekonnad *Pseudomonas* (*Pseudomonas cerasi*, *Ps. prunicola*) ja *Xanthomonas* (*Xanthomonas pruni*) on seevastu teisejärgulise tähtsusega nimetatud taimesugukonna suhtes. Ka kartulile ja köögiviljadele on perekonna *Erwinia* esindajad väga patogeensed, näiteks *Erwinia phytophthora*, *E. carotovora*, *E. aroidea*; kartulile on samuti tugevasti patogeenne perekond *Corynebacterium* (*Corynebacterium sepedonicum*).

Olenevalt viburite esinemisest või puudumisest, nende asetusest ning bakterite võimest moodustada eoseid ja teatud füsio-

loogiliste omaduste alusel jaotab M. Gorlenko (1961) fütopatogeensed bakterid järgmistesse perekondadesse.

Corynebacterium — gram-positiivsed, liikumatud vormid: *Corynebacterium sepedonicum*, *C. michiganense.*

Aplanobacterium — gram-negatiivsed, liikumatud bakterid: *Aplanobacter stewartii.*

Pseudomonas — liiguvad polaarselt asetatud viburite abil, eoseid ei moodusta: *Pseudomonas cerasi*, *Ps. lachrymans*, *Ps. trifoliorum*, *Ps. tumefaciens.* Kunstlikul söötmel moodustavad värvusetuid kolooniaid.

Xanthomonas — polaarselt asetatud viburite abil liikuvad vormid, eoseid ei moodusta: *Xanthomonas campestris*, *X. phaseoli*, *X. beticola*, *X. pruni.*

Bacillus — kepikujulised, moodustavad eoseid, liiguvad peritrihhaalselt asetatud viburite abil: *Bac. mesentericus-vulgatus.* Bakterrakk eoste moodustamisel ei paisu.

Clostridium — tunnused samad mis eelmisel perekonnal. Erinevuseks on bakterraku paisumine eoste moodustamisel: *Clostridium macerans.*

Bacterium — bakterid liiguvad peritrihhaalselt asetatud viburite abil, eoseid ei moodusta. Moodustavad pektinaasi ja protopektinaasi: *Bact. amylovorum.*

BAKTERHAIGUSTE LEVIK

Bakterhaiguste primaarse leviku allikaks on nakatatud seemned ja istutusmaterjal, koristusjärgsed taimejäänused ja muld, s. t. kõik need kohad, kus haigusetekitajad säilivad eelnevast kuni järgneva vegetatsiooniperioodini. Sekundaarseks nakkusallikaks on haiged taimed, millelt haigus kandub vegetatsiooniperioodil tervetele taimedele putukate, vee, tuule ja muude vahendajate kaudu.

Taimede bakteriooside üheks tähtsamaks nakkus- ja levikuallikaks on seemned. Eristatakse seemnete pindmist ja sisemist bakternakkust. Esimesel juhul satuvad bakterid seemnete pinnale mehaanilisel teel, näiteks seemnete kogumisel haigetest viljadest (tomati- ja kurgi-bakterpõletiku ning tomati-mustlaiksuse puhul), samuti nakatatud taimeosadega kokkupuutumise korral peksmisel või puhastamisel (tubaka- ja mahorka-bakterpõletiku jt. korral).

Seemnete sisemine saastumine bakteritega võib toimuda juba taimede kasvu ajal, näiteks aedoa-bakterpõletiku esinemisel, mil haigusetekitaja *Xanthomonas phaseoli* satub nakatatud kauntelt seemnetele. Juhtkudede bakteriooside puhul aga tungivad bakterid juhtsoonte kaudu seemnetesse (tomati-bakterpõletik, maisi bakte-

riaalne närbumine jt.). Seemnetega levivad bakterhaigused väga kaugele ja ka sellistele aladele, kus neid varem ei ole esinenud.

Bakterhaigused kanduvad edasi samuti istutusmaterjali ja mugulatega. Nii levib viljapuude istikutega näiteks baktervähk. Mugulatega kanduvad edasi kartuli-varrepõletik ja kartuli-ringmädanik.

Teatud fütopatogeensed bakterid säilivad ka koristusjärgsetel taimejäänustel ja mullas. Varem arvati, et bakterioosidesse nakatumine toimub peamiselt mulla kaudu, kuid uuemad uurimised on näidanud, et see seisukoht ei pea paika. Enamik fütopatogeenseid baktereid hukkub mullas kaunis kiiresti, kusjuures selles protsessis etendavad tähtsat osa antagonistliku mikrofloora iseloom, bakteriofaagide esinemine, mulla struktuur, temperatuur ja niiskus. Rasketes savimuldades hävivad bakterid kiiremini kui liivastes muldades. Ka kõrgema mullatemperatuuri juures hävivad nad kiiremini kui madalal temperatuuril, mis on seletatav sellega, et kõrgem mullatemperatuur stimuleerib bakterite suhtes antagonistliku mikrofloora tegevust. Selle tagajärjel aga hukkuvad bakterid.

Tabel 4

***Erwinia* liikide säilimise kestus nendega infitseeritud mullas** (I. Voronkevitši järgi)

Temperatuur °	*Erwinia* liikide säilimise kestus päevades		
	E. aroidea	*E. carotovora*	*E. phytophthora*
1— 3	30	45	45
10—12	12	21	15
22—25	5	6	3
30—35	1	1	3

Steriilses mullas säilivad bakterid üldiselt kauem kui mittesteriilses. Kuid teatud fütopatogeensed bakterid, näiteks *Pseudomonas tumefaciens*, *Pseudomonas solanacearum* jt., elutsevad ka mittesteriilses mullas väga kaua, sest oma biokeemiliste iseärasuste tõttu ei allu nad ilmselt teiste mikroorganismide antogonistlikule mõjule. Kas sellised bakterid on alalised mullaasukad või kaovad siiski mõneks ajaks mullast, ei ole veel selgitatud. Oletatakse, et nimetatud bakterid võivad säilida mullas kuni 40 aastat, kuid selle kohta puuduvad eksperimentaalsed tõestused.

Vegetatsiooniperioodil on bakterhaiguste levitajateks sageli putukad (mesilased, kärbsed, lehetäid), samuti nematoodid ja naksurlaste vastsed («traatussid»). Putukad, torgates taimi oma pistmis-imemissuistaga, vigastavad neid ja kannavad sel teel haigetelt taimedelt baktereid edasi tervetele. Sibulakärbes (*Delia antiqua*) ja sibulasirelane (*Eumerus strigatus*) näiteks levitavad sibulabakterioosi. Fütopatogeenseid baktereid on leitud ka kapsakärbse (*Delia brassicae*) siseorganites. Paljud taimehaigusi teki-

tavad bakterid talvituvad putukates, mis osutuvad seetõttu kevadel primaarse nakkuse allikaks.

Fütopatogeensed bakterid levivad ka vihmatilkadega; tuulise ilmaga kantakse neid sel viisil edasi eriti kaugele. Ka põhjavesi etendab teatud osa bakteriooside levikul, uhtudes mullast välja fütopatogeenseid baktereid, mis nakatavad taimi. Madalamates kohtades kasvavad taimed haigestuvad mikroklimaatiliste tingimuste tõttu kergemini mõnesse bakterioosi kui seesama kultuur, mis kasvab reljeefilt kõrgemal kohal. Seda on täheldatud lutserni-bakterioosi puhul.

Baktereid võib levitada ka inimene, kandes neid hooldamistöödel oma käte ja tööriistadega haigetelt taimedelt tervetele.

BAKTERHAIGUSTE TÕRJE

Tähtsaks abinõuks bakteriooside vastu on keemilise tõrje rakendamine, s. t. seemnete puhtimine mürkkemikaalidega-bakteritsiididega, samuti istikute ja mulla desinfitseerimine lavades ja kasvuhoonetes.

Mulla desinfitseerimiseks võib kasutada kloorlupja või kloorpikriini (60 g/m²). Mulda tuleb töödelda 20 cm sügavuselt. Kloorpikriiniga desinfitseerida on soovitatav jaheda pilvise ilmaga, sest siis aurub preparaat aeglasemalt mullast ja tema toime on intensiivsem. Samuti kasutatakse lavamulla desinfitseerimiseks formaliinilahust kontsentratsioonis 1 : 40 või 1 : 70 võttes m² kohta vastavalt 10—15 või 15—26 liitrit lahust. Pärast kastmist kaetakse muld presendiga, lavadele aga asetatakse raamid. 1—2 päeva pärast avatakse lavad ja muld kaevatakse põhjalikult ümber ning lastakse hästi õhustuda. 10—15 päeva pärast võib desinfitseeritud mullale külvata. Formaliinilahusega töödeldakse mulda kevadel ja sügisel.

Füüsikalise tõrjena bakteriooside vastu rakendatakse seemnete termilist töötlemist. Seda menetlust soovitatakse lillkapsa- ja porgandiseemnete desinfitseerimiseks. Lillkapsaseemneid tuleb hoida 20 minutit vees, mille temperatuur on 50°, porgandiseemneid aga 10 minutit 54°-ses vees.

Bakteriooside bioloogilistest tõrjeviisidest on esikohal seemnete töötlemine bakteriofaagide, fütontsiidide ja antibiootikumidega.

Nii profülaktilisel kui ka teraapilisel eesmärgil leotatakse seemneid bakteriofaagide preparaatidega erineva temperatuuri ja erineva ekspositsioonikestuse juures, samuti pritsitakse ja kastetakse taimi nimetatud preparaatidega mitmesugustel arenemisstaadiumidel.

Fütontsiididest on seni kasutatud kõige enam küüslaugufütontsiide, mis on efektiivsed mitmete bakteriooside vastu. Riivi-



Tahvel IX. **Nisu-lendnõgi:** *1* — haige nisupea; *2* — nõgieosed; *3* — idanenud nõgieosed.
Nisu-pruunrooste: *4* — nakatatud nisulehed; *5* — etsiidid ängelheinal; *6* — läbilõige teliopustulist.



Tahvel X. **Odra-kõvanõgi:** *1* — haige taim; *2* — nõgieosed; *3* — idanenud nõgieosed.
Odra-lendnõgi: *4* — haige taim; *5* — nõgieosed; *6* — idanenud nõgieosed.



Tahvel XI. **Odra-triiptõbi:** *1* — haiged lehed; *2* — koniidid.
a — *Helminthosporium gramineum*; *b* — *H. teres*; *c* — *H. sativum*.
Kaera-lendnõgi: *3* — haige pööris; *4* — idanenud nõgieosed.



Tahvel XII. **Nisu kollane rooste:** *1* — haige leht ja nisupea; *2* — nakatatud pähikud, sõklad, terad; *3* — teliospoorid nisulehel; *4* — läbilõige uredopustulist. **Kõrreliste juuremädanik:** *5* — haige taim; *6* — seene periteetsiumid kõrrel; *7* — läbilõige periteetsiumist; *8* — askus askospooridega.

tud küüslauku võib edukalt kasutada kapsa-lehesoonte bakterioosi tõrjeks. Selleks segatakse värskelt riivitud küüslauk kapsaseemnetega, loksutades neid kinnikaetud nõus. 400 g kapsaseemnete kohta võetakse 100 g küüslauku.

Efektiivne on ka seemnete töötlemine ja taimede pritsimine mitmesuguste antibiootikumidega — streptomütsiini, fütobakteriomütsiini, mikrotsiidi, subtiliini, agrimütsiini ja teistega. Nimetatud antibiootikumide kasutamine annab häid tulemusi kurgibakterpõletiku, oabakteriooside, õunapuude bakterpõletiku ja teiste bakteriooside tõrjel. Pritsimine antibiootikumide lahustega on soovitatav selliste bakterhaiguste puhul, mille suhtes pritsimine keemiliste preparaatidega annab vähe tulemusi. Tungides taimekudedesse, muudavad antibiootikumid taimed pikemaks ajaks vastupidavaks ühe või teise haiguse suhtes.

Taimebakteriooside tõrjel on üldreeglina kehtiv nõue, et pärast saagi koristamist hävitataks põllult, peenardelt või lavadest kõik taimejäätmed. Samuti tuleb läbi viia putukate ja umbrohtude tõrjet ning rakendada õiget külvikorda.

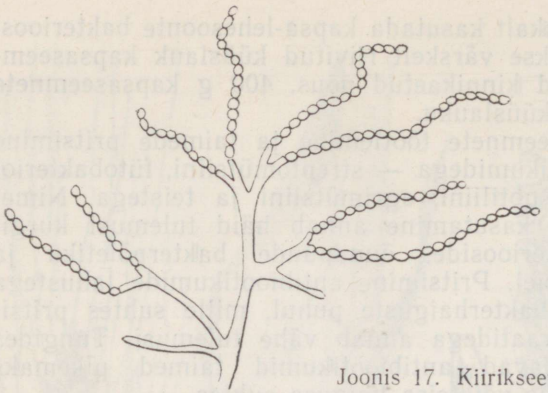
VIII peatükk

KIIRIKSEENED TAIMEHAIGUSTE TEKITAJAINA

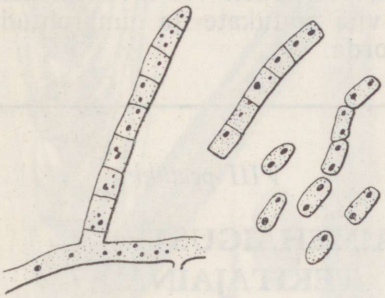
Kiirikseened ehk aktinomütseedid on mikroorganismid, mille teatud liigid põhjustavad haigusi inimestel, loomadel ja väiksemal määral ka taimedel. Oma ehituselt sarnanevad nad nii bakterite (mõõtmed: 0,5—1,0 μ) kui ka seentega (vegetatiivkeha niitjas ehitus ja konniidide tekkimine), olles seega vahelüliks nende vahel.

Kiirikseente tüüpiliseks morfoloogiliseks tunnuseks ongi nende niitjas ehitus. Paljudel liikidel on olemas kiirjalt hargnenud üherakulised niidid, mis moodustavad mütseeli. Mütseelil arenevad eoskandjad eostega. Kiirikseentel puudub tuum; see esineb difuusses olekus tuumaaine näol. Nimetatud iseärasuse poolest erinevad aktinomütseedid seentest ning sarnanevad bakteritega.

Aktinomütseedid paljunevad sugutult spooride ja oidiospooridega, mütseeliosakestega või pungumise teel. Spoorid tekivad plasma lõigustumise tagajärjel sirgetel või spiraalselt kõverdunud hüüfidel ehk eoskandjatel. Oidiospoorid moodustuvad hüüfide segmenteerumise või lihtsa jagunemise teel vaheseintega, nagu tekivad oiidid seentel. Kiirikseente spoorid on väga vastupidavad temperatuurile ja kuivusele. Paljud liigid paljunevad ainult eoskandjate ja mütseeliosakeste lihtsa jagunemise teel nagu bakte-



Joonis 17. Kiirikseente mütseel.



Joonis 18. Kiirikseente paljunemine.

rid. Kunstlikul söötmel moodustavad mõned kiirikseente liigid klamüdospoore. Mütseeli protoplasma teatud osa paisub kergelt ja temas hakkavad tekkima ovaalsed moodustised, mis muutuvad iseseisvateks rakkudeks — klamüdospoorideks. Kunstlikul söötmel moodustavad paljud kiirikseente liigid tihedaid nahkjaid kolooniaid ja eritavad mitmevärvilisi pigmente: punast, rohelist, pruuni, musta ja roosat. Enamik aktinomütseete värvub grampositiivselt.

Kiirikseened on tüüpilised saprofüüdid, mis aga teatud tingimustes võivad üle minna parasiitsele eluviisile. Nad on looduses laialt levinud, esinevad peamiselt surnud taimeosadel, õlgedel ja sõnnikul, eriti palju leidub neid mullas. S. Waksmani (1918), N. Krassilnikovi (1938) jt. andmeil leidub ühes grammis mullas miljoneid aktinomütseete, millest nende arvates on tingitud ka mulla spetsiifiline lõhn. Peale selle eritavad aktinomütseedid veel lõhna, mis meenutab kampri- või puuviljalõhna.

Kiirikseened võtavad osa mitmesuguste orgaaniliste ainete lagundamisest ning seega ka mullatekkeprotsessist. Nende hulgas esineb nii vorme, mis soodustavad lämmastikku siduvate mulla-

bakterite arengut, kui ka selliseid, mis seda takistavad. Teatud kultuurtaimed soodustavad kasulike mikroorganismide kuhjumist oma juurte ümbruses. Lutserni kasvatamine nii üksikkultuurina kui ka segus kõrreliste heintaimedega stimuleerib näiteks aktinomütseetide arengut. See soodustab omakorda lämmastiku ringkäigust osavõtvate bakterite (*Bacillus mycoides*) ja õhulämmastikku siduvate bakterite (*Azotobacter chroococcum*) arvu suurenemist.

Ainevahetusprotsesside käigus eritavad kiirikseened mitmesuguseid biootilisi, antibiootilisi ja toksilisi aineid. Biootilistest ainetest on neist eraldatud vitamiine B_1, B_2, B_6, B_{12} jt. Eriti väärtuslikud aga on kiirikseened antibiootikumide produtsentidena. Näiteks eritab liik *Streptomyces griseus* streptomütsiini, ka paljud teised antibiootikumid, nagu flavomütsiin, soframütsiin, mütseriin, dekstromütsiin, on saadud aktinomütseetidest.

Aktinomütseetide kasvule ja arengule avaldavad suurt mõju temperatuur, niiskus, mulla struktuur ja reaktsioon. Optimaalseks temperatuuriks on 17—25°, sellest madalama või kõrgema temperatuuri juures kiirikseente kasv ja areng aeglustub või koguni lakkab. Soodsalt mõjub neile leeliseline mullareaktsioon. Liivastel muldadel kahjustavad kiirikseened taimi tugevamini kui rasketel savimuldadel. Fütopatogeensed aktinomütseedid on aeroobsed organismid.

Aktinomütseetide koht süsteemis pole veel kindel. Valitseb lahkarvamusi selle kohta, kas nad on seened, bakterid või grupp iseseisvaid organisme.

D. Bergey (1948) ja S. Waksmani (1950) järgi jaguneb s e l t s *Actinomycetales* järgmistesse sugukondadesse ja perekondadesse.

1. *Mycobacteriaceae* — mütseel rudimentaarne või puudub. Eoseid ei moodusta.

P e r e k o n d: *Mycobacterium.*

2. *Actinomycetaceae* — tõeline mütseel olemas, mis laguneb segmentatsiooni teel bakteritaolisteks elementideks.

P e r e k o n d: *Actinomycetaceae.*

3. *Streptomycetaceae* — vegetatiivne mütseel ei jagune.

P e r e k o n d: *Streptomyces.*

Fütopatogeensed kiirikseened kuuluvad perekonda *Streptomyces.*

Aktinomütseetidest põhjustatud taimehaigustest on tähtsamad kartuli ja peedi harilik kärn. Harilikku kärna kutsub esile kõige laiemalt levinud liik *Streptomyces scabies.*

Võrreldes teiste taimehaigustega ei oma kiirikseentest tekitatud haigused olulist kaalu, mistõttu puuduvad ka spetsiaalsed tõrjevõtted nende vastu. Et kiirikseened arenevad peamiselt leelisese reaktsiooniga muldades, siis on üheks tõrjevõtteks füsioloogiliselt hapude, kaaliumi sisaldavate väetiste kasutamine.

VIIRUSED TAIMEHAIGUSTE TEKITAJAINA

Viirushaigusi ehk viroose esineb kogu maailmas umbes 150 kultuurtaimel kõige erinevamatest sugukondadest. Nende arv kasvab pidevalt väga mitmesuguste siirete tõttu. Nii selle kui ka ammu tuntud viirushaiguste leviku laienemise tagajärjel on järjest suurenenud ka viirushaigustest põhjustatud majanduslikud kahjud. Ameerika põhjaosariikides hinnatakse iga-aastast tubaka-mosaiigiviiruse poolt tekitatud kahju 20 miljonile kilogrammile tubakale. Peedi-kimarlehisus hävitab mõnel aastal suurtel massiividel kogu suhkrupeedisaagi, kusjuures peale otsese saagikao tuleb arvestada ka suhkrupeetide suhkrusisalduse langust 1—2% võrra. Persiku koltushaigus põhjustab Ameerika Ühendriikides igal aastal kuni 88% saagikadu ning on hävitanud miljoneid persikupuid. Aafrikas on omandanud katastroofilise ulatuse viirushaigus, mis kutsub esile kakaopuude võrsete deformeerumist. Kui kakaosaak oli aastail 1936—1937 116 000 tonni, siis aastail 1945—1946 oli see nimetatud haiguse leviku laienemise tõttu vaid 64 000 tonni. Gaanas hävis sama haiguse tagajärjel võrdlemisi lühikese aja jooksul üle ühe miljoni kakaopuu. Ka Euroopas esineb epifütootilisi viroose. Näiteks Balkanimaadel ja selle naaberaladel on suurt kahju tekitanud ploomipuu-šarkahaigus. Miljonid ploomipuud on selle tagajärjel välja langenud. Kõikjal on laialt levinud kartuli-viirushaigused. Inglismaal põhjustab praegusel ajal näiteks X-viirus 10%-list saagikadu, mis tähendab keskmiselt 200 000 tonni kartuleid aastas. Saksa DV-s hävitavad viirushaigused igal aastal kuni $^1/_6$ kartuli kogusaagist. Väga ohtlikuks on muutunud söödapeedi-koltushaigus, põhjustades mõnel maal, näiteks Taanis, saagi 30—50%-list vähenemist. Tubaka-mosaiigiviirus hävitab Inglismaal lavatomatite saagist kuni 10%. Paljudes maades tekitavad viroosid suurt kahju maasikatele ja vaarikatele.

Ka Nõukogude Liidus põhjustavad viirushaigused paljude kultuuride saagikadusid. Nii tekitavad suurt kahju kartuli-viirushaigused; täidisõielisuse ehk taandlehisuse tõttu aga on Nõukogude Liidu Euroopa-osas tõsiseid raskusi mustasõstramarjade tootmisega.

Alates 1961. aastast hakati Eesti NSV-s täheldama mainitud viirushaiguste kõrval ka mitmesuguseid viljapuude viroose, nagu õunapuude rosetthaigust ja nõialuudsust, pirnimosaiiki, ploomipaelmosaiiki ehk -paellaiksust ja ploomi-koorenekroosi; marjakultuuride viroosidest täheldati mustasõstra-koltushaigust, vaarikakloroosi jt.

VIIRUSTE EHITUS JA ELUTEGEVUS

Viirus on patogeenne agens, mis on aktiivne (suudab «paljuneda») ainult elavas rakus. Teaduses ei ole veel kindlat seisukohta, kas viirus on organism või aine, elav või mitteelav. Sellele probleemile on lähenetud nii biokeemilisest kui ka mikrobioloogilisest aspektist. Need teadlased, kes lähtuvad biokeemilisest seisukohast (A. Oparin, F. Bawden jt.), peavad viirusi elututeks valgumolekulideks, mis pärast tungimist elava organismi rakkudesse kujundavad ümber selle ainevahetuse. Mikrobioloogilisel seisukohal asuvad teadlased (V. Rõžkov, W. Stanley, Green, Laidlaw jt.) peavad viirusi primitiivseteks mikroobideks või degenereerunud bakteriteks, mis kohanesid järk-järgult rakulise parasiitse eluviisiga, kuni nad täielikult kaotasid iseseisva ainevahetuse. Vastavalt sellele arvamusele kujutavad viirused endast taandarenenud mikroobide nukleoproteiide. Viiruste päritolu ja olemuse kohta esineb veel teisi seisukohti, kuid ükski neist ei ole leidnud kinnitust.

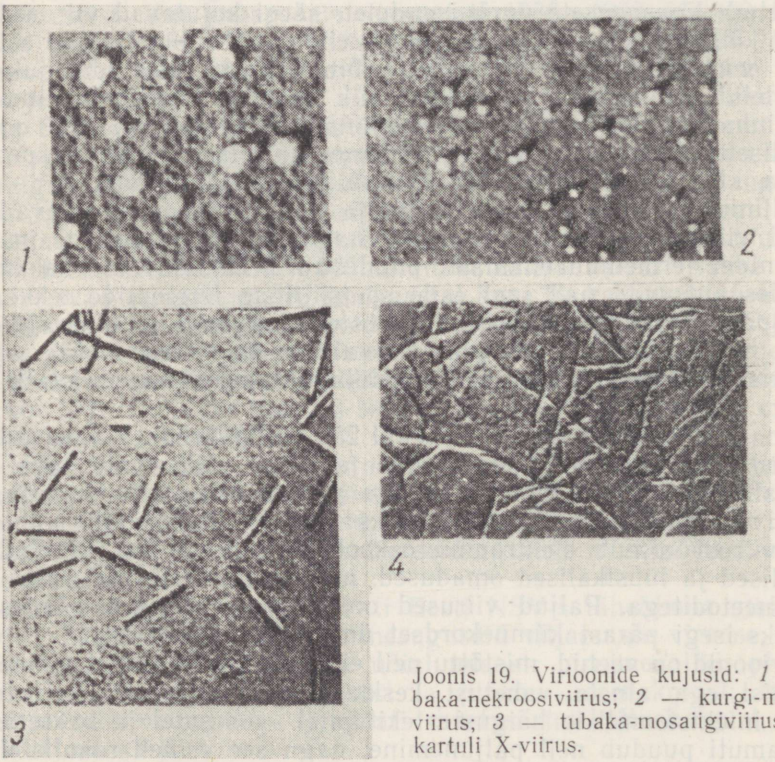
Sõltuvalt erinevate ajajärkude uurimismeetoditest on viirusi erinevalt defineeritud ja nende mõiste ei ole seni veel täpselt piiritletud. Kaasaegsete uurimisandmete järgi kujutavad viirused endast kõige liitsemal kujul nukleoproteiide, mida nimetatakse sel juhul v i r i o o n i k s. Tinglikult võib viriooni käsitada nukleoproteiidi molekulina. See hiiglaslik molekul koosneb ribonukleiinhappe või desoksüribonukleiinhappe molekulist, mis on keemiliselt ühinenud valguga. Viimane ümbritseb nukleiinhapet kaitsva kihina. Viiruslik valk kuulub keerukamate valkude — globuliinide — rühma. Peale valgu ja nukleiinhappe sisaldavad mõned viirused ka teisi koostisosi, nagu lipoide, vasejälgi jm. Virioonidel fermendid enamasti puuduvad. Kuid elavasse rakku lülitudes kutsuvad nad seal esile spetsiifiliste fermentide tekke. Väljaspool elavat rakku puudub viirustel hingamine ja ainevahetus ja nad sarnanevad sel juhul keemiliste ühenditega. 1935. a. isoleeris W. Stanley esimesena tubaka-mosaiigiviiruse kristalliseeruva ainena.

Oma mõõtmete poolest — 10 kuni 250 millimikronit — asuvad viirused senituntud valgumolekulide ja kõige väiksemate bakterite vahepeal. Mõnel juhul võib aga pikkus olla palju suurem, kartuli Y-viirusel ulatub see näiteks 730 millimikronini. Näha võib viirusi ainult elektronmikroskoobis. Viirustel on kindlad keemilised ja füüsikalised omadused, mis on fikseeritavad vastavate meetoditega. Paljud viirused on väga virulentsed, jäädes selliseks isegi pärast kümnekordset ümberkristalliseerimist.

Virioonid on veetud, mistõttu neil ei ole sellist seesmist ainete liikumist ega ainete vahetust keskkonnaga, nagu see esineb teistel infektsiooniliste haiguste tekitajatel — seentel ja bakteritel. Samuti puudub neil paljunemine, nagu see esineb rakulistel

haigusetekitajatel (mitte kunagi ei ole elektronmikroskoobis nähtud jagunevat viriooni). Viirustega nakatatud rakkude uurimisel saadud andmete järgi on viirused paljundatavad nakatatud rakkude ressursside ja viiruse poolt muudetud fermentatiivsete protsesside baasil. See toimub viiruse uudiksünteesi ehk replikatsiooni põhimõttel, s. t. nagu toimub liigiomaste makromolekulaarsete struktuuride paljundamine fermentide osavõtul aktiivsetes rakkudes. Seega, kui viirus on sattunud elusa raku ainevahetuse põhimehhanismidesse (infektsioon), s. t. raku biopolümeeride sünteesiprotsessidesse, ja põhjustanud spetsiifiliste fermentide tekke, hakkab rakk liigiomaste nukleiinhapete ja valkude asemel tootma viiruslikku nukleiinhapet ja valku, millest järgmisel etapil võib tekkida virioon.

Elavates rakkudes paljunevad (õigemini paljundatakse) viirused väga kiiresti. Fütopatogeensed viirused ei suuda tungida rakku läbi terve rakuseina, see on võimalik kas vigastuste kaudu, mis tekivad taimedel hooldamistöödega jne., või putukate suiste, keerukamate seoste korral aga putukate süljega. Nakkuse toimumiseks on tähtis, et viirus satuks protoplasmasse, sest vakuooli-



Joonis 19. Virioonide kujusid: *1* — tubaka-nekroosiviirus; *2* — kurgi-mosaiigiviirus; *3* — tubaka-mosaiigiviirus; *4* — kartuli X-viirus.

desse sattunult paljud viirused hävivad. Organismi sisselülitunud viirused häirivad taimerakkude normaalset tegevust ja juhul, kui viirus levib üle kogu organismi, häiritakse vastavalt kogu organismi elutegevust (süsteemiline nakkus). Nakatatud taimes tekkinud häired avalduvad välissümptoomide, nagu värvuse muutuste, moonete jm. näol. Viiruslik nakkus võib mõnel juhul piirduda ainult selle rakuga, kuhu viirus sattus, või levida sealt kõige lähematesse rakkudesse. Seda nähtust nimetatakse lokaalseks nakkuseks ning sellega seoses tekkinud sümptoome (nekroose, laigustusi) nimetatakse vastavalt lokaalsümptoomideks.

Viiruse paljunemine rakus toimub algul aeglaselt, hiljem aga kiireneb. Paljunemise kiirus oleneb suurel määral temperatuurist. Näiteks on tubaka-mosaiigiviiruse paljunemise optimaalseks temperatuuriks 20°, 5° juures paljunemine lakkab. Optimaalse või soodsa temperatuuri korral levib viirus 4—5 nädala jooksul kogu taimes.

Virioonide kuju järgi võib viirusi rühmitada järgmiselt: 1) niitjad või kepikujulised, 2) ümmargused ja 3) tõlvjad. Suurem osa fütopatogeenseid viirusi, näiteks tubaka-mosaiigiviirus, kartuliviirused X, S, Y, F jt., omab kepikujulisi või niitjaid virioone. Ümmargused virioonid on tubaka-nekroosi-, oamosaiigi-, lutserni-mosaiigiviirusel jt. Enamik taimeviirusi moodustab rakuplasmas suuremaid virioonide kogumikke. Niitjad või kepikujulised virioonid on bioloogiliselt aktiivsed ainult teatud pikkuste juures. Kui lõhkuda virioonid vastavate füüsikaliste ja keemiliste võtetega väiksemateks fragmentideks, siis nende nakatamisvõime kaob.

Erilise viiruste rühma moodustavad b a k t e r i o f a a g i d, s. t. bakterite viirused. Need avastati 1917. aastal prantsuse mikrobioloogi d'Herelle poolt. Nimelt leidis ta düsenteeriahaige inimese sooltest algme, mis läbis bakterfiltri ja paljunes düsenteeriabakteritel, põhjustades nende lüüsist («lahustumist»). D'Herelle nimetas neid algmeid bakteriofaagideks. Kaua ei tuntud nende õiget olemust. Arvati, et bakteriofaagid on kas elusorganismid, fermendisarnane aine või bakterite filtreeruvad vormid. Alles hiljem tehti kindlaks, et bakteriofaagid on viirused.

Bakteriofaagid koosnevad «peast» ja lühemast või pikemast peenikesest sabakujulisest jätkest. «Pead» ja jätket ümbritseb proteiinist kate, mille sisemuses asub desoksüribonukleiinhape. Proteiinist kate kaitseb nukleiinhapet kahjulike mõjude, eriti aga bakterite teatud fermentide, nagu desoksüribonukleaasi eest. Bakteriofaagid paljunevad nagu teisedki viirused ainult raku, antud juhul bakterraku sisemuses, põhjustades selle lagunemist. Praegu uuritakse igal pool võimalusi, kuidas kasutada faage võitluses haigusi tekitavate bakterite vastu. Peale bakteriofaagide on olemas ka aktinofaagid, mis hävitavad aktinomütseete. Oletatakse, et bakteriofaagid võivad pärssida ka ristiku-mügar-

bakterite tegevust. Nn. ristikuväsimus on arvatavasti tingitud faagide tegevusest, mis hävitavad ristiku-mügarbaktereid.

Füüsikalistele ja keemilistele mõjutustele on bakteriofaagid tunduvalt vastupidavamad kui bakterid. Enamik bakteriofaage on vastupidavad soojendamisele 60—65°-ni 15—20 minuti jooksul ja inaktiveeruvad alles 70° juures. *Pseudomonas tumefaciens*'i bakteriofaag kannatab välja kuumutamist koguni 80°-ni 10 minuti jooksul ning inaktiveerub alles 85° juures. Kuumutamist kuni 65° kannatab see bakteriofaag ühe tunni vältel. Bakteriofaagid on vastupidavad ka kuivamisele ja külmumisele. 15—30 minutit vältav päikesekiirgus alandab aga tunduvalt mõningate bakteriofaagide aktiivsust.

VÄLISFAKTORITE MÕJU TAIMEVIIRUSTELE

Välisfaktorite mõju viirustele ei ole veel küllaldaselt selgitatud, kuigi on olemas rida töid sellest valdkonnast.

Kõrge temperatuuri suhtes on viirused palju vastupidavamad kui seened. Enamik viirusi inaktiveerub 50 ja 60° vahel, üksikud aga kannatavad välja palju kõrgemat temperatuuri: tubakamosaiigiviirus näiteks 92°, tubaka-nekroosiviirus mõnel juhul koguni 95° 10 minuti vältel. Viirused jäävad virulentseks ka madala temperatuuri juures. Enamus võib säilida kuude kaupa virulentsena ülimadalatel temperatuuridel. Suur mõju on temperatuuril ka viirushaiguste inkubatsiooniperioodile. Näiteks tubakamosaiigiviiruse inkubatsiooniperiood on kõige lühem 28—30° juures. Mida madalam on temperatuur, seda aeglasemalt toimub ka viirushaiguste sümptoomide areng taimedel.

Kuivusele on paljud viirused väga vastupidavad. Tubakamosaiigiviirus võib säilida kuivanud taimelehtedes mitukümmend aastat. Kartuli X-viirus säilib kuivuse käes virulentsena 263—500 päeva. Väga vastupidav kuivusele on ka tubaka-nekroosiviirus. Enamik viirustest aga inaktiveerub kuivanud taimekudedes.

Valguse toime viirustele on üldiselt tähtsusetu. Otsene päikesekiiritus mõjub neile alles pikema aja jooksul. On kindlaks tehtud, et tubaka-mosaiigiviirus ei kaota pärast 6-tunnist päikesekiirtega mõjutamist midagi oma virulentsusest, pärast 25—36-tunnist mõjutamist on küll tunduvalt nõrgestatud, kuid veel mitte täielikult hävinud. Ultraviolettkiirte mõjul inaktiveerub nimetatud viirus juba ühe tunni jooksul.

Keskkonna reaktsiooni suhtes on viirused väga tundlikud. Teatud pH piirides võib viirus täiesti laguneda.

Kemikaalide mõju viirustele on käsitletud arvukates töödes. W. Stanley on uurinud rohkem kui 160 kemikaali mõju tubaka-

mosaiigiviirusele. Nimetatud viirus hävib näiteks 2%-lises sinepiõlis, 1%-lises nikotiinilahuses, 1%-lises atropiinilahuses jne., kuid on väga vastupidav eetrile. Askorbiinhape avaldab viirustele tugevat inaktiveerivat toimet, kuid ainult õhuhapniku mõjul. Ka formaliin inaktiveerib viirusi. Tubaka-mosaiigiviirus inaktiveerub 1%-lises, kurgi-mosaiigiviirus 0,5%-lises, liblikõieliste taimede viirused 0,1—1%-lises formaliinilahuses.

Bioloogilistest teguritest võivad viirusi inaktiveerida paljud bakterid ja seened, bakteritest näiteks *Aerobacter aerogenes*, seentest *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea* ja enamik pärmseeni. *Aerobacter aerogenes* ja *Aspergillus niger* inaktiveerivad tubaka-mosaiigiviiruse väga kiiresti. Seente ja bakterite ühesugune toime viirustele seisneb arvatavasti selles, et nad muudavad keskkonna pH neile ebasoodsaks ja eritavad aineid, mis viirusi inaktiveerivad.

Taimede toitumisrežiimi mõju viroosidele on tunduvalt vähem selgitatud kui teiste haiguste puhul. Senised uurimised näitavad, et viiruste paljunemine ja kahjustuse suurus sõltuvad sellest, kuivõrd soodne või takistatud on nakatatud taime kasv ja areng. Kahjustust soodustab üldiselt selline toitumisrežiim, mis stimuleerib ülemäärast vegetatiivset kasvu ja aeglustab arengut, ning, vastupidi, toitumistingimused, mis soodustavad taime arengut ega forsseeri sealjuures kasvu, hoiavad ära suurema kahjustuse. Seega aitab taimede otstarbekas toitumisrežiim vähendada viiruste poolt tekitatavat kahju.

VIIRUSTE KLASSIFIKATSIOON (18)

Viiruste klassifikatsiooni ja nomenklatuuri ei ole seni suudetud lahendada. Selle põhjuseks on viiruste üldise olemuse ja üksikute viiruste iseärasuste puudulik tundmine. Algul kaudsid kõik viiruste süsteemi loomise katsed katalogiseerimise iseloomu. J. Johnson nimetas oma esimeses klassifikatsioonis 1927. aastal viirusi peremeestaimede ingliskeelsete nimede järgi, lisades neile numbri selles järjekorras, kuidas neid avastati, näiteks «Tobacco virus 1», «Tobacco virus 2» jne. K. Smith muutis Johnsoni nomenklatuuri sellega, et asendas ingliskeelse taimenimetuse ladinakeelsega. Nii nimetas ta ülalmainitud tubaka-mosaiigiviirust «*Nicotiana virus* 1» jne. Viiruste erinevaid tüvesid märgiti tähtedega A, B, D ... X, Y. F. Holmes kasutas 1939. aastal esimesena fütopatogeensete viiruste süsteemis binominaalset nomenklatuuri. Palju vaieldi selle üle, milline koht anda viirustele botaanilises süsteemis. F. Holmes näiteks asetas nad omaette seltsi «*Vira*», mille ta jaotas füto- ja zoofaagideks, kuid oma uues süsteemis 1948. aastal asetas ta nad bakteritele lähedasse seltsi «*Virales*». Holmes'i loodud süsteemi põhialuseks on võetud

haiguste välistunnused, mitte aga viiruste omadused. Seetõttu on üksteisest väga erinevad viirused Holmes'i süsteemis paigutatud ühte perekonda, ühe ja sama viiruse eri tüved on aga sageli sattunud koguni erinevatesse sugukondadesse. H. Quanjer viitas juba 1931. aastal sellele, et puhtsümptomaatilistel tunnustel loodud viiruste klassifikatsioon jääb puudulikuks, ning pani ette arvestada ka nakatatud taimes toimunud histoloogilisi muutusi. Välissümptoomide alusel töötas Quanjer välja kartulivirooside klassifitseerimise skeemi, mis baseerub põhiliselt nekrooside ilmumisel ja laienemisel taimekudedes. Tema süsteem on loodud ainult kartuliviiruste jaoks ja ei ole rakendatav teiste viiruste kohta. H. Thornberry modifitseeris Holmes'i süsteemi ja paigutas viirused seltsi «*Biovirales*». Kuid ka sellel süsteemil olid samad puudused mis eelmistelgi. H. McKinney viis viirused taimeriigi alla nn. virifüütide «*Viriphytae*» gruppi. Nõukogude teadlastest on V. Rõžkov ja K. Suhhov (1958) teinud ettepanekuid viiruste süsteemide parandamiseks ja täiendamiseks. Kahjuks ei ole ka nende ettepanekud midagi olulist selle probleemi lahendamisse andnud. See on ka täiesti loomulik, sest viiruste klassifitseerimine on võimalik alles siis, kui neid tuntakse nii, nagu praegu tuntakse baktereid ja seeni.

Käesoleval ajal on kõige rohkem kasutusel nomenklatuur, kus viirusi nimetatakse haigussümptoomide järgi (aluseks inglise keel) või tähistatakse ladina tähestiku tähtedega (näiteks kartuli X-viirus), osa aga sümptoomi pildi järgi (näiteks kartuli-keerdlehisuse viirus jt.).

Taimede viroosid jagunevad kahte rühma: mosaiigid ja kloroosid. Selle järgi jaotatakse ka nende põhjustajad (s. t. viirused) mosaiigi- ja kloroosiviirusteks.

M o s a i i g i l e on tüüpiline mitmesuguses astmes hele- ja tumeroheliste alade vaheldumine lehepinnal, millega sageli kaasnevad nekrootilised nähud. Mosaiik on tingitud kloroplastide arengu ebaühtlusest üksikutes leheosades, s. t. üksikutes osades ei arene kloroplastid välja. Kahjustatud lehed on peale selle tihti deformeerunud või kiprunud. Mosaiigiviirused on haige taime mahlaga mehaaniliselt ülekantavad.

Kirjeldatud virooside rühma kuuluvad näiteks kartuli-, oa-, peedi- ja kurgimosaiik, tomati-pronkslaiksus, ploomi-paellaiksus, vaarikamosaiik jt.

K l o r o o s i ehk koltushaiguse tunnuseks on lehtedel või nende osadel rohelise värvuse asendumine kas osaliselt või täielikult mingi ühesuguse heleda värvusega, peamiselt kollasega. Peale selle põhjustavad kloroosiviirused haigusi, kus esinevad hoopis õite moonded, taime luudsus, lehemoonded jt. sümptoomid. Haigete taimede kasv on pärsitud. Kloroosiviirused ei kandu edasi haige taime mahlaga, vaid vaheperemeeste putuk- ja

lestsiirutajatega (inimese majanduslikus tegevuses aga taimede vegetatiivse paljundamisega).

Klorooside rühma kuuluvad kartuli-keerdlehisus, talinisumosaiik, peedikloroos, mustasõstra-täidisõielisus jt.

VIIRUSHAIGUSTE SÜMPTOOMID TAIMEDEL

Viirushaiguste ehk virooside kõige märgatavamateks sümptoomideks on lehtedel esinevad eespool kirjeldatud mosaiigid ja klorootilised värvuse muutused. Iseloomustavateks tunnusteks on ka tumeroheliste triipude tekkimine leheroodude ümber (rooäärestus) või leheroodude läbipaistvaks muutumine kogu lehe ulatuses (leheroo helendumine). Teatud viirushaiguste puhul muutuvad lehed sügavalt tumeroheliseks. Vahel võivad värvuses esineda ka teised muutused. Kartuli-keerdlehisuse korral näiteks tekib antotsüaan, mis muudab lehe alumise pinna servast punaseks või sinakasmustaks.

Värvuse muutustega kaasnevad sageli ka vormimuutused, deformatsioonid. Mõningatel juhtudel võib morfoloogiline deformatsioon olla ainult vähe märgatav, teistel juhtudel aga on see oluliseks diagnostiliseks tunnuseks. Viirushaigetel taimedel muutub sageli lehtede struktuur. Lehed muutuvad kas kangeks ja paindumatuks (kartuli-keerdlehisus) või hapraks ja kergesti murduvaks (peedikloroos). Selliste lehtede puudutamisel tekib isesugune metalne kahin. Tüüpilisteks virooside tunnusteks on ka lehtede keerdumine, kortsumine ja kimardumine. Mõnikord omandavad lehed V-tähe, sõnajalalehe jm. kuju või muutuvad kitsaks, niitjaks. Tähtsateks virooside sümptoomideks on nekroosid. Mosaiigiviiruste puhul esinevad nekroosid sageli ülitundlikel taimedel (näiteks *Nicotiana* sp. tubaka-mosaiigiviiruse suhtes) viiruse organismi sattumise kohal. Kloroosiviiruste puhul algavad nekroosid floeemis. Nekroosid olenevad nii viirustest kui ka taimest. Raskematel juhtudel haarab nekroos kogu võrse tipu, lehevarre või terve okste süsteemi. Nekrootiline piirkond võib tekkida ka varuorganites. Tubaka-nekroosiviirus võib hävitada rakke taime kõikides organites, välja arvatud juurtes. Värvuselt on nekroosid enamasti hallikaspunased, pruunid või koguni mustad.

Viroosid põhjustavad anomaaliat ka õite ja viljade värvuses ning morfoloogias. Üheks selliseks on näiteks liilialiste (tulpide), levkoide, tubaka jt. kroonlehtede viiruslik ehk nakkuslik mitmevärvilisus. Mõnikord muutuvad punased või pronksvärvilised õied (näiteks krüsanteemidel) kollaseks, helepunased ja roosad valkjaks või kollakaks jne. Sageli on õied tunduvalt väiksemad kui tervetel taimedel ja ebasümmeetrilise ehitusega. Viirushaigel mustal sõstral ilmneb täidisõielisus, mis põhjustab musta sõstra

saagitust. Mõningate viirusnakkuste juhtudel ei hakka viirushaiged taimed üldse õitsema või neil avanevad vaid üksikud õied, nagu näiteks kurgimosaiigi puhul. Viljadel avalduvad virooside sümptoomid ringidena, laikudena, puhetistena ja nekroosidena. Puuviljadel esinevad samuti laigud, värvuse ja kuju muutused. Sagedaseks nähtuseks on ümmarguste viljade piklikuks ja piklike viljade ümmarguseks muutumine. Viirushaigetel õuntel kattub koor kärnataoliste moodustistega ja muutub karedaks. Väga sageli halvenevad ka viljade maitseomadused.

Viirushaigetel taimedel on juurestik halvasti arenenud ja väiksem kui tervetel taimedel. Mõne viirushaiguse puhul on täheldatud juurekarvakeste arvu suurenemist. Juurtel võib esineda nekroose, mõnikord ka pahku ehk tuumoreid, mis võivad olla väga väikesed, pustulikujulised, vahel aga mitmemillimeetrise läbimõõduga. Selliseid pahku võib tekkida nii suurel hulgal, et nad katavad kogu juure.

Viirushaigete taimede eluavaldused on tugevasti pärsitud. Eriti virulentsed viirused kutsuvad esile ägedalt kulgevaid patoloogilisi protsesse, mille tagajärjel taim hukkub. Teistel juhtudel võib viirushaigus muutuda krooniliseks: taim kannatab selle all kogu eluea, kui ei hukku. Ühel peremeestaimel võib parasiteerida korraga mitu erinevat viirust.

VIIRUSHAIGUSTE LEVIK

Viirushaiguste levikul on kõige tähtsamaks eelduseks viiruse kontakti sattumine elava raku protoplasmaga. Terve, kahjustamata rakumembraan takistab viiruse sissetungi. Fütopatogeensete viiruste pääsemine taimesse on seetõttu võimalik üksnes haavandite kaudu, sealt satuvad nad vahetult peremeestaime tsütoplasmasse, kus nad hakkavad paljunema.

Viirused kanduvad üle kas mehaaniliselt haige taime mahlaga (mosaiigiviirused) või bioloogiliselt, s. t. siirutajatega, ning taimede pookimisel ja vegetatiivsel paljundamisel (mosaiigi- ja kloroosiviirused). Teatud osa etendavad viirushaiguste levitamisel ka infitseeritud taimejäänused, muld ja seemned.

Mosaiigiviiruste levik haige taime mahla kaudu toimub taimede hooldustöödel kas tööriistade või inimeste kätega, millelt mahl satub juhuslikult tekitatud haavanditesse tervel taimel. Samuti võib see toimuda putukaga, kes on söönud enne nakatatud ja seejärel tervel taimel. Tubaka-mosaiigiviirus püsib virulentsena isegi veel töödeldud tubakas ning võib näiteks hooldustöödel levida tervetele taimedele suitsetaja käte kaudu.

Viirused kanduvad mehaaniliselt edasi ka sel teel, et õhu- ja tuuleliikumiste tagajärjel või muudel põhjustel puutuvad kokku haigete ja tervete taimede lehed ning varred. Sealjuures tekivad

väikesed vigastused, mille kaudu ühe taime rakkude sisu võib üle minna teisele taimele. Antud juhul on tegemist kontaktinfektsiooniga. Selliselt levivad peale tubaka-mosaiigiviiruse kurgimosaiigiviirus 2, kartuli X-viirus ja mõningad teised.

Teatud viirused, näiteks tubaka-mosaiigiviirus, kurgi-kimarlehisuseviirus jt., säilivad võrdlemisi kaua koristusjärgsetes taimejäätmetes, mis osutuvad seetõttu primaarseks nakkusallikaks. Enamik viirusi aga inaktiveerub kaunis kiiresti kuivanud taimekudedes ja ei kandu seetõttu edasi ka taimejäätmetega.

Muld tuleb virooside levitajana vähe arvesse. Tavaliselt satub otseselt mullast taimedele ainult väheseid viiruste liike, näiteks tubaka-mosaiigiviirust ja tubaka-nekroosiviirust. Raskетel, vähe õhustatud muldadel säilib viiruste nakatamisvõime siiski tunduvalt kauem kui kergetel, hästi õhustatud muldadel. Sageli kannavad nakkust edasi mitte niivõrd mullaosakestele adsorbeerunud virioonid kui just mullas leiduvad infitseeritud taimejäätmed. Samuti toimub nakkus harvem juurte kui mullapinnale lähedal asuvate lehtede kaudu. Mõningatel juhtudel võivad viirused levida ka mullaasukatega, näiteks seentega (*Olpidium brassicae*) ja nematoodidega (*Xiphinema* sp., *Longidorus* sp., *Trichodorus sp.*).

Teatud viirused kanduvad üle õisparasiitidega võrmide (*Cuscuta*) perekonnast, kuigi viimaste osatähtsus viiruste siirutajatena on praktiliselt tühine.

Seemnete kaudu levib umbes 15 protsenti kõigist senituntud viirustest. Näitena võib tuua oa-, peedi-, kurgi- ja salati-mosaiigiviiruse. Tavaliselt ei sisalda mitte kõik seemned antud viirust, mistõttu viirushaige taime seemnetest võivad kasvada nii haiged kui ka terved taimed. Üldiselt on viiruste levikuprotsent seemnete kaudu muutuv, olenedes nakatamise ajast, taimeperekonnast, sordist ja vastava viiruse tüvest. Mida varem taimede nakatumine toimub, seda suurem on ka leviku protsent seemnete kaudu. Mõnedes perekondades (*Leguminosae*) täheldatakse viiruste levikut seemnetega väga sageli, teistes seevastu (*Solanaceae*) äärmiselt harva. Kuid suurem osa viirusi ei levi seemnetega. Millest see on tingitud, et viirushaigete taimede seemned ei ole nakatatud, ei ole veel lõplikult selgitatud. Ilmselt võib seda nähtust seletada sellega, et valmivates seemnetes tekivad viirusi inaktiveerivad ained või et viirused lihtsalt ei pääse seemnetesse.

Nakatatud taimede vegetatiivsel paljundamisel kanduvad viirused järglaskonda üle. Paljud kartuliviroosid (keerdlehisus, X-viirus jt.) levivad mugulate kaudu. Viirused, mis nakatavad liilialiste sugukonna taimi, säilivad sibulates (sibulamosaiik, tulpide kirjuõielisus) ning kanduvad nendega üle. Viirused levivad ka pistikutega (mustasõstra-täidisõielisus jt.).

Kõige tähtsamad viiruste edasikandjad on aga piste-imemissuistega putukad, nagu lehetäid ja rohusikud. Paari viroosi levi-

tavad ka mõned ämblikuliigid. Eesti NSV-s siirutavad viirusi peamiselt paakspuu-lehetäi (*Doralis frangulae*), toalille-lehetäi (*Macrosiphon pelargoni*, sün. *Dysaulacorthum vincae*), kööleri lehetäi (*Macrosiphon köhleri*) ja persiku-lehetäi (*Myzus persicae*). Infektsiooni kannavad haigetelt taimedelt tervetele üle peamiselt lehetäide lendvormid.

Suhted viiruste ja nende siirutajate vahel on väga erinevad. On olemas viirusi, mida levitatakse paljude siirutajate poolt, näiteks herne-, lillkapsa- ja rõikamosaiik. Igaühel neist on tuntud 10 putuksiirutajat; sibula-koldtriipsust aga kannavad edasi koguni 60 lehetäiliiki. Samas eksisteerivad viirused, mille levik toimub üheainsa siirutaja abil. Siirutajate võime levitada viirusi on samuti väga erinev. Terve rida neist levitavad erinevatesse süstemaatilistesse gruppidesse kuuluvaid viirusi, nagu paakspuu-lehetäi ja persiku-lehetäi. Esimene siirutab 30, teine aga koguni 50 erinevat viirust. Mõned siirutajad aga levitavad ainult üht kindlat viirust, näiteks lutikaliik *Piesma quadrata*, kes kannab edasi vaid peedi-kimarlehisust.

Fütopatogeensete viiruste edasikandmine putukate poolt toimub kahel viisil: mehaaniliselt ja bioloogiliselt. Esimesel juhul viiakse nakkus taimesse suistega, millele on jäänud virioonid. Keerulisemaid suhteid viiruse ja siirutaja vahel ei teki. Selliselt levivad peamiselt mosaiigiviirused. Viiruste mehaaniline ülekandmine putukate poolt võib toimuda vahetult või väga kiiresti pärast viimaste toitumist haigel taimel. Bioloogilisel ülekandmisel aga peab viirus pärast siirutajasse sattumist temas paljunema. Alles siis, kui viiruslik valk on saavutanud vajaliku kontsentratsiooni ning tunginud putuka süljenäärmetesse, hakkab ta koos süljega erituma ning kutsub esile taimerakkude nakkuse, kui siirutaja taimel toitub. Ajavahemikku siirutaja toitumisest kuni uue nakkuse ilmsikstulekuni nimetatakse inkubatsiooniperioodiks. Selle pikkus oleneb nii viiruse kui ka siirutaja bioloogilistest iseärasustest. Levik siirutajate kaudu bioloogilisel teel on omane peamiselt kloroosiviirustele. Kuna kloroosiviirused võivad putuksiirutajates säilida viimaste kogu eluea kestel, etendavad siirutajad ühtlasi ka reservaatide osa.

Enamik viirusi, mis levivad putukatega, ei kandu edasi putukate järgnevatesse põlvkondadesse. Nakatumiseks peab antud põlvkond toituma uuesti haige taime mahlast. Ainult mõningad viirused (kloroosiviirused) paljunevad vastava putukaliigi mitmes põlvkonnas järjest.

Viirushaiguste tõrje on põhiliselt profülaktilist laadi, kuna otseseks teraapiaks on praegusel ajal alles minimaalsed võimalused. Kõige paremaid tulemusi saavutatakse agrotehniliste abinõude rakendamisega, millest on efektiivsemad järgmised.

Terve seemne- ja istutusmaterjali kasutamine.

Viirushaigete taimede hävitamine kohe, kui märgatakse vastava viirushaiguse sümptoome.

Viirushaigete taimede jäätmete hävitamine. Eriti maksev on see tomati jt. taimede kohta, millel esineb tubaka-mosaiigiviirust.

Tubaka- ja tomatitaimede hooldamisel tuleb käsi ja tööriistu korralikult desinfitseerida, et ei leviks tubaka-mosaiigiviirus. Et vältida tomatiseemnete nakatumist tubaka-mosaiigiviirusega seemnete eraldamisel viljalihast, on soovitatav teha ekstraktsioonimenetlust soolhappega. Ühele kilogrammile küpsele viljalihale, mis on asetatud puunõusse, lisatakse 12,5 cm^3 kontsentreeritud soolhapet ja segatakse hoolikalt. 3 tunni pärast pestakse seemned veega välja ja lastakse kuivada õhu käes. See menetlus hävitab nakkusalgme, mis asetseb väljaspool seemnekesta.

Umbrohtude ja putukate hävitamine. Mitmeaastased umbrohud on viiruste kolleteks: neil talvituvad viirused võivad järgneval vegetatsiooniperioodil põhjustada uut nakkust. Seepärast on nende hävitamine väga oluline. Lavades ja kasvuhoonetes tuleb läbi viia putukate tõrje vastavate mürkkemikaalidega.

Viirushaigustele vastupidavate sortide aretamine ja kasvatamine — see on kõige efektiivsem abinõu võitluses virooside vastu.

X peatükk

ÕISTAIMED PÕLLUMAJANDUSKULTUURIDE PARASIITIDENA

Parasiitide hulka kuuluvad enamasti alamad taimed — seened ja bakterid, ent ka kõrgemate taimede seas esineb parasiteerivaid vorme, kuigi palju vähem. Tuntakse umbes 1000 õistaimedest parasiidiliiki sugukondadest *Loranthaceae*, *Orobanchaceae*, *Convolvulaceae*, *Santalaceae*, *Scrophulariaceae* jt. Nad elutsevad taimedel, toituvad nende arvel ning häirivad sellega peremeestaime kasvu ja arengut. Õistaimede parasitism on seotud nende vegetatiivorganite redutseerumisega. Vastavad liigid toitusid varem iseseisvalt ja alles aja jooksul läksid üle parasiitsele eluviisile. Neile on iseloomulik eriti kõrge rakusisene osmootne

rõhk, mille abil nad imendavad vajalikke toitaineid peremeestaime rakkudest.

Õistaimedest parasiitidele on iseloomulik, et nad ei põhjusta peremeestaimedel erilisi morfoloogilisi muutusi (võrm). Juurte nakatamise puhul tekitavad nad ainult paikset hüpertroofiat (soomukas). Õistaimedest parasiitide kahjulik mõju avaldub peamiselt taimede füsioloogiliste protsesside häiretes ja pärssimises.

Õistaimedest parasiitide spetsialiseerumine on väga erinev. Mõned liigid on kitsalt spetsialiseerunud ainult vähestele peremeestaimedele, näiteks teatud võrmiliigid. Seevastu aga teised võrmi- ja võõrikuliigid parasiteerivad paljudel peremeestaimedel umbes 30 sugukonnast. Mitmed õistaimedest parasiidid esinevad põllumajanduskultuuridel, nagu ristikul, linal, kanepil, päevalillel jt., vähendades nende saaki ja halvendades selle kvaliteeti kuni saagi täieliku äpardumiseni.

Poolparasiitidel on klorofülliaparaat täiesti välja kujunenud, kuigi nende klorofülliterad erinevad nii kujult kui ka värvuselt tavalistest, ja nad on suutelised toituma autotroofselt. Seetõttu nimetatakse neid ka rohelisteks parasiitideks. Peremeestaimedelt saavad nad mõningaid orgaanilisi aineid, peamiselt vett ning selles lahustunud mineraalsooli. Eristatakse fakultatiivseid ja obligaatseid poolparasiite. Mõlemal juhul toimub parasiidil täielik fotosünteesiprotsess. Poolparasiitide hulka kuulub näiteks võõrik (*Viscum album*), mis rahuldab mitte ainult omaenda orgaaniliste ainete vajadust, vaid jagab osa neist ka peremeestaimega, kui see on sügisel lehtedeta olekus.

Täisparasiitidel puudub klorofüll ja nad toituvad seetõttu ainult peremeestaime arvel. Nende lehed on muutunud väikesteks ja soomusjaiks ning juurestik on kas modifitseerunud või sureb varakult (idujuurtena). Täisparasiidid on võrmid (*Cuscuta*) ja soomukad (*Orobanche*). Kinnitusviisi järgi jagunevad täisparasiidid varre- ja juureparasiitideks. Varreparasiidiks on näiteks linavõrm, juureparasiidiks soomukas.

Uuemad uurimused (O. Natalina, 1964) on näidanud, et õisparasiitide jaotamine fakultatiivseteks ja obligaatseteks parasiitideks ei kajasta õistaimede evolutsiooniprotsessi astmelisust. O. Natalina tõestas eksperimentaalselt, et võrmide paigutamine täisparasiitide hulka on alusetu, sest teatud jämeda roheka varrega liikidel esineb klorofüll ja nõrk assimilatsiooniprotsess. Seetõttu on nad suutelised toituma lühikest aega ka autotroofselt. Selle kohta leidub andmeid ka juba varasemates töödes (E. Temme, 1883; O. Gertz, 1915; A. Johst, 1914; M. Lilienstern, 1928, 1931 jt.). O. Natalina (1964) järgi tuleb võrme vaadelda üleminekuvormidena pool- ja täisparasiitide vahel. Nende seas on liike, mis ei ole veel täielikult kaotanud rohelist värvust ja assi-

milatsiooniprotsessi, ning selliseid, mis on klorofüllita. O. Natalina soovitab järgmist õisparasiitide klassifikatsiooni.

I. Esmased (alg-) parasiidid — osaliselt redutseerunud juurestikuga, kuid lehtede ja täieliku assimilatsiooniprotsessiga rohelised taimed sugukonnast *Scrophulariaceae* (robirohud, härgheinad jt.).

II. Poolparasiidid — täiesti redutseerunud juurestikuga, kuid roheliste lehtede ja assimilatsiooniprotsessiga taimed sugukonnast *Loranthaceae* (võõrik jt.).

III. Kõrgesti spetsialiseerunud parasiidid — rohekad võrmid täiesti redutseerunud juurestiku ja lehtedega, kuid osaliselt säilinud assimilatsiooniprotsessiga ja mitterohelised võrmid — üleminekuvormid järgmisele grupile (sugukonna *Cuscutaceae* esindajad).

IV. Täisparasiidid — redutseerunud juurte, lehtede ja mitteroheliste vartega taimed, millel täiesti puudub klorofüll ja assimilatsioon. Sellesse rühma kuuluvad sugukonna *Orobanchaceae* esindajad (soomukad).

Majanduslikult ohtlikumad õistaimedest parasiidid on võrmid ja soomukad. Meie tingimustes kahjustavad kultuurtaimi peamiselt võrmid.

Võrmid (*Cuscuta*) parasiteerivad oma väänduvate ja hargnevate vartega peremeestaimede vartel, põimides tabatud taimi kokku. Võrmi varred on peenikesed, enamasti kollakad või roosad, mõnikord ka punased või lillaka varjundiga, mõnel liigil rohekad. Võrmil puuduvad lehed, varrel asetseb suurel hulgal väikesi roosasid või kollaseid õisikuid. Vili on ümar, kerajas või munajas kupar, mis säilib mullas või külvises elujõulisena kuni viis aastat. Varred arenevad mullas idanevatest võrmiseemnetest, moodustades taimega kokkupuutumise kohas haustoreid. Hiljem varre alumine osa kortsub ja kuivab ära, mistõttu parasiidid kaotavad igasuguse kontakti mullaga. Edasine kasv toimubki järjest suurema hulga haustorite arvel, mis tekivad kindlate ajavahemikkude järel vastavalt varre pikenemisele. Haustorid kinnituvad peremeestaimede kudedesse ja võtavad sealt võrmile vajalikke toitaineid. Üksainus võrmieksemplar võib parasiteerida korraga mitmel taimel.

Nõukogude Liidus tuntakse umbes 30 võrmiliiki, mis parasiteerivad linal, ristikul, suhkrupeedil, sibulal ja teistel taimedel.

Erinevused üksikute võrmiliikide vahel seisnevad nende varre jämeduses, õisiku ehituses ja vilja kujus ning peamiselt nende spetsialiseerumises. Põldvõrm (*Cuscuta campestris* sün. *Cuscuta arvensis* var. *calycina*) esineb lutsernil, ristikul, vikil, valgel mesikal, kartulil, suhkrupeedil ja mõningatel teistel kultuuridel. Harilik võrm (*Cuscuta europaea*) esineb umbes 40 sugukonna taimedel, Eesti NSV-s humalal ja kõrvenõgesel. Linavõrm (*Cuscuta epilinum*) esineb linal, kanepil, tudral, peedil jt. Ris-

tikuvõrm (*Cuscuta trifolii*, sün. *Cuscuta epithymum* var. *trifolii*) esineb meil ristikul ja lutsernil. Võrmid levivad heinaga, seemnega (ristikuvõrm), sõnnikuga ja kantakse laiali ka loomade poolt.

Võitluses võrmide vastu on kõige tähtsam profülaktika. Kõigepealt tuleb külvis hoolikalt puhastada, mis on eriti maksev ristiku- ja linavõrmi suhtes. On keelatud külvata võrmiseemneid sisaldava külvisega. Seemneid puhastatakse vastavate masinatega. Võrmide põhiliseks nakkusallikaks on muld. Seepärast on väga oluline ka õige külvikord. Kohale, kus esines võrmi, ei tohi külvata sama kultuuri enne 5—6 aasta möödumist. Künnikihi puhastamiseks on vajalik sügavkünd.

Tähtis on ka keemiline tõrje. Häid tulemusi on saadud võrmikollete likvideerimisel raudsulfaadi kasutamisega. Efektiivne on 6%-lise dinitrofenooli ja 3—4%-lise dinitroortokresooli kasutamine. Mainitud lahuseid kulub hektari pritsimiseks 500 liitrit. Võrmist tabatud taimi tuleb enne parasiitumbrohtude seemendumist niita, kohapeal põletada ja nakatatud maatükk üles künda. Kui tingimused on sobivad, võib samadele aladele külvata võrmikindlaid kultuure, näiteks teravilja.

Teiseks majanduslikult tähtsaks õisparasiitide rühmaks on s o o m u k a d (*Orobanche*). Selle perekonna kõik esindajad on tõelised juureparasiidid. Evolutsiooniliselt on see rühm tihedalt seotud mailaseliste (*Scrophulariaceae*) sugukonnaga. Soomuka valkjad, kollakad, pruunid või punased adventiivjuured väljuvad mullast peremeestaime juurekaela läheduses, puutudes peremeestaime juurtega kokku järjest uutes kohtades, kus soomukal arenevad uued varred. Varred on 15—45 cm kõrged, neil arenevad õiekattelehtedesarnased lehed ja neil on arvukalt heledavärvilisi lõvilõuataolisi õisi. Viljad on väikeste seemnetega kuprad. Seemned idanevad mullas sel juhul, kui läheduses kasvavad taimed on vastuvõtlikud soomukale ning soodustavad oma juureeritistega nimetatud protsessi. Vastasel juhul säilivad seemned kaua, kuni 13 aastat puhkeseisundis, kaotamata idanemisvõimet. Kultuurtaimedel on tuntud 16 soomukaliiki.

Nõukogude Liidus on majandusliku tähtsusega neli soomukaliiki: *Orobanche cumana*, *O. ramosa*, *O. aegyptiaca* ja *O. Mutelii*. *Orobanche cumana* on ohtlik päevalilleparasiit Nõukogude Liidu lõunarajoonides. Päevalillesoomukas on kuni 50 cm kõrge, vars on algul valkjas, hiljem muutub pruuniks ja on kaetud pruunikate soomustega. Soomukaseemned võivad säilida mullas mitu aastat, kusjuures nad idanevad järk-järgult aastate jooksul. Päevalillesoomuka tähtsamateks peremeestaimedeks on päevalill, lina, kanep, tomat, tubakas jt. Peamiseks nakkusallikaks on muld, kuigi soomukaseemned võivad edasi kanduda ka külvise ja istutusmaterjaliga. Kõik soomukaliigid tekitavad peremeestaimedele suurt kahju.

Tõrjevahenditest soomuka vastu on kõige olulisem õige külvikord: soomukale vastuvõtlikke kultuure ei tohi kasvatada samal põllul enne 5—8 aastat. Samuti tehtagu korralikult umbrohutõrjet.

Eesti NSV-s ei esine soomukaid põllumajanduskultuuride kahjustajaina. Meil tuntakse jumikatel, eriti põldjumika juurtel parasiteerivat liiki — suurt soomukat (*Orobanche major*). Samuti esineb meil sama sugukonna *Lathraea* perekonda kuuluv käopäkk (*Lathraea squamaria*), mis parasiteerib lehtpuude, eriti sarapuude ja leppade juurtel.

Aianduses põhjustab märgatavat kahju poolparasiit võõrik (*Viscum album*). Tema peremeestaimedeks on umbes 30 kõrgemate taimede sugukondade esindajat. Nii elutseb ta paljudel viljapuuliikidel, peamiselt õuna- ja pirnipuudel, ning dekoratiiv- ja metsapuuliikidel, nagu valgel akaatsial, paplil, pärnal jt. Võõrik arendab peremeestaime okstel väikesi haralisi põõsakujulisi rohelisi moodustisi. Tema rohelised lehed on nahkjad ja paksud, vartel tekivad aga võõriku liigist olenevalt kas punased või valged marjad. Võõrikut kantakse edasi seemnetega, mida levitavad linnud, kes söövad võõriku küpseid marju. Võõriku seemned, kleepudes puude okstele, vajavad kindlat temperatuuri, samuti valgust. Idanemisel tekkinud adventiivjuur tungib läbi peremeestaime koore ja moodustab puidus iminapad, mille abil ta parasiteerib. Küllaldase valguse puudumisel seemned ei idane ning kaotavad koguni idanemisvõime.

Kindlaid tõrjevahendeid võõriku vastu ei ole. Esinemise korral tuleb ta hävitada nii õuna- ja pirnipuudel kui ka metsapuuliikidel. Viljapuudel tuleb kõrvaldada niihästi võõrik ise kui ka puuoksad, millel ta arenes.

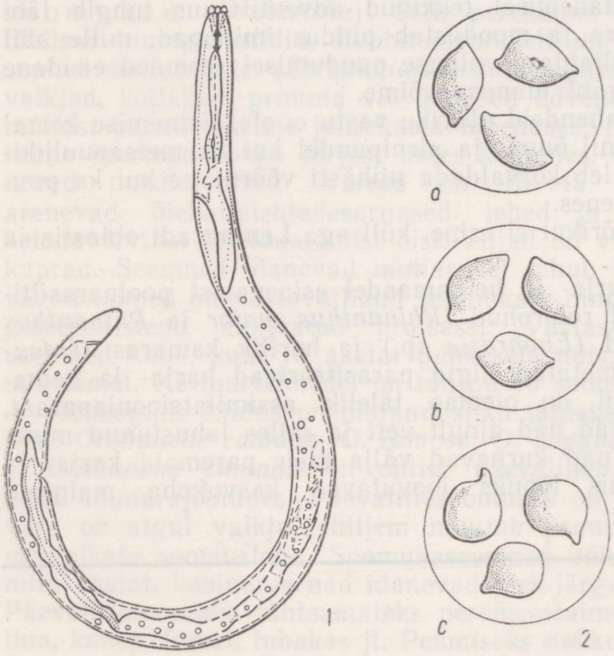
Eesti NSV-s võõrikut ei esine, küll aga Leningradi oblastis ja Läti NSV-s.

Eesti NSV-s karja- ja heinamaadel esinevatest poolparasiitidest on tähtsamad robirohud (*Rhinanthus major* ja *Rhinanthus minor*), silmarohud (*Euphrasia* sp.) ja harilik kamaras (*Odontites serotina*). Nimetatud liigid parasiteerivad karja- ja heinamaakõrrelistel. Neil on olemas täielik assimilatsiooniaparaat, taimejuurtelt võtavad nad ainult vett ja selles lahustunud mineraalsooli. Sellega nad kurnavad välja meie paremaid karja- ja heinamaataimi, mis lõpuks loovutavad kasvukoha mainitud poolparasiitidele.

NEMATOODID TAIMEHAIGUSTE TEKITAJAINA

Nematoodid on väikesed, palja silmaga nähtamatud ümarusside hulka kuuluvad loomad, mis elutsevad mullas taimejuurte ümber. Mullas leidub neid väga palju. Arvukad liigid toituvad niihästi orgaanilistest laguainetest kui ka seentest ja vetikatest. Paljud nematoodide liigid on aga ohtlikud taimedest toituvad parasiidid. Elades mullas, imevad nad taimejuurtest mahlasid. Teatud liigid tungivad juurtesse, liiguvad seal edasi ja hävitavad taimerakke. Teised liigid aga ei liigu pärast taimejuurtesse tungimist edasi, vaid jäävad liikumatuks, paisuvad, ning, rebestades juurekesta, muutuvad tsüstitaolisteks moodustisteks (kiduussid). Mitmed nematoodid (ingerjad, pahkingerjad, närbussid) elutsevad ka maapealsetes taimeosades. Eestis tuntakse praegu mitutkümmend taimeparasiitset nematoodiliiki.

Parasiitsed nematoodid eritavad seedefermente, mis muudavad taimerakkude keemilist koostist. Selle tagajärjel üksikud



Joonis 20. *1.* Nematoodi haabitus. *2. Heterodera* liikide tsüstid: *a — H. schachtii*; *b — H. avenae*; *c — H. rostochiensis.*

taimeosad või kogu taim hävib. Heades kasvutingimustes taimed tavaliselt ei hukku, kuid nad känguvad, on tervetest taimedest palju väiksemad ja annavad ka vähem saaki. Ameerika Ühendriikides hävib näiteks igal aastal nematoodide kahjustuse tagajärjel 10% kõikide kultuuride saagist, mis tähendab 500 miljonit dollarit kahju. Kartuli-kiduussist põhjustatud saagikadu oli Inglismaal 1949. aastal 2 miljonit naelsterlingit, Saksa FV-s aga 11 miljonit marka. Nõukogude Liidu Euroopa-osas võib kartuliingerjas säilitamisperioodil hävitada kuni 40% kartulimugulatest. Eestis aga on ingerjate kahjustuse tõttu hävinud mõnes majandis 6—7% mugulatest.

Nematoodidest kahjustatud taimed on haigustele vastuvõtlikumad ning nende põua- ja külmakindlus alaneb tunduvalt. Parasiitsete nematoodide massiline kogunemine mullas on üheks «mullaväsimuse» tekkepõhjuseks.

Nematoodid kahjustavad taimi mitte ainult otseselt, vaid levitavad ka seen- ja bakterhaigusi. Taimerakkude kesta purustamisega võimaldavad nad seente ja bakterite tungimist taimesse. Peale selle levitavad nematoodid, olles kaetud seente ja bakteritega, neid taimelt taimele. Oma fermentatiivse tegevusega soodustavad nad ka seente ja bakterite arengut taimekudedes. Kartuliingerjas näiteks eritab kartulimugulatesse fermente, mis intensiivistavad tärklise hüdrolüüsi. See aga soodustab kartulilehemädaniku arengut. Sibulaingerja eritatud fermendid kutsuvad esile sibulas vabade aminohapete kuhjumise, mis omakorda soodustab nimetatud kultuuri nakatumist hahkhallitusse. Tihe side esineb ka nematoodide ning perekondade *Fusarium* ja *Rhizoctonia* liikide vahel.

Mis puutub nematoodide ja bakterite vahelisse seosesse, siis on katseliselt kindlaks tehtud, et bakterid võivad säilida eluvõimelistena nematoodide sooltorus, kust nad levivad koos nematoodiga taimele. Nendevahelised suhted on aga keerulisemad ja käesoleval ajal veel lõplikult selgitamata. Nii esineb maasiknärbuss taimes alati koos bakteriga *Corynebacterium fascians*. Haigusele tüüpiline välistunnus — taimede deformeerumine, nn. lillkapsa kuju — avaldub vaid sel juhul, kui taimed on nakatatud üheaegselt nii nematoodi kui ka bakteri poolt.

Nematoodid levitavad samuti taimede viroose. Nematoodidega edasikantavaid viirusi teatakse praegusel ajal hernel, ristikul, maasikal, vaarikal jt. kultuuridel. Viiruste siirutajaiks on ainult kindlad nematoodiliigid, millest mõned on levinud ka Eesti NSV-s. Need liigid kuuluvad perekondadesse *Xiphinema*, *Longidorus* ja *Trichodorus*. Nii näiteks kannab *Xiphinema diversicaudatum* hanerohu-mosaiikviirust edasi valgele ristikule, maasikatele ja vaarikatele. Teised *Xiphinema* perekonna liigid siirutavad tubaka-ringlaiksust, mis nakatab ka kartulit ja kurki. Mitmed nematoodid *Trichodorus*'e perekonnast levitavad teisi tubakavii-

rusi ja herne varase koltumise viirust; *Longidorus*'e perekonna nematoodid siirutavad peedi-ringlaiksust. Eestis on senistel andmetel kaunis laialt levinud nematoodiliigid perekondadest *Longidorus* ja *Trichodorus*, mis parasiteerivad mitmesuguste põllukultuuride, eriti tihti aga marjapõõsaste ja viljapuude juurtel. Kõikidele viroose levitavatele nematoodidele on karakteerne pikk õõnes suuoga, millega nad on võimelised tungima läbi taimede juurerakkude kesta. Juurtele kinnituvad nad toitumiseks ainult lühikeseks ajaks ja liiguvad mullas edasi ühelt taimelt teisele.

Kartuli-kiduuss — *Heterodera rostochiensis*

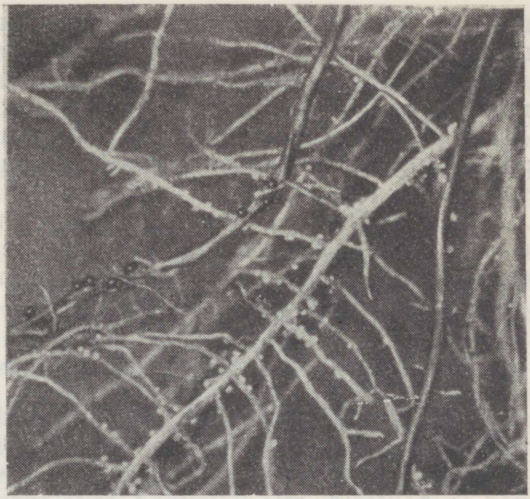
Kiduuss on ohtlikumaid kartulikahjureid, mis massilisel esinemisel võib hävitada suure osa saagist (30—80%). Kartuli-kiduuss on arvatavasti pärit Lõuna-Ameerikast, kust ta kartuliga levis üle kogu maailma, tekitades eriti tugevat kahjustust Kesk- ja Lääne-Euroopas. Kiduuss on karantiiniobjekt. Eesti NSV-s on kartuli-kiduuss laialt levinud.

Nakatatud kartul võrsub aeglaselt. Kartulipuhmad on kidurad ning moodustavad sageli vaid 1—2 vart. Juba varakult jäävad nad kasvus ja arengus tervetest taimedest maha. Sageli ei hakka nakatatud kartulitaimed üldse õitsema või õitsevad ainult üksikud taimed, nad koltuvad ja närtsivad ning võivad tugeva kahjustuse korral enneaegselt hävida. Mugulad on väikesed, neid on pesas tihti ainult 1—2. Taime juurtel arenevad mooniseemnesuurused valkjad või tumepruunid moodustised — kiduussi tsüstid, kes toituvad juure mahlast. Tsüstid on kõige kindlamaks kiduussi esinemise tunnuseks, sest kõik eespool kirjeldatud taimede välistunnused võivad ka mitte avalduda. Kui agrofoon on kõrge ja nematoode juurtel vähe, saab taim ajutiselt haigusest jagu. Aastate jooksul suureneb aga parasiitide arv mullas tunduvalt, mistõttu ka nakkuskolde likvideerimine muutub raskeks.

Meie oludes on parimaks kiduussi vaatlusajaks 15. juuli kuni 15. august. Sellel ajavahemikul on tsüstid juba küllaldaselt arenenud. Hiljem langeb suur osa neist mulda. Kartuli-kiduussi tsüstid on ümmargused või ovaalsed. Nad säilitavad mullas parasiidi eluvõimelisi mune 10 aasta jooksul ning kauemgi.

Peedi-kiduuss — *Heterodera schachtii*

Eesti NSV-s on peedi-kiduussi leitud söögipeedi juurte ümbert. Kahjustatud taimed on kidurad, sarnanevad toitainetevaesel mullal kasvanud taimedega, nende alumised lehed kolletuvad ja närbuvad. Närbumine toimub eriti kergesti kuumade ilmadega.



1

2



Joonis 21. Kiduussi tsüstid: *1* — kartuli juurtel; *2* — mugulal.

Haiged taimed on ka tervetest heledama värvusega. Nakatatud peedid võivad jääda tervetega võrreldes kaalult rohkem kui 5 korda kergemaks, samuti langeb nende suhkrusisaldus.

Ristiku-kiduuss — ***Heterodera trifolii***

Ristiku-kiduussi on leitud üle kogu vabariigi, ta esineb väga tihti valge ristiku parasiidina. Kahjustuse esimeseks välistunnuseks on juuretippude nekroos (kärbumine). Juurekahjustused ilmnevad aga alles siis, kui kiduuss on juba mitu põlvkonda parasiteerinud ja kui mullas esineb massiliselt kiduussi vastseid,

mille tagajärjel taimede kasv jääb nõrgaks. Kiduussi parasiteerimisega kaasneb taime rakukestade hävimine. Juurtes tekib süntsüütsium (vaheseinteta rakumass), mis takistab toitainete normaalset liikumist taimes. Kahjustatud taim moodustab hulgaliselt peeni narmasjuuri, nn. näljajuuri. Ristiku-kiduuss võib parasiteerida ka mõnedel herne- ja aedoasortidel, kollasel mesikal, spinatil ja mõningatel teistel kultuuridel.

Peale kirjeldatud kiduusside leidub meil veel kõrre-kiduussi (*Heterodera avenae*), kes parasiteerib kaeral ja nisul, ning niidukõrrelistel esinevat kasteheina-kiduussi (*Heterodera punctata*), samuti rida teisi liike.

Kartuliingerjas — *Ditylenchus destructor*

Kartuliingerjas tekitab kartuli säilitamisel kuivmädanikku, mille tagajärjel võib hävida üle 40% kartulimugulatest. Ingerjast kahjustatud mugulatel arenevad kergesti mitmesugused seened ja bakterid, mis kutsuvad esile märgmädanikku. Selle tagajärjel hävivad mugulad lühikese aja jooksul. Ingerjad rändavad edasi, nakatades järjest uusi mugulaid. Ingerja poolt tekitatud kuivmädaniku korral on mugula koor lahti ja eraldub kergesti.

Ristikuingerjas — *Ditylenchus dipsaci*

Ristikuingerja rassid parasiteerivad punasel, roosal ja valgel ristikul, elutsedes nende vartes ja lehtedes. Kahjustatud taimed jäävad kängu ja nende varred deformeeruvad, kusjuures tekivad uued külgpungad. Nakatatud koed paksenevad tunduvalt, noorte võrsete alused muutuvad sibulakujuliseks. Sellised võrsed on jäigad ja murduvad kergesti. Tugeva nakkuse korral deformeeruvad ka lehed. Ristikuingerja massilise esinemise puhul hävivad taimed täielikult, teise aasta ristikupõllud jäävad hõredaks ja saak väheneb tunduvalt. Eestis ei ole seni valgel ristikul ingerjat veel leitud, küll aga esineb ta meie naabermaades, mistõttu ta võib kergesti sattuda ka meile. Meil esineb see liik juba praegu punasel ristikul.

Teistest ingerjaliikidest leiduvad Eestis veel sibulaingerjas (*Ditylenchus allii*), mis põhjustab sibulavarte deformatsiooni ja sibulamädanikku, ning maasikaingerjas (*Ditylenchus fragariae*). Maasikaingerjas võib tekitada maasikakasvatusele suurt kahju. Nakatatud taimede varred ja lehed paksenevad, saak alaneb tunduvalt.

Maasika-närbuss — *Aphelenchoides fragariae*

Närbuss parasiteerib maasika lehtedes, vartes ja õiepungades, esinedes koos bakteriga *Corynebacterium fascians*. Närbuss põh-

justab varte ja lehtede jämenemist, taimede hävimist ja selle tagajärjel saagi tunduvat langust. Maasikanärbuss esineb Eestis küllalt sageli. On karantiiniobjekt. Kõik nakatatud taimed kuuluvad hävitamisele.

Taimede nematoodihaiguste tõrje

Nematoodide bioloogiliste iseärasuste ja nende massilise esinemise tõttu on neid väga raske tõrjuda. Peale selle on nematoodidevastane tõrje ka väga kulukas ja aeganõudev. Seepärast tuleb esmajoones rakendada selliseid võtteid, mis piiravad nematoodide levikut. Nendest võtetest on esikohal õigest külvikorrast kinnipidamine, sest suurem osa nematoodide liike parasiteerib vaid kindlatel taimeliikidel. Süstemaatiliselt tuleb läbi viia umbrohutõrjet. Tähtsat osa nematoodide arvu vähendamisel etendavad ka neile antagonistlikud seened. Rikkalike orgaaniliste väetiste koguste muldaviimisega on võimalik soodustada selliste seente massilist arengut, mis toituvad nematoodidest.

Nematoodidevastastest mürkkemikaalidest võib Eesti NSV tingimustes soovitada eriti preparaati karbatioon. Karbatiooni võetakse 100—200 ml lahust 1 m^2 mulla kohta. Kuna karbatioon on ka taimedele väga mürgine, tohib töödeldud mullale alles 20—30 päeva pärast külvata või taimi istutada. Soovitatav on mulla sügisene töötlemine, sest antud juhul on mürk taimede istutamise ajaks juba kindlasti mullast kadunud. Karbatiooni kasutamine õigustab end eriti lavades ja kasvuhoonetes.

Karantiinsete nematoodide tõrje kohta kehtivad erimäärused. Nii on käesoleval ajal keelatud kasvatada kartulit ning teisi põllumajanduslikke kultuure (välja arvatud mitmeaastased heintaimed ning marjapõõsad ja viljapuud) teadaolevates kartulikiduussi kolletes.

XII peatükk

TAIMEDE IMMUUNSUS NAKKUSHAIGUSTELE

Immunoloogia on teadus organismide vastupanuvõimest nakkushaigustele. Selle rajajaks on I. Metšnikov. Ta andis immuunsuse* mõistele üldbioloogilise tähenduse, mille ta võttis kokku järgmiselt: «Vastupidavuse all nakkushaigustele tuleb mõista

* Immuunsus — ladina keelest «*immunis*» — millestki (antud juhul haigusest) vaba olema või vabanema.

selliste nähtuste üldist süsteemi, tänu millele organism suudab vastu panna patogeensete mikroobide rünnakule.»

I. Metšnikov uuris põhiliselt loomade immuunsust, tõestades, et nende haiguskindluse aluseks on fagotsütoos (fagotsüüdid — erilised mikroobe õgivad rakud). Selle kõrval pööras ta aga tähelepanu ka taimede haiguskindlusele. Esimese ülevaate selle kohta andis ta oma töö «Vastupidavus nakkushaigustele» II peatükis «Mõningaid andmeid mitmeaastaste taimede haiguskindlusest». Olles analüüsinud A. de Bary poolt esitatud fakte porgandi, maapirni ja teiste taimede nakatumisest valgemädanikusse, tegi Metšnikov järelduse, et antud juhul on tegemist kahe organismi, s. t. taime ja parasiidi vahelise võitlusega. Selles võitluses eritab parasiit mürgiseid ja lahustavaid «mahlu», millega ta mõjutab taime. See omakorda kaitseb end rakukesta eritistega, mis teevad kahjutuks seene toksiine. Metšnikov nägi seega taime immuunsuses tema protoplasma tundlikkusel baseeruvat aktiivset kaitsereaktsiooni parasiidi vastu. Kuid tema põhimõtted ei pääsenud fütopatoloogias mõjule. Siin valitses suund, mille kohaselt kogu tähelepanu oli pööratud haigusetekitajale — parasiidile kui aktiivsele tegurile nakatumisprotsessis, peremeestaimele omistati aga vaid passiivne tähtsus.

Küsimust taimede immuunsusest hakati iseseisva probleemina käsitlema XX sajandi algul. Taimede haiguskindlust seletati alguses peamiselt passiivsete teguritega, nende anatoomilis-morfoloogiliste iseärasuste ja keemiliste kaitsereaktsioonidega (A. Jaczewski ja A. Potebnja Venemaal; E. Salmon ja H. Marshall Ward Inglismaal; O. Kirchner, E. Kisling ja C. Tubeuf Saksamaal; A. Millardet ja C. Viola Prantsusmaal; J. Eriksson ja H. Nielson-Ehle Rootsis; O. Comes Itaalias; W. Orton ja M. Carleton USA-s; Farrer ja N. Cobb Austraalias; E. Butler Indias; Mioši ja Hiratsuka Jaapanis jt.).

Uus suund taimede haiguskindluse uurimisel algas akadeemik N. Vavilovi töödega, kes võttis omaks I. Metšnikovi õpetuse üldbioloogilised seisukohad. N. Vavilovi teooria baseerub põhimõttel, et immuunsuse aluseks on parasiidi spetsialisatsioon vastavatele taimeperekondadele ja -liikidele ning peremeestaime ja haigusetekitaja lahknemise protsess (divergents) nende evolutsioonis. N. Vavilov tõestas samuti, et taimede haiguskindlust ei saa seletada ainult passiivsete, mehaaniliste teguritega, vaid et selles protsessis on suur tähtsus taimede aktiivsetel kaitsereaktsioonidel, s. t. nende füsioloogilisel (genotüübilisel) immuunsusel. Vavilov uuris paljude taimeliikide ja -sortide immuunsust erinevate parasiitide vastu ja tegi kindlaks, et peremeestaimedel esineb geneetiline diferentsiatsioon vastavate haigusetekitajate suhtes. Kõige põhjalikumalt uuris N. Vavilov seda nähtust nisul. Nisu liigid jagunevad kromosoomide arvu järgi kolme rühma. I rühma kuuluvad 42 kromosoomiga pehmed nisud on Vavilovi



N. VAVILOV
(1887—1942).

teooria kohaselt vastuvõtlikud enamikule nisuhaigustest; II rühmas asuvad 28 kromosoomiga kõvad nisud on aga paljudele haigustele immuunsed. III rühma kuuluvad 14 kromosoomiga nisuliigid (*Tr. monococcum*) on immuunsed enamiku haiguste suhtes. Tänapäeva teaduse seisukohalt tuleb Vavilovi poolt ülesseatud rühmitust siiski tinglikuks pidada, sest on kindlaks tehtud, et kõigis kolmes rühmas esineb nii resistentseid kui ka vastuvõtlikke nisusorte.

N. Vavilovi tähtsamateks töödeks taimede immuunsuse alal on 1918. aastal ilmunud «Taimede immuunsus nakkushaigustele» ja 1935. aastal avaldatud monograafia «Õpetus taimede immuunsusest nakkushaigustele». Nende üheks põhisuunaks oli nimetatud nähtuse uurimine selektsiooni, s. t. haiguskindlate sortide aretamise eesmärgil, mis tegi nad eriti väärtuslikuks.

Akadeemik Vavilovi tööd andsid tõuke taimede haiguskindluse mitmekülgseks uurimiseks nii Nõukogude Liidus kui ka välismaal (A. Borghardt, E. Gešele, B. Rubin, E. Artsihhovskaja, K. Suhhorukov, D. Verderevski, M. Dunin, M. Gorlenko jt. Nõukogude Liidus, K. Chester Inglismaal, D. Carbone ja C. Arnaudi Itaalias, E. Gäumann ja E. Fischer Šveitsis, E. Stakman ja Reed USA-s

jt.). Taimede immuunsuse uurimise kaasaegsele etapile on iseloomulik uusimate füüsikaliste ja keemiliste meetodite rakendamine, mis võimaldab üha täpsemalt avastada peremeestaime ja parasiidi vaheliste keerukate suhete seaduspärasusi.

Õpetus taimede immuunsusest (fütoimmunoloogia) käsitleb:

1) haiguskindluse olemust, tegureid ja kategooriaid;

2) suhteid, mis tekivad peremeestaime ja parasiidi vahel taime nakatamise tagajärjel ja millest oleneb haiguse kulg ning intensiivsus;

3) võimalusi taimehaiguste vältimiseks või nende esinemise piiramiseks vastupidavate sortide aretamise ja kasvatamise teel.

Haiguskindluse mõiste

Haiguskindluseks ehk resistentsuseks nimetatakse taime vastupanuvõimet patogeensetele mikroorganismidele, mis avaldub selles, et taime kokkupuutumisel parasiidiga nakkust ei toimu või et see ilmneb vaid minimaalsel määral. Mõistet «haiguskindlus» rakendatakse põhiliselt nakkushaiguste, kuid teatud juhtudel ka mittenakkushaiguste suhtes.

Taimede haiguskindluses eristatakse mitut astet. Kõige madalamaks astmeks on vastuvõtlikkus, s. t. taime omadus alluda parasiidi rünnakule ja võimaldada selle edasiarenemist oma kudedes. Haiguskindluse kõrgeim aste on immuunsus. Immuunsuse all mõistetakse taimede täielikku vastupidavust haigusetekitajaile ja nende toksiinide mõjule. Immuunsed liigid ja sordid ei nakatu üldse või parasiit hukkub nakatamise algfaasis, avaldamata mõju taime edasisele kasvule ja arengule.

Taimede haiguskindluse ehk resistentsuse üheks vormiks on tolerantsus. Tolerantsuseks nimetatakse taime võimet isegi suhteliselt tugeva nakatumise korral haigusele vastu panna ja oma produktiivsust säilitada. Tolerantsust täheldatakse näiteks teatud nisusortidel roosteliste ja mõnedel kapsasortidel kapsanuutri suhtes.

IMMUUNSUSE KATEGOORIAD

Taimedel eristatakse looduslikku ja omandatud immuunsust. Juba I. Metšnikov märkis 1901. aastal: «Loodusliku immuunsuse kõrval esineb taimedel ka omandatud immuunsus,» kusjuures ta omistas erilist tähtsust viimasele.

Looduslik immuunsus on liigi- või sordiomane nähtus ja tähendab taime pärilikku omadust mitte nakatuda teatud haigustesse.

Omandatud immuunsus kujuneb taime ontogeneesi vältel kas antud haiguse varasema läbipõdemise või taime mõjutamise tagajärjel teatud võtetega.

Looduslik immuunsus kandub edasi pärilikkuse teel. Ka omandatud immuunsust antakse edasi pärilikkuse kaudu, kuigi mitte kõikidel juhtudel. Taimede immuunsus võib muutuda olenevalt keskkonnatingimustest ja haigusetekitaja spetsialisatsioonist.

Immuunsus on spetsiifiline, kui taim on vastupanuvõimeline ainult ühele haigusele, ja kompleksne, kui ta suudab vastu panna mitmele haigusele.

Loodusliku ja omandatud immuunsuse piirides eraldatakse passiivset ja aktiivset immuunsust.

LOODUSLIK IMMUUNSUS

Passiivne immuunsus

Passiivseks immuunsuseks nimetatakse taime omadust vastu panna parasiidi rünnakule või tema arenemisele taimekudedes, kui see omadus on taimel juba eelnevalt välja kujunenud, vaatamata sellele, kas ta puutub kokku parasiidiga või mitte.

Passiivse immuunsuse faktoriteks on taime anatoomilis-morfoloogilised ja funktsionaalsed-füsioloogilised iseärasused ning rakumahla keemiline koostis. Taime anatoomilis-morfoloogilistest iseärasustest tingitud haiguskindlust nimetatakse ka mehaaniliseks immuunsuseks.

Anatoomilis-morfoloogilised iseärasused passiivse immuunsuse faktoritena

Nimetatud faktorite rühma kuuluvad taimede epidermise paksus, taimekudede struktuuri tihedus, vahakirme olemasolu või puudumine, lehtede asetus, seemnekesta, õite ja õhulõhede ehitus, taimede väliskuju jm.

Epidermise (kutiikula) paksus omab tähtsust nende parasiitide suhtes, mis tungivad taimekudedesse epidermise kaudu. Sellisteks parasiitideks on näiteks jahukastelised, roostelised, mõningate teisseente liigid jt. Paksema epidermisega kukerpuuliigid on resistentsed kõrrerooste basidiospooride suhtes. E. Gäumanni (1954) andmeil on roostehaigustele vastuvõtliku kukerpuuliigi *Berberis vulgaris* epidermise välisseina ja kutiikula paksus 1,10 μ, vähevastuvõtlikul liigil *Berberis brachyopoda* 1,43 μ ja resistentsel liigil *Berberis Thunbergii* 1,57 μ. Samasugune seos esineb ka tomatil epidermise paksuse ja hahkhallituskindluse vahel ning kartulil mugula korkkoe paksuse ja haiguskindluse vahel. Eriti paksu korkkoega kartulisordid, nagu 'Olev', on lehemädanikule ja süvikkärnale tunduvalt resistentsemad kui õhema korkkoega sordid. Noored, nõrga kattekoega taimeorganid

võimaldavad üldiselt kergesti parasiidi sissetungi, mistõttu paljud seened nakatavad ainult noori pungi, lehti ja muid organeid.

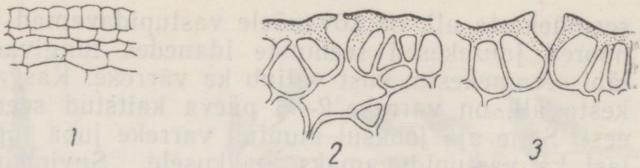
Taimekudede struktuuri tihedus ja rakukesta paksus avaldavad samuti mõju haiguskindlusele. Lehesoonte bakterioosile vastupidavatel kapsasortidel on tugevasti arenenud mehaaniline kude. Trahheomükoosidele resistentsed puuvillasordid paistavad silma tiheda kudede struktuuri ja paksu rakukesta poolest.

Kestade ehitus ja paksus. Paksema vilja- ja seemnekestaga nisusordid on vastupidavamad lendnõele kui õhemate kestadega sordid. Esimesel juhul suudab seene mütseel vaid aeglaselt seemne algmesse tungida, jõudes integumendini alles siis, kui viimane on juba kutiniseerunud. Läbi kutiniseerunud integumendi aga on idu nakatamine võimatu. Sõkaldega kaera- ja odrasordid on nõgihaigustele resistentsemad kui sõkaldeta sordid, sest sõkalde esinemisel on parasiidi tungimine taimesse raskendatud.

Õite ja õhulõhede ehitus, õitsemise viis. Avatud õitega õitsevad teraviljasordid nakatuvad kergemini tungalterasse ja lendnõesse kui kinniste õitega õitsevad sordid. Nisu nakatub lendnõesse õitsemise ajal. Lendnõe tekitaja teliospoorid satuvad õitele ja hiljem tungib nende idumõik sigimikku. Seetõttu on sortidel, mis õitsevad avatud õitega, nakatumise oht palju suurem kui kinniste õitega õitsvatel sortidel. A. Šehhudrini ja O. Vetrogradova andmeil õitses nende poolt läbiviidud vaatluste aastal vastuvõtlikul nisusordil 'Albosar' 70,6% õisi avatult, resistentsel sordil 'Erütrospermum 0341' õitses aga ainult 28,6% õitest avatult (H. Gorlenko, 1962).

Õhulõhede ehitus on passiivse immuunsuse seisukohast tähtis vaid nende haigusetekitajate puhul, mis tungivad taimekudedesse õhulõhede kaudu. Nimetatud seost on lähemalt uuritud tsitruselistel. Mõned mandariinisordid on resistentsed baktervähile, teatud greipfruudisordid aga nakatuvad sellesse tugevasti. See on seletatav asjaoluga, et baktervähikindlatel mandariinisortidel on õhulõhede sulgrakkude avapoolsed seinad varustatud eriliste väljakasvetega, mis takistavad baktereid sisaldavate vihma- ja udutilgakeste sattumist õhulõhedesse. Baktervähile vastuvõtlikel greipfruudisortidel aga on need väljakasved väga puudulikult arenenud, mistõttu bakterid pääsevad koos veetilkadega kergesti õhulõhedesse.

Taimede väliskuju ei ole otseselt seotud nende haiguskindlusega, kuid võib viimasele mõningal määral kaudset mõju avaldada haigusetekitaja arengule soodsa või ebasoodsa mikrokliima loomise teel. Tihedate pealsetega kartulisordid on näiteks üldiselt vastuvõtlikumad lehemädanikule kui hõredate pealsetega sordid. See on tingitud lehemädaniku tekitaja iseärasusest idaneda ainult veetilgas. Tiheda lehestiku puhul säilib



Joonis 22. Õhulõhede ehitus: *1* — immuunsetel; *2* ja *3* — baktervähile vastuvõtlikel tsitruseliste sortidel.

niiskus kartulipuhmas kauem, mis soodustab seene eoste idanemist ja seega kartuli nakatumist. Hõredas lehestikus aga kuivavad udu- ja vihmapiisad võrdlemisi kiiresti tuulē käes ja seene eosed ei saa idaneda, järelikult on ka taim kaitstud nakkuse eest. Oasordid kõrgete püstjate vartega ja rippuvate kauntega, millele tuul hästi juurde pääseb, on antraknoosile vastupidavamad kui madalad, lamanduvad sordid. Püramidaalse, tuulele hästi avatud võraga õunapuusordid ('Antoonovka') on palju kärntõvekindlamad kui tiheda võraga sordid ('Liivi sibulõun').

Funktsionaalsed ja füsioloogilised iseärasused passiivse immuunsuse faktoritena

Nimetatud iseärasustest on passiivse immuunsuse seisukohast tähtsad õhulõhede liikumise rütm, korkkoe tekkimise kiirus, taime omadus eritada vaiku ja piimmahla, seemnete idanemisviis ja -kiirus, protoplasma läbilaskvus ja mõningad muud füsioloogilised näitajad.

Õhulõhede liikumise rütmist, eriti nende avatud oleku kestusest oleneb sageli, kas seen saab tungida taimekudedesse või mitte. Õhulõhede liikumise rütm on päeva jooksul erinevatel taimedel ja sortidel erinev. Mõnedel teraviljasortidel on õhulõhed avatud kogu päev, teistel aga vaid mõni tund. Nisusordid, mille õhulõhed on kauem avatud, nakatuvad kergemini roostehaigustesse, sest roosteliste uredospoorid tungivad lehekoesse ainult õhulõhede kaudu. Mõnel resistentsel teraviljasordil avanevad õhulõhed aga nii hilja, et roosteliste uredospooride idumõigud, mille idanemine toimub ainult hommikuse kaste ajal, ei saa enam lehekoesse tungida.

Korkkoe tekkimise kiirus on tähtis haavandparasiitide suhtes. Taimeliigid või -sordid, mille haavandite kohal moodustub kiiresti korkkude, on haiguskindlamad kui taimed, millel see protsess toimub aeglaselt. Sama on maksev ka vaiku ja piimmahla eritavate taimede kohta, sest vaigu ja piimmahla mõjul tõmbuvad haavad kiiremini kokku.

Seemnete idanemisviisist oleneb mõningate nisusortide kõvanõekindlus. Need nisusordid, mille seemned idanevad

seemnekesta all, on kõvanõele vastupidavamad kui sordid, millel noored juurekesed seemnete idanedes tungivad embrüo kohalt läbi seemnekesta, kust väljub ka varreke. Kasvades aga seemnekesta all, on varreke 2—3 päeva kaitstud seene sissetungimise eest. Selle aja jooksul muutub varreke juba tugevamaks ja ühtlasi ka vastupidavamaks nakkusele. Suvinisu kõvanõekindlus sõltub teatud määral ka seemnete idanemis- ja kasvukiirusest. Seen nakatab nisu ainult seemnete idanemisest kuni tõusmete ilmumiseni. Pärast kudede diferentseerumist muutuvad idud kõvanõela vastupidavaks. Järelikult, mida kiiremini seemned idanevad ja mida kiiremini toimub kudede diferentseerumine, seda resistentsem on ka vastav nisusort kõvanõele. Samasugune seos esineb teatud nisusortide roostekindluse juures.

Protoplasma läbilaskvuse ja taimede haiguskindluse vahel on täheldatud kindlat seost. Seennakkuse mõjul intensiivistub peremeestaime kloroplastide lagunemine ja rakkude läbilaskvus suureneb tunduvalt. Selle tagajärjel suureneb ka orgaaniliste ja mineraalainete eksosmoos, mis nõrgestab taime vastupidavust ebasoodsatele välistingimustele ja stimuleerib parasiitide arenemist. Prof. A. Kokin (1948) soovitab kahte meetodit, mille abil on võimalik määrata taimede haiguskindlust: 1) kloroplastide püsivuse järgi soolhappes ja 2) protoplasma läbilaskvuse alusel. A. Kokin määras nende meetoditega erinevate kartulisortide lehemädanikukindlust. Mida lehemädanikukindlam on sort, seda aeglasemalt pruunistuvad 0,2n soolhappesse asetatud lehed. Näiteks lehemädanikuõrna sordi 'Varajane roosa' lehed hakkasid Kokini katsetes pruunistuma juba 2 minuti möödudes, täielikult pruunistusid nad 30 minuti vältel. Keskmise resistentsusega sordil 'Berlichingen' olid need ajad vastavalt 6 ja 47 minutit. Lehemädanikukindlal sordil 'Fitoftoroustoitšivõi 8670' algas lehtede pruunistumine 6 minuti pärast, lõplik lehtede pruunistumine toimus 53 minuti pärast. Kartulisortide lehemädanikukindlust rakkude protoplasma läbilaskvuse alusel määras A. Kokin eksosmeerunud ainete hulga järgi. Lehed asetati destilleeritud vette, millele lisati hiljem 1 ml väävelhapet (lahjendatud 1 : 4) ja tiitriti 0,1-normaalse kaaliumpermanganaadi lahusega. Lehemädanikuõrnal sordil oli protoplasma läbilaskvus 36,90, keskmise vastuvõtlikkusega sordil 24,06 ja haiguskindlal sordil 9,07 (andmed on väljendatud kulutatud kaaliumpermanganaadi järgi milliliitrites).

Passiivse immuunsuse keemilised faktorid

Passiivse immuunsuse keemilisteks faktoriteks on taimes sisalduvad alkaloidid, fenoolid, tanniinid, glükosiidid, teatud kasvuained ja fütontsiidid. Teatud määral võib keemiliste fakto-



Tahvel XIII. **Kaera-kroonrooste:** *1* — haige leht uredopustulitega; *2* — haige leht uredo- ja teliopustulitega; *3* — türnpuu etsiididega; *4* — idanenud teliospoorid.



Tahvel XIV. **Kõrreliste tüfuloos:** *1* — kahjustus talirukkil; *2* — *Typhula incarnata* idanenud sklerootsiumid viljakehadega; *3* — sklerootsiumid talirukki surnud lehel; *4* — kahjustus keraheinal; *5* — *Typhula idahoensis'e* sklerootsiumid keraheina surnud lehel.

Põldoa-šokolaadilaiksus: *6* — nakatatud lehed.



Tahvel XV. 1. **Kõrreliste jahukaste.**
2. **Hernerooste.**



Tahvel XVI. **Ristikuvähk:** *1* — haige taim sklerootsiumidega; *2* — idanenud sklerootsiumid; *3* — kõrreliste tõlvtõbi.

rite kategooriasse arvata ka rakumahla happesust ja osmootset rõhku.

Taimede resistentsust tõstvatest alkaloididest on kõige enam uuritud solaniini ja tomatiini. Solaniinisisaldusest sõltub paljudel juhtudel erinevate kartulisortide lehemädanikukindluse aste. Metsikud lehemädanikukindlad sordid sisaldavad tunduvalt rohkem solaniini kui lehemädanikuõrnad aretussordid. Solaniinisisalduse suurenemisel baseerub ka seemnekartulite valguskarastuse põhimõte. Kui seemnemugulaid hoida mõnda aega päikese käes, tekib neis rikkalikult solaniini, mis tõstab nende lehemädanikukindlust. Närbumistõvele resistentsete tomatisortide kudedes leidub hulgaliselt neile spetsiifilist alkaloidi tomatiini. Kõige rohkem esineb seda täiskasvanud tomatitaimede lehtedes, vähem juurtes ja vartes ning eriti vähe viljades. Mis puutub fenoolidesse, siis on arvukad uurimised näidanud, et viimased on tähtsad mitte ainult taime passiivse immuunsuse mehhanismis, vaid ka taime aktiivsete kaitsereaktsioonide tekkimisel. Värviliste soomustega sibulasordid on tänu fenooliühendite sisaldusele tunduvalt vastupidavamad hahkhallitusele ja teistele haigustele kui heledate soomustega sordid. Ka roostekindlad nisusordid sisaldavad rohkem fenooliühendeid kui vastuvõtlikud nisusordid. Sageli on taimede haiguskindlus seotud inaktiivsete fenooliühendite aktiviseerumisega või fenoolidele eelnevate ühendite muutumisega ühenditeks, mis mõjuvad toksiliselt taimekudedesse tungivale parasiidile. Sellist protsessi on täheldatud kärntõvekindlatel õunasortidel. Nakatatud taimekudedes tekkivad fenooliühendid ei mõju alati otseselt haigusetekitajale, vaid nende osatähtsus on sekundaarne ja seisab selles, et nad lahustavad parasiidi ekstratsellulaarseid fermente, takistades seega parasiidi levikut taimekudedes. Glükosiididest tuleb mainida linamariini, mis tõstab lina resistentsust närbumistõve suhtes. Samuti on täheldatud seost ristõieliste kultuuride sinepiõlisisalduse ja nende kapsanuutrisse haigestumise vahel. Rohke sinepiõlisisaldusega sordid ja liigid on palju vastupidavamad kapsanuutrile kui vähese sinepiõlisisaldusega liigid. Uuemad uurimised on näidanud, et ka heteroauksiinitaolised kasvuained, mida leidub kõige rohkem kasvukuhikutes, takistavad parasiidi sissetungimist taimesse, osutudes seega üheks passiivse immuunsuse teguriks.

Fütontsiidide osatähtsuse taimede haiguskindluses avastas esimesena B. Tokin. Fütontsiidid on erilised kõrgemate taimede poolt produtseeritavad antimikroobsed ained, mis toimivad nii fungitsiidselt kui ka bakteriotsiidselt, s. t. seeni ja baktereid surmates või nende arengut takistades. Mitmed teadlased peavad taimede fütontsiidsust loomade fagotsütoosiga sarnanevaks nähtuseks. Viimase aja uurimised fütontsiidide antimikroobse toime mehhanismi kohta on näidanud, et fütontsiidide kaitsev mõju on tingitud paljudel juhtudel nende mõjust peremeestaime ja para-

siidi fermentide süsteemile. Katseliselt on kindlaks tehtud, et muutused nakatatud taimekudede fütontsiidsuse astmes on seotud muutustega taime fermentide aktiivsuses. Rida autoreid (D. Verderevski, D. Kuporitskaja, E. Gatin, 1964; B. Rubin, E. Artsihhovskaja, 1966 jt.) asub seisukohal, et fütontsiide tuleb käsitada taime aktiivse kaitsereaktsiooni faktorina.

Rakumahla happesuse osatähtsuse kohta taimede haiguskindluse kujunemisel esineb väga lahkuminevaid arvamusi. Noored rohelised puuviljad nakatuvad oma suure happesuse tõttu üldiselt väga harva või ei nakatugi. M. Gorlenko (1951) andmeil aga muutuvad nimelt küpsevad tomativiljad sedavõrd, kuidas nende rakumahla happesus väheneb, vastupidavaks viljatipumädanikule. Tsitruseliste viljad nakatuvad teatud bakterhaigustesse ainult pindmiselt, sest viljade sisemusse bakterid rakumahla suure happesuse tõttu ei suuda tungida. Kuid on ka andmeid, et näiteks apelsinide suur happesus soodustab nende nakatumist teatud liikide poolt *Penicillium*'i perekonnast. Sama kehtib ka hapuoblika ja rabarbri kohta, mis, vaatamata suurele happesusele, on siiski väga vastuvõtlikud seenhaigustele.

Rakumahla osmootne rõhk etendab samuti osa taimede passiivses immuunsuses, sest sellest oleneb seente toitumine. Kui peremeestaime rakumahla osmootne rõhk on kõrgem seene rõhust, siis on selle toitumine raskendatud ja väga suure erinevuse puhul lakkab täiesti, mille tagajärjel parasiit hukkub.

Aktiivne immuunsus

Selle all mõistetakse taime omadust aktiivselt reageerida parasiidi sissetungile ja arengule taimekudedes. Aktiivne immuunsus tekib nende biokeemiliste protsesside tagajärjel, mis toimuvad taimerakkudes vastureaktsioonina parasiidi elutegevusele. Kui taim ei allu haigusetekitaja rünnakule, ei ilmuta ta ka vastavaid kaitsereaktsioone.

Parasiit mõjustab peremeestaime ainevahetust sellega, et ta produtseerib mitmesuguseid eritoimega aineid, nagu ektofermente, toksiine (näit. fusariinhapet), kasvuaineid (näit. giberelliini) jt. Nimetatud ainete mõjutustele reageerib taim ainevahetuse ümberlülitamisega, mis avaldub niihästi üldistes muutustes kui ka sekundaarsete ainete moodustamises. Üldiste muutuste alla kuuluvad hingamisenergia intensiivistumine, paljude fermentide, nagu katalaasi, peroksüdaasi, askorbiinoksüdaasi, tsütokroomoksüdaasi, polüfenooloksüdaasi jt. aktiivsuse tõus, proteiinide paljunemine jne. Mõningatel juhtudel esineb ka fermentide aktiivsuse vähenemine. Hapendusfermendid etendavad tähtsat osa taime aktiivsete kaitsereaktsioonide tekkimisel, toimides mitmes suunas. Nad vähendavad seente hüdrolüütiliste, s. t.

taimekudesid lahustavate fermentide aktiivsust, muudavad seene toksiine neutraalseks ja seega taimele kahjutuks ning võtavad osa nende ainete sünteesist, mis taastavad taimede füsioloogiliste ja biokeemiliste protsesside normaalset kulgemist. Fermentide aktiivsuse tõusul baseerub samuti nekrooside teke, mis on taimede aktiivse immuunsuse üks olulisemaid faktoreid.

Taimede ainevahetuse muutuste käigus tekivad ka mitmesugused fungitsiidse ja fungistaatilise toimega ained (antitoksiinid), nagu polüfenoolid, kinoonid ja fütoaleksiinid. Nimetatud ained halvavad parasiidi ainevahetust ja suurendavad seega taime aktiivset kaitsereaktsiooni.

Senised uurimised on avastanud spetsiifilisté fütoaleksiinide eritamist mitmete kultuuride juures. Uba eritab näiteks faseoliini, hernes pisatiini jne.

Peale selle on taimedel täheldatud fagotsütoosiga sarnanevaid nähtusi, mida võib samuti käsitada aktiivse immuunsuse avaldusena.

Nekroosid on kaitsebarjääriks haigusetekitaja leviku vastu taime kudedes. Vastavate reaktsioonide tagajärjel taime ainevahetuses hävivad nakatatud rakud koos parasiidiga, hävivad ka naabruses olevad rakud. Sageli toimub nekroosi ääres intensiivne rakkude jagunemine koos eralduskoe moodustamisega, mille tagajärjel nekrootiline laik välja langeb. Nekrooside teke räägib taime ülitundlikkusest parasiidi suhtes. Kaitsenekrooside moodustamisega haigusetekitaja sissetungile reageerivad paljude kultuuride, nagu teraviljade, ristiku, kartuli, oa jt. resistentsed sordid. Nii esineb ülitundlikkust roosteliste ja jahukasteliste, *Phytophthora infestans*'i, *Synchytrium endobioticum*'i, *Colletotrichum lindemuthianum*'i, kartuli A-, X- ja Y-viiruse, tubakamosaiigiviiruse, teatud nematoodide jt. suhtes.

Kui näiteks roostekindla teraviljasordi kudedesse tungib roostelise idumõik, siis tekib taime vastureaktsioonina roostepustuli ümber nekrootiline või klorootiline laik. Roostehaigustele täiesti immuunsete sortide puhul aga tekivad nekroosid parasiidi sissetungimise kohal, ilma et seen jõuaks pustuleid moodustada. Taoliselt reageerivad ka resistentsed ristikusordid jahukasteliste nakkusele. Eoste idanemine ja seene kinnistumine rakkudes toimub haiguskindlatel ja vastuvõtlikel sortidel ühesuguselt. Niipea aga kui seen on tunginud resistentse sordi rakku, hakkab selle sisu surema. Selle tagajärjel hukkub kogu rakk ning koos temaga ka parasiit. Väliselt avaldub see protsess väikeste täpikujuliste nekrooside tekkimises nakatatud taimeosadel.

Nagu eespool toodust nähtub, ilmnevad obligaatsete parasiitide puhul taime kaitsereaktsioonid juba parasiidi sissetungi esimesel etapil. Fakultatiivsete parasiitide ja fakultatiivsete saprofüütide korral aga algavad taime kaitsereaktsioonid alles pärast seda, kui haigusetekitaja on juba jõudnud tungida taime-

kudedesse ja eritab neid lahustavaid toksiine. Taime vastureaktsioon on antud juhul suunatud parasiidi toksiinide kahjutukstegemisele, s. t. ta on antitoksilise mõjuga. B. Rubin ja E. Artsihhovskaja (1955) näitasid, et hahkhallitusele tugevasti vastuvõtlikul kapsasordil 'Nr. 1' olid juba teisel päeval pärast infektsiooni koed nakkuskoha ümber täielikult lagunenud. Haiguskindlal sordil 'Amager' aga tekkis infektsioonikohal nekrotiseerunud kude. Selle ümber olev kude oli täiesti terve. Hahkhallituse tekitaja *Botrytis cinerea* toitub taimekudedest, mida ta eelnevalt oma toksiliste eritistega surmab. Seega oleneb antud sordi haiguskindlus tema vastupidavusest seene toksiinidele. Taime antitoksiliste reaktsioonide intensiivsus baseerub tema hapendusfermentide aktiivsuse tõusul, mille tagajärjel seene mürgised eritised hapendatakse kahjututeks ühenditeks. Haiguskindlatel kapsasortidel on ülekaalus parasiidi toksiinidele vastupidavad, haigusõrnadel sortidel aga nende poolt mõjustatavad hapendusfermendid.

Lehemädanikukindlate kartulisortide rakud on ülitundlikud seene *Phytophthora infestans* eritiste suhtes, mille tagajärjel nakatatud koed väga kiiresti hukkuvad, moodustades kaitsebarjääri haigusetekitaja vastu. Selles protsessis etendavad tähtsat osa fenooliühendid, mis on algmaterjaliks hapendunud ühenditele. Viimased on mürgised niihästi parasiidile kui ka taimerakkudele, milles seen eritab oma toksiine. Haigusõrnade sortide rakkudes tekib vähe hapendunud ühendeid, mistõttu nakatatud rakud surevad nii aeglaselt, et parasiit suudab moodustada selle aja jooksul suurel hulgal amülaasi. See aktiviseerib omakorda taimse amülaasi hüdrolüütilist tegevust, mille tagajärjel tekib taimekudedes haigusetekitaja toitumiseks vajalik suhkur. Resistentsete sortide rakkudes aga produtseeritakse rikkalikult hapendunud ühendeid, mis hävitavad parasiidi enne, kui ta suudab moodustada küllaldaselt amülaasi. Haiguskindlatel sortidel toimub nimetatud protsess mitte ainult infitseeritud, vaid ka nakkuskoldest võrdlemisi kaugel asuvates rakkudes.

Aktiivsete kaitsereaktsioonide hulka kuulub samuti korkkoe moodustamine taimede poolt, mis takistab parasiidi levikut taimekudedes. Mõnedel puuliikidel näiteks tekib külmaseenekahjustuse tagajärjel juurtel kaitsekiht sekundaarsest peridermist. See hoiab ära puu mõjutamise seene mürgiste eritiste poolt. Ka mustmädanikust tabandunud tubakajuurtel võib täheldada korkkoe tekkimist. Taimede aktiivse kaitsereaktsiooni üheks vormiks on ka kummivoolus, näiteks hõbelehisusele vastupidavatel ploomisortidel.

Fagotsütoosisarnased nähud. Taimedel avaldub fagotsütoos protsessina, milles seene mütseel lahustatakse rakusiseselt teatud taimerakkude fermentide poolt. Neid rakke nimetatakse fagotsüütideks. Fagotsütoosiga sarnane nähtus ilmneb

kõige selgemalt mükoriisa puhul, kus seda on põhjalikumalt uuritud endotroofse mükoriisa esinemisel. Sümbioos seene ja kõrgema taime juurte vahel avaldub antud juhul selles, et seene mütseel areneb juure kudedes. Vastureaktsioonina seene elutegevusele võivad taime teatud rakud mütseeli lahustada. Fagotsütoos toimub nii, et mütseeli levik taimekudedes lakkab, seene hüüfid põimuvad mügarateks ja lahustatakse lõpuks rakusiseselt. Mütseeli lahustamine taimerakkude poolt ei vabasta taime täielikult parasiidist, vaid ainult pidurdab selle arengut. Kuid taim muutub immuunseks seene järjekordsele rünnakule. Endotroofne mükoriisa on tuntud paljudel kõrrelistel taimedel, kusjuures mükoriisa üheks komponendiks on seened perekonnast *Fusarium*. *Fusarium*'i liikide hulgas leidub nii parasiite kui ka saprofüüte ja sümbionte. Sümbioos kujunes arvatavasti välja taimerakkude kaitsereaktsioonide alusel. Monofaagne liik *Fusarium oxysporum*, mis kutsub esile paljudel taimedel juhtkudede kahjustusi, ei põhjusta kõrrelistel patoloogilisi nähtusi, vaid moodustab nendega endotroofset mükoriisat. Seen ei suuda avaldada oma patogeensust taime kaitsereaktsioonide tõttu, kuid need ei hävita teda ka täiel määral. Antud juhul tekib sümbioos, mis baseerub seene parasitismil ja taime kaitsereaktsioonidel. Seda nähtust võib pidada fakultatiivseks sümbioosiks. Kuid see kannab küllaltki labiilset iseloomu ja võib kergesti muutuda parasitismiks, kui taim satub ebasoodsatesse tingimustesse.

OMANDATUD IMMUUNSUS

Peale passiivse ja aktiivse omandatud immuunsuse, mille faktorid on samad mis loodusliku immuunsuse puhul, eraldatakse veel nakkuselist ja mittenakkuselist omandatud immuunsust.

Nakkuseline immuunsus tekib taimel siis, kui ta pärast haiguse läbipõdemist terveneb ja teistkordse nakatamise korral enam ei haigestu. Nakkuseline immuunsus võib olla steriilne või mittesteriilne. Steriilse nakkuselise immuunsuse korral ei ole taim enam nakkusekandja ega ole seetõttu ka ohtlik teistele taimedele tema ümbruses. Näiteks tamm, mis ühel aastal nakatus jahukastesse, ei nakatu järgmisel aastal üldse või siis ainult tähtsusetul määral. Mittesteriilse nakkuselise immuunsuse korral aga on taim muutunud küll immuunseks, kuid on siiski nakkuse edasikandjaks ning võib nakatada teisi taimi. Selline nähtus esineb sageli virooside puhul.

Mittenakkuseline immuunsus tekib seemnete või taimede allutamise tagajärjel mitmesugustele menetlustele.

Mittenakkuselist omandatud immuunsust võib luua taimede

vaktsineerimisega ja taimede töötlemise teel keemiliste ainetega, antibootikumidega või bakteriofaagidega.

Vaktsineerimine* on laialt kasutusel meditsiinis. XVIII sajandil pani inglise arst Jenner tähele, et naised, kes hooldasid lehmi, nakatusid lehmarõugetesse, kuid väga kergel kujul. Inimrõugete epideemia puhkemisel need naised ei haigestunud. See viis Jenneri mõttele nakatada kunstlikult üht poisikest lehmarõugetega. Poolteist kuud hiljem nakatas ta sama poisikese inimrõugetega, kusjuures laps ei haigestunud. Jenner avastas sellega inimeste kunstliku immuunsuse rõugetele.

Vaktsineerimise printsiip seisneb selles, et organism reageerib temale sisseviidud antigeenile (haigusetekitaja nõrgestatud kultuurile) vastavate antikehade moodustamisega, mis neutraliseerivad antigeeni. Taimedel ei ole antikehade moodustumine tõenäoline, kuid nende vaktsineerimise katsetes on saadud tulemusi, mis mõnevõrra meenutavad soojaverelíste loomade antikehalist kaitsemehhanismi. V. Israilski (1960) vastavatest katsetest selgus, et bakteritega nakatatud liblikõieliste filtraadi lisamisel mügarbakterite puhaskultuurile toimub haigusetekitajate ja mügarbakterite kokkukleepumine (aglutinatsioon). Kui aga samale kultuurile lisada tervete taimede filtraati, siis kokkukleepumist ei toimu. See fakt tõestab aglutiniinisarnaste kleepuvate ainete tekkimist taimeorganismis vastureaktsioonina sissetungivatele parasiitidele.

Vaktsineerimise teel saavutatud immuunsus on spetsiifiline, s. t. taim muutub immuunseks ainult teatud haigusetekitaja suhtes ja enamasti mitte kauaks. Osa teadlasi arvab, et immuunsus tekib vaktsineeritud taimedel antitoksiinide moodustumise teel, teised asuvad seisukohal, et vaktsineerimise tagajärjel toimub taimekudede aktiivne reaktsioon, mis kutsub esile fagotsüütset tüüpi ainete tekkimise.

Taimi vaktsineeritakse mitmesuguste haiguste vastu, idandades vastava kultuuri seemneid seenkultuuris või haige taime veega lahjendatud mahlas. Vastavates katsetes on vaktsineeritud nisu jahukaste ja pruunlaiksuse vastu, maisi pahknõe, põlduba hahkhallituse, tubakat juuremädaniku jt. vastu. Igal juhul saavutati haiguskindluse tõus ja nakkuse vähenemine. Põldoa vaktsineerimisel seene *Botrytis cinerea* filtraadiga nakatus ainult 4,3% taimedest, vaktsineerimata taimedest nakatus aga 42,2%. Kartulimugulate töötlemine *Bac. mesentericus*'e kultuuri filtraadiga muutis nad resistentseks nimetatud bakteritest põhjustatud mädanike suhtes. Vaktsineeritud taimede anatoomiline analüüs

---

* Vaktsineerimine — haigusetekitajate ekstraktide või nende nõrgestatud kultuuride sisseviimine organismi selle haiguskindluse tõstmiseks antud haigusetekitajate suhtes.

näitas, et nad meenutavad oma kudede ehituse poolest loodusliku immuunsusega taimi.

Laboratoorsetes tingimustes kasutatakse vaktsineerimist ka sortide haiguskindluse astme määramiseks. Seen eritab peremeestaime rakkudesse toksilisi aineid. Need mõjuvad üksikutele sortidele erinevalt, sest viimaste bioloogilise vastumõju aste seene toksiinidele ei ole ühesugune. Vastumõju parasiidile on seda suurem, mida haiguskindlam on sort. Oletatakse, et haiguskindlad sordid võivad osutada toksiinidele vastumõju juba kõige varasemates arenemisfaasides, s. t. seemnete idanemisel. Vastavad katsed on näidanud, et seenkultuuri või haige taime veega lahjendatud ekstrakti mõjul idanevad haigusõrnade sortide seemned halvasti, haiguskindlate sortide seemned idanevad aga normaalselt. Selliselt määratakse laboratooriumis sortide haiguskindlust lina-pigirooste, lutserni-pruunlaiksuse jt. haiguste suhtes. Pigiroostesse nakatatud linavarte ekstrakti vesilahuses säilitasid pigiroostekindla linasordi seemned hea idanevuse (98—100%), vastuvõtlike sortide seemnete idanevus samas vesilahuses langes aga 9—10 korda. Teiselt poolt on võimalik määrata vastava sordi haiguskindlust selle järgi, kas haigusetekitaja eosed idanevad tema mahlas või mitte. Nii näiteks idanevad *Phytophthora infestans*'i eosed resistentsete kartulisortide lehtedest väljapigistatud mahlas halvasti, vastuvõtliku sordi mahlas aga hästi.

Vaktsineerimise viisid

Taimi on võimalik vaktsineerida mitmel viisil. Praktikas on kõige lihtsam idandada või jaroviseerida seemneid vastavate mikroorganismide või nakatatud taimekudede ekstraktides või filtraatides. Vaktsiinide valmistamiseks kasutatakse vastavate haigusetekitajate vanu, oma patogeensuse kaotanud kultuure. Samuti võib selleks otstarbeks kasutada kultuure, mis on surmatud nende allutamise teel kõrgele või madalale temperatuurile või siis eetriaurudele (24 tunni vältel). Sobivad on ka bakteriaalfiltri läbinud kultuurid.

Näitena vaktsineerimise tehnikast olgu toodud P. Žukovski poolt läbiviidud nisuterade vaktsineerimise katse nisu-jahukaste vastu. Selleks kasutati seene *Erysiphe graminis* koniididest valmistatud ekstrakti. Koniidid võeti tugevasti nakatatud nisulehtedel olevalt värskelt mütseelilt ja segati 40 cm^3 destilleeritud veega. Saadud lahust hoiti kaks päeva soojas pimedas ruumis ja seejärel filtreeriti. Järgnevalt kanti koniidide vesilahus vatitükikesega noortele taimelehtedele. Pärast seda viidi läbi taime üldine vaktsineerimine selle kolmekordse pristimise teel mainitud lahusega, kusjuures jälgiti, et kogu taim oleks ühtlaselt nii-

sutatud. Taim kaeti klaaskupliga ja kahe ööpäeva pärast korrati vaktsineerimist. 10—12 päeva hiljem viidi läbi nii vaktsineeritud kui ka kontrolltaimede kunstlik nakatamine jahukastega. 5—6 päeva pärast haigestusid vaktsineerimata kontrolltaimed tugevasti, vaktsineeritud taimed aga ei nakatunud.

Keemiline immuniseerimine

Taimede immuunsuse tõstmist vastavate keemiliste ainete abil nimetatakse keemiliseks immuniseerimiseks.

Keemiliselt immuniseeritakse mitmel viisil — seemnete töötlemise teel kemikaalidega, keemiliste ainete muldaviimisega ja taimede pritsimise teel kemikaalidega (lehtede kaudu). Mõnede kemikaalide sisseviimisega taimesse on võimalik tunduvalt tõsta nende haiguskindlust. Selliseid aineid nimetatakse immunisaatoriteks. Eriti häid tulemusi on saadud rodaaniga (rodaananiliini preparaat $C_7H_6N_2$). Nisuseemne töötlemisel rodaaniga tõuseb nisu haiguskindlus lendnõe, pruun- ja kõrrerooste ning jahukaste vastu. Keemilise immuniseerimise järelmõju kestab ka taimede järglaskonnal kemiseerimisele järgneval aastal. Peale rodaani kasutatakse keemiliste immunisaatoritena veel elavhõbedaühendeid: etüülmerkuurfosfaati, etüülmerkuurkloriidi ning samuti hüdrokinooni, paranitrofenooli, vasksulfaati jm. Keemilise immuniseerimise põhimõte seisab selles, et vastavad immunisaatorid mõjuvad toksiliselt haigusetekitajale, tõstes taimede haiguskindlust. Rodaaniga töödeldud seemnetes ja neist kasvanud taimedes muutub teatud fermentide aktiivsus ja intensiivistub valkude ainevahetus; ühtlasi suureneb mõningate hapete ja parkainete sisaldus, mis tõstavad nisu haiguskindlust.

Taimede vastupidavust teatud haigustele võib samuti esile kutsuda ratsionaalse väetamisega. T. Strahhov leidis, et väetiste ja mikroelementide mõju nakkuse vähenemisele ei seisne mitte ainult peremeestaime kasvu- ja arenemisenergia suurenemises, vaid taime füsioloogilise immuunsuse kujunemises nimetatud faktorite mõjul, mis tingib parasiitseene mütseeli arengu pärssimist ja resorbeerumist taimekudedes. Eriti põhjalikult on uuritud mineraalväetiste mõju nisu roostekindlusele. Kaalium-, fosfor-kaaliumning mineraaltäisväetised tõstavad nisu haiguskindlust mitme roostelise, näiteks *Puccinia graminis*, *Puccinia striiformis* jt. suhtes. Talinisu nakatumist jahukastesse võib vähendada taimede toitmise teel superfosfaadi ja kaaliumväetistega lehtede kaudu. Karusmari kannatab tunduvalt vähem jahukaste all, kui teda väetatakse kaalisoolaga. Kartulisordid, mille mugulatesse koguneb glükoosi aeglaselt, on ringmädanikule võrdlemisi vastupidavad. Et vältida glükoosi liiga kiiret kogunemist kartulimugulatesse, tuleb kasutada kaaliumväetisi, mis seda protsessi pidurdavad. Kaaliumväetistega väetatud porgandid on säilitusperioodil

vastupidavamad valgemädanikule. Ka fosfor tõstab taimede haiguskindlust. Peale selle on täheldatud kaaliumi ja fosfori soodsat mõju taimede resistentsusele ka teiste haiguste puhul. Nimetatud elemendid mõjutavad taimede anatoomilisi ja morfoloogilisi iseärasusi. Nii näiteks tugevneb kaalium- ja fosforväetiste mõjul sklerenhüümkude, mille tagajärjel suureneb taimede vastupanuvõime parasiidile. S. Kasparovi ja T. Akimotškini andmeil pidurdavad kaaliumväetised orgaaniliste ainete lagunemist taimes ning tõstavad katalaasi ja peroksüdaasi aktiivsust, millega võib seletada haiguskindluse suurenemist.

Ka taimede toitmine lehtede kaudu tõstab nende resistentsust, nagu on kindlaks tehtud nisu-pruunrooste, odra-helmintosporioosi, kartuli-lehemädaniku, oa-bakteriooside jt. haiguste puhul. Lehtede kaudu toitumine muudab taime ainevahetustüüpi ja koos sellega muutub ka keskkond, millega parasiit oli kohanenud.

Nagu makroelemendid, nii tõstavad ka mikroelemendid taimede vastupidavust haigustele. Mikroelementide mõju taimede haiguskindlusele põhineb asjaolul, et nad taastavad taime häiritud füsioloogiliste protsesside normaalse kulgemise, loovad parasiidi arenemiseks ebasoodsaid tingimusi ning tõstavad taime hapendusfermentide aktiivsust. Mikroelementide mõju taime resistentsusele on erinev olenevalt taimeliigist ja haigusetekitajast. Taimede pritsimine vasksulfaadiga tõstab nende vastupanuvõimet mitmete haiguste suhtes. Vask, tungides taime kudedesse, tõstab taime hapendavate fermentide aktiivsust. EPA botaanika ja fütopatoloogia kateedri 1952. aasta katsed näitasid, et kartulipealsete pritsimine vasksulfaadi millimolaarse lahusega (160 mg vasksulfaati lahustatud 1 liitris vees) alandas tunduvalt lehemädanikusse haigestunud taimede protsenti võrreldes kontrolliga: pritsimata variandis oli haigeid taimi 70%, pritsitud variandis aga 15%. Veel paremaid tulemusi andis seemnemugulate leotamine 8 tunni jooksul enne mahapanekut vasksulfaadilahuses. Vasksulfaadiga pritsimine vähendab samuti kartuli nakatumist viltõvesse. Vask tõstab ka tomati vastupidavust pruunmädaniku ning kuiv- ja helelaiksuse suhtes (H. Karis, 1962), punase ristiku resistentsust pruunlaiksuse, laikpõletiku, mustlaiksuse, vähi ja musttäpptõve suhtes (K. Kivi, 1964), suhkrupeedi resistentsust lehetähnisuse suhtes jne.

On ka andmeid taimede haiguskindluse suurenemise kohta boori toimel. Boor tõstab kaera, nisu ja lina resistentsust rooste suhtes. Kasutades boori koos mangaaniga pealtväetisena, on saadud eriti häid tulemusi nisu-triiprooste nakkuse vähendamisel. Boori toimel tõuseb nisul ja odral kõvanõe- ning odral jahukasteresistentsus. Boor tõstab mõningal määral ka tomati pruun- ja kuivmädanikukindlust (H. Karis, 1962) ning punase ristiku resistentsust vähi, pruunlaiksuse, laikpõletiku, musttäpptõve ja mustlaiksuse suhtes (K. Kivi, 1964).

Molübdeen avaldab positiivset mõju punase ristiku haiguskindlusele pruunlaiksuse, laikpõletiku ja mustlaiksuse, vähi ja musttäpptõve ning jahukaste ja roostete suhtes (K. Kivi, 1964).

Mangaan tõstab tomati resistentsust pruunmädaniku, kuiv- ja helelaiksuse suhtes (H. Karis, 1962), ristiku vastupidavust mitmete haiguste suhtes ning suhkrupeedi lehetähnisusekindlust. Nii mangaani kui ka vase mõjul tõuseb tunduvalt peroksüdaasi aktiivsus lehtedes, mille tagajärjel intensiivistub taimede hapendusfermentide tegevus. Samuti suureneb kloroplastide püsivus ja väheneb eksosmoos.

Taimede immuniseerimine antibiootikumidega, bakteriofaagidega ja vitamiinidega

Uurimistega on tõestatud võimalus immuniseerida taimi antibiootikumidega paljude haiguste vastu. Igale antibiootikumile on omane spetsiifiline toime vastavate haigusetekitajate suhtes. Kuid on ka selliseid antibiootikume, mis mõjuvad kompleksselt, s. t. mitmele haigusetekitajale. Antibiootikumid säilitavad oma aktiivsuse taimekudedes küllaltki pika aja vältel — 5—10, mõnel juhul isegi kuni 21 ööpäeva. Antibiootikumide mõju kestus on spetsiifiline. Seda kestust on vaja teada, sest sellest olenevalt tuleb taimede töötlemist korrata.

Antibiootilised ained tõstavad taimemahla bakteritsiidsust ja taime teisi immunoloogilisi omadusi. Antibiootikume viiakse taimedesse seemnete leotamise või taimede pritsimise teel antibiootikumide lahustega. Häid tulemusi on saadud näiteks oaseemnete töötlemisel bakteriooside vastu perekonda *Penicillium* kuuluvate seente ekstraktidega. Streptomütsiin kaitseb kartuli- ja tomatitaimi *Phytophthora infestans*'i nakkuse eest. On andmeid, et antibiootikumid mõjutavad taimede fermentide aktiivsust. Streptomütsiin näiteks alandab odra ja päevalille polüfenooloksüdaasi ja tsütokroomoksüdaasi aktiivsust ning tõstab tunduvalt peroksüdaasi aktiivsust.

Bakteriofaagide abil võib samuti tõsta mõneks ajaks taimede resistentsust teatud haigusetekitajate vastu. Katseliselt on tõestatud, et porgandijuurikad ei nakatu märgmädanikusse, kui neile viia tilk bakteriofaagilahust.

Vitamiinide mõju kohta taimede haiguskindlusele on võrdlemisi vähe andmeid, kuna seda probleemi ei ole veel küllaldaselt uuritud. Osa vitamiine aitab tõsta taimede resistentsust, teised aga soodustavad parasiidi arenemist. G. Défago pani tähele, et B_1-vitamiini (tiamiini) poolest vaesed nisusordid on immuunsed kõvanõe suhtes. See on ilmselt seletatav asjaoluga, et immuunsetes nisutaimedes leiduv B_1-vitamiini hulk ei ole piisav haigusetekitaja normaalseks arenguks.

Mõningaid teoreetilisi seisukohti taimede immuunsuse põhjustest

Taimede immuunsus oleneb paljudest teguritest, kuid kõik need tegurid ei määra veel lõplikult taimede haiguskindluse olemust. Immuunsus on väga keerukas ja mitmekülgne avaldus. M. Dunini poolt loodud *immunogeneesiteooria* kohaselt ei ole immuunsus staatiline omadus, vaid dünaamiline protsess, mille areng on tihedalt seotud taime ontogeneesiga ja väliskeskkonna tingimustega.

Vastavalt immunogeneesiteooriale jagunevad taimehaigused kolme rühma.

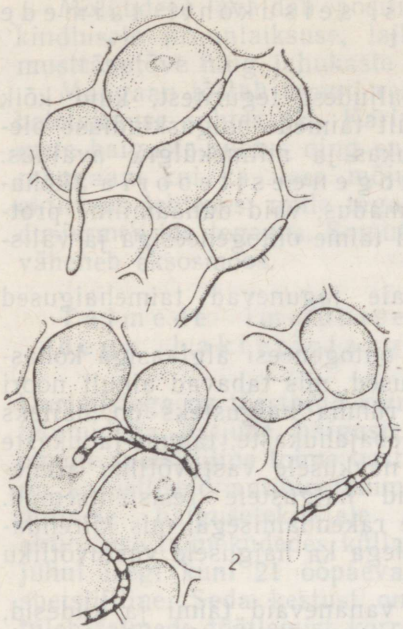
I rühma kuuluvad taimede ontogeneesi algfaasiga kohastunud haigused, s. t. sellised haigused, mis tabavad ainult noori taimi või noori kudesid. Antud rühma haigusteks on näiteks nisu-kõvanõgi, peedi- ja päevalille-ebajahukaste, tamme-jahukaste jt. Sordid, mis kiiremini läbivad nakkusele vastuvõtliku arenemisfaasi, on seetõttu ka nimetatud haigustele resistentsemad. Seda on võimalik saavutada võtete rakendamisega, mis kiirendavad taimede arenemist ja koos sellega ka haigusele vastuvõtliku faasi läbimist.

II rühma haigused tabavad vananevaid taimi ja kudesid, näiteks kartuli-lehemädanik, ristiku-varrepõletik, lina- ja lupiininärbumistõbi, peedi-lehetähnisus, tomati-helelaiksus jt. Võitluses II rühma haiguste vastu on oluline hoida taimi võimalikult kaua faasis, milles nad ei ole nakkusele vastuvõtlikud, s. t. nende ontogeneesi tuleb vastavate agrotehniliste võtetega aeglustada.

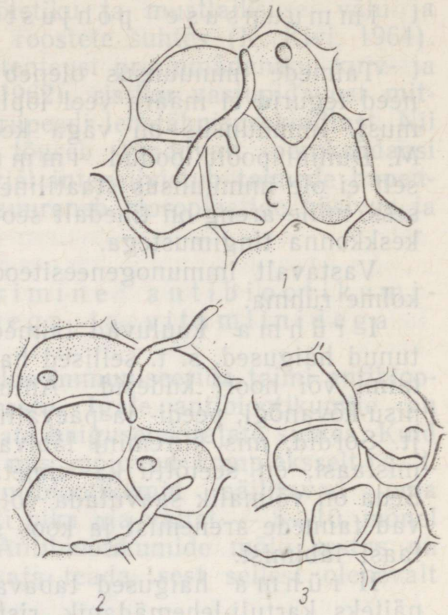
III rühma haigustel ei esine kindlat spetsialisatsiooni taimede arenemisfaasidele ja neid tuleb vaadelda vahepealse lülina I ja II rühma vahel.

Immunogeneesiteooria praktiline väärtus seisneb selles, et ta võimaldab suunata taimede haiguskindluse tõstmist.

T. Strahhov formuleeris taimede füsioloogilise immuunsuse olemuse teooria, mida ta nimetas «*nakkusalgmete regressiivsete muutuste*» *teooriaks*. T. Strahhovi (1959) arvates toimub haiguskindlate taimede kudedes parasiitseente protoplasma vakuoliseerumine, mütseeli rakkude resorbeerumine ja lõpuks täielik lahustumine. See protsess on tingitud vastava parasiidi arenemiseks ebasoodsatest tingimustest selliste taimede kudedes, millele on omane looduslik (füsioloogiline) immuunsus. Mida haiguskindlam on sort, seda varasematel arenemisfaasidel ja seda kiiremini toimub mütseeli degenereerumine ja lahustumine. T. Strahhovi teooria kohaselt on see keerukas füsioloogiline protsess, mida tingib taimede fermentatiivne tegevus ja nende ainevahetuse spetsiifika. Kuid parasiidi arenemiseks ebasoodsad tingimused haiguskindlate tai-



Joonis 23. Nõgilise mütseeli lahustumine: *1* — vastuvõtliku ja *2* — haiguskindla kaerasordi kudedes.



Joonis 24. Nõgilise mütseeli regressiivsed muutused kaerataime kudedes: *1* — väetamata taimes; *2* — taim väetatud NKP + Mn; *3* — mütseeli lahustumine.

mede kudedes ei ole mitte ainult sordiomane nähtus ja ei pea olema alati seotud taimede loodusliku immuunsusega. Strahhov asub seisukohal, et väetiste, mikroelementide, antibiootikumide, fütontsiidide jm. kasutamisega, samuti füüsikaliste ja keemiliste meetodite rakendamisega on võimalik muuta taime ainevahetusprotsessi parasiidi arenemisele ebasoodsas suunas. Sel teel saab taimi kunstlikult immuniseerida ühe või teise haiguse suhtes. Nimetatud teooriat kinnitavad T. Strahhovi tööd teraviljade immuniseerimisest nõgihaiguste, pruunrooste ja jahukaste suhtes. Tema teooria on väga väärtuslik, sest see võimaldab muuta taimede immunoloogilisi omadusi.

Viimasel ajal võtavad fütoimmunoloogias üha laiemalt maad vaated peremeestaime ja parasiidi vastastikuste suhete biokeemilisest iseloomust. Üha rohkem käsitatakse immuunsust kui taime aktiivset kaitsereaktsiooni haigusetekitaja vastu. Kaasaegsete autorite arvamuse järgi oleneb taimede haiguskindlus peamiselt tema ainevahetuse tüübist, fermentide, põhiliselt hapendusfermentide aktiivsusest ja biokeemiliste reaktsioonide kulgemise kiirusest. Tegurite hulgas, mis reguleerivad muutusi nakatatud raku

ainevahetuses, kuulub esikoht valkudele. Vastureaktsioonina nakkusele aktiveerub immuunsetel taimedel nende fermentide valguliste komponentide süntees, millele on iseloomulik kõrge vastupidavus haigusetekitaja toksiinidele. Kuid immuunsus ei rajane mitte üksnes peremeestaime ja parasiidi fermentatiivsete süsteemide vastastikustele suhetele. Kaasaegsed teadmised raku ainevahetuse kohta kinnitavad, et muutused taime fermentide aktiivsuses tekivad nende keerukate nihkumiste tagajärjel, mida haigusetekitaja põhjustab raku tähtsamates tegevustsentrumites. See mõju haarab mehhanisme, mis on lokaliseerunud järgmistes tsentrumites:

1) rakutuumas, 2) ribosoomides, mis sünteesivad spetsiifilisi, sealhulgas ka fermentide valke, 3) mitokondrites, 4) kloroplastides ja 5) rakuseintes.

Nakkuse tagajärjel taimes tekkivaid nähtusi ei reguleerita üksnes raku protoplasti, vaid kogu taimeorganismi poolt.

Kaasaegsete uurimiste kohaselt määravad taimede haiguskindluse teatud geenid. Oletatakse, et igale resistentsuse geenile taimes vastab spetsiifiline virulentsuse geen neis haigusetekitajais, millele taim on vastuvõtlik. Sellest järeldub, et peremeestaime ja parasiidi mutatsioon ja valik toimusid paralleelselt, mille tagajärjel kujunesid paralleelsed geneetilised süsteemid.

TAIMEDE IMMUUNSUSE MUUTLIKKUS

Taimede haiguskindlus ei ole püsiv omadus, vaid muutub olenevalt paljudest teguritest. Peale sugulise ja vegetatiivse hübridisatsiooni mõjuvad haiguskindluse muutlikkusele paljud väliskeskkonna faktorid. Immuunsus, kajastades taime pärilikke omadusi, on seotud konkreetsete välistingimustega, milles toimub antud indiviidi ontogenees. Tingimustes, mis on taime arenemiseks ebasoodsad, võib ta nakatuda haigustesse, mida tal tavaliselt ei esine. Kui näiteks ristikule on kasvutingimused ebasoodsad, võivad temaga sümbioosis olevad mügarbakterid muutuda ristikutaimi kahjustavateks juureparasiitideks.

Tähtsamateks välisfaktoriteks, mis mõjutavad taimede haiguskindlust, on temperatuur, mullaniiskus ja -reaktsioon ning valgus. Nimetatud faktorid mõjutavad taimede haiguskindlust mitte vahetult, vaid taimede füsioloogiliste protsesside kaudu. Madal temperatuur (öökülmad), suur õhu- ja mullaniiskus, samuti toiteelementide puudus häirivad taimede füsioloogiliste protsesside normaalset kulgemist, millega kaasneb ühtlasi haiguskindluse alanemine. Temperatuuri mõju resistentsusele on erinev olenevalt taimeliigist ja haigusest. Ühtedele haigustele on taimed vastupidavamad madalama, teistele aga kõrgema temperatuuri juures. Nii näiteks on nisu kollase rooste suhtes resistentsem kõrgema

temperatuuri juures. See on seletatav muutustega, mis toimuvad taime valgusisalduses temperatuuri mõjul. Madala temperatuuri puhul tõuseb valgusisaldus lehtedes, mis teeb nisu kollasele roostele vastuvõtlikuks. Uurimised temperatuuri mõju kohta nisutõusmete nakatumisel fusarioosi näitasid, et üksikute sortide resistentsus muutub koos temperatuuriga. See on tingitud peremeestaime ainevahetuse, eriti süsivesikute ainevahetuse häiretest, mis loovad soodsad tingimused parasiidi arenemiseks. Tomatid on pruunmädanikule vastuvõtlikumad madala temperatuuri juures. Lina ülivarajane külviaeg madala temperatuuri tingimustes suure külvinormi ja rikkalike kaaliumväetiste annuste puhul suurendab tunduvalt nii antud linataimede kui ka nende seemnest saadud järgmise põlvkonna taimede resistentsust kõikide tähtsamate linahaiguste vastu. Nimetatud nähtus on seletatav asjaoluga, et haigusetekitajad on oma evolutsiooniprotsessis kohanenud lina tavalise külviaja kõrgema temperatuuriga. Selle seaduspärasuse rikkumisega takistatakse parasiidi arenemist taimekudedes. Madal temperatuur tõstab samuti juurviljade hahkhallitus- ja valgemädanikukindlust. Oluliselt mõjub temperatuur säilitamisperioodil ka taimede resistentsusele. Kartulimugulate säilitamine liiga kõrge või madala temperatuuri juures muudab neid vastuvõtlikuks lehemädanikule. Teraviljaseemne säilitamine madala temperatuuri ja suure õhuniiskuse käes alandab samuti nende haiguskindlust. Sellistest seemnetest kasvanud taimed on väga vastuvõtlikud roostehaigustele.

Suurenenud mullaniiskus muudab sageli taimed haigustele vastuvõtlikumaks. See ei ole aga siiski üldine reegel, vaid oleneb samuti sellest, milliste taimede ja haigustega on tegemist. Nii näiteks väheneb märgadel muldadel kõrreliste fusarioosikindlus, kuid suureneb nisu resistentsus pruun- ja kõrreroostele.

Arvukate katsetega on tõestatud ka mullareaktsiooni mõju taimede haiguskindlusele. Inglise teadlane Ch. Chupp kinnitas kapsanuutri arenemise sõltuvust mulla happesusest. Mida madalam on mulla pH, seda vastuvõtlikumad on taimed kapsanuutrile. Chuppi vastavates katsetes taimed ei haigestunud pH 7,4 juures, kuid pH 5,7 puhul nakatusid kõik katsealused sordid nuutrisse.

Valgus ei mõjuta taimede haiguskindlust sellisel määral nagu teised väliskeskkonna faktorid, kuid teatud juhtudel võib ta avaldada küllaltki tähtsat toimet. Kirjanduses leidub palju andmeid selle kohta, et intensiivne valgus tõstab teraviljade vastuvõtlikkust roostehaigustele. Laboratoorsete katsetega on tõestatud, et pimedas kasvanud taimed on roostehaiguste suhtes immuunsed. Selle põhjuseks on taimekudedes tekkivad ühendid, mis mõjuvad haigusetekitajatele kahjulikult. Mõningate autorite arvates on selliseks ühendiks ammoonium. Teistel juhtudel aga toimib valgus vastupidiselt, nimelt taimede haiguskindluse tõstmise suunas. Vastavate katsetega on selgitatud, et nisuorased haigestuvad

mitteküllaldase valguse esinemisel tugevamini fusarioosi kui taimed, mis saavad küllaldaselt valgust. Tomatid kaotavad vähese valguse tagajärjel oma vastupidavuse viirikhaigusele ja haigestuvad raskekujuliselt.

Peale keskkonnatingimuste mõjuvad nii taimede immuunsusele kui ka haiguste geograafilisele levikule muutused parasiitide populatsiooni rassilises koosseisus. Haiguskindlatena aretatud sordid püsivad sellistena mõnel juhul aastakümneid, teisel juhul aga tunduvalt lühemat aega. Üheks põhjuseks on vastava haigusetekitaja uute agressiivsete rasside tekkimine, mis on kohanenud sortide ja geograafiliste aladega, kus neid varem ei esinenud.

Immuunsete sortide loomise meetodeid

Põllumajanduskultuuride resistentsuse tõstmisel on oluline koht sordiaretusel. Juba A. Jaczewski rõhutas, et praktilise fütopatoloogia raskuspunktiks on taimede haiguskindluse tõstmine, kuna kõik tõrjevõtted on vaid ajutist laadi abivahendid taimekaitses. Samal seisukohal olid ka I. Mitšurin ja paljud teised teadlased.

Immuunsete sortide loomisel kasutatakse järgmisi meetodeid: 1) sugulist või vegetatiivset hübridisatsiooni, 2) valikut ja taimede suunatud kasvatamist, 3) mutatsioonide kunstlikku esilekutsumist.

Immuunsete sortide loomisel hübridiseerimise teel esinevad järgmised etapid: a) lähtematerjali haiguskindluse hinnang, b) vanematepaari valik selle hinnangu alusel, c) ristamine, d) haiguskindlate taimede valik hübriidide hulgast paljundamise jaoks.

Kõige tähtsamaks lüliks haiguskindlate sortide aretamisel on aretusmaterjali resistentsuse hindamine ja selle põhjal haigusõrnade isendite väljapraakimine. Väljapraakimiseks on vaja luua peremeestaimedele ja haigusetekitajatele sellised tingimused, mis provotseerivad haigusele vastuvõtlike isendite esiletulekut. Kunstlikult loodud faktorite kompleksi sortide resistentsuse hindamiseks nimetatakse infektsiooniliseks fooniks või provokatsiooniliseks fooniks. Infektsioonilise fooni all mõeldakse tingimusi, mis kindlustavad nakkuse ja haiguse ilmnemist, provokatsioonilise fooni all aga selliseid tingimusi, mis kindlustavad taimede maksimaalset nakatumist ja haiguse kõige tugevamat esiletulekut isegi haiguse arengule ebasoodsatel aastatel. Provokatsioonilise fooni puhul luuakse ülivaraste või -hiliste külviaegadega, mineraalväetiste ühekülgse kasutamisega ja muude võtetega ekstreemsed tingimused taime ja parasiidi arenemiseks. Nimetatud foon võimaldab mitte ainult nakkuse, vaid ka haiguse arengu ning

selliste isendite reljeefsema esiletuleku, millel haigus võib teatud aja jooksul esineda latentsel kujul. Kuid viimasel ajal on selgunud, et sellised äärmuslikud tingimused soodustavad ühelt poolt küll haigusetekitaja arenemist, teiselt poolt aga suurendavad taimede vastuvõtlikkust antud haigusele. Näiteks talinisu hilise külvi puhul tõuseb nisu vastuvõtlikkus kõvanõele, ülivarase külvi korral aga roostele. Seetõttu ei ole võimalik provokatsioonilise fooni kasutamisega saada objektiivseid andmeid aretusmaterjali resistentsuse hindamiseks. Sel põhjusel ei ole selektsioonitöös provokatsioonilist fooni soovitatav kasutada. Haiguskindlate vormide selgitamiseks ja nende resistentsuse astme hindamiseks on parem rakendada infektsioonilist fooni. Viimane näeb ette katsealuste taimede kontakti nakkusalgme küllaldase ja ühtlaselt jaotatud hulgaga taimedele optimaalsete kasvutingimuste, s. t. selliste tingimuste juures, milles vastavat kultuuri tavaliselt kasvatatakse. Haiguskindlate vormide selgitamisel on väga oluline, kuidas nakkusalge taimele kantakse. Taimi tuleb kunstlikult nakatada samal viisil, nagu toimub nakatamine looduses. Infitseerimiseks kasutatavad eosed viiakse kuivalt või vesisuspensioonina kas seemnetele (kõvanõgi), kõrtele, lehtedele (roosted, kartuli-lehemädanik) või mulda (fusarioosid).

Haiguskindlate sortide aretamiseks kasutatakse liigisisest ning liikide- ja koguni perekondadevahelist ristamist.

Väga häid tulemusi on saavutatud haiguskindlate teraviljasortide aretamisel. Liigisisese ristamisega on näiteks saadud pruunroostele ja kollasele roostele vastupidavaid nisusorte. Liikidevahelise hübridisatsiooni teel aretas akadeemik P. Žukovski kompleksse haiguskindlusega nisuhübriidi, ristates omavahel liike *Triticum Timopheevi* × *Triticum persicum*. Ristamise tulemuseks oli liikidevaheline hübriid ja ühtlasi uus liik — *Triticum fungicidum* —, mis on resistentne nõgihaiguste, roostete ja jahukaste suhtes.

Perekondadevahelist ristamist on seni veel vähe kasutatud, kuid senised tulemused sel alal on olnud positiivsed. Akadeemik N. Tsitsin ristas perekondadesse *Triticum* ja *Agropyron* kuuluvaid liike ning aretas sel teel kõvanõele ja pruunroostele resistentsed nisu-orasheinahübriidid nr. 1 ja 599.

Liikidevahelise hübridisatsiooni teel on aretatud ka kompleksse haiguskindlusega kaera-, kartuli-, peedi-, tomati-, tubaka-, päevalille- ja karusmarjasorte. Lehemädaniku- ja vähikindlatest kartulisortidest on tuntud 'Fütoftoroustoitšivõi 8670' jt. Ka Jõgeva Sordiaretusjaamas on saadud *Solanum demissum*'i hübriidide ja *Solanum tuberosum*'i ristamisel terve rida lehemädaniku- ja vähikindlaid kartulisorte, nagu 'Olev', 'Tõnu' jt. Mitme haiguse suhtes resistentsed on tomatisordid 'Humbert', 'Alpatjevi 0905' ning rida teisi. Samuti on tuntud jahukaste ja muude haiguste suhtes kindlad karusmarjasordid.

Taimede eelnevate põlvkondade kasvu- ja arenemistingimused avaldavad järglastele mõju paljude aastate vältel. Eesti vanasõna ütleb: «Narri põldu üks kord, põld narrib sind üheksa korda.» Seda ütlust ümber sõnastades võib öelda, et taimekasvatuse agrotehniliste reeglite rikkumine annab ennast tunda taimede haiguskindluse alanemises mitme põlvkonna jooksul. Kui agrotehnika on olnud madalal tasemel taimede mitme põlvkonna vältel, reprodutseeritakse ka halvakvaliteedilist seemet ja sort muutub haigustele järjest vastuvõtlikumaks. Sortide haiguskindluse alanemise üheks põhjuseks on ka taimede immunoloogiline ebaühtlus. Antud sordi piirides on ühed isendid vastuvõtlikumad kui teised, mis ongi baasiks parasiidi kohanemisele kogu sordi ulatuses. Sordi immunoloogiline ebaühtlus on tingitud seemnete bioloogilistest omadustest ja nende erinevast kvaliteedist. Olenevalt sellest, kas seemned on saadud õisiku keskelt, tipust või aluselt, on ka taimede haiguskindluse aste erinev. Õisiku keskel valminud seemned on toitainetega rikkalikumalt varustatud ja annavad seetõttu ka haiguskindlamaid taimi kui õisiku tipus või alusel kujunenud seemned.

Haiguskindlate sortide aretamisel on alati tähtsal kohal valik, mis tugineb aretusmaterjali pidevale fütopatoloogilisele boniteerimisele. Valiku teel on tõstetud paljude kultuuride, nagu nisu, kartuli, herne, porgandi, suhkrupeedi, päevalille, viinapuu, puuvilla jt. haiguskindlust mitmesuguste haiguste (roostete, ebajahukaste, varrepõletiku, hahkhallituse, mõningate virooside jne.) suhtes.

Ka radioaktiivse kiirguse abil on saadud rida haiguskindlaid mutante. Tuumareaktori soojusneutroniga on töödeldud mitmete põllumajanduskultuuride seemneid. Selle tulemusena saadi helmintosporiooside suhtes kindlaid kaera- ja maisimutante. Radioselektsiooni puuduseks on aga seni veel mutatsioonide juhuslik tekkimine.

TAIMEDE NAKKUSHAIGUSTE ÖKOLOOGIA, DÜNAAMIKA JA PROGNOOS

TAIMEDE NAKKUSHAIGUSTE ÖKOLOOGIA

Taimede nakkushaiguste areng ja levik sõltub kolme komponendi, s. o. haigusetekitaja, peremeestaime ja keskkonna vastastikustest suhetest.

Fütopatoloogia osa, mis käsitleb taimehaiguste arengu ja leviku seaduspärasusi seoses keskkonnatingimustega, nimetatakse taimehaiguste ökoloogiaks.

Parasiit on oma ajaloolise arengu vältel kohanenud teatud peremeestaimega ja väljaspool seda ta eksisteerida ei saa. Järelikult ei tohi ka haigusetekitaja ökoloogiat vaadelda omaette, vaid ainult koos peremeestaime ökoloogiaga.

Nakkushaigus saab areneda ainult siis, kui selleks on olemas vajalikud tingimused. Nendeks tingimusteks on:

1) antud haigusele vastuvõtlike taimede olemasolu, 2) küllaldane nakkusalgme hulk ja 3) haiguse arengut soodustavate keskkonnatingimuste esinemine.

Kõik nimetatud tegurid on võrdse tähtsusega, sest kui üks neist puudub, ei saa nakkust toimuda. Peremeestaime ja parasiidi suhete areng koosneb järgmistest etappidest:

1) peremeestaime nakatamine parasiidi poolt, 2) parasiidi inkubatsiooniperiood, 3) peremeestaime haigestumine.

Nendel etappidel on määrava tähtsusega temperatuur, niiskus, mullareaktsioon, sademed, peremeestaime toitumisrežiim ja haigusetekitajale antagonistlike mikroorganismide esinemine mullas. Nimetatud faktoritest sõltuvad haiguste esinemise intensiivsus ja nende iseloom. Eriti tähtsad on temperatuur ja niiskus. Need kaks tegurit mõjutavad peamiselt seente eoste idanemist, mütseeli kasvu, viljakehade ja eoste teket ning nende talvitumist. Bakterite juures on niiskusel määrav tähtsus nende paljunemise kiiruse, toitumise, leviku ning fermentide ja toksiinide moodustamise suhtes. Seetõttu on taimede seen- ja bakterhaiguste areng võimalik ainult temperatuuri ja niiskuse teatud piirides, mis määravad põhiliselt ka antud haigusetekitajate geograafilise areaali ning haiguse esinemise massilisuse ja intensiivsuse. Parasiidi reageerimine välistingimustele oleneb tema arenemisstaadiumist. Nii on ühe ja sama parasiitseene eoste erinevad tüübid ka erinevate nõudmistega keskkonnatingimuste suhtes. Näiteks ebajahukasteliste oospooride ja koniidide nõudmised keskkonnatingimuste suhtes ei ole ühesugused, samuti nagu on erinevad ka roosteliste etsiospooride, uredo- ja teliospooride vasta-

vad nõudmised. Seente eoste idanemise ajal on nende nõuded toitumise suhtes erinevad. See on tingitud erinevustest eoste kesta ehituses, samuti eoste varuainete sisaldusest ja koostisest. Teatud seeneliikide eostes ladestuvad varuained rasvana, teistel glükogeenina. Osmootse rõhu abil eostesse sattuv vesi aktiviseerib fermenti glükogenaasi, mis hüdrolüüsib glükogeeni ja muudab ta suhkruks.

Temperatuur on üks tähtsamaid eoste idanemist mõjutavaid faktoreid, millest sõltub idanemise protsent, kestus ja mõnedel seentel isegi idanemise viis. Oletatakse, et soodsa temperatuuri juures toimuvad eostes teatud fermentatiivsed protsessid, mis on idanemiseks vajalikud. Kardinaalsed temperatuurid — miinimum, optimum ja maksimum — on eri liikidel erinevad (vt. tabel 5). Seente eoste idanemisel toimub nende üleminek puhkestaadiumist aktiivse kasvu faasi. Peale keskkonnatingimuste oleneb idanemine ka eoste east ja elujõust.

Nakatamisprotsess algab seenhaiguste puhul eoste idanemisega vastuvõtlikel taimedel ja sellele järgneva idumõigu sissetungiga peremeestaime kudedesse ning kestab seni, kuni parasiit saavutab püsivad suhted taimega. Paljude fütopatogeensete seente eoste idanemise minimaalne temperatuur on 3—5°, optimaalne 10—25° ja maksimaalne 30—35° piirides. Mõnede soojuse suhtes mitte eriti nõudlike seeneliikide eosed idanevad isegi 0° juures. Nende optimaalne temperatuur on 10—15° ja maksimaalne temperatuur 25°. Termofiilsed seened idanevad koguni veel 40°

Tabel 5

Mõnede fütopatogeensete seente arenemiseks vajalik minimaalne, optimaalne ja maksimaalne temperatuur

Seen (haigus)	Temperatuur °		
	minimaalne	optimaalne	maksimaalne
Phytophthora infestans (kartuli-lehemädanik)	3	12—13	24
Alternaria solani (kartuli-kuivlaiksus)	1—3	26—28	37—40
Tilletia caries (nisu-kõvanõgi)	10	21—23	30—35
Urocystis (Tuburcinia) occulta (rukki-kõrrenõgi)	5—8	15—18	25—30
Ustilago avenae (kaera-lendnõgi)	4—5	15—28	31—34
Ustilago tritici (nisu-lendnõgi)	5—11	20—25	30—35
Endostigme cinerascens (õunapuu-kärntõbi)	12—16	20	32
Colletotrichum lagenarium (kurgi-lehekõrbus)	4	20	34
Colletotrichum lindemuthianum (aed-oa-kaunakõrbus)	6—8	21—23	35
Fusarium sp. enamik liike (fusarioos)	6—10 (mõnel liigil 0)	25—30	32—37
Penicillium glaucum (roheline hallitus)	1,5	22—27	40—43

juures. Seega on parasiitseente eosed võimelised idanema küllaltki erinevatel temperatuuridel.

Valminud eosed eralduvad kergesti eoskandjatest ning idanevad optimaalsetes temperatuuritingimustes juba paari tunni pärast idumõiguks, näiteks *Puccinia graminis*'e suvieosed. Samuti idanevad vahetult pärast valmimist ka nimetatud liigi kandeosed, rukki-leherooste *Puccinia dispersa* talieosed, sõstra-viltrooste *Cronartium ribicola* talieosed jt. Valmimata eosed idanevad aga alles 1—2 päeva pärast eoskandjatest eraldumist. Vanemas eas aeglustub seente eoste idanemine ja nende idumõigud on vähem vastupidavad ebasoodsatele temperatuuritingimustele. Seepärast vähendab selliste tingimuste esinemine pärast eoste valmimist ja nende nöördumist eoskandjatest nakkusalgme hulka, selle virulentsust ja koos sellega ka nakkuse toimumise tõenäolisust.

Mitte alati ei lange aga eoste idanemise optimaalne temperatuur ühte seene edasise kasvu optimaalse temperatuuriga. Nii on *Phytophthora infestans*'i koniidide idanemise optimaalne temperatuur 12—13°, mütseeli optimaalseks arenguks on vaja aga 20—24°. Samuti ei lange nakatumise moment alati ühte seene idanemise optimaalse temperatuuri esinemisega, see sõltub ka peremeestaime üldseisundist. *Tilletia caries*'e eoste idanemise optimaalne temperatuur on 21—23°. Selle temperatuuri juures peaks järelikult olema ka nisu nakatumine põllul kõige intensiivsem. Põllumajanduse kogemused aga näitavad, et kõige tugevamini nakatub hilja külvatud tali- ja vara külvatud suvinisu ajal, mil temperatuur on 10° või alla selle. See on tingitud asjaolust, et kõrgema temperatuuri (21—22°) juures on peremeestaime areng kiire, ka idandite tärkamine on kiire ja nakatumise võimalused seetõttu väiksemad. Nisu-kõvanõgi nakatab idandit ainult mullas, kui aga idand on juba tärganud, siis nakkust enam ei toimu. Madalama temperatuuri puhul on taime areng aeglasem, ja kuigi temperatuur ei ole seene arenemiseks soodne, suudab ta siiski nakatada nisu.

Temperatuuri öine langemine, mis Eestis leiab sageli aset suve teisel poolel, soodustab suurel määral kartuli-lehemädaniku massilist esinemist. See on seletatav asjaoluga, et madal temperatuur alandab järsult kartuli vastupanuvõimet lehemädanikule. Peale selle idanevad seene koniidid madalama temperatuuri (alla 18°) mõjul lühikese ajaga rändeosteks, mille nakatamisvõime on eriti suur. Selles avaldub ilmekalt ka temperatuuri mõju seente eoste idanemisviisile. Temperatuuril üle 18—20° idanevad *Ph. infestans*'i lülieosed idumõiguks.

Enamik fütopatogeenseid baktereid areneb järgmistel kardinaalsetel temperatuuridel: miinimum 0—2°, optimum 20—25° ja maksimum 35—37°. Nimetatust madalam või kõrgem temperatuur pidurdab järsult nende arengut või on isegi surmav. Kriitiliseks temperatuuriks on tavaliselt 45—55°, mille juures suu-

rem osa fütopatogeenseid baktereid hukkub. Kõrge, samuti ka liiga madala temperatuuri mõjul väheneb ka bakterite fermentide aktiivsus. Üldiselt sõltub bakterite vastupidavus kõrgele temperatuurile nende veesisaldusest: mida väiksem on veesisaldus, seda vastupidavamad nad on. Madala temperatuuri suhtes on bakterid vähem tundlikud. On baktereid, mis ei hukku isegi veel —190° juures, kuigi nende arenemine lakkab juba 0° juures või veidi alla selle. Seega on temperatuur üks tegureid, mis määrab bakterite levikuala. Lisaks sellele mõjutab temperatuur ka peremeestaime, muutes ta haigustele vastuvõtlikumaks või vastupidavamaks. *Pseudomonas solanacearum*'ist põhjustatud maavitsaliste närbumistõbi esineb peamiselt Nõukogude Liidu lõunarajoonides ja üldse lõunas, sest haigusetekitaja arenemiseks on vajalik kõrge temperatuur (27—32°). Kurgibakterioosile soodne temperatuur on 19—24° piirides, mille juures kurk ka kõige hõlpsamini kasvuhoonetes ja lavades nakatub. Temperatuuri tõstmisega 25—34°-ni on võimalik seda haigust vältida. Üldiselt lühendab kõrgenenud temperatuur enamiku bakteriooside inkubatsiooniperioodi pikkust, kui aga temperatuur tõuseb üle maksimumi, siis nakkust ei toimugi.

Ka viiruste paljunemise kiirus taimerakkudes oleneb suurel määral temperatuurist. Nakatatud taimemahlas on erinevate viiruste vastupidavus temperatuurile küllaltki erinev, nagu selgub alljärgnevast tabelist.

Tabel 6

Fütopatogeensete viiruste inaktiveerumise * temperatuur
(nakatatud taimemahla 10-minutisel ekspositsioonil)
(K. Suhhovi järgi)

Viirus (haigus)	Inaktiveerumise temperatuur °C
Kartuli A-viirus	50
Kartuli Y-viirus	52
Kartuli X-viirus	66
Oamosaiik	56—58
Hernemosaiik	60—64
Kurgi-mosaiikviirus 1	60—70
Kurgi-mosaiikviirus 2	66
Lillkapsamosaiik	75
Tomati-pronkslaiksus	42

Ainult vähesed viirused on vastupidavamad kõrgemale temperatuurile kui 70°. Nende hulka kuuluvad näiteks tubaka-mosaiigi- ja kurgi-mosaiigiviirus 2, mis inaktiveeruvad täielikult alles 90—93° juures pärast 10-minutist ekspositsiooni. Teatud viiruste

* inaktiveerumine — nakatamisvõime kaotamine.

vastupidavus kõrgemale temperatuurile oleneb peremeestaime kasvutingimustest. Näiteks luuviljaliste rohelise kimarlehisuse viiruse üks tüvi on juulis väikese, oktoobris aga suure inaktiveerumise koefitsiendiga. Teine tüvi inaktiveerub juulis madalama temperatuuri juures kui oktoobris. Nimetatud viirusetüvede erinev vastupidavus temperatuurile sõltub õhutemperatuuri mõjust peremeestaimele. Mõned viirused inaktiveeruvad ka rakusiseselt, kui peremeestaime kudesid allutatakse kõrgele temperatuurile. Selle tagajärjel kuhjub ilmselt rohkesti inhibiitoreid taimerakkudesse, mis inaktiveerivad viiruse. Kõrge temperatuuri mõjul võib olla takistatud ka viirusliku valgu paljunemine, mis põhjustab lõpuks viiruse täielikku inaktiveerumist. Virooside välistunnuste ilmumine sõltub viiruse paljunemiskiirusest. Viiruse paljunemise aeglustumine kõrgenenud temperatuuri mõjul kutsub esile haigussümptoomide maskeerumise. Näiteks kuumadel suveilmadel esinevad mosaiiki haigestunud peetidel haigustunnused tugevasti maskeeritult. Sama võib täheldada ka mosaiigihaigetel tubakataimedel temperatuuril 35—37°. Virooside välissümptoomide maskeerumist põhjustab ka madal temperatuur.

Samuti võib kõrge temperatuur, mõjudes nii peremeestaimele kui ka viirusliku valgu paljunemise kiirusele, oluliselt muuta haiguse kulgu. Tubakataim reageerib tavalises temperatuuris mosaiigiviiruse nakkusele nekrooside moodustamisega. Viirus blokeeritakse nekrooside piirkonnas ja taime üldist haigestumist ei toimu. Kui aga tubakataimi hoida kuni nakatamiseni ja ka pärast seda temperatuuril 36—37°, siis nekroos ei teki ja taim haigestub, kuna viirus levib kõikides taimekudedes.

N i i s k u s. Enamiku seenhaiguste puhul sõltub eoste idanemine ja parasiidi arenemise algstaadium kindlast niiskusehulgast. Peale selle soodustab suurenenud õhu- ja mullaniiskus nakkust ka seetõttu, et peremeestaim muutub haigustele vastuvõtlikumaks. Küllaldase õhuniiskuse olemasolu on nakatumise tingimuseks selliste haigusetekitajate puhul, mis satuvad peremeestaimele õhust (nisu- ja odra-lendnõgi, roosted), küllaldase mullaniiskuse esinemine aga haigusetekitajate puhul, mis nakatavad taimi mulla kaudu (kapsanuuter, köögiviljade tõusmepõletikud jt.). Õhu kaudu peremeestaimele sattuvatel haigusetekitajatel langevad õhuniiskuse maksimum ja optimum enamasti ühte.

Niiskusevajaduse järgi võib seente eosed jaotada kahte rühma. Esimesse rühma kuuluvad sellised eosed, mis idanevad ainult veetilgas, nn. infektsioonitilgas (vetikseened, jahukastelised ja roostelised (basidiospoorid) ning paljud teised liigid). Infektsioonitilga püsimise kestus taimel pärast vihma, kastet või udu oleneb temperatuurist ja tuulest. Seetõttu võib isegi soodsas temperatuuris nakkus mitte toimuda, kui veetilk kuivab kiiresti tuule käes.

Teise rühma eosed võivad idaneda ilma infektsioonitilgata,

kuid väga kõrge relatiivse (95% ja enam) õhuniiskuse puhul. Nii vajavad *Puccinia striiformis*'e suvieosed idanemiseks 99%-list niiskust, *Endostigme cinerascens*'i kotteosed ja koniidid 98,7%-list ja *Ustilago nuda* eosed 95%-list niiskust. *Ustilago nuda* eosed idanevad vees ainult nõrgalt, kõrge relatiivse õhuniiskuse käes aga rikkalikult. *Puccinia triticina* suvieoste idanemiseks on vaja 100%-list õhuniiskust, 99%-lise relatiivse õhuniiskuse juures on nende idanevus madal. *Puccinia coronifera* suvieosed ei idane aga isegi 95%-lise õhuniiskuse juures. Peedi-lehetähnisuse tekitaja *Cercospora beticola* eosed idanevad 90%-lise õhuniiskuse juures 34 tunni jooksul, 100%-lise relatiivse õhuniiskuse käes aga 24 tunni vältel. Niiskuse mõjust *Ustilago tritici* nakkusele on selgunud, et kui nisutaimi hoida nakkuse ajal 60—85%-lise õhuniiskuse käes (temperatuuril 19,4—29°), siis esineb järgmisel aastal nende seemnetest kasvanud nisutaimedel lendnõge üle 90%. Taimede hoidmisel 11—13%-lise õhuniiskuse ja 21—23°-se temperatuuri juures on nakatumisprotsent aga järgmisel aastal tunduvalt väiksem, 20% piirides. Jahukastelised ei ole eriti nõudlikud niiskuse suhtes, vaid võivad areneda mitmesuguse niiskusastme juures. Niiskus ei mõjuta jahukastelisi eoste idanemisel, vaid peremeestaime kaudu. Taimed, mis kannatavad liigniiskuse või -kuivuse all, alluvad kergesti jahukasteliste nakkusele. Teatud jahukastelistel sugukonnast *Erysiphaceae* on täheldatud koniidide idanemist nullile lähedase relatiivse õhuniiskuse juures. See on seletatav koniidide kõrge osmootse rõhuga (60 Atm), mis võimaldab neil neelata niiskust ka suhteliselt kuivast atmosfäärist. Mõned ebajahukasteliste liigid moodustavad väga madala relatiivse õhuniiskuse esinemisel lühikesi idumõikusid.

Eoste moodustumine, paljudel juhtudel ka viljakehade teke sõltuvad samuti suurel määral õhuniiskusest. Nii näiteks esineb ebajahukastelistel eosteke valge kirmena ainult siis, kui relatiivne õhuniiskus on 100%. Vastasel korral võib nakkus püsida kaua latentsel kujul, avaldudes ainult laikude näol.

Põuastel aastatel on enamiku fütopatogeensete seente areng pärsitud, kuid osa eoseid säilib ka sellistel aastatel. Soodsate ilmastikutingimuste saabumisel levitavad need eosed uuesti nakkust. Pärast põuaseid aastaid fütopatogeensete seente (*Monilia fructigena*, *Fusicladium dendriticum*, *F. pirinum* jt.) virulentsus tavaliselt suureneb või neil tekivad uued agressiivsed biotüübid.

Mullaasukate puhul (kapsanuuter, kartulivähk jt.) on eriti tähtis mullaniiskus, mis mõjutab niihästi obligaatseid kui ka fakultatiivseid parasiite. Mullaniiskus on seotud hapnikusisaldusega mullas, mis on vajalik paljude seeneliikide eoste idanemiseks. *Ustilago avenae* ja *U. levis*'e teliospooride idanemiseks on näiteks kõige soodsam 30%-line mullaniiskus, 60%-lise niiskuse juures idanevad nad aeglaselt, 80%-lise niiskuse juures aga on

nende idanemine tugevasti pärsitud. Fütopatogeensetele mullaasukatele mõjub suur mullaniiskus üldiselt negatiivselt, sest antud juhul on mulla aeratsioon halvem, saprofüütne ja antagonistlik mikrofloora aga areneb sellele vaatamata kiiresti. Seetõttu on fütopatogeensete mullaasukate areng ja levik pärsitud.

Mullaniiskus määrab nii mullaasukate kohaliku esinemise kui ka nende areaali. Samuti tuleb arvestada, et mullaniiskuse mõjul muutub paljude kultuuride vastupidavus haigustele. Niiskuse suurenemisel näiteks tõuseb kartuli vastuvõtlikkus lehemädanikule, mullaniiskuse vähenemisel aga suureneb kartuli ja kapsa vastuvõtlikkus närbumistõvele ning suvinisu vastuvõtlikkus helmintosporioosile.

Niiskus on ka üks põhilisi bakterite eksisteerimise faktoreid, sest bakterite poolt sünteesitavad fermendid on aktiivsed ainult vesilahustes. Vesi on keskkonnaks, kus toimuvad bakterite tähtsamad ainevahetusprotsessid. Bakterite suur nõudlikkus niiskuse järele on tingitud ka nende toitumisviisi iseärasustest, sest nad saavad toituda ainult difusiooni teel, milleks on vaja niiskust. Küllaldase õhuniiskuse esinemine on üldse eelduseks bakternakkuse toimumiseks. Eriti vajalik on see nakkuse algstaadiumis. Lillkapsabakterioosi tekitaja *Pseudomonas maculicola* nakatab näiteks lillkapsast ainult siis, kui relatiivne õhuniiskus on pealoomise faasis 90%. Vastasel juhul nakkust ei toimu. Niiskusepuudus on üheks bakterite hävimise või nende arengut pidurdavaks põhjuseks.

V a l g u s. Hajutatud päevavalguse mõju seente eoste ja õistaimedest parasiitide seemnete idanemisele on erinevate liikide juures erinev. Arvatakse, et valgus avaldab rohkem mõju eoste valmimisele kui nende idanemisele. Paljude seeneliikide eosed idanevad niihästi valguse käes kui ka pimedas, olles seega indiferentsed valguse mõjule. Sellised liigid on näiteks *Puccinia graminis f. tritici*, *Colletotrichum lindemuthianum*, *Plasmopara viticola* jt. Seevastu aga idanevad teised liigid pimedas kiiremini ja rikkalikumalt kui valguse käes, nagu *Puccinia triticina* suvieosed. Mõnede seeneliikide, näiteks *Bremia lactucae* eosed idanevad aga ainult pimedas. Taimed haigestuvad roostetesse ja jahukastesse üldiselt kergemini valguse käes. See on tingitud sellest, et nimetatud seened on obligaatsed parasiidid, mis vajavad toitumiseks värskeid assimilaate. Viimased tekivad taimes aga ainult valguse mõjul. Päikesespektri ultraviolettkiirte suhtes on värvitute eostega seened tundlikud. Seepärast toimub nende nakkus enamasti taimelehe alumiselt pinnalt ja alumistelt lehtedelt, kus ultraviolettkiirguse mõju on nõrgem.

Valgusepuudus teeb taimed vastuvõtlikuks paljudele haigustele, nagu hahkhallitusele, lumiseenele jt. A. Trofimovitš (1955) leidis huvitava seose nisu-kõvanõe nakkuse ja nisutaimede valgusstaadiumi läbimise dünaamika vahel. Kui suvinisu (sordi

'Lutescens 62') tõusmed allutati kümne päeva jooksul pärast tärkamist lühipäevatingimustele, haigestus nisu hiljem seitse korda vähem kõvanõesse kui kontrolltaimed põldkatsetes, mis läbisid valgusstaadiumi normaalsetes, s. t. pikapäevatingimustes.

Paljude bakterite arengule mõjub valgus pidurdavalt, otsene päikesekiirgus aga sageli surmavalt, kuigi erinevad bakteriliigid on ultraviolettkiirte suhtes erineva vastupidavusega. Näiteks on kollast pigmenti sisaldavad fütopatogeensed bakterid perekonnast *Xanthomonas* vastupidavamad ultraviolettkiirtele kui pigmendita liigid perekondadest *Erwinia* ja *Pseudomonas*. Kollane pigment kaitseb neid ultraviolettkiirte mõju eest. Selle bioloogilise iseärasusega võib seletada ka kollaste fütopatogeensete bakterite kohanemist rohelistel taimeosadel parasiteerimiseks.

Ka viiruste elutegevusele avaldab valgus suurt mõju, olles tähtsaks faktoriks rohelise taime elus. Pimedas hoitud inokuleeritud tubakalehtedes paljuneb mosaiigiviirus palju aeglasemalt kui valguse käes. Samaaegselt aga soodustab taimede lühiajaline pimedusele allutamine koos sellele järgneva valgustamisega viirusliku valgu reprodutseerimist.

Tabel 7

Valguse ja pimeduse vaheldumise mõju viirusliku valgu reproduktsioonile (K. Suhhovi ja G. Nikiforova järgi)

Katsetingimused: tubakataimed hoiti	Nekrooside üldarv (lehtedel)	Keskmine nekrooside arv ühel lehepoolel	Esimese variandi suhe teise variandisse, %
2 päeva valguse, 2 päeva pimeduse käes	2594	23,3	43,0
2 päeva pimeduse, 2 päeva valguse käes	6006	51,1	100,0

Nagu tabelist nähtub, oli viirusliku valgu paljunemine teises variandis üle kahe korra intensiivsem kui esimeses variandis. Taimede eksposítsiooni kestus valguse ja pimeduse käes oli mõlemas variandis ühesugune, erinevus oli ainult vastavate tingimuste loomise järjestuses. Viirusliku valgu paljunemine intensiivistus ainult sel juhul, kui taimede pimedas hoidmine eelnes valgustamisele. Taimede eelnev allutamine pimedusele stimuleerib ilmselt valgu hüdrolüüsi produktide kuhjumist rakkudesse. Neid produkte kasutab viirus paljunemiseks, mis toimub valgu sünteesiks soodsas valgustamisfaasis. Teatud temperatuuri ja valguse koosmõju avaldub ilmekalt nii taimede haiguskindluses kui ka viiruse bioloogias. Näiteks tubaka-mosaiigiviiruse poolt põhjustatud tomativiiriku puhul võib nakatatud taimedel täheldada suvel lehtede mosaiiksust, kusjuures nekroos puudub. Kevadel ja sügisel aga võib aset leida viirikukahjustus, millele

on iseloomulik tumedate nekrootiliste vööndite tekkimine vartel. Suvel puudub viirik päikesekiirguse suure intensiivsuse (200000—300000 erg/cm² · s) ja keskmise ööpäevase temperatuuri 20—21° esinemisel. Kui kunstlikult alandada päikesekiirguse intensiivsust 40000—90000 erg/cm² · s ja keskmist ööpäevast temperatuuri 15—19°-ni, on võimalik ka suvel esile kutsuda viiriku massilist esinemist.

Mosaiigist tabandunud taimedes kuhjub viiruslik valk mitte ainult lehtedes ja vartel, vaid ka juurtes. See näitab, et uued viirusepartiklid võivad tekkida valguse vahetu mõjuta. Sellest kõneleb samuti fakt, et ka pimedas hoitud taimelehtedes toimub viirusliku valgu kuhjumine, kuigi aeglasemalt kui valguse käes olevates lehtedes.

Keskkonna reaktsioon ei piira looduslikes tingimustes seente eoste idanemist. Üldiselt idanevad eosed võrdlemisi laiades pH amplituudides. Idanemisele vajaliku pH optimum sõltub temperatuurist ja muudest keskkonna faktoritest. Fütopatogeensetele mullaasukatele on väga tähtis mullareaktsioon. Erinevatel liikidel on ka erinevad nõuded mulla pH suhtes. Enamiku seeneliikide arengut soodustab happeline muld, osa seeni aga moodustab eoseid ainult leelisese või neutraalse reaktsiooniga muldadel. Kapsanuutri, tõusmepõletiku, kartulivähi, lumiseene jt. haiguste tekitajad vajavad oma arenguks happelist mullareaktsiooni. Osa seeni areneb aga ainult neutraalse mullareaktsiooni juures, nagu näiteks peedi-südamikukuivmädaniku tekitaja *Phoma betae*. Teatud seeneliigid, nagu *Helminthosporium sativum*, *Rhizoctonia solani* jt., võivad areneda mitmesuguse mullareaktsiooni juures. Paljud fütopatogeensed liigid aga arenevad võrdlemisi kitsastes pH piirides. Kapsanuutri tekitajale *Plasmodiophora brassicae*'le on minimaalne pH alla 5,4; optimaalne 6,5 ja maksimaalne 7,3; hahkhallituse tekitaja *Botrytis cinerea* areneb, kui pH on 2,6—6,9. Enamiku fütopatogeensete bakterite arenemiseks on mullareaktsioon optimaalne pH 4,0 ja 10,0 vahel.

Vastava väetamisega on võimalik muuta mullareaktsiooni antud parasiidile ebasoodsas suunas ning sellega vältida või vähendada tema poolt tekitatavat kahjustust.

Hapnik. Seente eoste idanemisel intensiivistub järsult nende hingamine, mistõttu küllaldase hapnikuhulga esinemine on üks idanemise eeldusi. Hapnikupuudus vähendab idanemist. *Ustilago avenae* eoste idanemine on maksimaalne 30%-lise veemahutavusega mullas. 80%-lise veemahutavuse juures alaneb eoste idanemisprotsent tunduvalt, mis on ilmselt tingitud hapniku mitteküllaldasest juurdevoolust. Maisi-pahknõe *Ustilago maydis*'e teliospoorid ei arene hapnikuta. Vähemalt 5% hapnikku on vaja selleks, et nad idaneksid vees niisamuti nagu õhuski. Hapnik mõjub ka eoste idanemise viisile. Nii näiteks võivad *Phytophthora*

infestans'i koniidid hapnikupuudusel moodustada küll rändeoseid, kuid nad ei idane idumõiguks.

Muudest ökoloogilistest faktoritest tuleb arvestada tuult. Tuulel on suur tähtsus seente eoste ja bakterite levitamisel. Samuti oleneb tuulest ka infektsioonitilga püsimise kestus ja seega paljudel juhtudel nakkuse toimumine.

Peremeestaime toitumisrežiim on samuti üks olulisi tegureid nakkushaiguste esinemisel ja nende kulgemisel. Toitumisrežiim võib tõsta või alandada taimede haigustkindlust. Taimede väetamisega on võimalik luua parasiidile ebasoodsaid arenemistingimusi, sest väetised mõjuvad peremeestaime kaudu ka parasiidile. Teraviljade rikkalik väetamine lämmastikväetistega soodustab näiteks roosteliste arenemist, fosfor- ja kaaliumväetised avaldavad aga vastupidist mõju. Peremeestaime toitumisrežiim mõjub ka fütopatogeensete bakterite arengule kas soodustavalt või pidurdavalt. Vajalike toiteelementide puudusel võib saprofüütne bakter üle minna parasiitsele eluviisile. Boori puudumisel näiteks muutub saprofüütne bakter *Clostridium macerans* parasiidiks, mis nakatab lina nii tõusmetejärgus kui ka hilisemas arenemisfaasis. Boori muldaviimisega aga on võimalik nimetatud haigust pidurdada.

TAIMEDE NAKKUSHAIGUSTE DÜNAAMIKA

Taimehaigused on ajalooliselt kohanenud teatud peremeestaimega. Seetõttu ühtib nende areaal peaaegu alati peremeestaimede geograafilise levikualaga. Kuid haiguste suurima kahjustuse areaal ei lange kokku peremeestaimede geograafilise areaaliga. Nii on näiteks kartuli-lehemädanik Nõukogude Liidus peaaegu igal pool levinud, kuid põhjustab kõige suuremat kahju Nõukogude Liidu Euroopa-osa looderajoonides. Ka Eesti NSV kuulub kartuli-lehemädaniku suurima kahjustuse piirkonda. Teraviljade fusarioosid, mis on samuti laialt levinud, põhjustavad kõige rohkem kahjustusi Kaug-Idas, Põhja-Kaukaasias ja Nõukogude Liidu Euroopa-osa mõningates rajoonides.

Taimehaiguste kahjustuse areaal ei ole kindlalt piiritletud taimehaigustele omase dünaamika muutuste tõttu nende esinemise sageduses, kulgemise iseloomus ja kahjustuse suuruses. Nimetatud muutused olenevad mitmesugustest põhjustest, mida järgnevalt lähemalt käsitletakse.

Taimehaigused võivad esineda kas 1) sporaadiliselt või 2) epifütootiliselt. Esimesel juhul haarab haigus vaid väheseid taimi ühe või teise taimeliigi või kultuuri piirides. Teisel juhul esineb haigus mõnes piirkonnas teatud aja vältel massiliselt. Sellist nakkushaiguste massilist esinemist nimetatakse epi-

fütootiaks. Iga epifütootia võib olla kord tugevam, kord nõrgem. Aastad, millal esineb tugev epifütootia, vahelduvad aastatega, mil antud haigust esineb vaid minimaalselt.

Epifütootiat iseloomustab ühelt poolt taimede haigestumise sagedus, teiselt poolt taimede nakatumise aste. Esinemissagedust määratakse nakatatud taimede arvu (hulga) järgi teatud alal, nakkuse tugevust aga hävinud taimede arvu järgi, võrreldes taimede üldarvuga.

Epifütootiatena esinevad kõige sagedamini terviljaroosted, jahukasted, nõed, kartuli-lehemädanik, õunapuu-kärntõbi jt.

Eraldatakse 1) kohalikku, 2) üldist ja 3) progresseeruvat epifütootiat.

Kohalik epifütootia ehk enfütootia esineb igal aastal teatud rajoonides, põhjustades taimede intensiivset haigestumist ja suurt saagikadu. Enfütootiate teke on iseloomulik sellistele seenhaigustele, mille tekitajad säilivad mullas või satuvad sinna seemnetega. Nakkus toimub sealjuures tavaliselt mullas ning kohalikud looduslikud ja agrotehnilised tingimused soodustavad haiguse iga-aastast esinemist. Enfütootiliselt võivad näiteks esineda fusarioosid — närbumistõved, mitmesugused juuremädanikud, nõgihaigused, kartuli-varrepõletik ja kartulivähk, kapsanuuter, tõusmepõletikud jt. Sellesse kategooriasse kuuluvad ka mõned haigused, mille tekitajate eosed levivad õhu kaudu ja mis teatud tingimustes ilmuvad korrapäraselt igal aastal mõnes kindlas kohas.

Üldine epifütootia ehk panfütootia on haiguse massiline esinemine paljudes maades või koguni tervetel kontinentidel. Klassikalisteks näideteks on kartuli-lehemädaniku massiline levik möödunud sajandil Euroopas ja Põhja-Ameerikas ning 1932. aastal paljudes Euroopa riikides puhkenud teraviljade kõrrerooste, samuti käesoleva sajandi algul Venemaal massiliselt esinenud karusmarja-jahukaste. Panfütootiad tekivad üldiselt harva — üks kord paljude aastate järel.

Progresseeruvat epifütootiat täheldatakse sel juhul, kui enfütootia areneb edasi ja muutub massiliseks suurtel territooriumidel. See on eriti maksev seemnete ja mugulate kaudu levivate haiguste, nagu nõgihaiguste, kartulivähi, kartuli-lehemädaniku, peedi-lehetähnisuse jt. kohta. Nimetatud haigused võivad muutuda ühe vegetatsiooniperioodi vältel progresseeruvaks epifütootiaks, sest nende tekitajad võivad anda selle aja jooksul mitu põlvkonda, mis kutsuvad esile järjest uue nakkuse.

Kirjeldatud epifütootiate tüübid ei ole absoluutsed, sest olenevalt tingimustest võib neil olla üleminev iseloom. Näiteks enfütootia võib üle minna panfütootiaks või panfütootia enfütootiaks. Mõnikord võib epifütootia koguni muutuda depressiooniks.

Kui epifütootia esineb mõnes kohas perioodiliselt teatud kindla ajavahemiku järel, näiteks igal aastal, siis on tegemist

tema tsüklilise esinemisega. Epifütootia võib avalduda kahel viisil: 1) tuleb ilmsiks äkki ning kulgeb ägedalt ja kiirelt teravalt väljakujunenud kulminatsioonipunktini, millele järgneb haiguse vaibumine, 2) areneb aeglaselt pikema aja vältel, saavutamata sealjuures erilist kulminatsiooni.

Paljude taimehaiguste epifütootia kulgeb kindla perioodilisusega: tekkinud kevadel või varasuvel, areneb ta teatud astmeni ning vaibub taimede vegetatsiooniperioodi lõpuks. Kuid on ka selliseid nakkushaigusi, mis ühe vegetatsiooniperioodi vältel nakatavad eri aegadel taimede erinevaid organeid, mistõttu haigus kulgeb nagu mitmes etapis. Nii näiteks nakatab kartulilehemädanik järjest kartuli lehti, varsi ja mugulaid; õunapuukärntõbi nakatab õunapuu lehti, vilju ja vahel ka oksi. Pärast haigusetekitaja seene askospooride lendlust kevadel toimub õunapuu noorte lehtede primaarne nakkus askospooridega. Primaarse nakkuse tagajärjel areneb lehtedel massiliselt koniide, mis põhjustavad lehtede sekundaarset nakkust. Selle tagajärjel nakatuvad sügiseks peaaegu kõik lehed. Lehtedelt kandub nakkus üle viljadele, kus seen edasi areneb ja järjest levib. Antud juhul on meil tegemist haiguse leviku teise etapiga, millele võib järgneda veel kolmaski. Õuntel tekkinud koniidid võivad viljade säilitamisel põhjustada õunte sekundaarset nakkust, mille tagajärjel õuntel tekivad uued nakkuskolded.

Epifütootia teke ja areng on võimalik järgmistel juhtudel.

1. Antud territooriumil esineb vastav haigusetekitaja-parasiit. Sellele territooriumile võib ta olla sattunud või sattuda mitmel viisil. Parasiitseente eosed levivad sageli õhuvooludega (anemohoorid) ja veega (hüdrohoorid). Nii seen-, bakter- kui ka viirushaiguste edasikandmisel on suur osatähtsus putukatel ja nende vastsetel. Nii võivad kartuli-lehemädaniku eosed levida kartulimardikaga. Mõnede seente, näiteks *Claviceps purpurea* eosed kujutavad endast kleepuvat või limast massi ja levivad sel teel, et kleepuvad putukate külge. Viirushaiguste edasikandmisel on tähtis koht lehetäidel. Nimetatud juhtudel aitavad putukad otseselt kaasa taimehaiguste levikule teatud territooriumil. Üks taimehaiguste levitamise tegureid on ka inimese praktiline tegevus. Inimene võib selles protsessis a) levitada peremeestaime, b) levitada nakkusalget seemne- ja istutusmaterjaliga. Sel teel on paljud haigused ühest kohast teise levinud. Ameerika Ühendriikidest levisid nimetatud viisil Euroopasse kartuli-lehemädanik, kartulivähk, kurgi-ebajahukaste, tomati-helelaiksus, karusmarja-jahukaste, õunapuu-kärntõbi. Koos uute kultuuride sissetoomisega hakkasid antud kohas arenema ka nendel esinevad haigused, omandades aja jooksul massilise iseloomu. Epifütootia oleneb mitte ainult teatud seeneliigi esinemisest vastaval territooriumil, vaid ka seene selliste füsioloogiliste rasside olemasolust, mis on kohanenud antud tingimustega.

2. Epifütootia arengu teiseks tingimuseks on küllaldase hulga nakkusalgme esinemine. Ühe ja sellesama seenhaiguse nakkusalgme hulgal on erinev tähtsus olenevalt seene rasside agressiivsusest, peremeestaime vastuvõtlikkusest ja välistingimustest. Seetõttu piisab ühel juhul nakkusalgme minimaalsest hulgast, et põhjustada haiguse massilist esinemist, teisel juhul aga ei kutsu isegi suur nakkusalgme hulk nakkust esile.

3. Kolmandaks tingimuseks on haigusele vastuvõtlike taimede esinemine küllaldasel hulgal. Vastuvõtlikud taimed nakatuvad palju kiiremini kui haiguskindlamad ning on seetõttu pidevaks nakkuskoldeks, kust haigus levib tervetele taimedele. Nii näiteks on varajased ja lehemädanikuõrnad kartulisordid ('Priekuli varajane', 'Varmas' jt.) nakkusallikaks hilisepoolsetele ja hilistele ning lehemädanikukindlamatele kartulisortidele ('Olev', 'Tõnu' jt.).

4. Seenhaiguste puhul peab eoste lendluse aeg ühtima peremeestaime nakkusele vastuvõtlikkuse perioodiga.

5. Nakkuse toimumiseks ja tema massiliseks levikuks peavad olema soodsad ilmastikutingimused.

6. Roostehaiguste puhul on väga tähtis roosteliste vaheperemeestaimede — kukerpuu, türnpuu ja teatud umbrohuliikide — olemasolu.

Kõik eespool loetletud tingimused peavad esinema üheaegselt samal territooriumil, muidu ei saa epifütootia tekkida. Igaüks neist tingimustest omaette on vaid epifütootia tekkimise eelduseks, nende kompleks aga on epifütootia põhjuseks.

Pärast teatud kulminatsiooni saavutamist või haiguse aeglast, kuid pidevat arenemist võib epifütootia vaibuda või koguni täiesti seisma jääda, seda enamasti vegetatsiooniperioodi lõpuks. Selleks ajaks on temperatuur tavaliselt juba tunduvalt madalam, haigusetekitaja areng ja levik on piiratud või koguni pärsitud. Väheneb nii eoste arv kui ka nende elujõud ning sellega ka parasiidi agressiivsus. Teiselt poolt aga on ka vastuvõtlikud taimed juba haiguse tagajärjel hävinud, järele jäävad vaid vastupidavamad taimed, mida parasiit oma vähenenud agressiivsuse tõttu ei suuda enam nakatada. Kõik see põhjustab epifütootia vaibumist. Kuid ka inimene etendab selles protsessis tähtsat osa, kui ta likvideerib nakkusalgme külvise puhtimise teel, viib õigeaegselt läbi taimehaiguste tõrje, rakendab vastavaid agrotehnilisi võtteid, kasvatab haiguskindlaid sorte, hävitab vaheperemeestaimi ja täidab karantiiniabinõusid.

TAIMEDE NAKKUSHAIGUSTE PROGNOOS

Prognoos on teatud haiguse võimaliku ilmumis- või lööbimismomendi ennustamine.

Prognoosimisel lähtutakse 1) haigusetekitaja arenemistsükli iseärasustest seoses ökoloogiliste tingimustega, 2) antud territooriumil kasvatatavate sortide haiguskindluse astmest ja 3) meteoroloogilistest tingimustest. Prognoosimisel tuleb mitte arvestada kalendrikuupäevi, vaid fenoloogilisi andmeid, s. t. haiguse lööbimine tuleb seostada üldiselt levinud kultuur- või metsikute taimede teatud arenemisstaadiumiga.

Hästi väljatöötatud prognoos võimaldab kaunis täpselt ennustada haiguse ilmumise aega ja esinemise ulatust.

Peale haiguse lööbimise ennustamise on prognoosi ülesandeks soovitada ka tõrjemeetodeid vastavalt kohalikele tingimustele ning teatada tõrje kõige soodsam läbiviimise aeg. See võimaldab majandeil õigeaegselt planeerida tõrjetööde ulatust ja tähtaegu, mis tõstab tunduvalt taimehaiguste tõrje efektiivsust.

Esimesed taimehaigused, mille kohta töötati välja prognoos, olid kartuli-lehemädanik ja viinamarja-ebajahukaste. Järgnes prognooside väljatöötamine õunapuu-kärntõve, kaera-kroonrooste, rukki-leherooste, nisu-kõrrerooste ja teiste haiguste lööbimise kohta.

Eraldatakse lühi- ja pikaajalist prognoosi.

Lühiajaline prognoos taotleb teatud haiguse ilmumise ennustamist meteoroloogiliste tingimuste alusel lühikese ajavahemiku jooksul, s. t. oletatavast nakkusmomendist kuni haiguse tegeliku lööbimiseni, et õigeaegselt tõrjet alustada. Haiguse lööbimisele kriitilisel perioodil prognoositakse korduvalt. Lühiajalist prognoosi kasutatakse kartuli-lehemädaniku, õunapuu-kärntõve ja viinapuu-ebajahukaste jaoks.

Õhu ja mulla temperatuur ning niiskus lubavad oletada paljude seenhaiguste esinemise tugevust antud aastal. Rikkalike sademete ja suure õhuniiskusega aastad on väga soodsad mitmesuguste seenhaiguste, nagu kartuli-lehemädaniku, sibula-ebajahukaste, tõusmepõletiku, hahkhallituse jt. arenemiseks; teatud mükoosid, näiteks jahukasted, helelaiksused, kartuli-koldlaiksus jt., esinevad põhiliselt kõrge temperatuuri tingimustes ja nende kahjustust võib seetõttu oodata soojadel suvedel. Prognoosimisel tuleb arvestada ka peremeestaimede seisundit, nende vastuvõtlikkust ühele või teisele haigusele. Kriitiliseks ajajärguks haigestumise suhtes on taimedel idanemisfaas, varajasemad arenemisstaadiumid ja viljade moodustamise faas. Samuti tuleb prognoosimisel arvestada haigusetekitaja arenemisfaase — koniidide ja askospooride valmimist, lendlust jm.

Juba XIX sajandi lõpul pandi tähele seost kartuli-lehemädaniku lööbimise ja meteoroloogiliste tingimuste, nagu tempe-

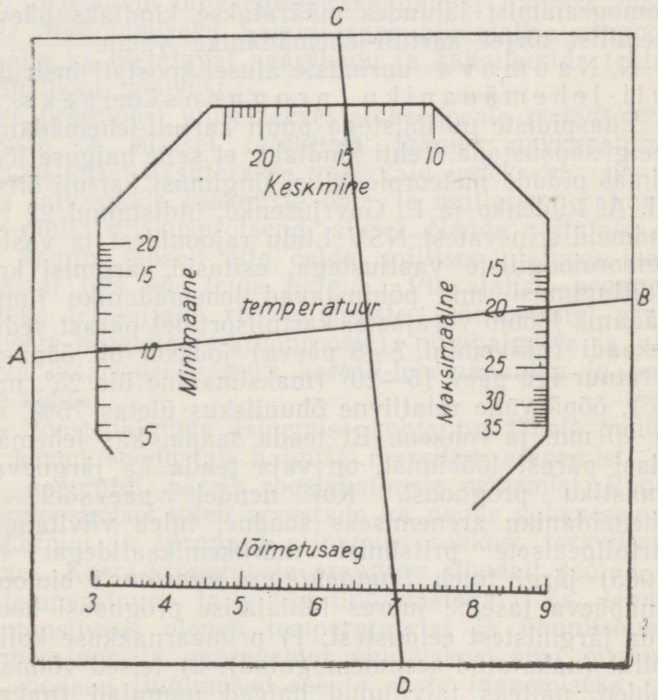
ratuuri, sademete ja udu vahel. Esimesena uuris seda seost M. Löhnis Hollandis, et kindlaks teha tähtaegu, millal pritsida kartulipealseid lehemädaniku vastu. Vaatamata kümme aastat kestnud uurimistele ei läinud see tal aga korda. Esimese indeksi lehemädaniku prognoosimiseks töötas välja hollandi teadlane E. van Everdingen 1926. aastal. Van Everdingen selgitas ka M. Löhnise vea: ta ei arvestanud lehemädaniku lööbimisel öist kastet.

E. van Everdingeni indeks on tuntud «hollandi tunnuste» nimetuse all ja võeti ka teistes maades aluseks lehemädaniku lühiajalise prognoosi väljatöötamisel. Nimetatud indeksi järgi sõltub kartuli-lehemädaniku lööbimine neljast ilmastikutegurist: 1) temperatuur eelmisel ööl vähemalt +10°, 2) vähemalt 4 tundi kestvat udu, 3) pilvitus järgneval päeval vähemalt 80% ja 4) 0,1 mm sademeid ööpäeva kohta. Kui kõik need tingimused langevad kahe päeva kestel ühte, siis võib 15 päeva jooksul pärast seda oodata kartuli-lehemädaniku lööbimist. Neid kaht päeva nimetatakse «kriitilisteks päevadeks» ja nende saabumist signaliseeriti tollal spetsiaalsete meteoroloogiajaamade poolt. Hiljem reorganiseeriti Hollandis prognoosimise süsteem, sest esialgsel kujul omas see vaid kohalikku tähtsust. Meteoroloogilisi tingimusi «kriitiliste päevade» kindlakstegemiseks hakkasid jälgima tavalised sünoptilised jaamad. Prognoosimise aluseks võeti inglise teadlase A. Beaumonti meetod. Beaumont tegi kindlaks, et kartuli-lehemädaniku lööbimist võib oodata 15 kuni 22 päeva pärast seda, kui 48 tunni jooksul on esinenud vähemalt +10°-ne temperatuur 75%-lise relatiivse õhuniiskuse juures (nn. «Beaumonti periood»). A. Beaumonti meetodit rakendas Šoti tingimustes J. Grainger (1953). Ta täpsustas «Beaumonti perioodi» vastavalt kohalikele oludele ja konstrueeris automaatselt töötava aparaadi, mis registreerib lehemädaniku arenemiseks soodsaid ilmastikutingimusi. Saksa Demokraatlikus Vabariigis tegelevad kartuli-lehemädaniku prognoosimise probleemidega Klemm ja Masurat. Nad püstitasid nõude, et lehemädaniku edukaks prognoosimiseks tuleb paralleelselt meteoroloogiliste andmetega arvestada ka mikroklimaatilisi tingimusi kartulipõllul. Tšehhoslovakkias töötas K. Pejml (1961) välja nn. «doksani meetodi» kartuli-lehemädaniku prognoosimiseks. Andmed mikrokliima kohta kartulipõllul töötatakse läbi matemaatiliste ja statistiliste meetoditega, arvestades sealjuures ka meteoroloogilisi andmeid. Epifütootia näitajad on: relatiivne niiskus 80%, temperatuur 17°, pilvisus. Pejml peab vajalikuks ka mulla mikrokliima arvestamist, mis loob soodsad tingimused «fütoftorakollete» tekkimiseks. Ameerika Ühendriikides tegelevad kartuli-lehemädaniku lühiajalise prognoosi väljatöötamisega H. Cook, R. Samson, J. Wallin jt.

Nõukogude Liidus võttis «hollandi tunnuste» sobivuse siinse-

tes oludes revideerimisele N. Naumova. Ta näitas, et nende tunnuste alusel saab kindlaks teha ainult oletatavat primaarset nakkust, lööbimismomenti aga saab määrata alles siis, kui on teada haiguse inkubatsiooniperioodi kestus, mis omakorda sõltub õhutemperatuurist. Inkubatsiooniperioodi lõpu väljaarvestamiseks koostas N. Naumova nomogrammi. Selle abil on võimalik välja arvutada inkubatsiooniperioodi pikkust minimaalse, optimaalse ja maksimaalse õhutemperatuuri järgi. N. Naumova esitas viis lööbimistingimust, mis üldjoontes ühtivad van Everdingeni tingimustega, kuid lisaks sisaldavad nõude, et järgmisel päeval ei tohi maksimaalne temperatuur olla üle 20°. Udu asemel peab Naumova vajalikuks 4—5 tundi püsivat tugevat kastet. Inkubatsiooniperioodi kestuse arvutamine Naumova nomogrammi alusel toimub järgmiselt.

Kolme päeva (kartuli-lehemädaniku minimaalne inkubatsiooniperiood) jooksul pärast «kriitilist päeva» mõõdetakse temperatuuri, määratakse päeva minimaalne, keskmine ja maksimaalne temperatuur. Edasi arvutatakse välja nende temperatuuride kolme



Joonis 25. N. Naumova nomogramm.

päeva keskmine. Kui näiteks «kriitiline päev» oli 11. august ja temperatuur oli järgnevatel päevadel selline, nagu tabelis näidatud, arvutatakse inkubatsiooniperioodi järgmiselt.

Kuupäevad	Keskmine ööpäevane temperatuur (°)	Miinimum (°)	Maksimum (°)
12. august	15,0	10,0	20,0
13. „	18,6	12,0	25,0
14. „	18,4	12,0	25,0
summa	52,0	34,0	70,0
kolme päeva keskmine	17,3	11,3	21,3

Nomogrammil leitakse minimaalse, keskmise ja maksimaalse temperatuuri kolme päeva keskmine. Seejärel asetatakse nomogrammile kahe perpendikulaarjoonega varustatud tselluloid- või klaasplaat. Plaat asetatakse nomogrammile selliselt, et horisontaaljoon läbiks minimaalse ja maksimaalse temperatuuri punkte, s. o. 11,3° ja 21,3°, vertikaaljoone ülemine ots peab aga läbima keskmise temperatuuri punkti, s. o. 17,3°. Sel juhul näitab vertikaaljoone alumine ots inkubatsiooniaja kestust päevades, antud juhul 7 päeva (nomogrammi alumisel horisontaalsel joonel). Nomogrammist lähtudes määratakse kindlaks päev, millal teha keemilist tõrjet kartuli-lehemädaniku vastu.

N. Naumova uurimiste alusel koostati instruktsioon kartuli-lehemädaniku prognoosimiseks.

Edaspidiste uurimistega püüti kartuli-lehemädaniku prognoosi veelgi täpsustada. Tehti kindlaks, et selle haiguse lööbimisel tuleb silmas pidada meteoroloogilisi tingimusi kartuli õitsemise perioodil. A. Rudenko ja L. Gavrjušenko, üldistanud 22 fütoftora-aasta andmeid erinevatest NSV Liidu rajoonidest ja vastandanud neid meteoroloogiliste vaatlustega, esitasid järgmisi kriitilisi ilmastikutingimusi, mis põhjustavad lehemädaniku ilmumist. Lehemädanik lööbib varajastel kartulisortidel pärast seda, kui eelneva dekaadi (harvemini 7—8 päeva) jooksul oli ööpäevane õhutemperatuur iga päev 15—20° (maksimaalne üle 25°, minimaalne üle 10°), ööpäevane relatiivne õhuniiskus ületas 75%, sademete hulk ca 20 mm ja rohkem. Et teada saada, kas lehemädanik areneb edasi pärast lööbimist, on vaja teada ka järgneva 5—6 päeva ilmastiku prognoosi. Kui nendel päevadel on ilmastik lehemädaniku arenemiseks soodne, tuleb viivitamatult alustada kartulipealsete pritsimist mürkkemikaalidega. N. Naumova (1965) järgi tuleb *Phytophthora infestans*'i bioloogia tundmise tänapäeva taseme juures lühiajalise prognoosi koostamisel lähtuda järgmistest eeldustest: 1) primaarnakkuse kollete esinemine põllul (nakatatud seemnemugulad), 2) teised võimalikud nakkuskolded, näiteks talvitunud haiged mugulad (nakatatud muld), 3) kartuli kriitilised arenemisfaasid, 4) sortide haiguskindlus või

vastuvõtlikkus, 5) ilmastikutingimused vegetatsiooniperioodil, 6) seos makro- ja mikrokliima vahel.

Nagu kartuli-lehemädaniku, nii on ka õunapuu-kärntõve ilmumise kindlakstegemiseks välja töötatud lühiajaline prognoos. See baseerub maas talvitunud õunapuulehtede mikroskoopilisel analüüsil, millega määratakse kindlaks askospooride valmimise aeg. Valminud askospooride olemasolu ja sademete esinemise korral tekib õunapuul primaarse nakkuse oht. Nakkuse kordaminekuks on vajalik niiskus õunapuulehtedel infektsioonitilga näol. Õunapuu nakkus kärntõve askospooridega toimub 6° juures 13—18 tunni, 9° juures 9—11 tunni ja 20—24° juures 4—6 tunni jooksul. Kõrgema temperatuuri tingimustes toimub nakkus tunduvalt kiiremini.

Samasuguseid tähelepanekuid on tehtud ka kaera-kroonrooste ja teiste haiguste kohta. Nii nakatub kaer kevad- ja suvieostega, kui lehed on niisked, 4,5—5,5° juures 24 tunni jooksul, 6° juures 20 ja 7—12° juures 10 tunni jooksul, 17—27° juures aga 5 tunni vältel.

Pikaajaline prognoos annab ülevaate haiguste võimalikust arenemisest ja esinemise ulatusest järgmisel aastal. Selline prognoos võimaldab taimekaitsetööde ulatuse määramist ja vastavate tõrjevõtete õigeaegset rakendamist haiguse massilise esinemise ärahoidmiseks. Samuti saab pikaajalise prognoosi alusel ette näha ka oletatavat saagikadu ja kalkuleerida tehtava tõrje majanduslikku tasuvust.

Pikaajalise prognoosi juures arvestatakse peale meteoroloogiliste tingimuste ka sügisel talvituma jäänud nakkusalgmete hulka. Prognoosimisel kasutatakse vastavaid indekseid, mis töötatakse välja talvekuude keskmiste õhu- ja mullatemperatuuride summa ning mulla niiskusprotsendi alusel. Nende näitajate abil on võimalik kaunis täpselt ette öelda, millises ulatuses lööbib järgmisel aastal üks või teine haigus. Pikaajalist prognoosi tehakse näiteks teraviljade roostehaiguste (kõrrerooste, pruun- ja kollase rooste ning kaera-kroonrooste), nõgihaiguste ja nisuorasel esineva fusarioosi, samuti kartuli-lehemädaniku ja õunapuu-kärntõve kohta.

Kõrreliste roostehaiguste esinemise kohta on tähele pandud, et varajane kevad soodustab haiguse massilist arenemist, aga hiline kevad, vastupidi, pärsib roostehaiguste esinemist. Roostehaiguste prognoosimisel tuleb arvestada ka nende vaheperemeestaimede (kukerpuu ja türnpuu) esinemise rohkust teraviljapõldude läheduses. Kaera-kroonrooste areng on tihedalt seotud eelmise aasta temperatuuri- ja niiskustingimustega. Ka lendnõe arenemise intensiivsus oleneb temperatuurist ja õhuniiskusest. Kõrgem temperatuur ja suurenenud õhuniiskus nisu õitsemise ajal loovad soodsad tingimused seente eoste idanemiseks ning suurendavad suvinisu nakatumist lendnõesse järgmisel aastal.

Kui nakatatud seeme idaneb madalatemperatuurilises mullas, väheneb nisu-lendnõe nakkus, nisu-kõvanõe nakkus seevastu on madala mullatemperatuuri puhul suurem. Lendnõe esinemine järgmisel aastal oleneb seemnete kasvutingimustest ja taimede arenemisest antud aastal. Haiguse areng sõltub ka sademete hulgast ja nende esinemise ajast. Eriti soodustavad sademed haiguse lööbimist nisuõisiku tupest väljatuleku ja terade moodustumise ajal. Ebasoodne ilmastik terade moodustumise faasis suurendab seemnete nakkust lendnõesse järgneval aastal.

Nisuoraste nakkust fusarioosi ennustatakse mulla temperatuuri ja lumikatte püsivuse järgi. Haiguse vähest esinemist võib oodata siis, kui nisu tõusmejärgus oli mulla temperatuur madal.

Kartuli-lehemädaniku ja õunapuu-kärntõve pikaajaline prognoos baseerub samuti nimetatud haiguste arengu intensiivsuse seosel õhutemperatuuriga, sademete hulgaga, õhuniiskuse ja teiste faktoritega eelneval aastal.

TAIMEHAIGUSTE PROGNOOSIMISE ORGANISATSIOON NÕUKOGUDE LIIDUS

NSV Liidu Põllumajanduse Ministeeriumi juurde on loodud taimekahjurite ja -haiguste ilmumise ning leviku arvestuse ja prognooside büroo, mille ülesanded on järgmised: 1) teha büroo spetsialistide, korrespondentide võrgu ja teadusliku uurimise asutuste töötajatega taimehaiguste ja -kahjurite ilmumise, arenemise ja leviku vaatlusi NSV Liidu territooriumil, 2) teha kindlaks muutused põllumajanduskultuuride haiguste ja kahjurite arenemises ja levikus olenevalt majandites läbiviidud agrotehnilistest ja spetsiaalsetest profülaktilistest abinõudest, 3) arvestada haiguste tõrje alal rakendatud abinõude efektiivsust ja haiguste poolt põllumajanduskultuuridele tekitatud kahjustuste suurust, 4) koostada aasta-ülevaateid ja prognoose taimehaiguste ja -kahjurite leviku kohta. Taimehaiguste prognoosimiseks on Nõukogude Liidus olemas vastavad prognoosimise bürood, kus meteoroloogiliste andmete alusel ennustatakse ühe või teise haiguse lööbimist.

Ka Eesti NSV-s on Põllumajanduse Ministeeriumi juurde loodud taimekahjurite ja -haiguste arvestuse ja prognooside sektor. Selle ülesandeks on koguda vabariigi ulatuses andmeid haiguste ja kahjurite kohta ning meteoroloogiliste andmete alusel ennustada nende ilmumise aega.

TAIMEDE NAKKUSHAIGUSTE TÕRJE

Taimehaiguste vältimiseks või nende kahjustuse miinimumini viimiseks tuleb süstemaatiliselt ja plaanipäraselt teha taimekaitsetööd. Siis suureneb ka saak ja paraneb saagi kvaliteet.

Praktikas on kasutusel järgmised taimehaiguste tõrjeviisid:

1) agrotehnilised,
2) füüsikalised ja mehaanilised,
3) keemilised,
4) bioloogilised ja
5) taimehaiguste karantiin.

AGROTEHNILINE TÕRJE

Nõukogude teadlaste T. Strahhovi ja E. Spangenbergi uurimistega aastail 1921—1923 tõestati Harkovi ülikooli fütopatoloogia katsejaamas, et teatud agrotehnilised võtted vähendavad tunduvalt teraviljade nakatumist nõgihaigustesse. Pärast seda hakati järjest rohkem tähelepanu pöörama õigele agrotehnikale kui olulisele faktorile võitluses kõikide taimehaiguste vastu.

Agrotehniliste võtete ülesandeks on: 1) vähendada nakkusalgme hulka, 2) soodustada taimede intensiivset kasvu ja arengut ning 3) tõsta taimede haiguskindlust.

Väliskeskkonna tingimused on määrava tähtsusega nii taime kui parasiidi elus. Muutes neid tingimusi agrotehnika abil, on võimalik muuta ka peremeestaime ja parasiidi vahelisi suhteid, mis on välja kujunenud nende evolutsiooniprotsessis. Taim kas ei haigestu seetõttu üldse või haigestub vaid minimaalsel määral.

Põhilised agrotehnilised võtted taimekaitse seisukohast on järgmised:

1) õige külvikord,
2) õige mullaharimine ja väetamine,
3) terve külvise ja istutusmaterjali kasutamine,
4) õiged külvi- ja koristusajad,
5) umbrohu- ja kahjurite tõrje,
6) haiguskindlate sortide kasvatamine.

Õige külvikorra peamiseks ülesandeks on takistada nakkusalgme kuhjumist mulda ja rikastada mulda fütopatogeensetele seentele ja bakteritele antagonistlike mikroorganismidega. Õige külvikord vähendab paljusid haigusetekitajaid mullas, eriti

aga kitsalt spetsialiseerunud parasiite. Sellise külvikorra puhul on ka antagonistlik mikrofloora mullas väga rikkalik ja tema tegevus eriti intensiivne. Võitluses taimehaiguste vastu on vajalik selline kultuuride järjestus, mis takistab haiguste levikut järgnevatele kultuuridele. Kapsa-lehesoontebakterioosi tekitaja *Xanthomonas campestris* nakatab näiteks väga mitmeid taimeliike, kuid ei nakata söögipeeti ega teravilju. Seetõttu tuleb pärast kapsa-lehesoontebakterioosi tugevat esinemist kapsapõldudel järgmisel aastal kasvatada peete või teravilja. Kui nisu on nakatatud juuremädaniku poolt, ei tohi järgmisel aastal samal põllul nisu kasvatada, vaid sinna tuleb külvata kaera või ristikut. Et ära hoida suvinisu nakatumist täpproostesse, on soovitatav vältida suvi- ja talinisu kõrvuti külvamist, sest täpprooste talvitub talinisul ja levib sealt kevadel suvinisule. Üks tõhusamaid abinõusid mitme haiguse, eriti aga bakteriooside vastu on heintaimede kasvatamine põllukülvikorras. Mitmeaastaste liblikõieliste heintaimede kasvatamine külvikorras põhjustab olulisi muutusi mulla mikrofloora liigilises koostises. Ristiku ja lutserni juurestiku ümber leidub kõige rohkem mükolüütilisi baktereid. Heaks mükolüütiliste bakterite kogujaks on ka liblikõieliste ja kõrreliste segu.

Kultuuride järjestuse määramisel tuleb arvestada haigusetekitaja säilivust mullas. Paljud fütopatogeensed seened võivad säilida mullas nakatamisvõimelistena mitu aastat, näiteks kartuli-lehemädaniku tekitaja 2—3 aastat, kartulivähi tekitaja koguni 13 aastat, kapsanuutri tekitaja 3—5 aastat, sibulanõe ja -ebajahukaste tekitajad 3—6 aastat, kurgi-ebajahukaste tekitaja 2 aastat, lina-pruunlaiksuse ja -närbumistõve tekitajad 4—6 aastat jne. Kui nimetatud haigused on põllul esinenud, ei tohi vastavaid kultuure enne vajaliku aja möödumist külvikorras kasvatada.

Kultuure, millel esineb ühiseid haigusi, ei tohi kasvatada kõrvuti. Näiteks tomateid ei tohi kasvatada kartulipõllu läheduses, sest kartuli-lehemädanik võib üle minna ka tomatitele. Samuti ei tohi kõrvuti külvata suvi- ja talinisu, sest nisu-täpproostesse nakatunud talinisult levib haigus kevadel ka suvinisule.

M u l l a h a r i m i s e eesmärgiks on põllumajanduskultuuridele soodsate kasvu- ja arenemistingimuste loomine. Mullaharimise ülesannete hulka kuulub peale taimekasvutegurite reguleerimise ka mulla puhastamine haigusetekitajatest. Mulla kündmine aktiviseerib kasuliku mikrofloora tegevust. Oraste äestamine mõjub rasketel muldadel taimekasvu ergutavalt ning vähendab juuremädaniku ja lumiseene põhjustatud kahjustusi. Kõrrekoorimisel ja sügisesel sügavkünnil asetatakse haigusetekitajad ümber sügavamatesse mullakihtidesse, kus nad kiiresti hävivad. Ühtlasi hävivad nimetatud võtete rakendamisel ka nakatatud taimejäänu-

sed ja umbrohud, mis on sageli taimehaiguste levikukolleteks. Sügisese sügavkünniga hävitatakse paljude haiguste nakkusalgmed mullas. Et vähendada kartulite haigestumist, tuleb neid korralikult mullata. Mugulate nakkus fütoftorasse on kahe- ja kolmekordsel muldamisel tunduvalt väiksem kui ilma muldamiseta.

Mullaharimise üheks ülesandeks on samuti väetiste muldaviimine. Väetised, eriti orgaanilised, parandavad mulla füüsikalisi omadusi, suurendavad selle veemahutavust ja läbilaskvust, mis loob normaalse vee-, aeratsiooni- ja temperatuurirežiimi mullas ning ühtlasi tõstab ka toiteelementide sisaldust. See loob taimedele soodsad kasvutingimused ja suurendab nende vastupidavust haigustele. Paljud haigused, nagu teraviljade fusarioosid, helmintosporioosid, kartuli-mustkärn, ristõieliste fomoos, peedi-südamikukuivmädanik jt. kahjustavad peamiselt ebasoodsatest kasvutingimustest nõrgestatud, halvasti arenevaid ja noori taimi. Väetiste toimel aga arenevad taimed kiiremini ja läbivad lühema aja jooksul varajase, haigusele vastuvõtliku staadiumi. Teraviljade haigestumist nõgihaigustesse saab vähendada orgaaniliste ja mineraalväetistega, andes nendega koos ka mikroelemente. Fosfor- ja kaaliumväetised osutuvad efektiivseks teraviljade roostehaiguste ja fusariooside vähendamisel, tõstes taimede resistentsust nii nende kui ka paljude teiste haiguste suhtes. Fosfor- ja kaaliumväetiste kasutamine pealtväetisena annab häid tulemusi kartuli-lehemädaniku tõrjel. Kaaliumväetised tõstavad peale selle ka kartuli külmakindlust sügiseste öökülmade suhtes. Kaalium- ja fosforväetiste mõjul areneb taimedel tugevam juurestik, kutiikula muutub paksemaks ja vastupidavamaks, mis tähendab taimede mehaanilise vastupanuvõime suurenemist haigusetekitaja sissetungi vastu. Kuid fosforväetised üksi või lämmastik-fosforväetised ilma kaaliumväetisteta soodustavad taimedel mitmesuguste laiksuste tekkimist. Kõige parem on anda kaaliumväetisi koos lämmastik- ja fosforväetistega õiges vahekorras. Ühekülgsed lämmastikväetised pidurdavad taimede üksikute arenemisfaaside läbimist ja muudavad taimekoed õrnemaks ning taimed haigustele vastuvõtlikumaks. Nii näiteks muudab ammooniumsalpeeter rohkel kasutamisel kartuli vastuvõtlikuks varrepõletikule ja lehemädanikule, teraviljad fusarioosidele jne.

Mikroelementide andmine tõstab tunduvalt taimede vastupidavust haigustele. Arvestades seda, et mikroelementide ülikõllus kutsub esile taimede haigestumist nagu nende puuduski, tuleb neid anda vastavalt taime nõuetele. Käesoleval ajal kasutatakse boor-, vask-, mangaan- ja molübdeenväetisi täismineraal- või orgaaniliste väetiste foonil või segus nimetatud väetistega.

Boorväetised on Eesti NSV-s kõige efektiivsemad muldadel, kus vees lahustuva boori sisaldus on madal (alla 0,2 mg/kg

mulla kohta), nagu kamarleetmuldadel ja soostunud leetmuldadel, neutraalse või leelisese reaktsiooniga kamar-karbonaatmuldadel ja soostunud kamarmuldadel. Happeliste muldade lupjamisel suureneb boorväetiste efektiivsus. Boorväetistena antakse mulda boordatoliiti, sadestatud magneesiumboraati ja boorsuperfosfaati. Taimede kasvuaegseks pritsimiseks või külvise puuderdamiseks koos mürkkemikaalidega kasutatakse booraksit või boorhapet.

Vaskväetisi kasutatakse soomuldadel, vasevaestel ja neutraalse reaktsiooniga mineraalmuldadel. Vasksulfaati kasutatakse külvise puuderdamiseks koos mürkkemikaalidega ja taimede kasvuaegseks pritsimiseks. Vaskpüriidiräbu viiakse mulda happeliste muldade puhul üks kord 4—5 aasta järel, neutraalsete muldade puhul 7—8 aasta järel.

Mangaanväetisi tuleb kasutada neutraalsetel ja leelisestel, samuti lubjatud happelistel muldadel ja soomuldadel. Granuleeritud manganiseeritud superfosfaati viiakse mulda, mangaansulfaadiga aga pritsitakse taimi.

Molübdeenväetised on efektiivsed happelistel mineraal- ja soomuldadel, samuti muldadel, milles taimede poolt omastatavat molübdeeni on vähem kui 0,2 mg/kg mulla kohta. Molübdeenväetistena on kasutusel ammooniummolübdaat, naatrium-ammooniummolübdaat ja molübdeniseeritud superfosfaat. Ammooniummolübdaati ja naatrium-ammooniummolübdaati kasutatakse nii külvise kui ka taimede kasvuaegseks pritsimiseks, molübdeniseeritud superfosfaati aga viiakse mulda koos seemnega.

Orgaanilised väetised, eriti sõnnik, intensiivistavad fütopatogeensetele mikroorganismidele antagonistlike bakterite ja kiirikseente arenemist mullas. Nende poolt eritatavad biootilised ained — aminohapped, vitamiinid, auksiinid jt. — stimuleerivad taimede kasvu ja arengut ning vähendavad nende haigestumist. Juurte kaudu satub taimesse mullast penitsilliini, streptomütsiini, biomütsiini ja teisi antibiootikume, mis on tugeva antimikroobse toimega. Sel määral, kuidas nimetatud ainete mõjul tõuseb rakumahla bakteritsiidsus, tõuseb ka taimede haiguskindlus. Sõnnikuga väetatud mullas kasvavate taimede mahl on bakteritsiidsem kui taimedel, mis kasvavad väetamata muldadel. Nisu-kõvanõe ja maisi-pahknõe tekitajate eosed hävivad sõnnikuga väetatud mullas palju kiiremini kui väetamata mullas. Sõnniku kasutamine vähendab tunduvalt ka kartuli nakatumist lehemädanikusse. Paljud fütopatogeensed seened hävivad täielikult või nende hulk väheneb tunduvalt mulla komposteerimisel, sest kompostmullas esineb rikkalikult neile antagonistlikku mikrofloorat. Mõningate haiguste tõrjel tuleb kasutada füsioloogiliselt hapusid väetisi. Antud juhul on soovitatav anda ammooniumsulfaati ja superfosfaati koos kompostiga.

Happeliste muldade lupjamine koos mineraal- ja orgaaniliste

väetiste andmisega on efektiivseks tõrjevõtteks paljude haiguste, nagu kapsanuutri, peedi-juurikamädaniku ja -tõusmepõletiku, porgandi-valgemädaniku jt. vastu, mis hästi arenevad happelises keskkonnas.

Tabel 8

Lupjamise mõju söögipeedi haiguskindlusele tõusmepõletiku suhtes
(M. Bõstrova järgi)

Katse variant	Mulla pH	Tõusme-põletiku-kahjustus
lupjamata	5,0	26%
lupja 6 t/ha	6,2	18%

Terve külvise ja istutusmaterjali kasutamine on agrotehnilise kompleksi tähtis lüli, sest sellega välditakse tervet rida haigusi, mis levivad külvise ja istutusmaterjaliga, näiteks teraviljade nõgihaigusi, fusarioose, odra-triiptõbe, herne-laikpõletikku, lina-närbumistõbe, linakõrbust, kartuli-lehemädanikku, kartuli-varrepõletikku, kapsafomoosi jt. Seetõttu tuleb külvise hoolikale ettevalmistamisele ja külvise kvaliteedile osutada suurt tähelepanu. Kõige tähtsam on nõue, et seeme oleks haigusvaba. Seda saavutatakse puhtimise teel mürkkemikaalidega, termilise töötlemisega ning seemnete soojendamise ja õhustamisega. Teraviljaseemne puhtimine suurendab saaki 1,5—2,0 ts/ha. Puhtimine hävitab nakkusalgmeid seemnetelt ja teatud preparaatide puhul suurendab ka seemnete idanemisenergiat ning soodustab tõusmete tärkamist. Haiguste tõrjeks, mille nakkusalge asub seemne sisemuses (lendnõgi), tuleb külvist puhtida kuuma veega ühe- või kahefaasilisel menetlusel. V. Jablokova katseandmed (1960) näitavad, et termiliselt töödeldud seemnetes parasiidi arenemine aeglustub ja lõpuks lakkab, taime koed aga arenevad täiesti normaalselt. Töötlemata seemnetes areneb parasiit takistamatult ja seemnetest kasvavad haiged taimed. Häid tulemusi paljude haiguste tõrjel annab ka seemnete soojendamine ja õhustamine ning nende töötlemine mikroelementide, nagu boori, vase, molübdeeni, mangaani jt. soolade lahustega. Mikroelementide mõjul on seene mütseeli arenemine seemnetes pärsitud, millele järgneb mütseeli degenereerumine ja lõpuks lahustumine.

Et haiguste tagajärjel langeb tunduvalt seemnete idanevus ja idanemisenergia, tuleb enne külvi kontrollekspertiisi kaudu selgitada nende kvaliteeti. Tuleb püüda selle poole, et seemnete idanevus oleks 100% või selle lähedal. Seemnete kõrge idanemisprotsent ja suur idanemisenergia tagavad taime intensiivse kasvu ja kiirema arenemise vegetatsiooniperioodil, mistõttu taim suudab ka kiiremini läbida haiguste suhtes kriitilise perioodi. On

oluline, et külvataks suuri ja võimalikult ühesuurusi seemneid, siis tärkab ja valmib vili ka ühtlasemalt. A. Dovbah näitas (1954), et suurtest ja rasketest seemnetest ratsionaalsel agrofoonil kasvanud taimed on haigustele vastupidavad. K. Videnini andmeil (1940) on suvinisu ja odra saagikus ja nende lendnõekindlus suurem, kui külviks kasutatakse suurema absoluutse kaaluga seemneid. Vastavad katsed näitavad samuti, et ühe ja sellesama nisusordi suurtest seemnetest (idanevus 91%) tärganud taimedest nakatus kõvanõesse 5%, väikestest seemnetest (idanevus 91%) tärganud taimedest aga 12%.

Teraviljakülvise ettevalmistamise hulka kuulub ka külvimasinate desinfitseerimine granosaaniga, et hävitada seal säilinud nakkusalgmed (K. Kalašnikov, 1959). Külvimasinate desinfitseerimise efektiivsust näitavad andmed tabelis nr. 9.

Tabel 9

Külvimasinate desinfitseerimise mõju nisu nakatumisele kõvanõesse ja saagi suurusele

(K. Kalašnikovi järgi)

Variant	Taimede arv 1 m² kohta	Kõvanõesse haigestunud taimede %	Saak ts/ha
Külvimasin desinfitseerimata	591	20,2	23,3
Külvimasin granosaaniga desinfitseeritud	795	0,8	31,4

Enne kartulite mahapanekut tuleb seemnekartulite hulgast eraldada kõik haiged mugulad. Mugulate analüüsi abil on võimalik kindlaks teha, kas antud seemnekartulite partiis esineb haigusi või mitte. Mis puutub mugulate suurusesse, siis on mahapanekuks sobivad need mugulad, mis on antud sordi keskmise mugula suurused. Maha tuleb panna poolitamata mugulad, sest mugulate poolitamine soodustab kartuli nakatumist ringmädanikusse ja varrepõletikku.

K ü l v i - j a k o r i s t a m i s a j a d. Külviajast sõltub sageli paljude kultuuride nakatumine mitmesugustesse haigustesse. Külvata tuleb sellise arvestusega, et taimede arenemise kriitiline periood ei satuks ühte vastavate haigusetekitajate arenemiseks soodsa ajaga. Varajaste külvidega on võimalik vältida tervet rida taimehaigusi. Suviteraviljade varajane külv näiteks vähendab nende nakatumist roostehaigustesse, helmintosporioosi, jahukastesse, fusarioosi, juuremädanikusse. Varajaste külvide puhul alaneb kaera lendnõe- ja kroonroostenakkus, samuti kannatab vara külvatud lina palju vähem pigirooste all kui hilja külvatud lina.

Kapsas nakatub varajase külvi puhul palju vähem kapsanuutrisse ja bakterioosi kui hilise külvi korral. Sama on kehtiv ka kartuli nakatumise kohta lehemädanikusse.

Tabel 10

Külviaja mõju lina nakatumisele pigiroostesse lina õitsemise ajal
(N. Naumovi järgi)

Külviaeg	Nakatumise %
15. mai	0
12. juuni	11,2
19. juuni	47,0

Varajaste külvide väiksem nakatumine on seletatav peremeestaime ja haigusetekitaja arenemise optimaalsete temperatuuride erinevusega. Enamikul seenhaigustel on arenemise optimaalne temperatuur võrdlemisi kõrge (20—25°), kultuurtaimedel aga madalam. Varajase külvi puhul jõuab taim ajaks, mis on parasiidi arenemiseks kõige soodsam, juba arenemisjärku, milles parasiit teda vähem kahjustab. Mõnedel kultuuridel suurendab varajane külv nende vastuvõtlikkust teatud haigustele. Nii näiteks kannatab vara külvatud talirukki oras tugevasti leherooste- ja lumiseene-, vara külvatud suviteravili aga kõvanõenakkuse all.

Külviaeg avaldab mõju ka teraviljade tuhande tera kaalule, taimede kasvutihedusele ja nende talvitumisele. Optimaalse külviaja puhul on kõik nimetatud näitajad tunduvalt paremad kui hiliste külviaegade korral, sest esimesel juhul on kõvanõenakkus palju väiksem.

Tabel 11

Talinisu tuhande tera kaal sõltuvalt külviajast
(M. Tsõmbali järgi)

Kunstlik nakatamine seene teliospooridega	Tuhande tera kaal (g) külviaeg					
	1958. a.		1959. a.		1960. a.	
	optim.	hiline	optim.	hiline	optim.	hiline
Kontroll	47,8	33,0	34,9	35,1	30,4	28,6
Eoste hulk (g/kg kohta)						
0,05	46,6	32,0	33,4	35,6	29,8	29,1
0,1	46,8	35,0	35,4	32,4	29,5	
0,25	47,4	34,0	33,8	31,9	27,8	28,9
1,25	46,4	33,0	32,8	32,9	26,2	
6,25	43,5	29,0	33,6	34,5	26,2	27,1
31,25	36,4	29,0	28,9	26,3	27,9	27,4

Mõningate haiguste puhul on tähtis ka külvi sügavus, näiteks teraviljade nõgihaiguste ja fusariooside esinemise puhul. Liiga sügavale mulda viidud külvise korral esineb nõgihaigusi rohkem

Tabel 12

Taimede kasvutihedus enne koristamist olenevalt külviajast
(M. Tsõmbali järgi)

Kunstlik nakatamine seene teliospooridega	Taimede arv ühe m² kohta					
	külviaeg					
	1958. a.		1959. a.		1960. a.	
	optim.	hiline	optim.	hiline	optim.	hiline
Kontroll	488	334	521	291	414	239
Eoste hulk (g/kg kohta)						
0,05	446	258	537	326	403	222
0,10	450	270	531	319	409	215
0,25	332	142	435	268	411	202
1,25	412	59	466	181	420	187
6,25	405	38	306	139	273	89
31,25	405	61	225	91	235	67

Tabel 13

Kõvanõe mõju talinisu talvitumisele olenevalt külviajast
(M. Tsõmbali järgi)

Kunstlik nakatamine seene teliospooridega	Taimede hukkumine talvitumisel (%)	
	külviaeg	
	optimaalne	hiline
Kontroll	0,5	1,4
Eoste hulk (g/ kohta)		
0,05	0	13,2
0,10	0	9,3
0,25	1,2	10,0
1,25	0,5	24,0
6,25	0,5	56,9
31,25	0,6	64,5

kui tavalise külvisügavuse korral. Sügavale sattunud seemned tärkavad paar päeva hiljem kui normaalse sügavusega külvi puhul, kusjuures suur hulk taimede kasvuenergiast kulub paksu mullakihi läbimiseks. Taimed etioleeruvad seejuures ja raiskavad ülemäära toitaineid, mistõttu nad nõrgenevad ja muutuvad haigusõrnaks. Samal põhjusel on ka rukkiidude nakatumine fusarioosi sügava külvi puhul suurem.

Ka varajane ja optimaalne koristusaeg avaldab mõju taimehaiguste vähendamisele. Nii näiteks annab seemnekartuli varajane koristamine küll väiksema saagi ja ületalve säilitamine on ka raskem, kuid lehemädaniku ja viirushaiguste tõrje seisukohalt on sellel võttel suur tähtsus. Hilinenud koristamine, eriti

teraviljade puhul, soodustab aga mitmesuguste taimehaiguste levikut. Hilinenud koristamisel varisenud nisuteradest kasvanud oras soodustab näiteks nisu-pruunrooste levikut. Arvestada tuleb ka teraviljade ja kaunviljade peksuaega. Katseliselt on kindlaks tehtud (R. Mihhejeva, 1956), et herne nakatumine laikpõletikku on seda suurem, mida hiljem hernest pekstakse. See on tingitud sellest, et terad nakatuvad mitte ainult vegetatsiooniperioodi vältel, vaid peamiselt koristamisjärgsel ajal, kui hernest peksmiseni hoitakse lahtise taeva ning sügisilmastiku mõjude all.

Tabel 14

Herneterade nakatumine laikpõletikku olenevalt peksuajast
(R. Mihhejeva järgi)

Koristamise aeg	Peksmise aeg	Nakatatud terade %
10. september	12. september	3,1
	17. „	5,3
	24. „	9,2
	1. oktoober	11,3
	8 „	14,7
	15. „	17,0
	22. „	19,4

U m b r o h u - j a p u t u k a t õ r j e. Võitluses taimehaiguste vastu on tähtis koht umbrohtude ja putukate hävitamisel. Umbrohud takistavad ühelt poolt kultuurtaimede normaalset arenemist ja kasvu ning teiselt poolt on ohtlikuks nakkuskoldeks, sest paljud umbrohud nakatuvad samadesse haigustesse mis kultuurtaimedki. Näiteks ristõieliste (*Cruciferae*) sugukonda kuuluvatel umbrohtudel arenevad ja püsivad pikemat aega kapsanuutri, kapsa-lehesoonte bakterioosi, jahukaste, valgemädaniku ja teiste haiguste tekitajad, levides umbrohtudelt kultuurtaimedele. Ka maast väljakistud, kuid põllule jäetud umbrohud võivad olla nakkuskoldeks. Seepärast tuleb väljakistud umbrohud põllult eemaldada ja hävitada. Mõned umbrohuliigid, nagu piimalill, karukeel jt., võivad olla vaheperemeesteks teatud roostelistele.

Umbrohtude hävitamisel annab häid tulemusi keemiline tõrje herbitsiididega, mida tehakse teravilja-, maisi-, kõrreliste seemneheina-, ristiku-, kartuli- lina- ja teistel põldudel. Eriti efektiivsed on 2,4-D- ja 2M-4H-tüüpi preparaadid (2,4-dikloorfenoksüäädikhape ja 2 metüül-4-kloorfenoksüäädikhape). Ühesuguse füsioloogilise aktiivsuse juures on 2M-4H-tüüpi herbitsiidid (Dikoteks-80) kõrrelistele, eriti nisule vähem toksilised kui 2,4-D-tüüpi preparaadid. Seetõttu on soovitatav kasutada 2M-4H-tüüpi herbitsiide tugevasti umbrohtunud teraviljapõldudel, mis vajavad suuremat herbitsiidiannust. Teravilja-, maisi- ja lina-

põldudel annab häid tulemusi ka preparaat DNOK (dinitroorto-kresool), mille toimel hävivad preparaadile 2,4-D vähetundlikud lühiealised umbrohud. Üheaastaste umbrohtude vastu on efektiivseks vahendiks ka simasiin (2-kloor-4,6-bis-/etüülamino/-sümmtriasiin). See preparaat sobib paljude umbrohtude hävitamiseks kogu vegetatsiooniperioodi vältel, eriti maisipõldudel. Roosteliste vaheperemeestaimede — hariliku kukerpuu (*Berberis vulgaris*) ja türnpuu (*Rhamnus catharctica*) — hävitamiseks võib samuti edukalt kasutad herbitsiide, näiteks preparaati 2,4-D koos 2, 4, 5 T-naatriumisoola, amiinsoola või butüülestriga.

Koos umbrohutõrjega tuleb pidada võitlust ka putukate vastu, sest paljud neist kannavad edasi bakterioose ja viroose. Nii kantakse putukatega edasi ristõieliste pruunmädanikku tekitavat bakterit *Xanthomonas campestris*. Nimetatud haiguse tõrje annab ainult siis täielikku efekti, kui hävitatakse haigust edasikandvad putukad. Samuti tuleb hävitada virooside siirutajad — lehetäid.

Peale umbrohtude on tähtis ka kultuurtaimede jäätmete hävitamine põllul pärast saagi koristamist, millega vähendatakse tunduvalt nakkusalget põllul. Taimejäätmed on paljude seenhaiguste (tõusmepõletik, kapsanuuter jt.) nakkuskolleteks. Erilise tähtsusega on see võte kartuli- ja köögiviljahaiguste tõrjel. Varajastel ja keskvalmivatel kartulisortidel on soovitatav lehemädanikust tabandunud pealsed paar päeva enne koristamist maha niita ja eemaldada, et vältida haiguse edasikandumist kokkupuute teel kartulimugulatega.

Haiguskindlate sortide kasvatamine on üks tähtsamaid agrotehnilisi võtteid. Juba I. Mitšurin märkis, et kuigi ta omistab suurt tähtsust tõrjevahenditele parasiitseente ja kahjurite vastu, peab ta siiski ainukeseks õigeks võitlusabinõuks taimede selektsiooni ja taimede hübridiseerimist, mis võimaldab saada haiguste ja kahjurite suhtes immuunseid sorte.

Valiku ja ristamise teel on Nõukogude Liidus aretatud hulgaliselt haiguskindlaid teravilja-, köögivilja-, tehniliste kultuuride jt. sorte. Ka Eesti NSV-s on haiguskindlate sortide aretamisel saavutatud tähelepandavat edu.

Rakendades komplekssel kõiki nimetatud agrotehnilisi võtteid, on võimalik taimehaiguste tekitatud kahjustust viia miinimumini ja tõsta pidevalt põllukultuuride saake.

FÜÜSIKALINE JA MEHAANILINE TÕRJE

Füüsikaliste tõrjevõtete hulka kuulub seemnete puhtimine kuuma veega ja mulla desinfitseerimine kuuma vee või auruga. Seemnete puhtimist kuuma veega kasutatakse odra- ja nisu-lendnõe tõrjeks, eriti seemnekasvatusmajandites. See menetlus annab väga häid tulemusi, kui on olemas vastav sisseseade. Kuumvesipuhtimine on kahefaasiline protsess. Kõigepealt asetatakse seemned kolmeks kuni neljaks tunniks 28—32°-sse vette eelleotusele. Eelleotuse ülesandeks on külvises peituva haigusetekitaja aktiviseerimine ja sellisesse arenemisetappi viimine, kus ta on kõige tundlikum kõrgema temperatuuri suhtes. Pärast eelleotust asetatakse külvis 7—9 minutiks 51—52°-sesse vette. Puhtimisaja möödumisel jahutatakse külvis kiiresti külmas vees ja kuivatatakse (kuni 20% niiskuseni). Kuumvesipuhtimisel tuleb täpselt kinni pidada eeskirjadest, s. o. ettenähtud ajast ja temperatuurist. Vastasel korral võib seemnepartii idanevus tugevasti langeda. Kuumvesipuhtimiseks on olemas spetsiaalsed seadeldised, nagu Hodakovski seade ja БГСС-1. Vastavate seadeldiste puudumisel võib külvist puhtida ka lihtsamate vahendite abil. Sel juhul paigutatakse seemned kastidesse, mille põhjaks on võrk, või kottidesse. Need asetatakse ettenähtud temperatuurini soojendatud veega täidetud nõusse. Temperatuuri püsimist vajalikul kõrgusel tuleb pidevalt jälgida. Sooja vee saamiseks kasutatakse söödaaurutajat.

Et eelkirjeldatud kahefaasiline termiline puhtimine on võrdlemisi keeruline ja tülikas protsess, rakendatakse seda põllumajanduses väga vähe ja peamiselt ainult seemnevilja puhul. Kahefaasilise termilise puhtimise asemel võib aga edukalt kasutada ka ühefaasilist termilist puhtimist. Ühefaasilist puhtimist tehakse aurutites-segistites ЗСК-1, ЗСК-2 või МЗ-3 45°-ses vees kolm tundi või 47°-ses vees kaks tundi. Pärast puhtimist tuleb seemned kuivatada. Enne suuremate seemnepartiide puhtimist on soovitatav läbi viia katsepuhtimine väiksema prooviga, et määrata kindlaks selle toime idanevusele ja vastavalt sellele menetlust täpsustada.

Tera- ja kaunviljade seemnete elujõu ja idanevuse tõstmiseks on soovitatav neid enne külvi soojendada või õhustada.

Seemnete haiguskindluse ja saagi tõstmise eesmärgil soovitab M. Dunin ka külvise töötlemist niisutus-soojendusmeetodil. Meetod on järgmine: seemned asetatakse 60—70 cm kõrgustesse kuhilatesse, niisutatakse 40—45°-se sooja veega ja kühveldatakse hästi läbi, et seemned ühtlaselt niiskuksid. Vett võetakse 100 kg seemnete kohta nisu puhul 33—34 liitrit, odra ja kaera puhul 36—40 liitrit. Mainitud veekogust kasutatakse võrdsetes osades kolmeks niisutamiseks. Pärast esimest niisutamist jäetakse seem-

ned 4—6 tunniks kuhilasse seisma. Niisamuti toimub ka teine ja kolmas niisutamine. Pärast kolmandat niisutamist kaetakse seemned presendiga ja jäetakse selle alla 24 kuni 36 tunniks. Selle aja jooksul tõuseb temperatuur kuhilas 22 kuni 28°-ni. Kui aga temperatuur tõuseb 30°-ni, tuleb kuhila kõrgust vähendada 25—40 sentimeetrini. Kuna kirjeldatud menetlust on tootmistingimustes raske läbi viia, võib seda kui efektiivset võtet rakendada eriti väärtusliku seemnematerjali töötlemiseks väikestes kogustes.

Üheks füüsikaliseks tõrjevõtteks on samuti mulla desinfitseerimine kasvuhoonetes ja lavades kas kuuma veega või aurutamise teel. Kuuma veega desinfitseeritakse mulda ainult väikeste koguste puhul. Selleks asetatakse muld kastides või pottides kuuma vette ja hoitakse seni, kuni muld soojeneb 70°-ni. Mulda aurutatakse suuremate mullakoguste puhul. Auru saamiseks kasutatakse vastavat aurutekitajat. Aur juhitakse mulda torustiku kaudu. Aurutamisel peab 30 cm sügavusel tõusma mulla temperatuur 70—100°-ni ja püsima sellisel kõrgusel 10—20 või isegi kuni 40 minutit. Pärast aurutamist kaetakse muld neljaks tunniks presendi või kottidega. Aurutatud mulda võib kasutada kohe pärast töötlemist, kuid soovitatavam on teha seda paari nädala pärast, sest selle aja jooksul taastub mulla kasulik mikrofloora.

Mehaaniliseks tõrjeviisiks taimehaiguste vastu on seemnete puhastamine ja sorteerimine puhastus-sorteerimismasinate ja triööride või kombineeritud masinate OC-3,0; OC-1,0 ja OCM-3У abil. Sel viisil puhastatakse teraviljakülvis tungaltera sklerootsiumidest, mehaanilistest lisanditest ja kõlujatest teradest, lina-, ristiku- ja lutserniseeme aga võrmist. Mehaanilise tõrje alla kuulub ka roosteliste vaheperemeestaimede hävitamine ning nakatatud taimede põllult väljakiskumine ja põletamine. Viimast võtet rakendatakse kartuli-varrepõletiku ja virooside puhul.

BIOLOOGILINE TÕRJE

Taimehaiguste bioloogiline tõrje (biotõrje, biomeetod) võib anda häid tulemusi, eriti nende haiguste suhtes, mille tekitajad arenevad mullas. Kuid seni pole nimetatud tõrjeviisi praktikas veel laialdasemalt kasutatud ühelt poolt kalliduse ja teiselt poolt vastavate meetodite puudumise tõttu.

Bioloogilise tõrje eesmärgiks on haigusetekitajate hävitamine või nende arenemise pärssimine neile antagonistlike seente, bakterite, kiirikseente ja teatud viiruste (bakteriofaagide) poolt. Antagonistide ainevahetusproduktid — antibiootikumid — mõjuvad toksiliselt fütopatogeensetele mikroorganismidele. Nii näiteks kaotavad teraviljade nõgiseente eosed mullas oma idanemisvõime

antagonistide mõju tagajärjel; *Fusarium*'i, *Rhizoctonia*, *Helminthosporium*'i jt. perekondadesse kuuluvad parasiitseened muutuvad kahjutuks *Pseudomonas*'e perekonda kuuluvate bakterite mõjul jne.

Antibiootikumide kasutamisviisid taimehaiguste tõrjes on väga erinevad, olenedes haigusetekitajate arenemistsükli iseärasustest ja nakatamisviisidest. Nakatatud seemnete ja taimede töötlemiseks kasutatakse keemiliselt puhtaid antibiootikumide preparaate. Nakkusalgmete vastu, mis peituvad mullas või säilivad taimejäänustel, kasutatakse antagoniste puhaskultuuride või komposti näol, et rikastada mulla antagonistlikku mikrofloorat ja intensiivistada tema tegevust. Antagonistide teket ja paljunemist saab stimuleerida ka agrotehniliste võtete abil — orgaaniliste ja mikroväetiste andmisega ning ratsionaalse mullaharimissüsteemiga, samuti selliste kultuuride valikuga külvikorras, mille risosfääri kogunevad aktiivsed antagonistid. Aktiivsemate antagonistide hulka kuuluvad näiteks seentest *Trichoderma* sp., *Penicillium* sp. jt.; bakteritest *Pseudomonas fluorescens* ja teised liigid sellest perekonnast; *Bacterium pyocyaneum*, *Bacillus mesentericus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus mycoides*, *Bacillus megatherium*; kiirikseentest *Streptomyces griseus*, *Streptomyces globisporum*, *Streptomyces ruber*, *Streptomyces flavus* jt.

Arvukad katsed antagonistide ja nende produtseeritud antibiootikumide kasutamise kohta taimehaiguste tõrjel on andnud huvitavaid tulemusi nii Nõukogude Liidus kui ka välismaal. Nii on sel eesmärgil katsetatud mitmete biopreparaatidega, nagu fütobaktermütsiin, polümüksiin, mikrotsiid, preparaatidega nr. 696, 125, 150, 1131 jt., kusjuures mitmesuguste kultuuride seemneid töödeldi külvieelselt nimetatud antibiootikumide vesilahuste või pulbriga. Eriti perspektiivseks peetakse *Streptomyces lavendulae*'st eraldatud preparaati fütobaktermütsiin, mis tugeva bakteritsiidse toime juures on seemnetele vähe toksiline ja koguni stimuleerib taimede kasvu. Põldkatsetes ja tootmistingimustes on andnud häid tulemusi maisi-, kaera- ja päevalilleseemnete töötlemine preparaatidega nr. 150, 152, 174. Nimetatud preparaatide mõjul tõusis seemnete idanemisenergia, vähenes maisi nakatumine pahknõesse, samuti kaera nakatumine lendnõesse ja tõusis saak. *Streptomyces griseus*'e ühest tüvest on eraldatud preparaat virusiin 1609, mis on efektiivne nii mükooside kui ka bakteriooside ja viirooside vastu. Nisu-juuremädaniku, maisi-pahknõe, kartuli-varrepõletiku, mitmesuguste linahaiguste jt. tõrjeks on välja töötatud saprofüütse mullaasuka *Trichoderma lignorum* teatud tüvede paljundamise teel kolm biopreparaati: trihhodermiin 1, trihhodermiin 2 ja trihhodermiin 3. Obligaatsete parasiitide, roosteliste ja jahukasteliste vastu ei ole seni veel leitud efektiivseid antibiootikume, kuigi ka selles valdkonnas tehakse uurimisi.

Bioloogilise tõrje alla kuulub ka haigusetekitajate mõjutamine fütontsiididega. Parasiitseentele ja bakteritele mõjuvad surmavalt ka porgandis, sibulas, küüslaugus, rõikas, pihlakas jt. taimedes leiduvad fütontsiidid. Katseliselt on kindlaks tehtud, et nõgieosed hävivad kiiresti sibula- ja küüslaugufütontsiidide mõjul. Kapsafomoosi puhul on andnud häid tulemusi kapsaseemnete kolmekordne töötlemine veega lahjendatud küüslaugumahlas.

Bioloogiline tõrje ei asenda keemilist tõrjet, mistõttu tulevikus hakatakse kahtlemata rakendama integreeritud tõrjet, s. t. biotõrjet ja keemilist tõrjet kasutatakse koos.

KEEMILINE TÕRJE

Taimekaitses kuulub eriline koht keemilisele tõrjele, mis oma efektiivsuse ja majandusliku tasuvuse tõttu on põllumajanduses kõige enam kasutatav. Keemilist tõrjet rakendatakse seen- ja bakterhaiguste ning mõnede mittenakkushaiguste vastu, samuti ka õisparasiitide, roosteliste vaheperemeestaimede (hariliku kukerpuu ja türnpuu) ning bakterioose ja viroose levitavate putukate hävitamiseks.

Keemiline tõrje rajaneb nii orgaanilise kui ka anorgaanilise päritoluga mürkkemikaalide kasutamisel. Taimehaiguste tõrjevahendeid nimetatakse fungitsiidideks (ladina k.: *fungus* — seen ja *caede* — tapma) ja bakteritsiididеks. Nad mõjuvad haigusetekitajatele toksiliselt, hävitavad või nõrgestavad neid. Taimele peavad nad aga kahjutud olema.

Keemilist tõrjet rakendatakse nii profülaktilisel kui ka terapeutilisel eesmärgil, s. t. võimaliku nakkuse ärahoidmiseks või olemasoleva nakkuse vähendamiseks. Profülaktika seisab seemnete, taimede ja mulla vabastamises fütopatogeensetest mikroorganismidest seemnete puhtimise, taimede pritsimise või tolmutamise ja mulla desinfitseerimise teel.

Keemiline tõrje on eriti efektiivne haiguse massilise esinemise, s. o. epifütootiate korral. Sel juhul hävitatakse haigusetekitajad suurtel pindaladel ja kaitstakse sellega saaki. Keemilise tõrje efektiivsus oleneb paljudest teguritest: kemikaalide toksilisusest ja kasutamisviisist, ilmastikutingimustest ning taime ja haigusetekitaja arenemisstaadiumist.

Fungitsiidide mõju teoreetiline põhjendus. Fungitsiidide toksilisus oleneb nende toimeaine füüsikalis-keemilistest omadustest, annuse suurusest, mõju kestusest ja kasutamistingimustest ning -viisidest. Fungitsiidide mõju erinevatele haigusetekitajatele on spetsiifiline. Jahukastelised näiteks hukkuvad väävliühendite mõjul, vaseühendid avaldavad neile ainult suhteliselt nõrka toimet, on aga spetsiifiliseks mürgiks ebajahukastelistele, roostelistele ja kottseentele. Uuemad uurimised

(V. Israilski, 1954; M. Gorlenko, 1960 jt.) näitavad, et samade mürkkemikaalide kasutamine teatud haiguste tõrjeks vähendab aja jooksul nende efektiivsust. See on tingitud haigusetekitajate kohanemisest fungitsiididega seoses mikroorganismide uute, mürkkemikaalidele vastupidavamate tüvede ja rasside tekkimisega.

Mürkainet tuleb kasutada vedelas või gaasilises olekus, sest ainult sel juhul tungib ta rakkudesse ja avaldab oma toksilist mõju. Selle tugevus oleneb kasutatava preparaadi kontsentratsioonist, annusest ja haigusetekitaja arenemisstaadiumist. Seened on puhkestaadiumis (oospoorid, klamüdospoorid jm.) paksu rakukesta tõttu mürkkemikaalidele palju vastupidavamad kui mütseel ja noored idanevad eosed. Fungitsiidi suurema kontsentratsiooni ja annuse puhul on ka mõju tugevam. Paljude mürkkemikaalide toksilisus suureneb temperatuuri tõusmisel ja mõjutus-(ekspositsiooni-)aja pikenemisel. Nii hävivad mütseel ja eosed ainult tugeva kontsentratsiooni ja pikemaajalise ekspositsiooni tagajärjel, vastasel korral ainult pidurdatakse eoste idanemist ja mütseeli kasvu.

Mürkkemikaalid mõjutavad mitte ainult haigusetekitajat, vaid ka taime. Seepärast peab vastava kemikaali kontsentratsioon olema selline, et see on parasiidile toksiline, kuid ei kahjusta taime.

Paljude mürkkemikaalide lahustajaks on vesi, milles lahustatava aine molekulaarne ehitus muutub. Seentele ja bakteritele on toksilised kõrgema dissotsiatsiooniastmega soolad. Kasutatava mürkaine toksilisus avaldub alles pärast seda, kui aine on tunginud läbi rakukesta rakku, mistõttu on väga tähtis kemikaali adsorptsioonivõime. See on kõige lihtsam protsess, millega saab seletada fungitsiidide mõju mehhanismi. Adsorptsiooni all mõistetakse ainete neelamist vastavatest lahustest protoplasti poolt. Adsorbeeritav aine ei astu vahetult reaktsiooni rakuosadega, vaid pidurdab tema ainevahetust ja põhjustab raku biokemismi muutusi. Kemikaalide hulka, mille mõju baseerub adsorptsioonil, kuuluvad näiteks vasksulfaat ja elavhõbedaühendid.

Fungitsiidide mõju võib avalduda ka mitmesuguste reaktsioonidena nende ja seenerakkude plasmaosakeste vahel. Selliste reaktsioonide puhul tekivad teatud keemilised ühendid, näiteks valgu laguproduktid. Aldehüüdid, fenoolid jt. fungitsiidid mõjuvad valkude koaguleerumise kaudu. Näiteks põhineb vaseühendite toksiline mõju protoplasma koaguleerumisel raskete metallide toimel. Seente zoospooride rakud lõhkevad vaselahustes seoses protoplasma paisumisega koaguleerumisel.

Mõned fungitsiidid mõjuvad parasiidi ainevahetusele, kahjustades tema fermentatiivset süsteemi. Selle tagajärjel on viimase tegevus pärsitud. Nii näiteks alandavad vaseühendid diastaasi aktiivsust, mille mõjul tärklis muutub parasiidile vajalikuks

suhkruks. Diastaasi aktiivsuse vähenemise tagajärjel ei moodustu küllaldaselt suhkrut ja parasiidi areng on halvatud. Mürkkemikaalid inaktiveerivad ka vitamiine, näiteks inaktiveerib preparaat figoon K-vitamiini. Teades, milliseid vitamiine üks või teine haigusetekitaja oma arenemiseks vajab, on võimalik nende inaktiveerimise kaudu vastava mürkkemikaaliga parasiidi arenemist pärssida.

Teatud fungitsiidide toime rajaneb hapendus-taandusprotsessidel, mille tagajärjel rakkudes tekib hapnikupuudus, mis avaldab negatiivset mõju haigusetekitaja rakkude protoplasmale. Osa fungitsiide aga kutsub esile muutusi peremeestaime ainevahetusprotsessides parasiidi arenemisele ebasoodsas suunas. Sellist mõju avaldab näiteks fungitsiid rodaan nisuseemnete külvieelsel töötlemisel lendnõe vastu.

Fungitsiidide kontsentratsioonid ja kulunormid

Kontsentratsiooni all mõistetakse mürkaine hulka, mis esineb pritsimislahustes, emulsioonides ja pulbrites. Kontsentratsiooni väljendatakse protsentides, kuid ka kaalu- või mahuühikutes, näiteks 0,1%, 1 mg või 1 ml preparaati 1 liitri pritsimislahuse kohta. Mõnikord väljendub kontsentratsioon spetsiaalse skaala, näiteks Beaumé skaala kraadide järgi (formaliini ja väävellubjavedeliku puhul).

Kulunormiks nimetatakse fungitsiidi hulka, mida kasutatakse vastava tõrje läbiviimiseks ühe objekti mahu või pindala kohta. Fungitsiidide kulunormi väljendatakse kilogrammides või liitrites mahuühiku kohta, näiteks seemnete puhtimisel kg/ts või kg/t, taimede pritsimisel liitrit/m² või liitrit/ha kohta.

Üldised nõuded fungitsiidide suhtes. Head fungitsiidid peavad vastama reale nõuetele. Tähtsamad neist on järgmised.

1. Toksilisus haigusetekitaja ja kahjutus peremeestaime suhtes, hea kleepumis- ja märgumisvõime. Mulla desinfitseerimiseks kasutatavad preparaadid ei tohi pärssida kasuliku mikrofloora arengut.
2. Füüsikalis-keemiliste omaduste püsivus temperatuuri ja niiskuse mõjudele ja pikemaajalisel säilitamisel.
3. Kättesaadavus ja odavus. Mida madalam on fungitsiidi hind, seda odavam on ka tõrje.
4. Fungitsiid peab olema hõlbus ja ohutu kasutada, transportida ja säilitada.

Fungitsiidide kasutamisviisid. Praktikas kasutatakse mürkkemikaale taimehaiguste vastu järgmistel viisidel.

1. Taimede pritsimine.
2. Tolmutamine.

3. Töötlemine aerosoolidega.
4. Külvise (seemnete) puhtimine.
5. Ladude, hoidlate, kasvuhoonete ja mulla gaasitamine.

Viimasel ajal pööratakse järjest rohkem tähelepanu keemiliste preparaatide taimekudedesse viimisele, nn. kemoteraapiale. Selleks otstarbeks kasutatavaid preparaate nimetatakse taimesisese toimega preparaatideks.

Taimede pritsimine. Taimi pritsitakse põhiliselt profülaktilisel eesmärgil, s. t. enne haiguse lööbimist või lööbimise algfaasis. Taimi pritsitakse paljude haiguste vastu. Pritsimisel kantakse vastav mürkkemikaal taime pinnale vedelas olekus. Olenevalt antud vedeliku dispersiooniastmest eristatakse: 1) tõelisi lahuseid, 2) kolloidlahuseid, 3) suspensioone ja 4) emulsioone. Tõelise lahuse puhul on vees (või mõnes muus vedelikus) mürkkemikaali tahkete või vedelate osakeste läbimõõt väiksem kui 0,001 μ. Lihtsamateks tõelise lahuse näideteks on vasksulfaadi vesilahus, soola vesilahus jt. Kolloidlahus koosneb veest ja tahketest osakestest, mille läbimõõt on tõeliste lahuste ja suspensioonide osakeste vahepealne (0,001—0,1 μ). Kolloidlahusena kasutatakse näiteks väävlit. Suspensioon on tahke pulbrilise aine osakeste (läbimõõt 1—65 μ) segu vedelikuga, näiteks kriidipulber või lubi vees. Emulsioon on kahe vedeliku segu, kusjuures üks vedelik on pihustatud teises vedelikus.

Pritsimislahused peavad olema hästi märgavad, kleepuvad ja püsivad.

Märgamise ülesandeks on luua vahetu kontakt pritsimislahuse ja pritsitava pinna vahel. Märgamisaste oleneb pritsitava pinna ja pritsimislahuse omadustest. Nii näiteks on sileda pinna märgamine intensiivsem kui krobelise pinna märgamine. Mida väiksem on vedeliku pindpinevus, seda suurem on märgamisaste. Veel on suur pindpinevus, mistõttu pritsimiseks tarvitatavad vesilahused on halva märgamisvõimega. Pindpinevuse vähendamiseks, s. t. pritsimislahuse märgamisvõime tõstmiseks kasutatakse märgajaid, mis ühtlasi suurendavad pritsimislahuse tilgakeste laialivalguvust pritsitaval pinnal.

Märgajatena kasutatakse seepi või spetsiaalseid preparaate ОП-7 või ОП-10, mis on pastataolised helekollased kuni pruunid ained. Toimeaineteks on neis mono- ja dialküülfenüül-polüetüülglükool-ester.

Teiseks oluliseks nõudeks pritsimislahustele on nende hea kleepuvus. s. t. nende hea püsimine pritsitaval pinnal, mis oleneb vedelikuosakeste ja pritsitava pinna vastastikusest külgetõmbejõust. Selles suhtes on väga tähtis, kui suured on pritsimislahuse osakesed: mida väiksemad on nende osakeste mõõtmed, seda parem on kleepuvus, oluline on ka pritsimislahuse osakeste kuju (lame on parem kui kerajas), nende elektriline laeng ja pritsi-

tava pinna omadused. Halvasti märguvad pinnad on kleepuvuse suhtes paremad kui hästi märguvad pinnad. Fungitsiidide kleepuvuse parandamiseks lisatakse neile kleepaineid, nagu värskelt kustutatud lupja, jahu- või tärkliskliistrit, jahu, kaseiini, seepi või preparaate ОП-7 ja ОП-10.

Taimede tolmutamine. Tolmutamisel viiakse mürkkemikaal taime pinnale pulbrina. Taimede tolmutamine kannab profülaktilist iseloomu, sest seda tehakse nagu pritsimistki taime pinnal esinevate haigusetekitajate hävitamiseks või nende arenemise pidurdamiseks. Tolmutatakse näiteks jahvatatud väävli kasutamisel jahukaste vastu, preparaadiga TMTD tolmutatakse teravilju, lina ja hernest mitmesuguste haiguste tõrjeks, samuti kapsaistikuid ebajahukaste vastu.

Aerosoolide kasutamine. Taimede töötlemine mürkkemikaalidega on võimalik ka aerosoolimeetodil. Aerosool on dispersioonisüsteem, kus mürkkemikaali tahked või vedelad osakesed on udustatult õhus. Eristatakse udutaolisi (tilgakeste läbimõõt 1—50 μ) ja suitsutaolisi (suitsuosakeste läbimõõt 0,001 kuni 0,1 μ) aerosoole. Aerosoole saadakse mehaanilisel, termilisel või kombineeritud, s. o. termomehaanilisel teel aparaatide АГ-УД-2; ААП-0,5 ja «Mikron» ning aerosoolipritside ОАН-1, «PAKETA» jt. abil.

Varem kasutati aerosoolimeetodit ainult taimekahjurite hävitamiseks ning teraviljahoidlate ja ladude desinfitseerimiseks. Viimasel ajal on seda meetodit rakendatud ka viljapuude ja marjapõõsaste töötlemisel. Aerosoolimeetodi eeliseks on lahuse väiksem kulu (ca 20 liitrit ühe ha viljapuuaia kohta) ning udu omadus ümbritseda taimi igast küljest. Viimane asjaolu on eriti tähtis, sest paljud haigusetekitajad asuvad just lehtede alumisel pinnal. Katsetatakse ka preparaatide figoon, TMTD, tsineb ja mõningate teiste kasutamist aerosoolidena kartuli-lehemädaniku tõrjeks. Taimede töötlemine aerosoolimeetodil on soovitatav ainult hilisõhtul ja varahommikul.

Puhtimine on seemnete, mugulate, juurikate ja muu istutusmaterjali töötlemine mürkkemikaalidega (puhistega) nende pinnal või kudedes esinevate haigusetekitajate hävitamiseks. Puhtimine kaitseb mõnda aega ka arenevaid idusid ja tärkavaid taimi nii mullas kui ka taimejäänustel esinevate haigusetekitajate vastu.

Olenevalt puhiste keemilisest koostisest, haigusetekitajate bioloogilistest iseärasustest ja kultuurist kasutatakse järgmisi puhtimisviise: 1) kuivpuhtimist, 2) poolkuivpuhtimist ja 3) niisutatud puhtimist.

Kuivpuhtimisel kasutatakse mürkkemikaale pulbrina. On tähtis, et preparaat kataks töödeldud seemnete, mugulate, juurikate jne. pinda ühtlase tiheda kihina. Preparaadi kulunorm oleneb puhitavast kultuurist ning preparaadi omadustest. Kuiv-

puhtimise eeliseks on, et seemneid võib puhtida juba mitu kuud enne külvi, mis on majanduslikult väga tähtis, ära jääb ka seemnete kuivatamine. Talvise puhtimise eeltingimuseks on seemnete viimine külvikonditsiooni ja nende säilituskuivuse tagamine. Rangelt tuleb kinni pidada preparaadi ettenähtud kulunormist, sest muidu langeb puhitud seemnete idanevus. Kuivpuhtimise puudusteks aga on pulbriljste mürkkemikaalide suhteliselt halb kleepuvus ja püsivus. Töötlemisel lendub preparaati õhku, preparaat saastab seda ja halvendab sellega töö sanitaarhügieenilisi tingimusi. Kuivpuhtimise meetodil töödeldud seemned läbivad ka halvemini külvimasinat.

Poolkuivpuhtimine. Poolkuivpuhtimist kasutatakse kaera- ja odraseemnete töötlemisel formaliiniga nõgihaiguste vastu. Nimetatud menetlusel kasutatakse 0,5%-list formaliinilahust (1 osa 40%-list formaliinilahust ja 80 osa vett). Lahuse kulunorm on kaera puhul 30 liitrit ja odra puhul 15 liitrit tonni kohta. Seemneid töödeldakse vastavate masinate (ПУ-1; ПУ-3) abil või pritsidega. Tööprotsess koosneb seemnete ühtlasest niisutamisest formaliinilahusega, nende ümberkühveldamisest ja katmisest formaliinilahusega niisutatud presendi või kottidega. Seemned jäetakse presendi alla neljaks tunniks. Pärast seda kühveldatakse seemned uuesti hoolikalt läbi, et formaliiniaurud lenduksid. Poolkuivpuhtimine peab toimuma viis päeva enne külvi.

Poolkuivpuhtimise puudusteks on suur vedelikukulu ja võrdlemisi aeglane töötempo, sest pärast puhtimist tuleb seemneid ka kuivatada. Tänapäeval kasutatakse seda menetlust harva.

Niisutatud puhtimist võib läbi viia pulbriliste fungitsiidide suspensioonidega (näiteks preparaadi TMTD suspensiooniga) või pulbriliste fungitsiididega, millega kaasneb seemnete veega niisutamine. Puhtimine suspensioonidega toimub spetsiaalsetes masinates (ПЗ-10; ПУ-3, ja ПС-5,0). Suspensiooniga töötlemisel tõuseb seemnete niiskus 0,5—1% võrra, mis ei takista nende külvamist või nende säilitamist eelneva kuivatamiseta. Puhtimiseks kasutatakse preparaatide TMTD, AB, granosaani, heksakloorbensooli jt. suspensioone. Suspensiooniga võib töödelda seemneid niisama palju aega enne külvi nagu kuivpuhistega.

Seemnete niisutatud puhtimisel on kuivpuhtimisega võrreldes see eelis, et preparaat kleepub paremini seemnete pinnale ja mürkkemikaali kadu on väiksem. Ka töö on inimestele vähem ohtlik, sest õhku lendub tunduvalt vähem preparaati kui kuivpuhtimisel. Niisutatud puhtimiseks kasutatakse puhtimismasinaid (ПУ-3; ПУ-1Б), kusjuures seemnetele antakse üheaegselt vett ja preparaati. Preparaadi kulunormid on samad mis kuivpuhtimiselgi, vett lisatakse 0,5—0,8 (1,0) liitrit 1 ts seemnete kohta.

Seemnete niiskus tõuseb selle menetluse tagajärjel umbes 0,5% võrra ja neid võib kuivatamiseta säilitada niisama kaua nagu pärast kuivpuhtimistki. Niisutatud puhtimiseks sobivad preparaadid TMTD, AB, granosaan, merkuraan, heksakloorbensool. Preparaadi paremaks sidumiseks võib lisada veele emulgaatoreid ОП-7 või ОП-10 (10—20 g 5—10 liitri vee kohta) või silikaatliimi (50—100 g 5—10 liitri vee kohta).

Nõukogude Liidus on hakatud maisi-, lina- ja köögiviljakultuuride seemet tsentraliseeritult puhtima. Puhtimine toimub sel juhul riigi kulul agronoomi juhendamisel ja heal tehnilisel tasemel. Kolhoosid ja sovhoosid saavad puhitud külvise, mis võimaldab neil kevadisel külviperioodil tunduvalt säästa tööjõudu. Tsentraliseeritud puhtimisel kasutatakse kombineeritud preparaate, mis mõjuvad üheaegselt nii haiguste kui ka kahjurite vastu. Peale selle on need preparaadid rikastatud ka mikroelementidega. Tsentraliseeritud puhtimine on väga efektiivne.

Seemnete puhtimine koos puuderdamise ja bakteriseerimisega

Seemnete töötlemine mikroelementidega. Taimede kaitsmiseks haiguste ja kahjurite vastu tuleb kombineeritud mürkkemikaalide puudumisel seemned algul haiguste vastu puhtida ja pärast seda kahjurite tõrjeks puuderdada. Puuderdatakse heksakloraani, DDT või nende seguga. Selleks kasutatakse masinaid ПУ-3, ПУ-1 või ПСП-0,5. Pärast seemnete puhtimist poolkuivmeetodil tuleb neid hästi ümber kühveldada, et nad tuulduksid, ja siis puuderdada. Pärast termilist töötlemist tohib seemneid puuderdada alles pärast nende kuivatamist ettenähtud niiskuseni.

Bakterpreparaatide muldaviimiseks on kõige soodsam seemnete külvieelne bakteriseerimine. Selleks kasutatakse preparaate azotobakteriin, fosforbakteriin ja nitragiin. Bakteriseerimist tehakse mürkkemikaalidest hoolikalt puhastatud puhtimismasinates. Et bakteriseerimine ei kaitse seemneid haigusetekitajate eest, tuleb neid eelnevalt mürkkemikaalidega puhtida. Seejuures peab puhtimise ja bakteriseerimise vaheaeg olema vähemalt 2—3 nädalat või 1 kuu, et bakterid ei häviks mürkkemikaalide mõjul. Fosforbakteriini bakterid on üldiselt mürkkemikaalide negatiivsele mõjule vastupidavamad kui teised bakterid. Kuiv- või vedelpreparaadina on nad granosaani suhtes peaaegu indiferentsed, nii et seemneid võib fosforbakteriiniga töödelda vahetult enne puhtimist. Seemneid võib bakteriseerida ka vahetult pärast termilist töötlemist. Formaliiniga puhitud seemneid tuleb hästi tuulutada ja alles pärast seda bakteriseerida.

Seemnete töötlemine mikroelementidega tõstab taimede hai-

guskindlust, suurendab saaki ja parandab selle kvaliteeti. Soovitatav on mikroelemente (vaske, molübdeeni, boori) kasutada koos mürkpuhistega, segades neid puhtimismasinates .

TAIMEKAITSETÖÖDE EESKIRJAD

Taimi tuleb pritsida või tolmutada kas enne haiguse lööbimist või esimeste haigustunnuste ilmumisel. Enne seda tuleb kontrollida taimekaitsevahendite kvaliteeti. Pritsimislahused valmistatakse pritsimise päeval, sest teatud lahused kaotavad aja jooksul oma toksilisuse, kasutamisel aga võivad tekitada taimedele põletusi.

Pritsida tuleb varahommikul vaikse kuiva ilmaga või äärmisel juhul vähese tuulega, tuulise ilmaga ei jaotu vedelik ühtlaselt taime pinnale ja kuivab liiga kiiresti. Tolmutamiseks on sobivad ka tuulevaikseid õhtutunnid, millal taimed on kastest märjad, sest see tagab preparaadi parema kleepuvuse. Ainult väävliühendit aga ei tohi kaste ajal tolmutada. Ka pritsimine on kaste puhul keelatud, sest sel juhul võivad taimedel tekkida põletushaavad.

Pritsimisel tuleb jälgida, et pritsimisvedelik kataks ühtlaselt lehtede ülemisi ja alumisi külgi ning ei valguks maha, samuti tuleb tolmutamisel selle eest hoolitseda, et taimed kattuksid ühtlase õhukese tolmukihiga.

Pritsi pihusti peab asuma 50—70 cm kaugusel pritsitavatest taimedest. Viljapuude töötlemisel alustatakse pritsimist krooni ülemisest osast, millele järgneb keskmine ja lõpuks alumine osa. Sügisel pärast lehtede langemist pritsitakse puutüve ja oksi. Marjapõõsaid pritsitakse ja tolmutatakse mitte ainult ülevalt alla, vaid ka alt üles, sest paljud haigusetekitajad ja kahjurid asuvad sageli lehtede alumisel küljel.

Õitsemise ajal ei tohi taimi pritsida ega tolmutada, sest neil võivad tekkida põletused, samuti võib esineda mesilaste ning teiste putuktolmeldajate mürgistamist. Kemikaalidega pritsimine ja tolmutamine tuleb lõpetada 25—30 päeva enne saagi koristamist, muidu võib saak muutuda inimestele ja loomadele mürgiseks. Mürkkemikaalidega töödeldud põldudel tohib karjatada loomi alles 2—3 nädala pärast.

Seemneid tuleb puhtida väljas õhu käes, eluhoonetest vähemalt 200 m eemal. Vihmase ilma korral puhitakse katuse all. Puhtimisel tuleb arvestada tuule suunda, kusjuures töötajad peavad asetuma nii, et nad ei satuks mürkkemikaalide lendumise piirkonda. Puhitavad seemned peavad olema normaalse niiskusega ja kõrge idanevusega. Puhtimismasinatest lastakse neid tihedast riidest kottidesse.

Lavamuldi on sobiv desinfitseerida soojadel sügisilmadel. Töödeldav muld peab olema parajalt niiske.

Köögi- ja puuviljaladusid desinfitseeritakse vedelate mürkkemikaalidega (lubjapiimaga, kloorlubjalahusega jt.) või gaasidega (formaliiniauruga, kloorpikriiniauruga). Enne seda tuleb laod ja hoidlad korralikult puhastada. Pärast mürkkemikaalidega töötlemist suletakse nimetatud ruumid ettenähtud ekspositsiooniajaks. Selle möödumisel tuulutatakse neid põhjalikult. Köögi- ja puuviljahoidlaid puhastatakse ja desinfitseeritakse kaks korda aastas — kevadel ja sügisel.

OHUTUSTEHNIKA NÕUDED MÜRGISTE TAIMEKAITSEVAHENDITE HOIDMISEL, TRANSPORTIMISEL JA NENDEGA TÖÖTAMISEL

H o i d m i s e l. Mürkkemikaale tohib hoida ainult selleks ettenähtud ladudes mis peavad asuma elamutest, toitlustamis- ja majandushoonetest vähemalt 200 m kaugusel. Laoruum peab olema kuiv, asfalteeritud või tsementeeritud põrandaga ning koosnema kahest osast: 1) kemikaalide hoidmise ja väljaandmise osa ning 2) eririietuse, vee, seebi ja esmaabiapteegi hoidmise osa. Valgustus peab olema küllaldane mürkkemikaalide kaalumiseks. Ladu peab olema õhustatav kas akende kaudu või kunstliku ventilatsiooni abil. Ladu peab olema lukustatav.

Laos peavad olema kaalud, kaaluvihtide komplekt ja kühvlid, mida kasutatakse ainult mürkkemikaalide kaalumiseks. Kõik kemikaalid tuleb hoida hästi suletud taaras, mis on varustatud etiketiga «Mürk» ja andmetega preparaadi nimetuse ja koguse kohta. Mürkkemikaalide alt vabanenud paberist ja puidust taara tuleb põletada, klaas- ja metalltaara aga ohutuks teha ja kesklattu üle anda.

Mürkkemikaalide hoidmise ja väljaandmise kohta tuleb pidada arvestust spetsiaalsetes raamatutes. Mürkkemikaale tohib välja anda ainult kirjaliku korralduse alusel. Nende hoidmise ja väljaandmise eest vastutab mürkkemikaalide lao hoidja.

Mürkkemikaalide väljaandmine peab toimuma hästi suletud terves taaras. Kasutamata mürkkemikaalid tuleb pärast tööpäeva lõppu lattu tagasi anda. Kasutamiskõlbmatuks muutunud mürkkemikaalid tuleb hävitada mürkide hävitamise instruktsioonide kohaselt.

T r a n s p o r t i m i s e l. Mürkkemikaale tohib vedada ainult kergesti puhastatavate transpordivahenditega ja kindlalt suletud taaras. Puhitud seemet tuleb vedada hästi kinniseotud tihedast riidest kottides etiketiga «Mürgine». «Puhitud». Kottidel, milles on puhitud seeme, ei tohi istuda. Kaasasolevad isikud peavad

olema varustatud eririietusega. Täiesti keelatud on kõrvaliste isikute, samuti toiduainete või loomasööda vedamine koos mürkkemikaalidega.

Pärast mürkkemikaalide transportimist tuleb transpordivahendid korralikult puhastada ja pesta.

Mürkkemikaalidega töötamisel. Mürkkemikaalidega töötajaid tuleb eelnevalt instrueerida preparaatide toksilistest omadustest ja vajalikest ohutustehnikanõuetest. Mürkkemikaalidega töötama suunatud isikud peavad käima arstlikul järelevaatusel, sest mürkkemikaalidega töötada ei tohi isikud, kes kannatavad kesknärvisüsteemi häirete, südame-, seedetrakti-, maksa- ja neeruhaiguste ning tuberkuloosi ja bronhiaalastma all. Tai nekaitsetöid ei tohi teha ka alla 18 aasta vanused isikud, rasedad ja imetavad naised.

Mürkkemikaalidega tohib töötada ainult 6 tundi, eriti mürgiste ühendite korral, puhtimisel aga 4 tundi.

Mürkkemikaalidega töötajad peavad olema varustatud tolmukindlast riidest eririietusega (kombinesooniga), erijalatsitega (kummisaabastega, kalossidega, presentsukkadega), respiraatorite, kaitseprillide ja laba- või kummikinnastega. Eririietus peab mõõtmetelt vastama töötaja kasvule. Pärast mürkkemikaalidega töötamist tuleb eririietus korralikult tuulutada, puhastada ja asetada eriruumis olevasse kappi. Eririietus puhastatakse tolmuimejaga ning pestakse ja keedetakse seebi-soodalahuses, kummisaapad ja -kindad aga pestakse vee ja kloorlubjaga.

Mürkkemikaalidega töötajad ei tohi töökohal süüa, juua ega suitsetada. Süüa võib ainult selleks ettenähtud paigas umbes 100 m töökohast eemal. Enne söömist tuleb eririietus ära võtta, nägu ja käed pesta. Pärast töö lõppu pestakse kogu keha sooja vee ja seebiga.

Kasutatud pritse tuleb pärast tööd korralikult pesta sooja veega, millele lisatakse soodat või pesupulbrit, kusjuures pihustid pestakse eraldi. Seejärel tuleb masinad kuivatada ja metallosad masinaõliga sisse määrida. Pärast puhtimistööde lõpetamist tuleb kasutatud inventar samuti hoolikalt puhastada ja ohutuks teha. Mahavarisenud mürkkemikaalid tuleb maasse kaevata. Mahapudenenud ja prahiga segunenud puhitud seeme pühitakse hoolikalt kokku ja põletatakse.

Mürkkemikaalidega töötamine peab toimuma taimekaitsespetsialistide juhtimisel, kes tunnevad vastavaid ohutustehnikareegleid. Kui aga taimekaitsetöödel esineb siiski mürkkemikaalidega ebaõige ümberkäimise tõttu inimeste mürgistumist, peab esmaabi olema järgmine.

1. Esmalt tuleb katkestada edasine võimalik mürkkemikaali organismi sattumine. Selleks tuleb kannatanu viia mürgivabasse kohta, eemaldada tal eririietus. Kui mürgised ained on organismi tunginud naha kaudu, pestakse seda sooja vee ja seebiga.

2. Organismist tuleb eemaldada suu kaudu makku sattunud, kuid veel imendamata mürgised ained. Selleks antakse kannatanule lahtistajaid (glaubrisoola) ja kutsutakse kunstlikult esile oksendamine. Juhul aga, kui haige on teadvusetus olekus, ei tohi oksendamist lämbumisohu tõttu esile kutsuda.

Soovitatav on anda kannatanule põletatud magneesiumi (1—2 supilusikatäit 1 klaasi vee kohta) ja meditsiinilist sütt (1—2 supilusikatäit poole klaasi vee kohta). Samuti tuleb talle anda magusat sooja oakohvi, teed või sooja piima (piima andmine on keelatud mürgistuste puhul fosforiühenditega).

3. Kannatanu tuleb panna lamama, katta ta soojalt ning anda vajaduse korral südamevahendeid. Krampide puhul tuleb masseerida jäsemeid ja soojendada jalgu kuumavee- või elektrisoojenduskotiga. Kunstlikku hingamist teha vaid vajaduse korral.

4. Arsti kohalekutsumisel tuleb talle ka kohe teatada, milliste ainetega mürgistumine toimus, et oleks võimalik kaasa võtta vastavaid vastumürke.

TAIMEHAIGUSTE TÕRJEVAHENDID

V ä ä v e l. Väävlit kasutatakse taimehaiguste tõrjevahendina juba üle saja aasta. Väävlipreparaadid annavad häid tulemusi võitluses jahukastete ja roostehaiguste vastu. Eeskirjakohastes kontsentratsioonides nad taimi ei kahjusta ning avaldavad neile vahel isegi stimuleerivat toimet. Teatavatele kultuuridele aga avaldab väävel kahjulikku mõju, näiteks karusmarjale ja kõrvitsalistele. Karusmarjapõõsastel langevad väävliga tolmutamise tagajärjel lehed maha, kõrvitsalistel kultuuridel aga tekivad põletushaavad. Inimestele on väävlipreparaadid vähe toksilised.

Väävel on tahke kollane aine, mis lahustub bensoolis ja väävelsüsinikus, vees ta ei lahustu. Taimehaiguste tõrjevahendina kasutatakse teda mitmesugusel kujul, peamiselt jahvatatud väävlina ja kolloidväävli pastana. Jahvatatud väävel on kollane pulber, mis sisaldab 95—99% puhast väävlit. Kolloidväävli pasta koostisse kuulub 70% väävlit ja 30% vett.

Kolloidväävel on parema kleepuvusega kui jahvatatud väävel, mistõttu teda tuleb eelistada. Väävlit kasutatakse ka väävlikontsentraadina. Väävlikontsentraati saadakse väävlimaagist ning see on müügil I ja II sordina. Esimene sort sisaldab 70—75%, II sort ca 30% puhast väävlit. I sorti kasutatakse jahvatatud väävli asendajana, II sorti väävellubjavedeliku valmistamiseks.

V ä ä v e l l u b j a v e d e l i k k u kasutatakse paljude parasiitseente talvituvate vormide hävitamiseks, mis säilivad peamiselt viljapuude ja põõsaste tüvedel ja okstel.

Väävellubjavedeliku valmistamiseks võetakse 2 osa väävlit, 1 osa kvaliteetset kustutamata lupja ja 17 osa vett. Vastavalt

sellele tuleb arvestada 10 liitri vee kohta 1200 g puhast väävlipulbrit ja 600 g lupja. Lubi tuleb enne kustutada (soovitatav kuuma veega), kusjuures tuleb jälgida, et lubi ei hakkaks ägedalt keema. Lubja kustutamisel tuleb lisada puhast väävlipulbrit või väävlikontsentraati. Saadud taignasarnane mass lahustatakse vees ja seda keedetakse pidevalt segades 50—60 minutit. Vedeliku auramise tõttu lisatakse katlasse väikestes annustes vett esialgse nivooni. Vee lisamine lõpetatakse 15 minutit enne keetmise lõppu. Keetmine lõpetatakse, kui vedelik selle vaatlemisel katseklaasis vastu valgust on muutunud pruunikaspunaseks või kirsspunaseks. Segu ei tohi roheka värvuseni keeta, sest siis tekitab ta taimedele põletusi. Pärast jahutamist tuleb segu puust anumasse kallata. Enne pritsipaaki kallamist tuleb segu filtreerida läbi sõela või marli, et pritsi ei satuks väljakristalliseerunud sulfiide, mis põhjustavad taimedele põletusi. Saadud vedelik on väävellubjavedeliku põhilahus, mida pärast veega lahjendamist kasutatakse taimede pritsimiseks. Põhilahuse erikaal on tavaliselt 20° Baumé järgi ehk 1,160 g/cm³. Väävellubjavedelikku pole soovitatav valmistada korraga suures koguses, sest ta kaotab pikaajalisel säilitamisel oma mürgisuse. Kõige parem on teda valmistada koguses, millest jätkub 2—3 päevaks. Praegusel ajal on müügil tehases valmistatud väävellubjavedeliku kontsentraat, mida lahjendatakse veega vastavalt vajadusele. Hilissügisese ja varakevadise pritsimise korral kasutatakse väävellubjavedelikku

Väävellubjavedeliku lahjendamise tabel
(näitab mitmesuguse erikaaluga väävellubjavedeliku kontsentraadi hulka, mis on vaja lisada veele, et saada 100 l pritsimislahust)

Erikaal	Varakevadiseks pritsimiseks		Suviseks pritsimiseks (liitrites)			
	1 : 8	1 : 20	1 : 30	1 : 40	1 : 50	1 : 75
1,330	10,0	4,25	3,0	2,25	1,75	1,25
1,318	10,25	4,5	3,0	2,25	1,72	1,25
1,306	10,75	4,5	3,0	2,5	2,0	1,25
1,295	11,0	4,75	3,25	2,5	2,0	1,25
1,283	11,5	5,0	3,25	2,5	2,0	1,50
1,272	12,0	5,25	3,5	2,75	2,25	1,50
1,261	12,75	5,5	3,75	2,75	2,5	1,50
1,250	13,5	5,75	4,0	3,0	2,5	1,50
1,239	14,0	6,0	4,25	3,25	2,5	1,75
1,229	14,75	6,5	4,5	3,5	2,75	1,75
1,218	15,75	7,0	4,75	3,75	2,75	2,0
1,208	16,50	7,25	5,0	3,75	3,0	2,0
1,198	17,5	7,75	5,25	4,0	3,0	2,25
1,188	18,5	8,5	5,5	4,25	3,25	2,25
1,179	20,0	9,0	6,0	4,5	3,5	2,5
1,169	22,0	9,5	6,5	5,0	3,75	2,75
1,160	24,0	10,0	7,0	5,25	4,0	3,0

kontsentratsioonis 1 : 8 kuni 1 : 20. Suvise pritsimise puhul peab väävellubjavedelik olema lahjem (1 : 40—1 : 75). Vt. tab. lk. 205.

Tabelit kasutatakse järgmiselt:

1) määratakse kontsentreeritud väävellubjavedeliku kangus areomeetriga;

2) pritsimiseks vajaliku lahuse kanguse, näiteks 1 : 8, 1 : 40 jne. leidmiseks võetakse tabelist vastav erikaal, leitud erikaalu realt saame põhilahuse hulga, mis annab 100 liitrit pritsimislahust.

Näide. Väävellubjavedeliku kontsentraati erikaaluga 1,272 tuleb võtta varakevadiseks pritsimiseks (1 : 8) 12 liitrit ja vett 88 liitrit.

Viljapuude pritsimiseks vajalikud väävellubjavedeliku kontsentratsioonid:

I pritsimine (tehakse ainult luuviljalistele enne pungade puhkemist, kui pungad on muutunud hõbedaseks) 1 : 8.

II pritsimine (enne õite puhkemist, kui õiepungad on roosad) 1 : 40.

III pritsimine (pärast tupplehtede sulgumist) 1 : 40.

IV pritsimine (10—15 päeva hiljem) 1 : 40.

V pritsimine (10—15 päeva hiljem) 1 : 50.

VI pritsimine (10—15 päeva hiljem) 1 : 50.

Vasksulfaat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$). Fungitsiidina on kasutusel alates 1807. aastast. Kujutab endast erineva suurusega siniseid kristalle. Lahustub hästi vees ja tungib kergesti taimekudedesse. I sort sisaldab mitte alla 98%, II sordi produkt mitte alla 94% vasksulfaati. Inimesele mõjub toksiliselt annuses 1—2 g. Vasksulfaati kasutatakse kartuli-lehemädaniku, tomati-pruunmädaniku, õuna- ja pirnipuu-kärntõve jt. haiguste tõrjel 0,05—0,1%-lise lahusena. Vasksulfaati kasutatakse ka bordoo vedeliku ja mõnede teiste fungitsiidide valmistamiseks.

Bordoo vedelik on vasksulfaadi ja lubjapiima segu: $4\,CuSO_4 + 3\,Ca(OH)_2 = CuSO_4 \cdot 3\,Cu(OH)_2 + 3\,CaSO_4$. Soovitatav on vasksulfaadi ja kustutamata lubja suhe 1 : 1, 1 : 0,75 või 1 : 0,5. Bordoo vedelik on efektiivne paljude seenhaiguste, nagu kartuli-lehemädaniku, sibula-ebajahukaste, kapsa-ebajahukaste, tomati-pruunmädaniku, õuna- ja pirnipuu-kärntõve, puuviljamädaniku jt. tõrjel. Inimesele on bordoo vedelik suhteliselt vähe toksiline, kuid nahale sattudes võib esile kutsuda selle ärrituse.

Bordoo vedelikku valmistatakse järgmiselt. 100 liitri 1%-lise pritsimislahuse saamiseks võetakse 1 kg vasksulfaati, lahustatakse väheses koguses soojas vees ja lahjendatakse siis külma veega 50 liitrini. Samal ajal segatakse teises, vähemalt 100-liitrise mahuga nõus * vähese veega 1 kg lupja kuni ühtlase pudrutaolise massi saamiseni ning lisatakse, pidevalt segades, külma

* bordoo vedelikku tuleb valmistada puunõudes.

vett 50 liitrini. Järgnevalt kallatakse lahused kokku. Et lahustevaheline reaktsioon peab kulgema leeliseses keskkonnas, siis kallatakse vasksulfaadi lahus peene joana külma lubjapiima hulka, viimast tugevalt segades. Sel teel saadud 1%-line bordoo vedelik peab olema taevassinise värvusega, nõrgalt leelisese reaktsiooniga, õige peene ja kaua hõljuva sademega suspensioon, milles vask on tugevasti seotud. Kiirelt langev helesinine jäme sade näitab, et ei ole täpselt kinni peetud eeskirjadest ja et reaktsioon on kulgenud happelises keskkonnas. Bordoo vedeliku reaktsiooni kontrollimisel ei tohi sinine lakmuspaber punaseks värvuda. Happeline bordoo vedelik tekitab lehtedele ja viljadele põletuslaike.

Bordoo vedelikku tuleb valmistada igakordse tarvitamise eel, seismisel muutub ta kasutamiskõlbmatuks. Pikemal säilitamisel (kuni 2 päeva) sadestuvad vaseühendid kristalse sademena ja pritsimine ei anna soovitud tulemusi.

Tavaliselt kasutatakse bordoo vedelikku 1%-lise lahusena. Varakevadiseks viljapuude nn. «siniseks» pritsimiseks kasutatakse aga tugevama kontsentratsiooniga (2—4% või koguni 3—5%) lahust. Noori õrna lehestikuga taimi pritsitakse 0,5%-lise lahusega.

V a s k o k s i i d k l o r i i d — [$3\,Cu(OH)_2 \cdot CuCl_2 \cdot H_2O$] on peen rohekas märguv pulber, sisaldab 50% vaskoksiidkloriidi, kaoliini ja teisi lisaaineid. Vees ja tavalistes orgaanilistes lahustajates ei lahustu, veega moodustab suhteliselt püsiva suspensiooni. Vaskoksiidkloriidi võib kasutada nii pritsimiseks kui ka tolmutamiseks. Toksilisuse ja efektiivsuse poolest on võrdne bordoo vedelikuga ning kasutatakse nendesamade haiguste tõrjeks mis bordoo vedelikkugi. Inimesele on vaskoksiidkloriid niisama mürgine kui vasksulfaat. Vaskoksiidkloriid ei tekita taimedele põletusi ja püsib hästi nende pinnal. Pritsimislahuse valmistamiseks segatakse preparaat vähese veega ühtlaseks poolvedelaks massiks, seejärel lisatakse vett vajaliku kontsentratsioonini. Pritsitakse 0,5—0,75%-lise vaskoksiidkloriidi vesisuspensiooniga (0,5—0,75 kg 100 liitri vee kohta), aviomeetodil aga 3—5%-lise suspensiooniga. Olenevalt kultuurist kulub tolmutamiseks 6—30 kg preparaati ühe ha kohta.

T s i n e b (ditaan 3—78) — $Zn(S\text{-}CS\text{-}NHCH_2)_2$, tsinketüleenbisditiokarbamaat. Puhtal kujul on kergelt värvunud kristalne aine, mis lahustub vees halvasti. Müügil on peene hallika märguva 65%-lise pulbrina. Inimesele on vähe toksiline, kuid nahka ärritava toimega. Taimedele põletusi ei tekita, nende kasvule ja arenemisele pidurdavat mõju ei avalda.

Pritsimiseks valmistatakse preparaadist vesisuspensioon. Preparaat segatakse 2—3-kordse kaaluosa veega ühtlaseks massiks, millele lisatakse vett vajaliku kontsentratsioonini. Pritsitakse 0,3%-, 0,5%- ja 0,7%-lise suspensiooniga. Tsineb on efektiivne

kartuli-lehemädaniku, kartuli-kuivlaiksuse, tomati-pruunmädaniku, kapsa-, kurgi-, spinati- ja salati-ebajahukaste, õuna- ja pirnipuu-kärntõve, kirsipuu-lehevarisemistõve, luuviljaliste mädaniku ja paljude teiste seenhaiguste tõrjel, olles heaks bordoo vedeliku asendajaks. Preparaadi kulu ühe ha kohta on järgmine: kartuli puhul 2—5 kg (suspensiooni kontsentratsioon 0,5—0,7%), aedvilja puhul 2—5 kg (suspensiooni kontsentratsioon 0,3—0,7%) ja viljapuude puhul 3—10,5 kg (suspensiooni kontsentratsioon 0,3—0,7%). Tsinebi võib kasutada koos paljude preparaatidega, välja arvatud bordoo vedelik, väävellubjavedelik, kaltsiumarsenit, lubi, anabasiinsulfaat jt.

T s i r a a m (tserlaat) on helehallikas või kollakas märguv pulber. Sisaldab 50% tsinkdimetüülditiokarbamaati, kaoliini ja lisaaineid. Vees ei lahustu. Inimesele mõjub toksiliselt annuses 0,05—0,5 g 1 kg kehakaalu kohta. Õigetes kontsentratsioonides ei tekita taimedele põletusi. Tsiraam on efektiivne nendesamade haiguste vastu mis bordoo vedelikki. Eriti häid tulemusi annab pritsimine 1%-lise tsiraami + 0,1%-lise vasksulfaadiga (kartuli-lehemädaniku ja tomati-pruunmädaniku vastu). Tsiraami võib segada ka vaskoksiidkloriidiga ($^1/_2$—$^2/_3$ osa vaskoksiidkloriidi ja $^1/_3$—$^1/_2$ osa tsiraami). Pritsimiseks kasutatakse 0,2—1,5%-list vesisuspensiooni. Viimasel ajal seda preparaati tema kahjulikkuse tõttu enam ei soovitata.

F e r b a a m (fuklasiin) on tsiraamiga väga sarnane ühend, erinevalt sellest sisaldab toimeainena rauddimetüülditiokarbamaati $C_9H_{18}N_3S_6Fe$. Puhtal kujul on must kristalne, peaaegu lõhnata aine. Vees ei lahustu. Kasutamiseks lastakse välja 20%-lise pulbrina. Vesisuspensioonina pritsides annab häid tulemusi kartuli-lehemädaniku, peedi-ebajahukaste, õuna- ja pirnipuu-kärntõve ja teiste seenhaiguste vastu. Nii ferbaamiga kui ka tsiraamiga on sarnane m a n e e b, mis sisaldab toimeainena vastavalt mangaanisoola.

F i g o o n (dikloon). Preparaadi toimeaineks on 2,3-dikloor-1,4-naftokinoon, peale selle sisaldab kaoliini ja lisaaineid. Figoon on peen kollakas märguv pulber. Taimede pritsimiseks kasutatakse 0,3—0,5%-lise vesisuspensioonina. Suuremates kontsentratsioonides võib tekitada taimedele põletusi, eriti tundlikele kultuuridele. Inimesele on vähe toksiline, kuid ärritab nahka ja limaskesti. Figooni kasutatakse kartuli-lehemädaniku ja -ringmädaniku, tomati-pruunmädaniku, õuna- ja pirnipuu-kärntõve, maasika-hahkhallituse jt. tõrjel. On bordoo vedeliku asendaja. Figooni ei tohi kasutada koos mineraalõlide, anabasiinsulfaadi, kaltsiumarsenaadi, seebi ega väävellubjavedelikuga.

K a p t a a n (ortotsiid) — $C_2H_4O_2NSCCl_3$. Ebameeldiva lõhnaga kollakasvalge märguv pulber. Sisaldab 50% tetrahüdroftaal-



Tahvel XVII. **Ristikurooste:** *1* — haige taim; *2* — läbilõige roostepustulist; *3* — uredo- ja teliospoorid.
Ristiku musttäpptõbi: *4* — haige taim; *5* — koniidikandjad koniididega.
Ristiku-ebajahukaste: *6* — haige taim; *7* — koniidikandjad koniididega.
Ristiku-jahukaste: *8* — haige taim; *9* — koniidid; *10* — kleistoteetsium; *11* — askus askospooridega.



Tahvel XVIII. **Aedoa-kaunakõrbus:** *1* — nakatatud lehed ja kaunad; *2* — idanenud haige seeme; *3* — läbilõige seene eoslaagrist.



Tahvel XIX. **Kartuli-lehemädanik:** *1* — haige leht; *2* — mugula-pruunmädanik; *3* — seene koniidikandjad koniididega.
Kartuli-varrepõletik: *4* — nakatatud taim; *5* — nakatatud mugul.



Tahvel XX **Kartuli-tõusmepõletik («vilttõbi»):** *1* — haige taim; *2* — mustkärn mugulal; *3* — kartuli-ringmädanik; *4* — kartuli-kuivlaiksus.

happe-N-trikloormetüültioamiidi. Inimesele vähe toksiline, kuid nahka ja limaskesti ärritava toimega. Taimedele ei tekita põletusi, stimuleerib koguni nende kasvu ja arengut. Bordoo vedeliku asendajana kasutatakse 0,5—0,75%-lise vesisuspensioonina paljude seenhaiguste tõrjel.

Kaptaani võib kasutada koos enamiku fungitsiididega, kuid ei tohi kasutada üheaegselt tugevalt leelisese reaktsiooniga ainetega ja õlipreparaatidega.

Dinitrorodaanbensool (DNRB) — $[C_6H_3(NO_2)_2CNS]$. Helekollane pulber, mille koosseisus on 15% dinitrorodaanbensooli, 8,7% vaskoksiidkloriidi ja lisandeid. Kasutatakse bordoo vedeliku asendajana. Taimi pritsitakse 1%-lise vesisuspensiooniga samades kogustes nagu bordoo vedelikkugi.

Raudsulfaat — $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. Rohekassinine kristalne aine, vahel kollaka või pruunika kirmega. Tehnilises preparaadis raudsulfaati mitte alla 52,5%. Õhu käes oksüdeerub, mistõttu tuleb säilitada suletud nõudes kuivas kohas. Inimesele praktiliselt mittetoksiline. Taimedel tekitab põletusi. Raudsulfaati kasutatakse õuna- ja pirnipuu-kärntõve, karusmarja-jahukaste, sõstralehevarisemistõve jt. haiguste vastu. Raudsulfaati kasutatakse 3—5%-lise vesilahusena. Viljapuid pritsitakse 5—6%-lise vesilahusega varakevadel enne pungade puhkemist ja sügisel.

TMTD (tiraam) — tetrametüültiuraamdisulfiid, $(CH_3)_2NCS\text{-}S\text{-}S\text{-}CSN\text{-}(CH_3)_2$ (või $C_6H_{12}N_2S_4$) — on valge või hallikas peen spetsiifilise lõhnaga pulber. Vees ei lahustu. Inimesele on toksiline. Müügil olev preparaat sisaldab 50% toimeainet ja 50% kaoliini. Väljastatakse ka 75%-list preparaati. TMTD on efektiivne nisu ja maisi nõgihaiguste, kartuli-seenhaiguste, linahaiguste, herne- ja põldoa-laikpõletiku, peedi-tõusmepõletiku, porgandi-märgmädaniku, köögiviljade tõusmepõletiku, viljapuude seenhaiguste, maasika-hahkhallituse ja -laikpõletiku ning teiste haiguste tõrjel. TMTD-d kasutatakse kuiv- ja niisutatud puhtimiseks, pritsimiseks ja tolmutamiseks. 50%-lise preparaadi kulunormid puhtimisel on järgmised: nisu-kõvanõe ja mitmesuguste linahaiguste vastu 200 g/ts, kaera-lendnõe ja maisipahknõe vastu 400 g/ts, hernehaiguste vastu 400—600 g/ts. Puhtimist võib teha kas otseselt enne külvi või 1—2 kuud enne seda. Viimasel juhul peab külvise niiskuseprotsent vastama nõuetele. Kui kartulit pannakse maha masinaga, on soovitatav mugulate eelnev puuderdamine TMTD-ga (5—7 kg/t) või pritsimine 0,3—1%-lise suspensiooniga (20—40 liitrit/t). Vegetatsiooniperioodil võib kartulit pritsida 0,75—1%-lise suspensiooniga. Köögiviljahaiguste tõrjel pritsitakse 0,5—1%-lise suspensiooniga. Tõusmepõletiku tõrjeks viiakse TMTD mulda (50 g/m²). Viljapuuaias kasutatakse TMTD pritsimiseks 0,5—1%-lise suspensioonina, maasikahaiguste vastu 0,25—0,5%-lises kontsentratsioonis. Preparaati võib kasutada ka mitmesuguste kultuuride tolmutamiseks,

näiteks tõusmepõletikkude vastu, kulunormiga 10 kg/ha. Häid tulemusi annab samuti porgandi seemneistikute tolmutamine enne nende hoidlasse paigutamist valge- ja mustmädaniku tõrjel. Preparaadi kulu on sel juhul 500—700 g/ts. TMTD stimuleerib seemnete idanemist ja taimede kasvu, eriti liblikõielistel.

TMTD-d võib kasutada koos paljude preparaatidega, välja arvatud bordoo vedelik, väävellubjavedelik ja lubi.

A B — $[CuSO_4 \cdot 3Cu(OH)_2] + [CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2]$. Vene teadlase A. Borghardti poolt väljatöötatud preparaat, vaskkarbonaadi ja kriidi segu. Sinakashall või sinakasroheline peen pulber, mis sisaldab 15—16% vaske. Vees ei lahustu. Preparaat on mürgine. Kasutatakse seemnete kuivpuhtimiseks nisu-kõvanõe ja rukkikõrrenõe vastu (kulunorm 200—300 g/ts), maisi-pahknõe vastu (150 g/ts). Puhtida võib 6 kuud enne külvi. Samuti võib preparaati kasutada taimede tolmutamiseks kartuli-lehemädaniku ja peedi-lehetähnisuse vastu (15—20 kg/ha). Preparaat on vähe efektiivne.

G r a n o s a a n (NIUIF-2), etüülelavhõbekloriid — C_2H_5HgCl. Keemiliselt puhas granosaan on valge kristalne aine, mis lahustub halvasti vees. Preparaat sisaldab 2,5% toimeainet ja 96—97% täiteainet, kõige sagedamini talki või fosforiidijahu. Granosaan on inimesele väga toksiline. Müügil olev preparaat on tugeva ebameeldiva lõhnaga hallikasvalge, helekollane või roosa pulber, mida kasutatakse külvise kuivpuhtimiseks. Puhitakse vahetult enne külvi, kuid võib puhtida ka 2—3 kuud varem. Viimasel juhul tohib puhtida ainult normaalse (mitte üle 15—16%) niiskusega seemneid. Suurema niiskusesisaldusega seemneid (kuni 20%) võib puhtida ainult kuni kolm päeva enne külvi. Granosaan tõstab seemnete idanevust ja stimuleerib tõusmete arenemist. Granosaani kasutatakse paljude kultuuride, nagu nisu, kaera, odra, maisi, herne, oa, lina, ristiku ja köögiviljade seemnete kuivpuhtimiseks. Preparaadi kulunormid on teraviljal ja linal 100—200 g/ts, hernel ja aedoal 200—400 g/ts, peedil 400—500 g/ts jne.

Granosaan sobib ka mulla desinfitseerimiseks kapsa-tõusmepõletiku ja kurgihaiguste vastu. Selleks kasutatakse 0,5%-list suspensiooni (50 g granosaani 10 liitri vee kohta), mida 1 m^2 kohta kulub 10 liitrit. Pärast kastmist tuleb muld hoolikalt läbi segada.

M e r k u r a a n on helehall või helekollane terava lõhnaga mürgine pulber, mis vees ei lahustu. Sisaldab 2,5% etüülelavhõbekloriidi, 20% heksakloraani gammaisomeeri ja kandurainet (talki). Merkuraan stimuleerib seemnete idanevust ja taimede kasvu. Kasutatakse seemnete kuivpuhtimiseks nisu-kõvanõe, kaera ja maisi nõgihaiguste, odra-helmintosporiooside ja linahaiguste vastu. Merkuraaniga võib puhtida ainult normaalse niiskusega (15—16%) seemneid. Puhtida tuleb aegsasti enne

külvi. Preparaadi kulunormid on: nisu-, rukki- ja odrakülvise puhtimiseks nõgihaiguste, fusariooside ja helmintosporiooside vastu 150 g/ts, kaerakülvise puhtimiseks 200 g/ts, maisikülvise puhtimiseks 150—200 g/ts ja linakülvise puhtimiseks 150 g/ts.

Rodaan (rodaananiliinipreparaat) — $C_7H_6N_2S$. Rodaan on viskoosne hele- kuni tumepruun vedelik, mida saadakse rodaananiliini kristallide lahustamisel märgajates OП-7 või OП-10. Vees moodustab kolloidlahuse. Rodaan on fungitsiididest ainuke puhtimisvahend, mida saab kasutada seemnete sisemise nakkuse tõrjeks (nisu- ja odra-lendnõgi, roostehaigused, herne-laikpõletik, bakterioosid). Seemneid leotatakse 2—3 korda 0,5%-lises vesilahuses, pärast seda jäetakse iga kord 6—24 tunniks katte alla imbuma ja lastakse kuivada.

Heksakloorbensool — $C_6H_6Cl_6$. Valge kristalne aine, seguneb orgaaniliste lahustajatega, vees ei lahustu. Müügil on valge või helehalli pulbrina, mis sisaldab 50% toimeainet ja 50% kandurainet, tavaliselt kaoliini. Inimesele mürgine. Kasutatakse teraviljaseemnete kuiv- ja niisutatud puhtimiseks. Preparaadi kulunorm 200—300 g/ts.

Formaliin on formaldehüüdi vesilahus, milles tavaliselt leidub ka metüülpiiritust ja atsetooni. Formaliin on värvuseta või nõrgalt kollane terava lõhnaga ning limanahka ärritava toimega vedelik. Kehtiva standardi kohaselt müüakse formaliini 40%-lise vedelikuna, mis peab lahustuma piirituses ja vees kõikides proportsioonides, 20° juures peab erikaal olema 1,081—1,086. Metüülpiirituse sisaldus üle 16% pole soovitatav, sest selline formaliin viib alla seemnete idanevuse. Õigel säilitamisel formaliini koostis peaaegu ei muutu. Väga madala temperatuuri juures tekib temas aga valge vatitaoline sade, mida võib lahustada formaliini soojendamise või sooja vee lisamisega, samuti pesusooda või seebikivi lisamisega. 100 liitri sadestunud formaliini kohta võetakse 50 cm^3 5%-list soodalahust. Pärast sooja soodalahuse juurdelisamist loksutatakse formaliini ning jäetakse 2—3 päevaks sooja kohta seisma, kuni sade kaob. Selline lahjendatud formaliin on kaks korda nõrgem tavalisest, mistõttu lahuse valmistamiseks tuleb võtta kaks korda vähem vett kui 40%-lise formaliini puhul. Et vältida sademe tekkimist, tuleb formaliini hoida soojas, kuid mitte kuumas ruumis suletud klaasnõus (formaliin söövitab metallnõusid).

Formaliini kasutatakse peamiselt mulla ja juurviljahoidlate desinfitseerimiseks ning kartulimugulate puhtimiseks süvikkärna vastu.

Mulda desinfitseeritakse formaliiniga põhiliselt bakteriooside ja tõusmepõletikkude vastu. Selleks otstarbeks kasutatakse kahesuguse kontsentratsiooniga formaliini: 1 : 100 (1 liiter 40%-list formaliini ja 100 liitrit vett) või 1 : 40 (1 liiter 40%-list formaliini ja 40 liitrit vett). Nõrgema kontsentratsiooniga formaliini-

lahust kulub 1 m² mulla kohta 20—25 liitrit, tugevama kontsentratsiooniga lahust vastavalt 10 liitrit. Muld kastetakse formaliinilahusega künnikihi sügavuselt ühtlaselt märjaks ja kaevatakse pärast seda korralikult ümber kuni formaliinilõhna kadumiseni. Külma ilmastiku puhul vältab formaliini auramine mullast sageli kuni kaks nädalat.

Formaliini kasutatakse samuti kasvuhoonete ja lavade desinfitseerimiseks. Selleks pritsitakse kõik kasvuhoone- või lavaosad nii seest- kui ka väljastpoolt formaliinilahusega (1 : 40 või 1 : 20). Lahuse kontsentratsioon 1 : 20 on nii tugev, et hävitab isegi kasvuhoone- ja lavakultuuride ohtliku kahjuri — kedriklesta.

Kartulimugulate puhtimiseks süvikkärna vastu valmistatakse formaliinilahus kontsentratsioonis 1 : 200. Sellesse kastetakse 3—5 minutiks kärnast tabandunud seemnekartulid. Pärast seda pannakse mugulad kaheks tunniks kuhja ning kaetakse presendi või kottidega, mis on niisutatud samas lahuses. Selle aja jooksul hävivad haigusidud formaliiniaurus. Hiljem laotatakse kartulimugulad laiali, et formaliin lenduks. Formaliinilahust võib kasutada ka seemnekartuli desinfitseerimiseks mustkärna ja varrepõletiku vastu.

K l o o r l u b i on valge kloorilõhnaga pulber, mis kehtiva standardi järgi peab sisaldama 32—35% kloori. Lahtiselt õhu käes, eriti aga kõrgema temperatuuri juures langeb kloorisisaldus, mistõttu kloorlupja tuleb säilitada jahedas kohas kinnises nõus. Kloorlupja kasutatakse mulla, lavade, kasvuhoonete ja hoidlate desinfitseerimiseks. Kasvuhoonete ja hoidlate desinfitseerimiseks kasutatakse 3—4%-list kloorlubja vesilahust, millega pritsitakse seinu, lage, riiuleid ja teisi puitosi. Pärast seda hoitakse ruum 1—2 päeva suletuna ning tuulutatakse seejärel kuni kloorilõhna kadumiseni.

L u b i. Lupja kasutatakse kustutatud lubjana, lubjapiimana või koos teiste ainetega (bordoo vedelik, väävellubjavedelik jt.). Lubjapiim sisaldab tavaliselt 20—30% lupja ning seda kasutatakse viljapuude desinfitseerimiseks (varakevadel, s. o. märtsis-aprillis). Lubjapiima kasutatakse ka hoiuruumide lupjamisel. Kustutatud lupja kasutatakse pulbri kujul juurviljade mädanike tõrjeks hoidlates, eriti peedi-juurikamädaniku vastu. Hoidlasse paigutamisel tolmutatakse juurvili ühtlaselt lubjaga üle või töödeldakse lubjapiimaga. Kapsanuutri, peedi-tõusmepõletiku jt. haiguste puhul on soovitatav lubjata mulda, et vähendada mulla happesust, mis soodustab nimetatud haiguste levimist ja arenemist.

D N O K (dinitroortokresool, selinoon) on kollane kristalne plahvatusohtlik pulber. Taimekaitsevahendina kasutatakse peamiselt pastat, mis sisaldab 40% dinitroortokresooli, naatriumsulfaati ja lisaaineid. Veega annab püsiva suspensiooni. Väga mürgine. DNOK on kasutusel fungitsiidina, insektitsiidina ja herbit-

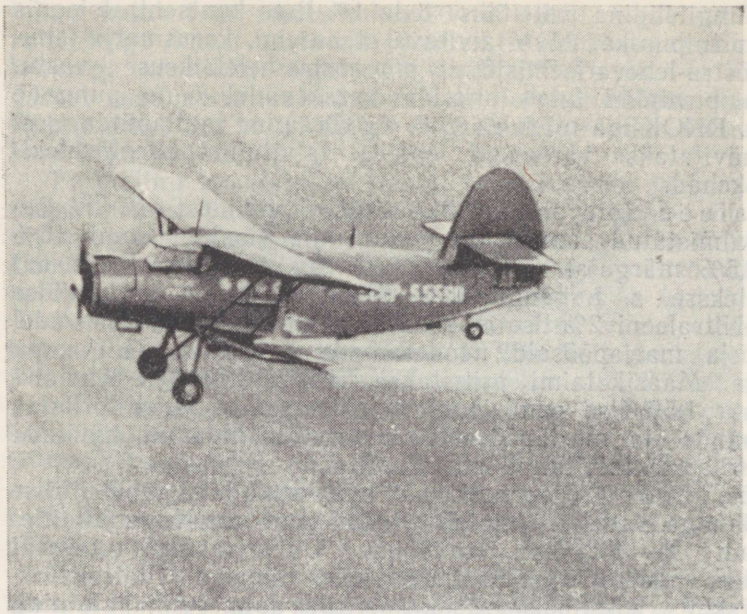
siidina. Fungitsiidina pritsitakse teda 1%-lises kontsentratsioonis õuna- ja pirnipuu-kärntõve talvituva staadiumi, karusmarja-jahukaste, sõstra-lehevarisemistõve ja sõstra-helelaiksuse vastu. Õuna- ja pirnipuid tuleb pritsida varakevadel enne pungade paisumist. DNOK-iga tuleb pritsida ka võraalust mullapinda, sest sellega hävitatakse varisenud lehtedel talvitunud kärntõvetekitaja viljakehad.

Nitrafeen (preparaat 125) — põlevkiviõlidest või kivisõetõrvast valmistatud tumepruun pasta, mis sisaldab kuni 15% vett ja 2,5% märgajat (ОП-7 või ОП-10). Mürgine. Preparaat on kompleksse, s. t. fungitsiidse, insektitsiidse ja herbitsiidse toimega. Nitrafeeni 2%-lise emulsiooniga pritsitakse varakevadel viljapuid ja marjapõõsaid nendesamade haiguste vastu nagu DNOK-iga. Maasikataimi pritsitakse hahkhallituse ja lehelaiksuste vastu 1,5%-lise emulsiooniga. Nitrafeeniga tuleb pritsida ka viljapuude- ja marjapõõsaste-alust mullapinda, et hävitada haigusetekitajate talvitunud staadiume.

Karbatioon (vapaam) — punakaskollane spetsiifilise terava lõhnaga vedelik, kujutab endast naatrium-N-metüülditiokarbamaadi 35—40%-list vesilahust. Universaalne fumigant fungitsiidse, nematotsiidse ja herbitsiidse toimega. Üldiselt inimesele keskmise toksilisusega, kuid ärritava toimega nahale ning silmade ja hingamisteede limaskestale. Karbatiooni soovitatakse kapsanuutri ja -mustmädaniku, kapsa-, tomati- ja kurgi-tõusmepõletiku, köögiviljakultuuride valgemädaniku ja hahkhallituse ning nematoodide tõrjeks. Mulda kastetakse 2%-lise karbatiooni vesilahusega, arvestades 0,2 liitrit 1 m^2 kohta. Et preparaat ühtlaselt jaotuks, kastetakse töödeldud mulda täiendavalt veega (5 liitrit 1 m^2 kohta), kühveldatakse hästi läbi ja pärast seda rullitakse. Karbatioon viiakse mulda lavades sügisel pärast koristamist või kevadel 20—30 päeva enne seemnete külvamist või istikute väljaistutamist; kasvuhoonetes 20—30 päeva enne külvi; avamaal alates sügisest ja mitte hiljem kui 30 päeva enne külvi; aias enne lehepungade avanemist või pärast vegetatsiooniperioodi lõppu.

TAIMEKAITSETÖÖDE MEHHANISEERIMISE SEADMED

Mürkkemikaalide viimiseks taimedele kasutatakse spetsiaalseid pritse, tolmuteid, aerosooliaparaate ja puhtimismasinaid. Üha laiemalt kasutatakse taimekaitsetöödel ka aviomeetodit, s. t. põldude pritsimist ja tolmutamist lennukeilt ja helikoptereilt. Aviomeetod võimaldab taimehaiguste tõrjet läbi viia suurtel aladel lühikese aja jooksul ja minimaalse töökuluga. Põlde töödeldakse mürkkemikaalidega lennukeilt АН-2 ja ЯК-12 М, mille



Joonis 26. Põllu töötlemine mürkkemikaalidega lennukilt.

tootlikkus on vastavalt 200 ja 90 ha päevas, ning helikoptereilt МИ-1 НХ, МИ-4 ja КА-15. Helikopterid КА-15 ja МИ-1 НХ on varustatud universaalse aparatuuriga, millega võib nii pritsida kui ka tolmutada. Helikopterile КА-15 võib monteerida ka aerosooligeneraatori. Haardelaius pritsimisel on 25—30 m, tolmutamisel 45—50 m. Helikoptereilt saab põlde töödelda madalalt, vajaduse korral päris maa ligidalt, peale selle on nende liikumiskiirus väiksem kui lennukil. Kõik see tagab taimede parema ja ühtlasema kattumise mürkkemikaalidega. Eesti NSV tingimustes, kus põllud on väikesed, on nende töötlemine helikopterite abil eriti sobiv.

Taimekaitsepritsid

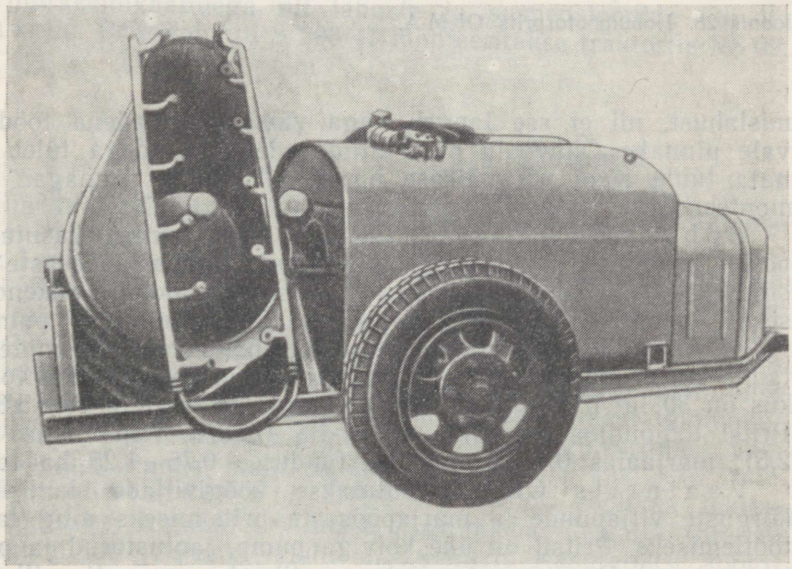
Taimede töötlemiseks vedelate mürkkemikaalidega kasutatakse pritse. Pritsimislahus peab aparaadist väljuma hästi pihustatult ja ta peab katma taime pinna ühtlase kihina. Kui lahus langeb pritsitavale taimeosale suurte tilkadena, püsib ta seal halvasti, valgub kiiresti maha ja pritsimine ei anna soovitud tulemusi.

Pritsimisvedeliku kulu oleneb 1) pritsi liikumise kiirusest,

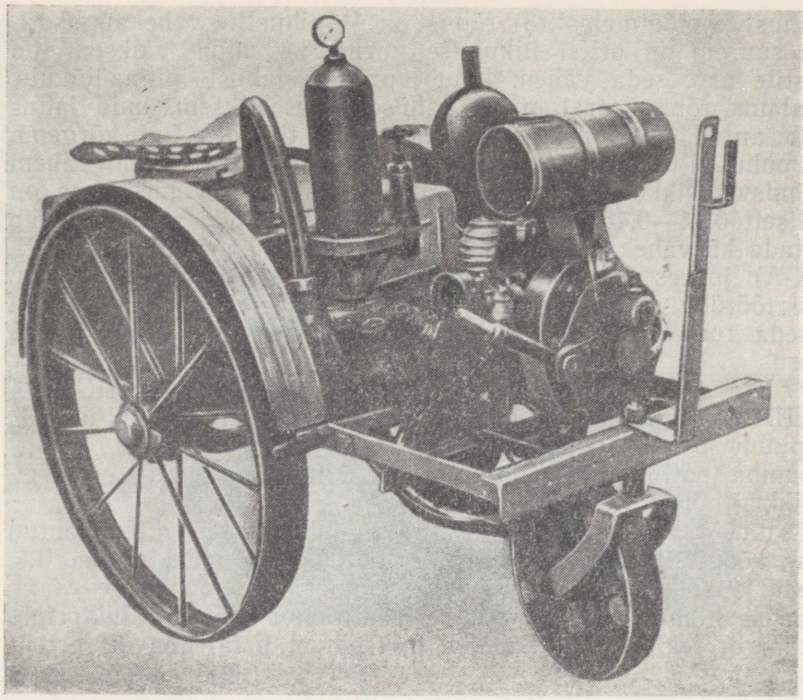
2) pihustite mõõtmetest, 3) rõhust ja 4) pihustite vahekaugusest. Mida suurem on pritsi liikumise kiirus ja mida väiksem on pihustite arv, seda vähem kulub pritsimislahust pinnaühikule. Madalama rõhu korral on ka lahuse kulu väiksem, kuid lahus väljub antud juhul pihustist suuremates tilkades kui kõrgema rõhu puhul. Pihustite suurema vahekauguse korral kulub vähem pritsimisvedelikku. Kõikide pritside jaotustorude vahekaugus on tavaliselt 0,44—0,45 m, kuid kui pihustid üle ühe sulgeda, võib kasutada ka vahekaugust 0,89—0,90 m. Teatud pritside (ОНК-Б, ОМК-А) juures on võimalik kasutada ka vahekaugust 0,75 m. Pritsi töörõhu alanemisel väheneb ka haardelaius. Pihustusjoad on seda tuulekindlamad, mida lähemal maapinnale asub jaotustoru.

Prits ОСШ-15 on monteeritav traktoritele Т-16, ДСШ-14 või ДВСШ-16. Pritsi kasutatakse põllu- ja köögiviljakultuuride, viljapuude ja marjapõõsaste pritsimiseks. Paagi maht on 740 liitrit, pumba tootlikkus 80 liitrit minutis. Pritsi haardelaius on 15 m, tootlikkus põllul 3,4 ha tunnis.

Ventilaator-traktorprits OBT-1 on ette nähtud põllu-, köögivilja- ja aiakultuuride töötlemiseks mürkkemikaalide lahuste ja suspensioonidega. Pritsi põhiosadeks on liikuv raam, 1,2 m^3-se mahuga paak, pump, ventilaator koos reduktoriga. Ventilaator tekitab õhuliikumist, mis pihustab täiendavalt pritsi-



Joonis 27. Ventilaator-traktorprits OBT-1.



Joonis 28. Hobumootorprits OKM-A.

mislahust, nii et see langeb väga väikeste tilkadena töödeldavale pinnale. Õhuvoolu pihustatud vedelikutilkadega tuleb suunata tuule järgi või väikese nurga all tuule suunaga. Prits monteeritakse traktorile «Belaruss».

Hobu-mootorprits OKM-A. Seda pritsi kasutatakse põllu- ja köögiviljakultuuride, viljapuude ja marjapõõsaste pritsimiseks. Prits koosneb aistega raamist (ühe hobuse rakendamiseks), paagist, 4,2-kW mootorist, kahe kolviga pumbast, reduktorist, põllu- ja aiajaotustorust. Mootor mehhanismide käitamiseks on monteeritud pritsiga samale alusele. Pumba tootlikkus on 30 liitrit minutis. Põllujaotustoru haardelaius on 5,35 m. Pritsi tööjõudlus on viljapuuaias 1,5 (noores viljapuuaias kuni 2,5), marjaaias 0,4 ja maasikaistanduses 0,75—1,25 ha tunnis.

Vaatprits ОБП. Kasutatakse köögiviljade, kuni 5 m kõrguste viljapuude ja marjapõõsaste pritsimiseks ning ladude töötlemiseks. Pritsil on ühe kolviga pump, jaotustorud ja pihustitega torud. Pump monteeritakse vertikaalsesse vaati, mille võib asetada platvormile või vankrile. Pumba tootlikkus on kolvikäi-

gust olenevalt 4,3—5,5 liitrit minutis. Pritsi tööjõudlus põllul ja aias on 0,2—0,5 ha tunnis.

Selgprits ОРД on ette nähtud põllu- ja köögiviljakultuuride, viljapuude ja marjapõõsaste pritsimiseks. Paagi maht on 13 liitrit. Pritsimisel tühjeneb paak 17—18 minutiga. Pritsi tootlikkus on 0,04—0,1 ha tunnis.

Selgpritsi ОРП-Г kasutatakse nendesamade kultuuride pritsimiseks nagu eelmistki. Paagi maht on 11,5 liitrit, pihustite arv 1—2. Pritsimisel kahe pihustiga tühjeneb paak 6—7 minutiga. Pärast paagi täitmist vedelikuga tekitatakse seal pumbaga kuni 5-atmosfäärine rõhk (100—120 pumbalööki). Pritsi tootlikkus on 0,06—0,10 ha tunnis.

Prits-tolmutit ОНК-Б kasutatakse kartuli, köögivilja, viljapuude, marjapõõsaste ja teiste kultuuride haiguste, kahjurite ja umbrohtude tõrje läbiviimiseks. Prits-tolmuti on ette nähtud mürkkemikaalide lahuste, suspensioonide või emulsioonide pritsimiseks ja taimede tolmutamiseks tolmupreparaatidega. Prits-tolmuti ОНК-Б monteeritakse traktorile ДТ-14 või ДТ-20. Tema põhilisteks osadeks on pump, reduktor, kaitseklapiga õhukuppel, reservuaar ja ühendustorustik. Pritsimiseks on aparaadil kaks paaki, universaalne jaotustoru, kaks joatoru ja ežektor. Prits-tolmuti haardelaius on pritsimisel 10 m, tolmutamisel 7,2 m.

Prits-tolmuti S 293/41 (Saksa DV toode). Nimetatud pritsimis- ja tolmutamis-rippagregaat on universaalne masin põldude, viljapuuaedade ja istanduste pritsimiseks ja tolmutamiseks mürkkemikaalidega nii lahuste ja suspensioonide kui ka tolmu kujul. Prits-tolmuti S 293/41 monteeritakse traktorile RS 09.

Tolmutid

Taimede tolmutamiseks mürkkemikaalidega kasutatakse spetsiaalseid mootor-, hobu-, selg- ja käsitolmuteid.

Tolmuti ОСШ-10 A. Seda tolmutit kasutatakse iseliikuval šassiil ДВСШ-16 ning ta on ette nähtud madalate viljapuude ning rühvel- ja köögiviljakultuuride tolmutamiseks. Tolmuti koosneb iseliikuvale šassiile monteeritavast raamist, toitjaga punkrist, ventilaatorist ja reduktorist. Ventilaator käitatakse traktori ajamivõllilt. Tolmutamisseadis kujutab endast tolmudüüsiga torupõlve. Mürkkemikaalide etteandmist reguleeritakse vastava hoovaga. Punkri maht on 164 liitrit.

Käsi-lõõtstolmuti ОРМ-2. Õhuvool voolikus tekitatakse lõõtsaga, liigutades viimase ajamihooba üles-alla (35—40 liigutust minutis). Punkri maht on 8,6 liitrit. Kasutatakse köögiviljade ja marjapõõsaste töötlemisel.

Käsi-ventilaatortolmuti ОР-1. Õhuvool voolikus

tekitatakse ventilaatoriga, pöörates selle ajamivänta (35—40 pööret minutis). Punkri maht on 8,6 liitrit. Tolmuti tootlikkus aiakultuuride töötlemisel on 0,1 ha tunnis. Maksimaalne töötlemiskõrgus on 2—3 m.

Tolmuti ОПС-30Б on ette nähtud teraviljade, köögiviljade, viljapuude ja tehniliste kultuuride tolmutamiseks. Tolmuti koosneb punkrist, ventilaatorist, mürkkemikaali etteandvast ja doseerivast mehhanismist, raamist ja reduktorist. Tolmuti monteeritakse keskmise võimsusega traktorile. Masina tootlikkus põllul on 26 ha tunnis.

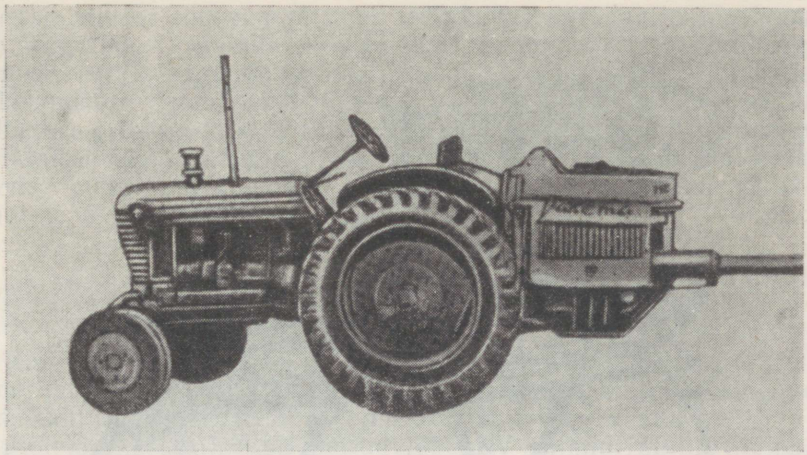
Aerosooliaparaadid

Aerosooliaparaatide abil pihustatakse pritsimisvedelikke uduks. Kõige võimsama tööjõudlusega aerosooliaparaat on aerosooligeneraator. Kasutatakse ka aerosoolipritsi ОН-1 «РАКЕТА».

Aerosooli generaator АГ-УД-2. Aerosooligeneraator on ette nähtud viljapuuaedade ning kasvuhoonete ja ladude töötlemiseks aerosoolidega. Aerosooligeneraator koosneb järgmistest põhiosadest: 5,9-kW võimsusega bensiinimootorist УД-2, õhupumbast, mis on muhvi abil ühendatud mootoriga, kahe filtriga torust, suruõhutorust, põletist ja silindrilisest kompensaatoritega põlemiskambrist, vedeliku pihustitest ja doseerimiskraaniga puhumistorust, filtrist ja bensiinikindla kummivoolikuga vastuvõtjast ning bensiinipaagist, mis on varustatud kraaniga. Generaatori tootlikkus on 24 hektarit tunnis (veoki liikumisel kiirusega 8 km).



Joonis 29. Aerosooligeneraator АГ-УД-2.



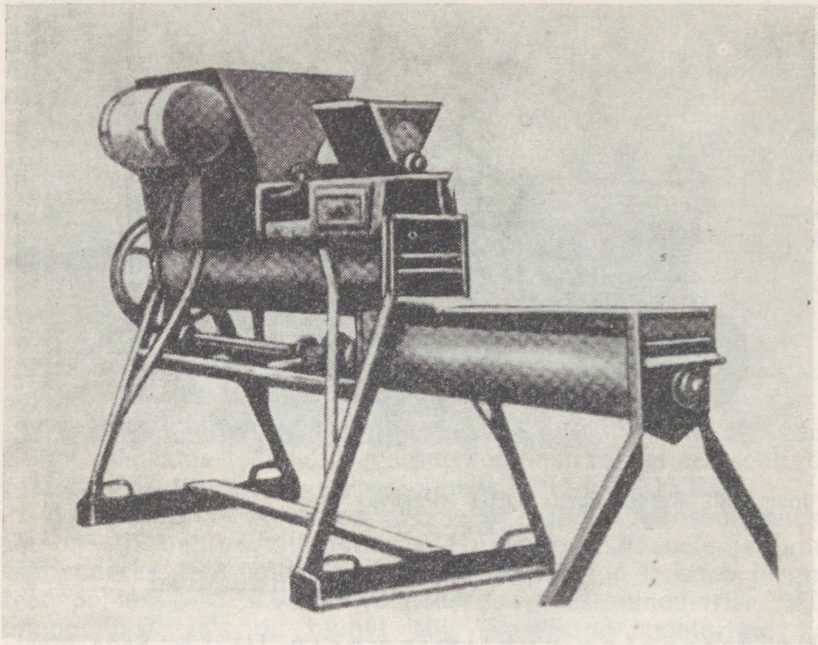
Joonis 30. Aerosooliprits ОН-1 «Ракета».

Puhtimismasinad

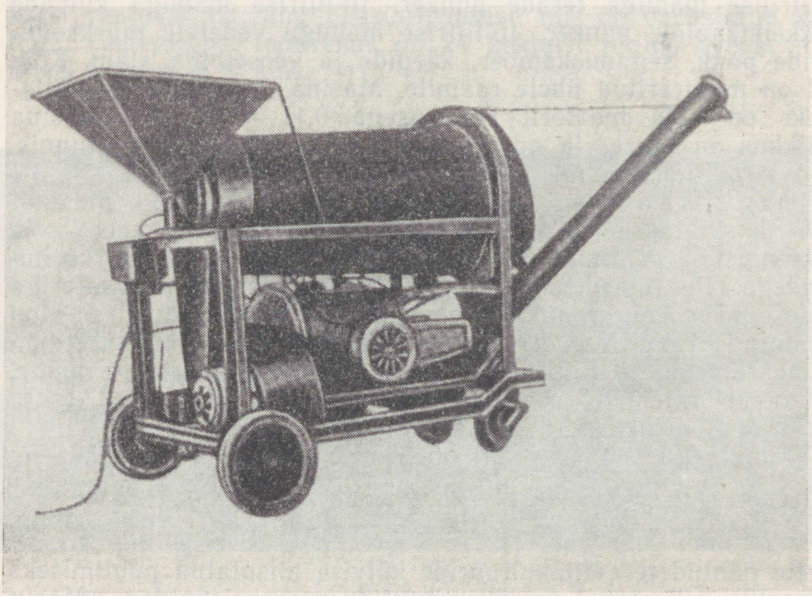
Universaalne puhtimismasin ПУ-1-Б. Seda masinat kasutatakse seemnete puhtimiseks pulbriliste ja vedelate mürkkemikaalidega. Puhtimismasina põhiosad on järgmised: 40-liitrilise mahuga terade punker, 10-liitrise mahuga kuivade mürkkemikaalide punker, 16-liitrise mahuga vedelate mürkkemikaalide paak, segamiskamber, käepide ja veoseibiga ajam. Kõik osad on monteeritud ühele raamile. Masina mehaaniliseks käitamiseks on vaja mootorit võimsusega 0,11—0,15 kW. Masina tootlikkus on kaera- ja odraseemnete töötlemisel 1 tonn tunnis, teiste teraviljade puhul 1,5—2,0 tonni tunnis.

Universaalne puhtimismasin ПУ-3. Masinat ПУ-3 kasutatakse rukki-, nisu-, maisi-, odra-, kaera- ja linaseemnete puhtimiseks vedelate ja kuivade mürkkemikaalidega. Puhtimismasina põhilisteks osadeks on elevaatoriga terade punker, mürkkemikaalide punker, segamistrummel, mis on varustatud kambriga terade väljalaskmiseks, ja reduktoriga hammasrataspump. Kõik osad on monteeritud ühisele raamile, mis toetub ratastele. Masina käitamiseks kasutatakse 3,2-kW võimsusega elektrimootorit. Terade punkri maht on 115 liitrit. Mürkkemikaalide punkri maht on 20 liitrit. Pumba tootlikkus on 11,7 liitrit minutis. Puhtimismasina tootlikkus on rukkiseemne töötlemisel 6 tonni tunnis.

Puhtimismasin ПЗ-10 «Kolos». See puhtimismasin on ette nähtud teraviljakultuuride külvise niisutatud puhtimiseks aerosooliks pihustatud mürkkemikaalide suspensioonidega. Masin



Joonis 31. Universaal-puhtimismasin ПУ-1-Б.



Joonis 32. Puhtimismasin ПЗ-10 «Колос».

kujutab endast töökoha piirides iseliikuvat agregaati, mis koosneb järgmistest raamile monteeritud osadest: väljalaadimistigu, kamber, rullik, segamistrummel, vaheülekanne, kompressorseade, elektrimootor, vaheajami punker, pihusti, veosild, veosilla reduktor, pritsimislahuse reservuaar, esiratas. Kõik mehhanismid käitatakse elektrimootorilt. Masina tootlikkus tunnis on nisukülvise puhul 10—20 tonni, odra- ja rukkikülvise puhul 10—18 tonni ja maisi puhul 10—15 tonni.

TAIMEDE KARANTIIN

Karantiini ülesandeks on riigi või teatud territooriumi kaitsmine majanduslikult eriti ohtlike ja varem seal mitteesinenud taimekahjurite, -haiguste ja umbrohtude leviku vastu.

Mõiste «karantiin» oli tuntud juba XV sajandi algul. Sellega oli sajandeid seotud ettekujutus igasugustest epideemiatest, nagu katk, koolera jt. Laevad, millel oli puhkenud mingi nakkushaigus, pidid heiskama kollase lipu. Jõudnud sadamasse, isoleeriti sellised laevad koos meeskonna ja reisijatega 40 päevaks ja allutati selle aja jooksul vastavatele sanitaarabinõudele. Mainitud perioodi nimetati «karantiiniks», mis on tuletatud prantuskeelsest sõnast «q u a r a n t e», s. t. nelikümmend. Taimekarantiini mõiste tekkis umbes XIX sajandi keskpaiku. Sel ajal hakkasid Euroopa viinamarjaistandusi massiliselt kahjustama viinamarjatäi (füllokseer) ning viinamarja-jahukaste ja -ebajahukaste, mis toodi Ameerikast sisse koos viinamarja paljundusmaterjaliga. See näitas, et kultuurtaimede kaitsmiseks kahjurite eest on samuti vaja rakendada vastavaid määrusi ja abinõusid. 1873. aastal kehtestas Saksamaa esimesena seaduse, mis keelas viinamarjaistikute ostmise Ameerikast. Tänapäeval on kõikides maades kehtestatud taimede sise- ja väliskarantiin.

NSV Liidu territooriumil juhib taimede karantiinialast tööd NSV Liidu Põllumajanduse Ministeerium temale alluva riikliku taimede karantiiniteenistuse kaudu, kes organiseerib:

1) teaduslikke uurimisi abinõude väljatöötamiseks, mis kaitsevad NSVL territooriumi karantiinsete kahjurite, haiguste ja umbrohtude leviku eest välisriikidest, samuti nende likvideerimist;

2) riikliku taimede karantiiniteenistuse kaudu kontrolli välisriikidest ja karantiinitsoonidest sisseveetavate seemnete ja istutusmaterjali (pistikute, juurte, mugulate, sibulate, juurikate jm.) üle ning organiseerib nende desinfitseerimist;

3) karantiinsete taimekahjurite, -haiguste ja umbrohtude tõrjet.

Peale selle kehtestab NSVL Põllumajanduse Ministeerium karantiinsete taimekahjurite, -haiguste ja umbrohtude nimekirja, kinnitab taimekarantiini põhimäärused, eeskirjad, instruktsioonid

ja annab välja karantiiniobjektide tõrje ning leviku pidurdamise juhendid.

Karantiiniteenistuse ülesandeks on taimede ja põllumajandussaaduste kontrollekspertiis ja karantiiniobjektide kollete hävitamine. Kontrollitakse nii kolhoosides ja sovhoosides kui ka raudteel, lennujaamades, sadamates ja postkontorites. Taimede karantiiniabinõusid rakendavad ellu liidu- ja autonoomsete vabariikide taimekarantiini inspektsioonid koos rajooni-, piirkonna-, tolli- ja sadamakarantiini inspektoritega. Vastavaid uurimisi taimekarantiini kohta tehakse karantiinilaboratooriumides, mis alluvad NSV Liidu Põllumajanduse Ministeeriumi Taimekarantiini Kesklaboratooriumile. Taimekarantiini Inspektsiooni ülesandeks on organiseerida ka karantiinsete kahjurite ja haiguste suhtes resistentsete sortide aretamist ja kasvatamist.

Karantiiniteenistuse ülesandeks on nii välis- kui ka sisekarantiin. Väliskarantiini ülesandeks on tõkestada haigusetekitajate levikut NSV Liidu territooriumile välisriikidest. Selleks tehakse piiriäärsetes punktides seemnete, istutusmaterjali ja põllumajandussaaduste kontrollekspertiisi. Karantiinhaiguste avastamisel desinfitseeritakse vastav materjal või vajaduse korral koguni hävitatakse. Jälgitakse ka haiguste arengut seemnekasvatusmajandites ja puukoolides. Haiged taimed hävitatakse ning nakatatud seemnete ja istutusmaterjali paljundamine lõpetatakse.

Sisekarantiini ülesandeks on Nõukogude Liidu piirides ühest vabariigist teise saadetavate seemnete ja istutusmaterjali kontrollekspertiisi läbiviimine, uute haiguste ilmumise jälgimine ja avastamine ning tekkinud nakkuskollete hävitamine.

Karantiinhaigusteks on meil näiteks kartulivähk, tomatibakterpõletik, lina-pasmohaigus, maisi-tõlvikubakterioos, maisikuivmädanik ja nisu-kõrrenõgi. Nimetatud haigused on kaunis laialt levinud paljudes välisriikides. Nõukogude Liidus esinevad mõned neist ainult perioodiliselt ja piiratud alal. Seepärast rakendatakse nende vastu nii välis- kui ka sisekarantiini abinõusid.

TAIMEKAITSE ORGANISATSIOON NÕUKOGUDE LIIDUS

NLKP Keskkomitee otsustes ja valitsuse määrustes on korduvalt rõhutatud taimekaitse suurt osatähtsust kõrgete saakide saamisel ning nähtud ette võimalused taimekaitsetööde järjekindlaks ja õigeaegseks tegemiseks. Taimekaitse on Nõukogude Liidus riikliku tähtsusega, mistõttu taimekaitsetöid tehakse meil plaanipäraselt. Neid töid juhib Nõukogude Liidu Põllumajanduse Ministeeriumi juures asuv Taimekaitse ja -karantiini Inspekt-

sioon. Juhendeid ja korraldusi taimekaitse praktiliseks läbiviimiseks antakse kolhoosidele ja sovhoosidele edasi liidu- ja autonoomsete vabariikide põllumajanduse ministeeriumide taimekaitsevalitsuste kaudu.

Teaduslikke taimekaitsemeetodeid töötatakse välja Üleliidulisele V. I. Lenini nimelisele Põllumajanduse Akadeemiale alluvas Üleliidulises Taimekaitse Instituudis (ВИЗР) ja sellele alluvates taimekaitsejaamades (СТАЗР — станция защиты растений), liiduvabariikide teaduste akadeemiate uurimisasutustes ning spetsiaalsetes instituutides. Uute taimekaitsepreparaatide loomisega tegeleb Väetiste ja Insektitsiidide-Fungitsiidide Teadusliku Uurimise Instituut (НИУИФ). Kartuliväli probleemide alal töötavad Üleliidulise Taimekaitse Instituudi vastavad filiaalid.

Eesti NSV-s juhib ja koordineerib taimekaitsetöid Eesti NSV Põllumajanduse Ministeeriumi Maaviljeluse ja Seemnekasvatuse Valitsus ning Vabariiklik Taimekaitsejaam.

Eesti Vabariiklik Taimekaitsejaam loodi 1960. aastal vastavalt Eesti NSV Ministrite Nõukogu määrusele taimekaitsealase töö organiseerimiseks ja kontrollimiseks kõigis vabariigi territooriumil asuvates majandites. Taimekaitsejaamale alluvad rajoonide taimekaitseagronoomid.

Vabariikliku Taimekaitsejaama põhiülesanneteks on: 1) praktiliste tõrjeabinõude väljatöötamine taimehaiguste ja -kahjurite ning umbrohtude vastu, kolhooside, sovhooside ja teiste majandite praktiline abistamine efektiivsete tõrjevõtete rakendamisel võitluses taimehaiguste, -kahjurite ning umbrohtudega; 2) taimekaitses soovitatavate tõrjemeetodite efektiivsuse kontrollimine tootmistingimustes; 3) tootmiskatsete organiseerimine uute mürkkemikaalide või tõrjevõtete kontrollimiseks; 4) taimekaitseagronoomide töö juhtimine; 5) taimekaitsetööde organiseerimine vabariigis vastavate plaanide kohaselt; 6) taimekaitseülesannete propageerimine ja juurutamine kolhoosidesse, sovhoosidesse ja teistesse majanditesse; 7) taimehaiguste ja -kahjurite ilmumise ja leviku prognooside ning arvestamise organiseerimine; 8) taimekaitsealaste konsultatsioonide andmine, seminaride ja kursuste läbiviimine kvalifitseeritud taimekaitsealase kaadri ettevalmistamiseks; 9) taimekaitsealase tehnika, mürkkemikaalide seisundi ja hoiutingimuste kontrollimine majandites; 10) taimekaitsealase tehnika ja mürkkemikaalide õigeaegse tellimise ja jaotamise kontrollimine; 11) kolhooside, sovhooside ja teiste majandite abistamine lepingute sõlmimisel Eesti Tsiviillennunduse Valitsusega taimekaitsetööde tegemiseks aviomeetodil; 12) andmete kogumine vabariigi põllumajandusele taimehaiguste, -kahjurite ja umbrohtude poolt tekitatud kahju kohta.

Taimekaitseagronoomid koos näidis-katsemajandite spetsialistidega peavad tagama tali- ja suviteravilja-, maisi-, köögiviljа-

kultuuride ja linaseemne külvieelse töötlemise mürkkemikaalidega. Samuti tuleb neil tagada keemiline tõrje suviteravilja-, maisi-, kartuli-, köögivilja- ja linapõldudel. Kolhooside, sovhooside ja teiste majandite kandeealistes viljapuuaedades tuleb organiseerida vähemalt neli kombineeritud keemilist töötlemist ja tagada süstemaatiline tõrje noortes viljapuuaedades, marjaistandustes ning puukoolides taimehaiguste ja -kahjurite vastu.

Taimekaitseagronoom abistab majandeid taimekaitsetööde plaanide koostamisel. Peale selle peab taimekaitseagronoom abistama sovhoose, kolhoose ja teisi majandeid tõrjemeetodite ja -vahendite valimisel, määrama kindlaks majandi konkreetsetes tingimustes parimad tõrjeviisid ja mürkkemikaalide kulunormid.

Taimekaitseagronoom kontrollib ka sovhooside, kolhooside ja teiste majandite mürkkemikaalide tellimuste õiget koostamist ja nende õigeaegset esitamist. Taimekaitseagronoom vastutab töökaitse ja ohutustehnika eeskirjade täitmise eest taimehaiguste ja -kahjurite tõrjel, samuti mürkkemikaalide nõuetekohase hoidmise eest.

Suveperioodil tuleb taimekaitseagronoomil vähemalt kord nädalas teatada ministeeriumile vastava vormi kohaselt andmed tähtsamate taimehaiguste ja -kahjurite esinemisest ja levikust. See teade tuleb anda järgmiste haiguste kohta:

1) kõik nõgi- ja roostehaigused; 2) lumiseen; 3) tungaltera; 4) teraviljade jahukaste; 5) linafusarioos; 6) ristikuvähk; 7) kapsanuuter; 8) kartuli-lehemädanik; 9) kartuli-viirushaigused; 10) kartuli-varrepõletik; 11) tomati-pruunmädanik; 12) tomati-mustmädanik; 13) kurgirõuged; 14) õuna- ja pirnipuu-kärntõbi; 15) puuviljamädanik; 16) karusmarja-jahukaste; 17) karusmarja- ja sõstrarooste. Saadud andmete alusel arvestab Eesti NSV Põllumajanduse Ministeeriumi Taimekahjurite ja -haiguste Arvestuse ja Prognooside Sektor vabariigi territooriumil esinevate taimehaiguste tekitajate ja taimekahjurite liigilist ja arvulist koosseisu ning teeb kindlaks haiguste arengu ja kahjurite leviku dünaamika ning nende kahjustuse põllumajanduskultuuridel. See võimaldab nii lühi- kui ka pikaajaliste prognooside väljatöötamist.

Lõpuks tuleb taimekaitseagronoomil propageerida uusi taimekaitsemasinaid, -aparaate ja mürkkemikaale ning uusi efektiivseid tõrjevõtteid loengute ja seminaride kaudu.

Taimekaitse teoreetiliste küsimustega fütopatoloogia, entomoloogia ja umbrohutõrje alal tegeleb Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi taimekaitseosakond.

ERIOSA

XV peatükk

TERAVILJAKULTUURIDE HAIGUSED

Teraviljakultuuride haigustest on majanduslikust seisukohast lähtudes esikohal nõed ja roosted, helmintosporioosid, talvitumishaigused, jahukaste ja tungaltera.

NÕGIHAIGUSED

Põhjustavad suuri saagikadusid, sest nende kahjustus on enamasti täielik: nakatatud taim annab saagi asemel vaid nõgiteri. Sageli esineb haigus ka peitelisel (latentsel) kujul *, mis on tingitud sellest, et seeneniidistik areneb ainult kõrres, õisikutesse tungimata. Antud juhul taimed ei avalda küll nähtavaid haigustunnuseid, kuid nende ainevahetusprotsessid on tugevasti häiritud. Seemnete idanevus langeb, samuti väheneb tunduvalt ka nakatatud taimede külmakindlus.

Nõgilised parasiteerivad kõikidel teraviljadel, olles sealjuures kitsalt spetsialiseerunud.

Tabel 15

Tähtsamad teraviljakultuuride nõeliigid Eesti NSV-s

Kultuur	Nõeliigid
Rukis	Kõrrenõgi — *Urocystis* (= *Tuburcinia*) *occulta*
Nisu	Kõvanõgi — *Tilletia caries* (= *T. tritici*)
	Lendnõgi — *Ustilago tritici*
Oder	Kõvanõgi — *Ustilago hordei*
	Lendnõgi — *Ustilago nuda*
Kaer	Kõvanõgi — *Usfilago levis*
	Lendnõgi — *Ustilago avenae*
Mais	Pahknõgi — *Ustilago maydis*

* Mitmed vene teadlased (A. Jaczewski, V. Muravjov, A. Borghardt, K. Kalašnikov jt.) näitasid, et peitelise nakkuse korral on taimede kahjustus küllaltki suur, eriti aga nisul ja kaeral kõvanõenakkuse tagajärjel. V. Muravjovi 1927. a. katseandmeil esines talinisul kunstliku nakatamise tulemusena 10,9% kõvanõge, saagikadu oli aga 19,7%. Peitelise kao arvele tuli seega kirjutada 8,8%. 1958. a. andmeil oli saagikadu kõvanõe tõttu NSV Liidus enam kui 3 milj. tonni, sellest 2,4 milj. tonni peiteliste kadude näol.

Nõgihaiguste arvestamisel käiakse põld diagonaali mööda läbi ja võetakse valimata võrdse vahemaa tagant peotäieviisi kümnest kohast à 100—150 kõrt, millest koostatakse 1000—1500-kõrreline tunnustamisvihk. Rukki võtmisel haaratakse taimed maapinna ligidalt ja tõmmatakse koos juurtega välja. Vastasel korral võib rukki-kõrrenõgi avastamata jääda, kuna haiged taimed, mis tunnustamise ajaks jäävad alarindesse, ei satu proovivihku. Proovivihk analüüsitakse, kusjuures loetakse eraldi nõgihaiged ja eraldi terved taimed. Selle järgi arvutatakse välja haigete taimede protsent.

Rukki-kõrrenõgi (*Urocystis occulta*)

Rukki-kõrrenõgi on Eesti NSV-s üks sagedamini esinevaid nõgihaigusi, mis põhjustab küllaltki suuri saagikadusid.

Haigus areneb peamiselt kõrtel, kuid ka lehetuppedel ja lehtedel. Nimetatud organitel arenevad algul epidermisega kaetud kitsad hallikad pikitriibud ja seejärel lõhed, mis on täidetud musta tolmava eoste massiga. Pead ja kõrred on kõverdunud, kõrs murdub nakatatud kohalt kergesti. Haiged taimed jäävad arengus tervetest maha. Deformeerunud kõrred ei loo; pead arenevad halvasti, ei moodusta teri ja kolletavad. Taimed nakatuvad tõusmete järgus — seemne idanemisest kuni esimese pärislehe ilmumiseni. Haigusetekitaja tungib rukki idandisse enne selle tärkamist, hiljem levib mütseel kõrres, kus seen lõpetab oma arenemise teliospooride moodustamisega. Kõrrenõgi kandub edasi viljapeeksul, mil eosed satuvad haigetest kõrtest tervetele teradele. Ka nakatatud rukki põhk võib haigust levitada. Haiguse esinemine sõltub suurel määral ilmastikust: mida madalam on temperatuur rukki idanemise ajal, seda rohkem kõrrenõge areneb järgmisel aastal. (Tahvel VII.)

Haigusetekitajale seenele on iseloomustav teliospooride kahe-, kolme- või neljakaupa kokkukleepumine mügarateks. Keskmised eosed (arvult 1—3) on paksukestalised ja tumepruunid, neid ümbritsevad poolkaarjad helepruunid steriilsed eosed.

Seen *Urocystis occulta* on kitsalt spetsialiseerunud rukkile ega lähe üle teistele kõrrelistele.

Nisul tekitab kõrrenõge seen *Urocystis tritici*. Nisu-kõrrenõgi on karantiinhaigus, Eesti NSV-s seda ei esine.

Nisu-kõvanõgi (*Tilletia caries*)

Nisu-kõvanõgi on Eesti NSV-s kõikjal levinud, tema tekitatud kahjustus on küllaltki märkimisväärne. Kõvanõekahjustus avaldub kolmel viisil: 1) haigete nisupeade, 2) vegetatsiooniperioodi vältel hukkunud taimede ja 3) saagi vähenemise näol haiguse peitelise esinemise tõttu. Haigus tuleb ilmsiks terade piimküpsuse

järgus. Kahjustatud pead on püstja hoiakuga ja jäävad kauem roheliseks, nad võivad ka deformeeruda, kusjuures pea pooled arenevad ebaühtlaselt. Mõnikord muutuvad nisupead nakkuse tagajärjel nii tugevasti, et on raske eraldada mitte ainult nisusorte, vaid ka üksikuid liike. Ohted ja sõklad on kahjustamata, kuid rohkem harali kui tervetel peadel. Sageli ohted puuduvad. Kõrred lühenevad ja pähikute arv väheneb. Kõvanõele on iseloomulik, et ta hävitab terise sisemuse, milles tekib must või oliivpruun eoste mass. Eoste massile on omane spetsiifiline heeringasoolvett meenutav lõhn, mistõttu antud haigust nimetatakse sageli ka «haisvaks nõeks». Eoste hulk ühes nõgiteras on väga suur — kuni 2 miljonit. Eosed on kerajad, pruunid, võrkja kestaga. Mõnikord ei nakatu viljapeas kõik terad, vaid ainult osa neist. Haigestunud viljapeas on terad ümmargused ja muutuvad piimküpsuse ajaks sinakasroheliseks. (Tahvel VIII.)

Kõvanõe nakkusalge asub seemne pinnal. Nisu idanemisel hakkavad idanema ka nõgieosed ja tungivad nisu idudesse. Nakkus võib toimuda ainult siis, kui idu on veel mullas. Kõvanõe eosed levivad nisu peksmise ajal, mil nad kleepuvad tervete seemnete külge. Peale selle võib haigus levida ka taara ja külvimasinate kaudu. Koos külvisega satuvad nõgieosed kevadel mulda. Mullaniiskuse mõjul hakkavad nad idanema ja moodustavad 8—12-kaupa kandeoseid. Need kopuleeruvad paarikaupa ning idanevad seeneniidiks, mis tungib noortesse nisuidudesse. Nakkuse võimaluse aeg on väga lühike — ainult mõni päev. Kui idude koed muutuvad tugevamaks, ei saa nakkus enam toimuda.

Taimede nakatumine kõvanõesse on seda intensiivsem, mida madalam on mulla temperatuur (5 kuni 10° piirides) ja mida suurem on mulla niiskus tõusmete ilmumise ajal. Vastavalt haigusetekitaja suhteliselt madalale minimaalsele arenemistemperatuurile nakatuvad tugevamini vara külvatud suvinisu ja hilja külvatud talinisu. Seene arengu ja eoste idanemise optimaalne temperatuur on 21—22.5°, järelikult peaks selle temperatuuri juures ka nakkus olema kõige tugevam. Nakkusele on soodne aga madal temperatuur. Kõrgema temperatuuri juures läbib taim kiiremini oma ontogeneesi esimese faasi, jõudes seega ka kiiremini välja nakkusele vastuvõtlikust järgust. Madala temperatuuri juures aga on taime areng aeglasem, mistõttu seen, vaatamata tema arenguks ebasoodsatele tingimustele, suudab taime siiski nakatada. Madala temperatuuri juures on ka nõgilistele antagonistliku mikrofloora tegevus mullas pärsitud. Külma kevadega aastatel on nisu nakatumine kõvanõesse palju tugevam kui soojadel kevadetel. Madala temperatuuri esinemisel võivad kaunis tugevasti kõvanõesse nakatuda isegi nõekindlamad nisusordid. Nakkuse ulatus ja intensiivsus sõltuvad ka nisusordi omadustest ja nõgieoste sisaldusest külvises. Mida rohkem leidub

neid külvises, seda suurem on ka nakkuse esinemise protsent. Samuti suurendab nisu nakatumist kõvanõesse sügav külv. Ühelt poolt pikeneb seetõttu nakatamise periood, teiselt poolt nõrgenevad idud paksust mullakihist läbitungimise jooksul ja muutuvad vastuvõtlikumaks nakkusele.

Eesti NSV tingimustes nakatuvad talinisusordid kõvanõesse rohkem kui suvinisusordid, sest talinisu läbib oma ontogeneesi esimest järku aeglasemalt kui suvinisu. Nisu-kõvanõe populatsioonid on spetsialiseerunud peamiselt pehmele nisule (*Triticum vulgare*). Vähem nakatub kõva nisu (*Triticum durum*), *Tr. persicum* ja *Tr. spelta*. Nakkuskindlad on *Tr. monococcum*, *Tr. dicoccum* ja *Tr. timopheevi*.

Reaktsiooni järgi kõvanõe suhtes võib nisul tähistada järgmisi astmeid:

1) absoluutne nõekindlus — kui seene idumõik ei tungi üldse taimesse;

2) näiline nõekindlus — kui idumõik tungib küll taimesse, kuid ei satu viljapeasse, kuna ta ei leia sobivaid arenemistingimusi;

3) täielik vastuvõtlikkus — kui taim nakatub ja viljapeades tekivad nõgieosed.

Odra-kõvanõgi (*Ustilago hordei*)

Odra-kõvanõgi on täheldatav odra valmimise ajal. Nakatatud odraõisikud on tervetest palju tumedamad. Haigus hävitab terise, mille asemel tekib kõva mittetolmav tume eoste mass, mis on kaetud õhukese halli kilega. Et sõkalde pealmine koekiht säilib, siis ei lendu eosed tuulega laiali. Viljapeksul aga purunevad nõgiterad ja satuvad tervete terade pinnale. Nakkus toimub odra idanemise ajal. Seene eosed on tumepruunid, kerajad või piklikud ja mitmekaupa kokku kleepunud. Nad on väga elujõulised. Kuivas kohas võib nende idanemisvõime säilida kaks, kolm ja enam aastat. Mullas nad hävivad kiiresti nagu teiste nõgiliste eosedki. Eoste idanemistemperatuuri miinimum on —5 kuni —6°, optimum 20° ja maksimum 35°. (Tahvel X.)

Kaera-kõvanõgi (*Ustilago levis*)

Haigus hävitab pöörises kõik õied. Terade asemel esineb must mittetolmav eoste mass, mis on kaetud kahjustamata libledega. Eosed on kerajad või ovaalsed, siledad ja helepruunid. Vilja koristamisel ja peksmisel satuvad nad teradele. Nakatavad kaera idandeid enne tärkamist. Haigusetekitaja areneb taimes ja lõpetab oma arengu pöörise nakatamisega.

Nisu-lendnõgi (*Ustilago tritici*)

Nisu-lendnõgi on Eesti NSV-s vähem levinud kui kõvanõgi. Põhilised erinevused nende vahel on järgmised (N. Naumov, 1952.).

Nisu-lendnõgi:

1) esineb sagedamini suvinisul;
2) eosed levivad tuule abil nisu õitsemise ajal;
3) nakkus toimub õitsemise ajal või piimküpsuse järgus;
4) seen hävitab viljakesta ja sõklad;
5) seen areneb kahe vegetatsiooniperioodi vältel;
6) seen talvitub teras mütseelina;
7) eosed on väikesed, ogaja kestaga.

Nisu-kõvanõgi:

1) esineb sagedamini talinisul;
2) eosed levivad viljapeksul;
3) nakkus toimub seemne idanemisel;
4) seen ei hävita sõklaid ega viljakesta;
5) seen võib areneda ühe vegetatsiooniperioodi vältel;
6) seen talvitub tera pinnal või eostena mullas;
7) seen rikub tera ja jahu omadusi;
8) eosed on suured, võrkja pinnaga.

Esimesed lendnõe sümptoomid ilmnevad alles pea loomisel, kusjuures nakatatud taimed loovad varem kui terved. Et nisulendnõgi areneb tupes, siis on nisupea tupest väljatulekul juba kõik pähikuosad — sigimik, sõklad ja ohted — hävinud ning muutunud mustaks tolmavaks eoste massiks. Eoste lendlus algab kohe pärast nakatatud õisiku väljumist lehetupest ning kestab, olenevalt temperatuurist ja õhuniiskusest, kuni tera valmimiseni. Lendnõe eosed on väga väikesed, ümmargused või piklikud, helepruunid, ogaja kestaga. Nad levivad tuulega ning, sattunud emaka suudmele ja terise viljakestale või selle ükskõik millisele osale, idanevad seal ning nakatavad sigimikku või seemneid (viimaseid kuni nende valmimiseni). Seene mütseel läbib kõik seemnekestad ja tungib aleuroonkihti või endospermi. Läbi kilbikese kasvab seen ka seemne iduosasse ja säilib seal järgmise aastani püsimütseelina. Nakkuse algfaasis on terade hingamine intensiivsem, ka nende katalaasi aktiivsus on suurem. Kui külvata nakatunud seemned mulda, hakkab seemne idanedes arenema ka püsimütseel, mis tungib noortesse nisuidudesse ja jõuab pealoomise ajaks peasse.

Nakatatud põllu kohal hõljub alati hulgaliselt eoseid. Põllul näiteks, kus on 6% haigeid taimi, langeb iga päev tervele viljapeale 30—530 eost. Lendnõe eosed kanduvad ühelt põllult üle teisele (1,5—2 km kaugusele). Laboratoorsetes tingimustes toimub kõige intensiivsem eoste idanemine ligi 100%-lise õhu-

niiskuse juures, 80%-lise niiskuse puhul idaneb vaid 3—9% eostest ja isegi 95%-lise niiskuse juures ei idane veel kõik eosed. Looduses aga idanevad lendnõe eosed palju suuremates niiskusepiirides, soodsa temperatuuri esinemisel isegi 60%-lise niiskuse juures. Eoste minimaalne idanemistemperatuur on 7—10°, optimaalne 23—25° ja maksimaalne 30—35°. Nakkus toimub tavaliselt 13—16° piires.

Lendnõekahjustust määratakse nakatatud ja hävitatud viljapeade järgi. Üldiselt arvatakse, et nakatatud viljapeade protsent võrdub saagikao protsendiga. Seemnepõldudel ei ole lubatud lendnõge üle 2%. (Tahvel IX.)

Odra-lendnõgi (*Ustilago nuda*)

Odra-lendnõgi on üks levinumaid nõgihaigusi Eesti NSV-s. See nõeliik on väga sarnane nisu-lendnõega. Seen hävitab kõik õieosad, muutes nad mustaks tolmavaks eoste massiks. Järele jääb ainult õisiku peatelg. Eoste lendlus toimub odra õitsemise ajal. Nõgieosed on kerajad või piklikud, ogadega, helepruunid. Algul on eoste mass kaetud tinahalli kilega, hiljem kile rebeneb ja eosed kanduvad tuulega laiali odra õitele. Seeneniidistik areneb õie sisemuses, takistamata tera arenemist. Väliselt ei erine nakatatud terad tervetest, kuid kevadel mulda sattudes areneb seen koos idanevate seemnetega ja nakatab odrataimi. Eoste minimaalne idanemistemperatuur on 11°, optimaalne 23—30° ja maksimaalne 35°. (Tahvel X.)

Kaera-lendnõgi (*Ustilago avenae*)

Oma bioloogiliste iseärasuste ja taimede nakatamise viisi järgi asub kaera-lendnõgi nisu-kõvanõe ja -lendnõe vahel. Lendnõgi tabab kaera õitsemise ajal või piimküpsuse järgus. Nakatatud kaerapöörised väljuvad tupest varem kui terved. Juba tupest väljudes on kõik õieosad hävinud ja muutunud mustaks tolmavaks eoste massiks. Ka libled ja sõklad võivad kas täielikult või osaliselt hävida. Seene eosed on ümmargused või piklikud, väikeste ogadega või peaaegu siledad. Eoste lendlus algab osaliselt juba kaera pöörise loomise faasis. Eosed kanduvad tuulega õitele, kus nad idanevad basiidiks ja basidiospooorideks. Viimaste kopuleerimisel tekkinud idumõik tungib sõkla ja seemnekesta vahele, kus areneb püsimütseel gemmide näol. Tera areneb sellele vaatamata normaalselt. Osa eoseid lendub valmivale või valminud pöörisele, osa aga võib vilja koristamise ja peksmise ajal sattuda ka terade pinnale. Niihästi gemmid kui ka teradele sattunud eosed säilivad külvises järgmise aastani. Kui nakatatud seemned külvatakse maha, idanevad nad mütseeliks, mis nakatab kaeraidandeid. Ühes kaerataimega areneb ka müt-

seel ning pöörise loomisel hävib see juba tupes olles. (Tahvel XI.)

Kaera-lendnõe levik oleneb suurel määral ilmastikust. Kui kaera õitsemise ajal on kuiv ja tuuline ilm, siis kanduvad nõgieosed igale poole laiali. Kui aga õitsemise ajal esinevad vihmasajud, uhutakse nõgieosed pööriselt maha, mullapinnale sattunud eosed aga muutuvad kahjutuks.

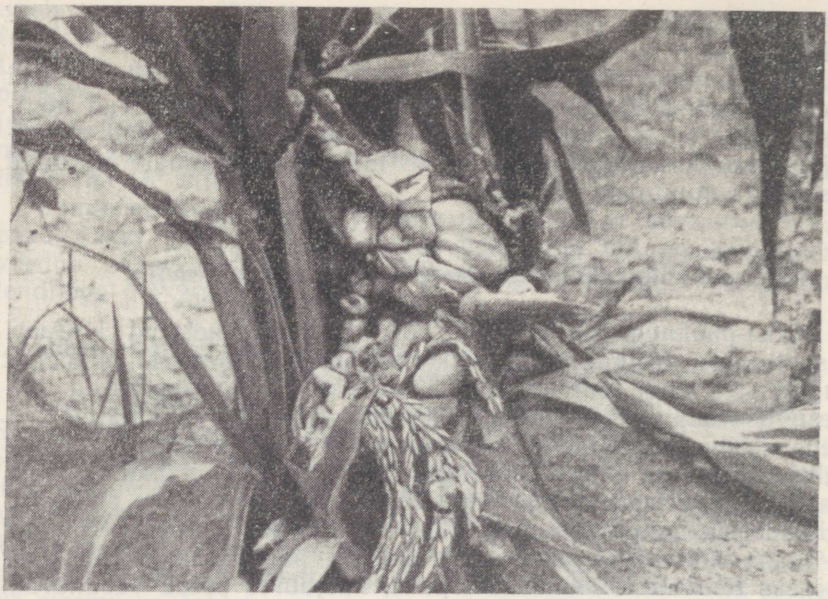
Maisi-pahknõgi (*Ustilago maydis* [= *Ustilago zeae*])

Maisi-pahknõgi on levinud kõikjal, kus nimetatud kultuuri kasvatatakse. Haigus tabab kõiki maapealseid taimeosi ja teatud tingimustes isegi juurestikku. Tüüpiliseks välistunnuseks on mitmesuguse suuruse ja kujuga pahkade tekkimine nakatatud taimedel. Pahad on täidetud oliivjasmusta eoste massiga ja kaetud valkja või roosa läikiva kestaga. Vartel asuvad pahad on enamasti kerajad, lehtedel aga piklikud. Suurte (kuni 20 cm pikkuste) pahkade tekkimisel võib saak alaneda kuni 60%, keskmiste puhul 25% ja väiksemate puhul 10%. Hiljem pahad tumenevad ning kuivaks tõmbunult lõhkevad lõpuks, kusjuures eosed vabanevad. Eosed on kerajad, kollakaspruunid, tugevate ogadega. Vegetatsiooniperioodil levib haigusetekitaja eostega; sügisel saagikoristamisel põllule jäänud pahad talvituvad seal ja levitavad nakkust kevadel. Seen nakatab noori arenevaid kudesid, mistõttu varajase nakkuse korral taimed hävivad enneaegselt. Maisitaimed võivad haigestuda kogu vegetatsiooniperioodi vältel, kusjuures nakkust soodustavad mitmesugused vigastused taimedel. Pahknõe levikuallikaks on nakatatud terad või mullas säilinud nakkusalge. Taimede nakatumist soodustab kõrge temperatuur ja vähene õhuning mullaniiskus. Mida varem haigus ilmub, seda rohkem kahjusta põhjustab.

Olenevalt kasvutingimustest nakatub üks ja seesama maisisort pahknõesse erinevalt. Põllul, mida on väetatud ainult sõnnikuga, on mais pahknõele vastuvõtlikum, fosfor- ja kaaliumväetised koos vase- või mangaanisooladega aga muudavad sama sordi haiguskindlaks. See on tingitud sellest, et fosfori, kaaliumi ning mikroelementide vase ja mangaani mõjul regresseerub *U. maydis*'e mütseel. Maisi hübriidsordid haigestuvad üldiselt nõrgalt. Pahknõesse nakatumise ohtu suurendab maisi kasvatamine mitu aastat järjest ühel ja samal kohal, maisijäätmete jätmine põllule ja maisi hiline külvamine.

Maisi-pahknõest nakatatud taimed on mürgised põllumajandusloomadele. Kui sööta loomi maisiga, millel esinevad pahad, tekib neil veresoonte ummistumine seene eostega.

Ukraina teadlased avastasid ja eraldasid puhaskultuurina *U. maydis*'e pahkades parasiteeriva seene *Fusarium bulbigenum*'i,



Joonis 33. Maisi-pahknõgi.

mis on temale antagonistiks. Maisiseemnete külvieelne leotamine ja noorte maisitaimede pritsimine nimetatud seene eoste suspensiooniga vähendab tunduvalt maisi-pahknõekahjustust.

ROOSTEHAIGUSED

Roostelised on Eesti NSV-s laialt levinud, kahjustades kõiki teraviljakultuure ja nakatades neid kogu vegetatsiooniperioodi vältel. Obligaatsete parasiitidena on nad kitsalt spetsialiseerunud teatud taimerühmadele. Roostehaiguste levikul etendavad tähtsat osa nende vaheperemeestaimed — kukerpuu (*Berberis vulgaris*) ja türnpuu (*Rhamnus cathartica*). Roosteliste reservatsiooni allikateks on looduslikult kasvavad kõrrelised heintaimed ja umbrohud.

Roostelised parasiteerivad taimede rohelistel osadel, häirides nende ainevahetusprotsesside normaalset kulgemist. Nakatatud taimedes muutub kuivaine-, lämmastiku- ja fosforiühendite sisaldus. Hingamise intensiivsus suureneb, samuti alaneb fermentide aktiivsus. Selle tagajärjel tekib viljapeades vähem teri või terad on kõlujad, lehed kuivavad. Roostehaigused alandavad tunduvalt tera- ja põhusaaki. Mõnel aastal võib saagikadu roostehaiguste läbi olla 25% ja rohkemgi.

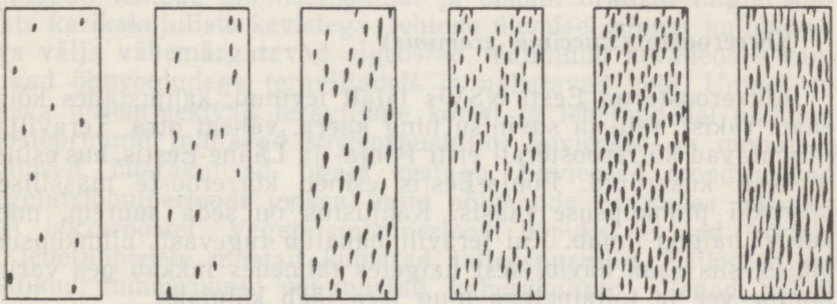
Tabel 16

Levinumad teraviljakultuuride roosteliigid Eesti NSV-s

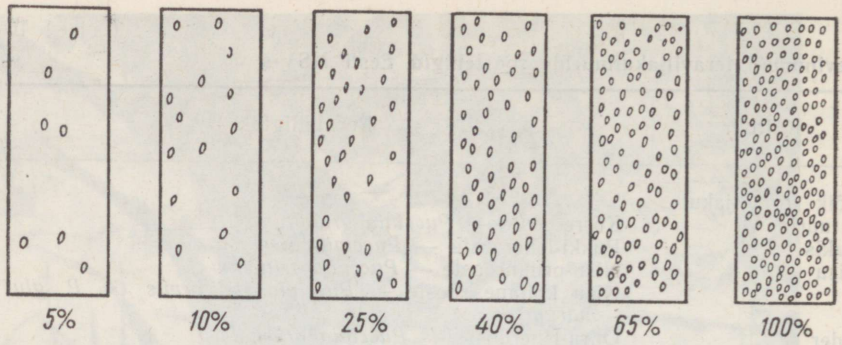
Kultuur	Roosteliigid
Kõik teraviljakultuurid	Kõrrerooste — *Puccinia graminis*
Rukis	Rukki-leherooste — *Puccinia dispersa*
Nisu	Nisu-pruunrooste — *Puccinia triticina*
	Nisu kollane rooste — *Puccinia striiformis* (= *P. glumarum*)
Oder	Odra-leherooste — *Puccinia anomala*
Kaer	Kaera-kroonrooste — *Puccinia coronifera*

J. Schröter (1879), J. Eriksson (1894), E. Stakman (1922) jt. tegid kindlaks, et roosteliigid koosnevad erinevatest füsioloogilistest rassidest, mis omakorda jagunevad biotüüpideks. Füsioloogilised rassid erinevad üksteisest niihästi agressiivsuse kui ka spetsialisatsiooni poolest üksikutele sortidele.

Teraviljapõldude aprobeerimine roostehaiguste suhtes toimub marsruutmeetodil järgmiselt. Liikudes põllul diagonaali mööda, võetakse kümnest kohast umbes 10 taime, seega kokku 100 taime. Taimedel hinnatakse lehtedel esineva roostekahjustuse astet, alustades ülemistest lehtedest ja lõpetades kuivanud alumiste lehtedega. Kõrreroostekahjustuse astet määratakse sõlmevahedel, alustades määramist samuti ülemisest sõlmevahest ja lõpetades viimasega. Lehtedel ja kõrtel määratakse roostekahjustuse astet roostepustulite järgi. Nende esinemise intensiivsus tehakse kindlaks spetsiaalsete skaalade abil. Rukki-leherooste, nisu-pruunrooste, odra-leherooste ja kaera-kroonrooste arvestamiseks kasutatakse Russakovi skaalat; kõrrerooste hindamiseks aga Melchersi ja Parkeri skaalat. Nisu kollase rooste kah-



Joonis 34. Russakovi skaala.



Joonis 35. Melchersi ja Parkeri skaala.

justust hinnatakse silma järgi lehe kümnendikes osades, mis on kaetud roostepustulitega. Kui näiteks nisu lehelabast on $^1/_{10}$ või $^2/_{10}$ kaetud roostepustulitega, siis on kahjustuse suurus vastavalt 10% ja 20%. Haiguse esinemise intensiivsust väljendatakse ka pallides.

Tabel 17

Roostekahjustuse intensiivsuse arvestus pallides ja protsentides
(K. Stepanovi ja A. Tšumakovi järgi)

Kahjustus protsentides		0	10	25	40	65	100
Kahjustus pallides	kuuepallise skaala järgi	0	1	2	3	4	5
	neljapallise skaala järgi	0	I	II		III	

Roosteliste kahjustuse suurus oleneb ökoloogilistest tingimustest, nende füsioloogiliste rasside agressiivsusest ja taimede arenemisfaasist.

Kõrrerooste (*Puccinia graminis*)

Kõrrerooste on Eesti NSV-s laialt levinud, kahjustades kõige enam rukist, tali- ja suvinisu ning kaera, vähem otra. Teraviljad kannatavad kõrrerooste all eriti Põhja- ja Lääne-Eestis, kus esineb rohkesti kukerpuid. Põhja-Eestis esineb kõrrerooste massiliselt talirukki piimküpsuse faasis. Kahjustus on seda suurem, mida varem haigus ilmub. Kui teravili nakatub tugevasti piimküpsuse faasis, siis saak hävib, sest haigetes taimedes lakkab pea varustamine vee ja toitainetega ning tera jääb kõlujaks.

Seene uredostaadium taliteraviljadel ja mitmeaastastel umbrohtudel ei talvitu ja ei etenda mingit osa haiguse arenemisel

kevadel. Kõrrerooste kevadiseks levikuallikaks on etsidiaalstaadium, mis areneb kukerpuul. L. Šestiperova (1961) andmeil ei oma kukerpuu meie tingimustes ja Leningradi oblastis teraviljade massilisel haigestumisel kõrreroostesse otsest tähtsust. Seene etsiospoorid nakatavad peamiselt looduslikke kõrrelisi, millelt kõrrerooste kandub teraviljadele. Selles protsessis kuulub eriline koht harilikule orasheinale (*Agropyron repens*). Ka Lõuna-Eestis, kus kukerpuu praktiliselt puudub, nakatuvad teraviljad suvieostega hariliku orasheina kaudu.

Kõrreroostel on terve rida erivorme, mis on spetsialiseerunud kindlatele kõrreliste liikidele. Neist on tähtsamad:

Puccinia graminis f. *secalis* — nakatab rukist ja otra;

Puccinia graminis f. *tritici* — nakatab nisu ja otra;

Puccinia graminis f. *avenae* — nakatab kaera.

Kõrreroostel on kindlaks tehtud ka rida biotüüpe, mis erinevad üksteisest nii bioloogiliselt kui ka virulentsuse ja levikuala poolest. Rukki-kõrreroostel näiteks on tuntud 14 biotüüpi, nisu-kõrreroostel 150 biotüüpi jne. Peale teraviljade parasiteerib kõrrerooste ka teistel kõrrelistel, nakatades umbes 300 liiki. Teistest kõrrelistest esineb kõrrerooste järgmistel liikidel: harilikul orasheinal (*Agropyron repens*), karjamaa-raiheinal (*Lolium perenne*), harilikul keraheinal (*Dactylis glomerata*), põldtimutil (*Phleum pratense*), mitmel rebasesabaliigil (*Alopecurus* sp.), kastikutel (*Calamagrostis* sp.), kõrgel raiheinal (*Arrhenatherum elatius*) jt.

Kõrrerooste esineb peamiselt kõrtel ja lehetuppedel, mõnikord ka sõkaldel, ohetel ja viljatelgedel, kuid harva orasel. Nakatatud taimeosadel on näha kollakasoranže roostepustuleid, mis esinevad pikemate või lühemate triipudena.

Puccinia graminis on peremeestaimede vaheldusega täistsükliline parasiit, millel areneb viis eosjärku: algeosed (0), kevadeosed (I), suvieosed (II), talieosed (III) ja kandeosed (IV). Vaheperemeestaimeks on kukerpuu. Alg- ja kevadeosed tekivad kukerpuul, suvi- ja talieosed aga kõrrelistel. Kevadel arenevad kukerpuu lehtede alumisel pinnal ja õisikul oranžid laigud kollaste karikakujuliste kevistega, lehtede ülemisel pinnal kujunevad aga välja vähemärgatavad algeoslad. Valminud kevadeosed kanduvad õhuvooludega teraviljadele ja nakatavad neid. Umbes 10 päeva hiljem tekivad teraviljade kõrtel ja lehetuppedel piklikud roostepruunid tolmavad suvieospustulid. Suvieosed on munajad, kollased, üherakulised, ogaja kestaga. Suvieosed moodustavad vegetatsiooniperioodi jooksul mitu põlvkonda, levitades massiliselt kõrreroostet. Vegetatsiooniperioodi lõpuks tekivad kõrtele ja lehetuppedele mustad kumerad talieospustulid. Talieosed on piklikud, tumepruunid või mustad, kaherakulised, siledad, paksu kestaga ja pikenenud varrekesega. Kõrreroostele on iseloomulik, et tali- ja suvieospustulite moodustamisega kaasneb taime epi-

dermise rebenemine, mis kutsub esile transpiratsiooni intensiivistumise. Talieosed talvituvad varisenud kõrtel või kõrretüügastel. Kevadel nad idanevad ja moodustavad kandeoseid. Kandeosed levivad tuulega kukerpuule ja põhjustavad sellel esinakkuse, millele järgneb alg- ja kevadeoste moodustumine. Kukerpuu etendab osa mitte ainult seene levikukoldena, vaid ka uute biotüüpide tekitajana. Viimased võivad areneda seene sugulise paljunemise tagajärjel, mis toimub kukerpuul. Uued biotüübid on suutelised nakatama varem roostekindlaid teraviljasorte. Väljaspool vaheperemeestaime kasvupiirkonda levitavad kõrreroostet kõrvalperemeestaimed — looduslikud kõrrelised, meil eriti aga harilik orashein (*Agropyron repens*).

Puccinia graminis vajab arenemiseks suurt õhuniiskust ja suhteliselt kõrget temperatuuri. Suvieosed võivad küll tekkida laiades temperatuuripiirides (2,5—31°), kuid optimaalne temperatuur on umbes 20°, mille juures seene inkubatsiooniperiood on kõige lühem — 7 päeva; 10° juures kestab see 15 päeva, 1° juures aga 70 päeva. Suvieosed on vastupidavad ka madalale temperatuurile. Haiguse massilist arengut ja levikut soodustab eelnev lumerohke talv ning soe ja tuulevaikne ilm teraviljade vegetatsiooniperioodil.

Rukki-leherooste (*Puccinia dispersa*)

Rukki-leherooste on Eestis kõikjal levinud, kahjustades peamiselt ülivaraseid külve. Tugeva esinemise korral võib leherooste rukkiorase kohati täielikult hävitada. Haigus tabab rukist kogu vegetatsiooniperioodi vältel, nakatades peamiselt lehti ja lehetuppi. Tähtsamaks eosjärguks on suvieosed. Suvieospustulid on roostepruunid või tellispunased, ümarad või piklikud ja asuvad laialipillatult lehe pinnal. Suvieosed on kerajad või ovaalsed, pruunid, üherakulised, ogaja kestaga. Paar nädalat pärast suvieoste ilmumist tekivad lehtede alumisel pinnal tumedad epidermisega kaetud talieospustulid. Talieosed on tõlvjad, helepruunid, kaherakulised ja lühikese varrekesega. Sügisel idanevad nad kandeosteks, mis nakatavad umbrohtudest vaheperemeestaimi — harilikku imikat (*Anchusa officinalis*) ja harilikku karukeelt (*Lycopsis arvensis*). Kevadeosed arenevad samal sügisel vaheperemeestaimedel ja võivad nakatada rukkiorast. Kuid vaheperemeestaimed ei etenda leherooste levikul määravat osa, sest haigus läheb koristatavalt rukkipõllult vahetult üle külvatud talirukkile. *Puccinia dispersa* talvitub mütseelina, mis järgmisel kevadel moodustab nakatamisvõimelisi suvieoseid. (Tahvel VII.)

Seene inkubatsiooniperiood on soodsates tingimustes 8 päeva, kuid liiga madala või kõrge temperatuuri juures tunduvalt pikem. Haiguse tagajärjel halveneb terade kvaliteet ja nende arv pähikus. *P. dispersa* mõju nakatatud taime füsioloogiale avaldub

transpiratsiooni intensiivistumises ja veerežiimi häiretes, mille tagajärjel lehed kuivavad ja fotosüntees enneaegu lakkab.

Odra-leherooste (*Puccinia anomala*)

Odra-leherooste ei ole Eesti NSV tingimustes eriti tähtis. Seen nakatab lehti ja lehetuppi, kus arenevad väikesed helekollased korrapäratult asetsevad suvieospustulid üherakuliste kerajate ogaja kestaga suvieostega. Haigus võib tabada ka pähikuid ja ohteid. Antud liik on spetsialiseerunud odrale ja kevadeosjärgus meil harva esinevale vaheperemeestaimele — sarik-linnupiimale (*Ornithogalum umbellatum*). Piirkondades, kus kasvatatakse taliotra, areneb leherooste ka vaheperemeestaimeta, sest nii suvieosed kui ka seeneniidistik võivad talvituda taliodral ja ädalal. Mustad epidermisega kaetud talieospustulid arenevad peamiselt lehe alumisel pinnal ja lehetuppedel. Talieosed on pruunid, ebasümmeetrilise kujuga, ühe- või kaherakulised.

Puccinia anomala on täieliku arenemistsükliga parasiit, kuid kevadeosjärgu läbimine ei ole tingimata vajalik. Inkubatsooniperioodi kestus on 7 päeva.

Nisu-pruunrooste (*Puccinia triticina*)

Nisu-pruunrooste on üks ohtlikumaid roosteliike, mille tugeva esinemise korral võib saak hävida peaaegu 100%-liselt. Eesti NSV-s tekitab see haigus ainult keskmist kahjustust, kuigi ta on laialt levinud.

Pruunrooste moodustab nisul kaks eosjärku — suvi- ja talieoseid. Nakatuvad nisu lehed ja lehetuped, kus arenevad laialipillatult pruunid ümmargused või ovaalsed tolmavad suvieospustulid. Epidermis on nende kohalt rebenenud. Hiljem tekivad suvieospustulite asemele epidermisega kaetud mustad läikivad talieospustulid. Talieosed on pruunid, tõlvjad, kaherakulised, varrekesega. Kevadeosed arenevad ängelheina (*Thalictrum*) liikidel, millel aga meie oludes tähtsust ei ole, sest *Puccinia triticina* talvitub peamiselt suvieostena või mütseelina taliviljaorastel, mis nakatusid sügisel suvieostega. Kevadel areneb talinisuorasel uus suvieoste põlvkond, mis nakatab ka suvinisu. Haigus läheb seega nisu suvivormidelt vahetult üle talivormidele ja ümberpöördult. Kõva nisu nakatub nõrgemalt kui pehme nisu. (Tahvel IX.)

Puccinia triticina on paljudest biotüüpidest koosnev populatsioon. Seene arenemine vegetatsiooniperioodil oleneb tema talvitumistingimustest ja meteoroloogilistest faktoritest, mis soodustavad taimede nakatumist. Parasiidi hea talvitumine põhjustab haiguse soodsat arengut ka siis, kui edaspidised tingimused pole kuigi head. Kui nisu-pruunroostenakkus on vara-

kevadel tugev, siis on ka pruunrooste areng, vaatamata näiteks kuivale aastale, nii tali- kui ka suviviljadel intensiivsem kui niiskel aastal. Samuti on pruunrooste arenemiseks soodsate tingimuste esinemise korral isegi tähtsusetu seene eoste hulk kevadel küllaldane, et põhjustada haiguse tugevat esinemist. Pruunrooste ilmumist võib oodata pärast soodsat talvitumist ja pärast sooja ning niiske ilma esinemist juunis ja juulis. Suur mullaniiskus teeb taimed haigusele vastuvõtlikuks. Seene suvieosed arenevad laiades temperatuuripiirides — 2,5—30°, kõige soodsam temperatuur on aga 10—12°. Inkubatsiooniperioodi amplituud on lai: 5—18 päeva, soodsates tingimustes 4—10 päeva.

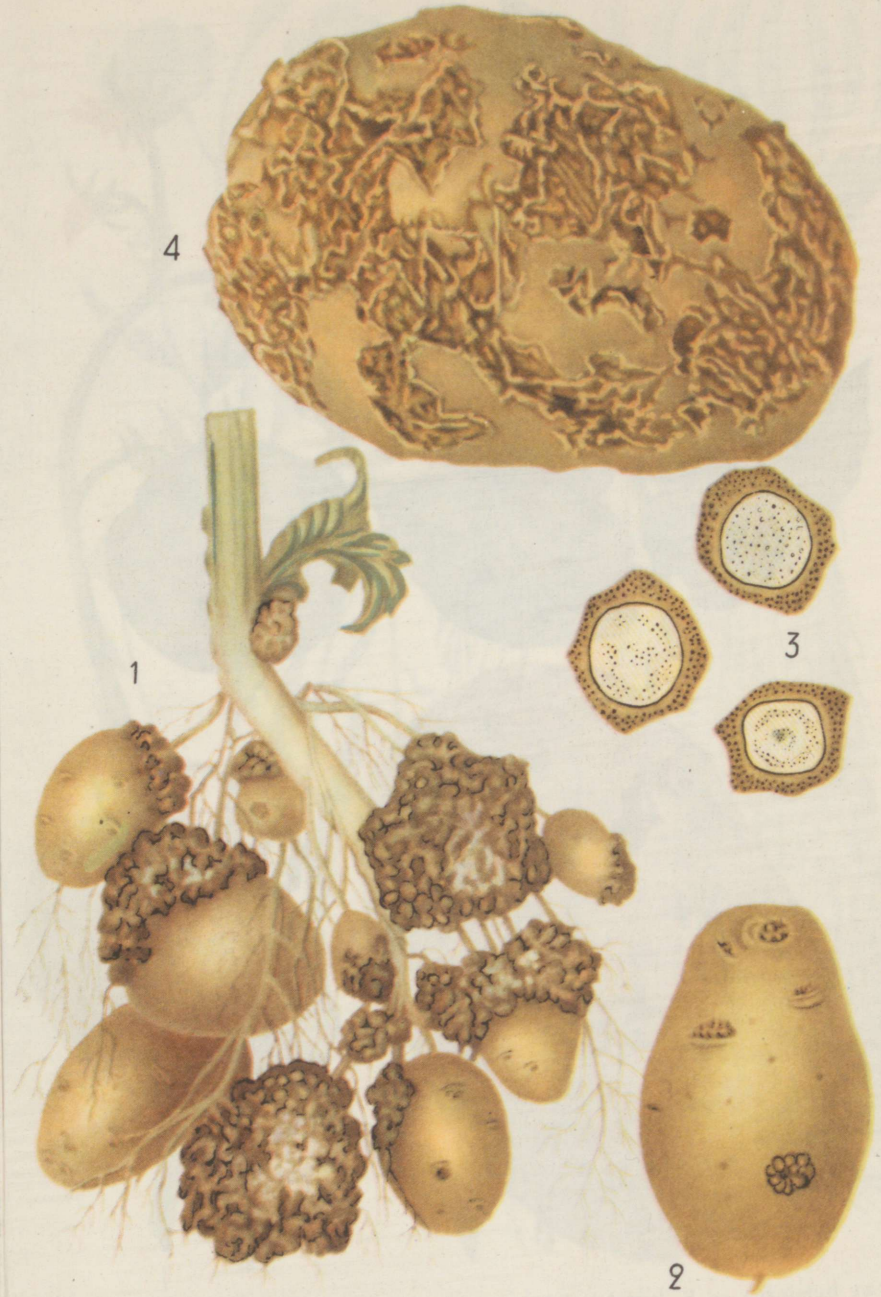
Erinevate nisusortide vahelduv külvamine samale põllule annab nisu-pruunrooste tõrjel häid tulemusi. Krasnodari krai sovhoosiagronoomi P. Karajerovi initsiatiivil külvati süstemaatiliselt iga 3—4 aasta tagant samale põllule uus nisusort. Selle võttega takistatakse *Puccinia triticina* kohanemist ühe kindla sordiga. Erinevate nisusortide vahelduvat külvi võib soovitada tõrjeks ka teiste roostehaiguste vastu.

Nisu kollane rooste (*Puccinia striiformis* [= *P. glumarum*])

Eesti NSV tingimustes ei oma see haigus erilist tähtsust, kuna tal on peamiselt koldeline iseloom. Esineb sageli koos nisu-pruunroostega. Peale nisu nakatab kollane rooste ka rukist ja otra ning mitmeid kõrreliste heintaimede liike. Kollane rooste moodustab viis iseseisvat vormi: *Puccinia striiformis* f. *tritici*, *P. striiformis* f. *secalis*, *Puccinia striiformis* f. *hordei*, *Puccinia striiformis* f. *elymi* ja *Puccinia striiformis* f. *agropyri*. Talirukki ja kõrreliste heintaimede kahjustus on küll tähtsusetu, kuid et nad on nakkusalgme reservatsiooniks, siis etendavad nad tähtsat osa kollase rooste kõrvalperemeestaimedena.

Puccinia striiformis on mittetäieliku arenemistsükliga roosteliik, millel kevadeosed puuduvad. Vaheperemeestaime ei tunta. Suvi- ja talieosed arenevad kõrrelistel.

Kollane rooste tabab nisu lehti, kõrsi, õisikuosi ja harvemini ka teri. Nakatatud taimeosadel tekivad piklikud klorootilised laigud, mis on kaetud pikiridadena asetsevate väga väikeste helevõi sidrunkollaste suvieospustulitega. Suvieosed on kerajad, erekollased, üherakulised, ogaja kestaga. Talieospustulid on epidermisega kaetud, mustad, läikivad ja asetsevad samuti pikiridadena. Eosed on tõlvjad, pruunid, kaherealised ja lühikese varrekesega. Nisu kollane rooste ilmub varakevadel, sest ta talvitub mütseelina taliviljaorasel ja areneb kuni hilissügiseni. Talvitunud orasel tekivad kevadel suvieosed, mis hiljem nakatavad nii tali- kui ka suvivilju. Suvi- ja talieosed võivad talvituda ka terades. Uuemad uurimised kinnitavad, et *Puccinia*



Tahvel XXI. **Kartulivähk:** *1* — vähikomud; *2* — vähikasved mugulal; *3* — tsüstid; *4* — kartuli harilik kärn.



Tahvel XXII. 1. **Kartuli mosaiikne keerdlehisus.**
2. **Kartuli-süvikkärn.**
3. **Tomati-viljatipumädanik.**



Tahvel XXIII. **Lina-pigirooste:** *1* — nakatatud lehed; *2* — nakatatud varred; *3* — linakiud nakatatud taimedelt.
Lina-närbumistõbi: *4* — haige taim; *5* — seene koniidid.



Tahvel XXIV. 1. **Kapsanuuter.**
Tõusmepõletik: *2* — nakatatud kapsaistik; *3* — seene koniidikandjad koniididega.

striiformis'e arenemisel nisuterades leidub seal peale suvi- ja talieoste ka seene teisi eksisteerimisvorme, nagu vegetatiivhüüfide kimpe, algelisi talieoslaid, mis kujunevad sõltumatult suvieoslatest, ning seene mütseeli tekkele eelnevaid mikrovorme — haustoreid ja mikrosoome.

Kollane rooste areneb massiliselt aastatel, mil kevad ja suve esimene pool on suhteliselt jahedad. Seene arenemise optimaalne temperatuur on 13—16°, kuid taimed on haigusele kõige vastuvõtlikumad 10—16° juures. Temperatuuri tõustes muutub nakkuse võimalus väiksemaks ja 20—25° juures kaob peaaegu täiesti. Seene massiliseks arenemiseks on vaja suurt õhuniiskust. (Tahvel XII.)

Kaera-kroonrooste (*Puccinia coronifera*)

Kaera-kroonrooste on Eesti NSV-s väga laialt levinud haigus, mis põhjustab kaerasaagi vähenemist, sõklaprotsendi suurenemist ja tera absoluutse kaalu alanemist. Saagikadu kroonrooste läbi võib olla kuni 50%, kusjuures kahjustus on suurem, kui kaer nakatub varasemates arenemisfaasides. Olenevalt ilmastikust, eriti sademeterohkusest, ning külviajast esineb kaera-kroonrooste üksikutel aastatel erineva intensiivsusega. Hilja külvatud kaer nakatub tugevamini.

Haigus esineb lehtedel, harvem ka lehetuppedel. Seene kevadeosed arenevad vaheperemeestaimel — türnpuul (*Rhamnus cathartica*) —, kust levivad kaerale. Suvieospustulid on ümmargused, oranžid, tolmavad ja asetsevad ebakorrapäraselt laialipillatult kogu lehel. Eosed on kerajad, kollased. Pustulite ümber muutub lehekude heleroheliseks ja epidermis rebeneb. Epidermise rebenemine tõstab kaera veenõudlust; suhkrusisaldus tõuseb, valgusisaldus aga väheneb tunduvalt. Talieospustulid on mustad, läikivad, epidermisega kaetud. Talieosed on pruunid, kaherakulised. Neile on iseloomulikud kroonjad väljakasved ülemise raku tipus, millest antud rooste on saanudki oma nimetuse. Talieosed säilivad ületalve kõrretüül ja põllule varisenud lehtedel. Kevadel moodustuvad idanevatest talieostest kandeosed, millest nakatub türnpuu, kus arenevad kevadeosed. Kaerale ilmub kroonrooste tavaliselt kaera õitsemise ajal, mõnel aastal aga lööbib kroonrooste alles enne kaera valmimist. Olenevalt soodsatest ilmastikutingimustest varieerub inkubatsiooniperioodi kestus suvieosjärgus 7—14 päeva ulatuses. Optimaalne temperatuur on 18—21°. Kaera vastuvõtlikkus kroonroostele sõltub suurel määral sordist. (Tahvel XIII.)

Küsimus kaera-kroonrooste tekitaja õigest nimetusest oli aastakümneid lahtine. Rida ameerika mükolooge ja fütopatolooge (M. Carleton, 1899; W. Fraser, G. Lediugham, 1931—1933 jt.) ühendasid kõik kroonrooste vormid, mis moodustavad kevadeo-

seid *Rhamnus*'e ja *Frangula* liikidel, ühe liigi, *Puccinia coronata* alla. Enamik euroopa teadlasi aga (J. Eriksson, 1897; A. Jaczewski, 1909; V. Tranšel, 1933; M. Hohrjakov, 1941 jt.) jaotasid kroonrooste vormid kaheks iseseisvaks liigiks: *Puccinia coronata* (kevadeosed *Frangula* liikidel) ja *Puccinia coronifera* (kevadeosed *Rhamnus*'e liikidel). Vaatamata nimetatud liikide sarnasele morfoloogiale, on nad erinevad oma spetsialisatsiooni poolest teatud taimedele nii haploidses kui ka diploidses faasis. Küsimuse lahendamiseks ristas A. Džanuzakov (1963) liike *Puccinia coronata* ja *P. coronifera.* Vastavad katsed näitasid, et nendevaheline ristamine ei anna tulemusi. Järelikult on *Puccinia coronata* ja *P. coronifera* puhul tegemist kahe iseseisva, oma peremeestaimedele kitsalt spetsialiseerunud liigiga.

HELMINTOSPORIOOSID

Eesti NSV-s laialt levinud, kahjustavad peamiselt otra, väiksemal määral ka rukist, nisu ja kaera.

Otra kahjustavad kolm liiki: *Helminthosporium gramineum, H. sativum* ja *H. teres.* Nimetatud liigid erinevad üksteisest nii välissümptoomide kui ka eoste morfoloogia poolest. *Helminthosporium gramineum*'i eosed on silinderjad, oliivrohekad, 3—6 vaheseinaga, 80—100 × 16—18 mikroni suurused. *H. sativum*'i eosed on käävjad, otstest ümardunud, tumeoliivrohekad, 3—6 vaheseinaga, suurus 80—100 × 30 mikronit. Liigi *H. teres* eosed on silinderjad, heleoliivrohekad, 3—6 vaheseinaga, 100—115 × × 18 mikronit. I. Randalu (1958) tegi kindlaks, et peamiseks odra-helmintosporioosi tekitajaks Eesti NSV-s on *H. sativum.* Peale odra nakatab nimetatud liik ka veel nisu, rukist ning mitmeid kõrreliste heintaimede liike. *H. gramineum* ja *H. teres* nakatavad seevastu ainult otra. Kõik Eesti NSV-s kasvatatavad odrasordid on vastuvõtlikud helmintosporioosidele.

Odra-pruunlaiksus (*Helminthosporium sativum*)

Pruunlaiksus võib põhjustada tunduvat saagikadu. Tema kahjustus seisab peamiselt tõusmepõletiku ja juuremädaniku tekitamises, mistõttu idanevad seemned ja tõusmed hävivad. Hilja külvatud odra tugeva nakkuse korral hukkub enam kui 30% tõusmeid, mis alandab tugevasti saaki. Primaarnakkuse tagajärjel taimejäätmete ja nakatatud terade kaudu ilmnevad haiguse välistunnused sageli juba tõusmetel, kusjuures haigete taimede varrealused muutuvad tumedaks, esimestele lehtedele ilmuvad mõnikord pruunid laigud. Järgmised lehed nakatuvad juba sekundaarselt koniididega, mis arenevad taimede kahjustatud osadel. Sekundaarnakkuse välissümptoomideks on lehtedele

ja lehetuppedele tekkivad ovaalse või ebakorrapärase kujuga pruunid, äärtelt heledamad laigud. Eriti intensiivselt tekib laike pärast loomist, kui seda soodustab soe ja niiske suvi. Terad nakatuvad peamiselt piim- ja vahaküpsuse järgus; seda soodustab niiske ilmastik. Kui koniidid satuvad teradele, hakkavad nad idanema ja moodustavad sõkla all püsimütseeli, mis säilitab nakatamisvõime mitu aastat. Kui sellised seemned mulda satuvad, hakkab koos idaneva seemnega arenema ka mütseel, mis nakatab noori odrataimi juba kõige varajasemas arenemisstaadiumis. Tungides noorte taimede koleoptiili, põhjustab seen nende hukkumise veel enne maapinnale tulekut või kohe pärast seda. Kergema nakkuse korral võivad taimed läbida täieliku arenemistsükli, kuid tavaliselt jäävad nad kängu, andes vähe võrseid ja väikest saaki. Juurekael ja kõrre alumine osa muutuvad sageli tumedaks ja kõrs murdub.

Helminthosporium sativum võib nakatada otra suhteliselt madala temperatuuri juures (juulikuu keskmine õhutemperatuur 17,7°, kui aga temperatuur on sellest veelgi madalam, siis haigust peaaegu ei esine). Põhiliseks levikuallikaks Eesti NSV-s on nakatatud seemnematerjal. Kui tõrjet ei tehta, võivad seemned nakatuda kuni 100%-liselt. Nakkusallikaks on ka haigete taimede jäätmed, mis talvituvad mullas.

Haigus esineb ka nisul, väiksemal määral rukkil ja kõrrelistel heintaimedel.

Odra-triiptõbi (*Helminthosporium gramineum*)

Triiptõbi esineb lehtedel ja lehetuppedel. Nakatatud lehtedel tekivad kahvatukollased, hiljem tumenevad, kitsa äärisega ümbritsetud triibud, mis ulatuvad poole lehelabani. Laikudel võib esineda mustjashall kirme. Lehelaba lõheneb triipude kohalt kitsasteks ribadeks. Haigestunud taimede pead on püstja hoiakuga. Tugeva nakkuse korral kaer ei loo. Haiguse tagajärjel väheneb assimilatsioonipind ja langeb assimilatsiooni intensiivsus, mis pidurdab taime edasist arenemist ja vähendab saaki. Nakatatud taimed jäävad kängu, terad on peenikesed, kõlujad ning nende idanevus madal.

Seene mütseel ja koniidid talvituvad terade sisemuses või nende pinnal, nakatatud taimejäätmetel ja mullas. Koniidid levivad tuulega. Sattunud terve taime pähikusse, moodustavad nad idumõigu, mis tungib terasse. Kui sellised terad külvatakse maha, hakkab seen koos idaneva teraga arenema ja põhjustab eespool kirjeldatud haiguspildi. Eriti kannatavad triiptõve all nõrgestatud taimed halvasti haritud ja puudulikult väetatud muldadel ning taimekasvule ebasoodsates ökoloogilistes tingimustes (madal mullatemperatuur, liigniiskus ja tugevasti happeline muld). (Tahvel XI.)

Odra-võrklaiksus (*Helminthosporium teres*)

Nakatatud lehtedel arenevad ovaalsed kahvatukollase ääriga laigud, millel võib näha tumehalli kirmet. Hiljem muutub laik võrkjaks, mis on antud haiguse tüüpiline tunnus, lõpuks aga ühtlaselt tumepruuniks. Odra-võrklaiksus võib põhjustada ka terade pruunistumist ja helepruunide vaevaltmärgatavate laikude tekkimist neil.

Helminthosporium teres talvitub nakatatud taimejäätmetel või teradel.

TALVITUMISHAIGUSED

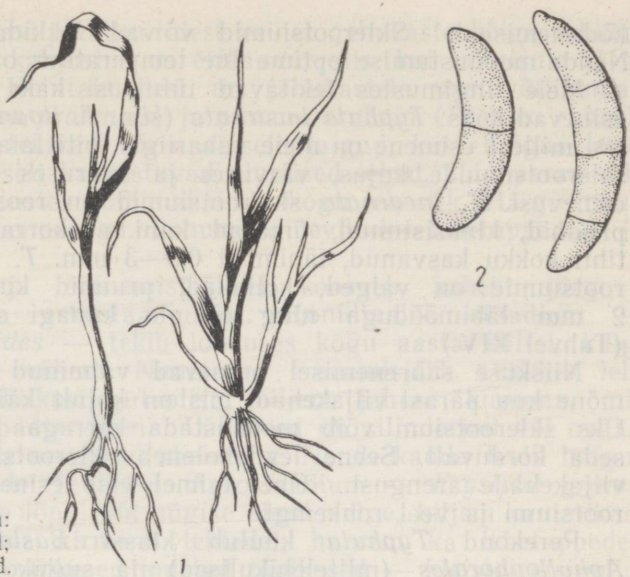
Talvitumishaiguste all mõistetakse kõikide patoloogiliste nähtuste kompleksi, mis põhjustab talvituvate taimede osalist või täielikku hävimist. Siia kuuluvad abiootiliste tegurite ebasoodne mõju ja seenhaiguste kahjustused, millest eriti viimased kutsuvad meil esile taliviljade ja heintaimede halva talvitumise. Kõige suuremaid taimede talvitumiskahjustusi tekitavad Eesti NSV-s lumiseen ja tüfuloos, tabades talirukist ja -nisu ning mitmesuguseid kultuur- ja looduslikke kõrrelisi heintaimi.

Lumiseen (*Fusarium nivale*)

Lumiseenele on eriti vastuvõtlik vara külvatud taliteravili. Haigusele on iseloomulik varakevadine avaldumine: ta esineb taliviljaorastel lume sulamise perioodil õrna halli või valkja ämblikuvõrgutaolise kirmena. Nakatatud taimed kaotavad oma rohelise värvuse. Lehtedel ja varre alusel võib näha roosakaid või punakad eoskuhilaid, mis on lumeseene tüüpiliseks välistunnuseks. Eosed on käävjad, kõverdunud, värvuseta, 1—3 ristvaheseinaga. Kahjustatud taimed hakkavad mädanema ja hävivad lõpuks. Surnud lehtedel arenevad tihti väikesed kerajad punakad viljakehad — periteetsiumid. Taimede hävimise tõttu tekivad põllul tühikud. Eriti kergesti nakatuvad lumiseenesse ebasoodsatest tingimustest nõrgestatud taimed. Vegeteerides kõdunevail taimeosadel, nakatab lumiseen järjest uusi taimi.

Haiguse esinemise intensiivsust suurendavad udud ja madal temperatuur lume sulamise ajal, sügisene lumesadu sulale maapinnale, talvised sulad ja vihmad. Kiire kevadise lumesulamise ning päikesepaistelise ja tuulise ilma juures on lumiseenekahjustus tähtsusetu.

Lumiseene tekitaja *Fusarium nivale* on fakultatiivne parasiit tugevasti väljakujunenud saprofüütsete omadustega. Tema kotteosstaadium on *Calonectria graminicola*. Peale teraviljade naka-



Joonis 36. Lumiseen:
1 — kahjustus rukkil;
2 — *F. nivale* koniidid.

tab lumiseen nurmikaid, kasteheinu, keraheinu jt. *Fusarium nivale* võib esineda isegi kartulil.

Perekonda *Fusarium* kuuluvad liigid on tüüpilised mullaasukad, neid leidub mullas alati suurel hulgal. Seetõttu on nakkusalge pidevalt olemas, seda enam, et nimetatud seened võivad saprofüütidena areneda peaaegu kogu aasta jooksul. Madal temperatuur talvel takistab küll *Fusarium*'i liikide vegetatiivset kasvu, kuid ei mõju nende koniidide ega mütseeli elujõule. Nad hukkuvad alles —20 kuni —30° või isegi veel madalama temperatuuri juures, mis esineb mullas ainult lumikatte puudumisel. Suvine temperatuur 22—25° on *Fusarium*'i liikidele optimaalne ning selle piirides arenevad ja paljunevad nad normaalselt.

Tüfuloos (*Typhula* sp. sp.)

Haigus tuleb ilmsiks varakevadel, kohe pärast lume sulamist. Nakatatud taliviljadel esineb seeneniidistik, mis on algul valge, hiljem aga hallikas. See meenutab lumiseene mütseeli, kuid on sellest tihedam ja tugevam. Kahjustatud taimed kaotavad turgori, on määrdunud, rohelise värvusega ning näivad keedetuna. Maapealne osa eraldub kergesti juurest. Soodsates temperatuuri- ja niiskusetingimustes moodustab seeneniidistik seenemügarad — sklerootsiumid. Need tekivad nii epidermise all kui ka lehe pinnal, lehetupes, varres ja juurtel, säilides seal lehe või varre

kõdunemiseni. Sklerootsiumid võivad tekkida ka maapinnal. Nende moodustumise optimaalne temperatuur on 0 kuni 5°.

Meie tingimustes tekitavad tüfuloosi kaks liiki, mis sageli esinevad koos: *Typhula incarnata* (sün. *T. itoana*) ja *T. idahoensis*, millest esimene on meie vabariigis eriti laialt levinud. Nende sklerootsiumide kujus, värvuses ja suuruses esineb tunduvaid erinevusi. *T. incarnata* sklerootsiumid on roosad või punakaspruunid, klaasistunud, ümarad kuni ebakorrapäraselt ümarad, tihti kokku kasvanud, läbimõõt 0,5—3 mm. *T. idahoensis*'e sklerootsiumid on valged, kollakad, pruunid kuni mustad, kuni 2 mm läbimõõduga ning ei ole kunagi kokku kasvanud. (Tahvel XIV.)

Niiskuse suurenemisel arenevad valminud sklerootsiumidest mõne kuu pärast viljakehad, mis on kujult käävjad või tõlvjad. Üks sklerootsium võib moodustada korraga 1—2 viljakeha ja seda korduvalt. Seene levik oleneb sklerootsiumide arvust ja viljakehade arengust. Ühel taimel võib esineda kuni 20 sklerootsiumi ja veel rohkemgi.

Perekond *Typhula* kuulub klassi *Basidiomycetes*, seltsi *Aphyllophorales* (mittelehikulised) ja sugukonda *Clavariaceae* (harikulised). *Typhula* liigid võivad E. Potatossova järgi esineda paljudel kultuurtaimedel nagu ristikul, lutsernil, linal jt., samuti umbrohtudel ning taimejäänustel. Tüfuloosikahjustus võib taliteraviljadel ja kultuur- ning looduslikel kõrrelistel olla mõnel aastal väga tugev. Haiguse levitamisel etendavad tähtsat osa just kõrrelised heintaimed, millest paljud on *Typhula* liikide peremeestaimedeks.

MUUD HAIGUSED

Kõrreliste jahukaste (*Erysiphe graminis* sp.)

Jahukaste on Eestis laialt levinud nii teraviljadel kui ka looduslikel ja kultuurkõrrelistel, tekitades tugeva esinemise puhul suurt majanduslikku kahju. Kui haigus ilmub teraviljadele pärast õitsemist, on kahjustus väiksem. Kui jahukaste tabab aga juba orast, väheneb saak tunduvalt. Jahukastel on palju spetsialiseerunud vorme, millest tähtsamad on:

Erysiphe graminis f. *tritici* — nakatab nisu,
Erysiphe graminis f. *secalis* — nakatab rukist,
Erysiphe graminis f. *avenae* — nakatab kaera,
Erysiphe graminis f. *hordei* — nakatab otra.

Peale selle on veel rida vorme, mis on spetsialiseerunud ohtetule lustele (*Bromus inermis*), keraheinale (*Dactylis glomerata*), timutile (*Phleum pratense*), karjamaa-raiheinale (*Lolium*

perenne) jt. Teraviljakultuuridest esineb jahukaste kõige rohkem nisul, kusjuures kahjustus on eriti suur siis, kui talinisule järgneb suvinisu. Heintaimedest on jahukastele vastuvõtlikumad aasnurmikas (*Poa pratensis*) ja punane aruhein (*Festuca rubra*).

Varakevadel tekivad kõrre alusele laigud, kust haigus levib lehtedele. Tavaliselt kahjustuvad alumised lehed, kuid parasiidile soodsates tingimustes võib nakatuda kogu lehestik. Haigestunud lehed kuivavad enneaegu. Jahukaste levib ka lehetuppedele ja õisikuosadele.

Haigusetekitaja arenemistsükkel koosneb kahest järgust: konidiaalsest ja askostaadiumist. Konidiaalne staadium — *Oidium monilioides* — tekib looduses kogu aasta vältel, kuigi talvel tunduvalt vähem. Nimetatud arenemisjärk avaldub lehtedel valge ämblikuvõrgutaolise, hiljem jahuse kirmena, mis esineb tihedate padjanditena. Lülieosed on silinderjad või ovaalsed, värvuseta ja arenevad ahelatena. Nende kaudu levib haigus massiliselt kevadel ja suvel. Askostaadium — *Erysiphe graminis* — tekib suve lõpul või sügise algul valge, hiljem pruunikashalli viltja tiheda kirmena lehtedel, harvem ka lehetuppedel. Kirmel esinevad väikesed mustad täpikesed — kleistoteetsiumid. Viimased on kerajad, helepruunide lihtsate ripikutega ja esinevad rühmiti. Kleistoteetsiumis tekivad arvukad askused, igaüks 8 askospooriga. Askospoorid on elliptilised, üherakulised.

Koniidide tekket soodustab kõrge temperatuur koos madala relatiivse õhuniiskusega. Haigus levib seetõttu massiliselt kuivade ilmade vaheldumise korral lühiajaliste sademetega või udu ja kastega. Ka peremeestaimede ebaõige toitumisrežiim võib soodustada nende haigestumist. Eriti tugevasti nakatuvad jahukastesse lämmastikuga üleväetatud taimed.

Seene arenemine oleneb meteoroloogilistest tingimustest. Jaheda suve korral ei suuda ta läbida täielikku arenemistsüklit; vahel askospoorid ei valmi askustes ja seen talvitub mütseelina. Soodsate ilmastikutingimustega aastail aga läbib seen täieliku arenemistsükli askospooride moodustamise ja valmimisega; seen talvitub sel juhul koristusjäätmetel kleistoteetsiumidena. Haigestunud talivilja põldudelt võib nakkus sügisel edasi kanduda taliviljaorasele, kus seen ei läbi enam täielikku arenemistsüklit, vaid talvitub mütseelina. Seetõttu on taliviljad suviviljadele jahukaste esinakkuse koldeks. (Tahvel XV.)

Tungaltera (*Claviceps purpurea*)

Tungaltera on Eesti NSV-s laialt levinud haigus, mis nakatab teravilju ja kõrrelisi heintaimi. Esimestest on sagedamini tabatud rukis ja oder, vähem nisu ja kaer.

Nakatatud viljapeades tekivad seemnete asemel võrdlemisi suured tihedad tumevioletsed või peaaegu mustad sarvetaolised

seenemügarad ehk sklerootsiumid, mis sisaldavad mürgiseid aineid, näiteks alkaloidi ergotiini jt. Vilja koristamisel või ka juba varem varisevad sklerootsiumid mullapinnale ja jäävad mulda talvituma. Osa neist jääb aga teravilja hulka ja satub külviga uuesti mulda. Talvitunud sklerootsium idaneb kevadel mullas, moodustades 5—20 lillakat, pikkadel varrekestel asuvat stroomat. Stroomas arenevad periteetsiumid askustega, igas askuses 8 askospoori. Valminud askospoorid levivad tuulega õitele ning moodustavad seal mütseeli, mis tungib pähikusse. Nakatatud pähikul areneb seene konidiaalne staadium *Sphacelia segetum* — lühikeste eoskandjate ja elliptiliste värvitute koniidide näol. Sealjuures eritab seen magusat kleepuvat mahla, nn. mesikastet. Putukad, toitudes mesikastest, kannavad koniidid haigetelt taimedelt tervetele, põhjustades seene massilist levikut. Haiguse arengut soodustab pilvine ja vihmane ilm. (Tahvel VIII.)

Tungaltera on oma mürgisuse tõttu väga ohtlik. Jahu, mis sisaldab tungaltera, on kahjulik inimestele ja loomadele. Toiduteraviljas ei tohi tungaltera üldse esineda. Tungalteramürgistuse ehk ergotismi korral esinevad krambid, peapööritus ja oksendamine. Mürgistus võib lõppeda surmaga.

Tungaltera ei ole kindlalt spetsialiseerunud, vaid läheb üle teraviljadelt kõrrelistele heintaimedele ja ümberpöördult. Rukkitungaltera võib üle minna nisule, odrale, orasheinale, rebasesabale, maarjaheinale, väriheinale, lustetele, kastikutele, keraheinale, aruheinale, nurmikatele jt.

JUUREMÄDANIKUD

tekitavad teraviljadele ja kõrrelistele heintaimedele väga suurt kahjustust. Nad on Eesti NSV-s ulatuslikult levinud. Haigusetekitajad asuvad taime juurtes või risosfääris. Juuremädanike välistunnusteks on taimede kängumine, lamandumine, valgekõrrelisus ja -pähiksus ning lehetippude kuivamine. Kahjustatud taimed hävivad juba enne loomist, õitsemise ajal või enne seemnete valmimist. Selle tagajärjel saak kas äpardub täielikult või saadakse ainult kõluteri. Tähtsamad juuremädanike tekitajad meie tingimustes on *Ophiobolus graminis*, *Fusarium* sp., *Cercosporella herpotrichoides*, *Helminthosporium sativum* (vt. *helmintosporioosid*) jt.

Kõrreliste juuremädanik (*Ophiobolus graminis*)

Eesti NSV-s esineb nimetatud haigus peamiselt nisul, kuid see kahjustab ka rukist, otra ja paljusid kõrreliste heintaimede liike. Üldse parasiteerib *Ophiobolus graminis* umbes 150 kõrreliste liigil. Nakkuskolletena on väga tähtsad orasheinad, kasteheinad jt.

Kõrrelised võivad nakatuda kõikides arenemisfaasides. Haigus kahjustab juba sügisel taliteravilja idandeid ja avaldub kogu vegetatsiooniperioodi vältel produktiivkõrte väljasuremises. Seen nakatab taime juurestikku, moodustades seal pruunikaid nekrootilisi laike, ning tungib kõrre alusesse. Hiljem juured mädanevad ja surevad. Kõrre alus muutub mustaks. Nakatatud taimede lehed kolletavad ja kuivavad. Enne loomist tekib esimese lehetupe all massiliselt seeneniidistikku ja viljakehi — periteetsiume. Periteetsiumid on siledad, peaaegu kerajad, neis areneb rohkesti pikliktõlvjaid eoskotte, milles asuvad niitjad hüaliinsed kotteosed.

Kõrreliste juuremädanikukahjustuse tagajärjel väheneb tunduvalt produktiivkõrte arv. Kuna juurte mädanemise tagajärjel lakkab pea varustamine vee ja toitainetega, jäävad terad kõlujaks ja peeneks või ei moodustu üldse. Kõrre ja pea pikkus väheneb, mis samuti alandab saaki.

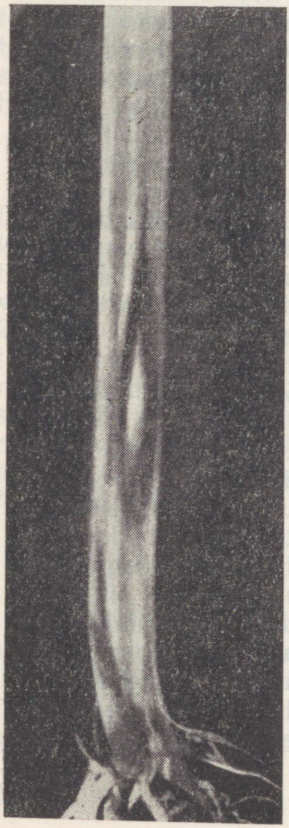
Ophiobolus graminis levib mullas mütseelina. Seen on väga nõudlik niiskuse ja temperatuuri suhtes. Mütseeli kõige intensiivsem kasv toimub 19—28° ja kõige tugevam nakkus 60—80%-lise mullaniiskuse juures. Seene arenemiseks on seepärast soodsad madala reljeefiga alad, samuti suhteliselt jahe sademeterohke kevad ja suvi. (Tahvel XII.)

Haigusetekitaja säilib mullas taimejäätmetel. Säilivuse kestus oleneb suurel määral mulla mikrofloorast, sest paljud mullaasukad on talle antagonistideks, näiteks mitmed *Trichoderma*, *Cladosporium*'i, *Penicillium*'i jt. liigid. Antagonistliku mikrofloora arengut mullas on võimalik soodustada agrotehniliste võtete ja õige külvikorraga. Kõrreliste juuremädanikukahjustust saab vähendada ka ratsionaalse väetamisega. Eriti efektiivne on lämmastikväetiste andmine koos fosfor- ja kaaliumväetiste ning sõnnikuga. Külvikorras tuleb vältida juuremädanikule vastuvõtlike kõrreliste (nisu, oder, rukis) pidevat kasvatamist. Parimaks vahekultuuriks on kaer. Ka liblikõieliste, eriti aga lutserni kasvatamine vabastab mulda nakkusalgmest.

Silmlaiksus (*Cercosporella herpotrichoides*)

Silmlaiksus võib tekitada teraviljadele küllaltki suurt kahju, eriti niiske suve ja sügise korral. Haiguse välistunnusena tekivad kõrre esimesel sõlmevahel kuni 2,2 cm pikkused elliptilised heledad hallikaspruunide ääristega laigud. Tihti võivad tekkida ka niivõrd suured laigud, et need ümbritsevad peaaegu kogu kõrt, arenedes alguses lehetuppedel, hiljem aga, loomise, õitsemise või piimküpsuse faasis, kõrtel. Nakatatud kõrred mädanevad laigu kohalt ja murduvad; juured mädanevad. Taimede varustamine toitainete ja veega katkeb ning kõrs ja pea muutuvad valgeks. Terad jäävad peeneks või ei arene üldse. Kõrte murdumise tagajärjel ilmuvad põllul lamandunud taimede kolded. Silmlaik-





Joonis 37. Kõrreliste silmlaiksus: *1* — kõrremurdumine kaeral; *2* — silmlaiksus kõrrel.

susele on iseloomulik see, et kõrred lamanduvad mitmes suunas, tuule- ja vihmakahjustuse tagajärjel aga lamanduvad nad ainult ühes suunas. Kõrres, mõnikord ka laigul areneb hallikas seeneniidistik lihtsate, harvem hargnenud lühikeste eoskandjatega, mis väljuvad kimpudena lehe alumisel pinnal. Eoskandjate tipul asuvad kas ühekaupa või kimbukesena seene eosed. Eosed on pikad, sirged või kõverdunud, peened, hüaliinsed, 4—8 vaheseinaga.

Cercosporella herpotrichoides kuulub rühma *Deuteromycetes*, teisseltsi *Moniliales*. Seene arenemiseks soodne temperatuur on 3—13°. Nimetatud temperatuuril tekivad kõrreliste pinnal sügisel, talvel või kevadel eosed. Eosed levivad õhu ja vihmapritsmete kaudu ning mullas, kutsudes esile kõrreliste primaarnakkuse. Taimed nakatuvad sügisel või kevadel, kusjuures sügisel nakatunud talivili kannatab rohkem talvekahjustuse all. Seen võib püsida mullas elujõulisena mitu aastat. Silmlaiksuse tagajärjel murdunud kõrsi võib sageli ära segada viljasääsekahjustusega. Erinevus seisab aga selles, et viimasel juhul leidub murdekohas sõlme läheduses lehetupe all roosakaskollane, hiljem valge viljasääsevastne või pruun linaseemnekujuline ebakookon.

Peale teraviljade parasiteerib *Cercosporella herpotrichoides* ka paljudel kõrrelistel heintaimedel, nagu orasheintel, kasteheintel, kastevartel, lustetel jt.

Punakastetõved (*Fusarium* sp.)

Punakastetõved põhjustavad juurte ja juurekaela pruunistumist ja kõdunemist, kusjuures juurtelähedane kõrreosa kattub roosaka kirmega. Produktiivkõrred hävivad. Tekib valgekõrrelisus ja valgepähiksus. Kogu vegetatsiooniperioodi vältel võivad nakatuda ka terad. Seente lülieosed, sattunud putukate abil või tuulega viljapähikusse, nakatavad valmivaid teri. Haigus levib nakatatud seemnetega, taimejäänustega ja mulla kaudu.

Punakastetõbede tekitajaiks on paljud *Fusarium*'i liigid, nagu *Fusarium avenaceum*, *F. culmorum*, *F. herbarum*, *F. falcatum* jt.

HELELAIKSUSED

Nisu-helelaiksus (*Septoria nodorum* [= *S. glumarum*, *Diplodia nodorum*])

Olenevalt meteoroloogilistest tingimustest võib nisu nakatuda helelaiksusse 60—100%-liselt. Haigus tabab kõigepealt koleoptiili, kust ta läheb üle lehtedele. Sealt levib nakkus kõrtele, kõrresõlmedele ja õisikule. Kahjustatud taimeosadele ilmuvad pruunid, pikapeale heledaks muutuvad laigud, millel tekivad mustad vilja-

kehad — pükniidid. Kõige ohtlikum on õisikute nakatumine. Neil tekivad pruunid täpid, mis muudavad õisikud kirjuks, tugeva nakkuse korral pruuniks. Teradel arenevad kollakaspruunid ebaselgelt piiritletud, erineva kuju ja suurusega laigud. Seen võib tungida ka tera sisemusse. Varajase nakkuse korral jääb tera kõlujaks või ei arene üldse.

Nisu on helelaiksusele eriti vastuvõtlik pealoomise ja õitsemise faasis. Järgmistes arenemisfaasides nakkuse intensiivsus väheneb. Vahaküpsuse järgus on nisu helelaiksusele resistentne.

Septoria nodorum moodustab kaht tüüpi eoseid: suvi- ja sügiseoseid. Suvieosed idanevad suvel 2—3 tundi pärast pükniidist väljapaiskumist; sügiseosed idanevad alles pärast puhkeperioodi, s. t. kevadel. Morfoloogiliselt on nimetatud eosed ühesugused: pikliksilinderjad, kergelt kõverdunud, hüaliinsed, 3 vaheseinaga, 18—32 × 2—4 μ suurused.

Haiguse areng ja levik sõltuvad peamiselt meteoroloogilistest tingimustest. Suure õhuniiskuse ja 18—24°-se temperatuuri esinemisel võib haigus nisu vastuvõtlike arenemisfaaside ajal laialt levida. Niiskusepuuduse korral haigus ei arene. Nisu-helelaiksusekahjustust soodustavad ka suured lämmastikväetiste annused. Haigus kandub edasi külvisega, nakatatud taimejäänustega ja mulla kaudu. *Septoria nodorum* nakatab peale nisu veel rukist, kaera, otra ja kõrrelisi heintaimi.

Helelaiksust võib põhjustada ka liik *Septoria tritici*.

Kaera-helelaiksus (*Septoria avenae*)

Nakatatud taimede lehtede roodude vahele tekivad piklikud või ümarad kollased või pruunikashallid, hiljem kahvatuks muutuvad laigud, mis tunduvalt vähendavad taime assimileerivat pinda. Laikudel võib täheldada musti täpikesi — seene pükniide, mis on täidetud hüaliinsete silinderjate 2—4 vaheseinaga varustatud eostega. Haigus levib eoste kaudu. Tugeva nakkuse korral võib kaerasaak tunduvalt väheneda.

TERAVILJAKULTUURIDE HAIGUSTE TÕRJE

Väga oluline on õige järjestus külvikorras. Taliteravilju külvatakse kesa (kultuuridega või haljasväetiskesa) ja põldheina järel. Suviteraviljadele on parimateks eelviljadeks põldheinad, kaunviljad, sõnnikut saanud rühvelviljad ja taliteraviljad. Juuremädaniku- ja silmlaiksusekahjustuse vältimiseks jälgida, et tali- või suvinisu ei järgneks rotatsioonis vähemalt 2—3 aasta vältel nisule või odrale. Võimaluse korral mitte kasvatada kõrvuti tali- ja suviteravilju, sest paljud haigused (roosted, jahukaste) levivad taliteraviljadelt suviteraviljadele. Nisu- ja odra-lendnõe

nakkuse vältimiseks rajada seemnepõllud 300 m eemale tootmispõldudest. Maisi võib kasvatada ühel ja samal põllul mitu aastat järjest. Kui ta asub aga külvikorras, siis sobivad talle eelviljadeks orgaanilist väetist saanud taliteraviljad ja rühvelkultuurid. Pahknõe ja teiste haiguste esinemisel tuleb maisi kindlasti kasvatada külvikorras.

Mulda tuleb harida ja väetada nõuetekohaselt. Kesa harimine oleneb kesa tüübist ja seal kasvatatavast kultuurist. Kui mustkesa järgneb suviteraviljadele, teha kõrrekoorimine vahetult pärast suviteraviljade koristamist. 2—3 nädalat pärast kõrrekoorimist künda põld eelkoorijatega varustatud adraga. Kevadel mulda libistada ja äestada. Juunis vedada põllule sõnnikut ja külvata fosfor- ja kaaliumväetist. Sõnnik vähendab suvi- ja talinisu nõenakkust umbes kaks korda, sest sõnnikuga satub mulda rikkalik antagonistlik mikrofloora, mis hävitab kõvanõe eosed mullas. Väetiste sissekünniga hävivad ka umbrohud. Järgmisel kevadel viia läbi taliviljaoraste pealtväetamine lämmastik- ning kaalium- ja fosforväetistega. Kaalium- ja fosforväetised tõstavad tunduvalt teraviljade vastupidavust lumiseenele, roostetele ja jahukastele. Samuti läbi viia kevadine taliviljaoraste äestamine mulla pindmise kihi paremaks õhustamiseks, mis vähendab taliviljade nakatumist lumiseenesse, juuremädanikku ja silmlaiksusse. Kuna lumiseene arengut soodustab lume aeglane sulamine, on soovitatav seda protsessi põllul kiirendada, külvates kevadel lumele peenestatud turvast.

Suviteraviljade puhul on eriti tähtis sügiskünd, millega säilitatakse mullas niiskust, hävitatakse nakkusalget ja umbrohtusid. Suviteraviljapõldudel on oluline ka külvi- või idanemisjärgne rullimine.

Üheks tähtsaks haiguste leviku piiramise abinõuks on süstemaatilise umbrohutõrje läbiviimine. Kõrrelised umbrohud levitavad tüfuloosi, silmlaiksust, juuremädanikku, tungaltera, roosteid jt. ning on seetõttu ohtlikuks nakkuskoldeks teraviljakultuuridele. Seepärast on vaja võsastunud ääremaad likvideerida ja põldude ümbrus viia kultuurseisundisse. Hävitada harilikku kukerpuud põldude lähedalt 2,4,5-T või 2,4,5-T ja 2,4-D butüülestrite segu 2—3%-lise lahusega diisliõlis. Pritsida kukerpuu võrseid (50—80 cm kõrguseni) ja mullast väljaulatuvaid juuri. Pritsida võib aastaringselt.

Kasutada külviks ainult kvaliteetset sordiseemet, mis on saadud suuresaagiliselt seemnepõllult ja mis on konditsionaalse idanevusega. Seemned hoolikalt külviks ette valmistada: puhastada, sorteerida, soojendada ja õhustada. Lendnõest saastunud nisu- ja odrakülvise puhul kasutada ühefaasilist kuumvesipuhtimist. Puhtida külvist mürkkemikaalidega. Preparaatide kulunormid on järgmised:

Preparaat	Kulunorm g/ts	Kultuurid
Granosaan	100—200	rukis, nisu, mais, oder, kaer
Merkuraan	150	rukis, nisu, oder
	200	kaer, mais
TMTD	200	rukis, nisu
	300	oder
	400	kaer, mais
Heksakloorbensool	200—300	rukis, nisu, oder, kaer
AB	200—300	rukis, nisu

Normaalse niiskusesisaldusega seemneid võib puhtida 1—3 kuud, niiskemaid aga 3 päeva enne külvamist.

Üheaegselt seemnete puhtimisega töödelda neid ka mikroelementidega. Samuti töödelda seemneid bakterpreparaatidega. Bakterpreparaatidest võib fosforbakteriiniga töödelda 5 päeva enne külvi ja azotobakteriiniga vahetult enne külvi. Sealjuures tuleb meeles pidada, et fosforbakteriiniga võib töödelda 2—3 päeva pärast puhtimist, azotobakteriiniga aga tohib töödelda ainult neid seemnepartiisid, mis on puhitud 2—3 nädalat enne külvi.

Maisi-pahknõe tunnuste ilmnemisel pritsida maisipõldu kaks korda 2%-lise TMTD-suspensiooniga: esimest korda enne loomist ja teist korda pärast loomist.

Tähtis on ka optimaalsete külviaegade õige valik. Suviteraviljade (nisu, odra) varajased külvid nakatuvad vähem roostesse ja jahukastesse. Õigel ajal külvatud taliteraviljad kannatavad tunduvalt vähem nõgihaiguste all. Valida õige külvitihedus. Vältida tuleb niihästi liiga tihedaid kui ka liiga hõredaid külve. Kõige sobivamad on 12-sentimeetrised reavahed.

Luua taimedele head kasvutingimused vastavate hooldusvõtetega. Soovitatav on rukist täiendavalt kunstlikult tolmeldada üks kord rukki kõige intensiivsema õitsemise ajal. See parandab seemnete pärilikke omadusi ja tõstab nende resistentsust lumiseene vastu, suureneb ka rukki terasaak.

Teraviljad tuleb õigeaegselt koristada, et vältida seemnete varisemist ja idanemist, mis soodustab paljude haiguste, nagu tungaltera, roostete, jahukaste jt. levikut järgmisel aastal.

KÕRRELISTE JA LIBLIKÕIELISTE HEINTAIMEDE HAIGUSED

Heintaimedel esineb palju haigusi, mida põhjustavad peamiselt seened, liblikõielistel heintaimedel ka õisparasiidid. Haigused vähendavad haljasmassisaaki ning alandavad seemnete ja heina kvaliteeti, tekitades sellega peaaegu igal aastal küllaltki suurt majanduslikku kahju. Nõgi-, rooste- ja jahukastehaigustesse nakatunud heintaimede kasutamine söödaks nii värskelt kui ka kuivatatult võib mõnikord loomadel esile kutsuda raske mürgistuse — mükotoksikoosi.

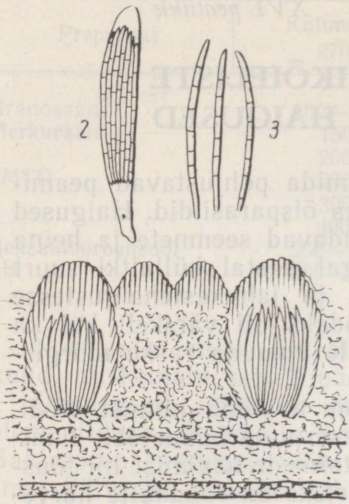
Söödataimede haiguste kahjulik mõju avaldub mitmel viisil. Sellised haigused nagu ristikuvähk, lutserni-närbumistõbi, lumiseen jt. põhjustavad mitmeaastaste heintaimede hävimist nii tõusmete järgus kui ka hiljem, mille tagajärjeks on rohukatte harvenemine, umbrohtude tekkimine tühikutele ja vastava kultuuri väärtusetuks muutumine. Teised haigused kahjustavad taimede maapealseid rohelisi osi — lehti ja varsi — ning avalduvad pustulite, kirmete, laiksuste või haavandite näol, halvendades heina ja seemnete kvaliteeti.

Kõrreliste heintaimede haigusi on Eesti NSV-s esmakordselt põhjalikult uurinud K. Kask (1957) ja J. Sarv (1958). Meil esinevatel kõrreliste heintaimede liikidel on kindlaks tehtud umbes 180 seenhaigust.

Kõrrelistel heintaimedel on Eesti NSV-s laialt levinud needsamad haigused mis teraviljakultuuridelgi: roosted, eriti kõrre- ja kroonrooste, jahukaste, tungaltera, pruunlaiksus, lumiseen- tüfuloos, juuremädanik, silmlaiksus, helelaiksus jt., mistõttu kõrrelised heintaimed on teraviljakultuuridele ohtlikuks nakkuskoldeks. Peale selle kahjustavad meie kõrrelisi heintaimi valgetäpilisus, tõlvtõbi, harmlaiksus, musttäpptõbi jt.

Kõrreliste valgetäpilisus (*Mastigosporium* sp.)

Haigus kahjustab paljusid kõrreliste heintaimede liike, kuid peamiselt aasrebasesaba ja keraheina. Meie oludes tekitavad valgetäpilisust kaks liiki: *Mastigosporium album* ja *M. calvum*. *M. album*'i nakkuse tagajärjel tekivad lehe pinnal väikesed ovaalsed tumepruunid või violetjad laigud (täpid). Nende keskel asuvad valge kirmena eoste kogumikud. Eosed on käävjad, hüaliinsed, 3—5 vaheseinaga, tipus 1—2 tipmise ja ühe külgmise harjasega. Tugeva nakkuse korral võib hävida suur osa lehtede pinnast. *M. calvum*'i poolt tekitatud täpid on piklikud, tumepunased. Eosed on ovaalsed, kolme vaheseinaga ja ilma harjasteta.



Joonis 38. Kõrreliste tõlvtõbi: *1* — läbilõige seene stroomast periteetsiumidega; *2* — askus askospooridega; *3* — askospoorid.

Kõrreliste tõlvtõbi (*Epichloë typhina*)

Tõlvtõbi on Eesti NSV-s üks ohtlikumaid haigusi keraheina ja timuti seemnepõldudel.

Kahjustus avaldub noore kõrre ülemises osas valkja, hiljem pruuniks muutuva kattena, mis meenutab tõlvjat tuppe. Haigestunud taimed ei moodusta generatiivorganeid. Seen *Epichloë typhina* areneb difuusse mütseelina kogu taimes. Nakatatud taimed jäävad nakkuskolleteks mitmeks aastaks, vähendades seega pidevalt seemnesaaki. (Tahvel XVI.)

Kõrreliste harmlaiksus (*Scolecotrichum graminis*)

Haigus on Eesti NSV-s massiliselt levinud, kahjustades kõrrelisi aprillist kuni oktoobrini.

Harmlaiksus nakatab paljusid kõrreliste liike, nagu rebasesaba, maarjaheina, kõrget raiheina, lusteid, keraheina, saluheina, timutit ja nurmikat ning teraviljadest rukist, nisu, kaera.

Kahjustatud lehtedele ilmuvad piklikud kollakaspruunid laigud, mis liitudes moodustavad triipe. Triipudel asuvad pikiridadena mustad täpikesed — seene koniidikandjad ja koniidid. Seene mütseel areneb peremeestaime kudedes. Meie tingimustes kannatab harmlaiksuse all kõige rohkem põldtimut.

Kõrreliste mügartõbi (*Sclerotium rhizodes*)

Väline haiguspilt meenutab külmakahjustust. Nakatatud taime juurestik mädaneb, kevadel on haiged taimed kidurad, muutuvad kollaseks või pruuniks. Tüüpiliseks välistunnuseks on lehetippude kuivamine ja rullumine niitjaks moodustiseks. Keskvõrse kasvab edasi, kusjuures lehetipud jäävad uute lehtede labadesse. Kuna leht küll edasi kasvab, kuid seotud tippu vabastada ei suuda, tekivad kõrrel aasad. Taimevõrsed jäävad madalaks, ei loo ja surevad lõpuks juurte mädanemise tagajärjel. Kevadel tekib taimedel tihe valkjas hallituskirme, millel arenevad ümmargused, algul valged, hiljem tumedaks muutuvad seene sklerootsiumid. Sklerootsiumid tekivad maist kuni augustini ja asetsevad ridadena rullunud lehtede välisserval.

Haigusetekitaja *Sclerotium rhizodes* kuulub rühma *Deuteromycetes*, teisseltsi *Mycelia sterilia*. Mügartõbi esineb peaaegu kõikidel kõrreliste heintaimede liikidel.

Kõrreliste musttäpptõbi (*Phyllachora graminis*)

Haiguse tunnuseks on suve teisel poolel lehtedele ilmuvad piklikud läikivad mustad laigud, mis kokku valgudes haaravad sageli kogu lehe pinna. Musttäpptõbi kahjustab peamiselt orasheinaliike ja kasteheinu.

KÕRRELISTEL ELUNEVAD ÕISTAIMEDEST POOLPARASIIDID

Kõrrelisi heintaimi kahjustavad ka õistaimedest poolparasiidid. Nendest on tähtsamad silmarohud (*Euphrasia* sp.), soo-kuuskjalg (*Pedicularis palustris*), robirohud (*Rhinanthus major* ja *Rh. minor*) ning harilik kamaras (*Odontites serotina*). Nimetatud poolparasiitidel on nõrgalt arenenud, iminappadega varustatud juured. Iminappadega poolparasiidid imevad end peremeestaimede juurte külge, võttes neist vett ja vees lahustunud mineraalsooli. Poolparasiitide kahjustuse tagajärjel väheneb tunduvalt kõrreliste heintaimede saak.

KÕRRELISTE HEINTAIMEDE HAIGUSTE TÕRJE

Külvise tervendamise eesmärgil puhastada seemned tungalterast. Puhtida kõrreliste heintaimede seemet granosaaniga, arvestades 1 g/kg, või TMTD-ga, arvestades 5 g/kg.

Külvata kõrrelisi heintaimi segus, mis tõstab nende vastupidavust haigustele.

Vanematel rohukamaratel põletada varakevadel kulu, et hävitada taimejäänuseid, millel talvituvad mitmesugused haigusetekitajad.

Kasutada seemne saamiseks nooremaid rohukamaraid, sest need on haigustest tunduvalt vähem tabandunud kui vanemad rohukamarad.

Anda heintaimedele kaalium-, fosfor- või täismineraalväetisi, et tõsta nende haiguskindlust.

Viia läbi umbrohutõrjet, sest umbrohtudelt levivad haigused heintaimedele.

Niita hilissügisel nakatunud ädal.

Koristada heintaimed õigeaegselt ja kuivatada ning säilitada neid agrotehniliste nõuete kohaselt. Sellega takistatakse juba enne koristamist taimedele sattunud parasiit- ja saprofüütseente edasiarenemist ja paljunemist heinas. Heina kvaliteedi säilitamise seisukohast on see väga tähtis, sest haigusetekitajad seened annavad heinale spetsiifilise maitse ja lõhna, peale selle kiirendavad nad heina riknemist ning muudavad heina mõnel juhul isegi mürgiseks. Kui hein laotakse kuhjadesse ja panipaikadesse niiskelt, on soovitatav lisada 100 kg heina kohta 5 kg keedusoola ja jaotada see korrapäraselt laiali. See lihtne võte takistab paljude seente arenemist heinal ja aitab säilitada viimase kvaliteeti.

Lautades ei soovitata kasutada loomadele allapanuks õlgi, mis on nakatatud seenhaiguste poolt.

Soovitatav on pesta sõimi aeg-ajalt 2—4%-lise naatrium- või kaaliumleelisega või 5%-lise kuuma kaustilise sooda lahusega. Nende puudumisel võib sõimi pesta ka keeva veega. Sellega hävitatakse nakkusalge, mis võis heinaga sõime sattuda, ja väldi-takse loomade kahjustamist.

Tähtsamaks tõrjeabinõuks õistaimedest poolparasiitide vastu on heina niitmine enne poolparasiitide seemnete moodustumist ja karjamaade kultuuristamine.

Ristikuvähk (*Sclerotinia trifoliorum*)

Ristikuvähk on üks ohtlikumaid ristikuhaigusi, mis tabab peamiselt esimese kasutusaasta ristikut. Teise ja kolmanda kasutusaasta ristikul esineb harvemini. Kahjustuse suurus oleneb peamiselt meteoroloogilistest tingimustest.

Augustist oktoobrini esinevad ristiku lehtedel üksikud pruunid laigud. Niiske ilmaga areneb nakatatud taimedel mütseel, mis hävitab üksikuid lehe- ja varreosi. Eriti tugevasti avaldub haigus järgmisel kevadel. Pärast lume sulamist on ristikuvähist kahjustatud taimed muutunud üleni pruuniks ja näivad olevat mullast välja kerkinud. Taim eraldub kergesti mullast, sest juur on juurekaelast läbi mädanenud. Juurekaelal ja seda ümbritsevas mullas võib leida hernesuurusi seenemügaraid. Sklerootsiumid on

ümarad või piklikud, mustad, seest valged, 3—12 mm pikad, läbimõõt 4,5—8 mm. Sklerootsiumid on ristikuvähi iseloomulik tunnus. Neil moodustuvad suve jooksul apoteetsiumid, kus valmivad askospoorid. Askospoorid kantakse tuulega ristiku lehtedele. Idanedes seal, kutsuvad nad esile nakkuse. Sklerootsiumid võivad püsida mullas eluvõimelistena 2—3 aastat. Viimase aja uurimised on näidanud, et seene mütseel võib talvituda ka mullas taimejäänustel ja kevadel nakatada naabruses olevaid terveid taimi. (Tahvel XVI.)

Ristikuvähi levik oleneb ilmastikust. Niisked ja soojad sügisilmad, samuti suur mullaniiskus soodustavad haiguse levikut eriti. Kui sellele järgneb pehme talv, jätkub seene hävitustöö ka talvel ning kevadeks on ristik hävitatud.

Ristikuvähk nakatab kõiki ristikuliike, eriti punast ristikut, samuti teisi liblikõielisi kultuure ja paljusid umbrohte (piimohakat, teelehti, vesiheina jt.). Kõige rohkem nakatuvad ristikupõllud, kus ristikut kasvatatakse väikeste vaheaegade (3—4 aasta) järel. Haigust esineb üldiselt rohkem ristiku puhaskultuuris kui ristiku ja kõrreliste segudes.

Ristiku-musttäpptõbi (*Polythrincium trifolii*)

Musttäpptõbi on Eesti NSV-s nii punasel kui ka roosal ristikul massiliselt levinud.

Haiguse tunnuseks on kollased laialivalgunud laigud ristiku lehtedel. Lehtede alumisel pinnal võib leida musti koniidikandjate kimpe, mille tipus asuvad ühe vaheseinaga koniidid. Parasiidi mütseeli arenemine lehtedes põhjustab nende kolletumist ja kuivamist. Sellistel lehtedel tekivad mustad piklikud soolatüükasarnased moodustised — seene eoskottjärk *Phyllachora trifolii* —, mille abil seen talvitub. (Tahvel XVII.)

N. Pidoplitško (1953) andmeil on *Polythrincium trifolii* poolt tabatud taimed loomadele mürgised, mistõttu see haigus on küllaltki ohtlik.

Ristikuroosted (*Uromyces* sp. sp.)

On olemas terve rida ristikuroostete vorme. Valgel ja roosal ristikul parasiteerib *Uromyces trifolii-repentis*. Punast ristikut kahjustab Eesti NSV-s *U. fallens*. Enamik ristikul parasiteerivaid roostelisi on täieliku arenemistsükliga ja peremeestaimevaheldusega liigid.

Haigus tabab ristikulehti ja -varsi, kus tekivad ümarad, algul pruunid, hiljem mustjaspruunid roostepustulid. Kevadeosjärgul ei ole tähtsust, suvieosjärk on aga seda suurema kahjustusega. Tugeva nakkuse korral suureneb taime transpiratsioon ja väheneb assimilatsioon, mis põhjustab lehtede enneaegset kuivamist.

Sellega seoses alandavad roosted tunduvalt ristikusaaki ja vähendavad õienuttide arvu. Roosteliste nakkuse tagajärjel langeb heinas toorrasva-, toorproteiini-, tärklise- ja suhkrusisaldus ning suureneb kiudaineprotsent. Seemnesaak võib langeda kuni 85%, samuti alaneb seemnete idanevus. Eesti NSV-s on mõnel aastal kuni 50% ristikust nakatunud roostesse, eriti kannatab meil selle all roosa ristik. Roostelised talvituvad talieostena ja suvieoste mütseelina. (Tahvel XVII.)

Ristiku-pruunlaiksus (*Pseudopeziza trifolii*)

Haiguse välistunnuseks on suvel ristiku lehtedele tekkivad väikesed, algul kollased, hiljem pruuniks muutuvad laigud. Suurenedes laigud liituvad ja haaravad kogu lehe enda alla. Kahjustatud lehtede ülemisele poolele tekivad apoteetsiumid, milles arenevad askospoorid. Pruunlaiksuse tagajärjel väheneb lehtede hulk taimedel, sest haigestunud lehed kuivavad ja varisevad maha. Mõnel aastal võib haigestuda kuni 30% ristikulehtedest.

Ristiku-laikpõletik (*Ascochyta trifolii*)

Haiguse välistunnuseks on suured kollased piklikud laialivalguvad laigud, mis arenevad nakatatud ristiku lehtedel. Laikudel võib täheldada kontsentrilisi ringe ja seene pükniide.

Ristiku-jahukaste (*Erysiphe communis* f. *trifolii* [= *E. martii*])

Kahjustus on niisama suur kui roostete puhul. Haigus ilmneb juuni keskel, eriti intensiivselt aga augustis. Haiguspilt on tüüpiline jahukastetele: nakatatud taimedel tekib valge jahune kirme. Suve teisel poolel arenevad kirmel algul kollased, hiljem pruuniks ja lõpuks mustaks muutuvad ümarad seene viljakehad — kleistoteetsiumid. Jahukastenakkuse tagajärjel kuivavad lehed, hiljem kuivab kogu taim.

Erysiphe communis f. *trifolii* levib suvel koniidide abil. Talvitusorganiks on kleistoteetsiumid, milles kevadeks arenevad askused koos askospooridega. (Tahvel XVII.)

Ristiku-ebajahukaste (*Peronospora* sp. sp.)

Ristiku-ebajahukaste tabab lehti ja varsi, millel tekivad hallika jahusarnase kirmega kaetud kahvatukollased laigud. Haiguse arengut ja levikut soodustavad niisked ilmad. Üldiselt kannatavad punane ja valge ristik ebajahukaste all vähe, roosa ristik kahjustub rohkem. (Tahvel XVII.)

Haiguse tekitajaks on punasel ristikul seen *Peronospora pratensis*, roosal ristikul *P. trifolii-hybridi* ja valgel ristikul *P. trifolii-repentis*.

Ristiku-varrepõletik (*Kabatiella caulivora* [= *Gloeosporium caulivorum*])

Eesti NSV-s esineb ristiku-varrepõletikku võrdlemisi rohkesti. Eriti suur on kahjustus vanematel põldudel.

Haigus tabab peamiselt ristiku varsi, leherootse ja õieraage. Nakatatud taimeosadel ilmuvad pikad ovaalsed pruunid kuni mustad laigud. Surnud koeosad langevad välja, mistõttu vartel tekivad haavandid. Haavandite kohalt varred murduvad. Tugeva nakkuse esinemisel lehed närbuvad. Haigus areneb eriti intensiivselt ristiku massilise õitsemise ajal. Sel juhul on kogu ristikupõld kõrbenud ilmega. Nakkust kutsuvad esile seene eosed, mis säilivad põllul taimejäänustel. Varrepõletik võib edasi kanduda ka ristiku seemnetega. Massilise esinemise korral tekitab haigus suurt kahju nii ristiku haljasmassi- kui ka seemnesaagile. Haiguse arengut ja levikut soodustab kuiv suvi. Varrepõletik võib üle minna roosale ja keskmisele ristikule, kuigi ta peamiselt esineb punasel ristikul.

Ristiku-hahkhallitus (*Botrytis anthophila*)

Eesti NSV-s esineb ristikul hahkhallitust vähe. Ristiku nakatumise korral tungib seeneniidistik kõigisse taime maapealsetesse osadesse, kuid haigus lööbib peamiselt tolmukatel, mis kattuvad valkja hallituskorraga. Väliselt ei erine haiged õienutid tervetest, kuid nakatatud õis jääb viljatuks. Seemned ei arene üldse või jäävad viletsaks. Nakatatud seemned on kerged, väikese idanevuse ja kasvuenergiaga, sageli nad ei valmi ega idane.

Ristiku-tüfuloos (*Typhula trifolii*)

Tüfuloos on Eesti NSV-s seni vähetuntud ristikuhaigus, mida on esmakordselt üksikasjalikult kirjeldanud K. Kask (1966). Haigus avaldub ristikupõldudel sügisel hallitusetaolise kirmena, mis koosneb tugevast seeneniidistikust. Haiguse tagajärjel võib hävida kuni 90% ristikutaimedest. Kevadel moodustuvad surnud taimeosadel ja mullapinnal seene sklerootsiumid. Sklerootsiumid on algul valkjad, hiljem tumepruunid või mustad, ümmargused. Viljakehad on niitjad, heledad, kuni 20 mm kõrged, kandeosed on silinderjad.

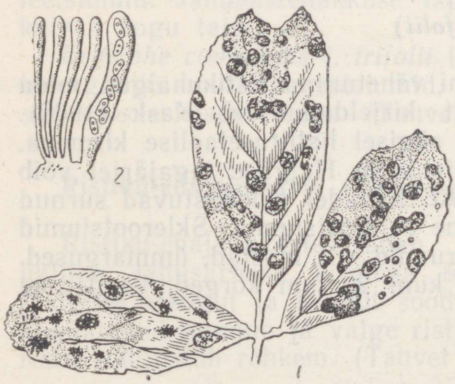
Ristikuvõrm (*Cuscuta trifolii* [= *C. epithymum* var. *trifolii*])

Ristikuvõrmil puuduvad lehed ja juured. Võrm põimub ümber ristikutaimede ja kurnab need välja. Selle tagajärjel hukkuvad ristikutaimed sageli seemet andmata. Koos ristikuseemnetega satub mulda ka võrmiseeme, mis nakatab kevadel ristikut. Võrmiseemned säilivad kuni 5 aastat idanemisvõimelistena mullas. Idanedes annavad nad niitjaid roosasid või punaseid varrekesi, mis põimuvad ümber ristikuvarre. Võrmiseemned on hallid ja palju väiksemad kui ristikuseeme. Ristikuvõrm on karantiiniobjekt.

Peale ristiku parasiteerib *Cuscuta trifolii* ka lutsernil, hernel, kanepil jt. taimedel.

Lutserni-pruunlaiksus (*Leptotrochila medicaginis* [= *Pseudopeziza medicaginis*])

Lutserni-pruunlaiksus ehk -lehevarisemistõbi on meie tingimustes laialt levinud, nakatades mitmeid lutserniliike. Vastupidavamateks sortideks on 'Jõgeva värdlutsern', 'Põhjahübriid 69' ja sirplutsern. Keskmise kahjustuse korral alandab pruunlaiksus seemnesaaki umbes 10%, tugeva kahjustuse korral aga ligi 60% võrra. Haigus tabab peamiselt lehti, mõnikord ka leherootse ja varsi. Lehtedele ilmuvad pruunid ümarad laigud, mis on nähtavad kogu vegetatsiooniperioodi vältel, kuid saavutavad kõige intensiivsema arengu lutserni niitmise ajaks. Haigestunud taimedel varisevad lehed enneaegselt. Heina kvaliteet alaneb: väheneb heina rasva- ja valgusisaldus ning suureneb kiudainesisaldus. Haiged taimed koguvad teatud aja jooksul palju vähem orgaanilist ainet kui terved taimed, mis on tingitud nende fotosünteesi intensiivsuse langemisest ja hingamisenergia intensiivistumisest.



Joonis 39. Lutserni-pruunlaiksus: *1* — nakatatud leht; *2* — seene askused askospooridega.

Tugeva nakkuse ja lehtede hävimise puhul väheneb taimede kaal ca 40% võrra.

Nakkusallikaks on taimejäänused, millel talvitub haigusetekitaja kotteosjärk.

Lutserni-ebajahukaste (*Peronospora aestivalis*)

Lutserni-ebajahukastet esineb Eestis võrdlemisi rohkesti. See haigus on sarnane ristiku-ebajahukastega. Välissümptoomideks on kahvatud valkjad laigud, mis on lehe alumisel pinnal kaetud hallika kirmega. Algul nakatuvad ülemised lehed, kust haigus levib kogu taimele. Kahjustatud taim on tervetest taimedest pikem ja kuivab kiiresti. Tugeva kahjustuse korral lehed deformeeruvad, rulluvad kokku ja tõmbuvad kipra. Haigus tabab mitte ainult lehti, vaid ka leherootse ja varsi. Tavaliselt on nakkus lokaalse iseloomuga. Kui aga varre kogu ülemine osa on nakatunud ebajahukastesse, siis taim enam edasi ei arene ega kasva. Lutserni-ebajahukaste tekitab palju rohkem kahju kui jahukaste. Peamiselt kannatab ebajahukaste all teise kasutusaasta lutsern, kuid ka esimese kasutusaasta lutsern võib nakatuda.

Haigust soodustavad parajalt soojad ja niisked ilmad. Seemneid tuleb valida ainult täiesti tervelt põllult, sest haigus kandub edasi seemnetega.

Lutserni-laikpõletik (*Ascochyta medicaginis* [= *Ascochyta imperfecta*])

Lutserni-laikpõletik on Eesti NSV-s laialt levinud haigus. Esineb lutserni lehtedel, vartel ja kauntel, tekitades algul lehtedele erineva kujuga pruune või kollakaid laike. Sügise poole, eriti seemnelutsernil, läheb haigus üle ka vartele, moodustades seal kergelt sissevajunud piklikke tumepruune kuni musti laike. Tugeva kahjustuse korral varred nöörduvad ja võivad murduda. Seene pükniidid arenevad lehe või varre koes, avanedes nimetatud organite pinnal. Eosed on kas silinderjad, käävjad, ovaalsed, sirged või veidi kõverdunud. Nakatatud kauntelt tungib seeneniidistik seemnetele. Mida tugevamini kaunad nakatuvad, seda suurem on ka haigete seemnete hulk neis.

Tabel 18

Lutserni-laikpõletikukahjustus
(Vandõševa järgi)

Kaunad	Kaunte kaal koos seemnetega (g-des)	Seemnete kaal (g-des)	Nakatunud seemnete %
Ilma haigustunnusteta (terved)	57,3	25,1	0
Laikudega	29,2	12,4	13,8

Lutsernirooste (*Uromyces striatus*)

Lutsernirooste tekitab nii lehe alumisele kui ka ülemisele pinnale ümaraid või piklikke helepruune roostepustuleid, mille kohalt lehe epidermis on rebenenud. Roostepustulid on paisatud laiali üle kogu lehepinna, haigestunud lehed on kahvaturohelise värvusega. Haigus tabab ka noori varsi. Põhiliseks kahjustuse tekitajaks ja lutsernirooste levitajaks on seene suvieosjärk, mis annab vegetatsiooniperioodi vältel mitu põlvkonda. Suvieosed on kerajad, helepruunid, ogajad. Talieosed on elliptilised või peaaegu kerajad, üherakulised. Eesti NSV tingimustes neil erilist tähtsust ei ole, sest seen talvitub suvieostena taimejäänustel. Vaheperemeestaimedeks on küpress-piimalill (*Euphorbia cyparissias*), millele arenevad seene kevadeosed.

Lutsernirooste kahjustab peamiselt lutserni seemnekasvatust. Heinaks kasvatatava lutserni põllul ei esine haigust üldse või see ilmneb ainult vähesel määral, kui taimed aeglasemalt vananevad. Seda on võimalik saavutada mitmekordse niitmisega. Seemneks kasvatatava lutserni põllul, kus sellist niitmist ei toimu ja taimed arenevad normaalse kiirusega, esineb lutserniroostet rohkem.

Lutserni-tõusmepõletik (*Pythium debaryanum*, *Rhizoctonia* sp., *Alternaria tenuis*)

Esineb lutsernil tõusmete järgus. Haigusetekitajaile soodsate arenemistingimustega aastail põhjustab tõusmepõletik suurt kahju, hävitades kuni 50% lutsernitaimedest. Noore lutsernitaime varred ja ülemised juureosad muutuvad pruuniks ja hakkavad mädanema, nii et taimed lamanduvad ja surevad. Eriti suur on kahjustus happelistel muldadel.

Lutserni-närbumistõbi (*Fusarium* sp.)

Närbumistõve korral on lutserni ülemised lehed kollased, hiljem muutuvad kollakaspunaseks; alumised lehed on lillakaspunased. Varretipud närbuvad keskpäeval soojusega või siis, kui maapind muutub liiga kuivaks. Kui aga vett on külluses, toibuvad nad uuesti. Muutunud kuivaks ja hapraks, surevad lehed mõnikord lühikese aja jooksul. Närbumistõvele on tüüpiline, et lehed säilitavad oma rohelise värvuse. Tavaliselt ilmneb haigus üheainsa varre juures, mis võib hävida enne, kui märgatakse mingisuguseid haigussümptoome. Aegamööda sureb välja kogu taim. See protsess võib kesta nädalaid, vahel isegi mitu kuud. Sooja ja kuiva ilmaga aga surevad taimed tunduvalt kiiremini. Närbumistõvesse haigestunud taimed jäävad kasvus

teistest tunduvalt maha. Nende juured näivad alguses normaalsetena või on noortel taimedel mõnikord veidi tumenenud. Juure sisemuses aga muutuvad juhtkimbud kastan- või tumepruuniks. Nakkus võib toimuda kogu vegetatsiooniperioodil, sest haigusetekitajad levivad pinnaveega taimelt taimele. Peremeestaimesse satuvad nad läbi väikeste juurevigastuste. Seene peajuuresse tungimise momendi ja esimeste haigussümptoomide ilmumise vahe on tavaliselt kuu aega või ka rohkem. Lutserni maapealsete osade närbumine on tingitud sellest, et seen ummistab taime juhtkimbud, takistades seega vee ja toitainete juurdevoolu taime üksikutesse organitesse. Lõpuks sureb kogu taim ja laguneb, kusjuures seene eosed vabanevad.

Haiguse tekitajateks on mitmed *Fusarium*'i perekonna liigid. Närbumistõbi kahjustab peale lutserni ka teisi liblikõielisi kultuure, nagu ristikut, lupiini jt.

Lutserni-jahukaste (*Erysiphe communis* f. *medicaginis*)

Esineb väga harva ning tema tekitatud kahju on väike, seda enam, et haigus ilmub alles vegetatsiooniperioodi lõpul. Haigussümptoomiks on valged, hiljem pruuniks muutuvad laigud lehtedel, mis on kaetud valge jahuse kirmega.

Lutsernibakterioos (*Corynebacterium insidiosum* [= *Bacterium insidiosum, Phytomonas insidiosa*])

Nakatatud taimed jäävad kasvus maha ja kuivavad aegamööda. Haigusest tabandunud lehestik on kahvatukollane või klorootiline, sageli on lehed valged. Sõlmede vahed lühenevad. Juurekaelale ilmuvad pruunid või kollased laigud, mille kohalt juured hakkavad sageli mädanema. Haigete taimede juurtes on läbilõikes näha punakaspruun, äärtelt tumedam ja keskelt heledam rõngas.

Lutsernibakterioos põhjustab taimede hävimist ja saagi vähenemist. Haigus avaldub teise kasutusaasta lutsernil, eriti tugev on taimede väljalangemine aga kolmandal ja neljandal kasutusaastal.

Haiguse tekitajaks on liikumatu kepikujuline bakter *Corynebacterium insidiosum*. Haiguse levikut soodustavad putukad. Bakterioosi nakatunud taimedel arenevad sageli seened perekonnast *Fusarium*, mis kiirendavad juurte lagunemist.

Lutsernivõrm (*Cuscuta approximata*)

Lutsernil parasiteerib mitu võrmiliiki, nende hulgas ka ristikuvõrm. Kõige sagedamini esineb lutsernil võrmiliik *Cuscuta*

approximata. Võrm levib külvisega ja talvitub kas lutserni vegetatiivosadel või seemnetega mullas.

Lutsernivõrm on ohtlik karantiiniobjekt.

Lupiini-juurekaelapõletik (*Rhizoctonia solani, Pythium debaryanum* jt.)

Juurekaelapõletiku all kannatavad eriti tugevasti valge ja hulgalehine lupiin; kollane lupiin on haigusele vastupidavam.

Nakatunud lupiini juurtele ja vartele ilmuvad pruunid pehmed laigud, pärast muutub taime juurekael pruuniks. Taim jääb kasvus ja arengus maha, hakkab kolletuma, lamandub ja hävib.

Valgemädanik (*Sclerotinia libertiana*)

Valgemädanik kahjustab lupiini kõikides arenemisfaasides. Haigusele on eriti vastuvõtlikud ebasoodsatest keskkonnatingimustest nõrgestatud taimed.

Nakatunud taimede vartele, lehtedele ja kauntele tekib märg mädanik, millel areneb valge vatitaoline seeneniidistik arvukate mustade sklerootsiumidega. Kuiva ilmastiku korral arenevad sklerootsiumid varre sisemuses. Haigusest tabandunud taimed kolletavad lühikese aja jooksul, närbuvad, muutuvad lõpuks mustaks ja hukkuvad. Tugeva esinemise korral võib valgemädanik alandada lupiini haljasmassi- ja terasaaki 25% võrra. Haigusetekitaja talvitub mullas mütseelina või sklerootsiumidena. Haigus levib nii mullas kui ka seemnete pinnal esinevate sklerootsiumide abil.

Hahkhallitus (*Botrytis cinerea*)

Hahkhallitus on eriti levinud kollasel lupiinil, tabades mõnel aastal kuni 50% külvist. Haigus kahjustab põhiliselt täiskasvanud taimi, saavutades oma maksimaalse arengu juuli lõpuks, augustiks. Hahkhallituse levikut soodustab rikkalik sademetehulk nimetatud kuudel ja relatiivne õhuniiskus üle 80%.

Nakatatud lupiini varred, õieraod ja kaunad mädanevad, seemned kaotavad oma idanevuse, haiguse tugeva esinemise korral taim hukkub. Mädanevatel taimeosadel areneb hall kirme, mis koosneb seene mütseelist, koniidikandjatest ja koniididest. Koniidikandjad on hargnenud, pruunid, koniidid on munajad või ovaalsed, hüaliinsed.

Botrytis cinerea on fakultatiivne parasiit, elab algul kuivanud lehtedel saprofüüdina ja läheb alles teatud aja pärast üle elavatele taimekudedele.

Stemfülioos (*Stemphylium sarciniiforme*)

Stemfülioos ehk lehevarisemistõbi (kuivlaiksus) võib mõnel aastal põhjustada lupiinile tunduvat kahju.

Lupiini lehtedele tekivad tumepruunid laigud, mis järjest suurenedes haaravad lõpuks kogu lehe. Laikudel on näha õrn sametjas oliivroheline kirme, mis koosneb seene eostest. Ka vartel ja kauntel tekivad samasugused laigud nagu lehtedelgi. Nakatatud lehed kuivavad ja varisevad, varisemine algab alumistest lehtedest. Lõpuks on kogu taim lehtedest paljas. Peale lupiini tabab lehevarisemistõbi ka lutserni ja ristikut.

Lupiini-jahukaste (*Erysiphe communis* f. *lupini*)

Eesti NSV-s kasvatatavad lupiinisordid kannatavad tugevasti jahukaste all. Haigus lööbib juuli algul, augustis muutub massiliseks.

Jahukaste tabab lupiini kõiki maapealseid osi. Nakatatud organitel, peamiselt lehtedel, ilmub valge jahusarnane kirme, mis muutub suve lõpuks pruuniks. Kirmel arenevad kuldkollased, hiljem mustaks muutuvad kerajad kleistoteetsiumid. Seen talvitub kleistoteetsiumidena saagijäänustel ja kutsub kevadel esile taimede nakkuse. Tugeva nakkuse korral varisevad lehed ja seemnesaak alaneb tunduvalt. Haigusele on eriti vastuvõtlik hulgalehine lupiin, mille lehed võivad nakatuda mõnikord 100%-liselt. Lehed surevad ja varisevad. Valge lupiin on jahukastele vastupidavam.

LIBLIKÕIELISTE HEINTAIMEDE HAIGUSTE TÕRJE

Tähtis on õige külvikord. Mineraalmuldadel on parimateks eelviljadeks talirukis, talinisu, oder ja suvinisu, eelviljaks sobib ka kaer. Ristikuväsi vältimiseks ristikut mitte külvata samale kohale enne 4—5 aastat. Lutsernile on parimateks eelviljadeks rühvelkultuurid, eriti katteviljata külvi korral, sest rühvelkultuurid jätavad umbrohupuhta mulla. Karbonaatmuldadel sobib eelviljaks ükskõik milline kultuur. Lupiinile sobivad eelviljadeks kõige paremini teraviljad. Vastavad katsed näitasid, et sel juhul haigestub lupiin mitmesugustesse haigustesse 2—4 korda vähem kui lupiin, mille eelviljaks on olnud kartul, hernes ja muud kultuurid.

Hea mullaharimine ning kaalium- ja fosforväetiste andmine tõstab taimede vastupidavust haigustele. Tähtis on happeliste muldade lupjamine, sest liblikõielised heintaimed on mulla hap-

pesuse suhtes väga tundlikud ja haigestuvad sellistel muldadel ka palju kergemini. Tingimata tuleb põlde sügisel ja varakevadel äestada. Vältida ristiku seemnepõldude rajamist niiskele ja liigniiskele alale.

Seemnete hoolika sorteerimise ja puhastamise teel eraldada külvisest ristikuvähi seenemügarad, samuti kõlujad seemned, mis on sageli nakatatud (näiteks ristiku-varrepõletikust), ja võrmiseemned.

Seemnete külvieelne puhtimine toimub kas granosaaniga (ristikule 150 g/ts, lutsernile 100 g/ts, lupiinile 200 g/ts) või TMTD-ga (ristikule 300 g/ts, lupiinile 400 g/ts). Ristiku- ja timutiseemne segu korral tuleb võtta 200 g granosaani ühe ts seemnete kohta.

Ristikuseemneid töödelda järgmiste mikroelementide soolade lahustega: 0,05%-lise ammooniummolübdaadiga; 0,1%-lise kaaliumpermanganaadiga või 0,001%-lise vasksulfaadiga. Seemneid leotada kaks korda: esimest korda 3 ja teist 5 tundi temperatuuril 18—20°. Iga kord pärast leotamist seemned kuivatada õhu käes (K. Kivi, 1964). Soovitatavam on seemnete puuderdamine. Sel juhul puhitakse seemned mikroelementide sooladega rikastatud puhistega, arvestades ammooniummolübdaati 500—1000 g/ts või vasksulfaati 200—300 g/ts.

Optimaalsed külviajad. Ristik külvata koos timuti või teiste kõrreliste heintaimedega. Ristikuvähi tõrje seisukohalt vältida liiga tihedaid külve.

Lutsernipõldudel kasutada laiarealist külvi.

Ristikutaimi pritsida kasvuaegselt 0,05%-lise ammooniummolübdaadi, 0,1%-lise kaaliumpermanganaadi- või 0,005%-lise vasksulfaadilahusega. Efektiivne on lupiinitaimede töötlemine ammooniummolübdaadiga (4 kg/ha) või boorhappega (2 kg/ha). Mikroelemente tuleb anda tõusmetele pealtväetistena koos superfosfaadi ja kaalisoolaga (1 ts/ha). Lutserni seemnepõldudel kobestada reavahed, hävitada umbrohtu. Tugevasti kahjustatud ristikupõldu mitte kasutada seemne saamiseks.

Võrmipesad maha niita enne võrmi õitsemist. Niidetud mass kohapeal põletada ja seejärel sügavalt mulda kaevata.

Lutserni hiline madal niitmine vähendab talvituvat nakkusalget.

Nakatatud koristusjäätmed hävitada. Ristikuvähi sklerootsiumid augusti esimesel poolel sügavalt sisse künda. Lupiini seemned koristusjärgselt puhtida TMTD-ga (5 g/kg seemnete kohta) või granosaaniga (1—2 g/kg seemnete kohta). Sellega väldi takse seemnete hallitamist ja nende idanevuse langemist kuivatamisel ja säilitamisel.

Kasvatada haiguskindlamaid sorte. Külviks kasutada ainult tervelt põllult saadud seemet.

KAUNVILJAKULTUURIDE HAIGUSED

Kaunviljakultuurid — hernes ning põld- ja aeduba — kannatavad võrdlemisi väheste haiguste all. Neist on tähtsamad roosted, jahukaste, närbumistõved ja laikpõletikud. Mõnel aastal, olenevalt meteoroloogilistest ja muudest keskkonnatingimustest, võivad aga nendest haigustest põhjustatud saagikaod olla võrdlemisi suured.

Herne- ja põldoarooste (*Uromyces pisi, Uromyces fabae* [= *U. viciae-fabae*])

Väline haiguspilt on roostehaigustele tüüpiline: suve keskel ilmuvad herne lehtedele ja vartele oranžikad suured tolmavad suvieospustulid, mis asetsevad kontsentriliselt. Suvieosed on ümmargused, helepruunid, üherakulised, kaetud harvade käsnakestega. Suve jooksul areneb mitu suvieoste põlvkonda. Suve lõpuks tekivad suvieospustulite asemele tumepruunid või mustad tolmavad talieospustulid. Talieosed on elliptilised või munajad, tumedad, üherakulised, värvusetul varrekesel, väikese puhetisega tipus. Talvitunud talieosed idanevad kevadel ja moodustavad kandeoseid. Viimased nakatavad hernerooste vaheperemeestaime küpress-piimalille (arvatavasti ka teisi piimalilli). Kandeostest nakatunud piimalill deformeerub, ei hakka õitsema ja lehtede alumisel pinnal tekib hulgaliselt kevadeoseid, mis nakatavad hernetaimi. Roostepustulitega kaetud lehed kolletuvad ja närbuvad. (Tahvel XV.)

Põldoarooste sarnaneb tunnustelt eelmisega. Erinevus seisab selles, et haigusetekitaja *Uromyces fabae* kõik eosjärgud arenevad samal peremeestaimel.

Peale herne ja põldoa esineb roostehaigus ka aedoal, vikil, hiirehernel, läätsel ja teistel liblikõielistel.

Aedoal parasiteerib *Uromyces phaseoli*. Haigus lööbib massiliselt vihmasel suvel, kuival suvel esineb teda vähe, mistõttu ka kahjustus ei ole siis märkimisväärne. Haigus lööbib tavaliselt suve teisel poolel tumedate laikudena aedoalehtede alumisel pinnal. Seene kõik eosjärgud arenevad ainult aedoal. Kevadel moodustuvad oalehtedel kevadeosed ja varsti pärast seda suvi- ja talieosed. Suvieospustulid on pruunid, talieospustulid mustad. Nii suvi- kui talieosed võivad esineda ka kauntel.

Herne- ja põldoa-laikpõletik (*Ascochyta pisi*, *Ascochyta boltshauseri*)

Laikpõletik ehk askohütoos on üks levinumaid ja ohtlikumaid herne- ja põldoahaigusi. Massilise esinemise puhul, mida soodustab suur niiskus, väheneb tunduvalt saak ja halveneb selle kvaliteet. Laikpõletikku nakatunud hernetaimedes intensiivistuvad märgatavalt hüdrolüütilised protsessid. Haigete taimede lehtedes langeb tunduvalt suhkrute, lämmastikainete, klorofülli- ja C-vitamiini sisaldus. Nakatatud terad on madala idanevusega (idanevus võib langeda kuni 60%-ni) ja nad on põhiliseks haiguse levitamise allikaks. Mida suurem on nakatatud terade protsent külvises, seda madalam on saak.

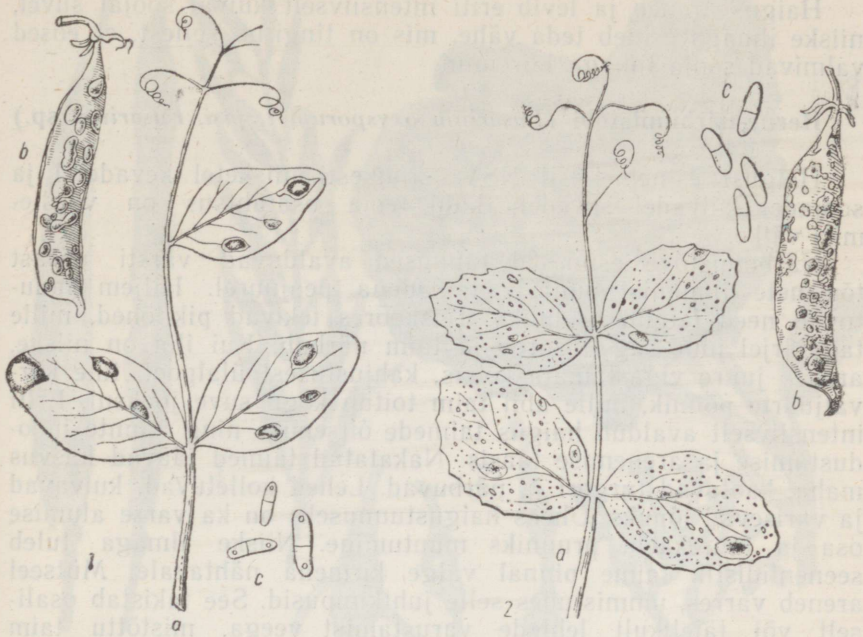
Tabel 19

Laikpõletikku nakatunud seemnete mõju hernesaagile
(Teletško järgi)

Nakatunud seemnete % külvamisel	Idanevus	Nakatunud tõusmete %	Saak (%-des)	Nakatunud seemneid saagis (%-des saagist)
11,5	89,0	44,0	100,0	23,5
17,0	81,0	54,0	97,7	20.2
33,0	71,0	60.0	88,8	15.3
45,8	63,0	73,0	81,5	25,2
57,8	51,0	73,0	57,3	29,0
85,5	29,0	80,0	29,0	39,0

Eesti NSV-s põhjustab herne-askohütoosi *Ascochyta pisi*, kohati ka koos *Ascochyta pinodes*'ega, Nõukogude Liidu teistes rajoonides peale nende veel *A. pseudopinodella* (võimalik, et see esineb ka meil). *Ascochyta pisi* nakatab herne lehti, varsi, kaunu ja teri, moodustades neil ümaraid, piklikke, kontsentrilisi või ebakorrapärase kujuga pruuni äärisega laike. Taimevartel ja leherootsudel arenevad piklikud sissevajunud laigud, mis sageli lähevad üle haavanditeks. Ka kauntel on laigud sisse vajunud. Laigu keskosa on heledam ja seal asub hulgaliselt väikesi pruune pükniide, milles tekivad hüaliinsed ühe- või kaherakulised eosed. Nakatunud herneterad on pruunid või kollakasrohelised, kortsunud ja madala idanevusega. Sellised terad kas üldse ei idane või annavad vaid haigeid taimi. *Ascochyta pinodes* lööbib hiljem kui *A. pisi*. *A. pinodes*'e tekitatud laigud on tumedamad, teravalt piiritlemata. Kauntel moodustab väikesi punaseid laike, seemnetel ei esine üldse. (Tahvel VIII.)

Põldoa-laikpõletiku (*Ascochyta boltshauseri*) välistunnusteks on kontsentrilised pruunid või roostepruunid laigud nakatatud taimeosadel. Mõlemal pool laiku asuvad seene pükniidid mustade täpikestena. Eosed on silinderjad, sirged või kõverdunud, ühe või kahe ristvaheseinaga.



Joonis 40. Herne-laikpõletik: *1* — *Ascochyta pisi*: *a* — nakatatud lehed; *b* — nakatatud kaun; c — seene koniidid. *2* — *Ascochyta pinodes*: *a* — nakatatud lehed; *b* — nakatatud kaun; *c* — seene koniidid.

Laikpõletik levib taimejäänuste ja nakatatud seemnetega. Haiguse arengut soodustab suur õhuniiskus, eriti kui sellega kaasneb temperatuur 20—25°.

Herne-jahukaste (*Erysiphe pisi* [= *Erysiphe martii, Erysiphe communis* f. *pisi*])

Herne-jahukaste on Eesti NSV-s kaunis laialt levinud, põhjustades mõnel aastal suurt kahju.

Jahukaste esineb eriti tugevasti taimede õitsemise ajal. Haigus põhjustab lehtede enneaegset kuivamist ja närbumist ning saagi vähenemist. Hernetaime vartele ja lehtedele tekib valge ämblikuvõrgutaoline või jahune kirme — seeneniidistik, millel lühikese aja jooksul areneb massiliselt koniide. Koniidid, kandudes tuulega laiali, satuvad järjest uutele taimedele, kus nad idanevad ja kutsuvad esile nakkuse. Haigus levib kiiresti. Hiljem mütseel tiheneb ja muutub halliks ning temal arenevad seene viljakehad — kleistoteetsiumid. Need on algul kollased, hiljem muutuvad mustaks. Kleistoteetsiumid on seene talvitusorganid, neis tekivad askused askospooridega.

Haigus areneb ja levib eriti intensiivselt kuival soojal suvel, niiske ilmaga esineb teda vähe, mis on tingitud sellest, et eosed valmivad sooja ilmaga kiiremini.

Herne-närbumistõbi (*Fusarium oxysporum* f. *pisi*, *Fusarium* sp.)

Haigust esineb Eesti NSV-s rohkesti niisketel kevadetel ja soojadel kuivadel suvedel, kuid tema osatähtsus on võrdlemisi väike.

Närbumistõve esimesed tunnused avalduvad varsti pärast tõusmete ilmumist punaste laikudena peajuurel. Hiljem muutuvad need laigud pruuniks. Teiskoores tekivad pikilõhed, mille tagajärjel juur sageli sureb ja taim närbub. Kui ilm on niiske, areneb juure vigastamata kohas, kahjustusest ülalpool, tihe kõrvaljuurte põimik, mille abil taim toitub kogu suve jooksul. Eriti intensiivselt avaldub haigus taimede õitsemise ning kaunte moodustumise ja arenemise faasis. Nakatatud taimed jäävad kasvus maha, kaotavad turgori ja närbuvad. Lehed kolletuvad, kuivavad ja varisevad lõpuks. Üheks haigustunnuseks on ka varre alumise osa ja juurekaela pruuniks muutumine. Niiske ilmaga tuleb seeneniidistik taime pinnal valge kirmena nähtavale. Mütseel areneb varres, ummistudes selle juhtkimpusid. See takistab osaliselt või täielikult lehtede varustamist veega, mistõttu taim närbubki.

Närbumistõve tekitaja elutseb kõdunevatel taimeosadel, kust ta pidevalt nakatab uusi hernetaimi. Seen tungib peremeestaimesse juurekaela haavandite ja epidermise kahjustuste kaudu.

Närbumistõbe põhjustavad mullaseened perekonnast *Fusarium*, peamiselt liik *F. oxysporum* f. *pisi*, *Fusarium avenaceum*, *F. solani* jt., mis võivad areneda mullas saprofüütidena. Nakkus levib mulla kaudu.

M. Stepanova (1967) avastas kindla seaduspärasuse *Fusarium*'i liikidest põhjustatud haigestumise tüübi, kahjustuse astme ja meteoroloogiliste tingimuste vahel. Kõrge temperatuuri ja mitteküllaldase niiskuse esinemisel areneb taimedel peamiselt *F. oxysporum*'i poolt tekitatud närbumistõbi. Madala temperatuuri ja suurenenud niiskuse puhul aga prevaleerivad juuremädanikud.

Herne-helelaiksus (*Septoria pisi*)

Lehtede mõlemal poolel tekivad ebakorrapärased piklikud kahvatupruunid laigud kollakaspruunide, hiljem mustaks muutuvate seene eoslate — pükniididega. Haiguse tugeval esinemisel lehed närbuvad ja varisevad enneaegselt.



Tahvel XXV. **Kapsa-kuivlaiksus:** *1* — nakatatud kõdrad ja seemned; *2* — seene koniidid.
Kapsa-ebajahukaste: *3* — nakatatud taim; *4* — koniidikandjad koniididega; *5* — **valgemädanik kapsal:** *6* — **hahkhallitus kapsal.**



Tahvel XXVI. **Sibula-hahkhallitus:** *1* — nakatatud sibul; *2* — läbilõige nakatatud sibulast; *3* — seene koniidikandjad koniididega.
4. **Porgandi-valgemädanik.**
5. **Porgandi-mustmädanik.**



Tahvel XXVII. **Peedi-lehetähnisus:** *1* — nakatatud leht; *2* — seene koniidikandjad koniididega.
Peedi-ebajahukaste: *3* — nakatatud lehed; *4* — koniidikandjad koniididega.



Tahvel XXVIII. **Õuna- ja pirnipuu-kärntõbi:** *1* — nakatatud õunad; *2* — nakatatud leht; *3* — nakatatud pirn; *4* — läbilõige seene eoslaagrist.

Põldoa-šokolaadilaiksus (*Botrytis fabae*)

Põldoa-šokolaadilaiksus on meie vabariigis massiliselt levinud ja põhjustab mõnel aastal tunduvat kahju. Haigus tabab põldoa varsi, lehti, õisi, kaunu ja seemneid. Nakatatud lehtedele tekivad mitmesuguse kuju ja suurusega šokolaadpruunid laigud. Hiljem laigud suurenevad ja muutuvad helepruuniks, olles ümbritsetud šokolaadivärvilise äärisega. Suure õhuniiskuse korral areneb laikude alumisel küljel hall kohev koniidikandjate ja koniidide kirme. Viimased on munajad või piklikmunajad, värvuseta. Kahjustatud vartel ja kauntel võib täheldada peale laikude ka šokolaadivärvilisi kriipse. Haiguse tagajärjel kuivavad lehed enneaegselt ning kaunad ja varred mädanevad. Selle tagajärjel haljasmassi- ja terasaak väheneb ja nende kvaliteet halveneb. (Tahvel XIV.)

Põldoa-šokolaadilaiksus avaldub vegetatsiooniperioodi teisel poolel, õitsemisest kuni terade valmimiseni. Haiguse arengut ja levikut soodustavad suur relatiivne õhuniiskus ja kõrge temperatuur. Samuti soodustavad selle levikut lehetäid, sest lehetäid eritavad lehtedele mesikastet, mis soodustab seene koniidide idanemist.

Botrytis fabae talvitub mullas nakatatud taimejäätmetel mütseelina, koniididena ja sklerootsiumidena. Peale selle levib haigus ka nakatatud põldoaseemnetega.

Oanõlg (*Erwinia lathyri* [= *Bacillus lathyri*, *Bacterium lathyri*])

Oanõlg kahjustab meie tingimustes sageli põlduba, niisketel suvedel võib ta kahjustada ka aeduba. Mõnel aastal tekitab oanõlg kohati märkimisväärset kahju.

Nakatatud oataime lehtedel, varre alumises osas ja väga sageli ka kauntel arenevad suured punakaspruunid, mõnikord õlised sissevajunud laigud. Kahjustatud lehed närbuvad ja hävivad.

Aedoa-kaunakõrbus (*Colletotrichum lindemuthianum*)

Kaunakõrbus ehk antraknoos on Eesti NSV-s laialt levinud aedoahaigus. Ta tabab taimi kõikides arenemisfaasides, on aga eriti ohtlik tõusmete ja terade moodustumise järgus. Nakatatud seemned ei idane üldse või annavad nõrku haigeid tõusmeid. Idulehtedel avaldub haigus punakaspruunide heleda keskosaga laikudena. Laikude keskel arenevad punased eospadjandid, mis koosnevad piklike üherakuliste eostega eoskandjatest. Kaste- või vihmatilkadega satuvad eosed hüpokotüülile, kus nad idanevad. Selle tagajärjel ilmuvad varrele tumepruunid vöödid, juur hak-

kab mädanema ja tõusmed hukkuvad. Haiguskoldest levivad eosed vihma, tuule ja putukatega edasi lehtedele, kus nad nakatavad peamiselt leheroode. Lehekude kolletub, kuivab ja lehel tekivad augukesed. Kauntel ilmuvad sissevajunud punakaspruunid laigud. Hiljem need laigud valguvad ühte, mistõttu suurem osa kaunast muutub pruuniks ja nakatatud kude omandab ümarate haavandite ilme. Nende haavandite keskkohas ilmuvad punased limased eoste kogumikud. Tugeva nakkuse korral kandub haigus üle ka oateradele, tekitades neil samasuguseid laike nagu kauntelgi. Selle tagajärjel langeb seemnete idanevus tunduvalt. (Tahvel XVIII.)

Aedoa-kaunakõrbus areneb eriti intensiivselt niiske ilmaga. Optimaalseks eoste idanemise temperatuuriks on 20°, kuid nad idanevad ka 10—30° juures. Inkubatsiooniperioodi pikkus on 3—7 päeva. Nakkuse levitajaks on haiged seemned ja taimejäänused.

Aedoa-bakterpõletik (*Xanthomonas phaseoli* [= *Bacillus phaseoli, Pseudomonas phaseoli, Bacterium phaseoli, Phytomonas phaseoli*])

Haigus tabab oataimi nii tõusmete järgus kui ka hiljem. Tõusmetel või vartel avaldub nakkus väikeste punakaspruunide laigukeste näol. Täiskasvanud taimedel tekivad vartel piklikud punakaspruunid vöödid või punased sõõrid, mille kohalt kude hakkab aegamööda kuivama. Nakatatud vars murdub. Bakterid võivad tungida ka taime juhtkimpudesse ja põhjustada tõusmete, üksikute võrsete või kogu taime närbumist. Lehtede alumisel pinnal tekivad üksikud väikesed helerohelised laigud, mis hiljem ka lehe pealmisele pinnale üle lähevad. Roheliste ubade kauntel on laigud algul väikesed, tumerohelised, kuid hiljem suurenevad. Vahaubade kauntel on laigud kollakashallid. Nakatatud koe kuivamine algab laikude äärtest. Lõpuks laik kuivab, muutub punakaspruuniks ning vajub sisse, olles sageli kaetud kollase baktermassiga. Taimede varase nakkuse korral terad ei arene ja kortsuvad. Kui nakkus on väga tugev, langevad lehed maha ja taim ei moodustagi kaunu.

Nakkusallikaks on haiged terad ja saagijäänused. Vegetatsiooniperioodil kanduvad bakterid vihma- ja kastepiiskadega haigetelt taimedelt tervetele. Oa-bakterpõletik areneb eriti intensiivselt kõrge õhutemperatuuri ja suhteliselt väikese relatiivse niiskuse juures, alandades tunduvalt kaunte ja terade saaki.

Herne- ja põldoa-ebajahukaste (*Peronospora pisi, Peronospora viciae*)

Nakatatud lehtede pealmisel küljel tekivad kahvatud kollakad laigud, mille alumisel küljel areneb kohev hallikasvioletne kirme seene eoskandjatest ja koniididest. Eosed on piklikmunajad, üherakulised, hüaliinsed.

Haiguse arenemist soodustab niiske ilmastik. Suve jooksul levib seen eostega ja talvitub oospooridena varisenud nakatatud lehtedel.

Hahkhallitus (*Botrytis cinerea*)

Mõnel aastal, olenevalt meteoroloogilistest tingimustest, esineb nii hernel kui ka põldoal massiliselt hahkhallitust. Kahjustatud lehtedel tekivad pruunid kõdunevad laigud ja hall kohev kirme. Eosed on ümmargused või munajad, hüaliinsed või kergelt suitsjad, koondunud gruppidesse koniidikandjate tipul. Haiguse arenemist soodustab niiske ilmastik.

Kui saak jääb pikemaks ajaks peksmatult rõuku seisma, eriti sademeterikkal sügisel, kahjustab hahkhallitus tugevasti ka kaunu ja seemneid.

Valgemädanik (*Sclerotinia libertiana*)

Sademeterikastel suvedel võivad hernes ja uba kannatada meie tingimustes kaunis tugevasti valgemädaniku all.

Varre alumises osas tekivad laigud, mis kattuvad valge vatitaolise mütseeliga. Nakatatud taimeosade pinnal või sisemuses arenevad erineva kujuga mustad sklerootsiumid läbimõõduga kuni 1 cm. Mõnikord läheb haigus üle ka lehtedele ja kauntele. Nakatatud taimed närbuvad pikapeale.

Vegetatsiooniperioodil levib seen mütseeliosakestega, põhjustades uut nakkust. Haigusetekitaja talvitub mütseelina ja sklerootsiumidena taimejäänustel mullas, samuti seemnetes. Kevadel idanevad talvitunud sklerootsiumid apoteetsiumideks, milles arenevad askused askospooridega. Askospoorid levivad taimedele ja nakatavad neid.

KAUNVILJAKULTUURIDE HAIGUSTE TÕRJE

Väga oluline on kultuuride õige järjestus külvikorras. Söögihernele paremad eelviljad on sõnnikut saanud kartul ja juurviljad ning taliteraviljad. Hernest ei kasvatata samal kohal enne 6—7 aastat, vastasel korral võib tekkida nn. mullaväsimus.

Söödahernest külvata segus kaeraga mõne suviteravilja järel. Põldoa eelviljadeks sobivad sõnnikut saanud mais, kartul ja juurviljad või taliteraviljad.

Põldu harida üldiste nõuete kohaselt. Eriti tähtis on sügiskünd, millega hävitatakse nakkusalge mullas. Herne vastupidavust haigustele tõstavad fosfor- ja kaaliumväetised, millest anda $^2/_3$ sügiskünni alla ja ülejäänud osa kevadise kultiveerimise eel. Põldoale anda sügiskünni alla 15—20 t/ha sõnnikut koos mineraalväetistega. Happelisi muldi tuleb lubjata, sest see loob soodsamad tingimused kasulike mullabakterite paljunemiseks ja tegevuseks ning taimede juurestiku jõuliseks arenemiseks. Soovitatav on seemnete töötlemine nitragiiniga enne külvi, mis stimuleerib mügarbakterite arengut taimede juurtel. Kui puhtimine ühendatakse nitragiiniga töötlemisega, on soovitatav kasutada puhtimiseks TMTD-d, sest see on bakteritele vähem mürgine kui granosaan. Seemneid tuleb puhtida kuu aega enne bakteriseerimist. Puhitud ja bakteriseeritud seemned tuleb kohe külvata.

Seemneid külvieelselt puhtida granosaaniga või TMTD-ga. Puhtida võib kuu aega enne külvi. (Suurenenud niiskusesisaldusega (üle 14%) seemneid tohib puhtida alles 1—3 päeva enne külvi.) Granosaani tuleb võtta herne puhul 400 g/ts kohta, põldoa puhul 200 g/ts (aedoa puhul 3 g 1 kg kohta). TMTD kulunormid on hernele 400—600 g/ts, põldoale aga 300 g/ts.

Preparaadid TMTD, tsineb ja granosaan soodustavad seemnete idanemist ning stimuleerivad taimede kasvu ja arengut, mis avaldub haljasmassi-, kaunte ja seemnesaagi suurenemises. Külvise töötlemine TMTD, tsinebi ja granosaaniga nivelleerib suurel määral taimes toimuvaid hüdrolüütilisi protsesse ja intensiivistab taime sünteesi- ja hapendusprotsesse. Nimetatud fungitsiidide mõjul tõuseb seemnetes üldlämmastiku-, tärklise- ja lahustuvate suhkrute sisaldus. Laikpõletiku tõrjeks soovitatakse ka seemnete termilist töötlemist. Selleks hoitakse seemneid 4,5 tundi soojas vees ja asetatakse siis 5 minutiks 50°-sesse vette, misjärel seemned jahutatakse. Vee temperatuur ei tohi tõusta üle 50°, sest siis langeb seemnete idanevus.

Valida varajane külviaeg, sest esimesel looduslikul külvivõimalusel külvatud herne- ja oataimed on haigustele tunduvalt vastupidavamad kui hilja külvatud taimed. Soovitatav on herne külvamine segus põldoaga, mis vähendab nimetatud kultuuride nakatumist laikpõletikusse. Umbrohutõrjeks tuleb põldu äestada.

Kasvuperioodil pritsida taimi enne õitsemist 1%-lise bordoo vedelikuga või 0,5—0,75%-lise tsinebi- või 0,5—0,75%lise kaptaanisuspensiooniga. Lehetäide tõrjeks on soovitatav lisada 0,1—0,15%-list tiofossilahust. Pritsimisvedelikule võib juurde lisada ammooniummolübdaati arvestusega 100—200 g/ha. Lehetäide vastu võib samuti edukalt kasutada preparaati «Rogor» (Би58).

Hernes ja põlduba õigeaegselt koristada ja peksta. Seeme kuivatada ja sorteerida.

Koristusjäätmed sisse künda, et hävitada laikpõletiku ja bakterioosi nakkusalgmeid.

Kasvatada haiguskindlamaid herne- ja oasorte. Seemneid võtta ainult tervetelt põldudelt.

XVIII peatükk

KARTULIHAIGUSED

Kartul on väärtuslik söögi- ja söödakultuur. Kartulimugulad on rikkad C-, A-, B_1-, B_2-vitamiini poolest. Eriti palju sisaldavad nad C-vitamiini. 100 grammis värskelt koristatud mugulates leidub 50 mg C-vitamiini, s. o. rohkem kui apelsinides. Samuti esineb kartulimugulates veel K-vitamiini, mis soodustab vere hüübimist. Peale nimetatud vitamiinide kompleksi sisaldavad kartulimugulad ka inimorganismile hädavajalikku sidrunhapet ning mitmesuguseid mineraalsooli. Kuid kartuli kvaliteeti rikuvad sageli mitmesugused haigused.

Kartul kannatab enam kui 20 haiguse all, millest on levinumad ja ohtlikumad lehemädanik, viroosid, varrepõletik ja ringmädanik. Ühed haigused nakatavad mugulaid ja pealseid, teised ainult pealseid või ainult mugulaid. Nii kahjustavad kartuli-lehemädanik, viroosid ja varrepõletik nii pealseid kui ka mugulaid, mõjudes otseselt saagi suurusele. Mitmed mugulamädanikud seevastu ei tekita küll saagi erilist vähenemist vegetatsiooniperioodil, kuid alandavad tunduvalt mugulate säilivust. Peale seente, bakterite ja viiruste tekitatud nakkushaiguste on küllalt kahjulikud ka mõned kartuli mittenakkushaigused. Iga-aastased kaod haiguste tagajärjel moodustavad 10—15% kogusaagist.

Kartuli-lehemädanik (*Phytophthora infestans*)

Kartuli-lehemädanik esineb meie vabariigis massiliselt. Eesti NSV-s on peaaegu kõik, eriti aga varajased ja keskvalmivad sordid lehemädanikule vastuvõtlikud. Haigus levib varajastelt vastuvõtlikelt sortidelt ('Priekuli varajane', 'Varmas') hilisepoolsetele ja neilt hilistele sortidele. Tavaliselt järgnevad lehemädaniku massilise esinemise aastatele haiguse esinemise depressiooni või pärsituse aastad, mil haigus levib vaid tähtsusetult.

Lehemädanik lööbib tavaliselt juulis või augustis, avaldudes

taimede õitsemisfaasis või veidi hiljem. Haigus tabab nii kartuli kõiki maapealseid osi kui ka mugulaid. Esimesed haigussümptoomid ilmuvad pruunikate sissevajunud laikudena kartulivarte alumises osas. Umbes samal ajal tekivad ka lehtedele tumedad laigud, mis järjest suurenedes muudavad kogu lehe mustaks. Hommikul kaste ajal on lehtede alumisel pinnal laigu ja terve leheosa piiril näha õrna valget ämblikuvõrgutaolist kirmet. Kuiva ilma korral nakatatud taimekoed kuivavad, niiske ilmaga aga hakkavad mädanema. Tugeva nakkuse korral jätavad pealsed külmavõetud mulje. Mugulatel avaldub haigus pruunmädanikuna, kergelt sissevajunud ja teravalt piiritletud pruunide või lillakashallikate laikudena. Mugulate pruunistumine tungib kiirtekujuliselt järk-järgult ikka sügavamale mugula sisemusse. Mugulate nakkus tuleb tavaliselt ilmsiks alles säilitamisel.

Nakatades kartulipealseid, vähendab lehemädanik tunduvalt taimede assimileerivat pinda. Taimede muud osad ei saa enam lehtedest küllaldaselt assimilaate ja mugulasaak jääb väikeseks. Nakatatud mugulates on takistatud tärklise moodustumine, samuti väheneb vitamiinide sisaldus ja halvenevad maitseomadused. Haiged mugulad säilivad ka halvasti ületalve, sest neil arenevad mitmesugused saprofüütseentest põhjustatud mädanikud. (Tahvel XIX.)

Haigusetekitaja *Phytophthora infestans*'i mütseel asub nakatatud koe rakkudevahelises ruumis ja ainult seene iminapad tungivad taime rakkudesse. Konidikandjad väljuvad lehe sisemusest lehe allkülje epidermises olevate õhulõhede kaudu, moodustades eespool kirjeldatud kirme. Konidiaalne kirme tekib ainult päikesetõusu ajal ja saavutab kulminatsiooni 2—3 tunni jooksul pärast seda. Päeval konidikandjad ei moodustu. Konidikandjad on monopodiaalselt hargnenud, nende kõrvalharude tippudes tekivad munajad või sidrunikujulised üherakulised hüaliinsed konidiid. Olenevalt temperatuurist moodustab seen kas rändeoseid või idumõikusid. Kui konidiide levimise ajal on temperatuur alla 15°, moodustavad nad hulkrakulisi rändeospesi rändeostega, mis on kohe nakatamisvõimelised. Kui temperatuur on aga üle 15°, idanevad konidiid 4—5 tunni jooksul idumõiguks. Sel juhul nakatub kartul palju aeglasemalt. Osa konidiide, mis langevad kartulilehtedelt maapinnale ja sealt mulla kapillaarvette, liiguvad seal edasi ning tungivad koorevigastuste, lõvede või vahetult õrna noore koore kaudu mugulasse. Mugulas moodustab seen mütseeli, mille abil ta talvitub.

Haigus kandub edasi peamiselt seemnemugulatega, milles säilib seeneniidistik, kuid võib levida ka nakatatud taimejäätmetega (mugulate ja vartega). Kartulipõllu esinakkus lehemädanikusse toimub sageli konidiidega, mis arenevad haigete mugulate idudel eelmise aasta kartulikuhjade asemetel. Konidiidega kan-

dub haigus tervetele taimedele ka putukate, tuule, vee ja udu vahendusel.

Kartuli-lehemädaniku inkubatsiooniperioodi kestus oleneb temperatuurist. 20° juures on see neli päeva, 15° juures üksteist ja 25° juures viis päeva. Minimaalne temperatuur, mis võimaldab veel mütseeli arengut, on 1°, maksimaalne 30°. Hävitavalt mõjub seenele 40°-ne temperatuur.

Lehemädaniku arenemine ja tema kahjustuse intensiivsus sõltuvad mitmesuguste faktorite kompleksist. Nende faktorite hulgas on esikohal primaarnakkuse kolded põllul, meteoroloogilised tingimused vegetatsiooniperioodil, kartulisortide resistentsuse või vastuvõtlikkuse aste ning kartulitaimede kriitiliste arenemisfaaside ühtimine haigusetekitaja vastavate faasidega.

Tabel 20

Mullaliigi mõju mugulate nakkusele *Phytophthora infestans*'iga
(N. Naumova andmeil)

Mullaliik	Mugulate nakkus %-des
liivmullad	14,3
turvasmullad	26,1
tugevalt huumuslikud mullad	33,6
savimullad	39,1
liivsavimullad	36,1

Kartuli-kuivlaiksus — *Macrosporium solani*

On Eesti NSV-s laialt levinud, esineb kuivadel, põuastel aastatel sageli massiliselt. Haigus ilmub tavaliselt suve teisel poolel, mõnikord ka juba varem.

Nakatatud lehtedel arenevad erineva suurusega ümmargused või nurgelised tumedad kontsentriliste ringidega laigud, mis eralduvad selgelt kahjustamata lehekoest. Laikude rohkuse tõttu väheneb tunduvalt kartulitaime assimileeriv pind, milles seisabki haiguse peamine kahjustus. Kuivlaiksuse progresseerudes laigud suurenevad ja lõpuks liituvad, mille tagajärjel lehed pruunistuvad ja enneaegselt kuivavad. Mugulad jäävad seetõttu väikeseks. Nakatatud lehekoes areneb haigusetekitaja mütseel, millest õhulõhede või koevigastuste kaudu tungivad lehepinnale koniidikandjad koniididega. Koniidid on suured, tõlvjad, suitshallid 7—10 rist- ja 1—3 pikivaheseinaga. Seen levib vegetatsiooniperioodil koniididega. Talvitub koristusjäänustel, mis on järgmisel aastal peamiseks nakkusallikaks.

Kuivlaiksusesse võivad haigestuda ka noored mugulad, kui neil tekivad koristamisel koorevigastused. Mugulatel avaldub kahjustus ebakorrapärase kujuga suuremate sissevajunud tumedate ja kõvade laikudena, mis tulevad nähtavale kartuli säilitamisel («kõvamädanik»). Laikude all muutub mugula kude tumepruuniks, tervest koest teravalt piiritletud kuivaks massiks. Kirjeldatud laikudel arenevad sageli mitmed *Fusarium*'i liigid, mis põhjustavad hiljem mugulate mädanemist. Kuivlaiksusest või kõvamädanikust tabatud mugulad ei tule nakkusallikana peaaegu üldse arvesse, kuna seen neil väga harva eoseid moodustab.

Kuivlaiksuse tekitajaks on fakultatiivne parasiit *Macrosporium solani*. (Tahvel XX.)

Mõnede autorite järgi on kuivlaiksuse tekitajaks ka seen *Alternaria solani*. Erinevuseks peetakse seda, et *Alternaria solani* nakkuse korral tekivad laigud ainult lehe äärtes ja et laikudel puuduvad kontsentrilised ringid. Nimetatud liigi koniidid tekivad ahelates, on äraspiditõlvjad, pruunid; 4—8 rist- ja 1—2 pikivaheseinaga.

Kartuli-närbumistõbi (*Verticillium albo-atrum, Fusarium oxysporum*)

Haiguse levikut soodustab kuiv ilmastik. Nakatatud kartulitaimel muutuvad alguses kollaseks alumised, hiljem ka ülemised lehed ja lõpuks kolletub kogu lehestik. Iseloomulikuks tunnuseks on vahel ainult ühe lehepoole kolletumine, teine lehepool võib jääda roheliseks. Varre läbilõikes on näha, et juhtkimbud on muutunud pruuniks. Haiges taimes kaob turgor, millele järgneb närbumine. Nakkus levib ka mugulatesse, milles tumeneb juhtkimpude ring. Närbumistõbi võib tabada kartulit kõikides arenemisjärkudes, kuid peamiselt õitsemise ajal.

Kartuli-närbumistõbe põhjustavad mitmesugused seened rühmast *Deuteromycetes*, põhiliselt aga *Verticillium albo-atrum* ja *Fusarium oxysporum*. Haigusetekitaja satub kartulitaimesse stoolonite mehaaniliste vigastuste või juurerakkude kaudu. Taimes edasi liikudes ummistab seen varre juhtkimpe, takistades sellega taimemahlade liikumist. Peale selle eritab seen taimekudedesse toksiine. Suvel tungib haigusetekitaja närbuva varre välispinnale, kus ta moodustab koniide. Seen talvitub mugulates. Peale kartuli nakatab veel tomatit, kurki, kõrvitsalisi ja teisi kultuure.

Kartuli-tõusmepõletik, kartuli-mustkärn (*Rhizoctonia solani, Thanatephorus cucumeris* [= *Hypochnus solani*])

Eesti NSV-s esineb kaunis sageli, tekitades mõnel aastal märkimisväärset kahju. Haiguse kõige tavalisem ja tuntum avaldumisvorm on mustad või mustjaspruunid sklerootsiumid kartulimugula pinnal. See vorm, mida tuntakse mustkärna nimetuse all, ei ole otsese kahjustava toimega mugulale ega alanda tema toiteväärtust. Küll aga võib mustkärn teatud agrometeoroloogilistes tingimustes (madal mullatemperatuur niiskel ja pikal kevadel, kooriku tekkimine rasketel muldadel jne.) olla eelduseks haiguse väga ohtliku avaldusvormi — tõusmepõletiku — ilmumisele. Aeglaselt arenevatele ja nõrgestunud kartuliidudele tekitab seen sel juhul tumepruune laike ja haavandeid, põhjustades idude hävimist enne nende maapinnale jõudmist. Selle tagajärjel tekivad kartulimugulale enamasti laiguti esinevad tühikud. Iduta seemnemugula külge tühiku kohale kasvab sageli hulgaliselt tütarmugulaid. Niisketel ja soojadel suvedel areneb haigusetekitajal sageli suguline kandeosjärk (*Thanatephorus cucumeris*), mis ilmub taimede varte alusele valkjashalli viltkattena («viltõbi»). See saprofüütne arenemisjärk ei ole tavaliselt ohtlik. Harvemini avaldub haigus Eesti NSV oludes sellisel kujul, et seen kahjustab täiskasvanud taimede stooloneid ja juuri. (Tahvel XX.)

Kartuli-tõusmepõletiku tekitaja *Rhizoctonia solani* on tüüpiline mullaasukas, fakultatiivne parasiit, mis esineb peaaegu kõikides muldades. Sellest järeldub, et mustkärna esinemise rohkus seemnemugulatel ei ole alati korrelatsioonis tõusmepõletiku esinemisega. *Rhizoctonia solani* on kosmopoliitne seen, mis võib nakatada umbes 160 taimeliiki eri sugukondadest, nagu tomatit, peeti, kõrvitsalisi, mitmeid puu- ja umbrohuliike jne.

Kartuli harilik kärn (*Streptomyces scabies*)

Haigus on laialt levinud, eriti neutraalse reaktsiooniga muldadel.

Kartuli harilik kärn nakatab ainult mugulaid. Tabatud mugulates, kõigepealt koore ehituses, toimub rida muutusi. Taime nakkus algab tavaliselt noore peridermi ärritusega, millel tekib üksikult või hulgaliselt pruune kärnakesi. Koos mugula kasvamise ja arenemisega kärnad suurenevad, muutuvad kõvemaks ja tihedamaks ning kuivavad. Mugula pind lõheneb, lõpuks kuivab ja kogu kude hävib. Mugulad nakatuvad harilikku kärna ainult vegetatsiooniperioodil, saagikoristamisel ja säilitamisel haigus tervetele mugulatele ei levi. (Tahvel XXI.)

Harilik kärn ei vähenda üldiselt kartulisaaki; kahjustus seisab peamiselt kartuli kvaliteedi ja maitseomaduste halvenemises

ning tärklisesisalduse alanemises. Samuti väheneb kartuli säilivus, sest kärna nakatunud mugulad haigestuvad kergesti mitmesugustesse mädanikesse.

Harilikku kärna põhjustab kiirikseen *Streptomyces scabies*, kuid haigust võivad tekitada ka teised kiirikseente liigid. Need on tüüpilised mullaasukad, mis kohanevad kergesti keskkonnatingimustega ja on seetõttu igal pool laialt levinud. Väga sageli esinevad nad lubja ja orgaaniliste ainete poolest rikastel muldadel, kergetel saviliiv- ja liivsavimuldadel ning eriti karbonaatmuldadel. Sellistel muldadel nakatub kartul rohkem ka harilikku kärna. Haiguse arengut ja levikut soodustab kuiv ilmastik. Mugulatesse tungib haigusetekitaja mehaaniliste vigastuste ja lõvede kaudu. Nakkus levib mulla ja haigete mugulate kaudu. Katseliselt on kindlaks tehtud, et harilikku kärna nakatunud mugulate mahapanekul steriliseeritud mulda haigestub umbes 50% saagist. Erinevad kartulisordid nakatuvad harilikku kärna erinevalt, kusjuures tugevamini haigestuvad varajased sordid. Kergetel muldadel on haigusele väga vastuvõtlik 'Priekuli varajane'.

Kartuli-süvikkärn (*Spongospora subterranea*)

Eesti NSV-s esineb vähe. Süvikkärn kahjustab ainult kartuli maa-aluseid osi — mugulaid ja juuri, harvem stooloneid. Mõnikord võib haigus esineda ainult juurtel, mugulad jäävad terveks. Pealsetel haigus ei avaldu. Süvikkärna tekitav seen tungib mugulatesse mehaaniliste vigastuste ja lõvede kaudu. Mugulatel tekivad väikesed heledad vesised 3—4 mm läbimõõduga koorealused kühmukesed või kärnad (pustulid), mis hiljem kuivavad ja tähekujuliselt rebenevad. Tugeva nakkuse korral mugulad deformeeruvad. Neis tekivad haavandid, mis on täidetud pruuni tolmava massiga — seene püsieospesadega. Mugulad võivad juba varakult nakatuda, kuid kärnad rebenevad ja haavandid tekivad alles vegetatsiooniperioodi lõpus, põhiliselt kartuli koristamise perioodil. Süvikkärna kärnakesi võib esineda mõnikord nii palju, et nad katavad kogu mugula pinna. Juurtel ja stoolonitel tekivad kas üksikult või rühmadena paiknevad kasved. (Tahvel XXII.)

Süvikkärna tekitajaks on seen *Spongospora subterranea*, millel puudub mütseel. Seen moodustab ränd- ja püsieospesi. Viimased on varustatud kaunis paksu kestaga ja võivad säilida seetõttu mullas pikemat aega, kuni 4 ja rohkem aastat.

Süvikkärn on teistest kartulikärnadest ohtlikum. Süvikkärna nakatunud mugulad kaotavad oma väärtuse, omandavad ebameeldiva lõhna ja nende maitseomadused halvenevad. Süvikkärnast tabandunud mugulad nakatuvad 6—8 korda rohkem lehemädanikusse, samuti mitmesugustesse kuiv- ja märgmädanikesse. See

on seletatav sellega, et süvikkärna haavandite all tekib kaitsev korkkude alles pärast saagi koristamist, mistõttu nakatatud mugulad on väga vastuvõtlikud eespool nimetatud haigustele.

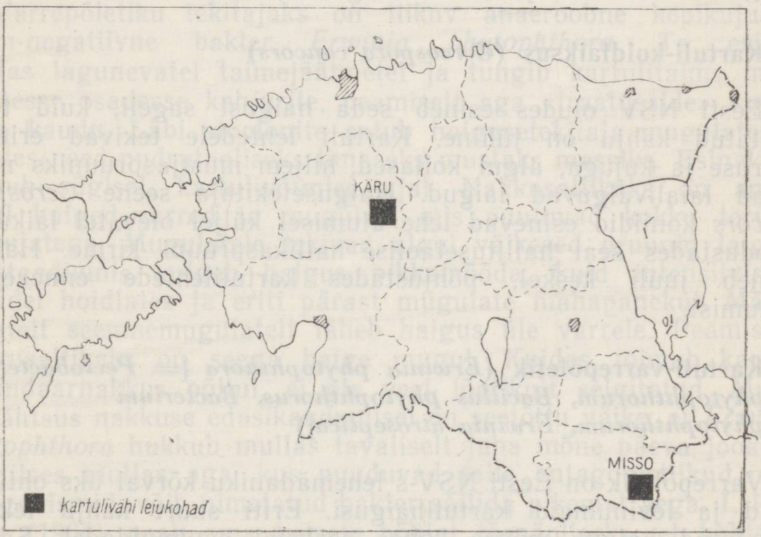
Süvikkärna arengut soodustavad jahe või parajalt soe ilm (12—18°), happelised mullad ning suur mullaniiskus (90% ja rohkem), eriti kartuli arenemise esimeses faasis.

Haigus levib mulla kaudu, kus ta säilib nakatatud taimejäätmetel, samuti haigete seemnemugulatega.

Kartulivähk (*Synchytrium endobioticum*)

Kartulivähk on väga ohtlik karantiinhaigus. Eesti NSV territooriumil on teda avastatud seni vaid kahel korral: 1949. aastal Paide rajoonis Käru metsavahi kartulipõllul sordil 'Odenwaldi sinine' ja 1965. aastal Võru rajoonis Misso sovhoosi töötaja individuaalaias tundmatul sordil.

Nakatuvad peamiselt mugulad ja stoolonid, mõnikord ka noored idud ja lehed. Juured ei haigestu. Esimesed vähisümptoomid avalduvad mugulatel kasvetena mugula silmade ümber. Vähikasved on algul väikesed, kuid suurenevad aegamööda ja ületavad sageli oma mõõtmeilt mugula suuruse. Esmalt on nad tabatud sordile omase mugulavärvusega, hiljem muutuvad mustaks. Kasvete pind on ebaühtlane ja lihakas ega ole kaitstud korkkihiga, mistõttu kasved hakkavad kergesti mädanema.



Joonis 41. Kartulivähi leiukohad Eesti NSV-s.

Koristamise ajaks levib mädanik ka mugulatele, mis muutuvad täiesti kõlbmatuks. Varajase tugeva nakkuse korral ei teki üldse mugulaid. Pealsetel ei ole haigus tavaliselt märgatav. (Tahvel XXI.)

Haigusetekitaja arenemistsükkel on väga keerukas. Mugula nakatumisel areneb selle rakumahlas seene vegetatiivkeha, mis moodustab põiekujulise, õhukese kestaga tsüsti. Sellel tekib uus kest. Pärast seda jaguneb protoplasma 4—9 zoosporangiumiks. Igaühes neist valmib 200—300 üheviburilist zoospoori. Zoosporangiumid idanevad, vabastades seejuures zoospoore, mis satuvad mulda. See tsükkel kestab 10—12 päeva. Tekkinud zoospoorid tungivad taime kudedesse, kutsudes esile samasuguse nakkuse. Suve jooksul võib tsükkel korduda, millega on ka seletatav kartuli massiline haigestumine. Suve lõpuks tekivad ühe viburiga isogameedid, mis kopuleerudes annavad kaheviburilise sügoodi; sellest arenevad kolmekordse kestaga püsieospesad. Pärast vähikasvete lagunemist satuvad püsieospesad mulda, kus nad talvituvad. Püsieospesad püsivad mullas idanemis- ja nakatamisvõimelistena kuni 13 aastat, tavaliselt aga 8—9 aastat. Nad levivad põllul vee, putukate, lindude ja loomadega ning mullaharimisriistadega.

Kartulivähi arenemist soodustab suur mullaniiskus. Optimaalseks temperatuuriks on 15 kuni 20°. Mullareaktsiooni suhtes ei ole seen eriti nõudlik, areneb pH 3,9—8,5 juures. Optimaalne pH on 5,0. Eriti intensiivselt nakatub kartul kergetel muldadel. Haigus levib mulla ja seemnemugulate kaudu.

Kartuli-koldlaiksus (*Cercospora concors*)

Eesti NSV oludes esineb seda haigust sageli, kuid tema tekitatud kahju on tühine. Kartuli lehtedele tekivad erineva suuruse ja kujuga, algul kollased, hiljem mustjaspruuniks muutuvad laialivalguvad laigud. Haigusetekitaja seene *Cerospora concors* koniidid esinevad lehe alumisel küljel olevatel laikudel, moodustades seal hallitusetaolise hallikaspruuni kirme. Haigus ilmneb juuli keskel, põhjustades kartulilehtede enneaegset koltumist.

Kartuli-varrepõletik (*Erwinia phytophthora* [= *Pectobacterium phytophthorum, Bacillus phytophthorus, Bacterium phytophthorum, Erwinia atroseptica*])

Varrepõletik on Eesti NSV-s lehemädaniku kõrval üks ohtlikumaid ja levinumaid kartulihaigusi. Eriti suurt kahju tekitab nimetatud haigus mõnes kohas rasketel savimuldadel. Saagikadu võib ulatuda 10%-ni; mõnel aastal, olenevalt ilmastikust, on see protsent veelgi suurem.

Varrepõletiku välistunnusteks on kartulitaimede ladvalehtede kolletumine ja keerdumine ning tumedate laikude tekkimine varre alusele, mis hiljem liitudes muudavad varre alumise osa mustaks. Tumenenud varreosa on pehme ja mädane ning varred vajuvad kokku. Must varrealus on varrepõletiku tüüpiliseks tunnuseks. Kui teha varre alusest läbilõige, on mikroskoobi all näha, et varre juhtkimbud on bakteritega täidetud. Nakatatud kartulitaimi on väga kerge maast välja tõmmata.

Haiguse arenemise intensiivsus oleneb sademete hulgast vegetatsiooniperioodi teisel poolel, kuid ka eelmisel suvel. Kuivadel suvedel levib haigus peamiselt vegetatsiooniperioodi algul, hiljem levik peatub. Vihmastel aastatel aga kannatab kartul varrepõletiku all kogu suve jooksul. Kui taim haigestub varajases arenemisstaadiumis, võib varrepõletik muutuda krooniliseks. Taim sel juhul ei hukku, kuid tema vars jääb peenikeseks ja lehed väikeseks. Mugulaid ei teki või nad jäävad kiduraks, nende areng on pärsitud, sest toitainete juurdevool pealsetest on takistatud. Hilissuvel nakatatud kartulitaimed moodustavad mädaplekilisi mugulaid. Eriti sageli leiab see aset sordil 'Jõgeva kollane', millel haigus põhjustab mugulate massilist mädanemist kuhjades. Kartuli südamik hakkab mädanema ja muutub mustaks, mugulas tekib lõpuks õõnsus. Hilisemas arenemisfaasis nakatatud taimedel võib haigus kulgeda ka nii intensiivselt, et nad juba 2—3 päeva pärast nakatumist närbuvad ja lamanduvad, ilma et avalduksid haigusele tüüpilised välistunnused. (Tahvel XIX.)

Varrepõletiku tekitajaks on liikuv anaeroobne kepikujuline gram-negatiivne bakter *Erwinia phytophthora*. Ta esineb mullas lagunevatel taimejäätmetel ja tungib kartulitaime maa-alustesse osadesse kahjurite, peamiselt aga «traatusside» vigastuste kaudu. Läbi stoolonite satub haigusetekitaja mugulatesse, muutes need pudrutaoliseks limaseks mustaks massiks. Esinakkus toimub sügisel, kartulivõtmise ajal. Nakkusallikaks on antud juhul haiged varred ja mugulad, mis puutuvad kokku tervete mugulatega. Mugulatele tekivad algul väikesed pruunid laigud. Algstaadiumis kulgeb haigus pikkamööda, kuid intensiivistub kevadel hoidlates ja eriti pärast mugulate mahapanekut. Mädanevatelt seemnemugulatelt läheb haigus üle varrele. Peamiseks nakkusallikaks on seega haige mugul. Kuidas toimub kartuli sekundaarnakkus põllul, ei ole veel lõplikult selgitatud. Mulla osatähtsus nakkuse edasikandumisel on seetõttu väike, et *Erwinia phytophthora* hukkub mullas tavaliselt juba mõne päeva jooksul. Steriilses mullas aga, kus puuduvad talle antagonistlikud mikroorganismid, võib nimetatud bakter säilida pikemat aega. I. Puipene (1964) peab oma katsete põhjal tõenäoliseks, et bakterid levivad taimelt taimele vihmapiiskadega, eriti siis, kui vihmahoogudega kaasneb tugev tuul. Järelikult oleneb kartuli sekun-

daarnakkus varrepõletikku sademete sagedusest vegetatsiooniperioodil, eriti aga suve teisel poolel.

Haigusele on väga vastuvõtlikud pruun-, ring- või valgemädanikust kahjustatud mugulad. Varrepõletiku esinemine ja levik sõltuvad seepärast ka seemnekartuli seisundist. Nakatatud mugulate hoidmisel 0° juures kaotab bakter oma virulentsuse, kõrgema temperatuuri puhul aga virulentsus suureneb.

Ühed kartulisordid on varrepõletiku suhtes resistentsemad, teised vastuvõtlikumad, kuid täiesti resistentseid sorte ei ole olemas. Teatud sordi varrepõletikukindlus võib muutuda olenevalt keskkonnatingimustest. Bakteri eri tüved on ka erineva patogeensusega üksikute kartulisortide suhtes. Kui mõnel aastal esines teatud sordil tugevasti varrepõletikku, on soovitatav asendada see sort järgmisel aastal teise sordiga.

Kartuli-ringmädanik (*Corynebacterium sepedonicum* [= *Bacterium sepedonicum*, *Aplanobacter sepedonicum*])

Ringmädaniku puhul kartulipealsetel erilisi iseloomulikke tunnuseid ei avaldu. Ainult mõnikord on haiged taimed madalama kasvuga kui terved taimed, sulglehekesed on rullunud või kiprunud ja heledama värvusega. Ka nakatatud mugul jätab väliselt terve mulje. Mugula läbilõikes võib aga märgata, et juhtkimpude kude on tavalisest tumedam. Kui lõikepinda servadest kokku pigistada, erituvad juhtkimpude ringist kollased vedelikutilgad. Eriti hästi on see tunnus välja kujunenud kevadeks, mil juhtkimpude ring muutub tumepruuniks. Ringmädanikust kahjustatud mugulad on toiduks kõlbmatud. (Tahvel XX.)

Ringmädanikku tekitab bakter *Corynebacterium sepedonicum*. Nõukogude fütopatoloog O. Belova tõestas (1960), et ringmädanikule eelneb kartulil sellesama bakteri tekitatud vähemärgatav haigusvorm — nn. kollane ehk aukmädanik. Selle esimeseks tunnuseks on võikollased laigud mugula koore all, mis hiljem, kevadeks, laienevad, süvenevad ja mädanevad välja, jättes kooresse väikesed nähtavad augud. Aukmädanikuga seemnemugulatest kasvavad taimed, mille mugulad on ringmädanikuhaiged. Aukmädanikuga mugulates satuvad bakterid juhtkimpude süsteemi, sealt vartesse ja uutesse tekkivatesse mugulatesse. Viimastest võib osa langeda märgmädaniku ohvriks ja laguneda koristamise ajal, mil bakterid kanduvad jällegi tervete mugulate kooresse.

Ringmädanik levib ainult nakatatud seemnemugulatega, ei kandu üle mulla kaudu ega ka haigelt taimelt tervele kasvu ajal. Nakkust soodustab niiske ilm koristamise ajal. Eriti vastuvõtlikud on noored mugulad, millel on õhuke, kergelt ärahõõrutav koor.

Eesti NSV-s on täheldatud järgmisi kartulivirooside vorme: 1) mosaiik, 2) aukuubamosaiik, 3) kimarlehisus, 4) kärbumishaigus (viirikhaigus) ja 5) mosaiikne keerdlehisus. Nende tekitajaiks on meie tingimustes põhiliselt X-, Y-, S-, M-, (K-) ja A-viirus, vähem ka F-viirus.

Kartuliviroosid levivad seemnemugulatega. Neid siirutavad peamiselt lehetäide lendvormid. Kuna lehetäide arengut soodustab soe kuiv suvi, siis võib just sellega seletada virooside arvukamat esiletulekut põuastele suvedele järgnevatel aastatel. Peale selle kanduvad kartuli-viirushaigused edasi ka kokkupuute teel (kontaktinfektsioon). Kontaktinfektsioon võib toimuda näiteks põllul haigete ja tervete taimede lehtede vastastikusel hõõrdumisel, hoidlas aga siis, kui mugulate idanemisel hõõrdub viirushaige mugula idu vastu terve mugula idu.

X-viirus on meil väga laialt levinud. Kandub edasi kontaktinfektsiooni teel. X-viirus põhjustab, olenevalt kartulisordist, kas mosaiiki, kärbumishaigust või kimarlehisust. Eesti NSV-s kasvatatavatel kartulisortidel põhjustab mosaiiki. Võib esineda ka peitelisel kujul. Kartuli saagikus väheneb X-viirusega nakatumisel 8—15%.

Y-viirus on Eestis samuti laialt levinud. Kandub edasi lehetäidega. On isoleeritav nukleoproteiidina. Eesti NSV-s põhjustab kartuli nekrootilist kimarlehisust. Y-viirusega nakatumise tagajärjel võib kartuli saagikus langeda keskmiselt 31—74%. Latentsel kujul võib nimetatud viirus esineda punasel ristikul, hernel, kapsal ja söödanaeril.

S-viirus on meil üldise levikuga, esineb enamasti latentselt. S-viiruse kahjustuse tagajärjel võib saak langeda olenevalt sordist, umbes 10%. Kandub edasi kontaktinfektsiooni teel.

M-viirus (ehk K-viirus) on Eesti NSV kartulisortidel laialdaselt levinud. Viirus põhjustab mosaiiki, mosaiikset keerdlehisust ja kimarlehisust. Teatavates meteoroloogilistes tingimustes jääb latentseks. Levib lehetäidega.

A-viirust esineb meil vähem kui eelmisi. Levib lehetäidega. Enamikul meie kartulisortidest avaldub kerge mosaiigina.

F-viirus esineb Eestis harva. Levib lehetäide kaudu ja kontaktinfektsiooni teel. Kutsub esile aukuubamosaiiki, mõnel kartulisordil aga ka mugula-säsinekroosi.

Mosaiik. Selle tüüpiliseks tunnuseks on hele- ja tumeroheliste pindade vaheldumine kartulilehtedel. Päikesepaistelise ilmaga ei ole mosaiik sageli märgatav, seda tugevamini aga paistab see silma pilvise ilma puhul. Algul on haiged taimed kasvult ja hoiakult normaalsed, kuid lõpetavad oma kasvu umbes 2 nädalat tervetest varem ja on kartuli-lehemädanikule vastuvõtlikumad. Mosaiik võib alandada kartulisaaki 10—20% võrra.

Mosaiikset haiguspilti tekitavad mitmed viirused. Põhilise mosaigitekitajaga, X-viirusega, kaasnevad sageli teised viirused, põhjustades väga ohtlikke segainfektsioone.

Aukuubamosaiik. Haigustunnused avalduvad kontrastselt väljajoonistatud helekollaste laikude näol peamiselt alumistel lehtedel. Laigud on mitmesuguse kujuga, algul väikesed, hiljem suurenevad. Nakkuse tagajärjel tekivad mugula säsis nekroosid, kuid ainult hoidlatingimustes. Aukuubamosaiiki esineb meil vähe ja tema kahjustus on väikese tähtsusega.

Kimarlehisus. Kimarlehisuse korral on kartuli lehed ja varred tugevasti deformeerunud, taim jääb kasvult kängu. Kerge haigestumise korral on leheserv ja -pind veidi laineline, tugeva kahjustuse puhul aga on lehed tugevasti kiprunud, kokku rullunud ja varte ümber tihedalt kokku surutud («buketthaigus»). Varred on lühikesed, mõnikord mööda maad roomavad, varte sõlmevahed on normaalsest lühemad. Mugulad on kidurad, saak väheneb tunduvalt. Sageli kaasnevad kimarlehisusega ka mosaiik ja nekrootilised laigud leheroodude vahel või nekrootilised triibud leheroodudel (nekrootiline kimarlehisus). Kimarlehine kartulitaim on väga vastuvõtlik seen- ja bakterhaigustele. Saagikadu võib olla 20—75%. Kimarlehisus esineb kõikidel Eesti NSV-s kasvatatavatel kartulisortidel, väga harva ainult sordil 'Virulane'. Kimarlehisust kutsuvad esile mitmesugused viirused kas üksikult või koos (segainfektsioonid).

Kärbumishaigus (viirikhaigus). Vartel, lehevartel ja lehtedel tekivad tumedad, pruunid või mustad erineva suurusega nekrootilised laigud. Leheroodudel esinevad nekroosid triipudena, roodudevahelisel pinnal aga väikeste ebakorrapärase asetusega täppidena. Hiljem kuivavad alumised lehed, jäädes vartele rippuma. Mõnikord võib kärbumishaigusega kaasneda ka mosaiik taime ladvas. Teatud juhtudel avaldub nekroos ka mugulatel, mis kaotavad selle tagajärjel idanemisvõime. Kärbumishaigus tekitab kartlikasvatusele suurt kahju, vähendades saaki 40—70%, vahel isegi kuni 80% võrra. Tabab peaaegu kõiki Eesti NSV-s kasvatatavaid kartulisorte, kõige rohkem kannatab selle all 'Jõgeva kollane'. Haigust põhjustavad mitmed viirused, meie oludes põhiliselt Y-viirus. Kärbumishaiguse tunnused sarnanevad mõnel määral kuivlaiksuse ja kaaliumipuudushaiguste tunnustega

Mosaiikne keerdlehisus. Selle haiguse puhul on kogu lehestikul, eriti aga ladvas, märgata lehekeste servade keerdumist ülespoole. Enamasti on lehekese pind ja serv laineline. Seetõttu meenutab mosaiikne keerdlehisus üldmuljelt kimarlehisust. Lehtede deformatsiooniga kaasneb enamasti tugev mosaiik, nekroosinähud aga puuduvad. Haigus alandab kartulisaaki 25—40% võrra. Haigust tekitab M- ehk K-viirus, mis levib lehetäidega. Esineb meil massiliselt kartulisortidel 'Jõgeva kollane', 'Olev' ja 'Talvik'. (Tahvel XXII.)

Muguldumistõbi

Muguldumistõbi avaldub selles, et emamugul moodustab normaalsete võsude asemel hulgaliselt väikesi, sageli deformeerunud mugulakesi. Võsud on kidurad ja ei suuda mullakihti läbida, mille tagajärjel tekivad põllul tühikud.

Muguldumistõbe põhjustavad ebasoodsad välistingimused, näiteks ebaühtlane sademete jaotus taimekasvu ajal ja neist tingitud füsioloogilised häired mugulas. Selle tagajärjel suundub emamugulast idanevatesse silmadesse rohkem tärklist, kui need võsude moodustamiseks suudavad kasutada. Sellised mugulad säilivad halvemini ületalve, sest lisamugulad murduvad kergesti ära, kartulil tekivad seetõttu vigastused ja ta hakkab mädanema.

Külmakahjustus

Kartulid külmuvad temperatuuril —2 kuni —4°. Külmunud kartulid kaotavad oma toiteväärtuse ja maitseomadused. Keedetult on nad magusamaitselised. Külmakahjustuse tagajärjel muutuvad mugulad märjaks ja pehmeks. Koor tõmbub kipra ja eraldub kergesti mugulast. Pärast koorimist muutub mugul roosaks, siis punaseks ja hiljem mustjaspruuniks. Selline mugul hakkab kergesti mädanema. Külmakahjustus võib esineda ka hoidlas. Pärast vähest külmumist jääb osa mugulast elujõuliseks ja näib väliselt tervena. Mugula läbilõikamisel on näha peenikesi triipe või pruune laike, mis asetsevad ringikujuliselt kogu mugula sisemuses. Kergelt külmunud kartuleid võib kasutada seemneks.

Pruuntähnisus (raualaiksus)

Selle haiguse põhjused ei ole veel lõplikult selgitatud. Seniste uurimiste kohaselt on tegemist ilmastiku mõjuga — sajuste ja kuivade ilmade sagedase vaheldumisega. Samuti oleneb pruuntähnisuse ilmumine kartulisordi omadustest, taime toitumisrežiimi häiretest (eriti mikroelementide osas) ja kasvukohast. Haigust esineb rohkesti kruusase või raske savipõhjaga põldudel. Pruuntähnisusele on iseloomulik, et mugulatel ei esine mitte mingisuguseid välissümptoome, alles mugula poolitamisel on näha mitmesuguse suurusega pruune või roostepunaseid ebakorrapäraselt asetatud laike, mis koosnevad surnud rakkudest. Sageli esineb ka mugula sisu nekrotiseerumist ja korgistumist. Haigus ei kandu edasi seemnemugulatega, samuti ei vähenda ta mugulate idanemist.

Korktõbi

Korktõbi on sarnane pruuntähnisusega. Erinevalt sellest ilmuvad korktõve puhul mugula koorele ringikujulised tumedad, hiljem sageli rebenevad süvendid. Sellise koha läbilõikamisel võib näha, et ringi kohalt tungib mugula sisusse tume poolkerajas nekrotiseerunud vöönd. Vanemas staadiumis eraldab see mugulast poolkerakujulise osa. Mõnikord võib eraldunud osa välja tõmmata nagu korgi. Haiguse tugeva esinemise korral kannatab kartuli idanemisenergia. Ka korktõve põhjused ei ole veel lõplikult kindlaks tehtud. Üldiselt esineb ta samasuguste ilmastikutingimuste puhul, samasugustes kasvukohtades ja samadel kartulisortidel kui pruuntähnisuski ja väga sageli sellega koos. Sageli peetakse korktõbe pruuntähnisuse üheks vormiks, kuid teiste arvamuste järgi tekitab korktõbe koguni viirus.

Südamikunekroosid

Südamikunekrooside all mõistetakse rakkude suremist mugula tsentraalses osas. Nad võivad esineda kahel täiesti erineval kujul: musta südamikunekroosina ja kartuli-südamikuõõndumisena. Südamikunekroosid võivad tekkida siis, kui mugulaid hoitakse mõnda aega liiga soojas ruumis. Mugula läbilõikes on näha, et südamik on muutunud mustaks. Mõnikord muutub selle asemel tumedaks juhtkimpude ring või kogu mugula sisu. Mugula sisu mustaks muutumine on tingitud sellest, et mugulas leiduv aminohape türosiin muutub fermendi türosinaasi toimel tumedavärviliseks melaniiniks. Normaalsetes mugulates seda protsessi ei toimu, kuid kõrge ja madal temperatuur, mehaanilised vigastused jne. võivad selle esile kutsuda. Kõrge temperatuur ja hapnikupuudus on arvatavasti haiguse peapõhjusteks. Südamikunekroosid võivad aga tekkida ka siis, kui kartuleid hoitakse mõnda aega temperatuuril —4°.

Südamiku õõndumine tekib tavaliselt suurematel kartulimugulatel. Fermentatiivsete häirete tagajärjel algul südamik pruunistub, mis põhjustab tärklisesisalduse vähenemise ja hiljem üksikute rakkude või tervete rakurühmade väljasuremise mugulas. Nekrootiliste laikude ümber tekib armkude. Hiljem moodustub terves koes korgikambium, millega südamik eraldub tervest osast, muutudes lõpuks korkkoega kaetud õõnsuseks.

KAALIUMI-, FOSFORI- JA MAGNEESIUMIPUUDUS

Kaaliumipuuduse korral muutuvad kartulilehed tumeroheliseks ja kortsuvad. Hiljem tekivad lehtedele väikesed pruunid täpikesed, mistõttu lehed muutuvad pronksivärviliseks.

Kartulipuhmas valgub laiali, sõlmevahed varre ülemises osas jäävad lühikeseks, pealsed kuivavad enneaegu ära.

Fosforipuuduse tagajärjel omandavad kartulipuhmad kokkusurutud ilme, lehed on tumerohelised ja asetsevad varrel terava nurga all, mis avaldub eriti õitsemise ajal. Külgmine hargnemine on nõrk või puudub üldse. Mugulate tekkimise ajaks ilmub alumiste lehtede tippudesse kitsas tumepruun või must vöönd. Lehe surev kude keerdub ülespoole, moodustades kitsa toru.

Magneesiumipuudus muudab alumised lehed kollakasroheliseks ja leheroodude vahele ilmuvad pruunid laigud. Kahjustatud lehed langevad maha. Pealsed kuivavad enneaegu ja tärklisesisaldus mugulates väheneb.

KARTULIHAIGUSTE TÕRJE

Kartulit on kõige parem kasvatada vaheldumisi taliteraviljade, põldheina, kaunviljade ja segaviljaga.

Kartulit järjest samas kohas mitte kasvatada, sest see soodustab tema nakatumist bakterioosidesse, eriti aga siis, kui eelmisel aastal esines rohkesti varrepõletikku.

Muld peab olema piisavalt sügavalt ja kobedalt haritud. Sügisel tuleb teha sügavkünd, kevadel libistatakse esimesel mullaharimise võimalusel. Kartuli vastupidavust haigustele tõstavad ratsionaalsed orgaaniliste ja mineraalväetiste kogused. Eriti tähtis on sõnnikuga väetamine. Väetamine sõnniku ja turbaga vähendab tunduvalt varrepõletikku tekitava bakteri virulentsust. Sõnnikuga väetatud põllul esineb varrepõletikku poole võrra vähem kui väetamata põllul. Kõige paremat mõju avaldavad mineraalväetised koos sõnnikuga. Varrepõletiku tõrje seisukohalt on soovitatav anda lämmastikväetisi mitte korraga, vaid kahes koguses: esimest korda enne kartuli mahapanekut 125 kg/ha ja teist korda pärast tõusmete ilmumist samuti 125 kg/ha. Kartuli hariliku kärna vastu on soovitatav kasutada haljasväetisi. Soovitatav on ka mikroväetiste kasutamine, näiteks mugulate töötlemine enne mahapanekut vask- ja mangaanväetiste lahusega. Tugevasti happelistel muldadel areneb kartul halvemini ja on seetõttu ka vastuvõtlikum mitmesugustele haigustele. Selliseid muldi tuleb lubjata. Põlevkivituhk vähendab kartuli nakatumist kuivlaiksusse.

Mahapanekuks tohib kasutada ainult elujõulisi, terveid mugulaid. Kõik haiged ja haigete idudega mugulad tuleb välja praakida. Varajaste sortide seemnemugulad jaroviseeritakse. Siis kasvavad tugevad lühikesed idandid ja elujõulised, haigustele vastupidavamad taimed. Jaroviseerimisel tulevad ilmsiks ka

pruunmädanikust tabatud mugulad. Haigusetekitaja seen lõpetab puhkeperioodi ja hakkab kasvama. Pruunmädanikust tekitatud laigud mugulatel suurenevad ja avalduvad selgemini, arenevad idud on nakatatud. See võimaldab haigete mugulate väljapraakimist. Jarovisatsioon kiirendab ka kartulitaimede arengut ja kaitseb neid sellega lehemädanikunakkuse eest.

Enne mahapanekut tuleb eriti lehemädanikuõrnade sortide seemnemugulaid töödelda 0,02%-lise vasksulfaadilahusega arvestusega 2 liitrit 1 ts kohta. Mugulaid, mida jaroviseeritakse, töödeldakse iga 4—5 päeva tagant sellesama lahusega, kuid 0,01%-lises kontsentratsioonis. Samuti võib mugulaid pritsida 2%-lise TMTD-suspensiooniga. Väga efektiivne on seemnemugulate tolmutamine 7—10 päeva enne mahapanekut ja mahapaneku päeval 50%-lise tsinebi- või TMTD-pulbriga arvestusega 700 g 1 ts kartulimugulate kohta. Samuti võib seemnemugulaid töödelda granosaaniga.

Olenevalt mullastikust ja ilmastikust valida kartuli mahapanekuks kõige soodsam aeg. Õige mahapanekuaeg on tähtis profülaktiline võte kartuli haigestumise vähendamisel. Eriti on see maksev varajaste lehemädanikuõrnade sortide kohta. Mida kiiremini valmib kartul, seda rohkem on ta kaitstud lehemädaniku eest. Rasketel savimuldadel ei tohi mugulaid sügavalt maha panna, sest see soodustab nende nakatumist varrepõletikku.

Kümnendal päeval pärast kartuli mahapanekut tuleb läbi viia esimene äestamine ja pärast seda esimene muldamine. Muldamine vähendab lehemädaniku-, varrepõletiku- jt. haiguste kahjustust. Kuival suvel ja kergel mullal piisab kahekordsest muldamisest, vihmasel ajal ja raskematel muldadel tuleb aga 3—4 korda mullata. Süstemaatiliselt tuleb teha ka umbrohu- ja putukatõrjet, sest paljad putukad on kartulivirooside siirutajaiks, umbrohud aga viiruste reservaatoriteks, eriti X- ja Y-viirustele.

Vegetatsiooniperioodil tuleb seemnepõllult välja kiskuda ja hävitada viirushaiged ja varrepõletikust tabatud taimed koos mugulatega. Viirushaigeid taimi tuleb välja kiskuda kolm korda: kartuli tärkamise ajal, õitsemise ajal ja enne koristamist. Varrepõletikku nakatunud taimed kistakse välja, kui nad on umbes 15—18 cm kõrged, ja teist korda nende õitsemise ajal. Et vältida kartulimugulate nakatumist koristamise ajal lehemädanikust tabatud pealsetega kokkupuutumisel, tuleb need 3—5 päeva enne koristamist maha niita või pritsida defoliantide või desinktantidega ja põllult eemaldada. Seemnepõllul tuleb pealseid niita 6—8 päeva enne koristamist. Kuna tavaliselt mugulatel viirushaiguste tunnuseid ei esine, siis peab seemnekartuli tunnustamine toimuma põllul õitsemise ajal, mil viroosid avalduvad kõige ilmekamalt kartulipealsetel.

Kasvuajal pritsitakse kartulitaimi kolm korda 1%-lise bordoo

vedelikuga. Esimest korda pritsida haigustunnuste esmasel ilmumisel varajastel kartulisortidel, teist ja kolmandat korda 6—7-päevaste vaheaegade tagant. Häid tulemusi annab ka taimede pritsimine 0,025%-lise vasksulfaadilahusega (1 ha pritsimiseks kulub 500 liitrit). Esimest korda tuleb pritsida 10 päeva pärast kartuliidandite mullapinnale tõusmist ja teist korda enne pealsete liitumist. Pritsimine bordoo vedelikuga ja vasksulfaadilahusega vähendab mitte ainult kartuli haigestumist lehemädanikku, vaid tõstab ka saaki. Häid tulemusi annab kartulipealsete pritsimine bordoo vedeliku asendajatega: 0,5%-lise vaskoksiidkloriidisuspensiooniga (600—800 l/ha) või 0,5—0,7%-lise tsinebisuspensiooniga või 0,15—0,25%-lise kaptaanisuspensiooniga või 1—2%-lise tsiraamisuspensiooniga jne. Pritsitakse samadel aegadel nagu bordoo vedeliku puhul.

Kartul koristada õigeaegselt võimalikult kuiva ilmaga. Võitluses lehemädaniku vastu on oluline koristada varajaste sortide saak juba juulikuu keskel, enne kui kartul nakatub lehemädanikku. Varajase saagi saamiseks on vaja seemnemugulad jaroviseerida, panna need maha esimesel looduslikul võimalusel ja luua kõrge agrofoon. Koristamisel püüda vältida mugulate vigastamist. Seemnekartuleid tuleb korjata kastidesse ja jätta need mõneks ajaks kuivama ja tuulduma õhu kätte. Soovitatav on ka tarbemugulate tahendamine õhu käes enne nende salvestamist. Kuivatatud mugulad nakatuvad säilitamisperioodil mitmesugustesse mädanikesse tunduvalt vähem (ca 3,2%) kui kuivatamata mugulad (43,5%). Juba enne hoidlasse paigutamist välja praakida varrepõletikust tabatud laigulised mugulad.

Kasvatada haiguskindlaid kartulisorte. Et meil seni puuduvad viroosidele resistentsed sordid, tuleb terve seemnekartuli saamiseks kasutada kloonmeetodit. See meetod seisneb kartulite mitmeaastases pidevas kloonidena kasvatamises ja paremate klooni valimises. Töö peab toimuma põldudel, mis asuvad võimalikult eemal tarbekartulipõldudest, et lehetäid ei saaks nakkust edasi kanda. Kõige sobivamad on metsaga piiratud alad.

LINAHAIGUSED

Lina nakatub paljudesse seenhaigustesse ja kannatab tugevasti ka võrmi all. Väiksema majandusliku tähtsusega on bakterhaigused.

Tähtsamateks linahaigusteks on pigirooste, linakõrbus, närbumistõbi ja askohütoos, mis kahjustavad nii kiudu kui ka seemet. Lina võib nakatuda kogu vegetatsiooniperioodi vältel ja kõigis arenemisfaasides, kusjuures võivad kahjustuda kõik taimeosad. Haiguste tagajärjel võib igal aastal kuni 15% saagist hävida. Paljud linahaiguste tekitajad on tüüpilised mullaasukad, kes elavad ja paljunevad mullas. See on üheks nn. «linaväsimuse» põhjuseks. Haiguste vältimiseks tuleb külvis varuda täiesti haigusvabalt linapõllult. Juhul kui linapõllul esinevad haigused, peavad sellelt saadud seemned alluma fütopatoloogilisele ekspertiisile.

Lina-pigirooste (*Melampsora lini*)

Lina-pigiroostekahjustus seisab peamiselt linakiu kvaliteedi halvenemises: väheneb linakiu pikkus ja tugevus. Alaneb ka linavarte saak. Haiguse tekitaja on ühe peremeestaimega liik, mis läbib kõik eosjärgud linal. Kahjustus on kõige suurem talieosjärgus.

Kevadel tekivad idulehtede ja pärislehtede alumisel küljel vähemärgatavad kevised. Kesksuvel, lina õitsemise ajal, ilmuvad lina vartele, lehtedele ja tupplehtedele seene oranživärvilised tolmavad suvieospustulid. Suvieosed on ümmargused, ogajad, roostepruunid. Nende kaudu levib haigus kogu vegetatsiooniperioodi vältel. Hiljem ilmuvad vartele pigimustad läikivad ümarad või piklikud talieospustulid. Talieosed on piklikud, üherakulised ja asuvad varre kooreparenhüümi ning epidermise vahel. Vars muutub selle tagajärjel rabedaks ega anna kvaliteetset kiudu. Nakatatud kohad varrel ei allu lina leotamisel pektiini lagundavate bakterite toimele.

Seen *Melampsora lini* talvitub talieostena taimejäätmetel, mis on seega nakkusallikaks. Samuti levib seen külvisega, millesse ta satub nakatatud varreosakestega.

Lina-pigirooste arenemist ja levikut soodustavad jahedad ja niisked ilmad. Kevad- ja suvieosed levivad kiiresti ka tuuliste ilmadega. Samuti levivad pigirooste eosed putukate kaudu.

Lina-pigiroostekahjustuse aste oleneb tunduvalt agrotehnikast, eriti aga külvi- ja koristusajast. Vara külvatud lina nakatub palju vähem pigiroostesse kui hiline, sest selleks ajaks, mil

Tabel 21

Külviaja mõju lina-pigiroostenakkuse intensiivsusele
(Üleliidulise Linakasvatuse Instituudi andmeil)

Külvatud enne 15. maid	Külvatud 12. juunil	Külvatud 19. juunil
Nakkuse % lina õitsemise ajal		
0	11,2	47

moodustuvad talieosed, on taimed haigusele vastuvõtlikust faasist juba välja jõudnud. (Tahvel XXIII.)

Lina roostekindluse väljaselgitamiseks kasutatakse B. Zemiti meetodit. Nimetatud meetod seisab selles, et linaseemneid idandatakse haige taime mahlas. Haigusõrnade sortide seemnete idanemine on pidurdatud, haiguskindlate sortide seemned aga idanevad normaalselt.

Linakõrbus (*Colletotrichum lini*)

Linakõrbus ehk antraknoos on peaaegu kõikides Euroopa maades üks levinumaid ja sagedamaid linahaigusi. Eestis esineb teda võrdlemisi vähe.

Haigus tabab lina kõikides arenemisfaasides, kahjustades kõiki taimeosi. Esimesteks välissümptoomideks on idulehtedele ilmuvad väikesed pruunid täpikesed. Idulehtedest allpool oleval varreosal ning juurekaelal tekivad väikesed piklikud haavandid koos roostevärviliste vesiste laikudega, mis on linakõrbuse üks tüüpilisemaid tunnuseid. Samuti tekivad nöördumised mullas oleval varrel. Sügavad nöördumised põhjustavad noorte linataimede hävimist. Sageli muutuvad pea- ja kõrvaljuured pruuniks või neil tekivad kollakasoranžid laigud. Hiljem läheb nakkus üle ka lehtedele, tekitades neil tumepruune kontsentrilisi laike; lehed kuivavad ja hävivad. Linavartele ja kupardele ilmuvad kasvu ajal pruunid laigud, mis rikuvad linakiudu ja seemet. Seemned muutuvad läikketuks ja nende idanevus nõrgeneb. Nakatatud seemned on kõlujad. Taimed kolletuvad, mädanevad ja lõpuks hukkuvad. Haiguse massilise esinemise korral muutub kogu linapõld kollaseks.

Linakõrbuse tekitajaks on poolparasiit *Colletotrichum lini*. Seene eosed tekivad nakatatud taimeosadel väikeste roosakate padjanditena. Haiguse arenemist ja levikut soodustavad soe niiske ilm ja märg muld. Nakkusele soodsaks temperatuuriks on 9°, temperatuuri tõusul kuni 25°-ni progresseerub haigus ja taimed hukkuvad. Lina maapealsed osad nakatuvad suurenenud relatiivse õhuniiskuse (86—90%) juures. Mullaniiskus ei avalda erilist mõju, kuna haigus areneb väga erineva mullaniiskuse juures. *Colletotrichum lini* eosed levivad veepiiskade ja putuka-

tega. Idulehtede mehaanilised vigastused soodustavad taimede nakatumist.

Nakkusallikaks on haigusest tabatud taimejäätmed, seemned ja muld. Seen püsib mullas mitu aastat nakatamisvõimelisena, olles üheks «linaväsimuse» põhjuseks. Hilja külvatud lina nakatub linakõrbusesse rohkem kui vara külvatud lina.

Lina-närbumistõbi (*Fusarium lini*)

Lina-närbumistõbi esineb kõikides linakasvatusrajoonides. Haiguse kulg on väga sarnane eelmisega. Närbumistõbi kahjustab nii idandeid kui ka täiskasvanud taimi, esinedes kas üksikutel linataimedel või koldeliselt. Haiguse tagajärjel väheneb tunduvalt nii kiu- kui ka seemnesaak. Samuti halveneb linakiu kvaliteet: pika kiu protsent väheneb. Mida rohkem on põllul nakatatud taimi, seda rohkem langeb ka saagi kvaliteet ja kvantiteet (vt. tabel 22).

Nakatatud taimedel tekib juurekaelapõletik, mille tagajärjel taimed kolletuvad, närbuvad ja enneaegu hävivad. Linavarred pruunistuvad; kuprad sageli ei arene. Kahjustatud seemnete idanevus on madal. Kuiva sooja ilmaga hävivad nakatatud taimed täiesti, niiske ilmaga kasvavad nad edasi, kuid jäävad sealjuures tervetest taimedest tunduvalt väiksemaks. Närbumistõve koldelise esinemise korral tekivad põllul tühikud. (Tahvel XXIII.)

Tabel 22

Lina-närbumistõve nakkusastme mõju kiu kvaliteedile ja hektarisaagile
(Üleliidulise Linakasvatuse Instituudi andmeil)

Nakkusaste %-des	Saadud pikka linakiudu ts/ha	Linakiu sordinumber
7	3,91	20
14	2,8	17
33	1,4	16
79	vähem kui 1,0	8

Haigusetekitaja *Fusarium lini* mütseel tungib nakatamisel taime narmasjuurtesse ja sealt edasi linavarre juhtkoesse. See häirib vee ja toitainete liikumist taimes, mille tagajärjel taimed kolletuvad ja närbuvad. Seen säilib eostena ja mütseelina linaseemnetes, taimejäätmetel ja mullas. Mullas võib ta püsida nakatamisvõimelisena 5—6 aastat. *Fusarium lini* on ka üks «linaväsimuse» põhjustajaid. Nakkus kandub edasi peamiselt mulla kaudu. Haiguse levikut soodustavad soe ja niiske ilm ning happelised mullad. Kõige soodsam temperatuur on 19—20°. Madal temperatuur pärsib haiguse arenemist, temperatuuril alla 13° nakkust enam ei toimu.

Lina-pruunlaiksus (*Kabatiella lini* [= *Polyspora lini*])

Pruunlaiksus on levinud kõikides linakasvatusrajoonides. Haiguspildi poolest sarnaneb linakõrbuse ja -fusarioosiga. Kahjustuvad kõik taimeosad kõikides arenemisfaasides. Pruunlaiksus alandab tugevasti linakiu kvaliteeti. Kiud muutub hapraks ja pruuniks.

Tabel 23

Lina-pruunlaiksuse nakkusastme mõju linavarte ja seemnete saagi alanemisele (N. Naumovi järgi)

Nakkuse % põllul	Saagi alanemine %-des	
	linavartel	seemnetel
34	18	27
60	33	48
83	49	58

Tabel 24

Lina-pruunlaiksuse nakkusprotsendi olenevus külvise nakkusprotsendist (N. Naumovi järgi)

Külvise nakkus %	Linavarte nakkus % (enne koristamist)
3,5	17,3
8,5	46,1
14,6	79,8
26,0	89,9
100,0	99,9

Nakatatud lina idulehtedel ja juurekaelal tekivad pruunid laigud. Selle tagajärjel linataimed nöörduvad, eriti varre alusel, lamanduvad ja jäävad kasvus maha. Hiljem läheb haigus üle ka lehtedele. Samuti nakatuvad kuprad, millel tekivad pruunid laigud, ning seemned. Eriti intensiivselt avaldub haigus täiskasvanud taimedel.

Nakkus levib seemnetega, taimejäätmetega ja mulla kaudu. Seen võib püsida nakatamisvõimelisena mullas mitu aastat, kutsudes esile «linaväsimuse». Vegetatsiooniperioodil levivad seene eosed õhuvoolude, vihma, mulla ja putukate kaudu.

Lina-juurepõletik (*Phoma exigua*)

Eesti NSV oludes esineb seda haigust vähe. Lina-juurepõletiku tagajärjel hakkab mädanema linavarre alumine osa, mistõttu taimed hävivad lühikese aja jooksul.

Lina-askohütoos (*Ascochyta linicola*)

Askohütoos kahjustab lina kõikides arenemisjärkudes. Nakatuvad lina varred, kupar ja seemned. Haigus avaldub linavarre pruunistumises ja närbumises, mis kulgeb tavaliselt taimel alt üles, harvem ülalt alla. Kahjustatud vartel tekib hulgaliselt seene pükniide, selle tagajärjel katkeb linakiud koristamise ajaks ja tekib takune lina.

Nakkus kandub edasi seemnete, mulla ja taimejäätmetega. Haiguse levikut soodustab mulla liigniiskus. Eriti vastuvõtlikud on noored taimed. 30—40-päevased linataimed nakatuvad tavaliselt varre- või juurevigastuste kaudu.

Lina-jahukaste (*Erysiphe cichoracearum* f. *lini*)

Lina-jahukastet esineb Eesti NSV-s vähe, kuid teistes liiduvabariikides ning Lääne- ja Kesk-Euroopas on ta laialt levinud ja tekitab linakasvatusele tõsist kahju.

Lina-pasmohaigus (*Septoria linicola*)

Pasmo on ohtlik karantiinhaigus, mis Põhja- ja Lõuna-Ameerikas ning paljudes Euroopamaades tekitab linale suurt kahju. Saak langeb keskmiselt 20% võrra, kuid tugeva nakkuse korral võivad hävida terved linapõllud. Eesti NSV-s ja ka teistes liiduvabariikides teda ei esine. Haigus tabab lina kõikides arenemisfaasides. Algul avaldub ta lehtede närbumises, keerdumises ja enneaegses varisemises, lõpuks jääb vars täiesti paljaks. Õitsemise ajal nakatub ka vars, mille alumisse ossa tekivad pruunid laigud. Laigud ümbritsevad vart rõngana, hiljem nad valguvad ühte ja muudavad varre lõpuks üleni pruuniks. Laikudele ilmuvad mustad täpikesed — seene läätsekujulised pükniidid, mis asuvad epidermise all. Samasugused haigusnähud tekivad ka kupardel.

Haigusetekitaja *Septoria linicola* askostaadium (*Mycosphaerella linorum*) esineb kuivanud linavartel. Nakkusallikaks on haiged seemned ja taimejäänused. Seen võib säilida mullas nakatamisvõimelisena 7—8 aastat.

Linabakterioos (*Clostridium macerans* [= *Bacillus macerans*])

Linabakterioosil on mitu avaldusvormi. Tüüpilisemad on: 1) i d u d e m ä r g m ä d a n i k. Idulehtedele ja idujuurtele tekivad klaasjad, hiljem pruuniks muutuvad laigud. Sageli haarab haigus kogu juure. Mõnikord võivad idulehtedele tekkida ka haavandid; 2) k o r a l l i t a o l i s e d p a k s e n d i d idanditel ja juurtel. Juure kasvukuhik sureb ja juured muutuvad punaseks;

3) juurte kahjustus, mille tagajärjel taimed jäävad arengus maha ja närbuvad (närbumine algab ülalt). Lehtede värvus muutub. Nakatatud taimed ei moodusta kupart.

Kirjeldatud haiguse bakteriaalne iseloom avastati alles 1932. a. (M. Gorlenko, 1960). Enne seda arvati, et linabakterioosi puhul on tegemist ainult puudushaigusega, sest haigestuvad peamiselt booripuuduse all kannatavad taimed. E. Berezova ja M. Savtšenko aga tõestasid, et booripuuduse tagajärjel nõrgestatud linataimedel läheb linaleotamise protsessist osavõttev saprofüütne bakter *Clostridium macerans* üle parasiitsele eluviisile ja põhjustab neil eespool kirjeldatud patoloogilisi nähtusi. Haiguse arenemist ja levikut soodustavad liigniiskus või -kuivus, kõrge õhutemperatuur jm. Kõrge temperatuur aitab eriti kaasa linabakterioosi arenemisele, mistõttu ka hilja külvatud lina on haigusele palju vastuvõtlikum kui vara külvatud lina. Huvitava seosena tuleb märkida, et *Clostridium macerans*'i rikkaliku esinemise korral mullas ja taimedel ei nakatu lina närbumistõvesse.

Linavõrm (*Cuscuta epilinum*)

Võrm alandab tunduvalt linakiu- ja seemnesaaki. Tabatud taimed jäävad kasvult ja arenemiselt tervetest taimedest maha, neil on kidur ilme. Üks linavõrminiit võib korraga parasiteerida 15—20 linataimel.

Linavõrmi seemned on väga väikesed: üks taim võib moodustada kuni 3000 seemet. Erinevalt teistest võrmiliikidest on linavõrmi seemned sageli paarikaupa kokku kasvanud. Seemne idanemisel tekib juureke. Viimane on kergesti kinnitunud maapinnale ning on suuteline vastu võtma vett, täites sellega võrmi toitmise funktsiooni. Kui peremeestaim on leitud, sureb juureke välja. Võrmiseemne idanemiseks on kõige soodsam temperatuur 20—25°. Vegetatsiooniperioodil levib võrm varretükikestega. Sattunud peremeestaimele, hakkab ta seal kasvama ja moodustab iminappasid. Võrmiseemned ei säili peaaegu üldse mullas, mistõttu ta levib peamiselt koos linaseemnetega. Laboratoorsetes tingimustes võivad võrmiseemned säilida mitu aastat, kusjuures nende idanemisenergia pidevalt langeb. Linavõrm esineb peale lina ka veel linaumbrohtudel — linatudral (*Camelina alyssum*) ja suurel nälgheinal (*Spergula maxima*). Peale linavõrmi esineb linal ka kaetisrohuvõrm. Linavõrm on karantiiniobjekt.

LINAHAIGUSTE TÕRJE

Tähtis on kultuuride õige järjestus külvikorras. Linale on headeks eelviljadeks orgaanilist väetist saanud kartul, mais, taliteravili või põldhein. Haiguste vältimiseks ei kasvatata lina samas kohas mitte enne 6—7 aastat.

Mulla ettevalmistamine külviks peab toimuma kõigi agrotehniliste nõuete kohaselt: sügisene sügavkünd, kevadine põllu kultiveerimine, äestamine ja libistamine. Olenevalt mullast ja eelviljadest väetada fosfor- ja kaaliumväetistega, lämmastikväetistega või täismineraalväetistega. Lubjatud muldadele tuleb anda ka mikroväetisi — boori ja mangaani. Boordatoliiti antakse 30—40 kg/ha.

Seemnete külvieelse sorteerimise ja puhastamisega eraldatakse külvisest nakatatud ja kõlujad seemned, mehaanilised lisandid ja võrmiseemned. Külvist puhtida granosaaniga — 100—200 g/ts, merkuraaniga — 150 g/ts või TMTD-ga — 200—300 g/ts.

Lina on soovitatav varakult külvata, sest siis ta kannatab tunduvalt vähem pigirooste all. Enne lina tärkamist purustada mullakoorik rulliga või kergete äketega.

Taimi kasvuaegselt pritsida 1%-lise bordoo vedelikuga või selle asendajatega. Lina-pigirooste, -kõrbuse või -närbumistõve vastu pritsida taimi vaskoksiidkloriidilahusega (1 ha kohta 10 kg preparaati lahustada 400—500 liitris vees). Soovitatav on ka linapõldude tolmutamine vaskoksiidkloriidi pulbriga arvestusega 20 kg/ha. Esimeste linabakterioosi tunnuste ilmumisel taimi pealtväetada booraksiga.

On vajalik süstemaatiline umbrohutõrje, sest umbrohud võtavad taimedelt ära vett, toitaineid ja kasvuruumi, mistõttu taimed muutuvad haigustele vastuvõtlikuks. Linavõrmi kolded likvideerida koos meetrilaiuse ribaga võrmist haaratud haiguspesa ümber. Haigestunud linavarred põletada ja muld ümber kaevata.

Lina koristamist tuleb alustada varajase koldküpsuse järgus. Koristatud lina tuleb hoolikalt kuivatada. Kuprad kuivatatakse katusega kaetud sardadel. Pärast seda kuivatatakse neid täiendavalt kuivatises, pekstakse ja seeme puhastatakse.

Hävitada põllult koristusjäätmed. Selleks viia läbi koormiskünd koos järgneva sügavkünniga. Happelisi muldi lubjata.

Kasvatada haiguskindlamaid linasorte.

KÖÖGIVILJAKULTUURIDE HAIGUSED

Köögiviljakultuurid kannatavad tugevasti mitmesuguste haiguste all, sest nad on oma suure vee- ja vitamiinisisalduse ning mahlakuse ja süsivesikuterikkuse tõttu heaks söötmeks mikroorganismidele. Paljud haigused (näiteks kapsa-kuivlaiksus, kapsa-mustmädanik, kurgi-bakterpõletik, porgandi-mustmädanik jt.) levivad seemnete ja seemneistikutega. Seepärast on heakvaliteedilised seemneistikud eelduseks tervete seemnete ja suurte köögiviljasaakide saamiseks. Kuid Eesti NSV-s, kus kliima on niiske, kannatavad seemnetaimed sageli hahkhallituse, valgemädaniku, kuivlaiksuse ja muude haiguste all, mis alandavad seemnete idanevust, kvaliteeti ja saaki. Köögiviljakultuuride haigustele vastuvõtlikkuse üks põhjusi meie oludes on ka see, et umbes 80% seemnetest tuuakse sisse väljastpoolt Eesti NSV-d, teistsugustest kliima- ja kasvutingimustest. Võitluses köögiviljade haigustega tuleb seetõttu panna erilist rõhku kohaliku päritoluga sortide ja seemnetaimede kasvatamisele.

KAPSA- JA TEISTE RISTÕIELISTE KÖÖGIVILJAKULTUURIDE HAIGUSED

Kapsanuuter (*Plasmodiophora brassicae*)

Kapsanuuter on Eesti NSV-s levinumaid ja ohtlikumaid ristõieliste köögiviljade haigusi. Kõige suurem on kapsanuutrikahjustus happelistel ja liiga niisketel muldadel. Haigusele on eriti vastuvõtlikud kapsas, hiina kapsas, samuti ka kaalikas ja naeris. Redis kannatab selle all vähem. Lehtkapsas ja rõigas ei haigestu kapsanuutrisse.

Kapsanuuter tabab taimi nii tõusmejärgus kui ka täiskasvanult. Nakkus avaldub juurestiku deformeerumises: juured jämenevad ja paisuvad ebaloomulikeks moodustisteks. Taime välisilme ei muutu algul oluliselt, ainult väga varajase ja tugeva kahjustuse korral kolletuvad lehed. Hiljem aga, kui taimes juurte kahjustuse tagajärjel suureneb veepuudus ja on häiritud toitesoolade liikumine, hakkab taim närbuma. Närbumistunnused avalduvad eriti päikesepaisteliste ilmadega, mil vee auramine taimest on suurem. Kuna nakatatud taimes läheb suurem osa assimilaatidest nuutripahkade moodustamiseks, kängub taim ja tema arenemine on pidurdatud. Kui kapsas nakatub väga varakult, siis pead ei moodustugi. Haigusetekitajale soodsates tingimustes võib hävida kogu saak. (Tahvel XXIV.)

Haigusetekitaja *Plasmodiophora brassicae* on obligaatne parasiit, kes võib elutseda ainult peremeestaime kudedes. Kapsanuutril puudub seeneniidistik, selle asemel esineb tal limastik. Limastik areneb kapsajuure parenhüümkoerakkudes, mille tagajärjel need kasvavad ebaloomulikult suureks, moodustades juurepahkasid. Hiljem areneb limastik samades rakkudes eospesadeks. Nendes kujuneb hulgaliselt eoseid, mis omakorda muutuvad rändeosteks ja limasamööbideks. Viimased on suutelised juurekarvade kaudu juuresse tungima. Mullas võivad seene eosed püsida eluvõimelistena kuni 8 aastat. Muld on kapsanuutri ainsaks, kuid pidevaks nakkusallikaks. Katseliselt on kindlaks tehtud (L. A. Sokolova, 1963), et pärast kapsa koristamist, millest oli kapsanuutrisse nakatunud 25%, jäi mulda 844 kg pahkasid 1 ha kohta või umbes 9500 eost 1 cm^3 mulla kohta. Kapsa 48%-lise nakkuse puhul olid samad näitajad vastavalt 2772 kg/ha või 97 000 eost 1 cm^3 mulla kohta, 72%-lise nakkuse puhul aga 154 300 eost 1 cm^3 mullas.

Peale nakatatud kapsataimede on kapsanuutri nakkusalgme kogujateks mullas ka umbrohud ristõieliste sugukonnast, nagu läänekollakas (*Barbarea vulgaris*), harilik hiirekõrv (*Capsella bursa-pastoris*), põldsinep (*Sinapis arvensis*) jt. Seene eosed kantakse mullas laiali vihmausside ja mitmesuguste putukate poolt.

Haiguse inkubatsiooniperioodi kestus on 10—12 päeva. Kapsanuutri arenemine ja tema kahjustuse aste olenevad paljudest väliskeskkonna teguritest. Infektsiooniks vajalik temperatuurimiinimum on 12°, optimum 18—24° ja maksimum 27°. Optimaalne mullaniiskus on 75—90%, minimaalne 50%. Nakkust soodustavad nõrgalt happelised mullad, mille pH on 5,4—6,5. Ka külvikord ja agrotehnika mõjutavad kapsanuutrinakkuse intensiivsust. Külvikorras, kus järjest kasvatatakse kapsanuutrile vastuvõtlikke ristõielisi kultuure, on nakkus kõige suurem. Hapud väetised, nagu superfosfaat ja ammooniumsulfaat, soodustavad taimede nakatumist, muldade lupjamine aga takistab haiguse arenemist. Varajase külviaja puhul on kahjustus tunduvalt väiksem kui hilise korral, sest esimesel juhul on mullatemperatuur madal, mis pidurdab kapsanuutri arenemist. Taimede vastupidavus kapsanuutrile oleneb lenduvate sinepiõlide hulgast nende juurtes. Mida rohkem leidub taimekudedes sinepiõlisid, seda resistentsem on taim kapsanuutrile.

Kapsa-tõusmepõletik (*Pythium, Rhizoctonia, Olpidium* sp. sp.)

Tõusmepõletik on ohtlik haigus, mis tugeva esinemise korral võib hävitada 50—80% ja isegi 100% tõusmetest. Peale kapsatõusmete kahjustab haigus veel kaalika-, kurgi- ja peeditõusmeid

ning esineb tomatil, salatil jt. taimedel. Vanemad taimed ei ole üldiselt vastuvõtlikud.

Kapsa-tõusmepõletik kahjustab kapsataimi peamiselt lavades ja kasvuhoonetes. Selle tekitajaks on mitmesugused mullas ja seemnetel leiduvad seened, nagu *Pythium debaryanum*, *Rhizoctonia aderholdii*, *Rhizoctonia solani*, *Olpidium brassicae*, *Fusarium*'i ja *Alternaria* liigid. Haiguse arenemist soodustavad taimede tihe külv, kõrge õhu- ja mullaniiskus, puudulik valgustus, vana muld lavakastides ning suurte mineraal-lämmastikväetiste ja virtsakoguste kasutamine.

Tõusmepõletik alandab tõusmete kasvuenergiat ja pärsib nende arenemist. Alates esimese pärislehe ilmumisest pidurdub assimilaatide äravool lehtedest, mistõttu taime ainevahetuses esinevad üldised häired.

Väliselt avaldub tõusmepõletik järgmistes sümptoomides: juurekael või varre alumine osa muutub peenemaks ja tumepruuniks või mustaks. Nakatatud osa kuivab või hakkab mädanema ning taim lamandub ja hävib. Haiguse algstaadiumis on vars sageli violetse varjundiga ja normaalse jämedusega. (Tahvel XXIV.)

Kapsajuurestiku haigestumine on tingitud sellest, et kapsajuured on kohanenud suhteliselt madala temperatuuriga, lavades aga on mullatemperatuur kõrge. Kapsa-tõusmepõletikukahjustust on püütud vähendada hilissügisese külviga avamaale. Katse viidi läbi Üleliidulise Taimekaitse Instituudi poolt Leningradi oblastis (tabel 25).

Kapsataimed nakatuvad tugevasti tõusmepõletikku ka avamaal, kui neid kasvatatakse ette sõnnikuga soojendatud peenardel. Haigust ei esine aga peaaegu üldse, kui kapsataimi kasvatatakse kohtadel, kus sõnnikut on antud ainult eelviljale.

Haigusetekitajad talvituvad mullas. Seetõttu on tõusmepõletiku levikuallikaks nakatatud muld.

Tabel 25

Hilissügisese külvi mõju kapsa-tõusmepõletikukahjustusele
(G. Maklakova järgi)

Külviaeg ja -koht	Külvinorm	Keskmine taimede arv 1 m²		
		terved	haiged	haigete taimede %
Külv avamaale 16. detsembril	400 seemet/m²	365	1	0,3
Külv lavadesse 24. aprillil	500 seemet ühe akna kohta	102	396	73,2

Kapsa-ebajahukaste (*Peronospora brassicae*)

Kapsa-ebajahukaste on ohtlik haigus, mis kahjustab nii kapsaistikuid kui ka seemnetaimi. Esineb põllul ja lavades, kusjuures lavades on kahjustus tunduvalt suurem. Nakatuvad taime kõik maapealsed osad. Idulehtedele ja lehtedele ilmuvad teravate piirjoontega valged laigud. Lehe alumisel pinnal esinevatel laikudel võib täheldada õrna valkjat hallituskirmet, mis koosneb seene eoskandjatest ja eostest. Hiljem, kui lehekude sureb, muutuvad laigud tumedamaks, hallikaks. Nakatatud lehed hävivad. Seemnetaimedel kannatavad samuti varred ja kõdrad, mis tugeva nakkuse korral kuivavad. (Tahvel XXV.)

Haiguse tekitajaks on ebajahukasteline *Peronospora brassicae*. Tema mütseel areneb endogeenselt rakkudevahelises ruumis — kapsalehe parenhüümkoes ja juhtkimpudes. Seen levib lülieostega, mis tekivad nakatatud taimeosadel. Optimaalne temperatuur nende tekkimiseks on 8—10°, idanemiseks 8—12° ja haiguse arenemiseks 10—15°. Suve lõpuks arenevad nakatatud juhtkimpudes oospoorid. Seen talvitub oospooride ja mütseeli abil seemnekestas ja seemneistikutel, samuti taimejäätmetel. Pärast talvitumist areneb oospooridest seeneniidistik lülieostega, mis nakatavad taimi. Haigus levib nakatatud seemnete ja seemnetaimede kaudu. Arenemist soodustab suurenenud õhuniiskus.

Peale kapsa esineb ebajahukaste veel kaalikal, naeril, rõikal ja teistel ristõielistel kultuuridel.

Kapsa-kuivlaiksus (*Alternaria brassicae*)

Haigus võib tabada taimi igas kasvueas, eriti aga hilisemates arenemisjärkudes. Seemnetaimed nakatuvad harilikult suve lõpul, seemnete valmimise ajal. Haiguse tagajärjel tekivad kõtradele tumedad laigud. Niiske ilmaga kattuvad nakatatud taimeosad musta või tumehalli kirmega, mis koosneb seene eoskandjatest ja eostest. Kõtradelt kandub haigus üle seemnetele, mille idanevus tunduvalt langeb. A. Koršunova andmeil Leningradi oblasti kohta oli kuivlaiksusse nakatunud seemnete idanevus 11,5—64,9% madalam tervete seemnete idanevusest. Kuivlaiksusse nakatunud kõtradelt saadud seemnetel oli idanemisenergia koristamise ajal 60,2%, tervetelt kõtradelt saadud seemnetel aga 87,5%. 20 päeva pärast koristamist oli seemnete idanevus vastavalt 59,1 ja 97,0%. Järgmise aasta kevadeks langes idanevusprotsent haigetel seemnetel 46,3—13%, tervetel aga oli see 86,5%. Seemnete nakkus suureneb seemnete järelvalmimise ja seemnetaimede kuivamise ajal. Haigus võib areneda ka tumedate kontsentriliste laikudena seemnetaimede alumistel lehtedel, kuid



Tahvel XXIX. **Puuviljamädanik:** *1* — nakatatud õunad; *2* — nakatatud pirnid; *3* — mumifitseerunud õun.



Tahvel XXX. **Viljapuu-juurevähk.**



Tahvel XXXI. **Ploomi-kott-tõbi:** *1* — nakatatud viljad.
Luuviljaliste mädanik: *2* — nakatatud lehed, võrse, õied ja viljad.



Tahvel XXXII. 1. **Karusmarja-jahukaste.**
2. **Vaarika-varrepõletik.**

sel juhul ta ei tekita erilist kahjustust. Haiguse arenemist ja levikut soodustab niiske ilmastik.

Haigusetekitaja *Alternaria brassicae* tungib taimekudedesse ainult vigastuste kaudu. Seetõttu soodustavad putukate poolt seemnetaimedele tekitatud vigastused kuivlaiksusenakkust. Haigus kandub edasi nakatatud seemnete ja taimejäätmetega ning levib putukate, vihma ja tuule abil. Seene kotteosjärk *Pleospora herbarum* areneb kevadel taimejäätmetel.

Peale kapsa nakatab kuivlaiksus redist ja kaalikat ning vähemal määral ka teisi ristõielisi taimi. (Tahvel XXV.)

Kapsa-mustmädanik (*Phoma lingam*)

Mustmädanik ehk fomoos tabab kapsast ja teisi ristõielisi köögiviljakultuure. Haigus avaldub vegetatsiooniperioodil, samuti säilitamisel. Kõige ohtlikum on seemnetaimede kuivamine ja kapsapeade mädanemine hoidlates. Mustmädanik nakatab taimi nende kõikides arenemisjärkudes alates tõusmetest kuni seemnetaimedeni, kuid suurimat kahju tekitab viimastele. Haiguse tugeva esinemise korral võivad seemnetaimed massiliselt hävida.

Seemnetaimedel nakatuvad kõigepealt alumised lehed ja varre alaosa. Lehtedele tekivad pruunikasvalkjad kontsentrilised laigud mustade täpikestega — seene pükniididega. Leht kaotab turgori, närbub ja kolletub. Varred kattuvad mustade laikudega, murduvad nende kohalt ja niiske ilmaga hakkavad mädanema. Lehtedelt ja vartelt levib haigus kõtradele. Kõdrad muutuvad samuti mustalaigulisteks ja avanevad enneaegu. Varajase haigestumise korral langeb seemnesaak tugevasti, haigusest puutumata jäänud seemned on aga kõlujad ning madala idanevusega. Haigust soodustab niiske ilmastik. Inkubatsiooniperioodi kestus on 21—23° juures 5—8 päeva, madalama temperatuuri juures vastavalt pikem.

Haigusetekitaja *Phoma lingam* on poolparasiit. Seetõttu on haiguse arenemisel ja levikul suure tähtsusega ebasoodsad, taimi nõrgestavad keskkonnatingimused, nagu näiteks happelised mullad. Seen võib säilida ristõieliste köögiviljataimede seemnetes elujõulisena mitu aastat. Põhiliseks nakkusallikaks on haigestunud taimejäätmed ja seemned ning muld. Mullas võib seen säilida kolm aastat. Hoidlates levitavad mustmädanikku nakatatud kapsapead.

Valgemädanik (*Sclerotinia libertiana*)

Valgemädanik on hakanud viimasel ajal Eesti NSV-s laialt levima ja põhjustab küllaltki suurt kahjustust nii kasvuhoonetes kui ka avamaal.

Haiguse välistunnuseks on alumiste kapsalehtede närbumine.

Nakatatud koed muutuvad pehmeks ja limaseks. Neil tekib valge vatitaoline seeneniidistik, millest erituvad vedelikutilgakesed. Hiljem arenevad sellel mustad erineva kujuga seenemügarad. Valgemädanik võib nakatada ka taime vart, mis muutub rabedaks ja hilisemas arenemisjärgus sisaldab hulgaliselt seenemügaraid. Kapsalt võib valgemädanik üle minna ka kurgile. (Tahvel XXV.)

Kapsa-jahukaste (*Erysiphe communis* f. *brassicae*)

Nakatatud taimede lehed kattuvad hallikasvalge jahuse kirmega, eriti pealmiselt küljelt. Sügisel tekivad kirmele mustad täpikesekujulised seene viljakehad — kleistoteetsiumid. Jahukastest tabatud lehed närbuvad. Haigus esineb peale kapsa ka lillkapsal, kaalikal, naeril, redisel, rõikal ja paljudel ristõielistel umbrohtudel.

Kapsa-pruunmädanik ehk **kapsa-lehesoonte bakterioos** (*Xanthomonas campestris* [= *Bacillus campestris*, *Pseudomonas campestris*, *Phytomonas campestris*])

Nimetatud haigus põhjustab Eesti NSV-s mõnel aastal märgatavat kahju. Kapsa-pruunmädanik võib katmikalale muutuda väga ohtlikuks, kui ei eemaldata õigeaegselt klaase. Välistunnuseks on leheroodude tumenemine ja hiljem mustaks muutumine, mis on tingitud taime juhtkimpude kahjustusest. Lehe parenhüümkude muutub kollaseks. Läbilõikes on näha, et rootsu tumenenud juhtkimpudest eritub kollast vedelikku, milles leidub massiliselt baktereid. Nakatatud lehed kuivavad. Kui haigus tabab taimi varajases arenemisstaadiumis, siis ei arene üldse pead. Haigus lööbib suve teisel poolel, eriti pärast pikka ja sooja vihmaperioodi, sest talle on soodne kõrge temperatuur. Sageli ei põhjusta haigus kapsapõllul otsest kahju, kuid vähendab tunduvalt kapsa säilimist ületalve, mistõttu hoidlates võib tekkida olulisi kadusid. Haigestuda võivad ka seemnetaimed. Pruunmädanik esineb peale kapsa ka kaalikal ja teistel ristõielistel.

Haiguse tekitaja, kepikujuline bakter *Xanthomonas campestris*, levib mullast ja haigetelt taimedelt vahelthariimisriistade, vihma ja tuulega tervetele taimedele. Taime juhtkimpudesse satuvad bakterid vigastuste või veelõhede kaudu vihmapiiskade abil. Niiske ilmastiku korral võib see haigus teiste bakterite olemasolu korral üle minna haisvaks märgmädanikuks. Lämmastiku ülikülllus ja kaaliumipuudus muudavad taimed pruunmädanikule vastuvõtlikuks.

Kapsa-märgmädanik (*Erwinia aroidea* [= *Bacillus aroidea*])

Haigus kahjustab peamiselt täiskasvanud taimi pealoomise faasis, harvem ka kapsaistikuid. Algul hakkavad kolletama ja närtsima välimised lehed, hiljem kahjustuvad ka nooremad lehed. Nakatatud koed ja juurikad lagunevad halvasti lõhnavaks limaseks massiks, milles leidub rikkalikult baktereid. Juhtkimbud muutuvad mustaks. Märgmädanikule on eriti vastuvõtlikud füsioloogiliste häiretega taimed. Sellised häired võivad olla tingitud mitmesugustest põhjustest, nagu näiteks seemnetaimede hilisest väljaistutamisest, nõrga juurestikuga seemnetaimede väljaistutamisest ning puudulikust või liigsest kastmisest pärast istutamist. Haigusele vastuvõtlikud on ka kapsataimed, mille südamik on kahjustatud maakirpude ja täide poolt. Nakatatud kapsapeadelt levib bakterioos hoidlates kiiresti ka tervetele peadele. Märgmädanik nakatab peale kapsa ka naerist ja eriti kaalikat.

Haiguse tekitajaks on bakter *Erwinia aroidea*, fakultatiivne parasiit. Bakter suudab nakatada ainult nõrgestatud taimi. Tema optimaalseks arenemistemperatuuriks on 25—30°. Nakkusallikaks on haigete taimede jäätmed mullas.

KAPSA-PUUDUSHAIGUSED

Peale arvukate nakkushaiguste kannatab kapsas ka puudushaiguste all.

Lämmastikupuuduse korral on kapsalehed väikesed ja isesuguse rohelise värvusega. Alumised lehed on roosakasoranži või purpurpunase varjundiga.

Mangaanipuuduse tagajärjel on lehesooned rohelised; lehelaba kaotab aegamööda oma rohelise värvuse ja muutub kahvatuks.

Kaalika-klaasistumishaigus (puudushaigus)

Eesti NSV-s tekitab klaasistumishaigus kaalikale mõnel aastal tunduvat kahju. Väliselt ei eriné haiged taimed tervetest, haigustunnused avalduvad alles hoidlas säilitamisel. Haiged kaalikad lähevad seest tohletama, nende sisu muutub alguses klaasiseks, siis pruuniks ja lõpuks hakkavad kaalikad mädanema. Nimetatud nähtusi kutsuvad esile häired taime toitumisrežiimis, kusjuures peamiseks põhjuseks on booripuudus. Haiguse arenemist soodustavad soe suvi ja rohke mineraalväetiste kasutamine. Klaasistumishaiguse all kannatavad eriti sageli suured kaalikad.

KAPSA- JA TEISTE RISTÕIELISTE KÖÖGIVILJAKULTUURIDE HAIGUSTE TÕRJE

Tähtis on õige külvikord. Kapsale ei tohi eelviljaks olla teised ristõielised kultuurid — kaalikas, naeris ja redis. Kapsast ei kasvatata samas kohas mitte enne 4—5 aastat. Külvikorras asub kapsas põldheina järel. Kaalikale sobivateks eelviljadeks on sõnnikuväetist saanud kultuurid (kartul, kurk), teiste ristõieliste kultuuride järel teda kasvatada ei tohi.

Kapsapõldu väetada sõnnikuga, sõnniku-turbamulla kompostiga või haljasväetisega (mesikaga). Lisaks sõnnikule anda täismineraalväetisi. Kaalikale antakse täismineraalväetisi, vähem viljakatel muldadel ka orgaanilist väetist kompostina. Kapsanuutri leviku vältimiseks happelisi muldi sügisel lubjatakse (5—10 t/ha lupja või samas koguses põlevkivituhka).

Kapsanuutri ja tõusmepõletiku tõrjeks tuleb varakevadel lavades nakatatud muld vahetada või desinfitseerida auruga (90—100° juures 30 minutit). Desinfektsiooniks võib kasutada ka 0,5%-list granosaanilahust (50 g granosaani 10 liitri vee kohta) arvestusega 10 liitrit 1 m^2-le. Väga efektiivne on mulla desinfitseerimine värskelt kustutatud lubjaga või põlevkivituhaga 10—12 päeva enne külvi. Lupja arvestatakse 1—1,5 kg ühe lavaakna, põlevkivituhka 10—12 kg 1 m^2 mulla kohta. Põlevkivituhk reguleerib mitte ainult mulla pH-d, vaid on ühtlasi taimedele mikroelementide allikaks. Häid tulemusi annab samuti lavamulla desinfitseerimine karbatiooni 2%-lise lahusega, arvestades 0,2 liitrit 1 m^2 kohta. Järgnevalt tuleb mulda veega kasta, hästi ümber kühveldada ja rullida. Karbatiooniga on kõige parem desinfitseerida sügisel, kui temperatuur on 8—10°. Lisaks mullale tuleb ka lavaraamid ja teised puitosad lubjapiimaga desinfitseerida.

Külvist puhtida granosaaniga (4 g/kg) või TMTD-ga (8 g/kg). Häid tulemusi kapsanuutri vastu annab kapsaseemnete töötlemine 0,05%-lises booraksilahuses. Kuivlaiksusse ja mustmädanikku ning bakterioosi nakatunud seemneid töödelda marlikotti asetatuna 20—25 minuti jooksul 50°-ses vees või küüslauguekstraktis, mida lahjendatakse veega 1 : 3. Leotamise kestus üks tund. Pärast seemnete termilist töötlemist tuleb neid jahutada külmas vees ja kuivatada õhu käes. Seejärel võib neid puhtida granosaaniga.

Toitekuubikute kasutamisel lisada neile booraksit, arvestades 1 g 100 g orgaanilise segu kohta. Kõige efektiivsem on booraksi kasutamine turba- ja kõdusõnniku toitekuubikutes.

Lavadesse külvatud kapsaseemned tuleb katta 1—2 cm paksuse puhta liiva kihiga. Liiv on toitainetevaene ja takistab tõusmepõletikku põhjustavate seente arenemist. Peale selle soo-

dustab see võte kapsal lisajuurte moodustumist. Pärast kapsatõusmete ilmumist lavades alandada temperatuuri ja hoida see 10—15° piirides. Istikutele anda rohkesti valgust. Kasta tuleb neid enne lõunat, parem harvemini, kuid põhjalikult. Haigustunnuste ilmumisel tuleb kapsaistikuid tolmutada TMTD-ga (15—20 kg/ha) või pritsida 0,5—1%-lise bordoo vedelikuga. Haiguse progresseerumisel korratakse nimetatud menetlusi iga 5—7 päeva tagant.

Valida võimalikult varajane külviaeg. Enne istikute väljaistutamist tuleb neid hoolikalt sorteerida ja välja praakida kõik need, mille juurtel leidub kapsanuutri pahkasid, samuti ka tõusmepõletikku nakatunud taimed.

Taimede hea kasvuaegne hooldamine seisneb pealtväetamises, vaheltharimises koos muldamisega (2—3 korda), umbrohtude hävitamises ja haigete taimede kõrvaldamises. Haigustunnuste ilmumisel pritsida taimi 1%-lise bordoo vedelikuga korduvalt 10—15 päeva tagant. Pritsida võib ka 0,5—1%-lise TMTD-suspensiooniga. Seemnetaimi tolmutada TMTD-pulbriga, arvestades 15—20 kg/ha. Muldadel, kus ilmneb kaalika-klaasistumishaigus, tuleb anda kaalikataimedele 13—20 kg booraksit hektari kohta. Seemnetaimedeks jätta ainult terved kapsapead. Viimaste paremaks säilitamiseks puistata neid üle kriidipulbriga. Seemneid hoida kuivas jahedas ruumis temperatuuril 2—8°, relatiivne niiskus mitte üle 65%.

Koristusjäänuste hävitamiseks põllul läbi viia sügav sügiskünd.

KURGI- JA TEISTE KÕRVITSALISTE KULTUURIDE HAIGUSED

Kahjustuse poolest on tähtsamad kurgihaigused, mis esinevad nii kasvuhoonetes kui ka avamaal. Neist on esikohal kurgi-närbumistõbi, kurgi-lehekõrbus, kurgirõuged ja kurgi-bakterpõletik.

Kurgi-lehekõrbus (*Colletotrichum lagenarium*)

Lehekõrbus tabab kurgitaimi peamiselt lavades ja kasvuhoonetes, avamaal esineb teda palju harvemini. Nakatuvad nii tõusmed kui ka täiskasvanud taimed. Mõnikord haigestub ka juurestik, mille tagajärjel taim hukkub. Lehtedel tekivad suve keskel kollased või mustjaspruunid laigud, millel niiske ilmaga arenevad kontsentriliselt asetatud roosakad seene eospadjandid. Leherootsule ja vartele ilmuvad samasugused, kuid sissevajunud laigud või haavandid. Kahjustatud viljad muutuvad sageli mõruks. Haigus areneb edasi viljade transportimisel ja säilitamisel. Nakatatud viljad riknevad kiiresti, minnes hallitama ja

mädanema. Lehekõrbuse arenemiseks on vaja suurt õhuniiskust (ca 90%), 54%-lise ja väiksema niiskuse juures nimetatud haigust ei esine. Eriti soodustavad tema levikut kaste ja vihm.

Haigusetekitaja *Colletotrichum lagenarium* moodustab suve jooksul mitu koniidide põlvkonda. Koniidid on silinderjad või munajad, üherakulised, hüaliinsed. Koniidikandjate vahel esinevad sageli tumedad harjased. Kõige soodsam eoste idanemise temperatuur on 22—27°, kuigi seen võib areneda ka laiemates temperatuuripiirides: 4—30°. Inkubatsiooniperioodi kestus on 3—6 päeva. Vegetatsiooniperioodil kantakse koniidid laiali veetilkade ja tuulega, samuti putukatega. Seen tungib taimesse õhulõhede või mehaaniliste vigastuste ja haavandite kaudu. Haigusetekitaja talvitub sklerootsiumidena, pükniididena või mütseelina nakatatud taimejäätmetel. Haigus võib levida ka seemnetega.

Lehekõrbus tabab peale kurgi ka meloneid, arbuuse jt. kõrvitsalisi kultuure. (Tahvel XXXVI.)

Kurgi-ebajahukaste (*Peronoplasmopara cubensis* [= *Pseudoperonospora cubensis*])

Ebajahukaste esineb peamiselt kasvuhoonetes, harva avamaal. Nakatuvad kurgi lehed, mille pealmisel küljel tekivad kollakaspruunid nurgelised või ümarad laigud. Hiljem laigud kuivavad. Lehe alumisel küljel on õrn hallikasvioletne kirme seene eoskandjatest ja eostest. Suurenedes laigud liituvad ning muudavad lehekoe rabedaks ja murduvaks. Sageli jäävad alles vaid leherootsud. Liigniiskuse ja temperatuuri suure kõikumise tagajärjel võib kogu kurgikultuur kasvuhoones hävida. Vegetatsiooniperioodil levib seen sporangiospooridega, hiljem arenevad nakatatud kudedes oospoorid. Seen talvitub oospooridena nakatatud taimejäätmetel mullas.

Ebajahukaste esineb peale kurgi veel kõrvitsal ja melonil.

Kurgi-jahukaste (*Sphaerotheca fuliginea* f. *cucumidis*, *Erysiphe cichoracearum*)

Jahukaste on väga levinud haigus. Enamasti kannatavad kurgitaimed selle all vegetatsiooniperioodi lõpul. Sooja ja niiske ilmaga aga võib haigus esineda juba varem, põhjustades kogu lehestiku enneaegset hävimist. Lavades tekitab kurgi-jahukaste suurt kahju.

Haiguse välistunnuseks on kurgilehtede ülemisele pinnale tekkivad suured valged ümarad laigud, mis on kaetud valge jahuse kirmega. Lehepind muutub ebaühtlaseks ja taim aurab rohkem vett kui tavaliselt. Nakatatud taimeosad närbuvad.

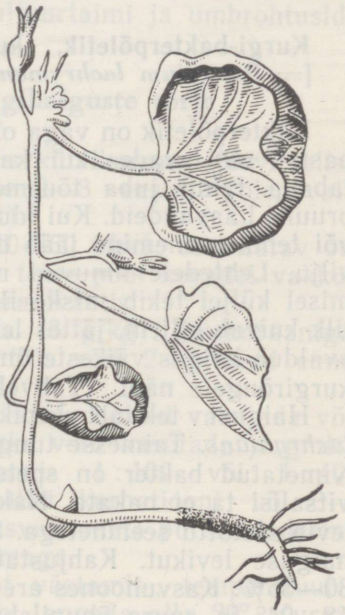
Haiguse tekitajatena on tuntud kaks seent: *Sphaerotheca fuliginea f. cucumidis* ja *Erysiphe cichoracearum*. Nende arenemis-

tsükkel koosneb konidiaalsest ja askostaadiumist. Sageli esinevad nad aga ainult mütseelina ning koniidikandjate ja koniididena. Vegetatsiooniperioodil levivad nimetatud seened koniididega. Inkubatsiooniperioodi kestus on 3—4 päeva. Haigus levib nakatatud taimejäätmete, seemnete ja mullaga.

Kurgi-närbumistõbi (*Fusarium, Sclerotinia, Rhizoctonia* sp. sp.)

Eesti NSV-s täheldati nimetatud haigust esmakordselt 1945. aastal, millal ta hakkas meil massiliselt levima.

Närbumistõbi esineb peamiselt kasvumajades ja lavades, kus ta põhjustab märkimisväärset kahjustust, nakatades ja sageli hävitades õitsemis- ja kandmisfaasis olevaid kurgitaimi. Haigus hävitab ka esimesi vilju. Kui viljad siiski valmivad, on nad kibedamaitselised. Iseloomulikuks tunnuseks on nakatatud taimede närbumine päikesepaistelistel päevadel, kuigi nad näivad väliselt täiesti tervetena. Algul kosuvad taimed öösel ja omandavad uuesti turgori, kuid hiljem turgor enam ei taastu. Haigust põhjustavad seened ummistavad taimede juhtkimpe, takistades sellega vee ja toitesoolade liikumist neis, mille tulemuseks on taimede lõplik närbumine. Hiljem kattub nakatatud taime juurekael mullapinna läheduses teralise limakorraga, millest ülespoole areneb roosakas kirme seente eoskandjatest ja eostest. Varre kahjustatud koed lagunevad ja varrest jääb üle vaid puitunud osa.



Joonis 42. Kurgi-närbumistõbi.

Kurgi-närbumistõbe kutsuvad esile seened perekondadest *Fusarium*, *Sclerotinia* ja *Rhizoctonia*. Avamaal põhjustab kurkide närbumist vahest bakter *Erwinia tracheiphila*. Lehed närbuvad, tumenevad ja kuivavad. Varre ristlõikel võib näha juhtkimpude kohal hallikasvalget lima, mis sisaldab hulgaliselt baktereid.

Kurkide närbumine on sageli tingitud ka häiretest taimede füsioloogilistes protsessides, mis tekivad kas liiga madala temperatuuri, külma veega kastmise või muude tegurite mõjul. Üldse soodustavad kurgi-närbumistõbe temperatuurikõikumised ja liigniiskus.

Hahkhallitus (*Botrytis cinerea*)

Selle haiguse all kannatavad kurgid peamiselt kasvuhoones ja lavades, kuid vahel ka avamaal. Viljad hakkavad otstest mädanema, kattudes valkja kirmega. Haigust soodustab niiske soe ilmastik. Hahkhallitus esineb ka teistel kõrvitsalistel kultuuridel.

Valgemädanik (*Sclerotinia libertiana*)

Haigus põhjustab lavades, kasvuhoonetes ja avamaal kurgitaimede närbumist. Tüüpiliseks välistunnuseks on vartele ilmuvad läbipaistvad klaasjad laigud. Leherootsudele ja viljadele tekib valge vatitaoline mütseel. Kuivavas varres arenevad mustad sklerootsiumid.

Kurgi-bakterpõletik, kurgirõuged (*Pseudomonas lachrymans* [= *Bacterium lachrymans*])

Bakterpõletik on väga ohtlik kurgihaigus, mis põhjustab mõnel aastal nii lavades kui ka avamaal tõsist kahju. Haigus võib tabada taimi juba tõusmejärgus, tekitades idulehtedel väikesi pruune haavandeid. Kui iduleht nakatub tervenisti, siis hävib taim või tema arenemine jääb tunduvalt maha ja ta moodustab vähe vilju. Lehtedele ilmuvad nurgelised tumedad laigud, mille alumisel küljel tekib niiske ilmaga baktereid sisaldav limatilk. See tilk kuivab hiljem, jättes lehtedele valge läbipaistva kile. Viljadel avaldub haigus väikeste ümarate pehmete laikude või haavandite, kurgirõugete näol. (Tahvel XXXVI.)

Haigust tekitab kepikujuline liikuv bakter *Pseudomonas lachrymans*. Taimesse tungib ta veelõhede või haavandite kaudu. Nimetatud bakter on spetsialiseerunud ainult kurgile, teisi kõrvitsalisi ta ei nakata. Nakkusalge peitub seemnete sisemuses ja levib seetõttu seemnetega. Soojad ja vihmased ilmad soodustavad haiguse levikut. Kahjustatud tõusmeid võib mõnel aastal olla 30—35%. Kasvuhoones areneb bakterpõletik kõige intensiivsemalt 18—24° ja suure õhuniiskuse korral.

Kurgi-bakterpõletikule on iseloomulik saprofüütseene *Cladosporium cucumerinum* kaasumine. Nimetatud seen ei suuda kahjustada tervet taime, vaid elutseb bakteritest nakatatud või surmatud taimeosadel, lehtedel ja viljadel. Seene eosed levivad õhuvooludega.

Kurgimosaiik

Kurgimosaiik on kõige levinum kõrvitsaliste kultuuride viroosidest. Nimetatud haigus tabab peamiselt kurgitaimi nii kasvuhoonetes kui ka avamaal.

Haiguse sümptoomid võivad esineda taimede kõikides arenemisfaasides, alates tõusmetest. Idulehed kolletuvad, noored pärislehed kipruvad ning kattuvad kahvatu- ja tumeroheliste laikudega, mis annavad neile ebaühtlase värvuse. Vanemad lehed kolletuvad ja närbuvad. Sageli on lehed deformeerunud kuju ja ebatasase pinnaga. Nakatatud taimede kasv jääb kängu, nende varte sõlmevahed lühenevad, mistõttu lehed moodustavad kodariku. Tugeva nakkuse korral ei hakka kurgitaimed õitsema ega kanna vilja. Mõnikord kahjustuvad ka viljad. Nende pind muutub ebaühtlaseks, konarlikuks; võrreldes tervetega on nad tunduvalt väiksemad. Sellised viljad on mõru maitsega.

Kurgi-mosaiigiviirus levib putuksiirutajatega ja haige taime mahlaga hooldamistöödel, eriti võrsete kärpimisel. Peale kurgi nakatab nimetatud viirus ka teisi kõrvitsalisi, samuti kartulit, tomatit, spinatit ning paljusid teisi kultuurtaimi ja umbrohtusid.

Kurgihaiguste tõrje

Tähtis on kultuuride õige järjestus külvikorras. Kõrvitsalisi ei kasvatata samas kohas mitte enne 2—3 aastat (olenevalt haigusest isegi mitte enne 6—7 aastat).

Kurki väetada värske sõnnikuga (40—60 t/ha); soovitatav on anda pool kogusest sügiskünni alla ja teine pool kevadel vakku. Külvieelsel mullaharimisel anda mineraalväetisi.

Seemned puhtida kas granosaaniga (3 g/kg), merkuraaniga (2 g/kg) või TMTD-ga (4 g/kg). Puhtida võib 2—3 kuud enne külvi.

Lavades ja kasvuhoonetes tuleb nakatatud muld vahetada või desinfitseerida. Mulla desinfitseerimiseks võib kasutada järgmisi vahendeid: formaliini kontsentratsioonis 1 : 100 või 1 : 40; 0,5%-list granosaanisuspensiooni; 2%-list karbatiooni või 3—4%-list kloorlubjalahust. Lavade ja kasvuhoonete puitosad desinfitseeritakse formaliiniga või lubjapiimaga.

Kasvuhoonetes kinni pidada õigest väetamis-, temperatuuri- ja niiskusrežiimist. Temperatuur ei tohi langeda alla 20°. Kurgi-

õugete ilmumisel tõsta temperatuur 25—30°-ni ja kasvuhoonet korralikult tuulutada. Tuleb pidada meeles, et tuulutamisel ei tohi tekkida tõmbetuult. Jahukaste esinemise puhul vähendada kasvuhoones niiskust (vähem kasta) ning samuti hästi tuulutada. Sobivaks õhuniiskuseks on 60—75%.

Kasvuhoonetes ja lavades vältida liiga tihedaid külve. Jahukaste varajase lööbimise korral tolmutada taimi jahvatatud väävliga või pritsida neid 0,1—0,2%-lise kolloidväävlisuspensiooniga, arvestades 0,5 liitrit 1 m^2 kohta. Pritsimist korrata, olenevalt vajadusest, 7—10-päevaste vaheaegadega. Ebajahukaste esinemise korral tolmutada taimi preparaadiga AB või pritsida neid 0,75%-lise bordoo vedelikuga või 0,3—0,7%-lise tsinebisuspensiooniga. Taimede haiguskindlust tõstab nende pealtväetamine kaaliumväetistega. Valgemädanikunakkuse ärahoidmiseks on soovitatav kasta mulda 0,05%-lise kaaliumpermanganaadilahusega.

Kurgi kasvatamiseks avamaal tuleb valida tuulte eest kaitstud koht või külvata kulisstaimi, milleks sobivad põlduba, päevalill ja kanep. Avamaale istutada kurk pärast öökülmade möödumist. Kasvuajal tuleb anda kurkidele pealtväetist mineraalväetiste, sõnnikuleotise või virtsa näol ning 2—3 korda suve jooksul vahelt harida ja umbrohutõrjet teha. Mosaiigist tabatud kurgitaimed hävitada. Teha ka putukatõrjet, et hävitada virooside siirutajaid. Kurgi-lehekõrbuse ja kurgirõugete tunnuste ilmumisel pritsida taimi 1%-lise bordoo vedelikuga või selle asendajatega. Kurgirõugete vastu soovitatakse bordoo vedeliku asemel pritsida taimi nõrga vasksulfaadilahusega (40 g 100 liitri vee kohta). Jahukaste tõrjeks pritsida esimeste haigustunnuste ilmumisel 0,5—1%-lise kolloidväävlisuspensiooniga (300—400 liitrit hektari kohta), korrata seda 3 korda 10-päevaste vaheaegade järel. Jahukaste ja punase kedriklesta ühise tõrjevahendina lisada kümne liitri kolloidväävlisuspensiooni kohta 8—10 cm^3 metafossi emulsioonikontsentraati või 3—4 cm^3 tiofossi (NIUF-100) kontsentraati.

Seemneid varuda ainult täiesti haigusvabadelt viljadelt. Pärast saagi koristamist teha põllul sügav sügiskünd taimejäätmete hävitamiseks. Lavades ja kasvuhoonetes põletada kõik taimejäätmed.

Kurgi-närbumistõve vältimisel on kõige radikaalsemaks abinõuks kurgitaimede pookimine kasvuhoones viigipuulehelisele kõrvitsale (*Cucurbita ficifolia*), sest selle juurestik on vastupidav närbumistõvele.

Tomat kannatab Eesti NSV-s paljude seen-, bakter- ja viirushaiguste all, mis mõnel aastal hävitavad kogu tomatisaagi nii kasvuhoonetes ja lavades kui ka avamaal. Tomatil on mõned ühised haigused kartuliga, näiteks pruunmädanik ja kuivlaiksus. Peamiselt aga kannatab tomat paljude spetsiifiliste haiguste all. Tomatil kahjustuvad nii juured, vars, võrsed ja lehed kui ka viljad.

Tomati-pruunmädanik (*Phytophthora infestans*)

Tomati-pruunmädanik on Eesti NSV-s massiliselt levinud ja alandab tugevasti tomatisaaki ja selle kvaliteeti. Haigus esineb ainult avamaal.

Pruunmädanik avaldub peamiselt rohelistel viljadel. Neil tekivad pruunid kõvad laialivalguvad, veidi sissevajunud, ebamääraste piirjoontega laigud, mis lõpuks haaravad kogu vilja. Kude pruunistub ka vilja sisemuses, kuid nakatatud viljad jäävad kõvaks. Niiske ilmaga tekib laikudel valkjas kirme seene eoskandjatest ja eostest. Haigus progresseerub viljade järelvalmimisel ja transportimisel. Vartel ja lehtedel areneb haigus harva ja mitte kõikidel sortidel. Lehtedel tekivad sel juhul pruunid laigud ja vartel tihedad tumepruunid vöödid.

Pruunmädaniku tekitaja talvitub nakatatud tomatitaimejäätmetel ja kartulimugulatel. Sageli on tomati esmaseks nakkusallikaks haigestunud kartulitaimed ja -mugulad. Pruunmädaniku arenemiseks on soodne niiske ja soe ilmastik.

Tomati-kuivlaiksus (*Macrosporium solani*)

Kuivlaiksus on meie oludes tomatil samuti väga levinud. Taime alumistel lehtedel tekivad kuni 7 mm suurused ümarad pruunid kontsentrilised laigud, mis hiljem ilmuvad ka ülemistele lehtedele. Laigud suurenevad ja liituvad, haarates lühikese ajaga peaaegu kogu lehepinna. Tugevasti nakatatud lehed hävivad lõpuks. Viljadel avaldub kuivlaiksus kergelt sissevajunud ümarate tumedate laikudena, mis on kaetud musta tiheda kirmega. Haiguse arenemiseks on soodne niiske ja soe ilmastik, sel juhul levib ta väga kiiresti. Optimaalne temperatuur eoste idanemiseks on 25—30°.

Kuivlaiksus tabab peale tomati ka veel kartulit, tubakat ja mõningaid metsikuid maavitsalisi.

Haigusetekitaja *Macrosporium solani* talvitub taimejäätmetel ja levib seemnetega.

Tomati-helelaiksus (*Septoria lycopersici*)

Helelaiksus nakatab taimi lavades ja avamaal, kasvuhoonetes esineb aga harva ning väikeste kolletena.

Nakatatud tomati vartele, lehtedele ja viljaraagudele tekib hulgaliselt tumeda äärisega piiratud punakaspruune laike, mis kergesti kuivavad. Laikudel arenevad väikesed mustad seene pükniidid, milles vegetatsiooniperioodi lõpul tekivad eosed. Eosed talvituvad varisenud lehtedel ja vartel ning tomatikeppidel. Kevadel kantakse nad tuulega laiali taimedele, kus nad kutsuvad esile nakkuse. Lehtedelt ja vartelt võib haigus üle minna ka viljadele. Viljad hakkavad mädanema. Helelaiksuse tugeva esinemise korral alaneb tunduvalt tomatisaak lehtede enneaegse kuivamise ja varisemise tõttu.

Tomati-ruugehallitus (*Cladosporium fulvum*)

Ruugehallitus esineb peamiselt kasvuhoonetes ja lavades, tabades tomati lehti, varsi, õisi ja vilju. Lehtedel avaldub haigus suurte ümarate või ebakorrapärase kujuga helekollaste laikude näol. Hiljem võivad laigud muutuda tumepruuniks ja hävitada kogu lehestiku. Lehe alumisel pinnal on laigud kaetud seene lülieostest koosneva pruunika või roheka hallituskirmega. Kui haigus tabab õisi, on saagikadu kõige suurem. Haigust soodustab suur õhuniiskus ja temperatuur 20—25°.

Cladosporium fulvum on poolparasiit ja suudab nakatada seetõttu vaid füsioloogiliste häiretega taimi.

Tomati-tõusmepõletik (*Pythium debaryanum*)

Haigus esineb noortel taimedel külvi- ja pikeerimiskastides ning lavades. Kõige rohkem haigestuvad taimed pärast esimest pikeerimist ja hiljem, kui nad on 10—15 cm kõrged. Suuremad taimed on haigusele vähem vastuvõtlikud.

Nakatatud tomatitaime juurekael muutub maapinna lähedal pruuniks, pehmeks ja peeneks ning taim kukub ümber. Sageli kahjustab haigus peajuurt, mõnikord ka kõrvaljuuri.

Tõusmepõletiku kulg on väga äge, mistõttu taimed võivad hävida lühikese aja jooksul. Haigus levib mulla kaudu ning areneb kõige jõudsamalt temperatuuril 25—36° ning suurenenud õhuniiskuse esinemisel.

Tõusemepõletiku tekitajaiks on seened *Pythium debaryanum*, *Phytophthora cryptogea*, *Phytophthora parasitica* ja mõningad teised liigid.

Tomati-süvamädanik (*Glomerella lycopersici*)

Eesti NSV-s esineb võrdlemisi vähe. Süvamädanik kahjustab peamiselt järelvalmivaid tomateid. Viljal tekib ümar teravalt piiritletud laik, mis muutub tumedaks ja pehmeks. Paljudes kohtades rebeneb vilja epidermis, kust tungivad välja haiguse-tekitaja *Glomerella lycopersici* lülieosed. Viljaliha vajub sisse, sissevajunud koht on teravalt piiritletud terve koe poolt. Haiguse tagajärjel tomativili mumifitseerub.

Tomati-juuremädanik (*Vermicularia atramentaria* [= *Colletotrichum atramentarium*])

Haigus tuleb ilmsiks tavaliselt suve teisel poolel. Tunnuseks on taimede närtsimine, mis algab päeval päikesepaistelise ilmaga. Pilves ilmaga taimed ei närbu. Õhtuks turgor taastub. Juurtel tekivad pruunid laigud, nende all olev kude hakkab mädanema. Kahjustatud juurtel leidub hulgaliselt üliväikesi seenemügaraid. Juuremädaniku tekitajaks on seen *Vermicularia atramentaria*. Haiguse arenemist soodustavad sagedane taimede kastmine külma veega ning raske ja külm muld. Tomati-juuremädanik on raskesti tõrjutav, selle vastu tuleb rakendada sisekarantiini abinõusid.

Tomati-varrepõletik, tomati-mustmädanik (*Diplodina lycopersici* [= *Ascochyta lycopersici, Diplodina destructiva*])

Varrepõletik tabab põhiliselt täiskasvanud taimi, esinedes nii vartel, külgvõrsetel, leherootsudel ja viljaraagudel kui ka viljadel. Välistunnuseks on maapinna lähedal varre ümber tekkiv tume sissevajunud laik, mis edaspidi haarab kogu varre. Nakatatud varreosas on vee ja toitainete liikumine takistatud, taime kasv ja areng pidurduvad seetõttu ja taim hävib viljakandmise algul või kandefaasis. Sekundaarne nakkus toimub niiske ilmastiku korral sügisel, avaldudes samasuguste tumedate sissevajunud laikudena leherootsu kinnituskohtadel. Laikude piirkonnas tekivad seene viljakehad — pükniidid — nööpnõelapeasuuruste kogumikena. Pükniidid on poolkerajad, pruunid või mustjaspruunid, neis areneb hulgaliselt silinderjaid hüaliinseid kaherakulisi eoseid. Mädalaigud tekivad ka varre ülemises osas, külgvõrsetel, viljaraagudel ja viljadel. Nakatuvad valmivad, kuid erandjuhtudel ka rohelised viljad. Viljadel esinevat haigusvormi nimetatakse mustmädanikuks. Mädanik algab vilja kinnituskohast, kus ilmuvad vesised, veidi sissevajunud laigud, mis kiiresti suurenevad, kusjuures nende ääred muutuvad pruuniks ja keskosa mustaks. Viljaliha vajub sisse, muutub pehmeks ja mustaks. Viljaliha kokkutõmbumise tagajärjel arenevad viljadel kontsentrilised vööndid, millel asub rohkesti seene viljakehi. Mustmädanikule on eriti

vastuvõtlikud üliküpsenud ja lõhkenud viljad. Haigust soodustab suur õhuniiskus viljade säilitamisel ja järelvalmimisel.

Nakkus levib tuulega, vihmapiiskadega, seemnetega ning seene eostest saastunud tomatikeppide ja sidumisnööriga. Varrepõletiku esinemisele aitavad kaasa niisked ja jahedad ilmad ning külm muld. Seen talvitub eostena taimejäätmetel. Mõnel aastal võib haigus omandada epideemilise iseloomu.

Haigusetekitaja kotteosjärguks on *Didymella applanata.*

Osa autoreid (T. Dobrozrakova, M. Hohrjakov ja mitmed teised) käsitleb seeni *Ascochyta lycopersici*, *Diplodina lycopersici* ja *Diplodina destructiva* omaette liikidena. Nii loetakse, et *Ascochyta lycopersici* tekitab tomati-laikpõletikku, *Diplodina lycopersici* tomati-varrepõletikku ja *Diplodina destructiva* tomati-mustmädanikku.

Valgemädanik (*Sclerotinia libertiana*)

Valgemädanikust tabatud taimedel muutub vars heledamaks ja pehmemaks ning seal võib märgata ka valget vatitaolist mütseeli. Varres tekivad mustad sklerootsiumid. Nakatatud taim kaotab turgori ja hakkab närbuma. Viljadel tekib samuti valge mütseel mustade sklerootsiumidega.

Hahkhallitus (*Botrytis cinerea*)

Kahjustab tomatitaime varsi, võrseid ja vilju. Hahkhallitus on eriti ohtlik kasvuhoonetes, avamaal esineb teda tavaliselt hilissuvel.

Nakatatud vartel või võrsetel tekib hele hallituskord, mis tuulega hakkab tolmama. Viljadel arenevad kahvatu- või tumerohelised rõngad ja hallikad laigud. Nende suurenedes muutub kogu vili pehmeks. Mõnikord lõhkeb vili laikude kohalt ja kattub sealt tolmava hallituskirmega. Haiguse esinemist soodustab soe ja niiske ilmastik.

Tomati-märgmädanik (*Erwinia aroidea* [= *Bacillus aroidea*])

Haigus esineb viljadel avamaal, harvem kasvuhoonetes. Eriti tugevasti nakatuvad valmimata viljad, mille pinnale ilmuvad sissevajunud vesised laigud. Viljaliha muutub halvasti lõhnavaks pudrutaoliseks massiks. Viljakoor tõmbub kipra ja lõheneb kergesti. Kõrge temperatuuri juures progresseerub haigus kiiresti ja hävitab viljad 5—6 päeva jooksul. Märgmädaniku tekitajaks on bakter *Erwinia aroidea.* Haigus areneb intensiivselt viljade järelvalmimisel ja transportimisel.

Tomati-bakterpõletik (*Corynebacterium michiganense* [= *Bacterium michiganense, Pseudomonas michiganense, Phytomonas michiganense, Aplanobacter michiganense*])

Tomati-bakterpõletik on ohtlik karantiinhaigus. Eesti NSV-s on teda avastatud ainult ühel korral. Nakatuvad nii viljad kui ka taime vegetatiivsed organid kogu kasvuaja vältel. Eriti tugev on taimede kahjustus kergetel saviliivmuldadel; orgaaniliste ainete poolest rikastel muldadel haigestuvad taimed vähem.

Bakterpõletik põhjustab juhtkimpude kahjustust ja kudede kohalikku (sekundaarset) nakkust. Esimene on eriti ohtlik, sest antud juhul hävivad tomatitaimed peaaegu täielikult närbumise tõttu. Närbumine toimub väga aeglaselt, sest algul kuivab ja närbub üks lehepool ja alles siis kogu leht. Nakatatud varre läbilõikes võib näha juhtkimpude kahjustust tumedate laikude näol. Juhtkimpude kahjustuse tagajärjel tekivad tumedad laigud ja haavandid vartel, leherootsudel, leheroodudel, viljaraagudel ja viljadel. Nakatatud viljadest saadud seemnete idanevus on normaalne. Kui aga haigus tabab vilju nende varajases arenemisjärgus, võivad viljad deformeeruda, seemned aga muutuvad mustaks ja kaotavad oma idanemisvõime. Antud juhul on tegemist viljade sisemise nakkusega. Haiguse teine vorm avaldub viljade välises lokaalses nakkuses. Neil arenevad mustad täpid, mille ümber moodustub hele sõõr («linnusilm»). Vartel, lehtedel ja viljaraagudel tekivad väikesed haavandid.

Bakterpõletiku tekitajaks on liikumatu kepikujuline bakter *Corynebacterium michiganense.* Taimesse suudab bakter tungida ainult haavandite kaudu, mis tekivad näiteks võrsete kärpimisel vartel või taimede pikeerimisel juurtel. Haigust soodustab niiske soe ilm ning tihe külv. Bakterpõletik levib peamiselt seemnetega, nakatatud taimejäätmete ja mullaga. Vegetatsiooniperioodil levib haigus nakatatud taimedelt tervetele vihmapiiskadega ning taimede otsesel kokkupuutumisel tiheda külvi puhul ja hooldustöödel. Bakterpõletik esineb ainult tomatil. Nakatatud seemnetel võivad bakterid säilida eluvõimelistena kuni 2,5 aastat. Mullas nad hukkuvad kiiresti.

Tomatimosaiik

Mosaiik avaldub lehtedel tume- ja heleroheliste, vahel ka kollaste erineva kuju ja ebaselge piirdega laikudena. Vanematel lehtedel laigud sageli puuduvad. Nakatatud taimede kasv jääb tervetest maha, nad moodustavad rohkesti külgvõrseid ja annavad sageli vähe vilju. Tugeva nakkuse korral võivad ka lehed deformeeruda. Haigusele on väga vastuvõtlikud tomatitõusmed. Mosaiigist tabatud taimed on vastuvõtlikud tomati-ruugehallitusele.

Vahel läheb mosaiik üle viirikhaiguseks («striik»), mis avaldub selles, et teise kobara õitsemise faasis kaasneb mosaiiginähtusega ladvalehtede kiprumine ja kasvu seiskumine. Järgnevalt ilmuvad lehtedele ja vartele pikad kitsad pruunid viirud, mille kohalt taimekude sureb. Lehed on tervetest tunduvalt väiksemad, kimardunud ja kuivavad enneaegu. Leherootsud keerduvad allapoole. Kahjustatud taimeosad muutuvad rabedaks, hapraks ja murduvad kergesti. Viljadel avaldub viirikhaigus viljalihasse vajunud väikeste korrapäraste laikudena. Nakatatud viljad lõhenevad sageli, on halvamaitselised ja toiduks kõlbmatud. Vihmase pilves ilmaga lööbib haigus varem. Kasvutegurid, mis tingivad mosaiigi üleminekut viirikhaiguseks, ei ole veel täiesti selgitatud. Seniste kogemuste järgi kutsub viirikhaiguse esile ühekülgne lämmastikväetis või järsk temperatuurirežiimi muutus.

Tomatimosaiigi tekitajaks on tubaka-mosaiigiviirus. See viirus on väga vastupidav kõigile keskkonnatingimustele. Kemikaalidest tulevad tema inaktiveerijatena või hävitajatena arvesse ainult mõned üksikud, näiteks formaliin ja kaaliumpermanganaat (või teised tugevad hapendajad). Kuna nakatatud tubaka töötlemisel viirus ei hävi, siis võivad kõik tubakasaadused olla nakkusallikaks, kandudes üle tomatitaimedele suitsetaja sõrmede või tubakaga kokkupuutunud pakkematerjaliga, näiteks nööriga, mida kasutatakse tomatitaimede sidumiseks. Samuti säilib viirus eluvõimelisena mistahes nakatatud taimeliigi jäätmetel mullas. Tubaka-mosaiigiviirus esineb ka paljudel umbrohtudel ja dekoratiivtaimedel, mis tulevad samuti arvesse võimalike nakkuskolletena.

Viirus levib haige taime mahla ülekandmise teel tervetele taimedele võrsete kõrvaldamisel. Viiruse ülekandmiseks piisab tühisest koevigastusest. Tubaka-mosaiigiviirus levib ka seemnetega.

Aukuubamosaiik

Aukuubamosaiigi haiguspilt on üldiselt sarnane eelmisega, kuid laigud on erinevad. Aukuubamosaiigist tekitatud laigud on helekollased või valged, kontrastsemalt piiritletud. Viljadel võib mõnikord täheldada kollakaid ringe või laike. Nakatatud taimede kasv on tugevasti pidurdatud.

Haigust põhjustab tubaka-mosaiigiviiruse kollane tüvi, mis levib haige taime mahlaga.

Kärbumishaigus

Nakatatud taimede vartele, leherootsudele ja viljaraagudele ning leheroodudele tekivad pruunid või mustad triibud ja laigud, millega kaasneb tomatimosaiigile iseloomulik laigustus. Lehed

kuivavad ja langevad maha. Ka viljadel võivad areneda sissevajunud tumedad ebamäärase kujuga laigud. Kärbumishaigust soodustab kõrge temperatuur kasvuhoones.

Kärbumishaigust põhjustavale tubaka-mosaiigiviirusele võib liituda kartuli X-viirus. Sel juhul tekivad lehtedele tumedad laigud, lehed närtsivad ja surevad.

Sõnajalalehisus

Nimetatud haiguse puhul tekib tomatilehtedel nõrk mosaiiksus. Lehelabad muutuvad kitsaks, meenutades sõnajalalehte, või niitjaks.

Tomati-sõnajalalehisust tekitavad tubaka- või kurgi-mosaiigiviirused. Haigust soodustavad suur niiskus, kõrge temperatuur ja valgusepuudus.

Tomati-rohelaiksus

Haigus lööbib kesksuvel viljade valmimise ajal tumeroheliste laikude näol, mille suurus on ca 0,5 cm kuni pool vilja ümbermõõtu. Hiljem muutuvad laigud heledamaks. Läbilõikes võib näha, et nakatatud kohtades on viljade juhtkimbud tumenenud, puitunud ja viljaliha kõva. Haigus vähendab tunduvalt viljade kaubaväärtust, nende maitses ei teki olulisi muutusi. Rohelaiksuse lööbimist soodustab kõrge õhutemperatuur.

Haiguse põhjusi ei ole seni veel täpselt selgitatud, kuid oletatakse, et antud juhul on tegemist viroosiga.

TOMATI MITTENAKKUSHAIGUSED

Tomati-viljatipumädanik

Haigus kahjustab peamiselt kasvuhoonetomateid, avamaal esineb teda harva. Haigestuvad rohelised viljad, mille viljatipu piirkonnas ja külgmisel osal tekib sissevajunud hele- või tumepruun vöödiline laik. Viimane suureneb pidevalt. Mõnikord erineb laikude piirjoon teravalt kahjustamata koest ja viljakude on kuiv. Teisel juhul aga on laigud konarlikud, kontrastse piirjooneta ja vesised. Kahjustatud viljad jäävad kasvus maha, kuid muutuvad kiiremini punaseks kui terved viljad. Viljatipus olevatel tumedatel laikudel arenevad sekundaarselt mitmesugused seened ja bakterid, kutsudes esile vilja mädanemist.

Viljatipumädaniku põhjuste kohta on mitmeid vasturääkivaid andmeid. Osa autoreid väidab, et selle haiguse tekitajaks on bakter (*Bacterium lycopersici*) ja et haigus levib seemnetega. See ei ole õige, sest haigestuvad rohelised viljad, mille seemned

ei valmigi, järelikult ei saa ka haigus seemnetega edasi kanduda. Uuemad uurimised näitavad, et viljatipumädaniku puhul on tegemist füsioloogilise nähtusega, mida põhjustab mulla kõrge temperatuur või tugev temperatuuri kõikumine, samuti niiskuse ja kuivuse järsk vaheldumine. Sellised tingimused loovad eeldusi bakterite sissetungimiseks taimesse, kuid viljatipumädanik võib areneda ka bakterite osavõtuta. Haigust soodustavad rikkalik lämmastikväetiste, virtsa ja sõnniku, eriti hobusesõnniku andmine. Kõige tugevamini haigestuvad viljad kõrge temperatuuri ja madala õhuniiskuse esinemisel kasvuhoones, s. t. taimede kõige intensiivsema transpiratsiooni korral. (Tahvel XXII.)

Tomati-lehekeerdumine

Lehekeerdumist tuleb vaadelda kui füsioloogilist nähtust, mida põhjustavad fosforipuudus, liiga tugev väetamine lämmastikväetistega, niiskusepuudus mullas, kuiv õhk, võrsete mitteõigeaegne kärpimine jm. Mõned autorid arvavad, et lehekeerdumist põhjustab ka juurestiku nõrk arenemine. B. Gerassimov ja E. Osnitskaja tegid kindlaks, et lehekeerdumine kandub edasi pärilikkuse teel. Sageli on see sordiomane nähtus. Lehekeerdumine kaasneb ka mitmete haigustega, nagu ruugehallitusega, hahkhallitusega jt.

Tomatitaimedel esineb lehekeerdumist kogu lehestiku ulatuses. Lehekeerdumine võib olla erineva tugevusega, kuid igal juhul on lehekeste servad ülespoole keerdunud. Mõnikord muutuvad lehekesed servade kokkurullumise tagajärjel torutaoliseks. Lehekeerdumine on seda tugevam, mida rohkem külgvõrseid kõrvaldatakse, sest sel juhul kuhjuvad toitained lehtedesse ja need moonduvad. Intensiivne päikesepaiste soodustab lehekeerdumist.

Tomati-fosfori- ja kaaliumipuudushaigus

Fosforipuudus annab end tunda juba tõusmete järgus. Esimesed kaks pärislehte on väikesed ja ülespoole kokku surutud. Vanemas kasvujärgus avaldub fosforipuudus taime kangestunud hoiakus. Selle vältimiseks tuleb kasutada pikeerimisel fosfori poolest rikast mulda.

Kaaliumipuudusel jääb taime areng kängu. Lehed on kollaka varjundiga ja leherood muutuvad punaseks. Vahel on lehed rohelised, kuid halli servaga ja kergesti murduvad. Vartel esineb üksikuid punaseid triipe. Viljad valmivad kiiremini kui taimedel, mis ei kannata kaalumipuuduse all, kuid on sealjuures palju väiksemad.

Tomati kasvatamisel avamaal tuleb erilist rõhku panna kõigi agrotehniliste nõuete täitmisele ja haiguste tõrjele. Vastasel korral võib saak täiesti äparduda. Sobivateks eelviljadeks tomatile on sõnnikut saanud kultuurid, näiteks kapsas ja kurk. Kartul ei tohi eelviljaks olla. Tomatit võib samal kohal kasvatada alles 5—6 aasta pärast. Kartulipõldude läheduses tomatit mitte kasvatada.

Tomati kasvukohaks tuleb valida soe lõunanõlvak või tuulte eest kaitstud koht. Kui eelvili ei ole saanud orgaanilist väetist, anda tomatile sõnnikut sügiskünni alla või komposti kevadel. Peale selle tuleb anda mineraaltäisväetisi. Teha kevadine korduskünd, kultiveerida ja äestada maad kuni tomati väljaistutamiseni.

Lavades ja kasvuhoonetes muld uuendada või desinfitseerida eespool kirjeldatud viisil (vt. «Kapsahaiguste tõrje» ja «Kurgihaiguste tõrje»). Soovitatav on anda enne tomatite külvi ühe lavaakna kohta mulda 50 g superfosfaati, 20 g kaaliumkloriidi ja 5—6 g booraksit või kaaliumpermanganaati. Kasvuhoonetes reguleerida temperatuuri- ja niiskusrežiimi. Temperatuur ei tohi olla alla 20°, sobivaks õhuniiskuseks on 60—70%. Kasvuhooneid tuleb hästi tuulutada. Süstemaatiliselt tuleb neis läbi viia putukatõrjet, et hävitada virooside siirutajaid.

3—4 kuud enne külvi puhtida tomatiseemneid granosaaniga, arvestades 3 g/kg. Haiguskindluse tõstmise eesmärgil karastada külvist järgmiselt. Leotada seemneid 12 tundi 20—25°-ses vees (vett võtta 75—100% seemnete kaalust). Paisuma ja idanema hakanud seemneid hoida 3 ööpäeva lumel või jääl ning pärast seda külvata kasvuhoones külvikasti või lavasse. Tomatite haiguskindlust tõstab tunduvalt ka seemnete külvieelne leotamine 0,02%-lises boorhappe- või 0,02%-lises vasksulfaadilahuses. Ühe liitri vee kohta võetakse vastavalt 200 mg H_3BO_3 või $CuSO_4$.

Soovitatav on tomatiistikute pritsimine 1%-lise bordoo vedelikuga või 0,02%-lise mikroelementide soolade lahusega. Mikroelementide soolade lahuse kulu on 2 liitrit 1 m^2 kohta. Taimi töödeldakse 5.—7. pärislehe faasis.

Tomatitaimed tuleb avamaale istutada eelnevalt kastetud istutusaukudesse. Reavahed tuleb kobestada, taimed mullata. Väga tähtis on võrsete eemaldamine. Kui taimede kasv on nõrk, viia läbi nende pealtväetamine mineraalväetiste ja mikroelementide soolade 0,02%-lise lahusega. Mikroelementide soolade lahustega pritsitakse taimi veel kord täiendavalt õitsemise lõpul. Süstemaatiliselt tuleb läbi viia umbrohu- ja putukatõrjet. Viirushaiged taimed välja kiskuda ja põllult eemaldada. Taimede lõikamisel pidevalt desinfitseerida lõikamisvahendid ja käsi.

Samuti tuleb seda teha pärast igakordset suitsetamist, et tubakast kätele kandunud tubaka-mosaiigiviirus ei leviks tomatitaimedele.

Pruunmädaniku või teiste haiguste esimeste tunnuste ilmumisel pritsida tomatitaimi kolm kuni neli korda 10—15-päevaste vaheaegadega 1%-lise bordoo vedelikuga (800—1000 liitrit ha kohta) või selle asendajatega — 0,3%-lise tsinebi-, 1,5%-lise tsiraami- või 0,5%-lise vaskoksiidkloriidisuspensiooniga. Eriti häid tulemusi annab pritsimine 0,3—0,5%-lise figooni- või 0,15—0,25%-lise kaptaanisuspensiooniga. Pruunmädaniku ja helelaiksuse vastu võib taimi vaskoksiidkloriidiga (15—20 kg/ha) ka tolmutada. Tolmutada tuleb viis korda — esimest korda kaks nädalat pärast tomatite istutamist avamaale ja edasi 10-päevaste vaheaegadega.

Saagi koristamisel vältida viljade mehaanilisi vigastusi. Seemneid võtta ainult täiesti tervetelt viljadelt. Pärast pesemist jätta nad viljamahlasse 2—3 ööpäevaks sooja kohta.

Läbi viia sügisene sügavkünd taimejäänuste hävitamiseks põllult. Kasvuhoonetes põletada koristusjäänused. Kasvuhooneid väävliga gaasitada (50 g väävlit 1 m^3 kohta). Temperatuur kasvuhoones peab olema sel ajal 10—15°. Tomatikepid ja muu kasvuhoone inventar desinfitseerida 40%-lises formaliinilahuses 1 : 100 (2—3 minutit).

Kasvatada haiguskindlamaid tomatisorte.

SIBULAHAIGUSED

Sibul nakatub nii kasvuperioodil kui ka säilitamisel mitmesugustesse haigustesse. Tähtsamad neist on ebajahukaste, hahkhallitus, rooste ja koldtriipsus. Nimetatud haigused levivad külvisega.

Sibula-ebajahukaste (*Peronospora destructor* [= *Peronospora schleidenii*])

Ebajahukaste kahjustab tipp-, valik- ja seemnesibulat ning porrulauku ja on laialt levinud igal pool, kus nimetatud kultuure kasvatatakse.

Seen talvitub mütseelina sibulates, põhjustamata nende mädanemist. Alles kevadel, seemnesibulate mahapanekul, annab selline sibul haige taime. Koos taimega areneb ka tema kudedes pesitsev mütseel. Nakkuse algstaadiumis ei erine haige taim väliselt tervetest; haigustunnused ilmuvad umbes 3—4 nädalat pärast istutamist. Taim jätab kidura mulje, lehed on kollased, klorootilised. Niiske ilmaga võib neil täheldada lillakat kirmet,

Joonis 43. Sibula-ebajahukaste.



mis koosneb seene lülieoskandjaist. Kuiva ilmaga avaldub haigus valgete laikudena lehtedel. Nakatatud pealsed närtsivad ning, olenevalt ilmastikust, kas kuivavad või hakkavad mädanema. Mõnikord kahjustuvad ka õievarred. Sibulasaak alaneb tunduvalt, ka jäävad sibulad väikeseks ja ei valmi küllaldasel määral. Nakatatud lehtedel leiavad soodsa pinna mitmesugused poolparasiitsed seened, nagu *Stemphylium*'i, *Macrosporium*'i ja *Cladosporium*'i liigid, mille viljakehad katavad lehti tiheda musta kirmena. Haigus esineb ka seemnekandjatel sibulataimedel, takistades õisiku nakatamisega seemnete arenemist.

Ebajahukaste areneb intensiivselt niiske ilmaga. Optimaalne temperatuur on 13°. Kuiva kuuma ilmaga haigus pidurdub, sest seene eosed hävivad oma õhukese kesta tõttu kuumuse ja päikesepaiste mõjul juba 3—4 tunni jooksul. Niiske ilmastiku saabumisel areneb ka haigus edasi.

Ebajahukaste tekitajaks on *Peronospora destructor*, mis suve jooksul moodustab mitu koniidide põlvkonda. Koniidid levivad tuule ja veetilkadega lehtedele, kus nad arenevad mütseeliks. Mütseel tungib taimekoesse õhulõhede kaudu ja satub lehtedest sibulasse. Nakatatud kudedes tekivad oospoorid, mille abil seen talvitub. Peale selle võib seen talvituda ka mütseelina sibulas või taimejäätmetel. Oospoorid vabanevad kevadel ja idanevad, kuid see nakkusallikas on väiksema tähtsusega kui nakatatud külvis. Haigestunud sibulad katkestavad puhkeseisundi ja idanevad juba talve jooksul.

Sibula-hahkhallitus (*Botrytis allii*)

Hahkhallitus on laialt levinud ja põhjustab eriti suurt kahju sibula säilitamisel. Sageli saab haigus alguse juba avamaal ning progresseerub hiljem ladudes ja hoidlates.

Nakkus algab sibula kaelast, mis muutub pehmeks. Koorel tekivad sissevajunud laigud. Välised soomused kortsuvad, haigestunud sibulate kude muutub vesiseks, omandab kollakasroosa värvuse ja näib keedetuna. Sibula pinnal ja soomuste vahel areneb tihe must hallituskirme, mis koosneb seene lülieoskandjatest ja lülieostest. Kirmel tekivad väikesed mustad seenemügarad.

Seemnetaimede haigestumisel tekib pealsetel ja õisikutel hall kirme ja nakatatud taimeosad mädanevad. Seemned hukkuvad kas täielikult või nende idanevus alaneb.

Haiguseteekitaja *Botrytis allii* on kitsalt spetsialiseerunud, nakatades ainult sibulat. Lülieoskandjad on pikad, hargnenud, tumedad, lülieosed munajad või ovaalsed. Eoste idanemise optimaalne temperatuur on 20—25°, mulla optimaalne pH 6,0 piirides. Seen talvitub nakatatud sibulates, taimejäätmetel ja seemnetel. Ta võib säilida ka mullas seenemügaratena ning tungida sealt taimesse haavandite ja mehaaniliste vigastuste kaudu. Kõige soodsam moment nakkuseks on sibula koristamisel, kui lõigatakse pealseid. Sibula kaela lõikekohalt tungib seen sibulasse. Niiske ilmastik koristamisel ja sibulate hoidlasse paigutamine siis, kui nad pole küllaldaselt kuivad, soodustab nende massilist nakatumist hahkhallitusse. (Tahvel XXVI.)

Säilitamisel avaldub haigus kahel kujul: 1) tüüpilise kaelamädanikuna, mis tekib pärast nakkust põllul. Haigus avaldub aeglaselt ja esineb säilitamisperioodi esimesel poolel; 2) mädanikuna sibula küljel või alusel. Selline nakkus levib kogu säilitamisperioodi vältel ja oleneb suurel määral hoidla õhuniiskusest. Kui õhuniiskus on alla 75%, siis nakkust ei toimu.

Sibularooste (*Puccinia allii*, *Puccinia porri*)

Rooste esineb sibulal, murulaugul, küüslaugul ja porrusibulal. Kahjustatud taime lehtedel arenevad helekollased suvieospustulid, mis asenduvad hiljem mustade talieospustulitega. Tugeva nakkuse korral närbuvad ja kuivavad sibula lehed enneaegu.

Haiguse tekitajateks on ühe peremeestaimega täistsüklilised roosteliste liigid *Puccinia allii* ja *Puccinia porri*. Seen talvitub nakatatud taimejäätmetel ja sibula mitmeaastastel liikidel.

Sibulanõgi (*Urocystis cepulae*)

Nimetatud haigust ei ole seni Eesti NSV-s täheldatud.* Kuna ta aga esineb kohati Nõukogude Liidus ja areneb mullas temperatuuriga 13—20°, võib ta soojadel suvedel ka meie sibulakasvatusele ohtlikuks muutuda.

Sibulanõele on kõige vastuvõtlikumad sibulatõusmed alates teisest päevast pärast idanemist kuni esimese lehe ilmumiseni. Haiguse inkubatsiooniperiood kestab 5 päeva.

Nakatatud lehtedele ja soomustele ilmuvad piklikud mustad vöödid või laigud. Sibula epidermis lõhkeb ja must eoste mass vabaneb. Taimed känguvad, lehetipud kolletavad, kuivavad ja lõpuks hävib taim täielikult.

SIBULA VIIRUSHAIGUSED

Sibula-koldtriipsus

Koldtriipsus on ohtlikumaid sibula viroose, mis on meie oludes omandanud laialdase leviku. Haigus lööbib eriti intensiivselt siis, kui seemneks kasutatud tippsibulad pärinevad pikemat aega vegetatiivselt paljundatud sibula seemnest (V. Jaagus, 1965). Koldtriipsus avaldub peamiselt teise aasta seemnesibulatel.

Nakatatud sibula lehed on kollasetriibulised, kahvatud, kõverdunud, keerdunud ja ripuvad lõdvalt alla. Nende pind on ebaühtlane, lehtede ristlõige ei ole ümmargune, vaid sisselitsutud kujuga. Sageli jämeneb ka sibula kael. Seemnesibulal on õievarred kahvaturohelised ja püstja hoiakuga. Õisikuid areneb vähe ja seemnete moodustumine on puudulik. Koldtriipsuse tagajärjel võib sibulasaak väheneda 25% ja seemnekandjail sibulail seemnesaak kuni 70%.

Koldtriipsus levib lehetäidega.

Sibulamosaiik

Sibulamosaiik nakatab lehti ja õisikuid. Haiguse sümptoomideks on väikesed piklikud täpikesed või laiad helerohelised, veidi valkjad vöödid. Emakate ja tolmukate asemel arenevad sageli pikad lehed; seemned ei moodustu üldse või moodustuvad ainult vähesel hulgal. Nakatatud taimedest arenevad sageli piklikud sibulad, mis ei saavuta täisküpsust ja lähevad juba sügisel idanema. Haigete taimede seemnete idanevus langeb.

Sibulamosaiik levib lehetäidega ja haige taime mahlaga.

---

* P. Põldmaa (1967) järgi on viimastel aastatel leitud sibulanõge umbes kümmekonnas aias Peipsi ääres.

Sibulat kasvatada külvikorras kapsa, kurgi ja kartuli järel. Samas kohas ei soovitata sibulat enne 3—4 aastat kasvatada.

Sibulat tuleb kasvatada lahtisel põllul, sest seal esineb hea õhuliikumise tõttu tunduvalt vähem ebajahukastet kui tuule eest kaitstud kohtades.

Sibulapõldu tuleb sügisel sügavalt harida, kevadel kultiveerida, äestada ja libistada. Väetistena antakse täismineraalväetisi, komposti või kõdusõnnikut.

Tähtis on terve istutusmaterjali valik, seejuures tuleb kõrvaldada sellest kõik talve jooksul kasvamaläinud sibulad. Istutusmaterjali tervendamiseks kuumutatakse sibulad 1,5—2 kuud enne istutamist kuivatis või ahjus 40°-se temperatuuri juures 8 tundi või 45°-se temperatuuri juures 4 tundi. Suuremaid sibulaid kuumutatakse 16—24 tundi 40° juures. Istutamise päeval puhtida seemnesibulaid granosaaniga, arvestades 3 g/kg.

Põllul teha umbrohu- ja putukatõrjet. Taimed, mis kannavad 20—30 päeva pärast istutamist ebajahukaste tunnuseid, hävitada. Seemnetaimi pritsida 1,5—2%-lise bordoo vedelikuga, lisades kooritud piima 3 liitrit 100 liitri kohta, või bordoo vedeliku asendajatega ebajahukaste välistunnuste ilmnemisel. Pritsimist korrata 10—14 päeva pärast. Viirushaiguste tõrje seisukohalt on tähtis ühe- ja kaheaastaste sibulakultuuride eraldamine.

Tähtis on sibulate õigeaegne, s. t. täisküpsuse ajal koristamine. Enne koristamist hävitada kõik roostehaiged pealsed. Sibulad tuleb enne hoidlasse paigutamist hästi kuivatada. Kuni ilmastik võimaldab, kuivatatakse koristatud sibul ridades põllul, hiljem 2—3 nädalat katusealustes või kuurides. Sellele järgneb sibula kunstlik kuivatamine kuivatites või saunades, kusjuures temperatuuri tõstetakse pikkamööda 6—8 päeva jooksul 38—40°-ni. Viimased 8 tundi peab temperatuur püsima 40—42° piirides, et häviksid ebajahukaste eosed. Pärast kuivatamist lõigatakse ära sibulate pealsed nii, et jääks 3—5 cm pikkune kael.

Sibulaid tuleb säilitada hästi tuulutatavas kuivas ruumis, kus õhuniiskus on 70—75% ja temperatuur 0—2°.

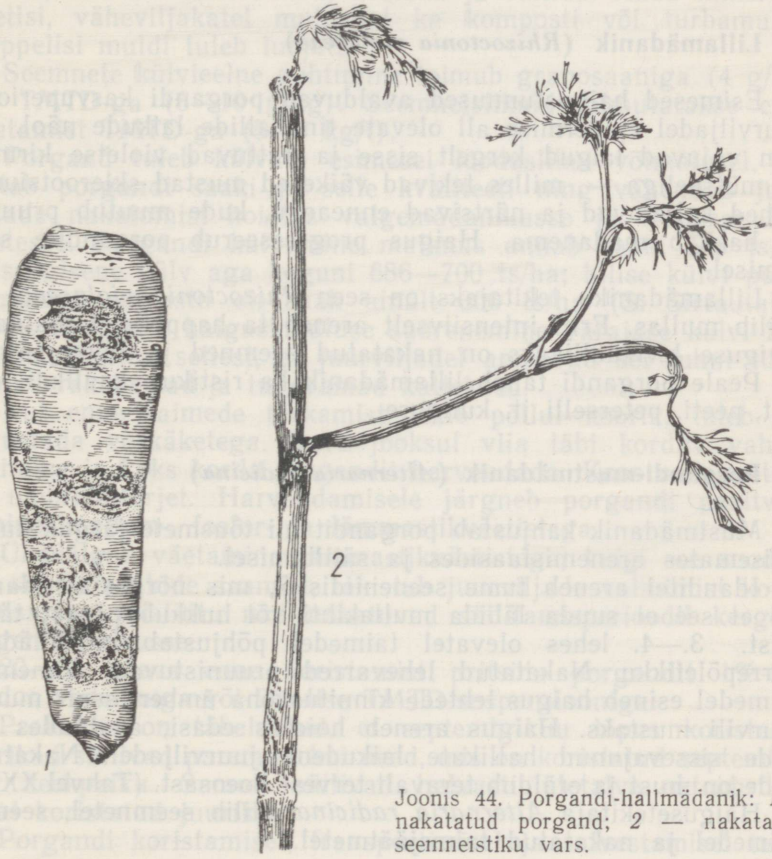
Pärast saagi koristamist hävitada taimejäänused põllult sügava sügiskünniga.

Porgand kannatab köögiviljakultuuridest kõige vähem haiguste all. Kasvuajal ta ei haigestu peaaegu üldse. Küll aga põhjustavad haigused suurt kahju (kuni 80%) porgandi säilitamisel ja seemnetaimede kasvatamisel. Ohtlikumad porgandihaigused on hall-, lilla-, must- ja valgemädanik.

Porgandi-hallmädanik (*Phoma rostrupii*)

Hallmädanik ehk fomoos nakatab porganditaimi kasvuperioodil, juurviljade säilitamisel ja seemneistikuid teisel kultiveerimisaastal.

Juurviljadele ilmuvad hallid sissevajunud laigud, mis levivad kiiresti üle terve juurvilja, muutes selle täiesti kasutamis-



Joonis 44. Porgandi-hallmädanik: *1* — nakatatud porgand; *2* — nakatatud seemneistiku vars.

kõlbmatuks. Läbilõikes on kahjustatud kude tumepruun ja kuiv. Lehed hävivad. Üldiselt ei paista haigustunnused sügisel juurviljadel eriti silma, kuid säilitamisel tulevad nad täiel määral nähtavaks. Laigud muutuvad sügavamaks ja neis areneb valkjas mütseel. Hiljem tekivad mütseelis seene pükniidid väikeste esiletungivate mustade või roosakate täpikestena. Seemneistikutel esineb fomoos juurviljade mädaniku ning varte ja õisikute nakkusena. Vartele ilmuvad tumedad violetsed vöödid või laigud. Nakatatud kohad muutuvad aja jooksul hallikaks, neil tekib hulgaliselt musti pükniide.

Hallmädaniku tekitajaks on seen *Phoma rostrupii*, mille üherakulised eosed vabanevad pükniidist ainult suurenenud õhuniiskuse esinemisel. Eosed idanevad laiades temperatuuripiirides. Temperatuuril alla 10° pidurdub seene kasv ja areng. Seen võib elujõulisena mullas säilida 2—3 aastat. Haigus levib seemnete, juurikate ja nakatatud taimejäätmetega. Fomoos põhjustab suurt kahju saviliivmuldadel.

Lillamädanik (*Rhizoctonia violaceae*)

Esimesed haigustunnused avalduvad porgandi kasvuperioodil juurviljadel epidermise all olevate tinahallide laikude näol. Hiljem vajuvad laigud kergelt sisse ja kattuvad violetse kirmega — mütseeliga —, milles tekivad väikesed mustad sklerootsiumid. Lehed kolletuvad ja närtsivad enneaegu, kude muutub pruuniks ja hakkab mädanema. Haigus progresseerub porgandite säilitamisel.

Lillamädaniku tekitajaks on seen *Rhizoctonia violaceae*, mis säilib mullas. Eriti intensiivselt areneb ta happelistel muldadel. Haiguse levikuallikaks on nakatatud seemned ja taimejäätmed.

Peale porgandi tabab lillamädanik ka ristikut, kaalikat, naerist, peeti, peterselli jt. kultuure.

Porgandi-mustmädanik (*Alternaria radicina*)

Mustmädanik kahjustab porgandit nii tõusmete järgus kui ka hilisemates arenemisfaasides ja säilitamisel.

Idanditel areneb tume seeneniidistik, mis nõrgestab idandit, nii et see ei suuda läbida mullakihti või hukkub pärast tärkamist. 3.—4. lehes olevatel taimedel põhjustab mustmädanik varrepõletikku. Nakatatud lehevarred pruunistuvad. Vanematel taimedel esineb haigus lehtede kinnituskoha ümber, sealt muutub juurvili mustaks. Haigus areneb hoidlas edasi, avaldudes kuivade sissevajunud hallikate laikudena juurviljadel. Nakatatud kude on must ja eraldub teravalt tervest koeosast. (Tahvel XXVI.)

Haigusetekitaja *Alternaria radicina* säilib seemnetel, seemnetaimedel ja nakatatud taimejäätmetel.

Peale porgandi tabab haigus ka sellerit, peterselli ja pastinaaki.

Porgandi-lehelaiksused (*Septoria carotae, Cercospora carotae*)

Porgandi lehtedele ja vartele tekivad väikesed ümmargused pruunid täpid ja laigud, mis põhjustavad lehtede kuivamist ja närbumist.

Porgandihaiguste tõrje

Tähtis on kultuuride õige järjestus külvikorras. Porgandile sobivad eelviljad on kartul, kapsas ja kurk. Porgandit ei või samal kohal kasvatada enne 3—4 aastat.

Porgandipõld tuleb hästi ette valmistada: sügisel sügavalt harida, kevadel kultiveerida, äestada ja rullida. Anda mineraalväetisi, väheviljakatel muldadel ka komposti või turbamulda. Happelisi muldi tuleb lubjata.

Seemnete külvieelne puhtimine toimub granosaaniga (4 g/kg) või TMTD-ga (8—10 g/kg). Seemneistikuid tolmutatakse enne istutamist TMTD-ga (5—7 kg/t).

Porgand tuleb külvata esimesel looduslikul võimalusel, see tõstab porgandi saaki ja selle kvaliteeti ning vähendab juurviljade nakatumist hoidlas valgemädanikusse ja teistesse haigustesse. Porgandi külvamine maikuus annab saaki 500 ts/ha, hilissügisene külv aga koguni 686—700 ts/ha; hilise külvi puhul juunikuus seevastu on saak ainult 300 ts/ha (S. Sirtautaitis, 1966). Porgandi haiguskindluse suurenemine varajase külvi korral on tingitud sellest, et juurviljadel arenevad sel juhul tugevamad rakukestad ja tugevamad kattekoed.

Kui enne taimede tärkamist tekib põllul koorik, tuleb see purustada võrkäketega. Suve jooksul viia läbi korduv vaheltharimine ja kaks korda porgandit harvendada. Koos sellega teha ka umbrohutõrjet. Harvendamisele järgneb porgandi pealtväetamine kaalium-, fosfor- ja lämmastikväetistega.

Ühekülgne väetamine lämmastikväetistega, kuigi see soodustab suurte saakide saamist, takistab juurviljade valmimist koristamisajaks, mistõttu nad nakatuvad säilitamisperioodil kergesti valgemädanikusse.

20—30 päeva enne koristamist pritsida porgandit 1%-lise bordoo vedelikuga või 2%-lise TMTD-suspensiooniga.

Praktikas on täheldatud, et septembrikuu lõpus koristatud juurikad säilivad paremini kui need, mis on koristatud septembrikuu keskpaiku. Samuti säilivad halvasti ületalve oktoobrikuu algul koristatud juurikad.

Porgandi koristamisel, transportimisel ja salvestamisel tuleb

vältida mehaanilisi vigastusi. Enne juurviljade hoidlasse paigutamist tolmutada neid kriidiga (1,5—2 kg/ts). Haiged juurviljad tuleb eraldada, sest nad võivad säilitamisel levitada nakkust tervetele porganditele. Seemneistikuid tolmutatakse enne säilitamist TMTD-pulbriga, arvestades 500—700 g/ts, või pritsitakse 3%-lise TMTD-suspensiooniga. Ka liiva, millega seemneistikud kaetakse, on soovitatav TMTD-pulbriga segada.

PEEDIHAIGUSED

Söögi-, sööda- ja suhkrupeet kannatavad põhiliselt samade haiguste all, kusjuures suhkrupeet on neile eriti vastuvõtlik. Nakatuvad nii tõusmed kui ka lehed ja juurikad, mille tagajärjel langeb peedi suhkrusisaldus ja saak. Levinumad ja ohtlikumad haigused on peedi-tõusmepõletik ja peedi-lehetähnisus.

Peedi-tõusmepõletik (*Pythium debaryanum*)

Tõusmepõletik esineb eriti sageli Kagu- ja Lõuna-Eesti happelistel muldadel (A. Marland, 1958).

Peediidandid võivad nakatuda juba enne tärkamist, mistõttu osa neist hävib mullas. Haigus avaldub tõusmete ja noorte taimede juurekaela peenikeseks ja pruuniks muutumises. Kahjustatud taimede külgjuured ei arene, lehed muutuvad laiguliseks. Kui nakkus tungib tsentraalsetesse juhtkimpudesse, hävivad taimed kuivamise või mädanemise tagajärjel ja põllul tekivad tühikud. Seemned on madala idanevusega ja neist kasvavad kidurad, haigustele vastuvõtlikud taimed. Haigus vähendab tunduvalt saaki ja suhkrusisaldust juurviljades. Tõusmepõletikunakkus on võimalik 3.—4. pärislehepaari ilmumiseni. Haigust soodustavad madal mullatemperatuur peedi idanemisperioodil, happelised või rasked mullad ja liigniiskus. Peeditõusmete kahjustus on eriti suur rikkalike sademete ja madala temperatuuriga aastail.

Põhiline haigusetekitaja *Pythium debaryanum* on poolparasiit, mis nakatab ainult nõrgestatud taimi. Mütseel ja eosed tekivad peeditaime juurekaelal halli kirmena. Niiske ilmaga tekivad rändeosed, kuiva ilmaga aga lülieosed. Eosed satuvad mulda koristusjäätmete ja külvisega. Seen talvitub mullas oospooride abil. Tõusmepõletikku võivad põhjustada ka teised mullaasukad — *Phoma betae*, *Aphanomyces levis* jt. Suhkrupeedil on peamiseks tõusmepõletiku tekitajaks *Aphanomyces cochlioides*. Kui ilmastik on väga kuiv, võib peetidel, eriti suhkrupeetidel, esineda ka tõusmepõletiku bakteriaalne vorm — (juurviljamädanik), mida kutsuvad esile mitmesugused bakterid — *Bac. mycoides*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas chlororaphis* jt.

Peedi-lehetähnisus (*Cercospora beticola*)

Lehetähnisus on eriti ohtlik suhkrupeedile. Haigus areneb intensiivselt soojade niiskete ilmadega. Nakatuvad lehed, vahel ka lehevarred. Lehelabal tekib hulgaliselt väikesi ümaraid heleda keskosa ja punakaspruuni äärisega täpikesi. Vanad lehed nakatuvad tugevamini kui noored. Laigud on vanadel lehtedel suuremad, sügiseks aga tekivad uuesti väikesed tähnid. Lehevartele ilmuvad piklikud laigud. Niiske ilmaga areneb laikudel õrn valkjas kirme seene koniidikandjatest ja koniididest. Koniidid on tõlvjad, hüaliinsed, vaheseintega. Nad idanevad ainult veetilgas. Seene hüüfid tungivad taimekoesse õhulõhede kaudu. Tugeva nakkuse korral kattub 30—40% lehepinnast tähnidega, mille tagajärjel lehed hävivad. Kuid ka kudede osalise suremise korral on taime assimilatsioon tugevasti häiritud. (Tahvel XXVII.)

Haigusetekitaja *Cercospora beticola* talvitub nakatatud taimejäätmetel väikeste sklerootsiumide abil. Haiguse lööbimise ja arenemise intensiivsus oleneb õhuniiskusest ja temperatuurist. Optimaalne temperatuur on 15—20°, minimaalne 5°. Kui päeva keskmine temperatuur on 20°, on inkubatsiooniperiood kõige lühem — 7 päeva. Madalama temperatuuri esinemisel pikeneb inkubatsiooniperiood tunduvalt. Ka lämmastikupuudus mullas pikendab inkubatsiooniperioodi.

Peedi-ebajahukaste (*Peronospora schachtii*)

Ebajahukaste nakatab esimese kasvuaasta peete ja seemnetaimi. Esimese kasvuaasta peetidel avaldub haigus lehtede alumisel küljel hallikasvioletse kirmena, mis koosneb seene koniidikandjatest ja koniididest. Nakatatud lehed on kahvatud, rabedad, nende servad keerduvad allapoole ja hävivad lühikese aja jooksul. Seemneistikutel tabab haigus lehti, õisi ja seemneid.

Haigusetekitaja *Peronospora schachtii* moodustab suve jooksul mitu koniidide põlvkonda, mille abil ta kiiresti levib. Mõnikord arenevad nakatatud taimekudedes ka oospoorid, mille abil seen võib talvituda nakatatud taimejäätmetel ja peedi seemnetes. Peamiselt aga talvitub *Peronospora schachtii* peedi seemneistikutel. Haigust soodustab jahe niiske kevad ja madala öötemperatuuriga sügis. Nakkuse optimaalne temperatuur on 14°. Nakkuseks on eriti soodne, kui peedi lehed on vihmast, kastest või udust kuue tunni jooksul niisked. 20°-se ja kõrgema temperatuuri juures on koniidide idanemine pärsitud ja nakkust ei toimu. (Tahvel XXVII.)

Peedi-ümarlaiksus (*Phyllosticta betae*)

Lehtedele tekivad väikesed ümarad, algul tumedad, hiljem heledaks muutuvad valge keskosa ja tumeda äärisega laigud. Hiljem kuivab kude laikude kohalt ja langeb välja, mistõttu leht muutub auklikuks. Laikudel esineb suurel hulgal haigusetekitaja *Phyllosticta betae* musti pükniide.

Peedi harilik kärn (*Streptomyces scabies*)

Harilik kärn kahjustab esimese vegetatsiooniaasta juurvilju. Tabatud juurviljaosad kattuvad tumepruuni kärnase koorikuga ja lõhkevad sageli. Haigus alandab juurviljade kaalu, vähendades sellega saaki. Haiguse arenemist soodustab suurenenud mullaniiskus.

Peedirooste (*Uromyces betae*)

Peediroostet ei ole seni Eesti NSV-s täheldatud. Haiguse tunnusena ilmuvad kevadel peeditaime idulehtedele ja talvitunud seemneistikute lehtedele väikesed kollased kevised. Kevadeosed levivad tuulega ja, sattunud tervetele lehtedele, hakkavad idanema. Suvel tekib lehtedele massiliselt kollaseid laike, millele ilmuvad tumepruunid suvieospustulid. Suvieosed levivad tuule ja putukatega, nakatades järjest uusi taimi. Nii võib haigus levida kogu vegetatsiooniperioodi vältel. Sügisel tekivad talieosed, mis talvituvad nakatatud lehtedel mullas. Kevadel nad idanevad, moodustades kandeoseid. Viimased nakatavad idulehti. Tugeva nakkuse korral idulehed närbuvad ja kuivavad. Haigus võib levida ka seemnete kaudu, kui neile satuvad eosed.

Peedimosaiik

Peedi viroos — mosaiik — on tavaliselt levinud kõikjal, kus kasvatatakse peeti. Eesti NSV-s ei ole nimetatud haigust seni uuritud.

Nakatatud lehed muutuvad kirjuks, täpiliseks. Heledamad kohad vahelduvad tumedamatega. Laigud on erineva kuju ja suurusega ning esinevad eriti märgatavalt noortel lehtedel. Tugeva nakkuse korral võib täheldada lehtede kimardumist ja keerdumist.

Mosaiik esineb peamiselt seemneistikutel. Seemneistikud on ka peamiseks nakkusallikaks uutele peedikülvidele. Haigus levib lehetäidega.

Mosaiiki põhjustav viirus nakatab peale peedi veel uba, spinatit ja mõningaid umbrohuliike, mis võivad samuti muutuda nakkusallikateks.

Peedi-südamikukuivmädanik (puudushaigus)

Haigus lööbib kasvuperioodi lõpul, eriti kuiva ja kuuma ilmaga. Eesti NSV-s tekitab mõnel aastal märkimisväärset kahju. Algul haigestuvad lehed: lehekodariku sisemised lehed jäävad kasvus maha, kasvukuhik sureb ja vanemad lehed kolletuvad. Juurviljadel algab mädanik juurvilja peast musta kuivmädaniku näol. Ka juurvilja seesmised koed võivad mustaks muutuda. Sel juhul jääb nakatatud kude mahlakaks ja kõvaks, ainult pinnalähedastes kihtides tekib kuivmädanik. Leherootsud muutuvad pruunikasmustaks. Haigus kandub üle ka juurvilja kaelale, kus ta avaldub kahvatuhallide laikudena. Hiljem muutuvad laigud mustaks. Haigust soodustavad leelisesed mullad. Südamikukuivmädanik on seemneistikute hävimise üks põhjusi põllul. Haigus progresseerub peetide säilitamisel.

Varem arvati, et südamikukuivmädaniku tekitajaks on seen *Phoma betae*. Uuemad uurimised aga näitavad, et haigust põhjustavad boorivaesed mullad. Booripuuduse tagajärjel tekivad taimes teatud füsioloogilised häired, mille tagajärjel halveneb tema üldine seisund. Sellised taimed on kergesti nakatatavad seene *Phoma betae* poolt.

Peedihaiguste tõrje

Peedi parimad eelviljad on rukis, nisu, mais, kartul, kapsas ja kurk.

Sügisel anda sügavkünni alla orgaanilisi ja mineraalväetisi. Kevadel anda enne külvi mineraalväetisi, mis tunduvalt tõstab taimede vastupidavust tõusmepõletikule. Booripuuduse esinemisel viia mulda boordatoliiti arvestusega 100—120 kg/ha või leotada peediseemet 0,5%-lises boorhappelahuses koos seemnete äratamisega. Happelisi muldi lubjata, et vältida või vähendada tõusmepõletikukahjustust.

Külviks kasutada ainult terveid, kvaliteetseid, kõrge idanevusega seemneid. Peedi haiguskindlus tõuseb märkimisväärselt, kui seemned on saadud seemneistikutelt, mida on 5—6 aastat kasvatatud kohalikes tingimustes.

Seemneid puhtida granosaaniga (400 g/ts), merkuraaniga (400 g/ts) või TMTD-ga (600 g/ts). Granosaaniga võib puhtida paar kuud enne külvi, merkuraaniga 3—4 nädalat ja TMTD-ga 2—3 nädalat või vahetult enne külvi. Soovitatav on ka seemnete töötlemine azoto- või fosforbakteriiniga. Sel juhul puhitakse seemneid mitte hiljem kui 2—3 nädalat enne külvi ja bakteriseeritakse külvi päeval. Taimede haiguskindluse tõstmisel saavutatakse head efekti seemnete eelidandamisel 15—16° juures koos järgneva kuivatamisega.

Üks tähtsamaid võtteid peedi-tõusmepõletiku ja -mosaiigi vastu on peedi optimaalsed külviajad. Peeti tuleb külvata küllaldaselt soojenenud niiskesse mulda. Väga oluline on mullakooriku purustamine enne tõusmete ilmumist keskmiste või kergete äketega. Pärast peedi harvendamist pealtväetamine kaalium-, fosfor- ja lämmastikväetistega. Süstemaatiliselt teha umbrohu- ja putukatõrjet, sest peedimosaiik levib täidega. Viirushaiged taimed välja kiskuda ja hävitada. Esimese aasta taimi ja seemneistikuid kasvatada üksteisest eemal, et vältida haiguste, eriti jahukaste levikut seemneistikutele.

Peedi-lehetähnisuse, -ebajahukaste, -ümarlaiksuse jt. haiguste esimeste välistunnuste ilmumisel pritsida taimi 1%-lise bordoo vedelikuga või 0,5%-lise tsinebi- või 1—2%-lise tsiraamisuspensiooniga. Kui ilm on niiske, tuleb pritsimist korrata 2—3 korda 10—12-päevaste vaheaegadega. Seemneistikuid ei tohi pritsida õitsemise ajal.

Seemneistikuteks jätta ainult terved juurviljad. Enne koristamist praakida välja kõik taimed, mis on nakatunud ebajahukastesse ja mosaiiki. Koristamisel vältida juurviljade mehaanilisi vigastusi, sest need soodustavad juurviljade mädanemist. Ka pealsete lõikamisel ei tohi juurikaid vigastada.

Pealsed tuleb sileerida. Sileeritud pealsetes haigusetekitajad hävivad. Koristusjärgsed taimejäänused tuleb põllul hävitada kas põletamise või nende ülevalamise teel lubjapiimaga või 3%-lise raudsulfaadilahusega, millele järgneb taimejäänuste sissekaevamine mulda 0,5 m sügavuselt. Teha sügav sügiskünd.

MUUDE KÖÖGIVILJAKULTUURIDE HAIGUSED

Selleri-helelaiksus (*Septoria apii*)

Selleri-helelaiksus on Eesti NSV-s vähe levinud ja tema kahjustus on tähtsusetu. Nakkuse tagajärjel tekib selleri lehtedele suurel hulgal pruune teravalt piiritletud laike, mis suurenedes kutsuvad esile lehtede enneaegse närbumise. Haigus esineb ka leherootsudel ja seemnetel. Helelaiksust soodustavad liigniiskus ja taimede ühekülgne lämmastikväetistega väetamine.

Spinati-ebajahukaste (*Peronospora spinaciae*)

Spinati-ebajahukastet võib pärast pikemat vihmaperioodi esineda massiliselt avamaal ja see võib hävitada kogu saagi. Nakatatud spinatilehtedele tekivad kollased laigud. Lehtede alumisel küljel võib näha õrna hallikassinist kirmet. Haiguse arengule on



Tahvel XXXIII. 1. **Karusmarja-rooste.**
2. **Sõstra-lehevarisemistõbi.**
3. **Karusmarja-lehevarisemistõbi.**



Tahvel XXXIV. 1. **Maasika-laikpõletik.**
2. **Hahkhallitus maasikal.**
3. **Vaarika mosaiik.**



Tahvel XXXV. **Vaarikarooste:** *1* — etsio-, uredo- ja teliospoorid vaarikalehtedel; *2* — läbilõige roostepustulist; *3* — teliospoorid.
Õuna- ja pirni-mõrumädanik: *4* — kahjustatud õun haiguse algstaadiumis ja *5* — lõppstaadiumis.
Roheline hallitus õuntel: *6* — nakatatud vili; *7* — seene mütseel ja koniidikandjad; *8* — koniidikandja koniididega.



Tahvel XXXVI. **Kurgi-lehekõrbus:** *1* — nakatatud vili; *2* — nakatatud lehed; *3* — seene eoslaager ja eosed.
Kurgirõuged: *4* — nakatatud vili.

soodne temperatuuri kõikumine varakevadel, suur õhuniiskus ja liigne väetamine lämmastikväetistega. Haigus levib mullas talvitunud või spinatiseemnetes esineva mütseeliga.

Salati-ebajahukaste (*Bremia lactucae*)

Salati-ebajahukaste põhjustab suurt kahju kasvuhoonetes ja lavades, avamaal on tema poolt tekitatud kahju väiksem.

Salatilehtedele ilmuvad nakkuse tagajärjel helekollased laigud, millel asetseb õrn hallituskirme. Tugeva nakkuse korral võib kogu taim hakata mädanema. Haigus kandub edasi mullas talvitunud mütseeliga ja hiljem koniididega. Salati-ebajahukaste arenemist soodustab suur õhuniiskus.

Salatimädanik (*Xanthomonas lactucae*)

Salatimädanik on katmikkultuuride haigus. Salatilehtedele ja -tüvele ilmuvad mädalaigud, mille tagajärjel koed muutuvad pehmeks. Haiguse rohkel esinemisel taim hukkub, sest salatipea muutub mustjaks pudrutaoliseks massiks.

Salatimädaniku tekitajaks on *Xanthomonas lactucae* ja teised mullas elutsevad bakterid. Bakterid tungivad taime kudedesse õhulõhede või vigastuste kaudu. Haiguse arenemist soodustab kõrge õhuniiskus.

Rabarbri-tuhklaiksus (*Ramularia rhei*)

Rabarbri-tuhklaiksus on meil laialt levinud haigus. Tuhklaiksus tekitab suve esimesel poolel rabarbrilehtedele hulgaliselt väikesi valkjasroosakaid punase äärisega laike. Lehe alumisel pinnal esineb vahel õrn valge hallituskirme. Nakatatud lehed närbuvad. Haigus tekitab ka rabarbri vartele piklikke teravnenud otstega laike, millega kaasneb kummivoolus. Varte haigestumine alandab tunduvalt rabarbri toiteväärtust.

Rabarbri-ebajahukaste (*Peronospora jaapiana*)

Lehtedele tekivad suured, algul heledad, hiljem pruuniks muutuvad laigud. Lehtede alumisel küljel võib näha hallikasvioletset kirmet, mis koosneb haigusetekitaja eoskandjatest ja eostest. Kahjustatud lehed kuivavad. Haigust soodustab kuiv ilmastik.

Rabarbri-juuremädanik (*Phytophthora omnivora*)

Nakatatud taimel hakkab algul mädanema juure ülemine osa, hiljem levib mädanik kogu juurele ja taim hukkub.

Rabarbrimosaiik

Haigus avaldub noortel lehtedel selgesti eraldatavate hele- ja tumeroheliste mosaiigilaikude näol. Lehed on sageli ka kimardunud-lkortsunud. Samuti võib lkohata nekroose, tihti sõõrina. Haigetel taimedel esineb üldine kasvusurutis.

Haigusttekitavat viirust või viirusi on raske uurida, sest rabarbri mahlas esinevate ainete tõttu viirus inaktiveerub ega ole mahlaga kergelt ülekantav. Rabarbrimosaiigi siirutajateks on lehetäid, katsete otstarbel on haigus ülekantav pookega.

On täiesti võimalik, et rabarbril esineb kurgi-mosaiigiviirus, sest see on Eestis väga laialt levinud (kartulil, tomatil, lkurgil, maasikal jt. kultuuridel).

Tõrje

Spinati-ebajahukaste ärahoidmiseks tuleb vältida tihedaid külve ja päikesest varjatud kasvukohti. Haiguse massilise esinemise korral anda kaalium-, fosfor- ja lubiväetisi. Klaasi all kasvatatavat spinatit kasta kaunis harva, lkuid põhjalikult. Sobivam on kasta päikesepaistelistel hommikupoolikutel. Õhtuti taimi mitte kasta.

Salatimädanike ja -ebajahukaste tõrjel on esimesteks nõueteks kasvuhoonete ja lavade hea õhustatus, valgustatus ja kuiv mullapind. Mädanike puhul on eriti oluline tugevate öiste ja päevaste temperatuurikõikumiste ning suure õhuniiskuse vältimine. Peade moodustumise järgus salatit enam ei kasteta või tehakse seda vajaduse lkorral ainult päikesepaistelise ilma korral enne lõunat. Salatimädanike väga tugeval esinemisel tuleb mulda desinfitseerida. Võib desinfitseerida auru või formaliiniga (50-kordselt veega lahjendatud formaliini 3,8 liitrit 1 m^2 mullapinna kohta). Nakatatud taimed tuleb hävitada. Salatihaiguste vältimiseks tuleb kasutada mitmekülgset väetust.

Rabarbrihaiguste tõrjeks kasutada täismineraalväetisi, vältida lämmastiku liigset andmist.

Rabarbri-juuremädaniku vastu tuleb juurikaid enne istutamist leotada pool tundi 0,5%-lises formaliinilahuses ja seejärel hästi puhta veega loputada.

Rabarbrivarsi tuleb regulaarselt murda ja mitte lasta neil vananeda. Rabarbri paljundamisel kasutada terveid taimi. Mosaiigi vältimiseks tuleb paljundusmaterjal välja valida juba lkevadsuvel, sest suve lõpus ilmuvad lehtedele seenhaiguste tunnused, mis raskendavad viirushaiguse kindlakstegemist.

Tuhklaiksuse massilisel esinemisel tuleb nakatatud lehed ära korjata ja hävitada.

VILJAPUUDE JA MARJAKULTUURIDE HAIGUSED

Viljapuud ja marjakultuurid kannatavad arvukate haiguste all, mis pidurdavad nende kasvu ja arengut, hävitades sellega suure osa saagist või rikkudes selle kvaliteeti. Nimetatud haigustel on kas krooniline või äge, sesoonne iseloom. Esimesel juhul tabab haigus kogu taime või selle mitmeaastasi organeid, tugevnedes aastast aastasse. Teisel juhul kahjustab haigus üheaastasi organeid, kusjuures tema esinemise intensiivsus on erinevatel aastatel kõikuv. Teatud haigused võivad olla üheaegselt nii kroonilised kui ka sesoonsed (viljapuu-mustmädanik, pirnipuu-kärntõbi). Olenevalt ühe või teise aasta meteoroloogilistest tingimustest võib haigustel olla epifütootiline iseloom.

Viljapuudele tekitavad eriti suurt kahju õuna- ja pirnipuu-kärntõbi, puuviljamädanik, viljapuu-hõbelehisus jt.; marjakultuuridele karusmarja-jahukaste, karusmarja- ja sõstrarooste, vaarika-varrepõletik, mustasõstra-täidisõielisus jt.

VILJAPUUDE HAIGUSED

Õuna- ja pirnipuu-kärntõbi (*Endostigme cinerascens* [= *Venturia inaequalis*], *Venturia pirina*)

Kärntõbi on üks levinumaid õuna- ja pirnipuude haigusi Eesti NSV-s, mis muutub eriti ohtlikuks vihmastel aastatel. Haiguse tagajärjel väheneb tunduvalt saak (kuni 50% ja enam), samuti halveneb viljade kvaliteet ja säilivus.

Kärntõvesse nakatuvad viljapuude lehed, viljad ja noored võrsed, viimased eriti pirnipuudel. Õitsemise ajal või kohe pärast õitsemist tekivad lehtede ülemisel küljel õrnad valkjasrohelised laialivalguvad laigud, mis muutuvad hiljem sametiseks, oliivroheliseks. Viljadel arenevad samasugused, kuid tumedamad, peaaegu mustad laigud. Nakatatud kohalt viljakude korgistub, puitub ja viljakoor lõheneb. Vili muutub ebasümmeetriliseks, ühepoolseks ja jääb väikeseks. Nakatatud võrsetel tekivad kevadel või suvel väikesed puhetised. Õunapuudel praguneb epidermis puhetiste kohalt ja nähtavale tuleb oliivroheline sametine seene eospadjand; pirnipuudel, mille võrsed nakatuvad tugevamini, langeb koor maha. Pungade puhkemine pidurdub kevadel ja võrsed moodustuvad aeglaselt, sageli hukkuvad võrsed ka talvel. Üksikute nakkuskollete esinemine võrsetel aga ei mõju pungade avanemisele ega võrsete kasvule.

Kärntõvekahjustus avaldub mitmel viisil. Lehtede nakkuse tagajärjel nõrgeneb assimilatsioon, mis pidurdab puude üldist arenemist. Viljade väärtus alaneb tunduvalt. Haiged viljad säilivad ka halvasti, sest nad nakatuvad kergesti mitmesugustesse mädanikesse. Osal sortidest ('Cortland') areneb kärntõbi hoidlas edasi ja võib levida ka tervetele viljadele.

Haigusetekitaja arenemistsükkel koosneb kahest staadiumist: konidiaalsest ja askostaadiumist. Parasiitse toimega on konidiaalne staadium — *Fusicladium dendriticum* ja *F. pirinum*; askostaadium — *Endostigme cinerascens* ja *Venturia pirina* — on saprofüüt, mis talvitub varisenud lehtedel. Mõlemad seened on nii morfoloogiliselt kui ka bioloogiliselt väga sarnased, kuid erinevad oma kitsa spetsialisatsiooni poolest: *Endostigme cinerascens* nakatab eranditult õunapuud, *Venturia pirina* aga ainult pirnipuud.

Primaarse nakkuse allikaks on talvitunud lehed, millel arenevad seene periteetsiumid. Periteetsiumide teke oleneb lehtede varisemise ajast, sortide iseärasustest, sügiskuude temperatuurist ja niiskusest, samuti temperatuurist ja sademetest talvel ja kevadel. Soodsate tingimuste esinemisel võib periteetsiumide teke alata juba sügisel. Periteetsiumides tekib hulgaliselt piklikke läbipaistvaid askuseid, millest igaüks sisaldab kaheksa kaherakulist kollakasrohelist askospoori. Viljapuude primaarne nakkus toimub nende õitsemise ajal askospooridega, mille lendlus võib alata soodsate meteoroloogiliste tingimuste esinemisel juba maikuu I dekaadil. (Tahvel XXVIII.)

Viimased uurimused (R. V. Zlenko, 1957) on näidanud, et haigusetekitaja askospooride lennu intensiivsuse määrab mitte sademete hulk, vaid nende kestus. Kärntõvetekitaja on aerogeenne organism, mille arengu maksimaalne niiskus on ühtlasi tema optimaalseks niiskuseks ja seetõttu toimub nakkus ainult infektsioonitilga olemasolu, s. t. kaste, udu või vihma esinemisel. Askospooride idanemine on võimalik 2—3° juures, kuid optimaalseks temperatuuriks on 19—25°. Idanemise eelduseks on infektsioonitilga olemasolu, selle protsessi kiirus oleneb temperatuurist. Temperatuuril 15—20° algab idanemine juba 4 tunni pärast. Et idanemine võiks toimuda, peavad lehed olema kuni 6—7° juures 15 tundi järjest niisked, 27° juures aga 16 tundi. Askospooride lendlus on eriti ohtlik õitsemise lõpus, sest siis on temperatuur nakatamiseks soodsam, samuti on selleks ajaks enne õitsemist läbiviidud puude pritsimine kaotanud juba oma efektiivsuse. Et kõik periteetsiumid ei valmi üheaegselt, siis võib ka askospooride küpsemine ja levik kesta 2—3 kuud.

Õuna- ja pirnipuude sekundaarne nakkus toimub lehtedel ja viljadel arenevate koniididega, mis levivad vihmapiiskadega. Koniidid on äraspidikäävjad, munajad või pirnikujulised, oliivrohelised, algul üherakulised, hiljem sageli ühe vaheseinaga.

Nagu askospooridki, nii idanevad ka koniidid ainult infektsioonitilgas. Optimaalne idanemise temperatuur on umbes 22°. Inkubatsiooniperioodi kestus oleneb temperatuurist, kõikudes 5—6 või 9—14 päeva vahel. Koniidide levik algab pärast oliivroheliste laikude ilmumist lehtedel esimeste sademete ajal. Vihmapiisad murravad koniide koniidikandjatest lahti. Kuiva ilmaga on nende levik minimaalne, tuulevaikusega aga ei toimu praktiliselt üldse.

Eesti NSV-s kasvatatavatest õunasortidest kannatavad kärntõve all väga paljud, näiteks 'Valge klaarõun', 'Pärnu tuviõun', 'Belflöör-kitaika', 'Suislepp', 'Krameri nr. 15', 'Cortland', 'Aport', 'Borovinka', 'Polli kaunitar' jt. Vastupidavamateks sortideks on 'Antoonovka', 'Paide taliõun', 'Croncels', 'Tellissaare õun', 'Liivi sibulõun', 'Sügisjoonik' jt. Pirnidest on vastuvõtlikud peaaegu kõik sordid, vastupidavam on 'Lutsu võipirn'.

Puuviljamädanik (*Monilia fructigena*)

Puuviljamädanik on Eesti NSV-s samasuguse levikuga nagu kärntõbigi, põhjustades mõnel aastal kuni 30% ja suurematki saagikadu. Tema poolt tekitatud kahju on eriti suur seetõttu, et nakatatud viljad muutuvad täiesti kasutamiskõlbmatuks.

Esimesed haigustunnused ilmuvad õuntele ja pirnidele meie oludes juba juuli lõpul või augusti algul, mil viljad on lõpetanud oma kasvu ja hakkavad valmima. Nakatatud vilja pinnale tekib väike pruun laik, mille kohalt viljakude pehmeks muutub. 8—10 päeva pärast laik suureneb. Viljakude muutub kobedaks ja käsnjaks, vili kaotab aroomi, tema maitse halveneb. Vilja pinnale arenevad seene eospadjandid. Enamasti on nad kaunis suured, 2—3 mm läbimõõduga, kollakaspruunid ja asetsevad kontsentriliste ringidena. Mõnikord aga võivad eospadjandid olla ka väiksemad, hallikad ja esineda laialipillatult üle kogu vilja pinna. Nakatatud viljad varisevad või kuivavad puu otsas ja muutuvad sügiseks sinakasmustadeks muumiateks.

Puuviljamädaniku tekitajaks on teisseen *Monilia fructigena*. Tema askostaadium *Sclerotinia* (= *Stromatinia*) *fructigena* areneb äärmiselt harva, meie oludes ei esine teda üldse. Nii primaarne nakkus kui ka seene edaspidine levik toimub koniididega, mis arenevad viljadel. Koniidid on ümarad või sidrunikujulised ja arenevad ketikestena koniidikandjate tipul. Kui nad on valminud, eralduvad nad koniidikandjatest ja levivad tuule, vihma ning putukatega. Viljasse suudab seen tungida ainult koorevigastuste kaudu, mida põhjustavad näiteks õunamähkur, linnud jm. Terve koorega õuntele sattunud eosed ei ole suutelised nakkust esile kutsuma. Viljadel hakkavad eosed idanema, mütseel aga tungib läbi vigastatud koe viljasse. Haiguse inkubatsiooniperiood võib olla väga lühike — 3—5 päeva. Optimaalne tempe-

ratuur on 24—28°. Puuviljamädaniku levikut soodustab sademeterohke suvi, mil võib hävida kuni 75% saagist.

Seen talvitub varisenud või puu otsa jäänud mumifitseerunud viljadel koniididena. Kevadel soojade ja niiskete ilmade saabumisel kattuvad mumifitseerunud viljad seene eospadjanditega, mis ongi primaarse nakkuse allikaks.

Kõik Eesti NSV-s kasvatatavad õuna- ja pirnipuusordid on vastuvõtlikud puuviljamädanikule, erinev on ainult nende vastuvõtlikkuse aste. Eriti kannatavad nimetatud haiguse all sellised õunasordid nagu 'Valge klaarõun', 'Antoonovka', 'Aport', 'Borovinka', 'Belflöör-kitaika' jt. (Tahvel XXIX.)

Viljapuu-hõbelehisus (*Stereum purpureum*)

Hõbelehisus on Eesti NSV-s omandanud laiaulatusliku leviku. Õuna-, ploomi- ja kirsipuud haigestuvad enam-vähem võrdselt, harvem esineb haigus pirnipuudel (E. Pärtel, 1966). Sealjuures aga on kahjustuse aste erinevatel viljapuude liikidel erinev, olles kõige suurem luuviljalistel. Hõbelehisusekahjustuse tagajärjel pidurdub viljapuude vegetatiivne kasv ja väheneb saagikus, samuti halveneb viljade kvaliteet. Eriti sageli esineb haigus puukoolides.

Esimesed haigussümptoomid ilmuvad suve keskel. Tüüpiliseks tunnuseks on kas kogu viljapuu või selle üksikute okste lehestiku valkjashalliks ja läikivaks muutumine, «hõbestumine». Kahjustatud oksad ei kanna sageli vilja või viljad arenevad halvasti, ei valmi ja varisevad maha. Surnud tüvedele ja okstele tekivad seene hallikasvioletsed taelataolised viljakehad. Viljakehad tekivad surnud puidule pika perioodi vältel. Sõltuvalt ilmastikust võivad esimesed viljakehad ilmuda juuli III dekaadil ja tekkida hilissügiseni. Samaaegselt valmivad ja levivad ka seene basidiospoorid. Hõbelehisus areneb tavaliselt samal puul mitme vegetatsiooniperioodi vältel, kusjuures haigustunnused järjest süvenevad. Lehtede hõbestumine haarab kogu puu, lehtedele tekivad nekrootilised laigud, sageli nad kuivavad ja varisevad. Sageli on haiguse lõpptulemuseks viljapuu hävimine.

Haigusetekitaja *Stereum purpureum* on fakultatiivne haavandparasiit, mistõttu hõbelehisusse nakatuvad vigastatud ja ebasoodsatest kliimatingimustest kahjustatud viljapuud.

Hõbelehisusse haigestuvad eeskätt madalatest temperatuuridest ja otsestest pakasekahjustustest nõrgestatud viljapuud. Haiguse levikul etendavad eriti suurt osa külmalaigud, mis tekivad tüvede ja okste kooreosale järskude õhutemperatuuride muutuste tagajärjel. Külmalaikudel esinevad soodsad tingimused seene basidiospooride idanemiseks ja seene hüüfide puitu tungimiseks.

Nakkus toimub seene eoste või mütseeli sattumisel kahjusta-

tud puukoorele. Mütseel levib juurtes, tüvedes ja okstes, kuid mitte lehtedes. Seene poolt eristatavad toksiinid tungivad läbi taime juhtkoe lehtedesse. Toksiinide toimel eraldub epidermis sammaskoest, nendevahelise õhuruumi tõttu omandavadki lehed hõbedase läike. Seene levik toimub eoslaval arenevate silinderjate tõmbiotsaliste hüaliinsete basidiospooridega.

Eesti NSV-s kasvatatavate puuviljakultuuride hulgas ei leidu hõbelehisusele täiesti immuunseid liike ja sorte, erinevused avalduvad ainult vastavate liikide ja sortide haigestumise sageduses ja kahjustuse astmes. Hõbelehisusele on vastuvõtlikumad õunasordid 'Suislepp', 'Tallinna pirnõun', 'Sügisjoonik', 'Liivi kuldrenett' jt.; pirnisortidest 'Seemnetu' ja 'Tervishoiunõunik'; ploomisortidest 'Viktooria', 'Wilhelmine Späth', 'Varajane sinine'; kirsisortidest 'Säilisveiksel' ja 'Vladimiri kirss'. Vastupidavamateks õunasortideks on 'Põltsamaa taliõun', 'Tellissaare', 'Okerö' jt.; ploomisortideks 'Emma Leppermann', 'Hiiu sinine', 'Liivi kollane munaploom'; kirsisortideks 'Ostheimi veiksel' ja 'Läti-Leedu madalkirss'.

Hõbelehisus võib esineda ka marjakultuuridel. Meie oludes on teda täheldatud mustal sõstral ja karusmarjal, kuid nendel ta praktiliselt mingisugust tähtsust ei oma.

Õuna- ja pirnipuu-näsarooste (*Gymnosporangium tremelloides* [= *Gymnosporangium juniperinum*], *G. sabinae*)

Näsarooste on Eesti NSV-s levinud peamiselt saartel, mandriosas esineb seda vähe. Märkimisväärset kahju ei tekita.

Hilissuvel tekivad õuna- ja pirnipuulehtedele kaunis suured ümarad kollakaspunased laigud mustade täpikestega — seene spermogoonidega. Neist arenevad lehe alumisel küljel rühmadena asetsevad piklikud näsakujulised kevised. Valminud kevised rebenevad ja paiskavad välja neis tekkinud kevadeoseid. Kevadeosed kanduvad tuulega kadakale, kus areneb talvituv seeneniidistik. Näsarooste tugeval esinemisel võivad õuna- ja pirnipuudel lehed enneaegu variseda. Mõnikord tekivad punakad kevistega laigud ka viljadel.

Haigusetekitajad *Gymnosporangium tremelloides* ja *G. sabinae* on peremeestaimede vaheldusega roostelised. Nende vaheperemeestaimedeks on õuna- ja pirnipuu, millel areneb kevadeosjärk. Õunapuu-näsarooste talieosjärk asub kadakal (*Juniperus communis*), pirnipuu-näsaroostel sabiina kadakal (*Juniperus sabinae*). Suvieosjärk puudub. Talieosed tekivad kevadel. Seen talvitub mütseelina kadakatel.

Õunapuu-jahukaste (*Podosphaera leucotricha*)

Eesti NSV oludes esineb viljapuu-jahukastet vähe, üksikutel aastatel peamiselt puukoolides. Haigus esineb nii õuna- kui ka pirnipuudel, kahjustades lehti, võrseid ning vanematel puudel lisaks ka vilju ja vahel õisi.

Nakatatud lehed muutuvad kahvaturoheliseks, hiljem tumepruuniks, nad on väikesed, kitsad ja sissepoole keerdunud. Lehtedel, võrsetel ja õitel tekib valkjas jahune kirme. Kirmel arenevad suve teisel poolel väikesed mustad täpid — seene viljakehad, kleistoteetsiumid. Õied on rohelised, kidurad ega moodusta vilju. Viljade nakkuse korral kattub vilja koor väikeste lõhedega, nagu need esinevad kärntõve puhul. Haigust soodustab soe ilmastik ning rikkalik kaste ja udu.

Viljapuu-mustmädanik (*Sphaeropsis malorum*)

Viljapuu-mustmädanik on väga ohtlik haigus. Esineb peamiselt õuna- ja pirnipuudel, kahjustades tüvesid, oksi, lehti, õisi ja vilju. Eesti NSV-s teda seni esinenud ei ole, küll aga Läti ja Leedu NSV-s.

Haigus avaldub lehtedel väikeste, äärtelt punakaspruunide, keskelt hallide laikudena, mis hiljem suurenevad ja liituvad. Õied ja noored võrsed haigestuvad üheaegselt. Kroonlehed kortsuvad, emakas ja tolmukad muutuvad mustaks. Lõpuks õied närbuvad ja kuivavad. Viljad nakatuvad hiljem, sageli alles enne valmimist ja koristamist või koguni säilitamisel. Väliselt meenutab kahjustus puuviljamädanikku. Haigestunud vilja pinnal tekib väike, kuid kiiresti suurenev pruun laik, mis hiljem tumeneb. Vilja pinnal areneb hulgaliselt väikesi kontsentriliselt asetsevaid musti täpikesi — seene viljakehi. Nakatatud viljad hakkavad kasmädanema (märgmädanik) või tõmbuvad kipra ja kuivavad.

Kõige ohtlikum haiguse vorm on tüvede ja okste nakatumine, sest selle tagajärjel hävib kogu puu. Algul tekib koorel punakas pruun laik, mille all olev kude kuivab ja sureb. Koor muutub mustjaspruuniks, praguneb ja langeb maha, kusjuures puit paljastub. Sageli leidub ka seal hulgaliselt viljakehi. Sellisel juhul on kahjustatud mitte ainult koor, vaid ka kambium. Viljapuude nakatumist mustmädanikusse soodustavad kattekoe mehaanilised vigastused, külmalõhed jm.

Haigusetekitaja *Sphaeropsis malorum*'i askostaadium on *Physalospora cydoniae* (= *Physalospora malorum*), kuid sellel ei ole haiguse tekkimise seisukohast mingit tähtsust. Seen talvitub viljakehadena ja mütseelina puukoores ja mumifitseerunud viljadel. Haigust soodustavad suur õhuniiskus, sademed ja kõrge õhutemperatuur. Mustmädaniku optimaalne arenemistemperatuur

on 25—27°. Haigus levib eriti intensiivselt vanades hooletusse jäetud aedades.

Viljapuu-mustmädaniku levik on põhiliselt seotud õunapuu areaaliga, kuid ta läheb üle ka õunapuuga suguluses olevatele taimedele. Nii on leitud metsikul pihlakal perekonna *Sphaeropsis* esindajaid, mis sarnanevad nii morfoloogiliselt kui ka bioloogiliselt liigiga *Sphaeropsis malorum*. Oletatakse, et need võivad nakatada ka õunapuud.

Viljapuu-seen- ehk -tüvevähk (*Nectria galligena*)

Viljapuu-seen- ehk -tüvevähk on Eesti NSV-s igal pool levinud, nakatades peaaegu kõiki meil kasvatatavaid õunapuusorte. Pirnipuud on haigusele vastupidavamad. Pikapeale pärsib seenvähk tugevasti nakatatud puude kasvu ja saagikust.

Tüüpilisteks välissümptoomideks on viljapuude tüvedele ja okstele tekkivad haavad ja pahad. Eristatakse lahtisi (avavähk) ja kinnisi (umbvähk) haavandeid. Lahtiste haavandite korral on koor sisse vajunud ja kuivanud. Haavandite piirkonnas puukoor praguneb. Tekkinud praod asetsevad ringidena sissevajunud osa ümber. Kuivanud puukoor langeb hiljem maha ja sellel kohal on näha tume, mustjaspruun puit. Mõnikord kattuvad haavandid äärtest või üleni kallusega, mida seene ärrituse tagajärjel tekitab kambium. Kui kallus moodustub väga intensiivselt või kui keskkonnatingimused muutuvad seene arengule ebasoodsaks, võib lahtine haav kinni kasvada. Nii tekib kinnine haav, mille pinnal arenevad krobelised pahad. Koorepragudes leidub kevadel ja sügisel suurel hulgal haigusetekitaja nööpnõelapeasuurusi ümmargusi punaseid stroomasid, mis sisaldavad periteetsiume.

Haiguse tekitajaks on seen *Nectria galligena*, mille arenemistsükkel koosneb konidiaalsest * ja askostaadiumist. Seen talvitub askostaadiumis periteetsiumidena nakatatud puukoores. Periteetsiumid on kerajad, punased, kollakad või pruunid; neis arenevad käävjad askused. Igas askuses tekib 8 elliptilist kaherakulist askospoori. Koniidid tekivad kas vahetult mütseelil või stroomal. Seen levib nii askospooride kui ka koniidide abil. Kogu suve vältel võib leida kuivanud koore pragude vahel tema valgeid eospadjandeid. Seen areneb laiades temperatuuriamplituudides — 2—30°. Väga tähtsaks faktoriks seene arengus on aga suur õhuniiskus.

Nectria galligena on haavandparasiit, mis muutub ohtlikuks siis, kui puu okstel ja tüvel esineb rohkesti koorevigastusi. Seene mütseel areneb puu koores ja puidus. Seenvähisse nakatuvad eriti vanemad puud. Noortel puudel esineb haigus harva ja lõpeb tavaliselt puu tervenemisega. Nakatatud puudel alaneb külmakindlus ja neil arenevad kergesti külmalaigud. Viimased soodustavad omakorda seene arenemist.

* *Cylindrocarpon mali.*

Viljapuu-tüvepõletik (*Gloeosporium malicorticis* [= *Neofabrea malicorticis*])

Eesti NSV-s on see haigus kaunis laialt levinud. Tüvepõletik ehk antraknoos kahjustab peamiselt nooremaid viljapuid, esinedes nii õuna- kui ka pirnipuudel.

Nakatatud okste ja tüvede koorel tekivad piklikud põletikuhaavandid, mille kohalt puukoor tumeneb ja sisse vajub. Haavandite kohal muutuvad koore alumised kihid pruuniks, eraldudes tervest koest peaaegu musta piirjoonega; sellelt kohalt koor hiljem praguneb ja tekib lõhe. Suve keskel ilmuvad koore haavanditesse epidermise alla nööpnõelapeasuurused mügarikud, mille stroomas leidub hulgaliselt piklikke üherakulisi koniide. Hiljem rebeneb epidermis mügarike kohalt ja tekivad väikesed piklikud või kolmnurksed haavandid, millest väljuvad seene koniidid. Järgmisel aastal ilmuvad koniidide tekkimise kohale hallikaspruunid lamedad 0,5—1 mm läbimõõduga viljakehad, mis sisaldavad askospoore. Askospoorid valmivad sügisel ja levivad tuulega. Vanemate põletikuhaavandite puhul praguneb koor sügavalt, lõhed ulatuvad puiduni. Haavandite pind on kuiv ja krobeline ning nende äärtele tekib kallus. Kui tüvepõletiku haavandid ulatuvad ümber oksa ja tüve, siis kuivab oks või puu lühikese ajaga ja hävib.

Tüvepõletiku ja seenvähi haavandeid on sageli raske teineteisest eraldada, sest nad on väga sarnased. Põhiliseks erinevuseks on see, et seenvähi haavad ulatuvad puidu sisse, tüvepõletiku haavad aga ei ulatu tavaliselt koorest sügavamale.

Haigusetekitaja *Gloeosporium malicorticis* mütseel areneb puukoores. Mõnel juhul võib mütseel läbida ka kambiumi ja kahjustada selle all olevat puitu. Tüvepõletik esineb tavaliselt külmast kahjustatud puudel. Haiguse arenemist ja levikut soodustavad rikkalikud sademed.

Viljapuu-juurevähk (*Pseudomonas tumefaciens* [= *Agrobacterium tumefaciens, Bacterium tumefaciens, Phytomonas tumefaciens*])

Nimetatud haigus kahjustab peamiselt viljapuude juurestikku. Eriti laialt levinud on haigus puukoolides, kus ta tekitab viljapuude istikutele suurt kahju.

Nakatatud puude juurtel arenevad erineva kuju ja suurusega pahad. Need on algul väikesed, sileda pinnaga, valged või pruunid, pehmed. Hiljem nad suurenevad tunduvalt, puituvad ja muutuvad konarlikuks. Vähipahad võivad kasvada väga suureks. Noored pahad võivad sügisel kõduneda ja lagunema hakata, nende asemele tekivad kevadel uued. Juurevähikahjustus avaldub nakatatud puu veerežiimi rikkumises. Kui haigus esineb väga

raskel kujul, võib puu täiesti ära kuivada (kuivamine algab ladva tipust) ja välja surra.

Juurevähi tekitajaks on kepikujuline bakter *Pseudomonas tumefaciens*, mis suudab mullas elutseda ka sõltumatult peremeestaimest. Mullast taimesse satub bakter tüüpilise haavandparasiidina «traatussidest» ja teistest kahjuritest tekitatud juurestikuvigastuste kaudu. Olles tunginud juurekoesse, areneb bakter edasi ja avaldab taime rakkudele ärritavat mõju. Selle tagajärjel hakkavad rakud — põhiliselt teiskoore parenhüümkoes — intensiivselt jagunema ja suurenevad ka mõõtmetelt. Selle tagajärjel tekivadki eespool kirjeldatud vähipahad. Haigusele on iseloomulik, et pahkades ei esine peaaegu kunagi baktereid või neid leidub seal ainult pahkade arenemise algstaadiumis. Seoses selle iseärasusega oletab V. Israilski (1960), et pahkade tekkimise tõeliseks põhjuseks on senitundmatu viirus, mis on *Pseudomonas tumefaciens*'i pinnale adsorbeerunud. Bakter etendab antud juhul ainult viiruse siirutaja osa. (Tahvel XXX.)

Viljapuu-juurevähk levib peamiselt istikutega. Seepärast ongi haigus eriti ohtlik puukoolides, kus tuleb rakendada ka põhilisi tõrjeabinõusid. Noored istikud, mis on juurevähist kahjustatud, arenevad halvasti ja juurduvad istutamisel nõrgalt.

Juurevähile on eriti vastuvõtlikud ebasoodsatest keskkonnatingimustest nõrgestatud puud. A. Trofimovitši uurimuste põhjal (1946) haigestuvad kergesti ebaühtlaselt kasvavad puud, s. t. sellised, mille kasvuprotsesside kiirenemisele järgneb aeglustumine. Haigust soodustavad rasked ning neutraalse ja nõrgalt leelisese reaktsiooniga mullad; happelised mullad takistavad bakteri arenemist. pH 5 juures ja alla seda kaotab *Ps. tumefaciens* oma patogeensuse.

Paljud autorid (A. Jaczewski, V. Israilski, I. Vanin, M. Rodigin jt.) eitavad juurevähi negatiivset mõju viljapuude arenemisele ja kandvusele. Patoloogilised nähud, mida tavaliselt peetakse *Ps. tumefaciens*'i poolt tekitatuiks, võivad nimetatud autorite arvates olla tingitud muudest, seni veel selgitamata põhjustest. Teiste autorite (M. Lopatin, E. Issajeva, M. Gorlenko, A. Trofimovitš jt.) andmete kohaselt aga avaldab juurevähk nii istikute kui ka täiskasvanud puude arenemisele pärssivat ja nõrgestavat mõju.

Pseudomonas tumefaciens nakatab peale viljapuude ka vaarikat, peeti ja paljusid teisi kultuure.

Viljapuu-bakterpõletik (*Erwinia amylovora* [= *Bacillus amylovorus, Bacterium amylovorum*])

Viljapuu-bakterpõletik on karantiinhaigus. Viljapuude õied, lehed, võrsed ja oksad pruunistuvad ja kuivavad. Haiguse tagajärjel tekivad nakatatud kohtadele tüvel ja okstel väikesed

käsnakesed ja haavad. Tüve koorepragudest eritub limane bakterite mass.

Õunapuu-rosetthaigus (viroos)

Rosetthaigust täheldati Eesti NSV-s esmakordselt 1962. a. sordil 'Boskoop'. Haiguse välistunnused avalduvad väga ilmekalt lehtedel: nakatatud lehed on tervetest tunduvalt väiksemad ja jäigemad, nende servad on lainelised, üles pöördunud ja teravahambulised. Mõnedel okstel aga võivad seejuures esineda täiesti normaalsed lehed. Võrse sõlmevahed on lühenenud, mistõttu lehed asuvad oksal rosetikujuliselt. Osa vilju jääb väga väikeseks ja roheliseks. Nad püsivad tavaliselt kuni hilissügiseni puul ning asetsevad viinamarjataoliselt tihedais kobarais. Puude saagikus alaneb tugevasti.

Ploomi-kott-tõbi (*Taphrina pruni* [= *Exoascus pruni*])

Kott-tõvenakkuse tagajärjel arenevad normaalsete viljade asemel suured kõdrataolised väljaveninud ja veidi kortsunud ning seest õõnsad moodustised; viljaliha on kõva. Haigestunud viljade pinnal tekib seene eostest koosnev valge kirme. Haiged viljad on algul tervetest viljadest kollakamad, pärast aga muutuvad hallikaspruuniks. Lõpuks nakatatud viljad kuivavad ja varisevad. Kui haigust esineb väga tugevasti, võib saagikadu olla küllaltki suur, mõnikord hävib isegi kogu puu. Haigusele on kõige vastuvõtlikum 'Liivi kollane munaploom'. Kott-tõvele resistentseid sorte ei ole.

Haiguse tekitajaks on seen *Taphrina pruni*. Tema askostaadium areneb eoslavana nakatatud viljade kutiikula all. Askuste teke algab tavaliselt juuni lõpus. Askused on käävjad või silinderjad, askospoorid peaaegu kerajad või elliptilised, tavaliselt on neid ühes askuses 8, mõnikord aga isegi 16, 32 jne. Valminud ja askustest väljapaiskunud askospoorid viljade uut nakkust samal aastal esile ei kutsu. Alles pärast talvitumist puu koorepragudes või puuvõras moodustavad nad kevadel pungumise teel sekundaarseid eoseid, mis nakatavad ploomipuu õisi. Nakatatud õitest arenevad eespool kirjeldatud kõdrataolised moodustised. A. Jaczewski, A. Bondartsevi jt. autorite järgi on võimalik seene talvitumine ka mütseelina puuokstel. Okstest tungib seen kevadel algul noortesse võrsetesse, sealt õieraagu ja õitesse. (Tahvel XXXI.)

Haigusetekitaja *Taphrina pruni* arenemist soodustab suurenenud õhuniiskus ja mõõdukalt soe ilmastik ploomipuude õitsemise ajal.

Ploomipuu-punapõletik (*Polystigma rubrum*)

Punapõletik esineb ploomi- ja kreegipuul.

Nakatatud lehtedel tekivad ümmargused või ovaalsed, algul kollased, hiljem erepunased läikivad laigud. Nende alumisel pinnal arenevad seene viljakehad mustade täpikestena. Eosed on konksjalt kõverdunud, tipult teravnenud, värvuseta. Tugeva nakkuse korral variseb maha suurem osa lehti, mis avaldab negatiivset mõju viljade arenemisele ja puude saagikusele.

Ploomi-paellaiksus

Ploomi-paellaiksus ehk -paelmosaiik kahjustab ploomipuid peaaegu kogu Euroopas ja on levinud ka Eesti NSV-sse. Haigusest tabatud puude saagikus alaneb tunduvalt, halveneb ka viljade kvaliteet; puude aastane juurdekasv on tervetega võrreldes palju nõrgem.

Paellaiksus võib mõnikord esineda mitu aastat latentsel kujul, avaldamata tüüpilisi välistunnuseid.

Nakatatud puude lehtedel tekivad mitmesuguse kujuga kollased mosaiikjad laigud. Kõige iseloomustavamaks tunnuseks on paelakujulisus, mis jätab tammelehe mulje. Seetõttu nimetatakse antud viroosi ka tammeleheliseks paellaiksuseks. Mõnel sordil, näit. 'Liivi kollasel munaploomil', võivad nakatatud lehtedel kirjeldatud välistunnused ka puududa, mõnel sordil esinevad aga ringjad laigud. Kõik sümptoomid võivad üle minna kloroosiks. Üks paellaiksuse tunnuseid on ka see, et nakatatud ploomipuude silmad või muud poogendid ei kasva alusega korralikult kokku.

Luuviljaliste mädanik (*Monilia laxa* [= *Monilia cinerea*])

Luuviljaliste mädanik on Eesti NSV-s laialt levinud ja tekitab tõsist kahju. Selle all kannatab kõige rohkem hapukirsipuu.

Haigus lööbib kevadel luuviljaliste õitsemise ajal või pärast seda nende okstel ja õitel. Algul õied pruunistuvad ja kuivavad. Kroonlehed ei lange seejuures maha, vaid püsivad sügiseni. Õitelt kandub haigus okstele, mis koos lehtedega pruunistuvad ja kuivavad. Nii nakatatud õitel kui ka lehtedel on kõrbenud ilme. Kuivanud okstele tekib seene koniididest koosnev valkjas kirme. Jämedamatel okstel lehed ja õied tavaliselt ei närbu, kuid koores tekivad lõhed. Lõhed suurenevad järjest ja neist toimub kummivoolus. Luuviljaliste mädanik nakatab ka valmivaid vilju, põhjustades neil pruune mädalaike, millele hiljem ilmuvad ebakorrapäraselt asetatud hallikad eospadjandid. Sügisel sellised viljad mumifitseeruvad ja jäävad kauaks puu külge rippuma. (Tahvel XXXI.)

Haigusele on eriti vastuvõtlikud külmast nõrgestatud puud.

Luuviljaliste mädaniku lööbimist ja arenemist soodustavad jahe niiske ilm ja kevadised udud. Tugeva kahjustuse korral võib hävida kogu puu.

Haiguse tekitajaks on teisseen *Monilia laxa*. Tema sugulist staadiumi — *Sclerotinia laxa* — ei teki peaaegu kunagi (NSV Liidus ei ole üldse täheldatud) ja see ei oma seetõttu ka mingisugust praktilist tähtsust. Seene mütseel areneb okste, õite ja viljade kudedes. Koniidid on ümmargused või sidrunikujulised, hüaliinsed, esinevad ketikestena ja tekivad mitmes järgus. Koniidid kanduvad laiali tuule, vihma ja putukatega ning levitavad haigust. Taimekoesse tungib seen viljakesta haavandite, õhulõhede või emaka kaudu, kirssidel ka läbi viljakesta. Haigete viljadega kokku puutudes võivad nakatuda ka terved viljad. Seen talvitub nakatatud okstel ja mumifiitseerunud viljadel.

Luuviljaliste lehepõletik (*Clasterosporium carpophilum* [= *Coryneum beyerinckii*])

Haigus on Eesti NSV-s kaunis laialt levinud ja tekitab mõnel aastal märkimisväärset saagi vähenemist. Lehepõletiku all kannatavad meie oludes kõige rohkem kirsipuud.

Nakatatud viljapuude lehtedele ilmub kevadel suurel hulgal väikesi ümmargusi laike. Need on algul hele-, siis tumepruunid, erkpunase äärisega. Laigud kuivavad ja langevad välja, mistõttu lehed muutuvad auklikuks. Haigus läheb üle ka okstele ja viljadele, millel tekivad samasugused laigud. Okstel tekivad laikude kohale kummitilgad, viljadel aga hakkab laikudealune viljaliha pruunistuma. Tugevasti nakatatud viljad kuivavad. Suve esimesel poolel arenevad laikudel väikesed mustad koniidide kogumikud.

Haiguse tekitajaks on teisseen *Clasterosporium carpophilum*. Koniidid on piklikmunajad, hulkrakulised, algul hüaliinsed, hiljem kollakas-oliivrohelised või helepruunid. Olenevalt koniidide east on vaheseinte arv 1—2 kuni 5—6, kuid kõige sagedamini 3—4. Seen levib koniididega ning talvitub mütseelina ja eostena nakatatud kooreosades, pungades ja kummitilkades. Haiguse levikut soodustavad sademed. Optimaalne temperatuur haiguse lööbimiseks on 19—26°.

Kirsipuu-lehekeerdumine (*Gnomonia erythrostoma*)

Kirsipuu lehtedele ilmuvad varasuvel kahvatud vaevaltmärgatavad laigud, mis hiljem muutuvad pruuniks. Laikudel esinevad väikesed pruunid täpid — pükniidid. Nakatatud lehed pruunistuvad, kuivavad ja rulluvad kokku, kuid jäävad okste külge rippuma. Viljadel tekivad samuti pruunid laigud, viljad lõhenevad ja jäävad arengus maha.

Haiguse tekitajaks on seene *Septoria pallens* askostaadium

Gnomonia erythrostoma. Suvel moodustuvad laikude kohal lehekoes seene kleistoteetsiumid, milles valmivad askospoorid. Askospoorid, sattunud tuulega noortele lehtedele, nakatavad neid. Mütseel areneb lehes ja lehevarres, kuid puitu ei tungi. Haiguse esinemisel on puu toitumine ja kasv tugevasti pärsitud, mistõttu haigus võib mõnel aastal põhjustada märkimisväärset kahju.

Kirsipuu-lehevarisemistõbi (*Cylindrosporium hiemale*)

Lehevarisemistõbi on kujunemas meie tingimustes kõige ohtlikumaks kirsipuude seenhaiguseks. Tugeva esinemise korral võib saak täielikult äparduda, ka puud võivad hävida. Väiksema kahjustuse korral puud küll ei hävi, kuid ei kanna järgmisel aastal vilju. Kahjustuse tagajärjed ilmnevad eriti kiiresti puukoolides. Hapukirsipuud kannatavad tugevamini haiguse all kui maguskirsipuud (P. Põldmaa, 1964).

Nakatatud noorte lehtede ülemisele küljele tekivad väikesed punakad laigud. Lehtede alumisel küljel arenevad laikude kohal seene eoskuhilad, mis kõrgema õhuniiskuse esinemisel kattuvad roosaka või valge eoskirmega. Eosed on piklikud, kergelt kõverdunud, värvuseta, üherakulised või 1—2 vaheseinaga. Eosed levivad tuule, vihma ja putukate abil ning, sattunud uuesti lehtedele, tekitavad punakaid või pruunikaid, ümaraid või ebakorrapärase kujuga eoskuhilatega laike. Liitudes haaravad laigud enda alla kogu lehepinna. Nakatatud lehed varisevad enneaegselt, oksad kuivavad. Meie tingimustes toimub lehtede varisemine augustikuu algusest alates. Mõnikord läheb haigus üle ka viljavartele ja viljadele. Viimased muutuvad tumepruuniks ja neil arenevad samuti eoskuhilad.

Haiguse tekitajaks on seen *Cylindrosporium hiemale.* Tema askostaadiumiks on *Coccomyces hiemalis.* Selles arenemisjärgus seen kirsipuid ei kahjusta, vaid talvitub kahjustatud lehtedes. Haigusetekitaja võib aga talvituda ka lülieosjärgus nakatatud lehtedel või noortel võrsetel, kust eosed kantakse kevadel peamiselt tuule abil noortele lehtedele. Eoste vabanemiseks peavad talvitunud lehed niiskuma, mistõttu vihmased ilmad soodustavad haiguse lööbimist.

Viljapuude haiguste tõrje

Haiguste massiline esinemine viljapuuaedades on tingitud esiteks viljapuude kasvatamise spetsiifikast ja teiseks sellest, et samu kultuure kasvatatakse järjest ühes ja samas kohas. Puudub kultuuride vaheldus, mis on üks olulisi tõrjevõtteid üheaastaste kultuuride haiguse vastu. Igal aastal säilib aias

hulgaliselt nakkusalgmeid haigete viljapuude varisenud lehtedel, viljadel ning murdunud okstel.

Haiguste tõrje viljapuuaias peab baseeruma spetsiaalsete võtete kompleksil, mis haarab nii agrotehnilisi kui ka sanitaar-profülaktilisi ja keemilisi võtteid. Vastavate võtete valik, nende kasutamise aeg ja viis sõltuvad kohalikest mullastiku- ja ilmastikutingimustest ning antud haigusetekitaja bioloogilistest iseärasustest. Eriti tähtsad on agrotehnilised võtted, mis tõstavad puude vastupidavust haigustele, ja sanitaartehnilised hooldustööd. Nendega likvideeritakse haiguste lööbimist soodustavaid tingimusi aias.

Nakkusalgme hävitamiseks tuleb sügisel varisenud lehed, haigestunud viljad, murdunud oksad jne. kokku riisuda ja põletada või komposteerida.

Kevadel, kui moodustuvad ja valmivad kärntõve tekitaja periteetsiumid varisenud lehtedel, tuleb viimaseid pritsida 0,5—1%-lise DNOK-i suspensiooniga (800—100 liitrit/ha). Efektiivne on samuti 3%-lise nitrafeenilahuse kasutamine sügisel enne periteetsiumide moodustumist.

Põhiliseks mullaharimise võtteks on sügiskünd. Künda ei tohi sügavalt, et mitte juuri vigastada. See nõue on eriti maksev noores viljapuuaias. Sügiskünni alla anda põhiväetis. Luuviljalistele puudele tuleb anda ka lubiväetisi. Aladel kus esineb tugevasti juurevähki, kasutada füsioloogiliselt hapusid väetisi.

Järgmisel suvel viia sisse eeskirjakohane mullaharimissüsteem nii noores kui ka kandeealises viljapuuaias. Mustkesa kasutamise korral maa varakevadel kultiveerida. Suve jooksul kobestada mulda mullakooriku ja umbrohtude hävitamiseks.

Viljapuudel esinevaid külmalõhesid ja -pragusid tuleb vasksulfaadiga desinfitseerida ja kas pookevaha või kudedele mittemürgise paksema värviga katta. (Lahustajana kasutada värnitsat või taimset oksooli, värvina ookrit.) Et vältida külmalaikude tekkimist varakevadel järskude temperatuurikõikumiste tagajärjel, katta veebruaris või märtsi algul puude tüved lubjapiimaga. Seda korrata kevadel, juhul kui lubjapiim on tüvedelt maha uhutud ja temperatuurikõikumised kestavad.

Kõik sanitaartehnilise hooldamise süsteemi kuuluvad lõikused tuleb läbi viia viljapuude puhkeperioodil. Lõikehaavad katta kudedele mittemürgise õlivärviga. Viljapuu-seenvähki nakatunud kude lõigatakse täielikult välja, kusjuures lõige peab ulatuma 1—2 cm võrra tervesse puukoesse. Viljapuu-tüvepõletiku haavandid lõigatakse välja kuni puiduni; puit jätta puutumata. Väljalõikamisele kuuluvad ka luuviljaliste mädanikku ja hõbelehisusse nakatunud oksad ning kärntõvest tabatud pirnipuu võrsed. Hõbelehisusest raskesti kahjustatud viljapuud tuleb välja juurida ja tervetega asendada.

Haiguste vältimiseks või nende kahjustuse piiramiseks prit-

sida viljapuid vähemalt 5 korda vastavate kemikaalide lahustega. Pritsimiseks võib kasutada järgmiste preparaatide vesisuspensioone: kaptaan (suspensiooni kontsentratsioon 0,3—0,5%), figoon (suspensiooni kontsentratsioon 0,1—0,4%), tsiraam (suspensiooni kontsentratsioon 1—2%), vaskoksiidkloriid (suspensiooni kontsentratsioon 0,5%), dinitrorodaanbensool koos vasega (suspensiooni kontsentratsioon 1%), tsineb (suspensiooni kontsentratsioon 0,3—0,7%), TMTD (suspensiooni kontsentratsioon 0,5—1%) jt. Meie tingimustes annab õuna- ja pirnipuukärntõve ja ühtlasi õunamähkuri tõrjel häid tulemusi järgmine pritsimise süsteem (P. Juurikas 1966).

I pritsimine — kevadel enne pungade puhkemist 3%-lise vaskoksiidkloriidi- või 3%-lise tsiraamisuspensiooniga või 3%-lise bordoo vedelikuga. Bordoo vedeliku valmistamiseks kasutatakse tehnilist vasksulfaati. 100 liitri pritsimisvedeliku kohta lisatakse juurde kas 1 kg 20%-list DDT-õliemulsiooni või 0,4 kg 50%-list DDT-pastat. Kui viljapuudel esineb rohkesti sammalt või samblikke, tuleb esimesel pritsimisel kasutada viljapuukarbolineumi vahekorras 1 : 9, kusjuures DDT-d lisatakse samuti nagu bordoo vedelikule. Mõned autorid soovitavad esimeseks pritsimiseks kasutada 5—8%-list raudsulfaadilahust.

II pritsimine — enne õiepungade puhkemist 0,5%-lise TMTD- või 0,5%-lise vaskoksiidkloriidisuspensiooniga või 0,5%-lise bordoo vedelikuga. Bordoo vedelik tuleb valmistada keemiliselt puhtast vasksulfaadist. Pritsimisvedelikule lisatakse DDT-d nagu eelmisel pritsimiselgi.

III pritsimine — kohe pärast puude õitsemist väävellubjavedelikuga (1 : 40) või 1—1,5%-lise kolloidväävlisuspensiooniga, millele lisatakse 30%-list DDT-tolmpreparaati 0,7 kg 100 liitri pritsimisvedeliku kohta.

IV pritsimine — 10—14 päeva pärast kolmandat pritsimist kas 0,5%-lise TMTD- või 0,3%-lise tsiraami- või 0,2%-lise vaskoksiidkloriidisuspensiooniga või 1—1,5%-lise kolloidväävlisuspensiooniga +0,3% sulfonaatestrit +0,1% tiofossi. IV pritsimisel ei tohi enam DDT-d kasutada.

V pritsimine — 10—14 päeva pärast neljandat pritsimist samade vahenditega. Pritsimisvedelikule lisatakse küll tiofossi, kuid sulfonaatestrit ainult olenevalt viljapuude fenofaasist ja ilmastikust (kõige hiljem 20 päeva enne saagi koristamist).

Arvestades õunapuu-kärntõve hilise leviku võimalust, osutub mõnikord vajalikuks läbi viia ka VI pritsimine 10—14 päeva pärast viiendat pritsimist väävellubjavedelikuga. Väävellubjavedelikku tuleb kõikidel pritsimistel võtta lahjendustabelis ettenähtud koguses vastavalt erikaalule ja pritsimisajale.

N. Šibkova (1965) järgi on vaskoksiidkloriid, bordoo vede-

lik ja figoon viljadele väga toksilised, mistõttu neid tohib kasutada ainult enne puude õitsemist. Mürkkemikaalide fungitsiidne aktiivsus varieerub olenevalt temperatuurist. Nende toime on seene eoste idanemisele optimaalse temperatuuri juures nõrgem. Temperatuuril aga, mis on lähedane eoste idanemise maksimaalsele ja minimaalsele temperatuurile, on nimetatud preparaatide fungitsiidne toime tunduvalt suurem. Tsineb, vaskoksiidkloriid ja kaptaan kutsuvad esile olulisi muutusi lehtede ja viljade biokeemilises koostises. Nende mõjul suureneb lehtedes ja viljades suhkrute ja C-vitamiini sisaldus ning lehtedes tõuseb fermentide askorbiinoksüdaasi, polüfenooloksüdaasi ja peroksüdaasi aktiivsus.

Suve jooksul tuleb kärntõppe ja puuviljamädanikku nakatunud viljad kokku korjata ja hävitada. Ploomi-kott-tõvest kahjustatud viljad hävitatakse koos okstega. Viljapuu-tüvepõletikust tabatud tüvesid ja oksi pritsitakse alates juuli lõpust 1—2%-lise bordoo vedelikuga (2—3 korda). Sügisel, kui lehed on varisenud, pritsida puid 5—7%-lise raudsulfaadilahusega või 3—4%-lise bordoo vedelikuga. Luuviljaliste mädanikku nakatunud puid pritsida pärast lehtede langemist 5%-lise väävellubjavedelikuga või 6%-lise bordoo vedelikuga või 0,3—0,7%-lise tsinebisuspensiooniga. Luuviljaliste mädaniku vastu annab häid tulemusi ka puude ja nende ümber oleva mulla pritsimine enne pungade paisumist nitrafeeni 2%-lise suspensiooniga ja õitsemise algul vaskoksiidkloriidisuspensiooniga või 1%-lise tsiraamisuspensiooniga. Pritsimist tuleb korrata 15 päeva pärast õitsemist. Pärast pungade paisumist võib puid pritsida ka 1%-lise bordoo vedelikuga või selle asendajatega eespool toodud kontsentratsioonides. Teist korda pritsitakse enne õitsemist, kolmandat korda pärast kroonlehtede varisemist ja neljandat korda 2—3 nädalat hiljem.

Hõbelehisuse tekitaja *Stereum purpureum*'i viljakehade hävitamiseks puutüvedel tuleb kasutada tugevakontsentratsioonilisi fungitsiide ja antiseptilisi aineid. Et viljakehad tekivad pidevalt, tuleb nimetatud menetlust ka korduvalt rakendada (E. Pärtel, 1966).

Viljapuude haiguste likvideerimisel on tähtsal kohal tervete istikute kasvatamine, seepärast tuleb agrotehniliste ja sanitaar-profülaktiliste nõuete täitmisele erilist rõhku panna just puukoolides. Nakatatud istikuid ei tohi puukoolidest välja lasta. Haigustunnustega seemik- ja vegetatiivsed alused tuleb alustekoolist kõrvaldada ja välja praakida istikute tootmisest. Et vältida viljapuu-juurevähinakkuse levikut aedadesse, tuleb istikud enne istutamist hoolikalt kontrollida ja juurtel esinevad pahad ära lõigata. Pärast seda tuleb juuri desinfitseerida 1%-lises AB-preparaadi lahuses või vasksulfaadilahuses. Juuri hoitakse nimetatud lahustes 5 minutit ja loputatakse järgnevalt

vees. Efektiivne on ka juurte desinfitseerimine 0,2%-lises boorhappelahuses. Istikud, millel on nakatatud juurekael või peajuur, praagitakse välja.

MARJAKULTUURIDE HAIGUSED

Karusmarja-jahukaste (*Sphaerotheca mors-uvae*)

Karusmarja-jahukaste kahjustab lehti, noori võrseid, sigimikke ja marju. Haigus avaldub pärast lehepungade puhkemist ja areneb kogu vegetatsiooniperioodi vältel. Tüüpiliseks välistunnuseks on valge jahuse kirme tekkimine nakatatud taimeosadel, peamiselt marjadel. Kirme koosneb seene mütseelist ja koniididest. Hiljem muutub kirme tihedamaks ja viltjaks ning katab kogu marja kergesti ärakraabitava tumepruuni korraga. Nakatatud marjad ei kasva, vaid jäävad väikeseks ja kiduraks. Sageli nad lõhenevad või mumifitseeruvad. Tugeva nakkuse korral varisevad marjad enneaegselt. Juuni keskel ilmub jahukaste ka võrsetele ja pidurdab nende aastast juurdekasvu, mistõttu nad jäävad lühikeseks ja tõmbiotsaliseks. Kirme esineb võrsete tippudel ja lehtedel. Võrsed muutuvad mustaks ja hakkavad kuivama. Tipust on nad kõverdunud ja kaetud mustade täpikestega — seene kleistoteetsiumidega. Kahjustatud lehed keerduvad ja sigimikud langevad maha. Haigust soodustab niiske ja soe mai- ja juunikuu.

Haigusetekitajal seenel *Sphaerotheca mors-uvae* on kaks arenemisjärku: konidiaalne ja askostaadium. Konidiaalne staadium avaldub valge jahuse kirmena nakatatud taimeosadel. Eosed on elliptilised, värvuseta ja asetsevad ketikestena lihtsatel hargnemata eoskandjatel. Seen levib suve jooksul koniidide abil, mida kannavad laiali tuul ja putukad. Koniidide idanemise optimaalne temperatuur on 20—30°. Soodsates tingimustes annab seen mitu koniidide põlvkonda ühe vegetatsiooniperioodi vältel. Askostaadium areneb suvel, mille tagajärjel kirme nakatatud taimeosadel muutub viltjaks ja tumepruuniks. Viljakehad on varustatud lihtsate hargnemata ripikutega ja sisaldavad igaüks vaid üheainsa askuse. Askospooride lendlus algab kevadel, esimestel soojadel päevadel, mil toimub ka karusmarja nakatamine. Haiguse inkubatsiooniperioodi kestus on 12—14 päeva; selle aja möödumisel ilmuvad esimesed haigussümptoomid. Seen talvitub askostaadiumina nakatatud võrsetel ja marjadel.

Kohalikest sortidest on jahukastele vastupidavamad J. Aamisepa ja J. Raeda aretatud karusmarjasordid ('Jaanike', 'Aamisepa seemik nr. 329', 'Aamisepa seemik nr. 39', 'Rae nr. 1') ning 'Kollane võidumari', 'Houghtoni seemik', 'Leba valitu', 'Must neegus' jt. Üsna jahukastekindlad on ka sordid 'Hansa'

ja 'Veenus'. Täiesti haiguskindel on ainult 'Ameerika mägikarusmari'.

Karusmarja-jahukaste päritolu kohta on mitmeid erinevaid arvamusi. Varem arvati, et haigus on toodud Euroopasse istutusmaterjaliga Ameerikast. Paljud mükoloogid eesotsas I. L. Serbinoviga väitsid aga, et jahukaste on karusmarjale üle läinud piimalillelt (*Euphorbia*), millel parasiteerib eelmisega väga sarnane liik *Sphaerotheca tomentosa*, ja et karusmarja-jahukaste on seega kohaliku päritoluga. Serbinov pidas seeni *Sph. tomentosa* ja *Sph. mors-uvae* ühe ja sellesama liigi eri rassideks. A. Jaczewski seevastu eitas seda seisukohta. Hiljem tõestasid mitmed teadlased kunstliku nakatamise katsete abil, et *Sph. tomentosa* on täiesti erinev liik, mis ei lähe üle karusmarjale. Vastavalt sellele on tõenäoline, et karusmarja-jahukaste on siiski sisse toodud Ameerikast. Kuid on olemas ka seisukoht, et haigus läks karusmarjale üle metsikutelt sõstraliikidelt (*Ribes sp.*). Lõplikult tõestatud ei ole seni ükski neist oletustest. (Tahvel XXXII.)

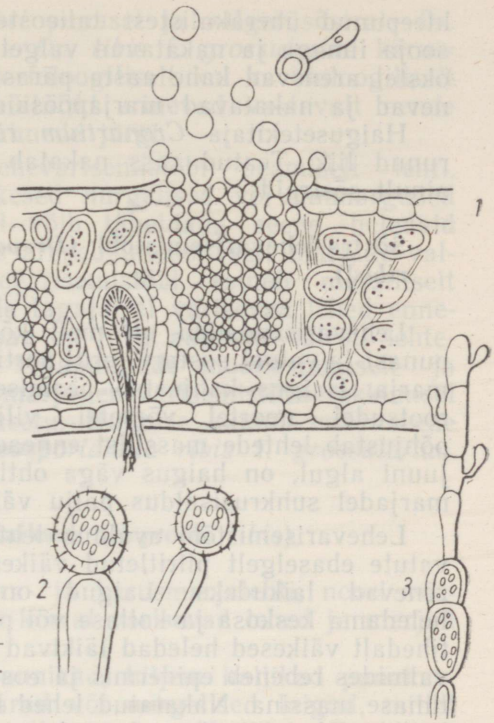
Karusmarja- ja sõstrarooste (*Puccinia ribesii-caricis* [= *Puccinia pringsheimiana*])

Karusmarja- ja sõstrarooste on meie vabariigis laialt levinud, tekitades mõnel aastal suurt kahju, eriti Kagu-Eestis.

Nakatatud karusmarja- ja sõstralehtedele, lehevartele, noortele võrsetele ja marjadele tekivad kasvuperioodi esimesel poolel kollakad laigud, mis suurenevad karikakujulisteks kevisteks. Viimased on täidetud seene kollaste kevadeostega. Haigestunud marjad on deformeerunud, ebasümmeetrilise kujuga; lehed varisevad. Nakatatud võrsed kuivavad. (Tahvel XXXIII.)

Haiguse tekitajaks on täistsükliline peremeestaimede vaheldusega roosteline, mis parasiteerib tarnadel ja *Ribes*'e perekonna esindajatel. Eestis kasvavatest tarnadest nakatab seen hirss- ja eristarna, kahkjat tarna ja saledat tarna. Seene alg- ja kevadeosed tekivad karusmarja- ja sõstrapõõsastel, suvi-, tali-, ja kandeosed aga tarnadel. Marjapõõsastelt levivad kevadeosed tuulega tarnadele, kus arenevad pruunid suvieospustulid. Hiljem asenduvad need mustade talieospustulitega. Talieosed talvituvad tarnadel. Kevadel arenevad neil eoskannad kandeostega. Viimased nakatavad marjapõõsaid.

Karusmarja- ja sõstrarooste arenemist ja levikut mõjutab suurel määral ilmastik, eriti aga talieoste talvitumistingimused. Kui temperatuur on talvel madal (alla —30°) ja lumikate puudulik, hävivad talieosed. Samuti pidurdab madal temperatuur ja vähene niiskus kevadel talieoste idanemist, mistõttu marjapõõsad ei nakatu. Soojad sademeterohked ilmad aga soodustavad talieoste idanemist, mille tagajärjel marjapõõsad nakatuvad kevadel massiliselt. Talieoste idanemine võib kesta 30—40 päeva



Joonis 45. Karusmarja- ja sõstrarooste: *1* — läbilõige etsiididest; *2* — uredospoorid; *3* — teliospoorid.

ja langeb ajaliselt ühte karusmarja- ja sõstralehtede moodustumise, sigimike tekkimise ning õitsemisega ja on kõige intensiivsem marjapõõsaste õitsemise ajal. Haigus areneb eriti tugevasti rasketel happelistel muldadel ja niisketel, soistel aladel.

Karusmarjadest on roostekindlamad 'Houghtoni seemik', 'Leba valitu', 'Kollane võidumari', 'Rae nr. 1', 'Jaanike', 'Aamisepa seemik nr. 329', 'Aamisepa seemik nr. 39'. Punase sõstra sortidest on haiguskindlamad 'Varajane punane' jt., musta sõstra sortidest 'Boskoobi hiiglane' jt.

Sõstra-viltrooste (*Cronartium ribicola*)

Viltroostest tekitatav kahju ei ole meie oludes eriti suur, ainult väga tugeva nakkuse korral varisevad põõsastelt lehed enneaegu. Haigus esineb sõstardel, meil peamiselt mustal sõstral, ja karusmarjal.

Viltrooste tabab ainult lehti, mille ülemisel küljel arenevad kesksuvel väikesed kollased laigud, nende kohal lehtede alumisel küljel tekivad kollased suvieospustulid. Suvieostega levib seen vegetatsiooniperioodi vältel. Suve lõpuks moodustuvad suvieospustulites punakaskollased sambakesed, mis koosnevad kokku-

kleepunud üherakulistest talieostest. Talieosed idanevad niiske sooja ilmaga ja nakatavad valget mändi (*Pinus strobus*), mille okstel arenevad kahe aasta pärast kevadeosed. Kevadeosed idanevad ja nakatavad marjapõõsaid.

Haigusetekitaja *Cronartium ribicola* on kitsalt spetsialiseerunud liik. Teatud rass nakatab ainult karusmarja, teine aga ainult sõstraid.

Sõstra-lehevarisemistõbi (*Drepanopeziza ribis* [= *Pseudopeziza ribis*])

Lehevarisemistõbi on meil kõikjal levinud, tabades musta, punast ja valget sõstart (eriti sorti 'Jüterbogi valge') ning karusmarja. Haigus kahjustab peamiselt lehti, kuid esineb ka leherootsudel, noortel võrsetel, viljavartel, marjadel. Kuna ta põhjustab lehtede massilist enneaegset varisemist tavaliselt juba juuni algul, on haigus väga ohtlik. Ka on nakatatud põõsaste marjadel suhkrusisaldus palju väiksem kui tervetel.

Lehevarisemistõbi avaldub lehtedel massiliselt tekkivate kahvatute ebaselgelt piiritletud väikeste tähnidena, mis hiljem suurenevad laikudeks. Laigud on laialivalguvad, pruunikad, heledama keskosa ja kollase või punase äärisega. Neil asetsevad tihedalt väikesed heledad läikivad kuhilad — seene eoslad. Eoste valmides rebeneb epidermis ja eosed tungivad lehepinnale heleda limase massina. Nakatatud lehed keerduvad servadega ülespoole, kolletuvad ja varisevad veel enne marjade valmimist. Mustal sõstral jäävad kuivanud nakatatud lehed veel kauaks ajaks põõsa külge rippuma, enne kui nad varisevad. Leherootsudel, viljavartel ja rohelistel võrsetel moodustab antraknoos väikesi pruune haavandeid. Sageli nakatuvad ka viljavarred, mille tagajärjel marjad kortsuvad ja varisevad. Haiged põõsad jäävad kasvus maha.

Haigusetekitaja arenemistsükkel koosneb konidiaalsest staadiumist — *Gloeosporidiella ribis* (= *Gloeosporium ribis*) — ja askostaadiumist — *Drepanopeziza ribis*. Varisenud sõstralehtedel arenevad järgmiseks kevadeks väikesed mustad, hiljem heledad viljakehad — apoteetsiumid, milles tekivad askused askospooridega. Marjapõõsaste primaarne nakkus toimub valminud askospooridega. Mõnikord võib aga primaarne nakkus toimuda talvitunud koniidide või mütseeliga. Vegetatsiooniperioodil areneb mitu koniidide põlvkonda. Konidiaalne järk esineb nakatatud taimeosade laikudel läikivate kahvaturoosade või valgete eoskuhilatena. Peale varisenud lehtede talvitub haigusetekitaja ka võrsetel.

Lehevarisemistõvele resistentsemateks sõstrasortideks on 'Hollandi punane', 'Koljat' jt.

Seenel *Drepanopeziza ribis* eristatakse järgmisi spetsialisee-

runud vorme: *Dr. ribis* f. *rubri* punasel ja valgel sõstral; *Dr. ribis* f. *nigri* mustal sõstral ja *Dr. ribis* f. *grossulariae* karusmarjal. Need vormid on nii morfoloogiliselt kui ka bioloogiliselt ja füsioloogiliselt üksteisest küllaltki erinevad vastavalt nende spetsialiseerumisele peremeestaimede järgi.

Karusmarjal kahjustab lehevarisemistõbi peamiselt lehti, millel tekivad võrdlemisi väikesed nurgelised või ümmargused tumepruunid laigud, viimastel võib täheldada seene heledaid kleepuvaid eoskuhilaid. Haigus areneb intensiivselt marjade valmimise perioodi lõpus. Lehevarisemistõbi esineb massiliselt sademeterohketel aastatel. Selle tagajärjel varisevad lehed enneaegu, mistõttu nakatatud põõsad on juba augustis täiesti lehtedeta. See mõjub negatiivselt viljapungade moodustamisele ja järgmise aasta saagile. Karusmarja-lehevarisemistõve tekkimisel on seene askostaadium tähtsusetu. Haiguse kutsub esile seene konidiaalne staadium — *Gloeosporidiella ribis* f. *grossulariae*. (Tahvel XXXIII.)

Sõstra- ja karusmarja-helelaiksus (*Septoria ribis*)

Helelaiksus kahjustab sõstra- ja karusmarjalehti, noori võrseid ja marju. Tugeva nakkuse korral varisevad lehed ja marjad enneaegu.

Lehtedele tekivad algul pruunikad, hiljem hallikad punakaspruuni äärisega väikesed ümarad või nurgelised laigud, millel asub hulgaliselt musti täpikujulisi seene pükniide. Eosed on niitjad, hüaliinsed.

Haigusetekitaja konidiaalne staadium on *Septoria ribis*, askostaadium *Mycosphaerella ribis*. Kevadel arenevad varisenud lehtedel periteetsiumid askuste ja askospooridega. Viimased nakatavad noori lehti. Seen talvitub ka pükniididega.

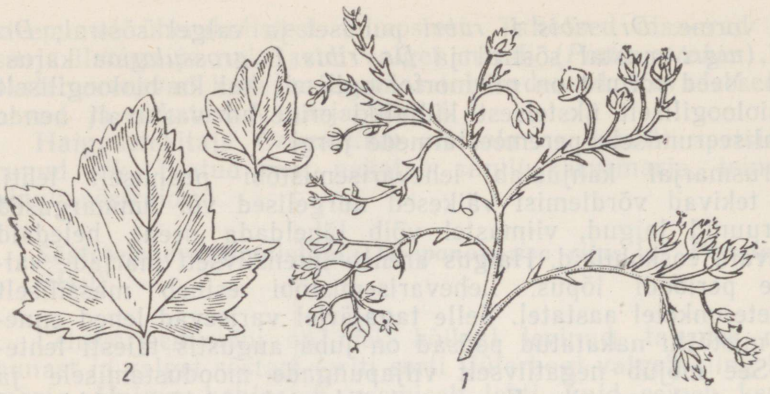
Karusmarja-ümarlaiksus (*Phyllosticta grossulariae*)

Nakatatud lehtedel tekivad valged või hallikad tumeda äärisega ümarad laigud. Laikudel on näha musti pükniide. Eosed on üherakulised, osa eoseid on elliptilised, osa aga piklikud, tömbiotsalised.

Haiguse tekitajaks on teisseen *Phyllosticta grossulariae*, mis nakatab ka sõstraid.

Hahkhallitus sõstardel (*Botrytis cinerea*)

Hahkhallitus areneb niiske ilmastikuga mustal, valgel ja kuldsõstral, tekitades marjadel halli kohevа tolmava kirme. Haigus lööbib peamiselt vananenud kudedel ja vigastatud taimeosadel.



Joonis 46. Musta sõstra täidisõielisus: *1* — nakatatud õied; *2* — nakatatud lehed.

Mustasõstra-täidisõielisus

Mustasõstra-täidisõielisus on väga ohtlik viirushaigus, mis on Eesti NSV-s laialt levima hakanud. Haiguse tugeval esinemisel on mustasõstraistandused peaaegu täiesti saagitud.

Tüüpiliseks välistunnuseks on sõstraõite moondumine täidisõitetaoliseks. Tolmukad ja kroonlehed ei arene, tupplehed on teravnenud ja ka lõhenenud. Õie värvus muutub intensiivselt violetseks. Pärast õitsemist õied kuivavad ja varisevad maha ega kanna vilja. Haigetele põõsastele on iseloomulik jõuline kasv, neil areneb hulgaliselt väikesi võrseid tihedalt asetsevate lehtedega. Lehed on normaalsest kitsamad, pikenenud ja sügavalt hambulised. Kahjustatud põõsad ei anna üldse saaki või ainult vähest ja madalakvaliteedilist. Haigus kandub edasi nakatatud istutusmaterjaliga. Tema inkubatsiooniperioodi kestus on 1—3 aastat. Vegetatsiooniperioodil levib täidisõielisus nakatatud põõsastelt tervetele sõstra-pahklesta (*Eriophyes ribis*) kaudu. Haiguse intensiivsus oleneb sõstra sortidest ning on erinev sõltuvalt põõsaste üldseisundist, meteoroloogilistest tingimustest ja kasutatavast agrotehnikast.

Täidisõielisuse esinemist on võimalik teatud määral piirata õigeaegse väetamisega (eriti kaalium- ja fosforväetistega) ja mikroelementide soolade lahuste pritsimisega. Efektiivsemaks osutub põõsaste pritsimine koobalti- ja molübdeenisoolade lahustega kontsentratsioonis vastavalt 0,01 ja 0,05%.

Mustasõstra-koltushaigus (viroos)

Koltushaigus on levinud puukoolidest saadud istutusmaterjaliga. Esimesed haiguse välistunnused ilmuvad lehtedele kevadel heleroheliste või rohekaskollaste täppide ja laikudena. Pärast muutub kas osa lehest või kogu leht heleroheliseks või sidrunkollaseks. Nakatatud põõsaste saagikus langeb märgatavalt.

Karusmarja- ja sõstrahaiguste tõrje

Nii nagu viljapuude haiguste tõrjeks, tuleb ka marjaaedades ja -istandikes haiguste vältimiseks ning nende kahjustuse vähendamiseks võtta tarvitusele agrotehnilised, sanitaartehnilised ja keemilised abinõud. Agrotehniliste võtete hulka kandeealises marjaaias kuuluvad eelkõige nõuetekohane mullaharimine (kündmine, kobestamine), väetamine ja umbrohtude hävitamine. Sügisesel mullaharimisel antakse sõnnikut ja mineraalväetisi. Varakevadel kobestatakse reavahesid kultivaatoriga ja antakse $^1/_3$ aastasest lämmastikukogusest, järgmine kolmandik antakse põõsaste intensiivse kasvu ajal ja viimane kolmandik pärast saagi koristamist. Pärast saagi koristamist kobestatakse mulda kultivaatoriga. Kindlasti tuleb pärast kevadist mullaharimist marjapõõsaste ümbrust multšeerida. See hoiab mulla kobedana ja niiskena, soodustab kasuliku mikrofloora elutegevust ja pidurdab umbrohtude kasvu. Sanitaartehnilistest hooldusvõtetest on tähtsamad marjapõõsaste lõikamine ja kuivanud ning haigete okste kõrvaldamine põõsast. Väljajuurimisele ja põletamisele kuuluvad ka jahukastenakkuse tagajärjel kuivanud karusmarjaning täidisõielisusest nakatatud mustasõstrapõõsad. Põõsaste tagasilõikamist ja harvendamist tuleb läbi viia nende puhkeperioodil. Karusmarjapõõsaid on soovitatav harvendada pärast saagi koristamist. See võimaldab päikesekiirte vaba juurdepääsu põõsasse, mis aitab kaasa säilinud nakkusalgme hävitamisele. Suurt tähelepanu tuleb pöörata haigusetekitajate talvituvate staadiumide likvideerimisele. Selleks riisutakse kokku ja põletatakse varisenud lehed ja marjad. Neid võib ka maa sisse kaevata või mürkkemikaalidega pritsida. Karusmarja- ja sõstraroostekahjustuse vältimiseks või vähendamiseks tuleb hävitada tarnasid kui roosteliste vaheperemeestaimi. Tarnad niidetakse augusti alguses marjaaedade ümbrusest kuni 0,5 km raadiusega ning põletatakse hilissügisel või varakevadel. Kraaviäärtelt on vaja hävitada umbrohi herbitsiididega.

Mustasõstra-täidisõielisuse siirutajaks peetakse pahklesta. Seepärast tuleb teha süstemaatilist tõrjet pahklesta ja ka teiste putukate vastu. Sõstra-pahklesta hävitamiseks tuleb töödelda

sõstrapõõsaid 1—1,5%-lise väävellubjavedelikuga või 1%-lise kolloidväävlilahusega. Esimest korda töödeldakse pungade ilmumisel või vahetult enne õitsemist, teist korda pärast õitsemist. Vajaduse korral tuleb pritsida veel kolmandat korda, 2—3 nädalat pärast teist pritsimist.

Haiguste vältimiseks tuleb marjakultuuride emaaed õigesti organiseerida, et saada täiesti tervet, puhtasordilist istutusmaterjali. Emaaedades rakendatakse erilist agrotehnilist režiimi. Fütopatoloogiline ekspertiis toimub 2—3 korda vegetatsiooniperioodil, kusjuures praagitakse välja kõik nakatatud taimed. Süstemaatiliselt tuleb teha putukatõrjet.

Nimetatud võtete kõrval kuulub tähtis osa ka keemilisele tõrjele, mis toimub marjaaias järgmisel viisil.

Varakevadel tuleb läbi viia pritsimine 1—2%-lise bordoo vedelikuga. See on efektiivne nii kevadel lööbivate haiguste kui ka talvitunud nakkusalgmete puhul (karusmarja- ja sõstrarooste jt.). Peale selle tehakse ka nn. radikaalset pritsimist. Madala kasvu tõttu puutuvad marjapõõsad kergesti kokku maapinnal talvitunud nakkusalgmega. Paljud haigusetekitajad aga talvituvad ka eelmise aasta nakatatud lehtedel. Selliste haigusetekitajate hävitamisel on radikaalne pritsimine väga efektiivne, õigustades end eriti karusmarja-jahukaste, sõstra-lehevarisemistõve jt. vastu. Radikaalset pritsimist tehakse põõsaste puhkeperioodil, s. t. hilissügisel või varakevadel. Pritsimiseks kasutatakse 1%-list vasksulfaati, 3%-list raudsulfaati, 0,5%-list nitrafeeniemulsiooni, 1%-list DNOK-i suspensiooni jt.

Karusmarja-jahukastesse nakatunud istikute võrseid tuleb desinfitseerida 0,5%-lise vasksulfaadilahusega. Täidisõielisuse leviku piiramiseks desinfitseeritakse mustasõstrapistikuid väävellubjavedelikuga, see hävitab pahklesta.

Marjapõõsaste haiguste õtseseks tõrjeks kasutatakse järgmisi preparaate: 1%-list bordoo vedelikku, 0,5%-list vaskoksiidkloriidisuspensiooni, dinitrorodaanbensooli koos vasega 1—2%-lise suspensioonina, 0,3—0,7%-list tsinebisuspensiooni, 1—2%-list tsiraami- või 0,3—0,5%-list kaptaanisuspensiooni, samuti ka 2%-list TMTD-suspensiooni jt. Dinitrorodaanbensool on väga efektiivne karusmarja-jahukaste tõrjel, kuid selle kasutamisel tuleb olla ettevaatlik, sest see võib mõnedel sortidel esile kutsuda lehtede varisemise. Pritsimiseks kasutatavaid mürkkemikaale tuleb perioodiliselt vahetada, sest ühtede ja nendesamade preparaatide pidev kasutamine põhjustab nende suhtes haigusetekitajate «tolerantsust», mistõttu väheneb või koguni kaob antud preparaadi efektiivsus haiguse tõrjel.

Põõsaid pritsitakse teist korda enne õitsemist, kolmandat korda aga kohe pärast õitsemist. Pritsimisi korratakse olenevalt haiguse kulgemisest ja ilmastikutingimustest 10—15-päevaste vaheaegadega. Pärast saagi koristamist tuleb uuesti pritsida ja

pritsimist 10—15 päeva pärast korrata. Karusmarja-jahukaste tõrjeks soovitatakse põõsaste pritsimist enne lehtede ilmumist 3%-lise raudsulfaadilahusega, sama lahusega niisutatakse põõsaste ümbert mulda. Lehtede ilmumisel pritsida põõsaid 0,1%-lise kaltsiumarsenaadilahusega. Pritsimist tuleb korrata iga 10—12 päeva järel ja lõpetada kaks nädalat enne marjade koristamist. Häid tulemusi on saadud põõsaste neljakordsel pritsimisel 0,2%-lise kaltsiumarsenaadilahusega, millele on lisatud 0,5% kaltsineeritud soodat. Efektiivne on samuti karusmarjapõõsaste pritsimine virtsaga, sest virtsas esineb hulgaliselt jahukaste tekitajale antagonistlikke mikroorganisme. Põõsaid võib pritsida ka 25—50%-lise veise rooja lahusega — esimest korda enne õitsemist, teist korda pärast õitsemist ja kolmandat korda sügisel enne lehtede langemist.

Karusmarja- ja sõstrarooste tõrjel on väga olulised varajased pritsimised, sest haigus areneb suve esimesel poolel. Esimene pritsimine 1%-lise bordoo vedelikuga või selle asendajatega tehakse pungade puhkemisel, teine õiepungade paisumisel ja kolmas kohe pärast õitsemist. Esimest korda võib pritsida 3%-lise bordoo vedelikuga, sel juhul kasutatakse järgmisteks pritsimisteks 0,5%-list lahust. Kuiva ja põuase suve puhul jäävad vasejäätmed põõsastele ja marjadel võib tekkida vasemaitse. Seepärast on soovitatav kasutada kolmandal pritsimisel bordoo vedeliku asemel 0,5%-list TMTD-suspensiooni.

MAASIKA- JA VAARIKAHAIGUSED

Maasika-laikpõletik (*Ramularia tulasnei*)

Maasika-laikpõletik on kõikjal laialt levinud ja võib mõnel aastal omandada epifütootilise iseloomu ning tekitada maasikakasvatusele suurt kahju.

Haigus tabab lehti, võsusid, õie- ja viljaraage. Haiguse algstaadiumis tekivad nakatatud taimeosadele pruunid ümmargused laigud, millel on laialipillatud vaevaltmärgatavad seene eoskandjate kimbud. Tugevasti nakatatud noored lehed surevad, avaldamata laikpõletikule tüüpilisi välistunnuseid. Vanematel lehtedel on laigud väikesed, ümmargused, heledama keskosaga ja purpurpunase äärisega. Hiljem langeb kude laigu heleda keskosa kohalt välja ja tekib auk. Tugevasti nakatatud õieraod muutuvad pruuniks ja peeneks, vajuvad longu ja lõpuks lamanduvad. (Tahvel XXXIV.)

Haigusetekitaja arenemistsükkel koosneb kahest järgust. Konidiaalne staadium on *Ramularia tulasnei*, mis etendab haiguse arengus määravat osa. Askostaadium on *Mycosphaerella fraga-*

riae. Peale selle moodustab seen ka sklerootsiume. Konidiaalne staadium areneb suve jooksul maasikataimedel, periteetsiumid ja sklerootsiumid aga tekivad kuivanud lehtedel. Koniidide moodustumine algab õhutemperatuuril 5°. Nimetatud temperatuur on vajalik ka maasika vegetatsiooni alguseks, mistõttu peremeestaime ja seene areng langeb kokku. Koniidid tekivad hargnematutel värvitutel koniidikandjatel. Nad on silinderjad, hüaliinsed, ühe- või kahe- kuni kolmerakulised. Nende massiline teke eelneb askospooride arengule. Askospoorid on peaaegu silinderjad, sirged, ühe ristvaheseinaga, hüaliinsed, ülemine rakk on pikenenud ja laiem kui alumine. Igal aastal tekib ka hulgaliselt sklerootsiume, mis etendavad tähtsat osa haiguse levitamisel. Primaarne nakkus toimub maikuu jooksul askospooridega, sekundaarne nakkus aga kogu suve jooksul koniididega. Haigus areneb eriti intensiivselt rasketel muldadel. Laikpõletiku lööbimisele on kõige soodsam temperatuur 12—20°, samuti soodustavad seda sagedased vihmahood ja tihe taimede seis. Haigus levib eriti intensiivselt vanades maasikaistandustes. Väga vastuvõtlikud sordid on 'Zagorje iludus' ja 'Obilnaja'.

Seen *Ramularia tulasnei* on kitsalt spetsialiseerunud liik, mis nakatab ainult *Fragaria* perekonna esindajaid.

Maasika-punalaiksus (*Marssonina potentillae* f. *fragariae*)

Maasika-punalaiksus on kõikjal levinud haigus, mille poolt tekitatud kahju võib tema tugeva esinemise korral väga suur olla.

Punalaiksus tabab peamiselt lehti, millel arenevad suured, algul purpurpunased, hiljem pruuniks muutuvad ümarad või ebakorrapärase kujuga laigud. Laigud on keskelt heledamad või hallikad, äärisega piiratud, sagedamini aga laialivalguvad. Laikudel on näha seene eoskandjate ja eoste musti kogumikke. Eosed on pöördunud, kaherakulised, hüaliinsed.

Seene arengutsükkel koosneb kahest staadiumist: konidiaalseks staadiumiks on *Marssonina potentillae* f. *fragariae* ja askostaadiumiks *Fabrea fragariae*. Nakkuse kutsub esile konidiaalne staadium. Seen talvitub mütseelina eelmise aasta rohelistel või surnud lehtedel. Haigus lööbib varakevadel ja progresseerub suve algul. Sellele järgneb depressioon, kuid alates augustist kuni vegetatsiooniperioodi lõpuni areneb haigus jällegi intensiivselt.

Maasika-helelaiksus (*Septoria fragariae*)

Haigus ei tekita märkimisväärset kahju.

Maasikalehtedel tekivad pruunid või tumepruunid punakaspruuni äärisega ümarad laigud. Laikudel on näha haiguseteki-

taja *Septoria fragariae* musti pükniide. Eosed on silinderjad, kolme vaheseinaga, hüaliinsed.

Maasika-lehemädanik (*Phytophthora fragariae*)

1957. aastal avastas G. Maklakova Leningradi oblastis uue maasikahaiguse — lehemädaniku, mida põhjustab iseseisev liik — *Phytophthora fragariae*. Katseliselt on kindlaks tehtud, et kartuli-lehemädanik ei lähe üle maasikatele. Eesti NSV-s pole seda haigust seni veel täheldatud.

Haigus avaldub kevadel kogu taime või tema alumiste lehtede närbumises, mõnikord aga närbuvad ainult õieraod. Tugevasti nakatatud taimed hukkuvad sageli, kergelt kahjustatud taimed ei hävi, kuid ei anna ka saaki või on saak halvakvaliteediline. Lehed omandavad sinakasrohelise värvuse. Kõige tüüpilisemaks haigussümptoomiks on juure kesksilindri punaseks muutumine.

Maasika-jahukaste (*Sphaerotheca macularis* f. *fragariae* [= *Sphaerotheca humuli*])

Eesti NSV oludes on nimetatud haigus suhteliselt vähe levinud ega tekita märkimisväärset kahju.

Jahukaste nakatab maasikataime kõiki maapealseid osi. Lehtede alumisel küljel tekib väga õrn hõre valge kirme. Lehed muutuvad nahkjaks ja rulluvad servadest. Lõpuks muutuvad nad punaseks ja hävivad enneaegu. Haiguse tagajärjel jääb viljade kasv seisma. Marjad ei arene, nad on rohelised ja kuivavad.

Seen moodustab nii konidiaalse staadiumi — *Oidium erysiphoides* — kui ka askostaadiumi — *Sphaerotheca macularis* f. *fragariae*. Koniidid on üherakulised, hüaliinsed ja tekivad ketikestena lühikestel koniidikandjatel. Kleistoteetsiumid on tumepruunid, lihtsate pruunide ripikutega ja sisaldavad igaüks ainult ühe askuse. Askospoorid on ovaalsed, üherakulised, hüaliinsed. Seen talvitub nakatatud taimeosadel, kuid seni on veel avastamata, millisel kujul nakkusalge säilib. Jahukaste lööbimist soodustab suurenenud õhuniiskus.

Hahkhallitus maasikal (*Botrytis cinerea*)

Hahkhallitus on laialt levinud, see areneb maasikal niiske jaheda ilmaga. Haigus tabab peamiselt ülevalminud vilju. Lehtedel arenevad suured laialivalguvad tumehallid mädalaigud, millel võib näha väga õrna halli kirmet. Kõige tüüpilisemalt avaldub haigus viljadel. Algul tekivad neil üksikud pehmed pruunid laigud, mis kiiresti suurenedes katavad kogu vilja. Viljadel areneb tihe hall kirme, nad hakkavad üleni mädanema või muu-

tuvad kuivadeks hallideks moodustisteks (mumifitseeruvad). Alguses on nakatatud viljad seest veinpunased. Seen säilib mullas nakatatud taimejäätmetel. Haigust soodustab ühekülgne, liiga rikkalik lämmastikväetis. Tugeva nakkuse korral on saagikadu küllaltki suur. Hahkhallitusele on eriti vastuvõtlikud sordid 'Komsomolka', 'Obilnaja' ja 'Zagorje iludus'. (Tahvel XXXIV.)

Maasika-nutthallitus (*Rhizopus nigricans*)

Nutthallitus nakatab ainult vilju. Kahjustatud viljad muutuvad pruuniks, niiskeks ja kattuvad rikkaliku, algul halli, hiljem mustaks muutuva tolmava kirmega. Kirmes leidub hulgaliselt väikesi musti täpikesi — seene eospesi. Eospesades arenevad ümmargused aplanospoorid.

Haigusetekitaja *Rhizopus nigricans* on saprofüüt ja areneb kergesti ükskõik millisel mädaneval substraadil. Maasikate nakatumist nutthallitusse soodustavad mehaanilised vigastused ja viljade ülevalmimine. Eriti kiiresti areneb seen kõrge temperatuuri juures. Haigus tabab vilja ka pärast nende korjamist esialgsel säilitamisel ja põhjustab mahla väljavoolamist. Selle tagajärjel muutuvad viljad täiesti kasutamiskõlbmatuks.

Maasikabakterioos (*Corynebacterium fascians*)

Maasikabakterioos on väga ohtlik haigus. Sellest tabatud taimed ei anna saaki ja surevad välja.

Bakterioosi poolt taimedel esilekutsutud välissümptoomid langevad ühte maasikanematoodi poolt esilekutsutud tunnustega: taimed on kasvus kängunud, paksenenud õievartega. Õisikud on lillkapsapea-tüübiliselt moondunud, lehed on kiprunud, lehevarred jämenenud. Lehtede karvasus väheneb ja neil arenevad pahataolised moodustised. Lehepind muutub punaseks.

Haigusetekitaja *Corynebacterium fascians* on liikumatu kepikujuline bakter suurusega 0,5—0,9 × 2—3 μ.

Maasikabakterioosile tüüpilised välistunnused avalduvad ainult siis täiel määral, kui sellega kaasneb ka nematoodikahjustus. See on tingitud haigusetekitaja bakteri ja nematoodi vahelistest bioloogilistest suhetest, mida käesoleva ajani ei ole veel täpsemalt selgitatud.

Maasikabakterioos on karantiiniobjekt.

Maasika-viirushaigused

Viroosidele omastest haigusnähtustest on Eesti NSV-s täheldatud mosaiiki, nõialuudsust, roheõielisust ja kimarlehisust.

M o s a i i k. Nakatatud maasikataimede lehed on mosaiiksed

või kolletavad tugevasti, leheservad keerduvad allapoole. Õieraod lühenevad. Taimede kasv ja areng on tugevasti pidurdatud, mistõttu saak tunduvalt väheneb.

N õ i a l u u d s u s ilmneb arvukate pikarootsuliste lehtede tekkimises, mistõttu taim moodustab tiheda puhmastiku. Lehtede värvus on heleroheline, vahel tumeda varjundiga. Õieraagusid tavaliselt ei moodustu või nad on niitjad ja ei kanna vilja. Eestis kannatavad nõialuudsuse all eriti tugevasti sordid 'Aeliita' ja 'Leopoldshalli hiline', mis praktiliselt üldse enam saaki ei anna.

R o h e õ i e l i s u s. Selle viroosi puhul muutub maasikataime kogu välisilme: taim on väike, lehed sageli püstja hoiakuga ning tavalisest väiksemad, leheservad keerduvad ülespoole ja muutuvad heleroheliseks. Õieraod on lühenenud. Kroonlehed on rohelised ja õiepõhjad kuivanud. Õied on peaaegu alati steriilsed.

K i m a r l e h i s u s e all kannatavad taimed jäävad kasvus maha ja känguvad. Nende lehed on kimardunud ja kaetud klorootiliste laikudega.

Mosaiiki ja kimarlehisust ning nõialuudsust ja roheõielisust on täheldatud enamasti koos (A. Tiits, 1966).

Vaarika-antraknoos (*Sphaceloma necator* [= *Gloeosporium necator*] [= *Gloeosporium venetum*])

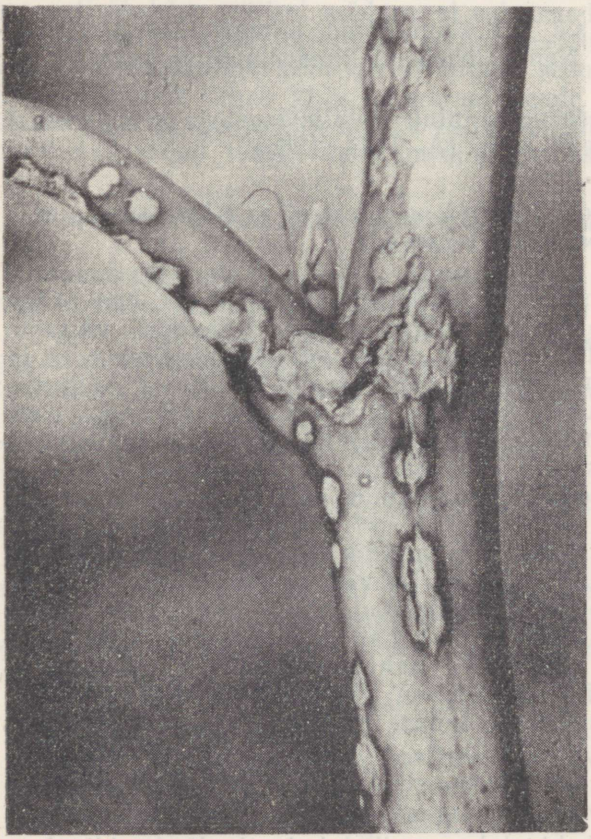
Antraknoos kahjustab taime kõiki maapealseid osi, kuid kõige rohkem võrseid ja lehti. Haigus avaldub kevadel väikeste ovaalsete ja violetsete laikudena noorte võrsete alumises osas ja juurevõsudel. Hiljem laigud suurenevad, muutuvad sügavamaks ning on värvuselt hallikad, purpurpunase äärisega. Antraknoosi tugeva esinemise korral lähevad laigud üle väikesteks haavanditeks; kahjustatud koor pruunistub, korgistub ja praguneb. Nakatatud võrsed on kõverdunud ja jäävad kasvus maha, talvel nad hukkuvad kergesti. Taolised sümptoomid arenevad ka viljakandvatel okstel, mis selle tagajärjel enneaegselt kuivavad ja hävivad. Nakatatud lehtedel tekivad samuti algul väikesed täpikujulised, hiljem veidi suurenevad hallid laia purpurpunase äärisega laigud. Vanade laikude kohalt langeb kude sageli välja. Niiske ilmaga võib täheldada kahjustatud taimeosadel seene kahvatuid eoskuhilaid. Eosed on piklikud või elliptilised ja näivad hulgana koos kollaka limase massina.

Mõnikord nakatuvad ka rohelised viljad, muutudes selle tagajärjel ühepoolseteks ja kibedamaitselisteks. Haigestunud viljad ei arene, nad kuivavad ja pruunistuvad.

Haigusetekitaja kahjustab vaarikataimi ainult konidiaalses järgus — *Sphaceloma necator*. Koniidikandjad on värvusetud,

sirged, mõnikord ülemises osas ahenenud, lühikesed, ilma vaheseinteta. Nende tipus tekivad hüaliinsed piklikelliptilised kahe õlitilgakesega koniidid suurusega 4—8 × 3—4 μ. Seen võib areneda temperatuuril 3—4°, optimaalseks temperatuuriks on 20°. Eosed idanevad temperatuuril 12—25°, optimumiks on 22—24°. Eosed idanevad ainult vedelikutilgas, mistõttu määravaks faktoriks haiguse lööbimisel on niiskus. Seen talvitub peamiselt võrsetes, osaliselt ka nakatatud lehtedel, millel tekivad kevadel lülieosed. Eosed levivad vihmapiiskadega, õhuvooludega ja putukate abil.

Haigusetekitaja askostaadiumiks on *Elsinoë veneta* (= *Plectodiscella veneta*), kuid see areneb äärmiselt harva. Nõukogude Liidus ei ole seda staadiumi viimasel ajal üldse täheldatud.



Joonis 47. Vaarika-antraknoos.

Antraknoosi nakatuvad peaaegu kõik vaarikasordid. Eriti vastuvõtlikud on sordid 'Kuzmini uudis', 'Progress', 'Kaliningradi', 'Ussanka' jt.

Vaarika-varrepõletik (*Didymella applanata*)

Vaarika-varrepõletik on laialt levinud ohtlik haigus, sest ta võib massiliselt kahjustada varsi ja pungi. Suuremat kahju tekitab ta vaarikaile, mis kasvavad kuival ja väheväetatud maal; hästi väetatud ja korralikult haritud istandustes ei mõjuta varrepõletik vaarikate saagikust.

Suve lõpus ilmuvad esimese kasvuaasta vaarika vartele, peamiselt pungade lähedusse, sinakashallid või punakaspruunid laigud. Laigud suurenevad järjest ja haaravad lõpuks kogu varre. Järgmisel aastal nendes kohtades koor kuivab ja langeb maha. Kevadel arenevad kahjustatud koorel väikesed mustad täpikesed — seene askostaadium. Lehtedel avaldub haigus purpurpunaste pükniididega kaetud laikudena, kuid on vähem tüüpiline. Raskesti nakatatud põõsastel on lehestik kevadel kidur, lehti areneb sageli ainult põõsa alumises osas. Sellised põõsad kannavad vähe vilja ja kuivavad lõpuks ära. (Tahvel XXXII.)

Haigusetekitaja konidiaalseks staadiumiks on *Phoma* sp. Konidiaalne staadium areneb esimese aasta vaarikapõõsaste noortel võrsetel. Koniidid on väikesed, ovaalsed, hüaliinsed, üherakulised ja tekivad massiliselt suurtes tumepruunides pükniidides. Septembri keskel moodustub seene askostaadium — *Didymella applanata*. Mustad lamedad periteetsiumid valmivad järgmisel kevadel kaheaastastel võrsetel. Periteetsiumides tekivad silinderjad askused, milles arenevad kaherakulised teravnenud otstega hüaliinsed askospoorid. Askospoorid nakatavad varakevadel ja suvel noori vaarikavarsi. Haigus saavutab oma kulminatsiooni juulis-augustis.

Varrepõletikule on eriti vastuvõtlikud sordid 'Marlboro', 'Ussanka', 'Kaliningradi' jt.

Kaua aega peeti haiguse ainsaks tekitajaks seent *Didymella applanata*. Paljude autorite hilisemad uurimised näitasid aga, et varrepõletik tekib vaarikapõõsaste mitmesuguste füsioloogiliste häirete tagajärjel putukate ja seente koostoimel (J. Žerbele, 1962). Vaarika noortel üheaastastel vartel praguneb epidermis ebasoodsate välisfaktorite mõjul. Nendesse pragudesse muneb vaarika-varresääsk (*Thomasiniana theobaldi*) ning selle arenevad vastsed kahjustavad noori vaarikavarsi. Vaarika-varresääse tekitatud vigastused soodustavad omakorda ka seennakkust, samuti on kahjur seene eoste mehaaniliseks levitajaks.

Eespool kirjeldatud haigustunnuseid vaarikavartel põhjustavad ka seened *Leptosphaeria coniothyrium* ja *Fusarium culmorum*. N. A. Rjabkova (1966) vaatleb oma katsete tulemusena vaa-

rikavarrepõletikku seene *Sphaceloma necator* kahjustuse, s. t. vaarika-atraknoosi erivormina — «purpurlaiksusena». «Purpurlaiksus» avaldub väikeste, hiljem suurenevate pruunikas-violetsete, laialivalguvate laikudena nii võrsetel kui ka lehtedel. Haigus areneb juulis-augustis, tabades täiskasvanud vaarikapõõsaid. Selleks ajaks on taimede haiguskindlus tunduvalt alanenud, mistõttu seene mütseel levib takistamatult nakatatud kudedes. Parasiidi poolt eritatavate toksiinide mõjul pruunistuvad ja hävivad vaarikavarte kooreosad. Haigusetekitaja identifitseerimiseks eraldas N. Rjabkova laikudel esinevaid eoseid kultuuri ja nakatas nendega kunstlikult vaarika võrseid. Kunstliku nakatamise tulemusena arenesid võrsetel vaarika-antraknoosile tüüpilised laigud ja haavandid, mis kinnitas, et «purpurlaiksuse» tekitajaks on *Sphaceloma necator*. Seen *Didymella applanata* aga ilmub saprofüüdina eelnevalt nõrgestatud või hävivatele vaarikataimedele.

Vaarikarooste (*Phragmidium rubi-idaei*)

Nakatatud vaarikalehtede ülemisel küljel arenevad kevadel väikesed kollased kevised koos kevadeostega. Seene kevadeosjärk võib alguses tekkida ka üheaastastel vartel, moodustades seal oranžikaid, hiljem halle tolmavaid haavandeid. Seene mütseel areneb kahe aasta jooksul ja täidab kogu varre sisemuse. Nakatatud kohtades muutub vars lamedaks, võrsed murduvad ja hävivad. Sageli nad aga talvituvad ja surevad kas kevadel või viljakandmise ajal. Kevadeoste asemele tekivad lehe alumisele küljele väikesed kollased tolmavad suvieospustulid. Suve jooksul tekib mitu põlvkonda ovaalseid üherakulisi oranžikaid kergelt ogajaid suvieoseid. Tumepruunid 6—10-rakulised paksukestalised talveosed väljuvad kimpudena lehekoest. Talveosed talvituvad nakatatud varisenud lehtedel ja on ainsaks primaarse nakkuse allikaks. Kevadel idanevad talveosed basidiospoorideks, mis nakatavad vaarikapõõsaid. Vaarikapõõsastel tekib seene kevadeosjärk.

Haigusetekitaja *Phragmidium rubi-idaei* on täistsükliline peremeestaimevahelduseta roosteline, mille kõik eosjärgud arenevad vaarikal. (Tahvel XXXV.)

Vaarika-helelaiksus (*Septoria rubi*)

Vaarika-helelaiksus on laialt levinud, kuid ei põhjusta märkimisväärset kahju.

Haigus tabab nii vaarika lehti kui ka varsi. Lehtedel tekivad arvukad ümarad määrdunult valkjad purpurpunase äärisega laigud. Laikudel on näha väikesed mustad täpikesed — seene pükniidid. Aja jooksul muutub laikude keskkoht heledamaks ja langeb koos pükniididega välja. Hiljem muutuvad lehed pruuniks

ja kuivavad. Vartel, eriti pungade läheduses, arenevad heledad laialivalguvad laigud mustade pükniididega. Nakatatud varreosas koor lõheneb.

Haigusetekitaja konidiaalseks staadiumiks on *Septoria rubi*, askostaadiumiks — *Mycosphaerella rubi*. Konidiaalne staadium areneb lehtedel kogu suve jooksul. Eosed on niitjad, kõverdunud, hüaliinsed, 2—4 vaheseinaga. Suurenenud õhuniiskuse esinemisel väljuvad eosed pükniidi pinnale, moodustades seal limatilga. Eosed idanevad kiiresti ilma infektsioonitilgata. Askospoorid on munajad, kaherakulised ja idanevad ainult infektsioonitilgas. Peamiseks primaarse nakkuse allikaks on nakatatud vaarikavarred, millel arenevad seene periteetsiumid.

Vaarika-viirushaigused

Eesti NSV-s on täheldatud vaarikal järgmisi viroose: nõialuudsust ja rookloroosi.

Vaarika-nõialuudsus ehk kääbuslikkus

Vaarika-nõialuudsus on paljudes kohtades levinud ohtlik haigus, mille all kannatavad eriti sordid 'Spirini nr. 14', 'Billiardi alatikandev', 'Standard' ja 'Kuzmini uudis'. Nakatatud põõsas jätab kokkusurutud mulje, tema kasv on tugevasti pidurdatud. Võrsete arv ühel põõsal võib ulatuda paarisajani või isegi rohkem. Lehed asetsevad tihedalt üksteise kõrval. Nad on väikesed ja tumerohelised. Haiguse tagajärjel langeb saak tunduvalt või nakatud põõsad ei anna üldse saaki.

Vaarika-rookloroos ehk -mosaiik

Vaarika-rookloroos on meil samuti laialt levinud, esineb eriti sageli sortidel 'Lloyd George', 'Ussanka', 'Marlboro' jt. Haiged põõsad jäävad kasvus maha, saak alaneb, saagi kvaliteet halveneb. Meie tingimustes võib saak väheneda, olenevalt sordist, 10—75% (A. Tiits).

Haiguse välistunnuseks on leheroodude klorootilisus (mosaiiksus). Võrsed jäävad tavalisest peenemaks, viljad on väikesed, ühepoolsed, kuivad ja hapud. Haigus levib istutamismaterjaliga. Viiruse siirutajateks on lehetäid. (Tahvel XXXIV.)

Vaarika füsioloogiline kloroos

Füsioloogiline kloroos on ohtlik vaarika mittenakkushaigus, mis halvab tabatud põõsa kõiki eluavaldusi. Kloroosi täheldati Eestis juba ammu. Eriti tugevasti avaldub ta halvasti kuivendatud happelise reaktsiooniga madalsoo-turbamullal (A. Tiits).

Kloroos avaldub lehtede kolletumises alates võrsetippudest, samuti kolletuvad tupplehed ja viljaraag. Nii ühe- kui ka kaheaastastel võrsetel on lehed tervetest tunduvalt väiksemad. Haige lehe assimilatsioonipind on ca 50% väiksem kui tervel lehel. Kahjustatud põõsastel on seejuures umbes 30% rohkem lehti kui tervetel. Nende õiekobarad on lühikesed, õied väikesed ja kollakad. Viljad on ühepoolsed, väikesed, kuivad ja halvamaitselised.

Kloroositunnused avalduvad vaarika vegetatsiooniperioodi alguses, kuid vaibuvad teatud määral suve lõpuks. Haiged põõsad läbivad kõiki fenofaase tunduvalt kiiremini kui terved põõsad.

Vaarika füsioloogilist kloroosi põhjustavad ebasoodsad ökoloogilised tingimused, näiteks turbamulla vähene rauasisaldus või liigniiskusest tingitud raua halb omastamine taimede poolt, samuti magneesiumi- ja mangaanipuudus. Märgades tihedates muldades võib kloroosi põhjustada juurte puudulik varustamine hapnikuga.

Kloroosi all kannatavad vaarikapõõsad on väga vastuvõtlikud mitmesugustele ebasoodsatele keskkonnatingimustele, nagu kuivusele, külmale jne. Seetõttu on ka haiged vaarikaistandused väheproduktiivsed.

Maasika- ja vaarikahaiguste tõrje

Maasikaid ja vaarikaid tuleb istutada ainult hästi haritud ja väetatud mulda, soojadele, parajalt niisketele ja tuulte eest varjatud maa-aladele. Rikkalikult tuleb anda orgaanilisi ja mineraalväetisi, teha sügiskünd ja kasvatada kahe aasta vältel mitmeaastasi põldheinu. Kevadel kultiveeritakse ja äestatakse mulda, rasketel muldadel tehakse kordukünd. Kuigi maasikad ja vaarikad kasvavad ka happelistel muldadel, mõjuvad tugevasti happelised mullad nende arengule negatiivselt, mistõttu selliseid muldi tuleb lubjata: vaarikate puhul eelkultuuride kasvatamise ajal või enne vaarikate istutamist, maasikate puhul aga 1—2 aastat enne istutamist. Headeks eelkultuurideks maasikale ja vaarikale on liblikõielised kultuurid. Eelkultuurideks ei sobi kartul, tomat, karusmari jt.

Maasika- ja vaarika-emaaedades täita rangelt kõiki agrotehnilisi nõudeid, viia süstemaatiliselt läbi profülaktilisi pritsimisi. Maasika-emaaedades on soovitatav maasikaistikuid töödelda 45—46°-ses vees 13—15 minuti jooksul. See menetlus vabastab maasikaistikuid nii nematoodidest kui ka bakterioosist, juuremädanikest ja koguni viirustest. Kirjanduses leidub andmeid, et nimetatud menetluse rakendamisel väheneb ka maasika nakatumine viirushaigustesse. Viirus- ja bakterhaiguste tõkestamiseks teha putukatõrjet. Enne istutamismaterjali emaaedadest välja-

laskmist teha fütopatoloogiline aprobatsioon. Haiged taimed kõrvaldada ja hävitada.

Istutada ainult täiesti terveid maasika- ja vaarikaistikuid. 3—4 nädala pärast kontrollida noort istandust ja praakida välja kõik viirushaiguste, vaarika-antraknoosi jt. tunnustega taimed.

1—2 korda suve jooksul viia läbi taimede profülaktilisi pritsimisi 1%-lise bordoo vedelikuga või 0,5%-lise vaskoksiidkloriidi- või 0,3%-lise figooni- või 0,7%-lise kaptaani- või 0,7%-lise tsinebisuspensiooniga. Vaarikarooste lööbimisel tolmutada vaarikaid jahvatatud väävliga (25 kg/ha) või pritsida neid 2%-lise kolloidväävlisuspensiooniga. Ühtlasi kasutada insektitsiide putukate hävitamiseks. Süstemaatiliselt teha umbrohutõrjet.

Kandeealistes maasika- ja vaarikaistandustes hävitada varisenud lehed koos neil talvitunud nakkusalgmega. Maasikaistandustes läbi viia varakevadine pritsimine 3—4%-lise bordoo vedelikuga. Enne õitsemist pritsida taimi 1%-lise bordoo vedelikuga või 0,7—1%-lise kaptaani- või 1%-lise TMTD-lahusega maasikalaikpõletiku, -punalaiksuse ja -helelaiksuse tõrjeks. Hahkhallituse arengule soodsate tingimuste esinemise puhul korrata pritsimist 5—7 päeva pärast 0,5%-lise kaptaanilahusega. Enne õitsemist läbi viia taimede pealtväetamine kaaliumväetistega ja multšeerida mulda puhaste õlgede või turbaga. Marjade valmimise ajal ära korjata ja hävitada haiged marjad. Pärast saagi koristamist pritsida taimi 1—2 korda fungitsiididega. Vaarika füsioloogilise kloroosi vastu rakendatakse vastavaid agrotehnilisi võtteid mulla struktuuri parandamiseks. Haigeid põõsaid pritsitakse suve algul 0,5%-lise raudsulfaadiga või 1%-lise bordoo vedelikuga. Häid tulemusi annab ka raudsulfaadi muldaviimine arvestusega 100—150 g ühe põõsa alla.

Vaarikaistandustes viia läbi varakevadel põõsaste ja mulla radikaalne pritsimine 3%-lise bordoo vedelikuga või 0,5%-lise vaskoksiidkloriidisuspensiooniga. Mulla pritsimiseks võib kasutada ka 1%-list DNOK-i suspensiooni. Mulla multšeerimine toimub sõnnikuga, turbamulla või õlgedega (6—8 cm paksuselt). Lehtede ilmumisel pritsida vaarikapõõsaid 1%-lise bordoo vedelikuga või 0,5%-lise vaskoksiidkloriidi- või 0,7%-lise tsinebisuspensiooniga. Pritsimiste arv ja nende läbiviimise aeg sõltub haiguste dünaamikast ja intensiivsusest, ilmastikust ja muudest kohalikest tingimustest. Üldiselt on soovitatav pritsida teist korda enne õitsemist, järgmine kord pärast saagi koristamist. Samuti tuleb nii maasika- kui ka vaarikaistandustes teha putuka- ja umbrohutõrjet.

Sügisel multš hävitada ja mulda töödelda mürkkemikaalidega, et likvideerida haigusetekitajate talvituvaid vorme. Maasikavõsundid ja surnud, s. o. juba viljakandnud vaarikavarred lõigata.

KÖÖGIVILJA- JA PUUVILJAHAIGUSED HOIDLATINGIMUSTES

Ületalve säilitamisel arenevad köögi- ja puuviljal aja jooksul mitmesugused patoloogilised protsessid, mida põhjustavad kas füsioloogilised häired mugulates, juurviljades ja viljades või mikroorganismid. Ebasoodsates hoidla- ja laotingimustes võib hävida küllaltki suur protsent salvestatud saadustest.

Füsioloogiliste häirete tõttu tekivad kaod peamiselt mugulate, juurviljade ja viljade hingamise ja auramise intensiivistumise tagajärjel. Seoses suurenenud hingamisega langeb juurviljade ja viljade suhkrusisaldus, intensiivistunud auramisega kaasneb ka veekadu. N. Naumovi andmeil (1952) kaotavad õunad säilitamisperioodil umbes 25% suhkrut. Nende veekadu on erinev olenevalt sordist ja hoidlatemperatuurist, kuid 100 päeva jooksul moodustab see 4—15%. Eriti intensiivne on mugulate, juurikate ja viljade transpiratsioon säilitamise algul.

Säilitamisperioodil ilmneb ka saagi koristamisel tekitatud mehaaniliste vigastuste negatiivne mõju, mis avaldub selles, et vigastatud mugulad, juurviljad ja viljad halvasti säilivad. Halvasti säilivad ka külmast kahjustatud köögi- ja puuviljad.

Suurimat kahju tekitavad säilitamisel aga seened ja bakterid. Veekao tagajärjel väheneb vilja või mugula kudedes turgor, mistõttu nad muutuvad vastuvõtlikuks poolparasiitide ja saprofüütide tekitatud mädanikele. Poolparasiitide ja saprofüütide sissetungimist kudedesse soodustab mitmesuguste vigastuste ja haavandite olemasolu mugulate ja viljade pinnal. Sageli võivad tähtsusetud saprofüüdid köögi- ja puuviljale ebasoodsates säilitamistingimustes muutuda ohtlikeks haigusetekitajaiks, nagu näiteks mitmed *Botrytis*'e, *Fusarium*'i, *Penicillium*'i, *Mucor*'i ja teised liigid. Paljud mikroorganismid nakatavad vastavaid kultuure juba nende vegetatsiooniperioodil ja jätkavad oma arengut hoidlates ja ladudes. Siia kuuluvad näiteks valgemädanik, kapsalehesoonte bakterioos, mustmädanik ja ebajahukaste, porgandimustmädanik ja -fomoos, sibula-hahkhallitus jt.

Säilitamisel kahjustuvad kõige enam kartul, porgand ning õunad ja pirnid.

Kartulit rikuvad kõige rohkem mugulamädanikud. Mugulad võivad nakatuda juba põllul, seda soodustavad rohked sademed või varajased öökülmad sügisel. Haigestumine progresseerub säilitamisel. Mugulamädanikud jagunevad kahte rühma: 1) kõva-, 2) pehme- ehk märgmädanikud. Kõvamädanikest kahjustatud mugulad on veel tarvitamiskõlblikud. Märgmädaniku korral aga

muutub kartulimugulate sisu märjaks pudrutaoliseks massiks. Teatud tingimustes võivad kõik kõvamädanikud üle minna märgmädanikeks.

Kartuli-pruunmädanik (*Phytophthora infestans*)

Mugulad nakatuvad pruunmädanikusse juba vegetatsiooniperioodil, kuid haiguse tunnused ilmnevad sageli alles säilitamisel. Mugulatel tekivad tumepruunid kõvad sissevajunud laigud. Poolitamisel on näha, et laigu alt on mugula sisu pindmistes kihtides pruuniks muutunud. Koe pruunistumine on tingitud seene toksiinidest, mis surmavad kartuli rakke. Kui temperatuur püsib hoidlas 0—2° piirides, siis pruunmädanik edasi ei levi. Peamine oht seisab selles, et nakatatud mugulad on vastuvõtlikud teistele mädanikele, eriti aga märgmädanikele, mistõttu mugulad hävivad.

Kartuli-kuivmädanik (*Alternaria solani*)

Mugulad võivad kuivmädanikusse nakatuda juba põllul. Säilitamisel avalduvad haiguse tunnused tumedate sissevajunud laikudena mugulatel. Laigu alt on mugula sisu kuni 1 cm sügavuseni muutunud mustjaspruuniks ja kuivaks. Nakatatud osa eraldub selgesti mugula tervest koest. Sageli esineb pruunistunud osas halli seeneniidistikuga täidetud õõnsus. Selliselt kahjustatud mugulad hävivad täielikult. Kuivmädanik soodustab mugulate nakatumist valge- ja märgmädanikusse.

Kartuli-valgemädanik (*Fusarium* sp.)

Selle haiguse tekitajaks on mitmed *Fusarium*'i liigid, mis sageli koondatakse *Fusarium solani* nimetuse alla. Mõnikord võivad mugulad nakatuda valgemädanikusse juba põllul, peamiselt aga nakatuvad nad siiski hoidlas, kuhu haigusetekitaja satub koos mullaga. Valgemädanik progresseerub järjest: haigete mugulate arv kasvab pidevalt. Haiguse tüüpiliseks välistunnuseks on erineva suurusega kühmukeste tekkimine mugula pinnale; kühmukesed on kaetud valgete, sinakate või roosakate eospadjanditega. Mugula kude pruunistub ja kortsub, mistõttu mugulad tõmbuvad kipra ja kuivavad, neid pigistades lagunevad nad pulbriliseks tumepruuniks massiks. Mugula sisemuses tekivad õõnsused, milles areneb seeneniidistik. Suure õhuniiskuse korral hakkavad mugulad kergesti mädanema, muutudes pehmeks pudrutaoliseks massiks. Valgemädanik areneb enamasti säilitamisperioodi teisel poolel. Haigus tabab peamiselt pruun- ja kuivmädanikust kahjustatud mugulaid.

Kartuli märg- ehk pehmemädanik (*Erwinia* sp., *Pseudomonas* sp.).

Märgmädaniku tekitajaiks on mitmed bakterite liigid perekondadest *Erwinia*, *Pseudomonas* jt. Kõige sagedamini esineb *Erwinia phytophthora*. Nakatatud mugulate pinnale tekivad mustad märjad plekid, kude muutub pehmeks. Kui hoidla on väga niiske, lagunevad mugulad lühikese aja jooksul limaseks halvasti lõhnavaks massiks. Märgmädanikesse nakatud mugulatega kokkupuutudes hakkavad ka terved mugulad kiiresti mädanema, seepärast tuleb kõik märgmädanikest tabatud mugulad saagist välja sorteerida.

Kartuli-hõbekärn (*Spondylocladium atrovirens*)

Mõnikord esineb hoidlates ka hõbekärn, mida põhjustab seen *Spondylocladium atrovirens*. Hõbekärnanakkus toimub juba põllul. Värskelt väljakaevatud mugulate pinnal leidub suurel hulgal tume- või hõbehalle laike. Kui hoidlas on temperatuur kogu säilitamisperioodil madal, siis on seene elutegevus aeglane ja koniide ei teki. Seen säilib antud juhul mugula sisemuses värvitu mütseelina, mis hiljem muutub pruuniks või hõbehalliks. Hõbekärna nakatunud mugulad annavad nõrku musti idusid. Haigusega kaasnevad sageli ka seene *Colletotrichum atramentarium* eosed ja sklerootsiumid.

Porgandi-valgemädanik (*Sclerotinia libertiana*)

Porgandi juurviljadel tekib valge vatitaoline kirme — seeneniidistik, milles aja jooksul arenevad mustad seenemügarad. Mütseelist erituvad veetilgad. Nakatatud kude muutub tumedaks, vesiseks ja laguneb kiiresti. Juurviljade hingamine on intensiivsem kui tavaliselt. Haigestumist valgemädanikusse soodustab taime elujõu nõrgenemine vegetatsiooniperioodil varajaste külmade, liigkuivuse või -niiskuse tagajärjel. Hoidlasse satub seen juurviljade või mullaosakestega, milles leiduvad mütseeliosakesed või sklerootsiumid. Haigus levib hoidlas nakatatud juurviljade kokkupuutumisel tervetega. Peale porgandi kahjustab valgemädanik veel kapsast, peeti, sibulat, sellerit, peterselli jt. (Tahvel XXVI.)

Porgandi-kuivmädanik (*Alternaria radicina*)

Porgandi-kuiv- ehk -mustmädanik algab juurvilja tipust või küljelt. Juurviljadel arenevad kuivad mustad sissevajunud laigud. Nakatatud kude muutub mustaks ja kattub algul halli, hiljem tumeneva kirmega, mille moodustavad seene *Alternaria radicina* koniidikandjad koos koniididega. Mädanik levib juur-

viljade sisemuses. Kuivmädanik on ohtlik seetõttu, et ta põhjustab pungade hävimist säilitamisel. Kahjustatud seemneistikud närbuvad väljaistutamisel. Hoidlasse satub haigus nakatatud juurviljadega.

Märgmädanik (*Erwinia carotovora*)

Märgmädanik võib väga lühikese aja jooksul hävitada kogu säilitatava porgandivaru. Mädanik algab juurvilja kaelast. Lõpuks muutub kogu juurvili pehmeks pruuniks halvasti lõhnavaks massiks. Nakkust soodustavad mehaanilised vigastused. Haiguse kulgemist kiirendavad suur õhuniiskus ja kõrge temperatuur. Nakkusallikaks on muld. Märgmädaniku tekitajaks porgandil on peamiselt bakter *Erwinia carotovora*, mis peale selle kahjustab veel kartulit, kaalikat, sibulat ja teisi köögivilju.

Kapsa-, kaalika- ja naeri-kuivmädanik (*Phoma lingam*)

Säilitamisperioodi teisel poolel tekivad nimetatud juurviljadel kuivad hallid sissevajunud laigud. Laikude pinnal võib leida väikesi musti täppe — seene pükniide. Nakatatud koed lagunevad, neis tekivad tühikud. Haigust põhjustab seen *Phoma lingam*, mis kahjustab taimi juba põllul kasvuajal.

Hahkhallitus kapsal (*Botrytis cinerea*)

Hahkhallitus võib tekitada kapsale säilitamisel suurt kahju. Tavaliselt saab nakkus alguse juba kasvuperioodil. Hoidlas areneb kapsapea pinnal kohev hallituskirme väikeste mustade täpikestega. Nakatatud kude tumeneb, hakkab mädanema ja laguneb lõpuks. Haigus satub hoidlasse nakatatud kapsapeadega ja progresseerub siin kiiresti, eriti kõrge temperatuuri esinemisel. Peale kapsa kahjustab hahkhallitus ka teisi juurvilju, samuti puuvilju. (Tahvel XXV.)

Sibula-hahkhallitus (*Botrytis allii*)

Hahkhallituse puhul esinevad sissevajunud kuivad laigud peamiselt sibulakaela piirkonnas, kust haigus levib sibulasse. Nakatatud koel, enamasti soomuste all, areneb oliivjas kirme mustade seenemügaratega. Kude pehmeneb, omandab keedetud sibula ilme ja muutub mustjaspruuniks. Haigus intensiivistub kevadel, kui temperatuur hoidlas tõuseb. Hahkhallituse arenemist soodustab niiske ilmastik sügisesel kasvuajal ja sibulate puudulik kuivatamine pärast koristamist.

Peale hahkhallituse haigestub sibul säilitamisel veel mitme-

sugustesse bakterioosidesse ja fusarioosi. Nimetatud haigustele on eriti vastuvõtlikud kergelt külmavõetud sibulad.

Õuna- ja pirni-mõrumädanik (*Gloeosporium fructigenum*)

Viljadel tekivad kiiresti suurenevad ümmargused pruunid laigud, millel ringidena asetsevad hele- või tumepruunid eospadjandid. Viljad muutuvad mõruks ja hakkavad mädanema. Mõrumädaniku arenemist soodustab kõrge temperatuur, madal temperatuur aga pidurdab seda. (Tahvel XXXV.)

Punakaste õuntel (*Fusarium herbarum*)

Haigus tabab vilju juba kasvuajal, kuid ei ole algul märgatav. Haigusetekitaja *Fusarium herbarum* tungib tupplehtede ava kaudu viljasüdamikku ning tekitab seemnepesades vatitaolist roosakat, valget või rohekat hallitust. Õun muutub haiguse tagajärjel pruuniks ja mõruks. Mõrumädanik progresseerub õunte säilitamisel.

Roheline hallitus õuntel (*Penicillium* sp.)

Valminud õuntel muutub viljaliha klaasjaks ja helepruuniks. Kahjustatud viljade pinnale tekivad erineva suurusega rohekad hallituspadjandid. Haigust põhjustavad mitmesugused *Penicillium*'i liigid. Tugeva esinemise korral võib roheline hallitus muutuda väga ohtlikuks ja alandada tugevasti viljade väärtust. (Tahvel XXXV.)

Nutthallitused (*Mucor* sp., *Rhizopus nigricans*)

Nakatatud viljadel areneb mustadest nuttidest koosnev tihe hallituskirme, mille moodustavad mitmed *Mucor*'i liigid ja *Rhizopus nigricans.*

HAIGUSTE TÕRJE HOIDLATES JA LADUDES

Võitlus köögi- ja puuviljakadude vastu säilitamisel algab tegelikult juba vegetatsiooniperioodil. Taimede hooldamisest, nende toitumisrežiimist, veevarustusest, koristusaegadest ja viljade küpsusastmest koristamisel oleneb suuresti ka juur- ja puuviljade säilivus, nende vastupidavus haigustele hoidlatingimustes. Praktika on näidanud, et näiteks porgandid, mis said kasvuperioodil küllaldaselt kaalium- ja fosforväetisi, säilivad hästi ületalve, olles vastupidavad nii valge- ja kuivmädanikule kui ka teistele haigustele. Kaaliumväetised tõstavad peale selle porgandi

mehaanilist resistentsust haigustele, sest nende mõjul tekib porgandil tugevam korkkude, mis raskendab mikroorganismide sissetungi juurvilja. Seevastu aga haigestuvad kergesti porgandid, mis on saanud ainult või peamiselt lämmastikväetisi. Mida suurem on porgandi lämmastikainete sisaldus, seda rohkem nakatub ta ka valgemädanikusse. Seepärast haigestuvad säilitamisel eeskätt porgandid, mille pealtväetamiseks on kasutatud salpeetrit.

Haiguste leviku pidurdamiseks hoidlates ja ladudes tuleb täita järgmisi nõudeid.

1. Hoidla ümbrusest koristada varakult mädanenud juur- ja puuvilja jäänused ning igasugune muu praht. Kohe pärast hoiuruumide vabanemist, kuid mitte hiljem kui 1—1,5 kuud enne koristatud saaduste salvestamist puhastada nad korralikult kõikidest jäätmetest, tuulutada ja desinfitseerida. Desinfitseerimiseks kasutada kas 4%-list kloorlupja, 25—30%-list lubjapiima, 0,8%-list formaliini või 1%-list vasksulfaati või gaasitada väävliga. Gaasitamiseks arvestatakse 1 m^3 kohta 40—80 g väävliõit või jahvatatud väävlit. Ruumid peavad olema võimalikult kuivad, temperatuur 20° C. Ruumid hoitakse gaasi all 24—36 tundi, pärast gaasitamist tuleb neid tuulutada 24—48 tundi.

2. Hoolitseda juur- ja puuvilja nõuetekohaste säilitamistingimuste eest. Kõige tähtsam on õige temperatuuri- ja niiskuserežiim. Temperatuuri tõus optimaalsest kõrgemale kutsub esile juur- ja puuviljade hingamise intensiivistumise, mille tagajärjel nende kaal väheneb ja nad riknevad kiiresti. Üleliigne niiskus soodustab haigusetekitajate mikroorganismide elutegevust, puuduliku niiskuse esinemine aga põhjustab juur- ja puuviljade turgori kadumist ja nende närbumist, mis alandab nende toitevääртust ja maitseomadusi. Optimaalne niiskus on 70—95% (sibulale 70%, porgandile 82—85%, kapsale kuni 90%, õuntele 85—95%, pirnidele 85—90%), optimaalne temperatuur 0—2° C. Temperatuuri ööpäevane kõikumine ei tohi ületada 1° C, relatiivse õhuniiskuse kõikumine mitte 10%. Et hoidlates oleks küllaldaselt hapnikku, tuleb hoolitseda korraliku ventilatsiooni eest. Hästi õhustatud hoiuruumides on kahjulike mikroorganismide elutegevus pärsitud.

3. Köögi- ja puuviljad tuleb õigeaegselt koristada. Kõik mittevalminud, ülevalminud ja niiske ilmaga koristatud juur- ja puuviljad hakkavad säilitamisel kergesti mädanema. Saagi koristamisel tuleb vältida mehaanilisi vigastusi. Juurviljad, mugulad ja viljad, mis on lõhenenud, vigastatud või mädased, tuleb välja praakida. Samuti tuleb eraldada kõik nakatatud seemneistikud, sest säilitada tohib ainult täiesti terveid seemneistikuid. See alandab kadusid hoidlates kuni ühe kolmandiku võrra.

4. Enne seemneistikute hoidlatesse paigutamist on soovitatav neid tolmutada. Seemneistikuteks valitud kapsapäid tolmutatakse

kriidipulbriga (1000 g/ts), juuri aga granosaani ja kriidi seguga (1 : 10 arvestusega 150 g/ts). Tolmutatud kapsa seemneistikud säilivad väga hästi ületalve ja annavad järgmisel aastal ka suuremat saaki.

Nagu kapsa seemneistikute puhul, nii annab ka teiste köögiviljade seemneistikute tolmutamine häid tulemusi. Sibulat tolmutatakse samuti kriidipulbriga (100 g/ts), porgandit ja teisi juurvilju aga lubjatolmuga. Eriti efektiivne on porgandi seemneistikute tolmutamine preparaadiga TMTD (500—700 g/ts). Seemnekartuli mugulaid on soovitatav pärast koristamist hoida 10—12 päeva valguse ja päikese käes. Selle tagajärjel tekib mugulates klorofülli ja solaniini, mis teeb neid säilitamisperioodil haigustele vastupidavamaks. Soovitatav on säilitada seemne- ja tarbekartul eraldi. S. Tupenevitši (1954) järgi on otstarbekas asetada salves oleva kartulihunniku ülemisele kihile 25—35 cm kõrgune kiht peete. Kartuli hingamisel tekkiv niiskus liigub peetidest koosnevasse kihti. Kartulid ei niisku seetõttu nii tugevasti ja nakatuvad palju vähem mädanikesse. Peedid on niiskusele vastupidavamad kui kartulid. Peetide kihti tuleb pidevalt kontrollida ja hallitanud või mädanenud peedid asendada uutega.

5. Säilitatavaid õunu ja pirne tuleb tihti kontrollida ja mädanemaläinud viljad välja praakida (sügisel kaks korda kuus, talvel üks kord kuus).

LISA

MÕNINGAID TAIMEHAIGUSTE LABORATOORSE UURIMISE MEETODEID

Taimehaiguste täpsemaks määramiseks ja nende tekitajate bioloogiliste iseärasuste uurimiseks kasutatakse spetsiaalseid meetodeid, mis on mõnevõrra erinevad mükooside, bakteriooside ja viirooside puhul. Nende meetodite täpsusest oleneb nii tõelise haigusetekitaja avastamine kui ka rakendatava tõrje suund.

Üheks tähtsamaks viisiks fütopatogeensete seente ja bakterite uurimisel on mikrobioloogiline meetod, eriti aga seente ja bakterite isoleerimine substraadist ja nendest kultuuri saamine.

Ainult kultuuris on võimalik uurida vastavat mikroorganismi, sest ta ei esine looduses kunagi puhtal kujul, vaid on alati tihedalt teistega seotud. Ainult kultuuris saab jälgida tema arenemistsüklit, morfoloogilisi ja bioloogilisi iseärasusi. Kultuuride abil on võimalik selgitada ka antud mikroorganismi füsioloogilisi protsesse: toitumist, hingamist, käärimist jm.

Eriti tähtis on aga see, et kultuure kasutatakse taimede kunstlikuks nakatamiseks haiguste diagnoosimisel. Ainult kunstliku nakatamise teel on võimalik üht või teist haigusetekitajat täpselt identifitseerida.

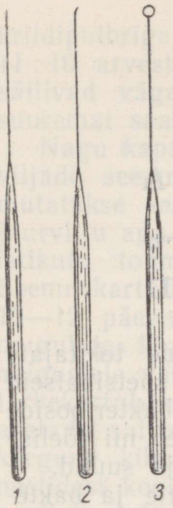
Kultuuride saamine nõuab suurt hoolt ja puhtust, et vältida nende saastumist teiste mikroobidega.

Pärast mikroorganismide isoleerimist kultuuri tuleb seda pidevalt jälgida, et saada täielik ülevaade mikroorganismi arengust. Seente ja bakterite eraldamise, söötmele külvamise, ümberkülvamise jm. kuupäevad tuleb alati üles märkida.

Fütopatogeensete seente ja bakterite kultiveerimiseks ja uurimiseks peavad laboratooriumis olema: mikroskoop, kuivatuskapid, termostaat, tsentrifuug, autoklaav, klaasnõud, külvinõelad, kastrulid ja kaalud. Peale selle on vajalikud väikesed teravaotsalised käärid, pintsetid, skalpellid, žiletiterad ja vahapliiatsid.

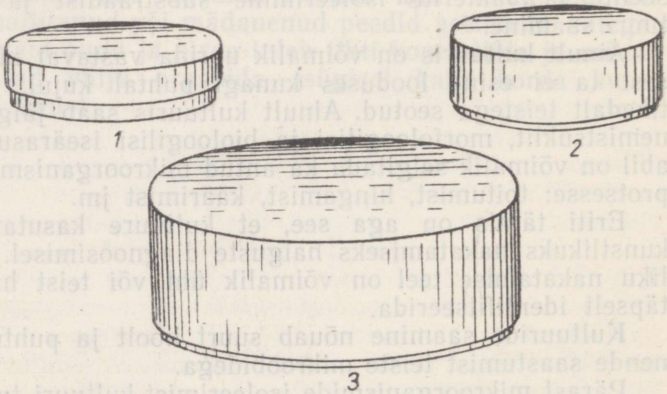
Külvinõelad. Tähtis tööriist kultuuride valmistamisel on külvinõel. Kasutatakse sirgeid, kõverdunud ja lamedaid nõelu ning aasasid (joonis 48).

Sirgeid nõelu kasutatakse külvide tegemiseks tahketele söötmetele. Nendele vajalikke nõelahoidjaid võib ka ise valmistada. Selleks võetakse umbes 20 cm pikkune ja 5-mm diameetriga



Joonis 48. Külvinõelad: *1* — sirge; *2* — kõverdunud; *3* — aas.

Joonis 49. *1* — Petri kauss; *2* — Kochi kauss; *3* — Esmacheri kauss.



klaastoruke, mida soojendatakse piirituslambi või gaasileegil. Siis tõmmatakse see pintsetiga peeneks ja murtakse keskosas pooleks. Avasse torgatakse terastraat. Seda hoitakse pintsetiga leegil ja sulatatakse klaasi. Terastraadi puudumisel võib külvinõelad valmistada ka üleni klaasist. Sel juhul sulatatakse samasuguseid klaastorukesi, nagu on eespool kirjeldatud, leegil ja tõmmatakse üks ots kapillaariks. Peenikese otsa pikkust saab soovikohaselt reguleerida, murdes ära liigse osa.

Kõverdunud nõelu kasutatakse kultiveeritava objekti väljavõtmiseks vedelast söötmest, samuti väiksemate eostekoguste haaramiseks.

Aasasid kasutatakse üheainsa eose ja bakterite isoleerimiseks. Sellel nõelal on klaaspulga või nõelahoidja otsa joodetud terastraat tipult aasaks keeratud.

Klaasnõud. Kultuuride valmistamisel kasutatakse kõige enam katseklaase, Petri, Kochi ja Esmacheri kausse, Erlenmeyeri, Vinogradski ja Pasteuri kolbe jt.

Katseklaase kasutatakse enamasti tahkete ja vedelate söötmete jaoks.

Petri kausid koosnevad kahest kausist — alumisest ja ülemisest. Nendes on väga hõlbus vaadelda kultuuri mikroskoobi all. Puuduseks on see, et kultuurid neis kiiresti saastuvad ja sööde ruttu kuivab.

Kochi ja Esmacheri kaussides säilitatakse objekte, millest tehakse külve. (joonis 49).

Kasutatavamad kolvid on Erlenmeyeri, Vinogradski ja Pasteuri kolvid. Pasteuri kolbides hoitakse peamiselt vedelsöötmeid. (joonis 50).

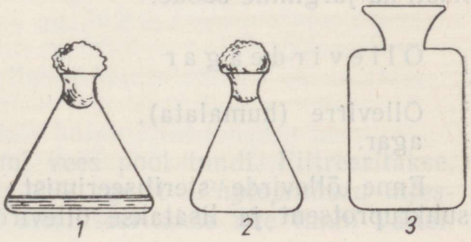
Steriliseerimine ja desinfitseerimine. Külvinõelu, skalpelle, pipette, pintsette ja žiletiteri niisutatakse denatureeritud või puhta piiritusega ja viiakse seejärel läbi piirituslambi leegi. Enne kasutamist peavad nad veidi jahtuma, et mitte kahjustada manipuleeritavat objekti.

Vajalikud klaasnõud steriliseeritakse sterilisaatoris või kuivatuskapis. Kolvid ja katseklaasid suletakse enne steriliseerimist vatist korkidega ning asetatakse traadist punutud korvikestes (nende puudumisel väikestes plekkpurkides) sterilisaatorisse. Petri kausid keeratakse ajalehepaberisse ja steriliseeritakse 2 tundi temperatuuril kuni 160°.

Kunstlikke tahkeid ja vedelaid söötmeid steriliseeritakse autoklaavis.

Söötmeiks kasutatavaid kartuleid, porgandeid ja puuvilju desinfitseeritakse kas formaliinis (1 osa 40%-list formaliini ja 30 osa vett), 95%-lises piirituses või 3—5%-lises karboolhappes jne. Desinfitseeritav objekt haaratakse steriilsete pintsettide vahele ja kastetakse vastavasse lahusesse. Ekspositsiooni aeg, olenevalt objektist ja kasutatavast kemikaalist, on mõni sekund kuni pool tundi.

Saadud kultuure tuleb hoida stabiilse temperatuuri juures. Selleks paigutatakse nad termoregulaatoriga termostaati. Seentele on sobivamaks temperatuuriks 18—25°, bakteritele 25—30°.



Joonis 50. Mitmesugused kolvid: *1* — Vinogradski kolb; *2* — Erlenmeyeri kolb; *3* — Pasteuri kolb.

Söötmed. Seeni kasvatatakse kunstlikel tahketel söötmetel (agarsöötmed) või loomulikel tahketel söötmetel (kartul, porgand jne.), baktereid peamiselt kunstlikel tahketel söötmetel. Heade tulemuste saavutamiseks mikroorganismide kultiveerimisel kunstlikes tingimustes tuleb valida selline sööde, mis vastaks antud seene või bakteri nõuetele. Tahkeid söötmeid valmistatakse agaril.

Söötmete valmistamise käik on üldjoontes järgmine.

1. Vajaliku koguse agari kaalumine ja peenestamine. Kui agar esineb juba liistakutena, ei ole seda enam vaja peenestada.
2. Agari leotamine vees (paar tundi enne keetmist). Leotamiseks võetakse pool ettenähtud veekogusest. Ülejäänud osa lisatakse enne keetmist. Agari keetmine kuni selle täieliku lahustumiseni.

Kui sööde valmistatakse mõnest vedelikust, näiteks õllevirdest, lihapuljongist jne., siis ei tule agarit vees leotada ega keeta, vaid selleks kasutatakse vahetult söötme jaoks ettenähtud vedelikku.

3. Agari steriliseerimine 40 minuti jooksul.
4. Retseptis ettenähtud ainete lisamine.
5. Saadud segu keetmine 10 minuti vältel.
6. Söötme valamine katseklaasidesse (igasse katseklaasi 4 cm^3).
7. Steriliseerimine ühe tunni vältel.

Kartuli-dekstroosiagar

20 g kartuleid,
2—5 g dekstroosi,
2 g agarit,
100 cm^3 vett.

Toores kartul tükeldatakse, valatakse veega üle ja steriliseeritakse 40 minutit. Saadud segu filtreeritakse, lisatakse vett esialgse mahuni ja seejärel agarit. Steriliseeritakse ühe tunni jooksul, lisatakse dekstroos. Sööde valatakse katseklaasidesse ja steriliseeritakse 1-Atm rõhu all.

Kirjeldatud söödet kasutatakse nõgiliste kasvatamiseks puhaskultuuris. Nende ja teiste kandseente kultiveerimiseks sobib väga hästi ka järgmine sööde.

Õllevirdeagar

Õllevirre (humalata),
agar.

Enne õllevirde steriliseerimist määratakse sahharimeetriga suhkruprotsent ja lisatakse õllevirdele niipalju vett, et suhkru-

protsent oleks 5—10 (kõige parem on 7%). Järgnevalt steriliseeritakse auru all ühe tunni vältel, filtreeritakse, lisatakse 2% agarit ja steriliseeritakse veel üks tund.

Kartuliagar

20 g kartulit,
20 g agarit,
100 cm^3 vett.

20 g kartulit puhastatakse, riivitakse, valatakse üle 50 cm^3 veega ja asetatakse üheks ööks külma kohta. Hommikul kallatakse leotusvesi ära, selle maht taastatakse vee lisamisega uuesti 100 cm^3-ni. Järgnevalt asetatakse sööde üheks tunniks autoklaavi, steriliseeritakse ja filtreeritakse. Lisatakse 2% agarit ja steriliseeritakse veel kord ühe tunni jooksul.

Nimetatud sööde on ette nähtud *Fusarium*'i liikide ja *Phytophthora infestans*'i kultiveerimiseks.

Kartuli-glükoosiagar

20 g kartulit,
10 g glükoosi,
2 g agarit,
100 cm^3 vett.

Kartul puhastatakse, tükeldatakse, valatakse veega üle ja steriliseeritakse 40 minuti vältel. Järgnevalt lisatakse endise mahuni vett ja 2% agarit ning steriliseeritakse ühe tunni vältel. Lisatakse 10 g glükoosi, sööde valatakse katseklaasidesse ja steriliseeritakse 1-Atm rõhu all.

Kaeraagar

10 g kaera,
2 g agarit,
100 cm^3 vett.

Kaerale valatakse peale 100 cm^3 vett ning asetatakse üheks tunniks kuivatuskappi (temperatuur 60°). Segu filtreeritakse, lisatakse endise mahuni vett ja 2% agarit ning steriliseeritakse ühe tunni vältel.

Oaagar

10 g ube,
2 g agarit,
100 cm^3 vett.

10 g ube keedetakse 100 cm^3 vees pool tundi. Filtreeritakse, lisatakse vett endise mahuni ja 2% agarit (*Phytophthora infestans*'i kultiveerimiseks 1%) ja steriliseeritakse ühe tunni vältel.

Sibulaagar

5 g sibulat,
2 g agarit,
100 cm^3 vett.

Sibul peenestatakse, kallatakse üle 50 cm^3 veega ja steriliseeritakse pool tundi autoklaavis. Järgnevalt segu filtreeritakse, lisatakse endise mahuni vett ja agarit, mis eelnevalt lahustatakse 50 cm^3 vees. Sööde steriliseeritakse poole tunni vältel, valatakse katseklaasidesse ning steriliseeritakse uuesti 1-Atm rõhu all.

Kirjeldatud söödet kasutatakse sibulahaiguste uurimisel.

Barnes'i sööde

K_3PO_4	— 0,1 g,
NH_4NO_3	— 0,1 g,
KNO_3	— 0,1 g,
Glükoosi	— 0,1 g,
agarit	— 2,5 g,
vett	— 100 cm^3.

Valmistamisviis nagu eelmiste söödete puhul. Barnes'i söödet kasutatakse kottseente puhaskultuuride jaoks.

Leoniani sööde

Leoniani söödet kasutatakse teisseente kultiveerimiseks. Filterpaber lõigatakse ühesugusteks ümmargusteks tükkideks, niisutatakse steriilse destilleeritud veega. Paberilõigud asetatakse üksteise peale ja pressitakse kokku. Järgnevalt neid kuivatatakse, asetatakse 20-cm^3 mahuga keeduklaasi ja steriliseeritakse autoklaavis. Enne külvi niisutatakse filterpaber 4 cm^3 söötmega. Sööde koosneb mineraalsooladest, peptoonist ja suhkrutest ning valmistatakse lahusena nõrgas, keskmises ja tugevas kontsentratsioonis. Keskmise kontsentratsiooniga lahuse saamiseks on vaja:

KH_2PO_4	— 1,2 g,
$MgSO_4$	— 0,6 g,
peptooni	— 0,6 g,
maltooosi	— 6,25 g,
maltsaekstrakti	— 6,25 g,
vett	— 1000 cm^3.

Mitmeid eespool kirjeldatud söötmetest võib kasutada ka bakterite kultuuride jaoks (kartuli-dekstroosiagar, kartuliagar, õllevirdeagar). Peale selle on olemas terve rida bakteritele spetsiifilisi söötmeid, mille aluseks on lihapuljong ja -ekstrakt.

Lihapeptoonpuljong

Selle valmistamiseks võetakse 500 g läbi hakkmasina aetud lahjat liha, pannakse emailkastrulisse, kallatakse üle ühe liitri kraaniveega ja jäetakse 12 tunniks külma kohta. Järgnevalt keedetakse 30 minutit. Tekkinud vaht riisutakse vahukulbiga pinnalt ja vedelik kurnatakse, seekord läbi filterpaberi. Filtraat valatakse liitrise mahuga klaassilindrisse ja lisatakse destilleeritud vett kuni ühe liitrini. Saadud lihapuljongile lisatakse liitri kohta 10 g peptooni ja 5 g puhast keedusoola. Soodalahuse lisamisega viiakse puljongi pH 7,6—7,4-le (pH määratakse kolorimeetriliselt Michaelise skaala järgi). Järgnevalt valatakse puljong katseklaasidesse või kolbidesse ja steriliseeritakse autoklaavis 1-Atm rõhu all 30 minutit. Kui puljong on hägune, tuleb selgitamiseks lisada üks munavalge.

Teatud söötmed omavad ka diagnostilist tähtsust, nagu näiteks lihapeptoon-tärklissööde, lihapeptoonsööde salpeetriga jt.

Lihapeptoon-tärklissööde

Sulatatud ja kuumale lihapeptoon-agarsöötmele lisatakse ühe liitri kohta 5 g eelnevalt külma veega segatud tärklist, loksutatakse hästi läbi, valatakse katseklaasidesse ja steriliseeritakse 30 minutit 1 Atm juures.

Lihapeptoonsööde salpeetriga

Ühele liitrile lihapeptoonsöötmele lisatakse 2 g keemiliselt puhast kaaliumsalpeetrit (KNO_3). Pärast selle lahustumist valatakse sööde katseklaasidesse ja steriliseeritakse 30 minutit 1 Atm juures.

Peale kunstlike söötmete võib seente kultiveerimiseks edukalt kasutada ka looduslikke (loomulikke) substraate, nagu steriliseeritud valge mesika (*Melilotus albus*) varsi, tooreid kartuli-, porgandi- ja teiste juurviljade lõike, keedetud nisu-, kaera- ja riisiteri jne. Kartulilõikudel kasvavad hästi ka bakterid.

Toores kartul söötmena

Toorest kartulit kasutatakse peamiselt *Phytophthora infestans*'i kultiveerimiseks. Kartulimugulad pestakse harja abil voolava vee all, desinfitseeritakse 30 minutit formaliinilahuses või niisutatakse piiritusega ja tõmmatakse kiiresti läbi leegi, hoides neid steriilsete pintsettide vahel. Formaliinis desinfitseerimise korral tuleb mugulaid järgnevalt pesta kraani- ja hiljem destilleeritud veega ja lasta õhu käes kuivada. Siis kooritakse neid steriilse noaga ja lõigatakse risti 3—5 lõiguks, igaüks paksusega 0,8—1,4 cm.

Ettevalmistatud kartulimugula lõigud asetatakse ühe- või kahekaupa steriilsetesse Petri või Kochi kaussidesse, mille põhi on vooderdatud destilleeritud veega niisutatud filterpaberiga. Kausid koos steriliseeritava materjaliga pakitakse enne sterilisaatorisse asetamist pärgamentpaberisse.

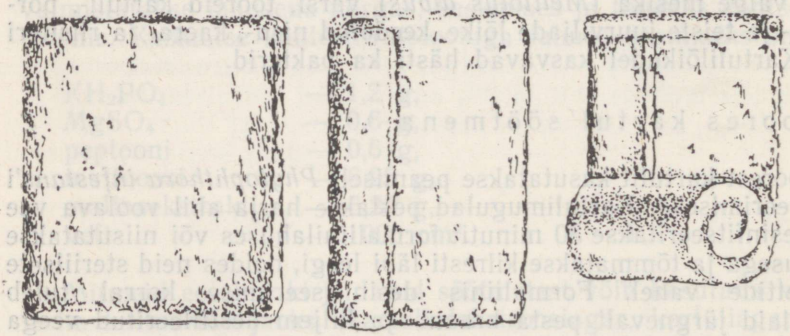
Niisamuti valmistatakse ka porgandi- ja teiste juurviljade lõikusid, mida steriliseeritakse veeta ja rõhuta, ning söödet valge mesika vartest. Sööde valge mesika vartest sobib paljude seente kasvatamiseks kultuuris.

Söötmete ettevalmistamine kasutamiseks. Söötme saastumise vältimiseks on klaasnõud, milles ta asub, kaetud vatist korgiga. Vattkorgil on see eelis, et ta kaitseb kultuuri riknemise eest ja samas laseb läbi õhku, nii et kultuuris kasvavad seened saavad neile vajalikku hapnikku küllaldaselt.

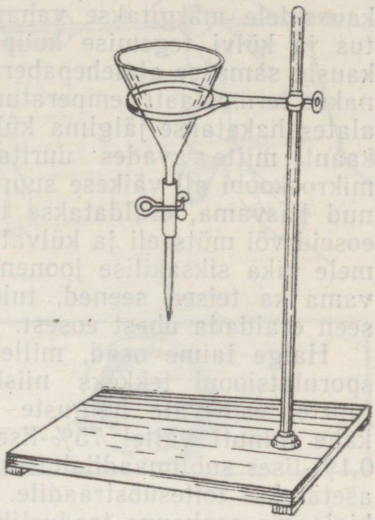
Vattkorkide valmistamist näidatakse joonisel. Kork peab olema kõvasti keeratud ja peab ulatuma katseklaasi 2 cm sügavuselt. (Joonis 51.)

Sööde valatakse katseklaasidesse läbi klaaslehtri, mis kinnitatakse puust statiivile (joonis 52). Lehtri otsa pannakse peenike kummist toru näpitsatega, kummist osa lõpeb klaastorukesega. Katseklaas hoitakse selle all, klaastorukese ots peab ulatuma katseklaasi ning sööde valatakse lehtrisse. Vajutades näpitsatele, juhitakse vajalik söötmehulk, tavaliselt 4 cm^3 katseklaasi. Pärast seda suletakse katseklaasid vattkorgiga, pannakse vastavatesse traadist punutud korvikestesse ja koos nendega sterilisaatorisse. Pärast steriliseerimist jäetakse katseklaasid korvikestesse veidi jahtuma ja asetatakse siis längasendisse, et hangunud sööde moodustaks katseklaasis kaldpinna. Kui vattkorgid on pärast steriliseerimist niisked, tuleb katseklaasid panna termostaati, et korgid kuivaksid.

Söötmeid ei ole soovitatav hoida väga külmas kohas, sest kui neid tuua sealt sooja ruumi, tekivad neil niiskusetilgad, mis takis-



Joonis 51. Korkide keeramine vatist.



Joonis 52. Seadeldis söötmete valamiseks katseklaasidesse.

tavad tööd. Selle vältimiseks tuleb nad paigutada mõneks ajaks termostaati. Kui kogu söötmehulka ei valata korraga katseklaasidesse, tuleb ülejäänud osa veel kord steriliseerida, et vältida selle riknemist.

SEENTE PÕHILISED KULTIVEERIMISVÕTTED

Seente kultiveerimisel on tähtsuse poolest esikohal haigusetekitaja — seene — ülekandmine nakatatud taimelt kunstlikule söötmele. Edaspidine töö seisab selles, et saada uuritavast seeneliigist puhaskultuuri.

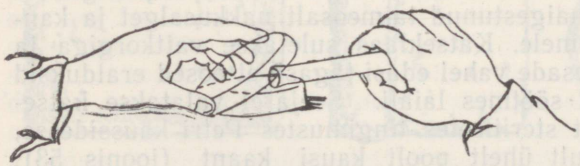
Et vastav seen asub taimel alati koos teiste mikroorganismidega, tuleb ta neist kõigepealt eraldada. Selleks tehakse ettevalmistav külv. Söötmel hakkavad kasvama kõik mikroorganismid, mis sattusid koos uuritava seenega kultuuri. Mõne päeva pärast isoleeritakse nende hulgast antud seen ümberkülvi teel kultuuri. Töö käik on järgmine.

Sööde kuumutatakse vesivannil või kuumaveenõus kuni vedeldumiseni ja lastakse jahtuda kuni 40°-ni. Steriilse skalpelliga või nõelaotsaga võetakse haigestunud taimeosalt nakkusalget ja kantakse katseklaasi söötmele. Katseklaas suletakse vattkorgiga ja seda liigutatakse peopesade vahel edasi-tagasi, et eosed eralduksid mütseelist ja hajuksid söötmes laiali. Seejärel valatakse katseklaasi sisu võimalikult steriilsetes tingimustes Petri kaussidesse, kergitades ettevaatlikult ühelt poolt kausi kaant (joonis 53). Sööde peab katma alumise kausi pinna ühtlase kihina. Petri

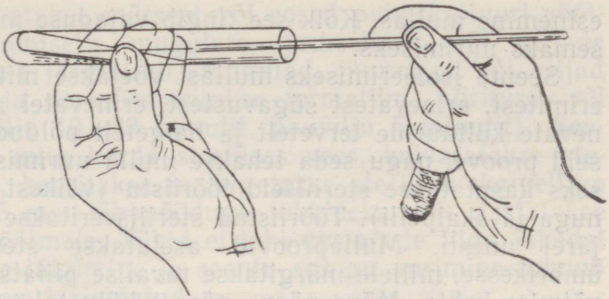
kaussidele märgitakse vahapliiatsiga kultiveeritava seene nimetus ja külvi tegemise kuupäev. Pärast seda keeratakse Petri kausid samasse ajalehepaberisse, milles neid steriliseeriti, ja pannakse termostaati temperatuuril 20—25°. Juba järgmisest päevast alates hakatakse jälgima külvatud seene arengut. Petri kausside kaant mitte avades uuritakse Petri kausse alumiselt küljelt mikroskoobi all väikese suurendusega. Kui uuritav seen on hakanud kasvama, eraldatakse tema kolooniast steriilse nõelaotsaga eoseid või mütseeli ja külvatakse üle steriilsesse katseklaasi söötmele pika siksakilise joonena. Juhul kui söötmel hakkavad kasvama ka teised seened, tuleb teha uus ümberkülv või uuritav seen eraldada ühest eosest.

Haige taime osad, millel eoseid ei ole, paigutatakse seente sporulatsiooni tekkeks niiskesse kambrisse. Vaskulaarsete ja juurtel esinevate haiguste puhul desinfitseeritakse taimeosasid kahe minuti vältel 75%-lises piirituses või viie minuti vältel 0,1%-lises sublimaadilahuses, loputatakse üle steriilse veega ning asetatakse toitesubstraadile. Parim toitesubstraat on EMI Mikrobioloogia osakonna teaduslike töötajate V. Lastingu ja D. Gurfeli poolt kasutuselevõetud streptomütsiinilisandiga linnasevirde agar, mis võimaldab kõrvaldada bakterite segavat toimet. Streptomütsiini pudelisse (500000 ühikut) lisatakse 5 ml steriilset vett. Lahust lisatakse 1 ml 200—250 ml agarile, kui see on jahtunud.

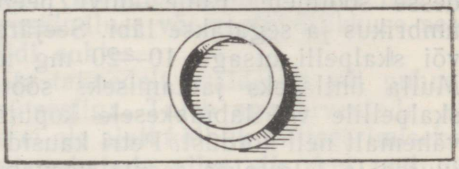
Seene isoleerimine ühest eosest. Et ühest eosest kasvatada puhast kultuuri, valmistatakse ette mitu katseklaasi 2 ml steriilse veega ja steriilsed Petri kausid. Siis võetakse katseklaasis kasvatatud kultuurist steriilse külvinõelaga väike hulk eoseid, asetatakse nad steriilse veega katseklaasi ja loksutatakse hästi läbi. Pärast seda kantakse aasa abil üle mõned tilgad; mikroskoobi all tehakse kindlaks eoste arv igas tilgas eraldi. Samuti arvutatakse välja nende aritmeetiline keskmine. Kui igas tilgas on näiteks kolm eost, lisatakse katseklaasi veel kahekordne annus vett. Oletades, et iga tilk sisaldab seejärel üheainsa eose, kantakse aasa abil mitu tilka Petri kausi kaane alla. Tilgad peavad asuma üksteisest küllalt kaugel. Mikroskoobi all tehakse kindlaks, kas igas tilgas on ainult üks eos. Üht eost sisaldavad tilgad märgitakse ära. Igale tilgale lisatakse tilgake söödet ja Petri kausi põhja valatakse veidi steriilset vett vajaliku niiskuse alal-



Joonis 53. Söötme valamine Petri kaussi.



Joonis 54. Külv katseklaasi.



Joonis 55. Van Thiegemi rõngas.

hoidmiseks. Alates järgmisest päevast hakatakse jälgima eoste arengut ja nende idanemist. Pärast eoste idanemist kantakse seen üle katseklaasi söötmele. (Joonis 54). Tuleb pidada meeles, et külvinõelu on tarvis enne ja pärast kasutamist piirituslambi leegil desinfitseerida. Ka vattkorgi ots, mis ulatub katseklaasi, tõmmatakse enne uuesti katseklaasi asetamist läbi leegi.

Seene kultiveerimine rippuvas tilgas. Seene kasvu ja arengu paremaks jälgimiseks kasutatakse sageli van Tieghemi rõngaid, mis kaetakse pealt õhukese katteklaasiga (joonis 55), või nõgusa süvendiga mikroskoobi alusklaase. Van Tieghemi rõngas kujutab endast eritüüpi niiskekambrit, milles seenel on võimalik hästi areneda. Nimetatud rõngaid valmistatakse 18—20-mm läbimõõduga klaastorust, mis lõigatakse $^1/_2$ cm kõrgusteks osadeks. Rõngas kinnitatakse vaseliiniga alusklaasile, samuti määritakse tema ülemine äär vaseliiniga kokku, rõnga põhja tilgutatakse steriilset vett. Katteklaasile kantakse veetilk eosega (katteklaasi tuleb hoida steriilsete pintsettide vahel) ja asetatakse van Tieghemi rõngale, nii et tilk jääb allapoole rippuma. Enne kirjeldatud manipulatsioone tuleb nii rõngad kui ka katte- ja alusklaasid steriliseerida. Vastavate uurimiste võrdlemiseks valmistatakse terve seeria selliseid van Tieghemi rõngaid.

Seente eraldamine substraadist. 1. Seente eraldamine mullast. Mullas leidub tohutul hulgal mitmesuguseid seeni, peamiselt saprofüüte, kuid ka fakultatiivseid parasiite. Viimaseid kuhjub mulda eriti rohkesti siis, kui ei peeta kinni kultuuride õigest järjestusest külvikorras, mis kutsub taimedel esile ohtlikke haigusi. Ka nn. «mullaväsimust» põhjustab teatud seente rohke

esinemine mullas. Kõik see tingib vajaduse mulla seenfloora täpsemaks uurimiseks.

Seente isoleerimiseks mullast võetakse mitmesugustest mullaerimitest, erinevatest sügavustest, erinevatel aastaaegadel ja erinevate kultuuride tervetelt ja haigetelt põldudelt 10—20-grammiseid proove, nagu seda tehakse mulla uurimisel. Proovide võtmiseks kasutatakse steriilseid tööriistu (väikest labidat, kühvlikest, nuga ja skalpelli). Tööriistad steriliseeritakse iga proovi võtmise järel uuesti. Mullaproovid asetatakse steriilsetesse paberist ümbrikesse, millele märgitakse tavalise pliiatsiga andmed proovivõtmise kohta. Mõne päeva pärast külvatakse muld Petri kaussidesse söötmele. Enne külvi peenestatakse muld ettevaatlikult ümbrikus ja segatakse läbi. Seejärel võetakse steriilse labidakese või skalpelli otsaga 10—20 mg mulda ja külvatakse söötmele. Mulla ühtlaseks jaotamiseks söötmele tuleb külvi ajal õrnalt skalpellile või labidakesele koputada. Samast proovist tehakse vähemalt neli kordust. Petri kausid asetatakse termostaati 20—25° juures ja jälgitakse seente kasvamist. Kultuure saadakse mullaseentest eespool kirjeldatud viisil.

2. Seente eraldamine seemnetest. Seemnetel esinevate haiguste kindlakstegemiseks ei piisa üksnes seemnete ekspertiisist tavaliste meetodite abil, vaid neid tuleb uurida ka puhaskultuuris. Selleks koostatakse alguses väikestest proovipartiidest üldine proov, mis hästi läbi segatakse ja millest võetakse keskmine proov 200 seemne ulatuses. Keskmisest proovist võetakse 25 seemet ja kantakse steriilse pintsetiga Petri kaussi söötmele (iga seemne võtmise eel tuleb pintsetti steriliseerida). Niisamuti toimitakse antud proovi kõigi ülejäänud seemnetega. Kui uuritakse seemne pinnal esinevaid haigusi, ei ole vaja seemneid eelnevalt desinfitseerida, kui aga tahetakse uurida seemnete sisemuses leiduvaid seeni, tuleb neid ühe minuti jooksul 95%-lises piirituses desinfitseerida. Seejärel pestakse seemneid kiiresti steriilses vees ja asetatakse steriilsele filterpaberile kuivama. Siis külvatakse seemned Petri kaussi söötmele ja pannakse termostaati 22—25° juures. Kultuuri jälgimist alustatakse 3.—4. päeval pärast külvi. Kui kultuur ei ole puhas, tuleb teha ümberkülv.

3. Seente eraldamine köögi- ja puuviljadest. Köögi- ja puuviljade pindmise nakkuse kindlakstegemiseks kasutatakse kahte meetodit: 1) steriilse skalpelli või nõelaga võetakse haigestunud taimekoelt nakkusalget ja külvatakse söötmele, 2) kasvatatakse seene mütseeli niiskekambris. Niiskekambrina kasutatakse mitmesuguseid klaasnõusid, nagu kristallisaatoreid, eksikaatoreid, Kochi ja Esmacheri kausse jt., mida eelnevalt steriliseeritakse. Nimetatud nõud vooderdatakse kas steriilse niisutatud filterpaberiga või valatakse nende põhja veidi steriilset vett. Niiskekambris on uuritav materjal välisest nakkusest isoleeritud ning seene mütseel ja eosed arenevad seal jõudsasti.

Niiskekambrist külvatakse mütseel või eosed puhaskultuuri söötmele. Seente eraldamiseks mugulate, juurviljade või viljade sisemusest toimitakse järgmiselt. Mugulad, juurviljad või viljad pestakse hoolikalt ja desinfitseeritakse formaliini, piirituse või kloorveega (köögivilju 10—30 minutit, puuvilju 5 minutit). Seejärel pestakse neid mitu korda steriilses vees, kuivatatakse steriilse filterpaberiga, kooritakse ja lõigatakse steriilse skalpelliga väikesteks, kuni 2,5 mm läbimõõduga tükkideks, mis asetatakse Petri kaussidesse söötmele. Tükid ei tohi üksteisele liiga lähedal asetseda. Kultuuride jälgimine ja seente arengu uurimine toimub nii, nagu eespool on kirjeldatud.

Taimede kunstlik nakatamine (inokuleerimine). Selle menetluse eesmärgiks on taime haiguskindluse või vastuvõtlikkuse selgitamine ühe või teise parasiidi suhtes.

Inokuleerimist võib läbi viia taimedelt eraldatud või puhaskultuurist saadud eoste või mütseeliga. Tuleb aga arvestada, et taimedelt eraldatud nakkusalge ei ole alati kõlblik infitseerimiseks. Kotteostega näiteks saab taimi nakatada alles siis, kui nad on valminud ja eoskottidest väljuma hakanud. Infektsioonimaterjali valmimise kiirendamiseks tuleb see asetada niiskekambrisse.

Niiskekambriks sobib siin väga hästi restiga eksikaator, mille põhja on valatud vesi. Resti peale paigutatakse uuritav materjal. Kui kunstlikku nakatamist tahetakse läbi viia roosteliste kandeostega, tuleb sügisel korjata talieoseid koos kõrretüügaste, mahavarisenud kõrte ja lehtedega ning asetada need talvituma looduslikesse tingimustesse Klebahni resti vahele või marlikottidesse ning kevadel idandada kandeosteks. Kandeostega taimi nakatataksegi.

Enne taimede inokuleerimist tuleb neid kõrvalisest nakkusest isoleerida. Selleks paigutatakse nad paar päeva enne kunstlikku nakatamist klaaskupli alla ja hoitakse seal ka 1—5 päeva pärast nakatamist, alles siis viiakse nad looduslikesse tingimustesse. Klaaskuplid vooderdatakse seest märja filterpaberiga, samuti võib neisse paigutada kausikese veega. Et võimaldada taimedele õhu juurdevoolu, asetatakse klaaskupli alla plokid või muud alused, mis tõstavad ta lauast kõrgemale. Kunstlikule nakatamisele võib allutada nii noori kui ka täiskasvanud täiesti terveid taimi.

Inokuleerimise käik on järgmine: seene eostest ja destilleeritud veest valmistatakse suspensioon, mida kantakse pipetiga või pulverisaatoriga katsealusele taimele. Olenevalt uurimise eesmärgist piserdatakse kas kogu taime või ainult tema üksikuid osi. Kui nakatamine viiakse läbi askospooridega, tuleb need paigutada inokuleeritava taime lähedusse. Teine moodus askospooridega nakatamiseks on neid sisaldavate viljade, lehtede jm. paigutamine võrgule ja selle asetamine katsealuste taimede kohale. Valminud askospoorid lendlevad ja nakatavad võrgu all olevaid taimi. Haavandparasiitidega nakatamise korral tehakse

väikesi sisselõikeid, millesse steriilse skalpelli või nõelatorke abil viiakse infektsioonimaterjali.

Kui taimi inokuleeritakse mulla kaudu, tuleb ühest eosest isoleeritud ja kaeral kasvatatud seen viia koos kaeraga mulda ja mullaga hästi läbi segada. Paar päeva hiljem külvatakse sellesse mulda seemned või istutatakse taimed.

Kaerasöödet seene kasvatamiseks valmistatakse ette järgmiselt: 1 osa kaera ja $1^3/_4$ osa vett steriliseeritakse auru all, siis tõstetakse rõhk kuni 2 Atm ja steriliseeritakse 2 korda 24-tunnise vaheajaga.

Kunstlikult nakatatud taimi tuleb süstemaatiliselt jälgida ja korralikult hooldada.

FÜTOPATOGEENSETE BAKTERITE UURIMISE MEETODID

Et kindlaks teha, kas teatud haigus on bakterioos või põhjustavad seda muud mikroorganismid, on tarvis:

1) selgitada bakterite esinemist haigel taimel;
2) isoleerida haigusetekitaja kultuur;
3) tõestada haigusetekitaja patogeensust antud taimele haigusetekitaja ülekandmise teel tervele taimele;
4) isoleerida kunstlikult nakatatud taimelt samatüübilised bakterid, millega taim nakatati;
5) läbi viia isoleeritud bakterite uurimine biokeemiliste meetoditega ja kultuuris ning indentifitseerida nende tunnuseid kirjanduse järgi.

Fütopatogeensete bakterite füsioloogiliste tunnuste uurimisel arvestatakse antud bakteriliigi suhtumist hapnikusse ja temperatuurisse, pigmendi moodustamist, želatiini lahustamist, hapete ja gaasi moodustamist söötmetel süsivesikute ja piiritusega, piima muutmist, indooli, lämmastiku jm. moodustamist, kasvu iseärasusi erinevatel söötmetel jm.

Bakterite morfoloogiliste tunnuste uurimisel lähtutakse bakterraku kujust ja suurusest, viburite asetusest, metakromaatiliste terade esinemisest, värvumisest Grami järgi. Eriti tähtsaks tunnuseks bakterite määramisel on kolooniate värvus ja kuju.

Fütopatogeensete bakterite nakatamisvõime kindlakstegemisel tuleb arvestada nakatatava taime botaanilist liiki, nakatamisviise, välistingimusi (temperatuur, niiskus), nakatamiseks kasutatud bakterite hulka jm.

Nagu seente puhul, nii peavad ka bakteritega töötamisel kõik vajalikud nõud, tööriistad ja söötmed olema steriilsed (vt. eelmine osa «Steriliseerimine ja desinfitseerimine»).

Söötmeid bakterite kultiveerimiseks on väga palju. Eralda-

takse valgulisi söötmeid (lihapuljongid, -ekstraktid jm.) ja valguta (sünteetilisi) söötmeid. Sünteetilised söötmed sisaldavad mineraalsooli mitmesugustes kombinatsioonides ja kontsentratsioonides. Mikroobide energiaallikatena lisatakse taolistele söötmetele süsivesikuid, glütseriini või orgaaniliste hapete sooli. Sünteetilisteks söötmeteks on näiteks Lieske sööde, mida kasutatakse *Pseudomonas tumefaciens*'i eraldamiseks, Ivanovi, Cohni, Sullivani, Stappi jt. söötmed.

Bakterite külv söötmetele. Bakterite uurimiseks puhaskultuuris ja nende säilitamiseks tuleb neid aeg-ajalt ühelt söötmelt teisele ümber külvata, sest muidu nende kasv lakkab ja nad surevad. Bakterite külvamine söötmetele toimub samade printsiipide ja meetodite järgi nagu seente külv. Bakterite külvamisel tuleb hoolitseda selle eest, et oleks võimalikult vähe õhuliikumist, sest õhuvooludega satub hulgaliselt baktereid avatud katseklaasidesse, saastates neis olevat söödet. Seepärast ei ole soovitatav kõrvaliste isikute liikumine laboratooriumis bakterite külvamise ajal, samuti tuleb uksed ja aknad juba eelnevalt sulgeda. Soovitatav on teha külve isoleerimisboksis, mida kiiritatakse kvartslambiga.

Fütopatogeensete bakterite morfoloogiliste tunnuste uurimine. Morfoloogiliste tunnuste uurimiseks tehakse vastavaid preparaate, mida vaadeldakse mikroskoobi all.

Raku kuju jälgitakse värvimata preparaatidel, sest värvitud preparaatidel on nõutav nende kuivamine, mille tagajärjel tekib raku sisu plasmolüüs, mis muudab raku kuju. Muid morfoloogilisi tunnuseid uuritakse aga värvitud preparaatidelt.

Preparaatide värvimiseks on olemas mitmeid meetodeid. Baktereid värvitakse puhtal alusklaasil. Kui bakterit kasvatatakse tahkel söötmel, asetatakse alusklaasile tilk steriilset vett, millesse kantakse külvinõelaga väike kogus kultuurist, mis vees hoolikalt jaotatakse. Kui bakter kasvab vedelal söötmel, ei ole vaja eelnevalt alusklaasile vett tilgutada, vaid vedel sööde bakteritega kantakse vahetult alusklaasile. Ettevalmistatud preparaat kuivatatakse toatemperatuuril või soojendatakse alusklaasi kuivamise kiirendamiseks ettevaatlikult piirituslambi leegil. Paremaks värvumiseks fikseeritakse preparaat. Fikseerimine toimub samuti piirituslambi leegil: alusklaasi alumine külg lastakse umbes kolm korda läbi leegi. Raku ehituse uurimisel on soovitatav preparaadi fikseerimine piiritusega või piirituse ja eetri seguga (1 : 1). Kuivanud preparaadile tilgutatakse tilk piiritust või nimetatud segu ja hoitakse seda peal umbes kaks minutit. Järgmiseks etapiks on preparaadi värvimine. Preparaadile valatakse värvilahust, nii et see kataks ühtlaselt kogu preparaati, ja hoitakse peal umbes kaks minutit. Baktereid, mida kasvatati agarisöötmetel, värvitakse tavaliselt metüülsinisega või fuksiiniga, puljongil ja piimal kasvanud baktereid aga metüülsinisega. Pärast

värvimist pestakse preparaati nõrgalt voolava veega seni, kuni preparaadilt mahatilkuv vesi on täiesti puhas ja värvuseta. Pestud preparaat kuivatatakse, nagu eespool on kirjeldatud, ja vaadeldakse mikroskoobi all. Värvitud preparaate vaadatakse õliimmersiooniga.

Värvimine Grami järgi. Diagnostilistel eesmärkidel kasutatakse spetsiaalset värvimismeetodit Grami järgi. Gram-positiivsed bakterid värvuvad tumevioletseks, gram-negatiivsed — punaseks. Preparaat valmistatakse värvimiseks ette nagu tavaliselt. Pärast preparaadi kuivamist ja fikseerimist värvitakse teda ühe minuti jooksul gentsiaanvioleti lahuses, teda seejuures soojendades. Värv valmistatakse 1 g gentsiaanvioleti või kristallvioleti lahustamise teel 100 ml piirituses ja 5 ml glütseriinis. Järgnevalt hoitakse preparaati, värvi maha pesemata, üks minut Lugoli lahuses ning töödeldakse seejärel 96%-lises piirituses seni, kuni alusklaasilt mahavoolav piiritus muutub värvusetuks. Gram-positiivsed bakterid jäävad mustaks, gram-negatiivsed aga muutuvad heledaks. Lõpuks värvitakse preparaat veel tugevasti lahjendatud Ziehli fuksiiniga. Fütopatogeensetest bakteritest värvuvad grampositiivselt *Corynebacterium sepedonicum*, *C. insidiosum*, *C. michiganense*. Ülejäänud värvuvad gram-negatiivselt.

Bakterite värvimisel kasutatakse rohkem metüülsinist, fuksiini, etrütrosiini jt. värve. Bakterite eoseid, vibureid ja tuuma värvitakse spetsiaalsete meetodite järgi.

Fütopatogeensete bakterite füsioloogiliste tunnuste uurimine. Fütopatogeensete bakterite füsioloogilisi tunnuseid uuritakse nende ainevahetusproduktide järgi, mis tekivad bakterite kultiveerimisel vastavatel söötmetel. Bakterite füsioloogiliste tunnuste uurimisel kasutatakse spetsiaalseid meetodeid.

Bakterite eraldamine substraadist. Fütopatogeensete bakterite eraldamiseks võib kasutada ükskõik millist taimeosa, kus avalduvad haigustunnused, nagu juurt, vart, lehti, kaunu, seemneid jm. Tähtis on seejuures, et antud materjal oleks värske, sest kuivanud substraadist on väga raske baktereid eraldada. Enne külvi ei ole soovitatav nimetatud taimeosi desinfitseerida, et mitte hävitada neil esinevaid baktereid. Ainult seemnete sisemise nakkuse kindlakstegemisel tuleb seemnete pind desinfitseerida.

Ettevalmistus bakterite eraldamiseks substraadist toimub samuti nagu seente eraldamise puhul. Kõigepealt täidetakse Petri kausid söötmega, mida eelnevalt soojendatakse vesivannil kuni veeldumiseni. Uuritavast materjalist valitakse mõni koht kõige tüüpilisemate haigussümptoomidega ning lõigatakse sealt välja steriliseeritud skalpelli või kääridega mõned väikesed koetükid. Need uhmerdatakse steriilses uhmris väikese koguse steriilse veega kuni homogeense massi saamiseni. Bakterite eraldamise puhul seemnetest uhmerdatakse seemned samal viisil. Pärast uhmerdamist kantakse külvinõelaga saadud emulsioon Petri

kaussidesse söötmele ning määritakse steriilse Drigalski spaatliga ühtlaselt mööda söödet laiali, soovitatav siksakjoont mööda ühest kausi äärest teiseni. Petri kausid asetatakse termostaati temperatuuril 28—30°. Kausid tuleb asetada põhjaga ülespoole, et kaanel ei tekiks vedelikutilku. 2—4 päeva pärast külvi võetakse Petri kausid termostaadist välja, vaadatakse algul palja silmaga, siis luubi abil ja lõpuks mikroskoobi all. Petri kausse seejuures ei avata. Mikroskoobi all vaadatakse neid ümberpöördult, s. t. kaaneosa ülespool. Koloonia kuju uuritakse väikese suurenduse all. Antud haigusetekitajale tüüpilisi kolooniaid märgitakse vahapliiatsiga kausikaanel, seejärel hakatakse neist tegema ümberkülve. Sel teel saadakse uuritava bakteri kultuur, millest on isoleeritud kõrvalised mikroorganismid.

Katseklaasid puhaskultuuriga pannakse termostaati ja pärast nende arenemist külvatakse nad ümber erinevatele söötmetele. Selleks asetatakse statiivile katseklaase järgmiste söötmetega: lihapeptoonagar, lihapeptoonpuljong, glükoos, sahharoos, laktoos, glütseriin, piim lakmuspiimaga, želatiiniga, salpeetriga. Uuritav kultuur külvatakse kõikidele nimetatud söötmetele ja katseklaasid seotakse kokku nööriga või kummiga. See kergendab tööd bakterite biokeemiliste tunnuste uurimisel. Külve tuleb kontrollida 3—4 päeva järjest, kusjuures vaatluse tulemused kirjutatakse üles. Kui kõik vastavad reaktsioonid on lõpetatud, hakatakse bakterit määrama, võrreldes saadud tulemusi tema kohta määrajates toodud andmetega.

SEEMNETE FÜTOPATOLOOGILINE EKSPERTIIS

Paljud taimehaigused levivad seemnetega. Seemnete fütopatoloogiline ekspertiis aitab vältida nakkuse levikut külvisega. Ekspertiisi ülesandeks on määrata, kas ja millised seen- ja bakterhaigused esinevad seemnetel ja milline on nende nakatavuse aste.

Fütopatoloogilist ekspertiisi tehakse mitmel viisil. Tähtsamateks meetoditeks on: 1) makroskoopiline, 2) tsentrifuugimis-, 3) bioloogiline, 4) bakterioloogiline, 5) anatoomiline, 6) luminestsents- ja 7) seroloogiline meetod.

Mikroskoopiline meetod. Makroskoopiline meetod baseerub kahel näitajal: a) seemnete puhtusel ja b) seemnete muutustel, mis toimuvad neil patogeensete mikroorganismide mõjul. Seemnete nakatatuse määramine toimub seemnete vaatlemisel luubiga.

Seemnete puhtuse määramisel eraldatakse mitmesugused

mehaanilised lisandid, mis on tüüpilised vastavatele haigustele, nagu nõeterad, tungaltera, sklerootsiumid jm.

Selle kõrval aga võivad nakatatud seemnetel esineda mitmesugused patoloogilised muutused, nagu roosakad laigud (fusarioosid), kirme (odra-triiptõbi), haavandid (aedoa-kaunakõrbus), tumedad täpikesed (herne-laikpõletik, kapsa-mustmädanik) jne.

Seemnete nõrga nakkuse korral ei avaldu neil erilisi sümptoome. Kuid tuhmid, läiketa, ebaühtlase pinnaga ja kõlujad seemned on enamasti nakatatud. Sellisel juhul tuleb seemnete fütopatoloogilist ekspertiisi teha mõne muu, täpsema meetodi abil.

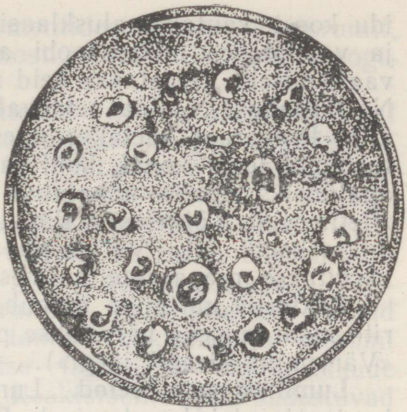
Tsentrifuugimise meetod. Tsentrifuugimist koos järgneva loksutusvee mikroskopeerimisega kasutatakse seemnete pindmise nakkuse kindlakstegemiseks, näiteks nõgi- ja roostehaiguste, fusariooside jt. puhul.

Analüüsi käik on järgmine: võetakse kaks seemneproovi (á 100 seemet) ja asetatakse katseklaasidesse. Igasse katseklaasi valatakse 10 ml vett ja loksutatakse hästi läbi. Siledapinnalisi seemneid (rukis ja nisu) loksutatakse 5 minutit, krobedapinnalisi seemneid (peeti jt.) 10 minutit, linaseemneid üks minut. Mõlema katseklaasi loksutusvesi valatakse tsentrifuugi katseklaasidesse ja tsentrifuugitakse 3 minutit, kusjuures klaasides tekib sade. Seejärel valatakse katseklaasidest vesi ära, sadet aga segatakse pipetiga. Sama pipetiga võetakse tilgake sadet ja vaadatakse mikroskoobi all. Iga katseklaasi sisust tehakse viis preparaati. Preparaadis näha olevate eoste järgi määratakse vastav haigusetekitaja.

Bioloogiline meetod. Bioloogilist meetodit kasutatakse laialt seemnete nakkuse kindlakstegemiseks seente ja bakterite poolt, mis esinevad varjatud kujul seemnetes. Nimetatud meetod seisab seente ja bakterite kasvu ja arengu stimuleerimises nende ilmsikstuleku eesmärgil vastavate keskkonnatingimuste loomise teel. Bioloogilisel meetodil eraldatakse järgmisi vorme: 1) seemnete idandamine niiskekambris, 2) seemnete idandamine söötmel, 3) seemnete külvamine liivale ja 4) põllumeetod.

Seemnete idandamine niiskekambris. Uuritavaid seemneid idandatakse 20° juures steriilses Petri kausis niiskel filterpaberil. Mõne päeva jooksul ilmuvad antud haigusele tüüpilised tunnused — kas hallitus või kirme, laigud või bakterhaiguste puhul limatilgakesed. Vastav haigusetekitaja määratakse mikroskoobi all.

Seemnete idanemine söötmel. Seda tehakse seemnete sisemise nakkuse korral aeglaselt arenevate seente ja bakteritega. Uuritavad seemned desinfitseeritakse eelnevalt 1%-lise kaaliumpermanganaadilahusega, pestakse keedetud veega ja kuivatatakse kahe steriilse filterpaberi vahel. Pärast seda kül-



Joonis 56. Seemnete ümber tekkinud mütseel.

vatakse nad Petri kaussi söötmele (kartuliagarile). Petri kausid asetatakse termostaati temperatuuril 22—25°. Haigusetekitajad lähevad seemnetelt üle söötmele, moodustades seal vastavale liigile tüüpilisi kolooniaid. Kolooniad määratakse nende värvuse, pinna omaduste ja asetuse järgi söötmel. Kuigi kolooniad on ühele või teisele liigile niivõrd karakteersed, et nende järgi saab kergesti määrata antud haigusetekitajat, tuleb neid kontrollimise mõttes siiski vaadata ka mikroskoobi all. (Joonis 56.)

Seemnete külvamine liivale. Teatud bakterioosid, mis levivad seemnete kaudu, avalduvad idulehtedel. Analüüsiks võetakse 50—100 seemet, mis külvatakse eelnevalt kuumutamise teel steriliseeritud liivale vannikestesse või katseklaasidesse (igasse katseklaasi ainult üks seeme). Teatud aja järel loetakse ära taimed, mille idulehtedel avalduvad bakterioosi tunnused. Seda menetlust kasutatakse edukalt oa-, kapsa- ja kurgibakterioosi määramiseks.

Põllumeetod. Seda meetodit rakendatakse selliste haiguste puhul, mille sümptoomid avalduvad alles täiskasvanud taimedel. Seemned külvatakse looduslikes tingimustes mulda. Seemnete nakatatus ilmneb tõusmete hõreda seisu või taimedel ilmnevate haigustunnuste järgi. Meetod annab võrdlemisi hea pildi seemnete haigestumisest, kuid on väga aeganõudev. Virooside kindlakstegemiseks külvatakse seemned vegetatsioonimajas, kus kõrgenenud temperatuuri ja küllaldase valguse juures intensiivistub virooside välistunnuste ilmnemine taimedel.

Bakterioloogiline meetod. Nimetatud meetodit kasutatakse bakterite eraldamiseks seemnete pinnalt ja sisemusest. Töö käik on antud osas «Bakterite eraldamine substraadist».

Anatoomiline meetod. Anatoomilist meetodit kasutatakse nii seente kui ka bakterite esinemise kindlakstegemiseks seemnes või idudes. Seente määramiseks eraldatakse väike osa seemne või

idu koest, kantakse alusklaasile, prepareeritakse kahe nõela abil ja vaadatakse mikroskoobi all. Tumedate objektide paremaks vaatlemiseks keedetakse neid mõni sekund 1—2%-lises KOH- või NaOH-lahuses, mida eelnevalt tilgutatakse objektile katteklaasi alla. Preparaat kaetakse uuesti katteklaasiga ja hoitakse piirituslambi leegi kohal, kuni ta muutub läbipaistvaks. Täpsemaks analüüsiks tehakse nakatatud koest lõikeid kas mikrotoomiga või žiletiteraga. Lõigetest valmistatakse preparaat, mida vaadatakse mikroskoobi all. Värvusetu mütseeli paremaks eraldamiseks värvitakse preparaate mitmesuguste värvidega.

Bakterite uurimine toimub samuti nagu seente puhul. Bakterite määramiseks värvitakse preparaate Grami järgi (vt. eespool «Värvimine Grami järgi»).

Luminestsentsmeetod. Luminestsentsanalüüs baseerub fotoluminestsentsi kasutamisel. Eraldatakse fluorestsentsi ja fosforestsentsi. Esimesel juhul kiirgab uuritav keha ainult kiirgusenergiaallika juuresolekul ja kustub kohe pärast selle eemaldamist. Teisel juhul aga jätkab uuritav keha kiirgamist ka pärast kiirgusallika eemaldamist. Luminestsentsanalüüs annab häid tulemusi nisu-lendnõe, herne-laikpõletiku ja -fusarioosi, peedifomoosi jt. haiguste puhul. Nimetatud meetodi kasutamine seemnete fütopatoloogilisel ekspertiisil võimaldab mõne sekundi jooksul kindlaks teha, kas seemned on nakatatud või mitte. Näiteks terved, haigusvabad nisuseemned kiirgavad ultravioletkiirte mõjul ühtlaselt sinist või sinakasvioletset värvust. Tugevasti lendnõesse nakatunud seemned ei erine väliselt tervetest, kuid ultraviolettkiirte all nad ei fluorestseeru, vaid näivad täiesti tumedate ja tuhmidena. Ka *Fusarium*'i, *Helminthosporium*'i jt. seente ning bakteritega nakatatud nisuseemned ei fluorestseeru. Terved herneseemned fluorestseeruvad sinakasroheliselt, kuid *Ascochyta* ja *Fusarium*'i liikidega nakatatud herneseemnetel eralduvad tuhmid punakaspruunid laigud. *Phoma betae* poolt kahjustatud peedi seemnete tumedal pinnal hakkavad helkima ultraviolettkiirte mõjul väikesed tuhmvalged täpikesed — seene viljakehad.

Seroloogiline meetod. Seroloogiline meetod põhineb loomorganismi omadusel reageerida temasse viidud võõrainetele, nagu valkudele, süsivesikutele jne. Seejuures tekib spetsiifiline reaktsioon looma verevalgu ja sisseviidud võõraste organismide valgu või muu aine, antigeeni vahel. Selle tagajärjel tekivad looma organismis valgulised kaitseained (antikehad).

Ka fütopatogeensete seente, bakterite ja viiruste sisseviimisel looma verre tekib spetsiifiline reaktsioon, mis on iga sisseviidud organismi puhul erinev. Looma (näiteks küüliku) korduval süstimisel ühe ja sellesama mikroorganismiga (neile omase valguga või kõrgemate süsivesikutega) kogunevad tema verre antikehad. Selliselt immuniseeritud looma verest, mis on vabastatud

erütrotsüütidest ja muudest vereelementidest, saadakse seerumit, mida kasutatakse väärtusliku diagnostilise reaktiivina seroloogilistel uurimistel.

Taimehaiguste tekitajate bakterite ja viiruste ning mõningal määral ka seente määramisel kasutatakse kõige sagedamini aglutinatsiooni ja pretsipitatsiooni reaktsioone.

Aglutinatsiooni reaktsiooni (ladina keelest: *agglutinare* = kokku kleepima) kasutatakse põhiliselt bakterite määramisel. Antigeenina esineb tavaliselt bakterite suspensioon füsioloogilises lahuses (s. t. 0,85%-lises NaCl-vesilahuses). Bakterite suspensiooni segamisel seerumiga, mis sisaldab antud bakteriliigile spetsiifilisi antikehi, toimub bakterite ja seerumi antikehade vastastikuse mõjutamise tagajärjel bakterrakkude kokkukleepumine — aglutinatsioon. Reaktsiooni lõpus sadestuvad aglutineerunud bakterid katseklaasi põhja, suspensioon jääb aga täiesti selgeks, läbipaistvaks. Sama seerumi segamisel mõne teise bakteriliigi suspensiooniga reaktsiooni ei toimu ja suspensioon jääb ühtlaselt häguseks.

Pretsipitatsiooni reaktsioon (ladina keelest — *precipitare* — sadestuma) baseerub läbipaistva seerumi segunemisel antigeeni läbipaistva kolloidlahusega. Kui näiteks segada läbipaistvat seerumit, mis sisaldab X-viirusele spetsiifilisi antikehi, viirushaige taime läbipaistva mahlaga, milles leidub nimetatud viirust, siis toimub tüüpiline reaktsioon: esialgne läbipaistev suspensioon (läbipaistva seerumi ja viiruse läbipaistva kolloidlahuse segu) muutub kohe või mõne minuti pärast häguseks. Kui suspensioonis leidub küllaldaselt viiruslikku valku ja talle spetsiifilisi antikehi, muutub nimetatud segu alguses häguseks, pärast aga tekib temas valge kohev helbeline sade (pretsipitaat), mis sadestub katseklaasi põhja. Sama seerumi segamisel mõne teise viiruseliigi lahusega reaktsiooni ei toimu ja saadud segu jääb ühtlaselt läbipaistvaks.

Viiruste määramine kartulitaimes

Viiruste määramiseks kantakse alusklaasile mikropipetiga vastavaid diagnostilisi seerumeid, näiteks X-, Y- ja S-viiruste jaoks. Uuritavalt kartulitaimelt võetakse 3—5 lehte alumiselt rindelt (vastavalt viirusele ka kõrgemalt). Lehed keeratakse 5 × 5 cm suurustesse kahekordselt kokkupandud marlitükikestesse või tsellofaani ja pigistatakse neist mõni tilk mahla. Mahla väljapigistamiseks kasutatakse lamedaotsalisi näpitstange.

Taimemahl viiakse mikrospaatlikese või klaaspulgakesega, mille otsas on kuulike, antiseerumi tilkadesse. Iga sellise operatsiooni järel tuleb mikrospaatlike või klaaspulgake steriilse vatiga puhastada.

Viiruste määramisel vaadeldakse luubiga tumedal foonil til-

kade läbipaistvust. Viiruste esinemisel tekib taimemahlaga segatud seerumitilka hästi nähtav helbeline sade. Viiruste puudumisel jääb tilk selgeks, läbipaistvaks.

Viirushaiguste määramine on võimalik ka serodiagnostilise viskosimeetrilise meetodi abil.

Nimetatud meetod baseerub sellel, et seerumi ja spetsiifilise antigeeni vastastikusel mõjul suureneb uuritava vedeliku viskoossus. Viiruste määramiseks kasutatakse sel juhul spetsiaalselt kahest viskosimeetrist koosnevat aparaati. Ühe viskosimeetriga mõõdetakse uuritava taime mahla, teisega aga seerumi ja taimemahla segu viskoossust. Kui viimane on suurem taimemahla viskoossusest, on taim viirushaige.

Serodiagnostilise viskosimeetrilise meetodiga on võimalik saavutada väga täpseid tulemusi viirushaiguste kindlakstegemisel ja diagnoosimisel.

KIRJANDUS

Bergey's Manuel of Determinative Bacteriology by R. S. Breed, E. G. Murray, A. Parker Hitchens. 6. ed. Baltimore, 1948.

Braun, H., Riehm, E. Krankheiten und Schädlinge der landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen. Berlin, 1945.

Die Welt der Mikroben. Leipzig, 1961.

Hallik, O. Väetised ja nende kasutamine. Tallinn, 1956.

Hey, A. Krankheiten und Schädlinge der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Radebeul, 1957.

Jaagus, V. Agrotehnilised alused söögisibula 'Peipsi-äärne' agro-ökotüübi kasvatamiseks Eesti NSV-s. Kand. diss. autoref. Tartu, 1965.

Juurikas, P. Õunapuu-kärntõve (*Venturia inaequalis* [Cooke] Aderh.) arenemisest ja tema tõrjest Eesti NSV-s. Kand. diss. autoref. Tartu, 1965.

Kaarep, E. Taimekaitse aias. Tallinn, 1960.

Karis, H. Mõningate mikroelementide mõjust tomati haiguskindlusele ja saagikusele Eesti NSV-s. Kand. diss. autoref. Tartu, 1962.

Kask, K. Vähetuntud kõrreliste haigusi. Tallinn, 1965.

Kivi, K. Mõningate mikroelementide mõjust punase ristiku haiguskindlusele Eesti NSV-s. Kand. diss. autoref. Tartu, 1964.

Klinkovski, M. Pflanzliche Virologie. Bd. I, II. Berlin, 1958.

Klinkovski, M., Mühle, E., Reinmuth, E. Phytopathologie und Pflanzenschutz I, II, Berlin, 1965, 1966.

Krall, E. Taimeparasiitsed nematoodid. Tallinn, 1965.

Lasting, V. Mikroskoopiliste seente levikust Eesti muldades. Eesti Loodus II. 1, 1958.

Maaviljeluse käsiraamat (koost. A. Talvoja). Tallinn, 1965.

Marland, A. Kartuli-lehemädaniku ilmumise prognoos. ENSV Teaduste Akadeemia Toimetised nr. 1, 1955.

Marland, A. Kartuli-lehemädanikust (*Ph. infestans*) ja selle tõrjest Eesti NSV tingimustes. Prakt. küsimusi aiand. ja mesind. EAMS Tartu osak. I teadusl. sess. materjal. Tartu, 1957.

Marland, A. Köögiviljade tõusmepõletikust Eesti NSV-s. Prakt. küsimusi aiand. ja mesind. EAMS Tartu osak. II teadusl. sess. materjal. Tartu, 1958.

Marland, A. Fütopatoloogia. Tallinn, 1962.

Marland, A., Eenlaid, A. Taimekaitse praktikum. Tallinn, 1965.

Nurmiste, B. Kartuli kidumishaigused Eesti NSV-s ja nende tõrje. Tallinn, 1954.

Pärtel, E. Hõbelehisuse (*Stereum purpureum* Fr.) levikust, kahjustusest ja profülaktikast Eesti NSV puuviljaaedades. Kand. diss. autoref. Tartu, 1966.

Pyenson, L. L. Elements of Plant Protection. New-York, London, 1951.

Randalu, I. Odra helmintosporiooside levikust ja kahjustusest Eesti NSV-s ja nende tõrje. Kand. diss. autoref. Tallinn, 1958.

Sarv, J. Provokatsiooniliste foonide kasutamisest haiguskindluse hindamisel ja haiguskindlate sortide aretamisel. Kand. diss. autoref. Tartu, 1963.

Tiits, A. Viirushaigusi ja neile sarnaseid nähtusi viljapuudel ja marjakultuuridel Eesti NSV-s. Kand. diss. käsikiri. Tallinn, 1966.

Sommerfeld, K. Gesunde Pflanze — hohe Erträge. Berlin, 1958.

Sorauer, P. Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Bd. II. 2. Lief. Bakterielle Krankheiten. Berlin, 1956.
Žuklienė, R., Žuklys, L. Žemės ūkio fitopatologija. Vilnius, 1965.

Вавилов Н. И. Проблемы иммунитета культурных растений. Избр. труды IV. Москва, 1964.
Вердеревский Д. Д. Иммунитет растений к паразитарным болезням. Сельхозгиз. Москва, 1959.
Гойман Э. Инфекционные болезни растений. И—Л. Москва, 1954.
Горленко М. Болезни пшеницы. Москва, 1951.
Горленко М. Бактериальные болезни растений. Москва, 1953.
Горленко М. Краткий курс иммунитета растений к инфекционным болезням. Москва, 1962.
Грушевой С. Е. Фитопатология. Москва, 1965.
Джанузаков А. Материалы к вредной микрофлоре Ленинградской области. Автореф. канд. дисс. Ленинград, 1963.
Дементьева М. И. Болезни плодовых культур. Москва, 1962.
Дунин М. С. Иммуногенез и его практическое использование. Рига, 1946.
Дунин М. С., Кувшинова Е. В. Капельный метод серодиагностики бактериальных и вирусных болезней растений. Москва, 1958.
Ефимов А. Справочник по применению ядов для борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений. Москва, 1958.
Жербеле И. Болезни малины в Латвийской ССР. Сб. докладов научн. конф. по защите растений. Таллин, 1962.
Израильский В. Бактериальные болезни растений. Москва, 1960.
Калашников К. Термическое обеззараживание семян пшеницы от пыльной головни. Мат. конф. по научным проблемам защиты растений. Будапешт, 1960.
Кокин А. Исследования больного растения. Москва, 1948.
Красильников Н. Лучистые грибки и родственные им организмы. Москва, 1938.
Красильников Н. Микроорганизмы почвы и высшие растения.
Купревич В. Физиология больного растения. Москва—Ленинград, 1947.
Курсанов Л. Микология. Москва, 1940.
Лилли В., Барнетт Г. Физиология грибов. Москва, И—Л., 1953.
Магницкий К. Как определить по внешнему виду растений их потребность в удобрениях. Москва, 1957.
Марланд А. Влияние почвенных факторов на проявление фузариоза всходов пшеницы. Защита растений 6, 1935.
Марланд А. Продолжительность развития уредостадии корончатой ржавчины овса (*Puccinia coronifera* Kleb.) в зависимости от температуры и относительной влажности воздуха. Вестн. Защ. Растений. 1, 1941.
Марланд А. Состояние вопроса о краткосрочном прогнозе фитофторы картофеля. Сб. трудов по защите растений. Изд. АН Латв. ССР. Рига, 1956.
Месобряну Л., Пэунеску Э. Физиология бактерий. Бухарест, 1963.
Мечников И. Невосприимчивость к инфекционным болезням, т. 8. Москва, 1953.
Минкявичус А., Марланд А. Очерк развития микологии и фитопатологии в Прибалтийских республиках. Сб. Материалов Симпозиума посвященного М. С. Воронину и А. А. Ячевскому. Ленинград, 1964.
Натальина О. Б. Болезни ягодников. Москва, 1963.
Натальина О. Б О степени паразитизма повилик и классификации паразитизма цветковых паразитов. Научн. Доклады Высшей Школы (биол. науки). 1964.
Наумов Н. Болезни сельскохозяйственных растений. Москва—Ленинград, 1952.
Наумова Н. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию. Москва—Ленинград, 1960.

Наумова Н. Фитофтора картофеля. Ленинград, 1965.
Нурмисте Б. Оценка методов борьбы с вырождением картофеля. Материалы конференции по вопросам семеноводства картофеля. Москва, 1958.
Пидопличко Н. Грибная флора грубых кормов. Киев, 1953.
Пуйпене И. «Черная ножка» картофеля в Литве, основные черты биологии ее возбудителя и меры борьбы с ней. Автореф. канд. дисс. Вильнюс, 1964.
Пылдмаа, П. Фитопатогенные микромицеты Северной Эстонии. Таллин, 1967.
Рубин Б., Четверикова Е., Арциховская Е. Окислительная система и иммунитет у растений. Журнал Общей Биологии, т. XVI, 2, 1955.
Рубин Б., Арциховская Е. Биохимия и физиология иммунитета растений. Москва, 1960.
Саакян С. Сельскохозяйственные машины. Москва, 1962.
Самуцевич М. Техника фитопатологических исследований. Москва—Ленинград, 1931.
Словарь-справочник фитопатолога. Под ред. проф. Н. Головина. Москва—Ленинград, 1959.
Степанов К. Грибные эпифитотии. Москва, 1962.
Страхов Т. О механизме физиологического иммунитета растений к инфекционным заболеваниям. Харьков, 1959.
Страхов Т. Введение в общую фитопатологию. Киев, 1962.
Сухов К. Вирусы. Москва, 1958.
Сухов К. (под. ред.) Вирусные болезни сельскохозяйственных растений и меры борьбы с ними. (Сб. трудов IV всесоюзного совещания по вирусным болезням растений). Москва, 1964.
Сухов К. Общая вирусология. Москва, 1965.
Сухоруков К. Физиология иммунитета растений. Москва, 1952.
Стэкман Э., Харрар Дж. Основы патологии растений. Москва, 1959.
Стенли В., Веленс Э. Вирусы и природа жизни. И—Л., Ленинград, 1963.
Тупеневич С., Чумаков А. Методика по оценке эффективности комплекса агротехнических мероприятий в защите хлебных злаков от ржавчины. ВИЗР, Ленинград, 1957.
Черемисинов Н. Общая патология растений. Москва, 1965.
Чумаков А. Защита пшеницы от ржавчины. Ленинград, 1964.
Чумаков А., Коршунова А., Щекочихина Р. Защита пшеницы от корневых гнилей. Ленинград, 1966.
Фробишер М. Основы микробиологии. Москва, 1965.
Энгельс Ф. Диалектика природы. Москва, 1933.
Ячевский А. Справочник фитопатологических наблюдений. Ленинград, 1930.
Ячевский. А. Бактериозы растений. Москва—Ленинград, 1935.
Мичурин, И. В. Сочинения, т. IV. Москва, 1948.

TAIMEHAIGUSTE EESTIKEELSED NIMETUSED

Antraknoos, lina- 295
— vaarika- 367
Askohütoos, herne- 270
— lina- 99, 298
Aukmädanik, kartuli- 286
Aukuubamosaiik 320

Bakteriaalne närbumine, maisi 6
Bakterioos, kapsa-lehesoonte 113, 142
— lillkapsa- 168
— lina- 298
— lutserni- 265
— maasika- 366
— oa- 153
Bakterpõletik, aedoa- 274
— kurgi- 104, 312
— tomati- 222, 319
— viljapuu- 24, 347
Baktervähk, tsitruseliste 6, 142
— viljapuu- 50
Booripuudushaigus, peedi 335

Ebajahukaste, herne- 275
— kapsa- 206, 208, 304
— kurgi- 208, 310
— lutserni- 92, 263
— peedi- 333
— põldoa- 275
— rabarbri- 337
— ristiku- 92, 260
— salati- 92, 208, 337
— sibula- 206, 324
— spinati- 208, 336
— viinamarja- 7, 44, 175
Eksobasidioos, pohla- 28

Fomoos, kapsa- 194
— porgandi- 329
— ristõieliste 305
Fosforipuudushaigus, kartuli 291
Fusarioos, nisu- 8, 30, 158

Hahkhallitus, kapsal 47, 99, 377
— kurgil 99, 312
— lupiini- 266
— maasikal 99
— põldoal 150, 275
— ristiku- 32, 261
— sibula- 99, 326, 377
— suhkrupeedil 48
Hahkhallitus, sõstral 99, 359
— tomatil 99, 318
Hallitus, roheline, õuntel 378
Hallmädanik, porgandi- 99, 329
Harilik kärn, kartuli 100, 108, 281
— peedi 334
Harmlaiksus, kõrreliste 99, 256
Helelaiksus, herne- 99, 272
— kaera- 99, 252
— karusmarja- 359
— maasika- 364
— nisu- 93, 251
— porgandi- 100
— selleri- 336
— sõstra- 19, 213, 359
— tomati- 173, 316
— vaarika- 370
Helmintosporioos, maisi- 6
— odra- 153, 210, 211
Hõbekärn, kartuli- 376
Hõbelehisus, viljapuu- 50, 52, 59

Ingerjas, kartuli- 136
— ristiku- 136
— sibula- 133

Jahukaste, herne- 94
— kaera- 246
— kapsa- 94, 306
— karusmarja- 23, 353
— kurgi- 310
— kõrreliste 94, 246
— lina- 298
— lupiini- 94, 267
— lutserni- 94, 265
— maasika- 365
— nisu- 150, 246
— odra- 246
— ristiku- 94, 260
— rukki- 246
— õunapuu- 344
Juurekaelapõletik, lupiini- 266
Juuremädanik, kõrreliste 94, 248
— tomati- 317
— rabarbri- 337
Juurepõletik, lina- 297
Juurevähk, viljapuu- 346

Kaaliumipuudushaigus kartulil 290
— tomatil 322

Kaunakõrbus, aedoa- 273, 398
Keerdlehisus, kartuli- 40, 48, 49
Kiduuss, kartuli- 134
— peedi- 134
— ristiku- 135
Kimarlehisus, kartuli- 288
— maasika- 367
— peedi- 116
Klaasistumishaigus, kaalika- 307
Kloroos, persiku- 26
— vaarika-, füsioloogiline 42, 116
Koldlaiksus, kartuli- 175, 284
Koldtriipsus, sibula- 327
Koltushaigus, mustsõstra- 116, 361
Korktõbi, kartuli- 290
Kollane rooste, nisu 240
Kott-tõbi, ploomi- 348
Kroonrooste, kaera- 241
Kuivlaiksus, kapsa- 100, 304
— kartuli- 163, 208, 279
— lupiini- 267
— tomati- 153, 315
Kuivmädanik, kaalika- 377
— kapsa- 377
— kartuli- 100, 375
— maisi- 222
— naeri- 377
— porgandi- 376
Kõrbus, lina- 99, 295
— pirnipuu- 7
— õunapuu- 7
Kõrrerooste 236
Kõrrenõgi, nisu- 228
— rukki- 228
Kõvanõgi, kaera- 230
— nisu- 227, 228
— odra- 98, 227, 230
Kärntõbi, pirnipuu- 7, 224, 339
— õunapuu- 7, 224, 339
Kärbumishaigus, kartuli- 288
Kääbuslikkus, vaarika- 41
Külmakahjustus, kartuli- 289

Laikpõletik, herne- 52, 270, 398
— lutserni- 98, 263
— maasika- 363
— põldoa- 52, 209, 270
— ristiku- 260
Lehekeerdumine, kirsipuu- 350
Lehelaiksus, porgandi- 331
Lehekõrbus, kurgi- 99, 163, 309
Lehemädanik, kartuli- 7, 18, 277, 279
— maasika- 365
Lehepõletik, luuviljaliste 100, 350
Leherooste, odra- 44, 235, 239
— rukki- 7, 235, 238
Lehesoonte bakterioos, kapsa- 189, 306
Lehetähnisus, peedi- 210, 333
Lehevarisemistõbi, karusmarja- 358, 359
— lupiini- 267
— lutserni- 262
— sõstra- 95, 209, 213, 358
— kirsipuu 3, 208, 351
Lendnõgi, kaera- 98, 227, 232
— nisu- 7, 227, 231, 252
— odra- 23, 227, 232, 252
Lillamädanik, porgandi- 100, 330
Lumiseen 9, 224, 244
Lämmastikupuudushaigus, kapsa 307

Magneesiumipuudushaigus, kartuli 291
Mangaanipuudushaigus, kapsa 307
Mosaiik, kartuli- 40, 45
— kurgi- 313
— maasika- 366
— oa- 165
— peedi- 40, 334
— pirni- 116
— rabarbri- 338
— tomati- 40, 48, 116
— tubaka- 27, 117, 120
— sibula- 327
— vaarika- 45, 371
Mosaiikne keerdlehisus, kartuli 288
Muguldumistõbi, kartuli- 289
Mustjuur, kapsa- 90
Mustkärn, kartuli- 212, 281
Mustmädanik, kapsa- 305, 398
— porgandi- 210, 330
— ristõieliste köögiviljade 6, 46
— tomati- 224
— viljapuu- 344
Musttäpptõbi, kõrreliste 257
— ristiku- 153, 259
Mädanik, luuviljaliste 208, 349
— puuvilja- 206, 224, 341
— salati- 337
Mõrumädanik, õuna- 378
Märgmädanik, kapsa- 307
— kartuli- 376
— tomati- 318
— porgandi- 209, 377
Mügartõbi, kõrreliste 257

Nutthallitus, maasika- 366
— õuntel 378
Nuuter, kapsa- 28, 224, 301
Nõlg, oa- 273
Nõgi, sibula- 327
Nõialuudsus, maasika- 367
— vaarika- 371
Närbumistõbi, herne- 52, 272
— kartuli- 52, 280
— kurgi- 52, 311
— lina- 145, 155, 296
— lutserni- 264

Närbumistõbi, tomati- 145
— tubaka- 6
Närbuss, maasika- 136
Näsarooste, pirnipuu- 343
— õunapuu- 44, 343

Paellaiksus, ploomi- 116, 349
Paelmosaiik, ploomi- 116
Pahknõgi, maisi- 6, 227, 233, 254
Pasmohaigus, lina- 222, 298
Pigirooste, lina- 151, 294
Pruunlaiksus, kõrreliste 150
— lina- 297
— lutserni- 54, 262
— odra- 242
— ristiku- 153, 260
Pruunmädanik, kapsa- 306
— kartuli- 47, 375
— tomati- 6, 224, 315
Pruunrooste, nisu- 235, 239, 240
Pruuntähnisus, kartulil 289
Puudushaigus, kapsa- 307
Punakaste, õuna- 30, 378
Punalaiksus, maasika- 364
Punapõletik, ploomipuu- 349

Raualaiksus, kartuli- 289
Ringmädanik, kartuli- 208, 286
Roheline hallitus, õuntel 163, 378
Rohelaiksus, tomati- 321
Roheõielisus, maasika- 367
Rosetthaigus, õunapuu 116, 348
Rooste, aedoa- 268
— herne- 268
— karusmarja- 224, 356
— lutserni- 264
— peedi- 334
— põldoa- 268
— päevalille- 28, 29
— ristiku- 97
— sibula- 326
— sõstra- 224, 356
— vaarika- 370
Ruugehallitus, tomati- 44, 316
Rõuged, kurgi- 224, 313

Seenvähk, viljapuu- 345
Silmlaiksus 249
Soomukas 130
Stemfülioos 267
Stolbuur, maavitsaliste- 40
Südamikukuivmädanik, peedi- 170, 335
Südamikunekroosid, kartuli- 290
Süvamädanik, tomati- 317
Süvikkärn, kartuli- 212, 282
Šokolaadilaiksus, põldoa- 3, 272

Triiprooste, nisu- 97, 153
Triiptõbi, nisu- 108, 398
— odra- 94, 243

Tuhklaiksus, rabarbri- 99, 337
Tungaltera, kaera- 30
— nisu- 247
— odra- 247
— rukki- 8, 46, 247
Tõlvtõbi, kõrreliste 95, 256
Tõlvrooste, vaarika- 97
Tõusmepõletik, kaalika- 7
— kapsa- 7, 210, 213, 302
— kartuli- 281
— kurgi- 213
— lutserni- 264
— peedi- 209, 212, 332
— tomati- 213, 316
Täidisõielisus, mustasõstra 42, 48, 360
Tüfuloos, 245
— ristiku- 3, 7, 261
Tüvepõletik, viljapuu- 346
Tüvevähk, viljapuu- 345

Uimastav punakaste, nisu- 8

Valgemädanik, hernel 275
— kapsal 305
— kartulil 375
— kurgil 312
— lupiinil 266
— oal 275
— porgandil 153, 210, 376
— tomatil 318
Valgetäpilisus, kõrreliste 255
Varrekõrbus, vaarika- 367
Varrepõletik, kartuli- 7, 224, 284
— ristiku- 155, 261
— tomati- 317
— vaarika- 369
Viirikhaigus, kartuli- 116
— tomati- 159
Viirushaigused, kartuli- 7, 224
— maasika- 366
— mustasõstra- 360
— rabarbri- 338
— sibula- 327
— tomati- 319
— vaarika- 371
Viljatipumädanik, tomati- 146, 321
Viltrooste, sõstra- 357
Vilttõbi, kartuli- 108
Vähk, kartuli- 23, 222, 283
— ristiku- 53, 258, 259
Võrm, harilik 129
— lina- 192, 298
— lutserni- 192, 265
— põld- 129
— ristiku- 192, 262
Võrklaiksus, odra- 244
Võõrik 131

Ümarlaiksus, karusmarja- 359
— peedi- 334

TAIMEHAIGUSTE TEKITAJATE LADINAKEELSED NIMETUSED

Agrobacterium tumefaciens (Sm. *et* Towns.) Conn 346
Alternaria sp.
— *brassicae* Sacc. 100, 304
— *radicina* M., D. *et* E. 330, 376
— *solani* Sor. 100, 163, 280, 375
— *tenuis* Nees 264
Aphanomyces cochlioides Drechsl. 90
— *levis* DB 90
Aphelenchoides fragariae Ritz.-Bos 136
Aplanobacter michiganense E. F. Sm. 319
— *sepedonicum* (Spieck. *et* Koth.) Sm. 286
Ascochyta boltshauseri Sacc. 270
— *imperfecta* Peck 98, 263
— *linicola* Naum. *et* Vass. 99, 298
— *lycopersici* Brun. 317
— *medicaginis* Bres. 98, 263
— *pinodes* (Ber. *et* Bl.) Jon. 80, 270
— *pisi* Lib 99, 270
— *pseudopinodella* Bond. *et* Truss. 270
— *trifolii* Bond. *et* Truss. 99, 260
Aspergillus sp. 74
— *niger* van Tiegh. 121

Bacillus amylovorus (Burr.) Trev. 347
— *aroideae* Tows. 307
— *campestris* Pamm. 306
— *lathyri* Manns. *et* Taub. 273
— *mesentericus-vulgatus* Flügge 105, 110
Bacillus oleae tuberculosis Sav. 24
— *phaseoli* E. F. Sm. 274
— *phytophthorus* App. 284
Bacterium amylovorum (Burr.) Serb. 110, 347
— *insidiosum* (Mc Culloch) Sm. 265
— *lachrymans* F. Sm. 312
— *lathyri* Manns. *et* Taub. 373
— *lycopersici* Burgw. 321
— *michiganense* E. F. Sm. 319
— *phaseoli* E. F. Sm. 274
— *phytophthorum* App. 284
Bacterium sepedonicum (Spieck. *et* Koth.) Skapt. *et* Burkh. 286
— *tumefaciens* Sm. *et* Tows. 346
Botrytis allii Munn 99, 326, 377
— *anthophila* Bond. 32, 261
— *cinerea* Fr. 72, 99, 121, 148, 150, 170, 266, 275, 312, 318, 359, 365, 377
— *fabae* Sard. (?) 277
Bremia lactucae Regel 92, 168, 337

Calonectria graminicola Wr. 244
Cercospora beticola Sacc. 100, 167, 333
— *carotae* (Pass.) Kasnow. 100, 331
— *concors* Sacc. 284
Cercosporella herpotrichoides Fron 248, 249, 251
Cladosporium cucumerinum Ell. *et* Arth. 313
— *fulvum* Cooke 100, 316
— *herbarum* Fr. 76
Clasterosporium carpophilum (Lév.) Aderh. 100, 350
Claviceps purpurea (Fr.) Tul 53, 72, 79, 86, 95, 173, 247
Clostridium macerans Schard. 105, 107, 110, 171, 298
Coccomyces hiemalis Higg. 95, 351
Colletotrichum atramentarium (Berk. *et* Br.) Taubenh. 376
— *lagenarium* (Pass.) Ell. *et* Halst. 99, 309
— *lindemuthianum* (Sacc. *et* Magn.) Bri. *et* Cav. 73, 82, 95, 147, 163, 168, 273
— *lini.* (Westerd.) Tochinai 99, 295
Corynebacterium fascians (Tilf.) Dows. 366
— *insidiosum* (Mc Cull.) Jens. 105, 106, 265, 396
— *michiganense* (E. F. Sm.) Jens 102, 105, 106, 319, 396
— *sepedonicum* (Spieck. *et* Koth.)

Skapt. *et* Burkh. 102, 105, 106, 286, 396
Coryneum beyerinckii Oud. 350
Cronartium ribicola J. C. Fischer 97, 164, 357
Cuscuta approximata Babingt. 265
— *arvensis* Beyr. *var. calycina* Engelm. 129
— *campestris* Yuncker 129
— *epilinum* Weihe 298
— *epithymum* (L.) Murr. *var. trifolii* Babingt. 262
— *europaea* L. 129
— *trifolii* Babingt. *et* Gibs. 262
Cylindrosporium hiemale Higg. 351
Cylindrocarpon mali (All.) Wollenw. 345
Cymadothea trifolii Wolf 94

Didymella applanata (Niessl.) Sacc. 94, 369
— *lycopersici* Kleb. 94
Diplodia nodorum Berk. 251
Diplodina destructiva (Plowr.) Petr. 317
Diplodina lycopersici Hollós. 317
Ditylenchus destructor (Kühn) Filipjev 136
Ditylenchus dipsaci Kühn 136
Drepanopeziza ribis (Kleb.) Höhn. 95, 358

Elsinoë veneta (Burkh.) Jenk. 94
Endostigme cinerascens (Fleisch.) Jørst. 72, 73, 80, 94, 163, 167, 339
Epichloë typhina (Pers. ex Fr.) Tul. 95, 256
Erwinia amylovora (Burrill) Winslow *et al.* 24, 72, 105, 106, 347
— *aroidea* (Tows.) Holl. 105, 111, 307, 318
— *atroseptica* (v. Hall) Berg. *et all* 284
— *carotovora* (Jon.) Holl. 70, 72, 105, 111, 377
— *lathyri* (Manns. *et* Taub.) Holl. 273
— *phytophthora* (App.) Holl. 106, 111, 284
— *tracheiphila* (E. F. Sm.) Holl. 109
Erysiphe cichoracearum Mérat 310
— *f. lini* Jacz. 298
Erysiphe communis Fr. 94
— — *f. brassicae Hammarl.* 306
— — *f. lupini* Roum. 267
— — *f. medicaginis* Dietr. 265
— — *f. pisi* Dietr. 271
Erysiphe communis f. trifolii Rbh. 260
— *graminis* Mérat 72, 94, 151, 246
— — *f. avenae* March. 246
— — *f. hordei* March. 246
— — *f. secalis* March. 246
— *martii* Lév. 260, 271
— — *f. tritici* March. 246
— *pisi* St.-Amans 271
Exoascus pruni Sadeb. 348
Exobasidium vaccinii Woron. 28

Fabraea fragariae Kleb. 95
Fusarium sp. 41, 76, 163, 248, 251, 264, 265, 272, 280, 311, 375, 385
— *avenaceum* (Fr.) Sacc. 251, 272
— *falcatum* App. *et* Woron. 251
— *graminearum* Schwabe 95
— *herbarum* (Cda) Fr. 100, 378
— *lini* Boll. 100, 296
— *moniliforme* Sheld. 75
— *nivale* (Fr.) Ces. 95, 244
— *oxysporum* Fr. 75, 149, 280
— — *f. pisi* (Hall.) Raillo 272
— *solani* App. et Woron. 100, 272, 375
Fusicladium dendriticum (Wallr.) Fuck. 74, 80, 82, 94, 167
— *pirinum* (Lib.) Fuck. 94, 167

Gloeosporidiella ribis Petr. 95, 355
Gloeosporium caulivorum Kirchn. 99, 261
— *fructigenum* Berk. 95, 378
— *malicorticis* Cord. 346
— *necator* E. *et* E. 367
— *ribis* (Lib.) Mont. *et* Desm. 95
— *venetum* Speg. 367
Glomerella lindemuthianum Shear 95
— *lycopersici* Krüg. 317
Gnomonia erythrostoma (Pers.) Auersw. 350
Gymnosporangium sabinae Wint. 343
— *tremelloides* Hart. 97, 343

Helminthosporium gramineum Rabenh. 72, 94, 242, 243
— *sativum* P., K. *et* B. 50, 72, 74, 100, 170, 242, 243, 248
— *teres* Sacc. 242, 244
Heterodera rostochiensis Wollenw. 134
— *schachtii* Schmidt 134
— *trifolii* Goffart 135
Hypochnus solani Prill. *et* Delacr. 96, 281

Kabatiella caulivora (Kirchn.) Karak. 99, 261
— *lini* (Laff.) Karak. 297

Leptotrochila medicaginis (Fuck.) Schüepp. 95, 262

Macrosporium solani Ell. *et* Mart. 279, 315
Marssonina potentillae (Desm.) P. Marn. *f. fragariae* (Lib.) Ohl. 364
Mastigosporium sp. 255
Mastigosporium calvum Ellis. *et* Davis 255
— album Riess 255
Melampsora lini Desm. 97, 294
Micrococcus tritici Prill. 24
Monilia cinerea Bon. 53, 95, 99, 349
— *fructigena* (Fr.) Westend. 95, 167, 341
— *laxa* Ehr. 99, 349
Mycosphaerella fragariae (Tul.) Lind. 94

Nectria galligena Bres. 95, 245
Neofabrea malicorticis (Cord.) Jack. 346

Olpidium brassiciae Wor. 90, 302
Ophiobolus graminis Sacc. 94, 248

Penicillium sp. 50, 75, 146, 163, 378
Peronoplasmopara cubensis (B.*et* C.) Clint. 310
Peronospora aestivalis Syd. 92, 263
— *brassicae* Gäum. 92, 304
— *destructor* (Berk.) Casp. 92, 324
— *pisi* Syd. 275, 337
— *pratensis* Syd. 92, 261
— *schachtii* Fuck. 333
— *schleidenii* Ung. 324
— *spinaciae* Laub. 336
— *trifolii-hybridi* Gäum. 261
— *trifolii-repentis* Gäum. 261
— *viciae* Gäum. 275
Phoma betae Frank 99, 170, 400
— *exigua* Desm. 297
— *lingam* (Fr.) Desm. 99, 305, 377
— *rostrupii* Sacc. 99, 329
Phragmidium rubi-idaei (Pers.) Karst. 97, 370
Phyllachora graminis (Fr.) Fuck. 257
Phyllosticta betae Oud. 99, 334
— *grossulariae* Sacc. 359
Phytomonas campestris (Pamm.) Berg 306
— *insidiosa* (Mc Culloch) Berg. *et all.* 265
— *michiganense* (E. F. Sm.) Berg. 319
— *phaseoli* (E. F. Sm.) Berg. 274
— *tumefaciens* (Sm. et Tonws.) Berg. 347
Phytophthora cryptogea Peth. *et* Laff. 316
— *infestans* DB. 18, 47, 49, 50, 72, 73, 82, 92, 101, 147, 148, 151, 154, 163, 164, 170, 178, 277, 278, 279, 315, 375, 385
— *fragariae* Hickm. 365
Plasmodiophora brassicae Woron. 28, 77, 90, 170, 361
Plasmopara niveae (Ung.) Schröt. 92
— *viticola* Berl. *et* Toni 22, 128
Pleospora herbarum Tul. 305
Plectodiscella veneta Burkh. 368
Podosphaera leucotricha Salm. 344
Polyspora lini Laff. 99, 297
Polystigma rubrum DC. 94, 349
Polythrincium trifolii Fr. 259
Pseudomonas campestris (Pamm.) Sm. 306
— *chlororaphis* (Cuign. et Sauv.) Berg. 332
— *fluorescens* Mig. 107
— *lachrymans* (Sm. *et* Br.) Carsn. 70, 72, 104, 105, 312
— *maculicola* (Mc Culloch) Stev. 168
— *michiganense* (E. F. Sm.) Stev. 319
— *phaseoli* (E. F. Sm.) 274
— *rhizoctonia* (Thom.) Stev. 105
— *savastanoi* (E. F. Sm.) Stev. 24
— *solanacearum* E. F. Smith 165
— *tabacum* Dows. 105
— *tumefaciens* Stev. 72, 105, 120, 346, 395
Pseudoperonospora cubensis (Berk. *et* Curt.) Rostowz. 310
Pseudopeziza medicaginis (Lib.) Sacc. 95, 262
— *ribis* Kleb. 95, 358
— *trifolii* (Fr.) Fuck. 95, 260
Puccinia allii Rud. 326
— *anomala* Rostr. 235, 239
— *coronifera* Kleb. 72, 73, 97, 167, 241
— *coronata* Corda 242
— *dispersa* Erikss. *et* Henn. 97, 164, 235, 238
— *glumarum* Erikss. *et* Henn. 235
Puccinia graminis Pers. 16, 19, 22, 72, 97, 152, 164, 235, 236, 238
— — *f. avenae* Erikss. *et* Henn. 237
— — *f. hordei* Erikss. *et* Henn. 240
— — *f. secalis* Erikss. *et* Henn. 237, 240

Puccinia graminis f. tritici Eriks. *et* Henn. 73, 168, 237, 240
— *porri* Wint. 326
— *pringsheimiana* Kleb. 356
— *ribesii-caricis* Kleb. 356
— *striiformis* Westend. 97, 152, 235, 240
— *triticina Erikss.* 72, 73, 167, 168, 235, 239, 240
Pythium sp. 302
— *debaryanum* Hesse 75, 76, 92, 264, 266, 316, 332
— *perniciosum* Serb. 31

Ramularia rhei All. 99, 337
— *tulasnei* Sacc. 94, 99, 363
Rhabdospora sp. 68
Rhizoctonia sp. 264, 302, 310
— *aderholdii* Kolosch. 100, 303
— *solani* Kühn. 75, 96, 100, 170, 266, 281
— *violaceae* Tul. 100, 330
Rhizopus nigricans Ehrenb. 75, 92, 366, 378

Sclerotinia sp. 29, 311
— *libertiana Fuck.* (= S. *selerotiorum* (Lib.) DB 72, 79, 95, 266, 275, 305, 312, 315, 318, 376
— *trifoliorum* Erikss. 79, 95, 258
Sclerotium rhizodes Auersw. 257
Scolecotrichum graminis Fuck. 99, 256
Septoria sp. 68
— *apii* Chest. 336
— *avenae* Frank 99, 252
— *carotae* Nagor. 331
— *fragariae* (Desm.) Sacc. 364
— *glumarum* Pass. 254
— *linicola* (Speg.) Garassini 298
— *lycopersici* Speg. 99, 316
— *nodorum* Berk. 99, 251, 252
Septoria pisi Westend. 99, 272
— *ribis* Desm. 99, 359
— *rubi Westend.* 370
— *tritici* Rob. *et* Desm. 252
Sphaceloma necator (E. *et* E.) Jenk. 367
Sphaeropsis malorum Peck 344
Sphaerotheca fuliginea (Fr.) Lind. 310
— — *f. cucumis* Jacz. 310
— *macularis f. fragariae* Jacz. 365
— *mors-uvae* (Schw.) Berk. 94, 355
Spondylocladium atrovirens Harz. 376
Spongospora subterranea Wallr. 53, 90, 282
Stemphylium sarciniiforme (Cav.) Wiltsh. 267
Stereum purpureum Pers. 342
Streptomyces scabies (Thaxt.) Waksm. *et* Henrici 115, 281, 334
Synchytrium endobioticum (Schilb) Perc. 72, 73, 77, 90, 283

Thanatephorus cucumeris (Frank) Donk 96, 284
Thielavia basicola (B. *et* Br.) Zopf 76, 94
Taphrina cerasi (Fuck.) Sadeb. 93
— *pruni* (Fuckel) Tul. 93, 348
Tilletia caries (DC.) Tul. 72, 73, 98, 163, 164, 227, 228
— *levis* Kühn. 72, 73
— *tritici* (Bjerk.) Wint. 227
Tuburcinia occulta Liro 98, 163, 227, 228
— *tritici* Liro 228
Typhula sp. 245
— *incarnata* Fr. 246
— *itoana* Imai 246
— *idahoensis* Remsb. 246
— *trifolii* Rostrup 261

Urocystis cepulae Frost. 327
— *occulta* (Wallr.) Rabenh. 163, 227, 228
— *tritici* Körn. 228
Uromyces betae (Pers.) Tul. 97, 334
— *fabae* DB. 97, 268
— *fallens* Kern. 259
Uromyces phaseoli Wint. 97, 268
— *pisi* (DC) Otth 49, 97, 268
— *striatus* Schröt. 264
— *trifolii* (DC) Lév. 97
— *trifolii-repentis* Liro 259
— *viciae fabae* Schröt. 268
Ustilago avenae (Pers.) Jens. 72, 73, 98, 163, 167, 170, 227, 232
— *hordei* (Pers.) Lagerh. 72, 98, 227, 230, 232
— *levis* Mgn. 73, 98, 167, 227, 230
— *maydis* (DC) Corda 72, 73, 98, 227, 233
— *nuda* (Jens.) Rostr. 98, 167, 227, 232
— *tritici* (Pers.) Jens. 98, 163, 167, 227, 231
— *zeae* Ung. 233
Venturia inaequalis (Cooke) Wint. 94, 339
— *pirina* Aderh. 94, 339
Vermicularia atramentaria Berk. *et* Br. 317

Verticillium albo-atrum Reinke *et* Berth. 99, 280
Viscum album L. 131

Xanthomonas beticola (Sm., Br. *et* Towns.) Sav. 106, 110
— *campestris* (Pamm.) Dows. 70, 72, 104, 105, 106, 110, 190, 306
Xanthomonas heterocea (Wzor.) Grussch. 72, 105
— *hyacinthi* (Wakker) Dows. 24
— *lactucae* (Yamamoto) Dows. 337
— *phaseoli* (E. F. Sm.) Dows. 70, 105, 110, 274
— *pruni* (E. F. Sm.) Dows. 104, 110
— *vesicatoria* (Doidge) Dows. 105

OSKUSSÕNADE REGISTER

AB, preparaat 32, 210
abortiivsus 42, 58
Actinomycetales 108, 115
Actinomycetes 108
aerosool 198, 218
agens 117
agressiivsus 69, 236
agrotehniline tõrje 101, 181
aktinofaag 119
algeosed 96
algeosla 82, 93, 97
antagonist 192, 193
anteriid 85
antibiootikum 93
Aphyllophorales 96
aplanospoor 81, 82, 92
apogaamia 85
apoteetsium 86, 95
apressor 77
Archimycetes 89
askomütseet 93
askogeenne hüüf 86, 93
askokarp 93
Ascomycetes 89, 92
askostaadium 80, 93
askospoor 86
askostrooma 79
askus 86, 92, 93
atservul 93
autotroofne 104
avaketasseened 95
aviomeetod 219

Bacillus 104, 110
Bacteriae 108
Bacterium 104, 110
bakteriofaag 34, 112, 119, 150, 154, 192
bakterioloogia 27
bakterioos 23, 102
bakterhaigus 23, 102
bakteriseerimine 200
bakteritsiid 194
Basidiomycetes 89, 96
basidiokarp 96
basidiostaadium 97
basiid 86, 96, 97, 98
basidiospoor 87, 96, 97
bioloogiline rass 22
bioloogiline tõrje 101, 192
biotüüp 3, 69
blastospoor 81
bordoo vedelik 18

Chlamydobacteriales 109
Chytridiales 90
Clavicipitaceae 95
Coccus 104
Corticiaceae 96
Corynebacteriaceae 109

Dematiaceae 100
Dermataceae 95
Deuteromycetes 31, 89
diagnostika 39
Diaporthaceae 95
dikaarüon 85, 86
dikloon 208
dinitroortokresool 212
dinitrorodaanbensool 209
diploidne 87, 89, 96
Discomycetes 95
ditaan 207
DNOK 212
DNRB 209
Dothideales 94
Dothideaceae 94

Ebajahukaste 173
ebajahukastelised 30, 92
eksanteem 18
«eksanteemide teooria» 17
eksoparasiit 76
ektoparasiit 76
Elsinoëaceae 94
Endomycetales 93
endoparasiit 77, 78, 90
enfütootia 172
Enterobacteriaceae 109
entomoloogia 5
Entomophthorales 92
eos 81
eosjärk 96, 97
eoskand 86, 96
eoskott 86, 92, 93, 94
eosla 98
eoslava 95
eoslaager 99

eoskandja 78, 81, 82
eostugi 86, 96
epifütootia 28, 50, 172, 173
epifütootioloogia 39
Erysiphaceae 94
Erysiphales 94
Eurotiaceae 94
Eurotiales 94
Eurotium 94
etioloogia 39
etsiid 89, 97
etsidiaalstaadium 97
etsiospoor 89, 96, 97, 162
Euascomycetes 93
Eubacteriales 109
Eubacteriineae 109
Exoascales 93
Exobasidiaceae 96

fagotsütoos 148
fakultatiivne 43
ferbaam 208
ferment 39, 157
figoon 208
formaliin 23, 211
formaldehüüd 211
fuklasiin 208
Fungi 76
Fungi imperfecti 31, 98
fungitsiid 9, 194
fülogenees 20, 30
fütoimmunoloogia 35, 140, 156
fütontsiid 34, 112
fütopatogeenne 20
fütopatoloogia 3
füüsikaline tõrje 181, 191, 192
füsioloogiline rass 22, 69

gameet 83
gametangium 83
gemmid 78, 80, 81
genotüüp 138
granosaan 210

haiguskindlus 34, 140
haiguse tekitaja 39, 140
hajuseoselised 157, 162, 191, 192, 394
haploidne 86, 87
haustor 77
heksakloorbensool 211
helekottseenelised 94
Helotiales 95
Hemiascomycetes 93
herbitsiid 9, 54, 66, 189, 212
Heterobasidiomycetes 96
heterotallism 22, 89
heterotroofne 67, 104
Homobasidiomycetes 96
hüüf 76, 78, 81, 93, 107
Hypocreaeceae 94
Hyphomycetes 99
Hypocreales 94
Hypodermataceae 95
hüperplaasia 43
hüpertroofia 43
hüpoplaasia 40

iminapp 77
immuunsus 27, 137
infektsiooniline foon 159, 160
inkubatsiooniperiood 28, 71, 162, 177
Inoperculatae 95
insektitsiid 9, 212

jahukaste 13, 213, 306, 310, 344, 355, 365
jahukastelised 14, 80

kandeos 71, 87, 96, 97, 393
kandseened 79, 85, 86, 96, 98
kaptaan 208
karantiin 181, 221
karbatioon 213
karüogaamia 83, 86
keemiline tõrje 101, 181, 194
keraseoselised 82
ketasseened 79, 86
kevadeos 89, 96, 97, 179
kevis 89, 97
kihiseoselised 99
kiirikseened 74, 113
kivikottseened 86, 94
klamüdospoor 78, 79, 80, 81, 97, 194
kleistoteetsium 86, 93
kloorlubi 212
kokid 104
koniid 81
konidiaalne staadium 29, 80, 93, 98, 101, 247, 248
koniidikandjad 81, 82, 93, 98, 256
koorikulised 96
kopulatsioonituum 86
kotteos 93, 167
kottseened 29, 89
kuivpuhtimine 32, 198, 209, 210
kummivoolus 14, 53, 148
kuumvesipuhtimine 23, 191
kõvanõgilised 98
kärbumine 39, 52, 320
kübarseened 80, 96

lehtereosla 79, 86, 95
lendnõgi 23
lendnõgilised 98
lehikseened 78
lihtkandseened 96

limaseened 76
lofotrihhaalne 102
Loranthaceae 129
lülieos 81, 101, 164

mehaaniline tõrje 101, 181, 191, 192
Melampsoraceae 97
Melanconiaceae 99
Melanconiales 99
merkuraan 210
meromüksis 107
mesikaste 14, 53
mikroelemendid 38, 200, 201
mittelehikseened 78
mittenakkushaigused 32, 39
Moniliaceae 99
Moniliales 99
monofaag 72, 105
monotrihhaalne 102
«mosaiikhaigus» 26, 116, 313
Mucorales 32, 92
mumifikatsioon 53
munasseened 85, 90
mustkettalised 95
märgpuhtimine 32
mügarbakter 68, 150, 157
mügarlehtrikulised 95
mükoloogia 21, 28, 29, 30, 32, 37
mükoloogiline periood 21
mükolüütiline 107
mükoos 74, 175, 193
mükoriisa 31
mürkkemikaal 8, 194
mütseel 42, 76
Mycelia sterilia 100
Mycobacteriales 108
Mycosphaerellaceae 94
Mycophyta 76
Mycota 76
Myringiales 94
Myxobacteriae 108

nakkushaigused 39, 67
Nectriaceae 95
nekroos 39, 40, 48, 52, 147, 166
nematood 3, 39, 132, 147, 213
nitrafeen 213
NIUF-2 210
nutthallituselised 92
nuutrilised 90
nõgieos 17, 18
nõgihaigused 5, 32
nõgilised 22, 33, 44, 53, 73, 96, 97

obligaatne 46
ohutustehnika 21
oiid 78, 79, 81
Olpidiaceae 90
oogaamia 85, 90
oogoon 85
Oomycetes 90
ontogenees 20, 30
oospoor 73, 85, 90, 162, 194
Operculatae 95
Orobanchaceae 127
ortotsiid 208

pahk 43, 53, 90, 106
panfütootia 172
parafüüs 86
parasiit 33, 53, 90
parasitism 3, 67, 127
patogeensus 69, 108, 394
peiteosla 86, 93
periid 86
periteetsium 86, 94
peritrihhaalne 102
Peronosporaceae 92
Peronosporales 90
Phacidiales 95
Phycomycetes 89
Phyllachoraceae 95
pigiroostelised 97
pitsikulised 95
planosügoot 83
pleomorfism 20, 81
Plasmodiophorales 90
plasmogaamia 83, 86
plasmoodium 76, 90
Plectascales 94
Plectomycetes 93
Pleosporaceae 94
polüfaag 72, 105
polümorfism 81
poolparasiit 128
populatsioon 72
preparaat 125, 213
prognoos 162, 175, 179, 223, 224
Protoascomycetes 93
provokatsiooniline foon 159, 160
Pucciniaceae 97
puhkeeos 89
puhtimine 30, 194
pustul 53, 147
põimiskottseened 93
paisseenelised 96
päriskottseened 93
pärisroostelised 97
pärmseenelised 81, 93
püknid 82, 93, 97
püknospoor 96
Pyrenomycetes 94
Pythiaceae 92

rass 3, 22, 72, 73, 74
resistentsus 140, 145, 153, 157, 158, 160

risomorf 78, 81
risosfäär 107
rodaan 211
rodaananiliinpreparaat 211
roostehaigused 5, 13, 14, 16, 17, 22, 32, 41, 47, 141, 143, 158
roostelised 19, 96, 101
roostepustul 18, 147
rändeos 81, 82, 89
rändeospesa 82

saprobiont 80
saprofüüt 43, 90
saprofütism 3, 67
Saprolegniales 90
Sclerotiniaceae 95
seeneniit 22, 53, 76
seeneniidistik 43, 74, 76
seenhaigused 34, 100
seigseened 85, 92
selinoon 212
serodiagnostika 34
sklerootsium 29, 81
spermaatsiumid 96, 97
spermogoon 87, 97
spermogoonstaadium 97
Sphaeropsidales 98
Sphaeropsidaceae 98
spirill 104
Spirillium 104
Spirochaetae 104, 108
spiroheet 104
sporangium 81, 82, 85
sterigma 86, 87
strooma 86, 94
sulgeosla 86, 94
sulgketasseened 95
suvieos 89, 96
sügogaamia 85, 92
sügoot 83, 85
sügospoor 83, 85
sümbioos 68, 149
süsikulised 95
Synchytriaceae 90

taimehaigused 30, 74
taimekaitse 5
taimebakterioos 24, 31, 34, 35
talieos 89, 96, 97
Taphrinales 93
teisseened 31, 89, 98
teisselts 98, 99, 100
teleutospoor (vt. teliospoor)
teliospoor 89, 96, 97
teliostaadium 97
Tilletiaceae 98
tiraam 209
TMTD 209
toksiin 39
toksilisus 69, 194
tolerantsus 140
tserlaat 208
tsineb 207
tsiraam 208
tsüst 83, 89, 90
tumekottseenelised 94
tungaltera 15, 17
tsüst 85
tõusmepõletikulised 92, 316
täisparasiit 128
tüsiskandseened 96

Uredinaceae 97
Uredinales 96
uredospoor 89, 96, 97
uredostaadium 97
Ustilaginaceae 98
Ustilaginales 97
uusmoodustised 42, 53, 106

Vapaam 213
vasepreparaadid 23
vaskoksiidkloriid 207
vasksulfaat 17, 18, 23, 62, 206
vegetatiivkeha 76, 89, 90
vetikseened 81, 83, 89
Vibrio 104
vibrioon 104
viirushaigused 25, 116
viljakeha 95, 96, 167
virioon 117
viroloogia 26, 35
viroos 25, 116
virulentsus 27, 69
väliskottseened 93
väliskotilised 43, 44, 93
väävellubja vedelik 205

õisparasiit 39, 51, 72, 194

ökoloogia 28, 162

ürgseened 53, 83, 89

zoospoor 83, 81, 85
zoosporangium 81, 82, 83, 90
Zygomycetes 92

Xylariales 95

SISUKORD

Eessõna II, uuendatud trükile 3
Sissejuhatus 5

ÜLDOSA

I peatükk. **Ülevaade fütopatoloogia ajaloost** 13
Fütopatoloogia üldajaloost 13
Vene ja nõukogude fütopatoloogia areng 28
Eesti fütopatoloogia areng 35
II peatükk. **Taimehaiguste mõiste, olemus ja klassifikatsioon** 38
Taimehaiguste mõiste 39
Taimehaiguste olemus 39
Taimehaiguste klassifikatsioon 50
III peatükk. **Taimehaiguste välistunnused ja nende diagnostika** . . . 51
IV peatükk. **Taimede mittenakkushaigused** 55
V peatükk. **Taimede nakkushaigused** 67
VI peatükk. **Seened taimehaiguste tekitajaina** 74
Seente ehitus ja elutegevus 76
Seente paljunemine 81
Seente klassifikatsioon 89
Klass *Phycomycetes* 89
Klass *Ascomycetes* 92
Klass *Basidiomycetes* 96
Rühm *Deuteromycetes* (*Fungi imperfecti*) 98
Seenhaiguste levik 100
Seenhaiguste tõrje 101
VII peatükk. **Bakterid taimehaiguste tekitajaina** 102
Bakterite ehitus ja elutegevus 102
Bakterite paljunemine 106
Bakterite klassifikatsioon 108
Bakterhaiguste levik 110
Bakterhaiguste tõrje 112
VIII peatükk. **Kiirikseened taimehaiguste tekitajaina** 113
IX peatükk. **Viirused taimehaiguste tekitajaina** 116
Viiruste ehitus ja elutegevus 117
Välisfaktorite mõju taimeviirustele 120
Viiruste klassifikatsioon 121
Viirushaiguste sümtoomid taimedel 123
Viirushaiguste levik 124
Viirushaiguste tõrje 127
X peatükk. **Õistaimed põllumajanduskultuuride parasiitidena** 127
XI peatükk. **Nematoodid taimehaiguste tekitajaina** 132
XII peatükk. **Taimede immuunsus nakkushaigustele** 137
Immuunsuse kategooriad 140
Looduslik immuunsus 141

Passiivne immuunsus 141
Aktiivne immuunsus 146
Omandatud immuunsus 149
Taimede immuunsuse muutlikkus 157
XIII peatükk. **Taimede nakkushaiguste ökoloogia, dünaamika ja prognoos** 162
Taimede nakkushaiguste ökoloogia 162
Taimede nakkushaiguste dünaamika 171
Taimede nakkushaiguste prognoos 175
Taimehaiguste prognoosimise organisatsioon Nõukogude Liidus 180
XIV peatükk. **Taimede nakkushaiguste tõrje** 181
Agrotehniline tõrje 181
Füüsikaline ja mehaaniline tõrje 191
Bioloogiline tõrje 192
Keemiline tõrje 194
Taimekaitsetööde eeskirjad 201
Ohutustehnika nõuded mürgiste taimekaitsevahendite hoidmisel, transportimisel ja nendega töötamisel 202
Taimehaiguste tõrjevahendid 204
Taimekaitsetööde mehhaniseerimise seadmed 213
Taimekaitsepritsid 214
Tolmutid 217
Aerosooliaparaadid 218
Puhtimismasinad 219
Taimede karantiin 221
Taimekaitse organisatsioon Nõukogude Liidus 222

ERIOSA

XV peatükk. **Teraviljakultuuride haigused** 227
Nõgihaigused 227
Roostehaigused 234
Helmintosporioosid 242
Talvitumishaigused 244
Muud haigused 246
Teraviljakultuuride haiguste tõrje 252
XVI peatükk. **Kõrreliste ja liblikõieliste heintaimede haigused** 255
Kõrreliste heintaimede haiguste tõrje 257
Liblikõieliste heintaimede haiguste tõrje 267
XVII peatükk. **Kaunviljakultuuride haigused** 268
Kaunviljakultuuride haiguste tõrje 275
XVIII peatükk. **Kartulihaigused** 277
Kartulihaiguste tõrje 291
XIX peatükk. **Linahaigused** 294
Linahaiguste tõrje 300
XX peatükk. **Köögiviljakultuuride haigused** 301
Kapsa- ja teiste ristõieliste köögiviljakultuuride haigused 301
Kapsa- ja teiste ristõieliste köögiviljakultuuride haiguste tõrje 308
Kurgi- ja teiste kõrvitsaliste kultuuride haigused 309
Kurgihaiguste tõrje 313
Tomatihaigused 315
Tomatihaiguste tõrje 323
Sibulahaigused 324
Sibulahaiguste tõrje 328

Porgandihaigused 329
Porgandihaiguste tõrje 331
Peedihaigused 332
Peedihaiguste tõrje 335
Muude köögiviljakultuuride haigused 336
Tõrje 338
XXI peatükk. **Viljapuude ja marjakultuuride haigused** 339
Viljapuude haigused 339
Viljapuude haiguste tõrje 351
Marjakultuuride haigused 355
Karusmarja- ja sõstrahaiguste tõrje 361
Maasika- ja vaarikahaiguste tõrje 372
XXII peatükk. **Köögivilja- ja puuviljahaigused hoidlatingimustes** . . 374
Haiguste tõrje hoidlates ja ladudes 378

LISA

Mõningaid taimehaiguste laboratoorse uurimise meetodeid 381
Seente põhilised kultiveerimisvõtted 389
Fütopatogeensete bakterite uurimise meetodid 394
Seemnete fütopatoloogiline ekspertiis 397
Kirjandus 403
Taimehaiguste eestikeelsed nimetused 406
Taimehaiguste tekitajate ladinakeelsed nimetused 409
Oskussõnade register 414

Август Марланд. ФИТОПАТОЛОГИЯ. На эстонском языке. Обложка Л. Круусмаа. Издательство «Валгус». Таллин, Пярнуское шоссе, 10.

*

Toimetaja A. Arak. Kunstiline toimetaja R. Tungla. Tehniline toimetaja I. Vahtre. Korrektor E. Bitter. Laduda antud 18. IX 1967. Trükkida antud 25. IV 1968. Paber 60 × 90/16. Trükipaber 1 — Staicele Paberivabrik — Läti NSV. Trükipoognaid 26,25 + 2,25 (lisad). Arvestuspoognaid 31,46. Trükiarv 4000. MB-04672. Tellimise nr. 6252. Hans Heidemanni nim. trükikoda, Tartu, Ülikooli 17/19. II

Hind rbl. 1.60

A
29214
129334

TARTU ÜLIKOOLI RAAMATUKOGU
1 0300 00129334 1