



TARTU RIIKLIK ÜLIKOOL

Matemaatika-Loodusteaduskond

Bioloogia osakond

Eriala: geneetika ja darvinism

V kursuse Üliõpilane

Praggi Õie

FÜTONTSIIDIDE OSA KARTULI-
TAIME IMMUNITEEDIS *Phytophthora*
infestans'i SUHTES

Juhendaja: Dots. O. Mihhailov

Samyzeno 2
Samyzeno
Tab. samyzeno
1-2-57
Õie

Tartu 1957

S I S U K O R D

	Lk.
S I S S E J U H A T U S	4
I KIRJANDUSLIK ÜLEVAADE	7
1. Kartuli lehemädanik	7
2. Fütontsiidide osast taimede immunitedis parasit- haiguste suhtes	12
3. Kirjanduslikke andmeid kartuli fütontsiidide uuri- mise kohta	19
II MATERJAL JA METOODIKA	22
1. Materjali iseloomustus	22
2. Katse metoodika <i>Stylonychia mytilus</i> 'e puhul	23
3. Katse metoodika alamate seente (<i>Penicillium</i> sp., <i>Aspergillus niger</i> , <i>Rhizopus nigricans</i>) puhul	25
4. Katse metoodika <i>Phytophthora infestans</i> 'i puhul ...	26
III KARTULITAIME FÜTONTSIIDIDE UURIMINE NENDE TOIME PÕHJAL INFUSOORIDELE	28
1. Kartuli fütontsiidide mõju infusooridele	28
2. Fütontsiidide lokalisatsioon kartulitaime põhi- organeis	30
3. Erinevate kartulisortide fütontsiidise aktiivsuse erinevused	36
IV KARTULITAIME FUNGITSIIDSETE OMADUSTE UURIMINE	39
1. Kartuli fütontsiidide mõju alamatele seentele (<i>Penicillium</i> sp., <i>Aspergillus niger</i> , <i>Rhizopus nig-</i> <i>ricans</i>)	39
2. Kartuli fütontsiidide mõju <i>Phytophthora infestans</i> 'ile	43

V	KARTULITAIME FÜTONTSIIDSE AKTIIVSUSE DÜNAAMIKA VEGETATSIOONIPERIOODI JOOKSUL	46
VI	FÜTONTSIIDIDE OSA KARTULI FÜTOFTORAKINDLUSES ...	50
VII	KARTULITAIME FÜTONTSIIDIDE KASUTAMISE PERSPEKTIIVIST VIDEST VÕITLUSES LEHEMÄDANIKUGA	57
	J Ä R E L D U S E D	59
	K I R J A N D U S	61

S I S S E J U H A T U S.

Tootlike jõudude kiire areng ja töötajate heaolu tõus meie maal on lahutamatult seotud töö tootlikkuse tõusuga põllumajanduses, põllumajanduslike kultuuride saakide suurenemisega ja nende kvaliteedi paranemisega.

Nende ülesannete lahendamisel väga suur tähtsus on abinõudel, mis on suunatud põllumajanduslike kultuuride kaitseks arvukate haiguste eest.

Eesti NSV-s on rahvamajanduse seisukohalt tähtis koht kartulil, mida kasutatakse nii inimtoiduna, loomasöödana kui ka toorainena tööstustes. Kartulisaagid on meil püsinud aga üldiselt madalad. Üheks teguriks, mis takistab suurte saakide saamist, on mitmesugused kartulihaigused, millistest Eesti NSV oludes leviku ja kahjustuse poolest on ohtlikumaks lehemädanik. Seega on suurte kartulisaakide kindlustamiseks vaja eelkõige teostada pidevat võitlust kartuli lehemädanikuga, mis igal aastal hävitab 10-25% mugulasaagist.

Kuid vaatamata sellele, et juba üle 100 aasta on lehemädanik ja selle tõrje teadlaste uurimisobjektiks, pole kuni käesoleva ajani see ohtlik kartulihaigus teaduse poolt veel täielikult allutatud. On vaja otsida uusi efektiivsemaid tõrjevahendeid.

Üheks uusimaks, kuid, kahjuks, käesoleval ajal veel vähetatud vahendiks võitluses taimahaigustega on fütontsiidid.

Fütontsiidid on kõrgemate taimede poolt produtseeritavad ained, mis surmavalt toimivad bakteritele, seenekestele, putukatele jt., sealhulgas ka fütopatogeensetele mikroorganismidele, olles seega

taimede loomuliku immuniteedi tähtsamaks faktoriks. Fütontsiidide avastajaks on tuntud nõukogude bioloog prof. Boris Petrovitš Tokin.

Eristatakse kaht fraktsiooni fütontsiide: 1) lenduv fraktsioon, ained, mida taim produtseerib ja eritab atmosfääri, eriti rakkude vigastamise korral; 2) mittelenduv fraktsioon, ained, mis sisalduvad taime rakkude mahlas. Lenduvad fütontsiidid, prof. B.M. Kozopoljanski väljenduse järele, on "taime esimeseks kaitseliiniks", taimemahlad moodustavad teise kaitseliini.

Kaasaegsetele uurimistöõdele, mida teostatakse fütontsiidide (ka antibiootikute) kasutamise eesmärgil võitluses taimahaigustega, NL TA Mikrobioloogia Instituudis prof. N.A. Krassilnikovi juhtimisel, K.A. Timirjazevi nimelises Moskva Põllumajanduse Akadeemia fütopatoloogia laboratooriumides, Kišinjovi Põllumajanduse Instituudis prof. D.D. Verderevski juhtimisel ja reas teistes teaduslikes asutustes, on iseloomulikuks kolm peamist suunda.

Esimese suuna eesmärgiks on fütontsiidide väljutamine kõrgematest taimedest (ka antibiootikute saamine bakteritest ja seentest) selleks, et edaspidi kasutada neid taimede väliste organite või viljade, mugulate jne. töötlemiseks.

Teise suuna ülesandeks on leida fütontsiidide (samuti antibiootikute) hulgast selliseid aineid, mis viiduna taimorganismi oleksid surmavad haigusetekiitajatele, kuid samal ajal kahjutud taimetele enesele, samuti ka inimesele ja loomadele.

Kolmanda suuna uurimistöõde ülesandeks on välja selgitada ja praktiliselt kasutada fütontsiidide kaitseomadusi nende samade taimede suhtes, millistes nad tekivad. Prof. M.S. Dunin kirjutab: "Mida rohkem saab see probleem läbi töötatud, seda selgemaks saab, et, nähtavasti, kõik taimeliigid teatud tingimustes on võimelised produtseerima fütontsiide, mis kaitsevad taimi või nende üksikuid

organeid mitte üksi haigusttekitavate seente, mikroobide eest, vaid ka paljude kahjurite (putukate, lestade jt.) eest". Nõukogude teadlaste (akad. A.I. Oparin, prof. D.D. Verderevski, prof. B.A. Rubin jt.) arvukate katsetega on kindlaks tehtud, et sageli isegi põllumajanduslike kultuuride sordilised erinevused haiguskindluse suhtes on põhjuslikus sõltuvuses fütontsiidide hulgast või aktiivsusest.

Kahtlemata kõige suurem tähtsus taimekaitse seisukohalt on kolmanda suuna töödel, kuna taime, olgu siis sisene või väline, töötlemine haigusttekitajaid surmavate vahenditega on vaid abivahendiks võitluses taimehaigustega. Peamiseks edasiviivaks suunaks on siiski ainult taime loomulike kaitsevahendite stimuleerimine, tugevdamine sel määral, et taim muutuks kättesaamatuks haigustekitajatele. Taime tähtsamaks loomulikuks kaitsevahendiks ongi fütontsiidid.

Sellest lähtudes on käesoleva töö ülesandeks tunda õppida kartuli fütontsiidseid omadusi, välja selgitada, millist osa etendavad fütontsiidid kartuli fütotorakindluses ja välja selgitada võimalused selle osa suurendamiseks.

Probleem fütontsiidide osast taime immunitedis parasitahaiguste suhtes on põhjalikult läbitöötatud prof. D.D. Verderevski poolt. Selle uurimistöö tulemusena formuleeritud põhiteesid on ära toodud ka käesolevas töös.

Kartuli fütontsiidsed omadused on kindlaks tehtud mitmete teadlaste poolt. Kirjanduses esinevad andmed kartuli fütontsiidide uurimise kohta on esitatud ka käesolevas töös.

Avaldan südamest tänu prof. B.P. Tokinile ja Z.A. Borzovale tähelepanu ja abi eest, mida nad osutasid mulle töö käigus üleskerkinud küsimuste lahendamisel.

I KIRJANDUSLIK ÜLEVAADE.

1. Kartuli lehemädanik.

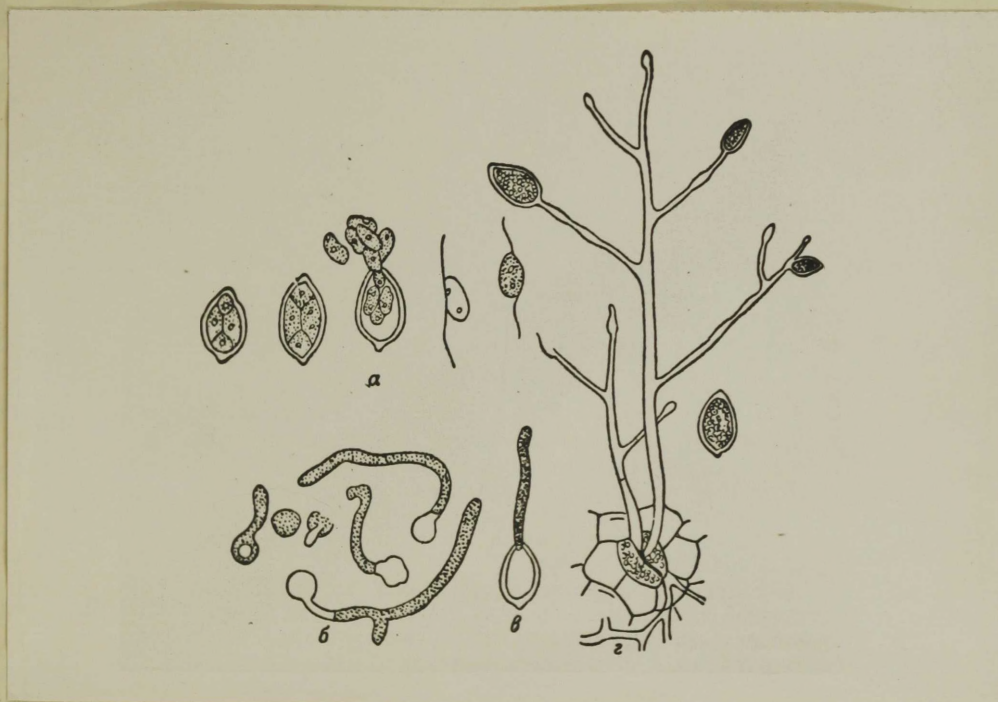
Kartuli lehemädanik toodi Euroopasse 19. saj. keskpaiku. Haigus kahjustab kartuli lehti, varsi ja mugulaid. Lehemädaniku välisteks tunnusteks on pruunid korrapäratu kujuga surnud koe laigud. Iseloomustavaks tunnuseks on terve ja surnud koe piiril lehe alumisel küljel esinev hallikasvalge hallitusetaoline kirme. Haiguse arenedes muutub kogu leht pruuniks, närtsib ja kas mädaneb või kuivab. Sage li haigestuvad samal viisil ka üksikud varre osad. Mugulate haigestumisel tekivad mugulaile hallikaspruunid kõvad vähe sissevajunud laigud. Hiljem hakkab mugul laikude kohalt mädanema ja lõpuks hävib terve mugul.

Lehemädaniku tekitajaks on seen

Phytophthora infestans de Bary.

Seene mütseel laiub nakatatud koe rakuvahelistes ruumides, andes siin-seal peeni haustoreid naaberrakkudesse. Seene elutegevuse tulemusena tekivadki kartuli lehtedele ja vartele surnud koe pruunid laigud. Paljunemis- ja levimisorganid - koniidid - tekivad koniidikandjatel. Viimased väljuvad mitmekaupa õhulõhedest (joon. 1 a). Koniidikandjate kogumik moodustabki valge kirme fütoftora-laigu ümber. Koniidikandjate tipul tekivad koniidid, mis idanedes võivad anda kas otseselt kasvutorukese (joon. 1 b) või zoospoore (joon. 1 a).

Kartuli nakatumine lehemädanikuga toimub koniidide või zoosporide abil. Tilkvedela keskkonna olemasolu korral ja tempera-



Joon. 1. *Phytophthora infestans*'i koniidikandjad
koniididega (Бордукова М.В., 1955 järele)
a - zoosporide moodustumine
b - zoosporide idanemine
B - koniidide idanemine
F - koniidikandja koniididega väljub taime
õhulõhest.

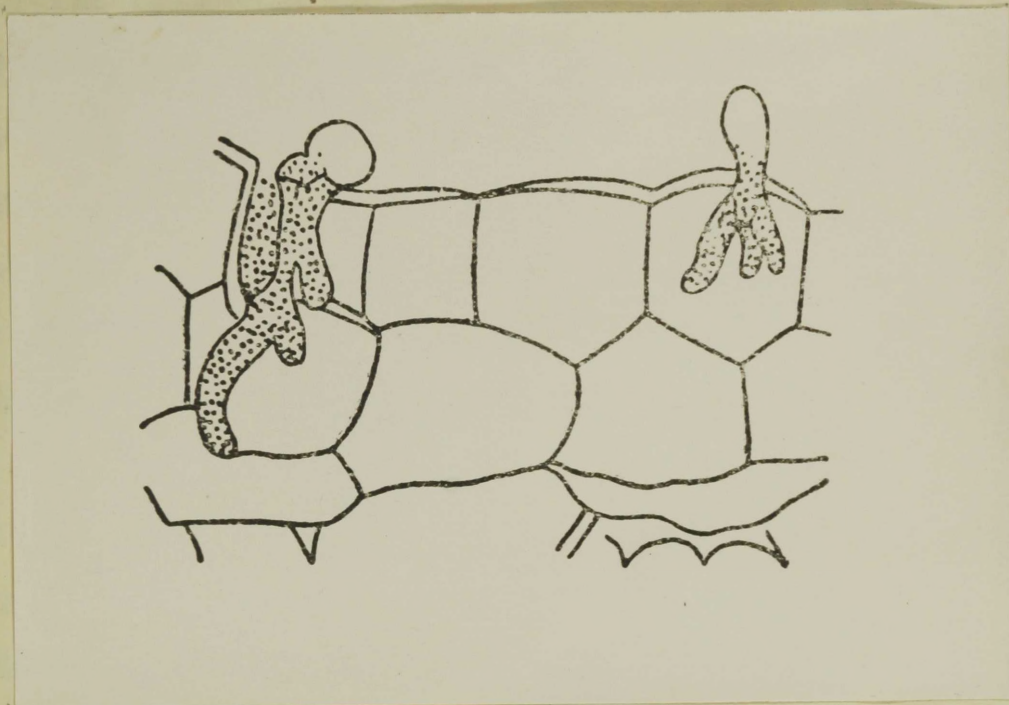
tuuril 6-21° (M. B. Бордукова, 1955) koniidid idanevad zoosporideks. Koniidide protoplasma jaguneb 6-16 osaks, mis pikkamööda muutuvadki zoosporideks. Viimased väljuvad koniidist ja sattudes vette, hakkavad kiiresti liikuma 2 viburi abil. Umbes 30-40 min. pärast liikumine lakkab ja zoosporid annavad kasvutorukese. Kasvutoruke tungib taime kudedesse kas õhulõhe kaudu või läbi epidermise (joon. 2) ja hakkab assimileerima rakkude sisu. Rakkude plasma kiiresti koaguleerub ja pruunistub, rakud surevad.

Tilkvedela keskkonna ja vastava temperatuuri puudumisel, kuid küllaldaselt kõrge õhuniiskuse olemasolu korral koniidid zoospore ei tekita, vaid idanevad otse kasvatoruks, mis samuti tungib taime kudedesse ja hävitab need.

Kartuli esmane nakatumine lehemädanikuga toimub seene talvitumiskolletest, millisteks on nakatatud mugulad ja nakatatud muld. Teisese nakatumise allikateks on juba hagestunud lehed, taimed, kust seen levib kiiresti tervetele taimedele, puhmalt puhmale, hävitades soodsate tingimuste olemasolu korral mõne päeva jooksul terved kartulipõllud. Ja vaatamata sellele, et juba paljude aastate jooksul teevad teadlased ja põllumajanduse praktikud visa tööd haiguse tõrjeks, pole kuni käesoleva ajani veel radikaalseid tõrjevahendeid lehemädaniku suhtes. Mis on selle põhjuseks?

Üheks põhjuseks on kindlasti asjaolu, et kuni käesoleva ajani ei ole teaduslikus kirjanduses üksmeelt küsimuses: Mill-st on tingitud fütoftorakindlus? Ühed autorid arvavad, et fütoftorakindlus on tingitud arginiini sisaldusest kartulis (Alten u. Orth, 1940), teised, et parkainete sisaldusest (G. Meyer, 1940), kolmandad aga peavad fütoftorakindluse aluseks peroksüdaasi aktiivsust (Греушников, 1939, Сухоруков, 1945 jt.) jne. Sellest nähtub, et küsimus vajab edasist uurimist.

Millest tuleks lähtuda küsimuse lahendamisel? Kõigepealt tuleb



Joon. 2. *Phytophthora infestans*'i sisenemine kartilli
lehte. (Бордукова М.В., 1955 järele)

silmas pidada, et haiguskindlus üldse pole enamikel juhtudel tingitud mingist ühest faktorist, vaid terveist reast faktorite kompleksist, on taim-peremehe, parasiidi ja haigusetekitaja vastastikuse mõju resultaat. Üksikute faktorite ja faktorite gruppide tähtsus on erinev. Kõrvuti peamise, otsustava haiguskindluse faktoriga esinevad teisejärgulised faktorid. Tähtis on aga just selle peamise, otsustava faktori väljaselgitamine, kuna sellest sõltub haiguse tõrjevahendite sisu ja olemus.

Probleemi taimede haiguskindluse tähtsamast faktorist võimaldab lahendada nõukogude bioloogiateaduse uusim saavutus - fütontsiidide avastamine prof. B.P. Tokini poolt. "Kõrgemate taimede fütontsiidid ning bakterite ja alamate seente poolt produtseeritavad fütontsiidsed (antibiootilised) ained on taimede loomuliku immuniteedi tähtsaimaks faktoriks", kirjutab B.P. Tokin (Б.П.ТОКИН, 1956). Sellest seisukohast tuleb lähtuda ka kartuli fütotoorakindluse tähtsama faktori väljaselgitamisel.

Teiseks põhjuseks, millest on tingitud, et kartul veel tugevasti kannatab fütotoora all, on see, et ei pöörata küllaldaselt tähelepanu fütotoorakindlate sortide aretamisele, kui põhilisele edasiviivale suunale võitluses haigusega. Sageli isegi spetsialistid taimahaiguste alal osutavad haigusetekitajate otsese hävitamise meetodile (näit. keemiliste vahenditega) kui peamisele suunale praktilises töös taimekaitse alal. Hoopis teistsuguse hinnangu mitmesugustele võitlusviisidele taimahaigustega andis I.V. Mitšurin. Mitte alahinnates kaasaegseid vahendeid võitluses taimahaigustega peab I.V. Mitšurin (И.В.Мицурин, 1948) ainuõigeks teeks selektsiooni, mis annab võimaluse saada uusi haigus- ja kahjuritekindlaid sorte.

Haiguskindlate sortide aretamise kiirendamiseks on väga tähtis tunda 1) parasitismi tekkimist ja edasist tugevnemist fütoto-

patogeensetel mikroorganismidel ja 2) vastavat spetsiifilise immu-
niteedi tekkimise ja muutmise evolutsiooni taimedel nende mikro-
organismide suhtes.

Spetsiifilise immuiniteedi loodusliku tekkimise protsessi tund-
mine on võtmeks immuunsete taimesortide kunstlikuks loomiseks,
uute haiguskindlate sortide aretamiseks.

2. Fütontsiidide osast taimede immuiniteedis parasiithaiguste suhtes.

Parasitismi tekkimist ja edasist tugevnemist fütopatogeensetel mikroorganismidel, spetsiifilise immuiniteedi tekkimist taimedel nende mikroorganismide suhtes ning fütontsiidide osa selles uurib prof. D.D. Verderevski. Nii kirjanduslike andmete kui ka isiklike eksperimentaalsete uurimuste üldistusena on prof. D.D. Verderevski (Д.Д. Вердереvский, 1956) poolt formuleeritud järgmised põhiteesid selle küsimuse kohta:

1. Kõikidele elusorganismidele on omane loomulik mittespetsiifiline immuiniteet, mis tagab eluskudede steriilsuse arvukate saprofütsete roiskumismikroobide suhtes. Mittespetsiaalse immuiniteedi säilumine kõikides evolutsiooni lülides, alates ainuraksetest ja lõpetades kõrgemate taimede ning loomadega, on tingitud kõikide elusolendite liikidevahelise võitluse pidevusest vastavate roiskumismikroobidega (milliste toitumisespetsialisatsioon lubab neil kasutada antud taime- või loomaliigi keha orgaanilist ainet). Selline liikidevaheline võitlus on kõikide elusorganismide evolutsiooni püsivaks, alaliseks fooniks.

Samal ajal, kui loomade mittespetsiifilise loomuliku immuiniteedi aluseks on I.I. Metsnikovi õpetus fagotsütoosist, siis taimedel analoogilist osa etendab antibiootikute ja fütontsiidide

moodustamine (antibiootikud seentel, aktinomütseetidel, bakteritel; lenduvad ja mittelenduvad fütontsiidid kõrgematel taimedel).

Sellist erinevust taimedel loomadega võrreldes näitas juba I.I. Metšnikov: "Taimed kaitsevad end oma tugevamate kestadega ja rakumahla eritustega. Rakumahla eritis taimedel, järelilikult, etendab väga tähtsat osa kaitsevahendina".

Muidugi ei ole fütontsiidid ainsaks immuniteedi faktoriks taimedel. Peale lenduvate ja mittelenduvate fütontsiidide, mis takistavad bakterite, seente ja protistide arengut eluskudedes ja nende läheduses, etendab kõrgematel taimedel loomulikus mittespetsiifilises immuniteedis olulist osa ka kutiikula moodustumine, vahakiht ja korgikiht puitunud taimeosadel, samuti vigastuste tekkimise kohal veekindlate barjääride moodustumine korgistunud rakkudest ja elusrakkudest, mis sisaldavad keemiliselt aktiivseid aineid (antotsüaanid, fenoolid jt.) mikroorganismide toksiinide inaktiveerimiseks. Mittespetsiifilise immuniteedi faktoriteks tuleb lugeda ka taimede võimet inaktiveerida võõraloomulisi fermente, mis tungivad eluskudedesse ja samuti ka võimet eraldada kahjustatud või tugevasti nõrgestatud organeid (lehtede, õienuppude, õite jt. langemine).

2. Seentel ja bakteritel parasitismi tekkimise protsessi kõrgemate taimede suhtes pole võimalik mõista ilma loomuliku mittespetsiifilise immuniteedi ja eeskätt kõrgemate taimede fütontsiidide ületamise teede väljaselgitamiseta.

Seletada fütopatogeensete mikroorganismide valikulist, ainult teatud kindlate taimede kahjustamist nende toitumise omapäraga pole võimalik, kuna nende toitumisespetsialisatsioon on tunduvalt laiem, kui nende poolt kahjustatavate taimede ring. Seda valikulist tegevust tuleb seletada kõigepealt mikroorganismide kohastumisega nende taimede fütontsiididega. Mitmesuguste taimede fütont-

siis need iseärasused tingivad sellise kohastumise puhul patogeenide spetsialisatsiooni, mis muutub üha kitsamaks ja kitsamaks sõltuvalt parasitismi tugevnemisest ja üleminekust taimedele, millede fütontsiidsus on maksimaalne.

Mikroorganismide kindlate taimede fütontsiididega kohanemise "harjumise" esimeseks etapiks on fütopatogeense saprofütismi ("tinglikud parasiidid", nekrofaagid jt.) ja epifütismi etapid. Fütopatogeense saprofütismi puhul vastavate taimehaiguste tekitajad, toitudes oma toksiinide poolt surmatud taimekudedest, omandavad loodusliku valiku tulemusena "harjumise" spetsialisatsiooni selle fütontsiidide kontsentratsiooni suhtes, mis säilib värskelt surmatud kudedes. Epifütismi puhul analoogne "harjumise" spetsialisatsioon toimub taimede lenduvate fütontsiidide suhtes ja nende mittelenduvate fütontsiidide kontsentratsioonide suhtes, mis difundeeruvad taime pinnale sisemistest kudedest. Selline "harjumine" fütontsiididega loob eeldused mikroorganismi tungimiseks eluskudedesse, alguses episoodiliselt (fütontsiidide aktiivsuse nõrgenemise perioodidel), aga hiljem pidevalt, vastavalt mikroobide fütontsiidikindluse tugevnemisest.

Kuigi üleminek fütopatogeensest saprofütismist või epifütismist täielikule parasitismile on tingitud kõigepealt "harjumise" tugevnemisest fütontsiididega, etendavad olulist osa ka teised faktorid. Täielik parasitism - see on heterotroofse mikroorganismi toitumisviisi sügav muutumine.

Kui saprofütismi (nii fütopatogeense saprofütismi kui ka epifütismi) puhul mikroorganismid hävitavad oma toksiinidega ja hüdrolyüütiliste fermentide abiga ümbritsevat toitesubstraati, siis täieliku parasitismi puhul nii toksiline toime kui ka ümbritsevate taimeerakkude fermentatiivne hüdrolyüs nõrgeneb ning parasiidi toitumine toimub taime lihtsate orgaaniliste ühendite arvel. See-

pärast üleminekuks täielikule parasitismile peab patogeensete mikroorganismide hulgas olema eeldus vastavateks muutusteks saprofüütsest parasitisele toitumisviisile ülemineku suunas. Tähtsus on ka taime ja parasiidi rakkude vahelistel osmootsetel suhetel. Samuti on tähtis, et parasiidi poolt eritatavad ainevahetuse produktid ei oleks toksilised taimetele, kuid stimuleeriksid raku mahla kontsentratsiooni. Sellega kindlustatakse nakatatud kudedele küllaldane toitainete juurdevool lihtsate orgaaniliste ühendite näol ja selle omastamine parasiidi poolt.

Parasitismi evolutsiooni kõrgeimaks etapiks on obligaatne parasitism, mida iseloomustab veel teravamalt vähjendatud parasitine toitumisviis, vahetu tungimine rakkude elavasse protoplasmasse ja sealt toidu hankimine taimede sünteetiliste reaktsioonide algproduktide ülevõtmise teel. Hüdrofüütiliste fermentide produtseerimise peaaegu täielik lakkamine obligaatsetel parasitidel kõrvaldab võimaluse nende eksisteerimiseks saprofüütisel kujul.

3. Taimede spetsiifiline immunitet kujutab endast alati ainult loomuliku mittespetsiifilise immuniteedi modifikatsiooni. Kõik taimede spetsiifilise immuniteedi kaitseraktsioonid parasitide vastu on loomuliku mittespetsiifilise immuniteedi tavalised reaktsioonid. Nende spetsiifilisus seisneb ainult nende kõrvalkalda seda tüüpi kaitseraktsioonidest, milliste ületamiseks teatud mikroorganism oma evolutsiooni protsessis oli kohastunud.

Parasiitsete haigusetekiitajate suhtes, samuti nagu saprofüütsete roiskumismikroobide suhteski, määravat osa kaitstes nende vastu etendavad taimede fütontsiidid iseärasused. Eriti parasitsete mikroorganismide valikuline tegevus sõltub kõigepealt taimede fütontsiidsetest iseärasustest. Taimorganismi elavatesse kudedesse võivad tungida ainult need täielikud ja obligaatset parasiidid, kes oma evolutsiooni protsessis "harjusid" nende

fütontsiididega, milliseid omab antud haigusele vastuvõtlik liik või sort; immuunsed liigid ja sordid säilitavad nende parasitide suhtes oma fütontsiidide kõrge toksilisuse. Neid seisukohti kinnitavad nii prof. D.D. Verderevski kui ka teiste teadlaste (Kuprevitš V.F. jt.) eksperimentaalsed uurimused.

Fütopatogeensed saprofüüdid, kes peamiselt elavad väljaspool taimeorganismi ja ainult fakultatiivselt teevad neile kallaletunge, näit. *Botrytis cinerea* Pers., tavaliselt ei oma veel "harjumust" kindlate taimeliikide fütontsiididega. Nende kallaletungid taimele ei sõltu niivõrd nende või teiste taimede fütontsiidide spetsiifilisusest, kui võrd fütontsiidsuse tasemest üldse. Ainult nõrgestatud taimed mitmesugustest perekondadest, sortidest jne. langevad nende mikroorganismide ohvriks, millised asuvad parasitismi evolutsiooni kõige madalamatel etappidel. Kuid fütopatogeensete saprofütide hulgas on ka palju neid, kes juba täielikult või peaaegu täielikult on üle läinud toitumisele nende poolt kahjustatud taimekudedest (*Sphaeropsis malorum*, *Cytospora leucostoma* (Pers) Sacc, *Deuterophoma tracheiphila* Petri jt.). Need mikroorganismid omandavad juba "harjumise" spetsialisatsiooni ainult teatud taimede fütontsiidide suhtes.

Nende taimede hulgas, aga, mis on saanud juba kättesaadavaks parasitahaiguste tekitajatele (nende "harjumuse" tulemusena fütontsiididega), mitmesugune immuunsuse aste eri liikidel ja sortidel on tingitud kõigepealt eluskoe reaktsiooni iseloomust parasidi ainevahetuse produktide toimele.

Taimeorganismi tunginud fütopatogeensete saprofütide, eriti aga mõningate täielike parasitide suhtes kõrgenenud immuunsust omavad taimed, millel on võime eriti aktiivselt reageerida nende kudedesse tunginud patogeeni toksiinidele (barjäärade moodustumine kutiniseerunud rakkudest, antotsüaanide kogunemine elusrakku-

desse patogeeni sissetungimise kohal jne.). Olgugi, et iseenesest need reaktsioonid, mis läoleerivad nakatatud kude tervetest rakkudest, kujutavad endast tavalisi antud taimeliigile omaseid mitte-spetsiifilise immuniteedi reaktsioone, omandavad nad spetsiifilisuse immuniteedi stimuleeriva efekti, teatud patogeenide toksiliste toime erinevuse tõttu erinevatele taimeliikidele ja sortidele.

Kõrgematel parasitismi evolutsiooni etappidel (täielikud ja obligaatsete parasiidid) eluskudede reageerimisviis sissetunginud parasiidi ainevahetuse produktidele on teistsugune. Täieliku ja obligaatse parasitismi puhul spetsiifiline immunitet fütontsiidid ületanud parasiidi suhtes väljendub rakkude suremises suurenenud tundlikkuse tõttu parasiidi ainevahetuse produktide sama kontsentratsiooni suhtes, mis teistel, haigusele vastuvõtlikel taimedel kutsuvad esile ainult nende elutegevuse stimulatsiooni.

Seega taimede spetsiifiline immunitet parasiithaiguste suhtes seisneb kas nende taimede kättesaamatuses parasiitidele fütontsiidsete omaduste iseärasuste tõttu, või eluskudede omapärasel reageerimisel juba sissetunginud parasiidi toimele.

Kuid nõlemal juhul on tegemist ainult taimede loomuliku mitte-spetsiifilise immuniteedi modifikatsiooniga.

4. Samuti nagu taimede loomulik mittespetsiifiline immunitet saprofüütsete mikroorganismide suhtes tekib ja tugevneb pidevas liikidevahelises võitluses taimede ja mikroorganismide vahel, nii ka taimede spetsiifiline immunitet parasiithaiguste vastu tekib ja tugevneb pidevas liikidevahelises võitluses taimede ja parasiitide vahel. Looduslikult tekkinud taimvormid, mis omavad spetsiifilist immuniteedi kindlate haiguste suhtes, reeglipäraselt formeeritakse parasiitide kodumaal või kohtades, mis on eriti soodsad nende haiguste arenguks. Immuunsete taimvormide looduslikku tekkimist tuleb seletada loodusliku valikuga haigusele vastuvõtlike

taimede hulgas, millised oma loomuliku mittespetsiifilise immuniteedi iseärasuste poolest erinevad sellest tüübist, millise ületamisele parasiit on kohastunud.

Need põhiteesid on väga suure tähtsusega uute immuunsete sortide aretamisel. Kuni käesoleva ajani kasutatakse immuunsete taimesortide aretamisel lähtematerjalina peaaegu eranditult ainult looduslikult tekkinud, "looduse armust" olemasolevaid immuunseid taimeliike. See suund on andnud ja annab palju väärtuslikku põllumajandusele. Kuid ainult looduslikult tekkinud, sageli metsikute liikide ja teisendite kasutamine tundub kitsendab selektsiooni võimalusi ühesuguste lähtevormide tõttu. Peale selle valmistab suuri raskusi asjaolu, et sageli kaasnevad immuunsusega konservatiivse pävilikkusega metsikud omadused. Seepärast on hädavajalik arendada laialdaselt tööd just "looduse ümberkujundamise" alal, olemasolevate kultuurtaimede kunstliku formeerimise alal uuteks immuunseteks sortideks.

Lähtudes sellest, et igasugune spetsiifiline immunitet parasiithaiguste suhtes kujutab endast ainult loomuliku mittespetsiifilise immuniteedi kõrvalkalde juhtu sellest põhilisest tüübist, mille ületamiseks parasiit on kohastunud, on selge, et sellist immuniteti on peaaegu alati võimalik leida üksikutel taimedel peaaegu iga haigusele vastuvõtliku liigi, sordi piires.

See seletub isendite eri omadustega sordi piires ja seoses sellega mõnevõrra teistsuguste loomuliku mittespetsiifilise immuniteedi iseärasustega kui antud sordi põhimassil.

Individuaalne iga taime immuunsuse hoolikas kontrollimine võimaldab välja selgitada immuunsed taimed haigusele vastuvõtliku sordi piires ja kasutada neid immuunsete vormide kunstlikuks valikuks s.t. viia läbi samad protsessid, mis looduses kulgevad immuunsete vormide tekkimisel haiguse kolletes.

Immuunsuse edasiandmine lähtetaimedelt uutele kõrgeväärtusli-

kele sortidele selektsiooni protsessis peab toimuma taimede sugulise ja vegetatiivse hübriidiseerimise ja hübriidseemikute suunatud kasvatamise meetodite alusel (Д.Д. Вердеревский, 1956).

Nende seisukohtade eksperimentaalseks tõestuseks on prof. D.D. Verderevski ja tema kaastööliste poolt aretatud uued puuvillapõõsa ja viinapuu sordid. Kasutades valikut koos kunstliku nakatamise meetodiga aretati *Pseudomonas malvacearum* En. Smith'i suhtes vastuvõtlikust puuvillapõõsa sordist uued täiesti haiguskindlad sordid. Samuti saadi *Plasmopora viticola* Bercl. et de Toni suhtes tugevasti vastuvõtlikust euroopa viinapuu liigist kaks uut, täiesti haiguskindlat sorti.

3. Kirjanduslikke andmeid kartuli fütontsiidide uurimise kohta.

Fütontsiidid avastati alles 1928-1929.a., kuid paljude teadlaste uurimustega on juba kindlaks tehtud sadade taimede fütontsiidide omadused ja käesoleval ajal pole enam kahtlust, et fütontsiidide produtseerimine suuremal või vähemal määral on omane kõikidele taimedele, alates bakteriaalsest rakust ja lõpetades ükskõik millise õistaimega.

Kartuli fütontsiidsetest omadustest annab tunnistust kõigepealt see, et juba ammu on rahvameditsiinis kasutatud kartulit haiguste raviks. Viimasel ajal on kartulit ravivahendina hakatud kasutama ka kliiniku tingimustes, näit. märja ekseemi raviks, kusjuures on tähele pandud, et kartulis sisalduvad raviained tungivad läbi rakkude ka naha sügavamatesse kihtidesse ja avaldavad tervendavat mõju, nagu väidab I.Ġ. Hartšenko (И.Г. Харченко, 1949).

Kõige varasemad eksperimentaalsed andmed kartuli fütontsiidide uurimise kohta, mis mul on õnnestunud kirjanduses leida, kuuluvad

aastasse 1938, mil M.S. Aronov (М.С. АРОНОВ, 1938) tegi kindlaks kartuli mahla bakteritsiidsuse.

Ka prof. B.P. Tokin (Б.П. ТОКИН, 1951) mainib kõrvuti teiste taimedega, millede bakteritsiidsus on kindlaks tehtud, ka kartulit, kusjuures kartuli bakteritsiidseid omadusi on uurinud Wagner (Варнер, ref. Б.П. ТОКИН, 1951 järgi).

Nõukogude teadlase V.F. Kuprevitši (В.Ф. КУПРЕВИЧ, 1947) uurimustest nähtuvad kartuli lehtede mahla fütontsiidsed omadused. Fütotoorakindla kartulisordi Voltmen lehtede mahl tugevasti pidurdab pärmiseente paljunemist, samal ajal kui fütotoorale vastuvõtliku kartulisordi Epikur lehtedest saadud mahl ei pidurda, vaid avaldab mõningatel juhtudel isegi stimuleerivat toimet.

Z.A. Borzova (З.А. БОРЗОВА, 1946) on uurinud fütontsiidide toimet *Phytophthora infestans*ile. Tema poolt on kindlaks tehtud, et fütotoorakindla kartulisordi mugula mahl avaldab toimet isegi *Phytophthora infestans*'i zoosporidele. Zoosporide liikumine kartuli mugulast saadud mahla mõjul lakkas 15 min. pärast.

Nagu näitavad prof. M.S. Dunini (М.С. ДУНИН, 1956) andmed on lihtsa meetodi abil kartuli fütontsiidisisaldust võimalik tunnundavalt tõsta. Hoides kartulit pärast ülesvõtmist sügisel 1-4 päeva päikese (või ka ainult valguse) käes, toimub mugulate pindmistes kihtides fütontsiidide kogunemine. Selle tulemusena suureneb mugulate haiguskindlus mitte ainult talvise säilitamise perioodil, vaid ka pärast mahapanekut järgmisel aastal.

Praktikas on see menetlus tuntud seemnekartuli valguskarasuse nimetuse all ning on eduga kasutatud reas Sverdlovski, Sahhalinski jt. oblastite kolhoosides ja sovhoosides (М.С. ДУНИН, 1956).

Sihjuures tuleb allakriipsutada, et pikemaajast valguskarasust võib anda ainult seemnekartulile, kuna valguse toimele tekkivad ained on inimesele ja loomadele mürgised. Söögi- ja söödakartulile

piisab ka 5-8 tunnisest valguskarastusest nende haiguskindluse tunduvaks tõstmiseks.

II MATERJAL JA METOODIKA.

1. Materjali iseloomustus.

Kartuli fütontsiidsete omaduste tundmaõppimisel on kasutatud kolme kartulisorti:

Frühbote, Jõgeva kollane ja Olev.

Frühbote on varajane sort, vähikindel, rahuldava säilivuse ja mugulasaagiga. Sort on vastuvõtlik lehemädanikule.

Jõgeva kollane on hiline sort. Aretatud Jõgeva Riiklikus Sordiaretusjaamas põllumajandusteaduste doktori Julius Aamisepa poolt. Ristlusvanemad: "Alpha" x Värä 942 -30. Jõgeva kollane on parim söögikartul. Mugulasaak kõrge. Võrdlemisi vastupidav lehemädanikule.

Olev on samuti hiline sort. Aretatud Jõgeva Riiklikus Sordiaretusjaamas. Ristlusvanemad: "Virulane" x Münhenbergi 40663/21. Põlluoludes praktiliselt lehemädanikukindel.

Kartuli fütontsiidide uurimist on teostatud kartulitaime üksikute organite (lehtede, varte, juurte, mugulate jne.) kaupa eraldi, et selgitada fütontsiidide lokalisatsiooni taime eri organites. Fütontsiidide dünaamika, fütontsiidide aktiivsuse muutumise väljaselgitamiseks kartulitaime ontogeneesis, on fütontsiidide uurimist teostatud faasiti. Kartulil eristatakse nelja arengufaasi:

1. Tõusmed. 2. Õisiku algmed. 3. Õitsemine. 4. Pealsete närtimine. (A.M. Руденко, 1950).

Kuna teadlaste poolt on kindlaks tehtud, et taime fütontsiidne aktiivsus muutub sõltuvalt taime füsioloogilisest seisundist, ilmastikust, kogumise ajast õppäeva jooksul jne., on võrreldavate

andmete saamiseks katsematerjal kogutud ühel ja samal kellaajal, hommikuti kella 9-10 vahel ja pihksepaistelise ilmaga. Samuti on katsetes kasutatud ainult terveid, kahjustamata taimi. Katsematerjal on kogutud TRÜ Bioloogiajaama katsepõllult Kvistentalist ja EPA Raadi Öppe-katsemajandi katsepõldudelt.

Kartuli fütontsiidsete omaduste tundmaõppimiseks on kasutatud bioloogilist meetodit.

Orienteeruvate andmete saamiseks kartuli fütontsiidide aktiivsusest on test-objektina kasutatud infusoor *Stylonychia mytilus*'t kui kergesti kultiveeritavat ja katsemetoodika suhtes vähenõudlikku kultuuri. Kartuli fütontsiidide fungitsiidse aktiivsuse väljaselgitamiseks on test-objektidena kasutatud alamaid seeni (*Penicillium* sp., *Aspergillus niger*, *Rhizopus nigricans*) ja *Phytophthora infestans*'i.

Kartuli fütontsiidide uurimist on teostatud 1955. ja 1956.a. suvel.

2. Katse metoodika *Stylonychia*^u *mytilus*'e puhul.

Lenduvad fütontsiidid.

Kartuli lenduvate fütontsiidide protistotsiidsete omaduste määramiseks on kasutatud B.P. Tokini meetodit (E.П. ТОКИН, 1951). Värskeltkogutud materjal peenestatakse esialgselt noa või kääridega ja seejärel portselanuuhuris puderjaks massiks. 5 g puderjat massi asetatakse Petri kausi põhjale ja selle kohale esemeklaas rippuva tilgaga, milles on infusoorid. Et vältida lenduvate fütontsiidide kadu, suletakse Petri kauss kaanega.

Samasuguselt pannakse üles ka kontrollkatse, kuid taimse pudrukese asemele asetatakse Petri kausi põhjale vees niisutatud vati-

tükike, et vältida rippuva tilga kuivamist. Vaatluste abil mikroskoobis jälgitakse infusooride käitumist ja määratakse kindlaks ajavahemik katse algusest kuni infusooride suremiseni. Lenduvate fütontsiidide aktiivsuse üle otsustatakse infusooride suremise kiiruse järele.

Mittelenduvad fütontsiidid.

Mahla saamine.

Kaalutakse 15 g uuritavat taimeorganit ja peenestatakse puderkaks massiks. Värskestpeenestatud puderjas mass asetatakse kahekordsesse marlisse ja pigistatakse mahl välja. Saadud mahl filtreeritakse paberfiltril.

Katse metoodika.

Mahla fütontsiidsete omaduste uurimiseks on kasutatud järgmist meetodit. Esemeklaasile asetatakse tilk infusooridega. Sellele lisatakse samasuur tilk uuritavat mahla ja jälgitakse infusooride käitumist mahla toimel. Mittelenduvate fütontsiidide aktiivsuse üle otsustatakse infusooride suremise kiiruse järele. Selleks määratakse ajavahemik mahla lisamise momendist kuni infusooride suremiseni. Kontroll on analoogne, ainult ilma taimemahla lisamiseta.

Siinjuures tuleb märkida, et kirjeldatud meetodi puhul on õieti tegemist fütontsiidide kombineeritud toimega, kuna peale mittelenduvate fütontsiidide võib mahlas esineda mõningal määral veel ka lenduvaid fütontsiide.

Katsed infusooridega nii lenduvate kui ka mittelenduvate fütontsiidide uurimisel on teostatud toatemperatuuril.

Katse metoodika alamate seente puhul.

(*Penicillium* sp., *Aspergillus niger*, *Rhizopus nigricans*)

Lenduvad fütentsiidid.

Kartuli lenduvate fütentsiidide fungitsiidsete omaduste uurimiseks on kasutatud Dubrovi meetodit (Т.Е. Дубров, 1950).

Petri kausi kaanele asetatakse värskeltpeenestatud puderjas mass uuritavast taimeorganist ja kaetakse teise kausi poolega, s.o. kausi põhjaga, millel on tahkele söötmele tehtud külv test-objektist. Seejärel asetatakse kauss termostaati 25-27°C juurde ja tehakse vaatlusi seene kasvu ja arengu intensiivsuse kohta alates 2-3 ööpäevast peale katse algust 5 ööpäeva (vajaduse korral ka kauem) jooksul. Kui uuritava taimeorgani lenduvad fütentsiidid on fungitsiidse toimega test-objekti suhtes, säilitab katse steriilsuse kogu katseaja kestel. Kui toime on ainult fungistaatiline, on pidurdatud seene normaalne kasv ja areng.

Kontrollkatse pannakse üles samasuguselt, kuid ilma taimse pudrukeseta.

Mittelenduvad fütentsiidid.

Kartulitaimse mahlas leiduvate fütentsiidide fungitsiidsete omaduste väljaselgitamiseks on kasutatud "kaevu" meetodit (Е.И.То-куш, 1951).

Petri kausi põhjale valatakse tahket söödet ja lastakse hanguda. Seejärel tehakse steriilse korgipuuri või katseklaasiga (diam. 10 mm) kausi keskele söötmesse "kaev". Söötmele tehakse külv test-objektist, "kaevu" aga asetatakse 3 g värskeltpeenestatud uuritavat materjali. Petri kauss kaetakse kaanega ja asetatakse termostaati 25-27°C juurde. Taimse mahl difundeerub söötmesse ja

fungitsiidsete omaduste olemasolu korral hävitab "kaevu" ümber teatud raadiuses test-objekti. Selle tulemusena tekib "kaevu" ümber steriilne tsoon, mis on seda laiem, mida fungitsiidsem on mahl. Mahla fungitsiidse aktiivsuse üle otsustataksegi steriilse tsooni laiuse (mm-tes) järele. Kontrollkatse pannakse üles samasuguselt, kuid ilma taimse pudrukeseta. Selle meetodi puhul on samuti tegemist lenduvate ja mittelenduvate fütontsiidide kombineeritud toimega.

Katse metoodika *Phytophthora infestans*'i puhul.

Katsetes on kasutatud *Phytophthora infestans*'i zoospoore.

Phytophthora infestans'i

zoosporide saamine.

Zoosporide saamiseks on kasutatud Z.A. Borzova (З.А. Борзова, 1946) meetodit.

Võetakse skaapelli või nõelaga ettevaatlikult tükike *Phytophthora infestans*'i mütseeli koniididega eksperimentaalselt nakatunud mugulalt, 5-6 päevasest kultuurist ja asetatakse uuriklaasile 1-2 ml vette. Seejärel mütseel eemaldatakse, vesi koniididega aga jäetakse seisma 3-5°C temperatuuri juurde. Mõne aja (40-60 min.) pärast zoosporid väljuvad koniididest ja hakkavad vees intensiivselt liikuma.

Katse metoodika.

Katsed teostatakse kohe pärast zoosporide väljumist koniididest.

Tilk vett liikuvate zoosporidega asetatakse esemeklaasile

ja lisatakse samasuur tilk uuritavat taimemahla. Mikroskoobi abil jälgitakse zoosporide käitumist mahla toimel ja määratakse ajavahemik katse algusest kuni zoosporide suremiseni. Zoosporide suremise kiiruse järele otsustatakse mahla fungitsiidse aktiivsuse üle *Phytophthora infestans*'i suhtes. Paralleelselt katsega pannakse üles ka kontroll, kuid ilma kartuli mahla lisamiseta. Katsed zoosporidega viiakse läbi toatemperatuuril.

III KARTULI FÜTONTSIIDIDE UURIMINE NENDE TOIME PÕHJAL INFUSOORIDELE.

Kartuli fütontsiidide mõju infusooridele.

Nagu teadlaste (Е.П. ТОКНН, 1954 jt.) poolt on kindlaks tehtud, avaldavad paljude taimede fütontsiidid infusooridele surmavat mõju. Suremise pilt erinevate taimede fütontsiidide toimel on erinev. See on seletatav erinevate taimede fütontsiidide erineva keemilise koostisega.

Kuna kirjanduses puuduvad andmed kartuli fütontsiidide toimest infusooridele, on huvitav jälgida, kuidas surevad infusoorid kartuli fütontsiidide toimel? Sellel on suur tähtsus ka käesoleva töö jaoks. Nimelt selle alusel, kuidas surevad infusoorid kartuli Üksikute organite ja erinevate kartulisortide fütontsiidide toimel, on võimalik otsustada fütontsiidide keemilise koostise üle neis.

a) Lenduvate fütontsiidide mõju.

Lenduvaid protistotsiidseid fütontsiide on avastatud ainult kartuli lehtedes. Kuidas toimub *Stylonychia mytilus*'e suremine? Katse alguses fütontsiidide atmosfääris olevate infusooride käitumises tavaliselt muutusi, kontrolliga võrreldes, ei esine. Mõne aja pärast infusooride liikumine aeglustub ja lõpuks lakkab. Infusoorid ümmarduvad. Seejärel toimub ümmardunud infusooride teraline lagunemine (joon. 3). Harvadel juhtudel esineb enne ümmardumist ka ringliikumist, mis vaheldub loperdava liikumisega.

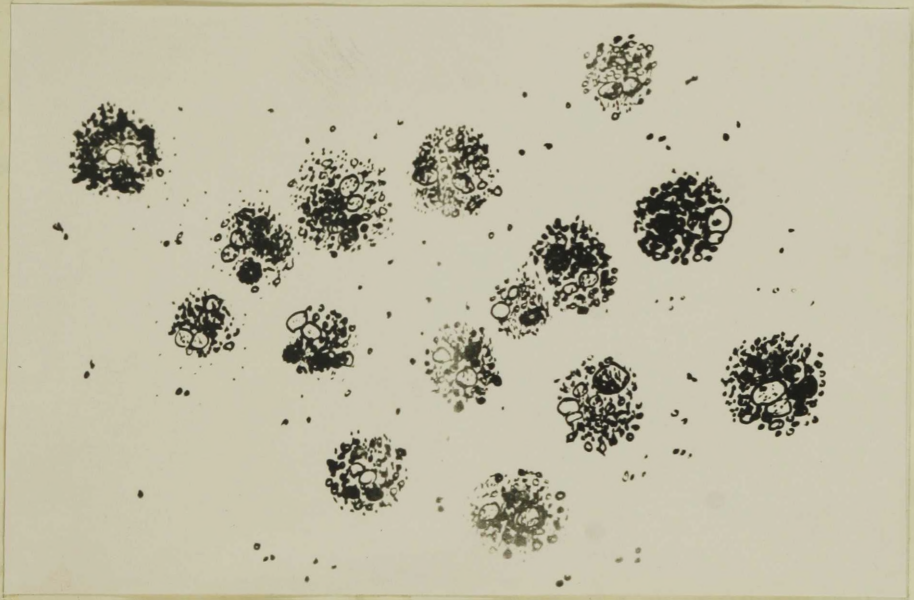
a



b



c



Joon. 3. Kartuli lehtede lenduvate fütontsiidide mõju
Stylonychia mytilus'ele. (Orig.)
a- normaalsed infusoorid
b- infusooride ümmardumine fütontsiidide mõjul
c- infusooride teraline lagunemine

b) Mittelenduvate fütontsiidide mõju.

Mittelenduvaid protistotsiidseid aineid sisaldavad kõik kartulitaime organid. Nende toime infusooridele avaldub kõigepealt infusooride liikumises. Momentaanselt mahla lisamisega infusooride tilgale algab kiire desorienteeritud liikumine. Sellele järgneb kiire ringliikumine ning seejärel mõnevõrra aeglasem loperdav liikumine. Infusooride keha pinnale tekivad puhetised, kust väljuvad homogeensed ja heterogeensed terakesed. Lõpuks toimub infusooride teraline lagunemine (joon. 4).

Infusooride suremise pildis erinevate taimeorganite ja erinevate sortide fütontsiidide toimel erinevusi täheldatud ei ole. Erinevused on ainult suremise kiiruses. Ühtedest taime organitest saadud fütontsiidid surmavad infusoori kiiremini kui teiste organite fütontsiidid. Ühtede sortide fütontsiidne aktiivsus on suurem kui teistel (vt. p. 3). Sellest võib järeldada, et erinevused kartulitaime organite ja sortide fütontsiidsuses pole kvalitatiivsed, vaid, nähtavasti kvantitatiivset laadi. Lõplikult pole see küsimus aga veel lahendatud. Järgnevalt tutvumeegi kartulitaime üksikute organite fütontsiidsusega.

2. Fütontsiidide lokalisatsioon kartulitaime
põhiorganeis.

Nagu eespool mainitud, on lenduvaid fütontsiide avastatud ainult kartuli lehtedes.

Siinjuures tuleb märkida, et saadud eelavad tulemused kartulitaime teiste organite suhtes ei näita veel lenduvate fütontsiidide täielikku puudumist neis. Võib-olla on nende avastamiseks vaja teistsugust, tundlikumat meetodit jne.

a



b



c



Joon. 4. Kartuli mittelenduvate fütontsiidide mõju
Stylonychia mytilus'ele. (Orig.)
a- normaalsed infusoorid
b- lagunemise algstaadium
c- teraline lagunemine.

Kuidas on aga lokaliseeritud mittelenduvad fütontsiidid? Millise taimeorgani fütontsiidne aktiivsus on kõige suurem? Millisel väiksem?

Vastuse saame alljärgnevatest graafikutest (joon. 5, 6, 7), mis on koostatud 1955, 1956. a. katseandmete põhjal. Nagu graafikutest selgub, on fütontsiidne aktiivsus kõige suurem lehtedes ja juurtes ning väiksem vartes.

Õite fütontsiidne aktiivsus on võrdne ligikaudu lehtede fütontsiidse aktiivsusega esimestes arengufaasides (vt. tabel nr. 3). Samuti leidub fütontsiide rohkesti noores mugulas (tabel nr. 3).

Mis tingib fütontsiidide sellise lokalisatsiooni? Kas on siin tegemist kohastumusliku nähtusega? Võib-olla lehtede suurem fütontsiidne aktiivsus teiste organitega võrreldes, on evolutsioonis tekkinud kaitsekohastumine arvukate haiguste ja kahjurite vastu?

Kuid siinjuures tekivad ka teistlaadi küsimused. Nimelt ei ole käesoleva ajani veel mitte midagi teada fütontsiidide tekkimise mehhanismist: millised taime ja taimeraku osad neid moodustavad ja kuidas? Kuna lehtede fütontsiidne aktiivsus on suurem kui teistel organitel, tekib küsimus, kas ei toimu fütontsiidide süntees peamiselt lehtedes, kust nad kantakse laiali taime teistesse osadesse? Või ehk etendavad peamist osa juured? On andmeid (Stallings, J., 1954), et kõrgemad taimed omastavad juuresüsteemi kaudu mulla mikroobide poolt produtseeritavaid antibiootilisi aineid, mis tõstavad taimekudede antibakteriaalset aktiivsust. On võimalik, et tähtsus on nii ühtedel kui teistel taime organitel, ja et fütontsiide produtseerivad suuremal või vähemal määral kõik taime organid, koed, rakud. Nende küsimuste lahendamine aga nõuab spetsiaalset eksperimentaalset uurimust.

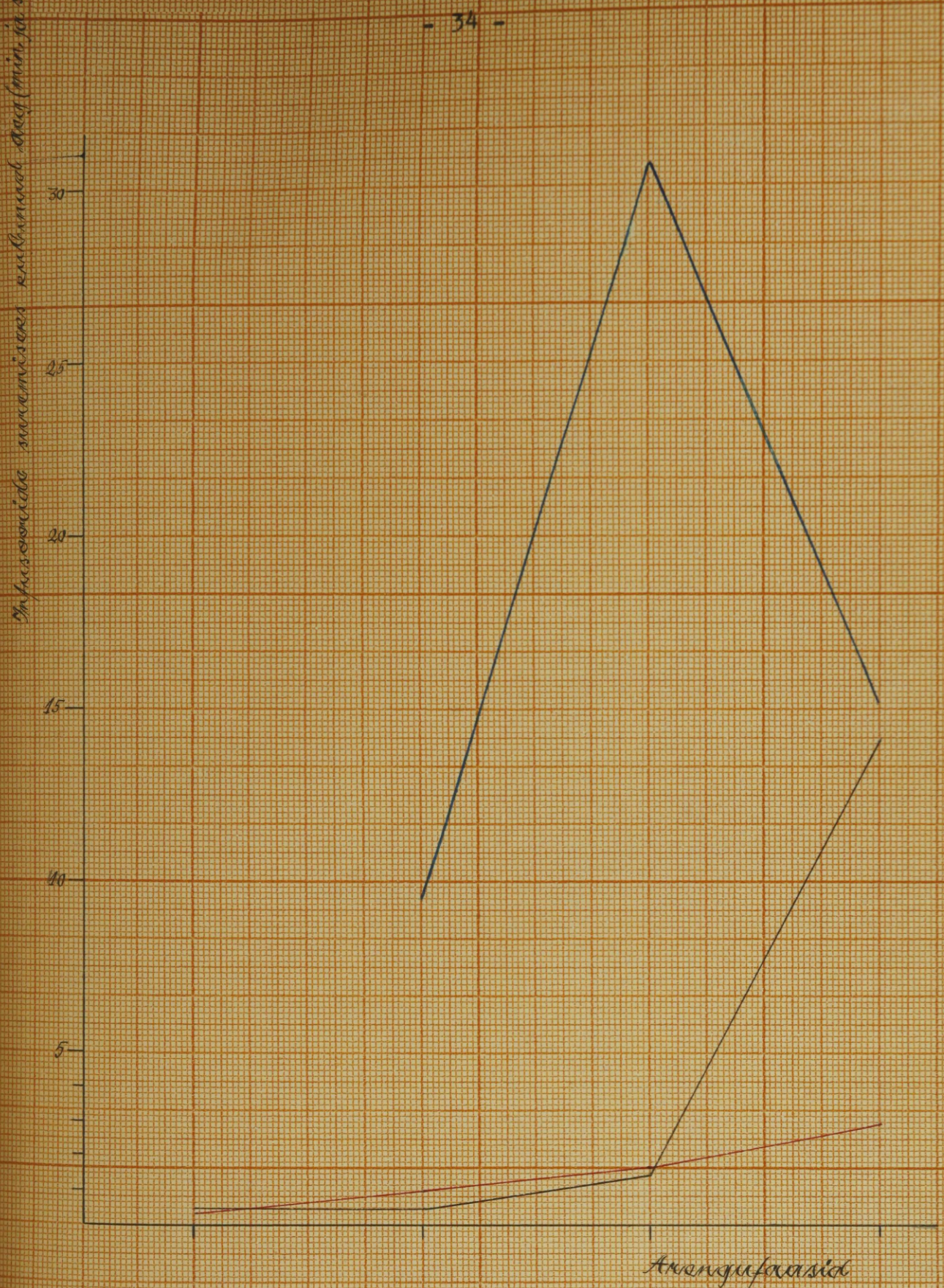
Infusioonide suuremises eelkinnud aeg (min ja sek)



Joon. 5. Mittelenduvate fütontsiidide aktiivsus kantulitaima (selt Frühbete.) põhiorganis.

- Lehed —
- Värred —
- Juurred —

Märkus: Fütontsiidide aktiivsus on määratud infusioonide suuremise kiiruse (min ja sek) järgi.



Joon. 6. Mittelendruvata fütontsiidide aktiivsus rantsulitaime (selt yõgova kollane) põhisorgarvis.

Lehed —
 Varred —
 Juurred —

Märkus: Fütontsiidide aktiivsus on määratud infusoride suuremise kiiruse (min ja see) järel.

Infusioonide suuremiste arv (min ja sek)



Joon. 7. Mittelendudate fütontsiidide aktiivsus riantalitaimes (sort. 800) põhisorgansis.

Lehed ———
 Vanned ———
 Juurvad ———

Märkus: Fütontsiidide aktiivsus on määratud infusioonide suurema kiiruse (min ja sek) järgi.

3. Erinevate kartulisortide fütontsiidse aktiivsuse erinevused.

Katsed kartulisortidega Frühbote, Jõgeva kollane ja Olev näitavad, et erinevate sortide fütontsiidne aktiivsus on erinev. Kartuli lehtede fütontsiidse aktiivsuse võrdlemisel (nii lenduvate kui mittelenduvate fütontsiidide puhul), sõltuvalt sordist, selgub, et kõige suurem on sordi Olev lehtede fütontsiidne aktiivsus, sellele järgneb Jõgeva kollane ning kõige väiksem on Frühbote lehtede fütontsiidne aktiivsus (joon. 8, 9). Lisaks sellele kaotavad Frühbote lehed kiiremini võime produtseerida lenduvaid fütontsiide, kui Olev ja Jõgeva kollane (joon. 8).

Huvitav on märkida, et need katsetulemused on täielikus vastavuses nimetatud sortide fütotoorakindlusega. Nimelt on sort Olev põllutingimustes praktiliselt fütotoorakindel, Jõgeva kollane on keskmise fütotoorakindlusega, Frühbote aga vastuvõtlik fütotoorale (vt. pt. II). Üksikasjalisemalt käsitleme seda probleemi allpool (pt. VI).

Lõpuks tuleb veel märkida, et kartuli lehtede mahla fütontsiidne aktiivsus tundub ületab lenduvate fütontsiidide aktiivsuse. Näiteks kui II arengufaasis (õisiku algmed) sordi Olev lehtede lenduvad fütontsiidid osutuvad infusooridele surmavaiks alles keskmiselt 3 tunni 2 min. jooksul, siis mahl samadest lehtedest hävitab infusoorid juba 32 sek. jooksul (tabel nr. 2,3).

Infusiooni suuremises kiiruseid (tundides ja min)

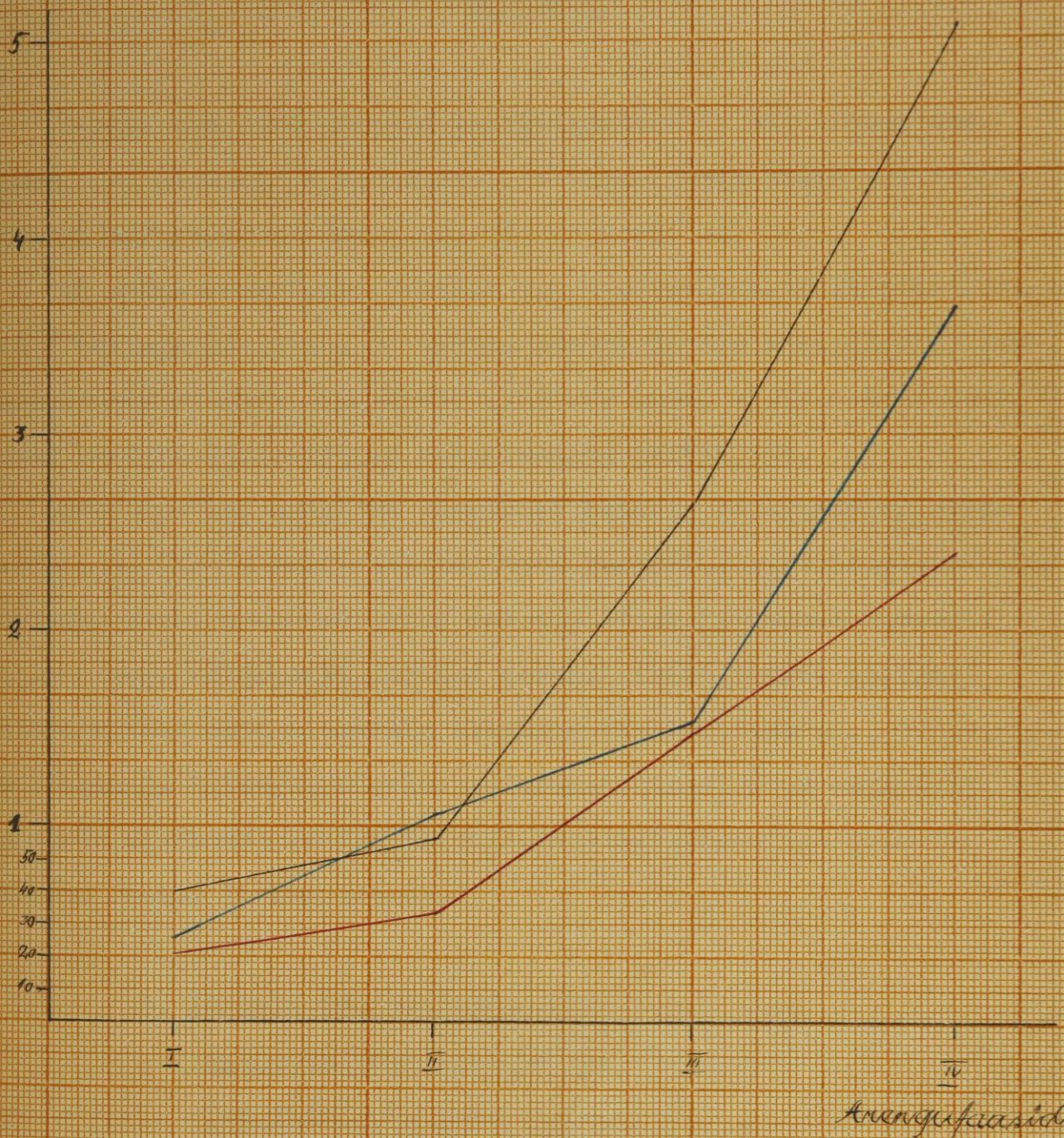


Yoon. 8. Kantuli lehtede leandruvate fütentsiidide aktiivsus erinevates sortides.

Vee (black line)
 10% glükoos (blue line)
 5% glükoos (red line)

Märkus: Fütentsiidide aktiivsus on määratunud infusiooni suuremise kiiruse (tundides ja min) järel.

Inhussoidide suuremiseks kulunud aeg (min ja sek)



Joone 9. Klantuli Ahtede mittelenduvate fütentsiidide aktiivsus mineraaltes sortides.

Frühbote —
 Yögoda kollane —
 Olen —

Märkus: Fütentsiidide aktiivsus on määratud inhussoidide suuremise kiiruse (min ja sek) järgi.

IV KARTULITAIME FUNGITSIIDSETE OMADUSTE

UURIMINE.

Kartul kannatab paljude seenhaiguste all, millistest meie oludes ohtlikumaks ja levinumaks on lehemädanik (tekitaja *Phytophthora infestans* de Bary) vt. pt. I ja pt. VI.

Et välja selgitada, millist osa etendavad kartuli fütentsiidid fütoterakindluses, on tarvis tundma õppida kartulitaime fungitsiidseid omadusi, on tarvis kindlaks teha, millist mõju avaldavad kartuli fütentsiidid lehemädaniku tekitajale.

Enne aga kui teostada keerulisi katseid lehemädaniku tekitajaga, on tarvis omada ettekujutust kartuli fungitsiidsetest omadustest, saada orienteeruvaid andmeid mõnel lihtsamal meetodil. Selleks ongi kõigepealt uuritud kartuli (sort Jõgeva kollane) fütentsiidide mõju alamatele seentele (*Penicillium* sp., *Aspergillus niger* ja *Rhizopus nigricans*) eespoolkirjeldatud meetodeil. *Rhizopus nigricans* kuulub *Phytophthora infestans*'iga ühte ja samasse klassi *Phycomyceteae*.

1. Kartuli fütentsiidide mõju alamatele seentele (*Penicillium* sp., *Aspergillus niger*, *Rhizopus nigricans*).

Nagu 1955.a. juulis (II arengufaas - õisiku algmed) teostatud katsed näitavad, avaldub kartuli fütentsiidide mõju alamatele seentele (makroskoopilisel vaatlusel) selles, et nii lenduvad

kui ka mittelenduvad fütontsiidid suuremal või vähemal määral pidurdavad hallitusseente normaalset kasvu ja arengut. Kartulitaime üksikute organite fungitsiidne aktiivsus on erinev. Samuti on erinev ühe ja sama taimeorgani fungitsiidne aktiivsus eri seeneliikide suhtes.

a) Lenduvate fütontsiidide mõju.

Analoogselt katsetest infusooridega saadud andmetele, avalduvad ka siin kõige selgemini lehtede lenduvad fütontsiidid. Peale selle on avastatud lenduvaid fungitsiidseid aineid ka vartes ja noortes mugulates.

Kõige fungitsiidsemat mõju avaldavad kartuli lehtede lenduvad fütontsiidid (II arengufaas - õisiku algmed) *Penicillium* sp.-le. Kogu katseaaja (10 päeva) kestel ei täheldatud katses seenepooride idanemist, samal ajal kui kontrollis juba kolmandal päeval pärast katse algust oli seen normaalselt arenenud. Varte lenduvad fütontsiidid samas arengufaasis avaldavad *Penicillium* sp. suhtes hoopis nõrgemat mõju: katses toimub seenepooride idanemine, areneb asporogeenne mütseel. Seene normaalne areng on siiski pidurdatud, sest kontrollkatses samal ajal on seen juba sporogeenne.

1955.a. septembris (IV arengufaas - pealsete närtsimine) on *Penicillium* sp. suhtes fungitsiidseid lenduvaid aineid avastatud ka noortes mugulates.

Aspergillus niger'ile avaldavad mõju ainult kartuli lehtede lenduvad fütontsiidid (II arengufaas - õisiku algmed). Nende fungitsiidne aktiivsus on aga tunduvalt nõrgem kui *Penicillium* sp. puhul, mis avaldub selles, et katses on seen asporogeenne, kontrollis samal ajal sporogeenne.

Kõige nõrgemat mõju avaldavad kartuli lehtede lenduvad fütontsiidid (II arengufaas - õisiku algmed) *Rhizopus nigricans*'ile. Võrreldes kontrolliga võib katses täheldada ainult seene kasvu pidurdamist, kuna aga sporogeensuses vahet enam pole. Teistest organitest *Rhizopus nigricans*'ile mõjuvaid lenduvaid aineid avastatud ei ole.

b) Mittelenduvate fütontsiidide mõju.

Kartuli mahla fungitsiidsete omaduste uurimisel on kindlaks tehtud, et kõikide kartulitaime põhiorganite mahl avaldab võrdlemisi tugevat fungitsiidset mõju *Penicillium* sp.-le, kuna *Aspergillus niger*'i ja *Rhizopus nigricans*'i puhul on mõju väiksem (tabel nr. 1.).

Tabel nr. 1.

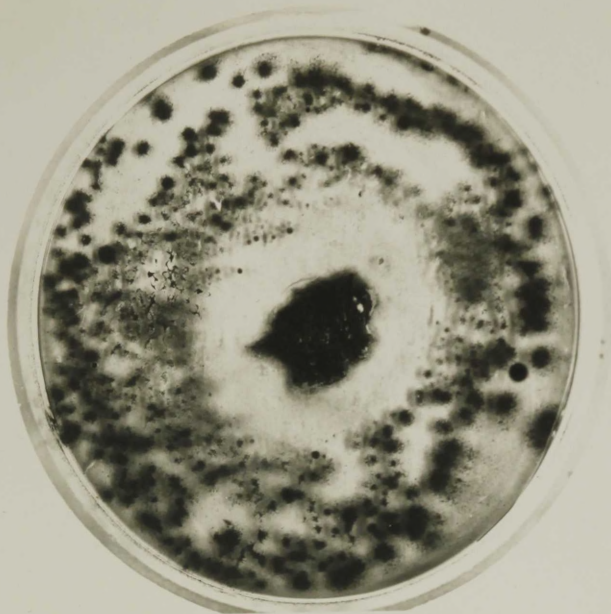
Kartuli fungitsiidne aktiivsus
erinevate seeneliikide puhul

Katse kuupäev	Arengu- faas	Testobjekt	Steriilse tsooni laius (mm-tes)		
			Lehed	Varred	Juured
7.-10.VII 1955	T õ	<i>Penicillium</i> sp.	20-21	10-15	10-14
7.-10.VII 1955	u s m	<i>Aspergillus niger</i>	6-10	7-12	10-12
7.-10.VII 1955	e d	<i>Rhizopus nigricans</i>	2-3	5-10	8-12

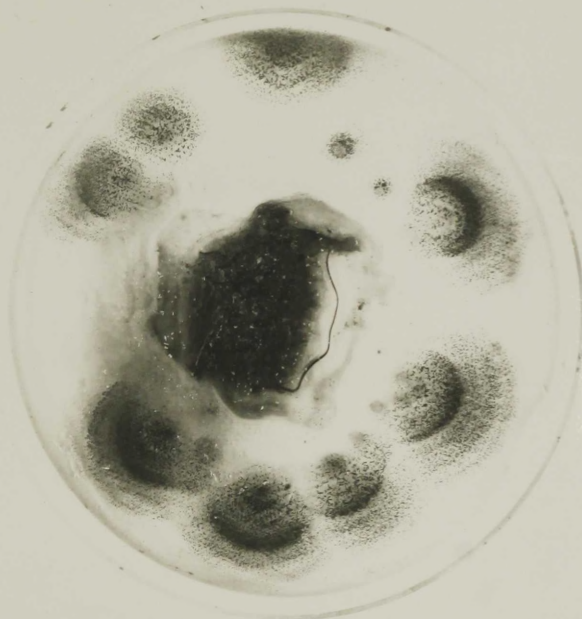
Nagu tabelist näha, on erinev ka üksikute kartulitaime orgaanite fungitsiidne aktiivsus.

Mahla fungitsiidne mõju hallitusseentele avaldub järgmiselt. Samal ajal kui kontrollis on seen normaalselt arenenud ja katab ühtlaselt kogu söötme pinda, on katses seen kasvanud ainult Petri kausi servades, teatud kaugusel "kaevust", milles on puderjas mass uuritavast taimeorganist. Ümber "kaevu" on steriilne tsoon,

a



b



Joon. 10. Kartuli mahla (mittelenduvate fütontsiidide) mõju
alamatele seentele. (Orig.)
a- Kartuli mugula mahla mõju *Penicillium* sp.-le.
b- Kartuli mugula mahla mõju *Aspergillus niger*'ile.

kus seene kasv on takistatud "kaevust" difundeerunud fungitsiidsete ainete mõjul (joon. 10).

2. Kartuli fütentsiidide mõju

Phytophthora infestans ile.

On uuritud kartuli (sort Jõgeva kollane) lehtede mahla mõju fütofthora zoosporidele.

Nagu näitavad 1956.a. teostatud katsed, avaldab kartuli lehtede (I arengufaas - tõusmed) mahl surmavat mõju fütofthora zoosporidele. Mahla lisamisel ksjä koniididest väljunud liikuvatele zoosporidel (joon. 11 b) lakkab mõnekümne sekundi jooksul zoosporide liikumine. Seejärel zoosporid ümmarduvad (joon. 11 c) ning toimub nende teraline lagunemine (joon. 11 d).

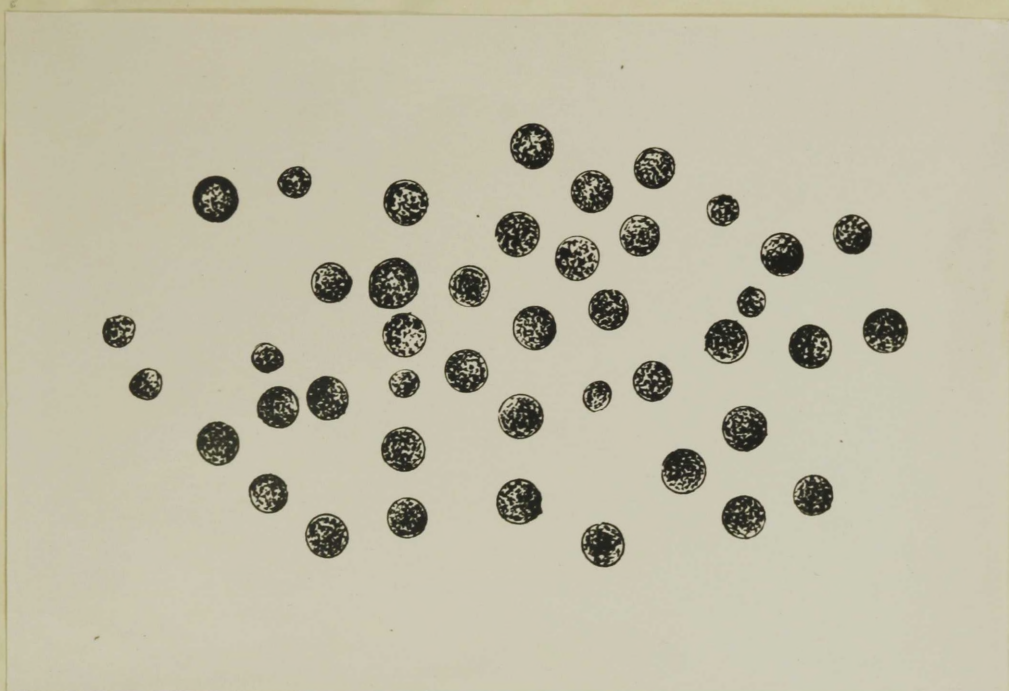
Joon. 11. Phytophthora infestans'i zoosporide väljumine koniididest ja nende lagunemine kartuli lehtede mahla (mittelenduvate fütentsiidide) mõjul. (Orig.)



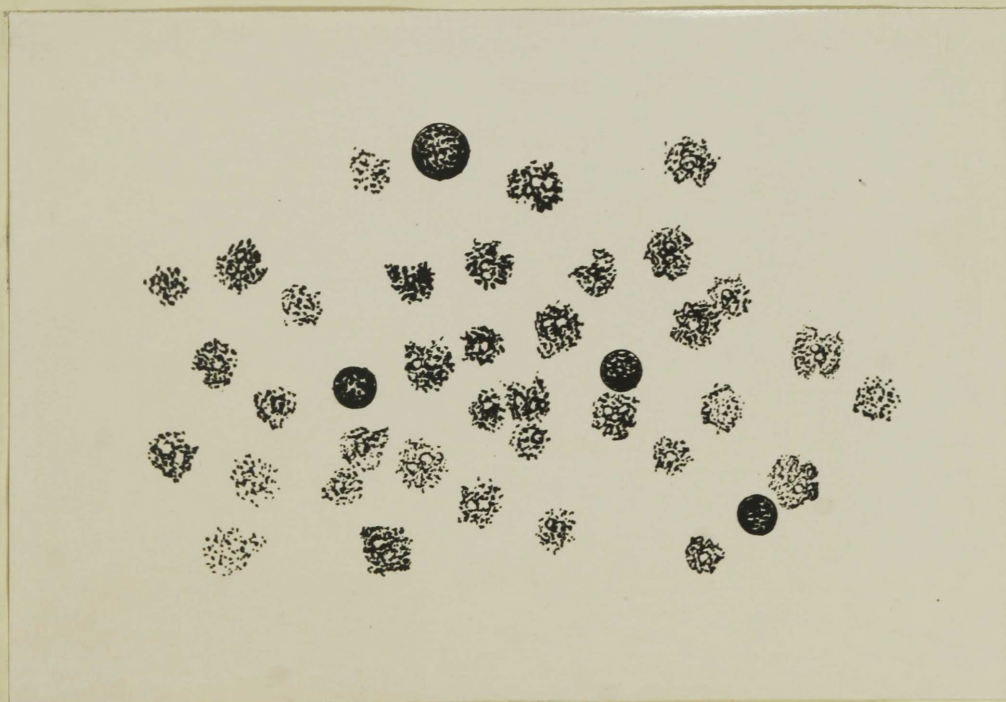
a- fütofthora koniidides zoosporide moodustumine.



b- zoosporide väljumine koniididest.



c- zoosporide ümmardumine kartuli lehtede mahla mõjul.



d- zoosporide teraline lagunemine kartuli lehtede mahla mõjul.

V KARTULITAI ME FÜTONTSIIDSE AKTIIVSUSE
DÜNAAMIKA VEGETATSIOONIPERIOODI JOOKSUL.

Küsimust fütontsiidide osast kartuli füttoftorakindluses pole võimalik lahendada ilma kartulitai me fütontsiidse aktiivsuse dünaamika väljaselgitamiseta tai me ontogeneesis, sest füttoftorakindlus, nagu tai mede immunitaet üldse, pole kartulitai me staatiline omadus, vaid dünaamiline seisund, mis on tekkinud ja tekib tai me-peremehe, parasiidi ja välistingimuste vastastikuse mõju tulemusena. Erinevatel arengufaasidel on kartulitai me füttoftorakindlus erinev (vt. pt. VI).

Kartulitai me fütontsiidse aktiivsuse dünaamika tundmaõppimiseks vegetatsiooni perioodi jooksul on teostatud kartulitai me fütontsiidsuse määramist arengufaaside kaupa (vt. pt. II). Testobjektidena on kasutatud infusoor *Stylonychia mytilus*'t, hallitusseent *Penicillium* sp. ja *Phytophthora infestans*'i.

Kartuli lehtede lenduvate fütontsiidide dünaamika kohta teostatud uurimuste tulemused on toodud tabelis 2.

Tabel 2.

Kartuli lehtede lenduvate fütontsiidide dünaamika vegetatsiooni-
perioodi jooksul.

Katse kuupäev	Arengufaas	Infusooride lagunemine (tund. ja min.)			
		Frühbote	Jõgeva kollane		Olev
			1955	1956	
25.VI- 5.VII 56	Tõusmed (I)	-	24.00	-	-
11.VII-23.VII 56	Õisiku algmed (II)	2.16	1.30	3.02	2.38
24.VII-12.VIII 56	Õitsemine (III)	4.38	17.00	3.13	2.36
11.VIII-14.IX 56	Pealsete närt- simine (IV)	-	24.00	24.00	3.38

Nagu näha sellest tabelist, on kartuli lehtede lenduvate fütontsiidide aktiivsus vegetatsiooniperioodi alguses (I arengufaas) väike (1955.a. andmed) või pole nende eritumist üldse täheldatud (1956.a. andmed).

Koos kartulitaime arengu ja kasvuga lehtede fütontsiidne aktiivsus tõuseb. Maksimaalne on lenduvate fütontsiidide aktiivsus perioodil õisiku algmete moodustumisest (II arengufaas) õitsemiseni (III arengufaas). Vegetatsiooniperioodi lõpuks (IV arengufaas) lehtede lenduvate fütontsiidide aktiivsus langeb (sortide Jõgeva kollane ja Olev puhul) või lakkab nende eritumine (sort Frühbote) nagu näha tabelist 2 (vt. ka joon. 8).

Kartulitaime mahla fütontsiidse aktiivsuse dünaamika uurimise tulemused on toodud alljärgnevas tabelites (tabelid 3, 4, 5).

Tabel 3

Kartulitaime mahla fütontsiidse aktiivsuse dünaamika vegetatsiooniperioodi jooksul

Test-objekt Stylonychii mytilus

Katse kuupäev	Katses kasutatud taimeorgan ja sort	Infusooride lagunemine (min. ja sek)														
		Lehed			Varred			Juured			Mugul (noor)			Õied		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
25.VI- -5.VII 56	Tõusmed(I)	0.40	0.26 (0.10)	0.21	-	-	-	0.31	0.30 (0.27)	0.31	-	-	-	-	-	-
11.VII- -23.VII 56	Õisiku algmed (II)	0.56	1.04 (0.36)	0.32	3.49	9.28 (0.52)	3.57	0.32	0.30 (0.58)	0.29	0.56	0.49 (0.25)	0.57	-	-	-
24.VII- -12.VIII 56	Õitsemine (III)	2.38	1.33 (1.15)	1.29	4.12	30.42 (2.01)	8.20	1.40	1.31 (5.11)	1.45	1.03	4.11 (0.30)	1.42	-	1.25 (0.15)	0.44
11.VIII- -14.IX 56	Pealsete närtsimine (IV)	5.04	3.09 (4.07)	2.23	6.20	15.10 (4.20)	11.05	1.45	14.05 (8.24)	3.25	1.41	4.39 (0.40)	1.53	-	-	-

Märkus: 1. Numbritega 1, 2, 3 on tähistatud katses kasutatud erinevad sordid: 1- Frühbote; 2-Jõgeva kollane; 3- Olev.

2. Sulgudes olevad arvud on 1955.a. saadud katsetulemused.

Tabel 4.

Kartulitaim (sort Jõgeva kollane) mahla fütontsiidse aktiivsuse dünaamika vegetatsiooniperioodi jooksul.

Test-objekt *Penicillium* sp.

Katse kuupäev	Arengufaas	Steriilse tsooni laius (mm-tes)			
		Lehed	Varred	Juured	Mugul(noor)
7.-10.VII 1955	Tõusmed (I)	20-21	10-15	10-15	-
19.-22.VII 55	Õisiku algmed(II)	5-10	1-10	5-10	5-10
9.-12.VIII 55	Õitsemine (III)	2- 7	-	5-10	5-20
20.-23. IX 55	Pealsete närtsimine (IV)	-	-	5-10	5-10

Kartuli lehtede mahla mõju fütofthora zoosporidele on uuritud vegetatsiooni alguses (I arengufaas - tõusmed), mil kartulitaim põllutingimustes ei haigestu lehemädanikku; ja õitsemise ajal (III arengufaas, mil kartul põllutingimustes muutub vastuvõtlikuks fütofthorale ja ilmuvad esimesed haiguse tunnused. Uurimuse tulemused on toodud tabelis 5.

Tabel 5.

Kartuli (sort Jõgeva kollane) lehtede mahla fütontsiidse aktiivsuse muutumine fütofthora suhtes sõltuvalt arengufaasidest.

Katse kuupäev	Arengufaas	Mõju zoosporidele	
		Liikumise lakkamine (min. ja sek.)	Lagunemine (min. ja sek.)
1.-4.VIII 1956	Tõusmed (I)	0.30	2.01
1.-9.VIII 1956	Õitsemine (III)	6.11	42.30

Tabelis toodud andmed on katsete keskmised.

Nagu näha tabelitest 3, 4, 5 (vt. ka joon. 5, 6, 7) pole kartulitaim mahla fütontsiidne aktiivsus püsiv suurus, vaid muu-

tub sõltuvalt arengufaasidest.

Kartulitaima mahla fütentsiidne aktiivsus on kõige suurem vegetatsiooni alguses, ontogeneetilisel noortes taimel organites ja pidevalt väheneb koos taimel ja tema organitel arenguga ning saavutab miinimumi vegetatsiooniperioodi lõpuks.

VI FÜTONTSIIDIDE OSA KARTULI
FÜTOFTORAKINDLUSES.

XX saj. algul üks fütopatoloogia rajajatest Ervin Smith (E. Smith, 1902) iseloomustas probleemi organismide immuniteedist infektsioonhaiguste suhtes järgmiselt:

"Taime-peremehe ... muutlik loomus parasiidi suhtes - see on fütopatoloogia probleemide probleem lähemal poolsajandil. See on põletav küsimus. Miks ühed indiviidid on niivõrd vastuvõtlikud haigusele, teised aga niivõrd haiguskindlad? Miks üks ja sama organism ühel vanuseastmel ... on vastuvõtlikum haigustele kui teisel?"

Tundma õppides kartuli fütoftorakindlust, selgub, et ka kartul on ühel vanuseastmel vastuvõtlikum fütoftorale (*Phytophthora infestans* de Bary) kui teisel; ühed sordid on fütoftorakindlamad kui teised.

Tutvume selle küsimusega detailsemalt.

Üldiselt on kõik kartulisordid vastuvõtlikud fütoftorale. Erinevatel sortidel on ainult erinev vastuvõtlikkuse aste: ühed on rohkem vastuvõtlikud, teised on fütoftorakindlamad. Kuid peale selle on kartuli fütoftorakindlus erinev ka taime individuaalse arengu erinevatel faasidel. Nimelt, nagu põllumajanduse praktikast on teada, haigestub kartul lehemädanikku reeglipäraselt alates juuli teisest poolest, eriti tugevasti aga augustis ja septembris. Samuti on paljude teadlaste (E. Gümman 1951, M.B. Бордукова 1955, M.C. Дунин 1946, H.A. Наумов 1940 jt.) poolt kindlaks tehtud, et kartul vegetatsiooni alguses, tõusmete

faasis ei haigestu lehemädanikku. Vastuvõtlikuks fütoftorale muutub kartul põllutingimustes ainult teatud kindla arenguastme saavutamisel.

Tabelis 6 on toodud mõningad andmed, mis iseloomustavad kartuli vastuvõtlikkuse suurenemist fütoftorale taimede vegetatsiooniperioodi vältel.

Tabel 6.

Kartulitaimede (sort Eklips) vanuse mõju nende vastuvõtlikkusele fütoftora suhtes (De Bruijn, 1926 järele)

Mahapaneku aeg	Kahjustuse intensiivsus*									
	august			september			oktoober			
	10	17	25	3	10	17	24	1	8	16
Märtsi keskpaiku	0	0	5							
Aprilli - " -	0	0	5	9						
Mai - " -	0	2	6	9	9	9				
Juuni - " -	0	0	1	4	6	9	9			
Juuli - " -		0	0	3	4	7	8	9		
Augusti - " -						3	4	6	8	8

* Kahjustuse intensiivsust on hinnatud 9-pallilise süsteemi järele: 0 - kahjustuse puudumine; 9 - taimede hävimine haiguse tagajärjel.

Nagu tabelist näha, toimus kartuli mahapanek märtsi keskpaigast kuni augusti keskpaigani. Seejuures, ehkki haigus ilmus põldudel ligikaudu 10.-st augustist alates, osutus juulis mahapandud kartul märgatavalt kahjustatuks alles septembri keskpaigast alates. Ajavahemikul augusti keskpaigast septembri keskpaigani olid kartulitaimed ontogeneesi poolt põhjustatud fütoftora-kindluse seisundis (E. Gümman, 1951).

Detailsemalt on fütoftorakindluse dünaamikat kartulitaimede ontogeneesi protsessis uurinud prof. M.S. Dunin (M.C. ДУНИН, 1946). Prof. M.S. Dunini poolt on kindlaks tehtud, et kartul põllumajanduslikes mastaapides muutub fütoftorale vastuvõtlikuks siis, kui ta oma arengus jõuab II ontogeneesi faasi. Ontogeneetilise arengu I faasis, tõusmete faasis, kartul on praktiliselt fütoftorakindel. See seaduspärasus, nagu M.S. Dunin on kindlaks teinud, kehtib ka palju kitsamates piirides. Ontogeneetilise arengu tase taime eri osadel on erinev. Taime ülemise rinde lehed ja varreosad on ontogeneetiliselt nooremad kui keskmise ja alumise rinde osad. Ja nagu põllul võib tähele panna, nakatab fütoftora kõige varem ja kõige tugevamini keskmise ja alumise rinde lehti ja varreosi; ja ei nakata või nakatub tunduvalt hiljem kõige nooremaid lehti ja varreosi.

Ühe lehe piirides on ülemine paaritu leheke ja sellele järgnev lehekeste paar ontogeneetiliselt kõige vanemad ja kõige varem ka nakatuvad fütoftoraga. See vastavus ilmneb isegi ühe lehekese piirides, kus haiguse levik ei alga mitte lehekese alumiselt, vaid ülemiselt, ontogeneetiliselt vanemalt poolelt.

Samuti haigestuvad lehemädanikku tugevamini varased sordid, kuna nende vananemine ja pealsete suremine algab varem kui hilistel sortidel. Hilised sordid kahjustuvad lehemädanikust vähem, kuna nende pealsed aeglasemalt vananevad (M.C. ДУНИН , 1946).

Seega kokkuvõttes põllutingimustes on kartul tõusmete faasis fütoftorakindel. Kartuli fütoftorakindlus väheneb koos taime ontogeneetilise vananemisega ja vastuvõtlikuks fütoftorale muutub kartul ontogeneesi II faasis. Vastuvõtlikkus fütoftorale ontogeneesi II faasis on tingitud taimes toimunud sisemistest muutustest, mitte aga suve teise poole vihmastest ilmadest, nagu ekslikult arvasid paljud fütopatoloogid (C.M. ВОЛКОВ jt. 1955).

Ainult pärast seda, kui kartulitaim ontogeneetilisel (ealis-füsioloogilisel) seisundilt muutub vastuvõtlikuks fütoftorale, võib fütoftora soodsate temperatuuri ja niiskuse tingimuste olemasolu korral esile kutsuda kartuli haigestumise lehemädanikku (E. Gäumann, 1951).

Aga milles need sisemised muutused seisnevad, mis määravad fütoftorakindluse? Mis on nende muutuste materiaalseks aluseks? Millest on tingitud fütoftorakindlus?

Lähtudes prof. B.P. Tckini õpetusest fütontsiididest kui taime loomuliku immuniteedi tähtsaimast faktorist, samuti prof. D.D. Verderevski teesidest fütontsiidide osast taime immuniteedis parasiithaiguste suhtes (vt. pt. I) ning autori eksperimentaalse uurimistöö tulemustest võib teha oletuse, et kartuli fütoftorakindluse tähtsamaks faktoriks on kartuli fütontsiidid.

Millised eksperimentaalsed andmed on käesoleval ajal olemas selle oletuse põhjenduseks? Vastuse saamiseks peatume lähemalt järgmistel küsimustel.

Miks ühed kartulisordid on vastuvõtlikumad fütoftorale, teised aga fütoftorakindlamad?

Miks ühe ja sama (ka fütoftorale kõige vastuvõtlikuma) sordi taime vegetatsioonil alguses tõusmete faasis ei haigestu lehemädanikku, ontogeneesi II faasis aga on väga vastuvõtlikud haigussele?

Nagu näitavad 1956.a. läbiviidud katsete tulemused (vt. pt. III) on kartuli sordilised erinevused fütoftorakindluse suhtes sõltuvuses fütontsiidide hulgast või aktiivsusest erinevates sortides. Põllutingimustes praktiliselt fütoftorakindla sordi Olev lehtede fütontsiidne aktiivsus on kõige suurem teiste katses olnud sortidega võrreldes. Fütoftorale vastuvõtlikumal sordil Jõgeva kollane on ka lehtede fütontsiidne aktiivsus tunduvalt nõr-

gem, võrreldes sordiga Olev, kuna aga füttoftorale eriti vastuvõtlikul sordil Frühbote on fütontsiidne aktiivsus kõige väiksem, eelmistega võrreldes (vt. joon. 8, 9). Samal ajal kui sordil Frühbote lenduvate fütontsiidide eritumine lehtedest lakkab ning ka lehtede mahla fütontsiidne aktiivsus on tugevasti langenud, säilitavad sordi Olev lehtede nii lenduvad kui ka mitte-lenduvad fütontsiidid võrdlemisi kõrge toksilisuse (vt. joon. 8, 9), mistõttu füttoftora pole suuteline märgatavalt kahjustama sorti Olev, samal ajal kui sordi Frühbote pealsed on haiguse tõttu peaaegu täiesti hävinud.

Seega ühtede kartulisortide suurem füttoftorakindlus teis-tega võrreldes on tingitud peamiselt kas nende fütontsiidide suuremast aktiivsusest või hulgast, mis teeb kartulitaimed mitte-vastuvõtlikuks füttoftorale või siis eluskudede omapäraste, paras-iidi vastu suunatud reaktsioonide tempost juhul, kui kartul on saanud juba vastuvõtlikuks füttoftorale ("harjumuse" tulemusena fütontsiididega) vt. pt. I p. 2.

Nagu juba eespool mainitud, pole füttoftorakindlus taimede staatiline omadus, vaid dünaamiline seisund. Võrreldes füttoftora-kindluse dünaamikat vegetatsiooniperioodil kartulitaimel fütontsiidse aktiivsuse dünaamikaga, selgub, et fütontsiidid etendavad määravat osa ka erinevate arengufaaside erinevas haiguskind-luses.

Kartulitaim, ka füttoftorale vastuvõtlik sort, vegetatsiooniperioodi alguses, tõusmete faasis ei haigestu lehemädanikku, kuna tõusmete faasis on kartulitaimel fütontsiidne aktiivsus niivõrd suur, et kartulitaim pole füttoftorale vastuvõtlik. Kartulitaimel lehtede mahlas leiduvad fütontsiidid tõusmete faasis, nagu näitavad katsete tulemused (vt. pt. V), surmavad füttoftora zoosporeid juba mõne minuti jooksul.

Koos kartulitaime ontogeneetilise vananemisega füttoftorakindlus väheneb ja vastuvõtlikuks füttoftorale muutub kartulitaim ontogeneesi II faasi jõudmisel. Selleks ajaks on ka kartulitaime fütontsiidne aktiivsus, mis samuti koos taime ontogeneetilise vananemisega pidevalt väheneb (vt. pt. V), niivõrd nõrgenenud, et kartul muutub vastuvõtlikuks füttoftorale. Seda tõestavad ka katsed füttoftora zoosporidega. Õitsemise ajal (augusti algul) s.o. ajal, mil tavaliselt ilmuvad põllutingimustes esimesed lehemädaniku tunnused, pole kartuli lehtede mahlas leiduvad fütontsiidid enam võimelised kiiresti surmama zoospore; zoosporide suremine lehtede mahla mõjul alles algab keskmiselt 42 minuti 30 sek pärast (vt. tabel 5).

Nendest katsetulemustest järeldub, et kartuli füttoftorakindlus vegetatsioonil alguses, tõusmete faasis on tingitud peamiselt kas kartulitaime suurest fütontsiidsest aktiivsusest või fütontsiidide hulgast sel perioodil; suurenenud vastuvõtlikkus füttoftorale ontogeneesi II faasis on tingitud ^{1.} kartulitaime kas fütontsiidse aktiivsuse nõrgenemisest või fütontsiidide hulga vähenemisest taime ontogeneetilisel vananemisel.

Seega kartulitaime ontogeneetilise arengu protsessis toimuvad sisemised muutused, mis määravad kartuli füttoftorakindluse, seisnevad kas kartulitaime fütontsiidide aktiivsuse või hulga muutumises ontogeneesi protsessis. Fütontsiidid on kartulitaime füttoftorakindluse määravaks faktoriks.

Kirjanduses esineb andmeid, millest järeldub nagu poleks kartulitaime lehemädanikukindlus vegetatsioonil alguses tingitud kartulitaime suurest fütontsiidsest aktiivsusest, mis teeb füttoftora arengu eluskudedes võimatuks. Näiteks on inglise teadlase (Keay Margaret A., 1953) poolt kindlaks tehtud, et füttoftoraga nakatatud mugula idanemisel ja koos kartulitaime arenguga tungib

seen kartulitaime vartesse ja peitub seal mütseeli kujul, hargnedes ja ülespoole kasvades.

Tähendab kartuli fütontsiidid polegi võimelised avaldama mõju fütofthoraale. Ja püstitatud oletus kartuli fütontsiidide määravast osast fütofthorakindluses on alusetu.

Nende andmete põhjalikum analüüs aga näitab, et näiv vastuolu on tegelikult püstitatud oletuse uueks tõetuseks. Küsimuse selgitamiseks pöördume eksperimentaalsete andmete poole fütontsiidide lokalisatsioonist kartulitaime põhiorganis. 1955.-1956.a. teostatud katsed näitavad, et kartuli varte fütontsiidne aktiivsus teiste organitega võrreldes, on kõige väiksem. Eriti tähelepanuväärne on aga see, et kartuli varte fütontsiidne aktiivsus pole kuigi suur ka vegetatsiooni alguses (vt. pt. III ja pt. V). Kartuli varte suhteliselt väiksema fütontsiidse aktiivsusega ongi seletatav fütofthora mütseeli arenguvõime varte sees. Kuid ka varte fütontsiidsest aktiivsusest vegetatsiooni alguses piisab selleks, et takistada parasiidi normaalset elutegevust, sest nagu on kindlaks tehtud (Keay Margaret A., 1953), on fütofthora võimeline eksisteerima kartuli vartes vegetatsiooni alguses ainult mütseeli kujul, koniidide ja zoosporide moodustamine on aga takistatud, mistõttu haigus ilmubki nähtavale alles suve lõpul, kui saabuvad fütofthora arenguks ja levikuks soodsad tingimused. Pole kahtlust, et nende soodsate tingimuste hulka kuulub eelkõige kartulitaime fütontsiidse aktiivsuse nõrgenemine.

VII KARTULITAI ME FÜTONTSIIDIDE KASUTAMISE PERSPEKTIIVIDEST VÕITLUSES LEHEMÄDANIKUGA.

Kõige radikaalsemaks abinõuks lehemädaniku vältimiseks ja nakkuse vähendamiseks on kartulitai me fütoforakindluse tõstmine, fütoforakindlate kartulisortide aretamine ja kasvatamine.

Lähtudes kartulitai me fütontsiidsete omaduste uurimise tulemustest, mis näitavad, et fütoforakindluse tähtsamaks faktoriks on fütontsiidid, on vaja suurendada kartulitai me fütontsiidset aktiivsust.

Teadlaste (С.С. Скворцов, 1953; М.С. Дунин, 1956 jt.) poolt on kindlaks tehtud, et taimede fütontsiidse aktiivsuse suurenemist soodustavad mitmesugused keskkonna tingimused (valgus, toitained jne.). On mõeldav, et ka kartulitai me fütontsiidset aktiivsust on võimalik suurendada mineraalväetiste abil. Selleks on vaja kõigepealt kindlaks teha, kuidas ühed või teised mineraalväetised mõjuvad kartulitai me fütontsiidsele aktiivsusele. On võimalik, et ka teatud mikroelemendid suurendavad kartulitai me fütontsiidset aktiivsust ning koos sellega ka fütoforakindlust.

Lähtudes taimede erinevatest omadustest sordi piires võib pidada tõenäoliseks, et ka fütoforale kõige vastuvõtlikuma sordi piires leidub taimi, milliste fütontsiidne aktiivsus on suurem kui antud sordi põhimassil. Kas poleks võimalik kartulitai me fütontsiidset aktiivsust suurendada selliste taimede korduva valiku teel? Sel juhul oleks võimalik iga fütoforale vastuvõtliku sordi baasil aretada uusi fütoforakindlaid, põllumajanduslikult kõrgeväärtuslikke sorte.

Fütontsiidide määrava osa väljaselgitamine kartulitaime fütotorakindluses avab uued võimalused ka liikidevahelise, liigisisese jne. ristamise teel aretatavate sortide fütotorakindluse hindamiseks ja valikuks, kartulitaimede fütontsiidsuse määramise alusel, mis on tunduvalt kiirem kunstliku nakatamise ja teistest haiguskindluse hindamise meetoditest.

J Ä R E L D U S E D.

Kartuli fütontsiidsete omaduste tundmaõppimiseks teostatud eksperimentaalsest uurimusest võib teha järgmised järeldused:

1. Kartulitaim sisaldab nii lenduvaid kui ka mittelenduvaid fütontsiide.

2. Lenduvaid fütontsiide on avastatud kartuli lehtedes, vartes ja noortes mugulates.

3. Mittelenduvaid fütontsiide sisaldavad kõik kartulitaime organid, kusjuures mittelenduvate fütontsiidide aktiivsus tunduvalt ületab lenduvate fütontsiidide aktiivsuse.

4. Nii lenduvate kui ka mittelenduvate fütontsiidide aktiivsus pole püsiv, vaid muutub sõltuvalt kartulitaime arengufaasidest. Kartuli lehtede lenduvate fütontsiidide aktiivsus on kõige suurem perioodil õisiku algmed (II arengufaas) - õitsemine (III arengufaas). Vegetatsiooniperioodi alguses ja lõpus on lenduvate fütontsiidide aktiivsus väiksem. Mittelenduvate fütontsiidide aktiivsus on kõige suurem vegetatsiooniperioodi alguses, ontogeneetilisel nooremates taimeosades ja pidevalt väheneb koos taime ontogeneetilise vananemisega vegetatsiooniperioodil.

5. Fütontsiidne aktiivsus kartulitaime üksikutel organitel on erinev. Kõige suurem on lehtede fütontsiidne aktiivsus, samuti juurte fütontsiidne aktiivsus on võrdlemisi suur. Kõige väiksem on kartuli varte fütontsiidne aktiivsus.

6. Analoogselt aktiivsusega ainuraksete ja hallitusseente puhul on kartuli lehtede mahla fütontsiidne aktiivsus ka fütofora suhtes kõige suurem vegetatsiooni alguses, tõusmete faasis

ja väheneb koos kartulitaime ontogeneetilise vananemisega.

7. Kartulitaime mahla fütentsiidse aktiivsuse dünaamika on analoogne kartuli füttoforakindluse dünaamikaga vegetatsiooniperioodil.

8. Kartulitaime sordilised erinevused füttoforakindluse suhtes on sõltuvuses kas fütentsiidide aktiivsusest või hulgast.

9. Fütentsiidid on kartulitaime füttoforakindluse tähtsaks faktoriks.

10. Kartulitaime füttoforakindluse tõstmiseks on vaja suurendada kartulitaime fütentsiidset aktiivsust.

30. aprill 1957. a.

Praggi Õie

K I R J A N D U S.

- A l t e n T. u. O r t h H. 1940. Untersuchungen über den Aminosäuregehalt und die Anfälligkeit der Kartoffel gegen die Kraut- und Knollenfaule.- *Phytopath. Z.*, 13, 243, ref. Прокошев С.М., Биохимия картофеля. Изд. Акад. наук СССР, М.-Л. 1947.
- D e B r u i j n H. L. G. 1926. *Tijdskr. over Plantenziekten*, 32, 29 S., ref. (Gäumann, E.) Гойман, Э. Инфекционные болезни растений. Изд. иностр. лит., М. 1954.
- (Г а у м а н н Е.) 1954. Гойман, Э. Инфекционные болезни растений. Изд. иностр. лит. М.,
- K e a y M. A. 1953. Delayed sporulation of *Phytophthora infestans* on infected potato shoots. *Plant Pathol.*, 2, № 2, 68-71, ref. РЖ Биол. 1955, № 4.
- M e y e r G. 1940. Zellphysiologische und anatomische Untersuchungen über die Reaktion der Kartoffelknolle auf den Angriff der *Phytophthora infestans* bei Sorten verschiedener Resistenz. - *Arb. biol. Reichsanst. Landw.*, 23, 97, ref. Прокошев С.М., Биохимия картофеля. Изд. Акад. наук СССР, М.-Л., 1947.

- S m i t h E. 1902. Plant pathology retrospect and prospect. "Science", p. 611, ref. Дунин, М.С., 1946, Латгосиздат, Рига.
- S t a l l i n g s J. 1954. Soil Produced Antibiotics. Plant Disease and Insect control (Bact. Rev.) 18, 2, 131-147, ref. "Антибиотики", Изд. иностр. лит., М., 1955, 2 /46/.
- А р о н о в М.С. 1938. Влияние соков овощей на заживление ран. Хирургия № 10.
- Б о р д у к о в а М.В. 1955. Болезни и вредители картофеля. Гос.изд. с.-х. лит., М.
- Б о р з о в а З.А. 1946. Новые материалы о влиянии фитонцидов на *Phytophthora infestans*, "Биологические антисептики", Томск.
- В а г н е р ref. Токин, Б.П., 1951. Фитонциды. Изд. Акад. мед. наук С М.
- В е р д е р е в с к и й Д. Д. 1956. Иммуитет растений к паразитарным болезням. Тезисы доклада (Käsikiri).
- В о л к о в С. М. 1955. Альбом вредителей и болезней сельскохозяйственных культур. Гос. изд. с.-х. лит., М.-Л.
- Г р е ч у ш н и к о в А. 1939. Значение пероксидазы в иммунитете к фитофторе. ДАН, 25, 685, ref. Прокошев, С.М., Биохимия картофеля. Изд. Акад. наук СССР, М.-Л., 1947.
- Д у б р о в Г. Е. 1950. Влияние фитонцидов на плесневые грибы. Микробиология, т. XIX в. 3.
- Д у н и н М. С. 1946. Иммуногенез и его практическое использование. Латгосиздат. Рига.
- Д у н и н М. С. 1956. Достижения в борьбе с болезнями растений. Изд. "Знание", М.

- Купревич В. Ф. 1947. Физиология больного растения.
Изд. Акад. наук СССР, М.-Л.
- Мичурин И. В. 1948. Сочинения т. IV, Сельхозгиз, М.
- Наумов Н. А. 1940. Болезни сельскохозяйственных растений.
Сельхозгиз, М.-Л.
- Руденко А. И. 1950. Определение фаз развития сельскохозяйственных растений. Изд. Моск. о-ва испытателей природы, М.
- Скворцов С. С. 1956. Влияние условий среды на образование и накопление фитонцидов. Ботанический журнал, т. XL I, Изд. Акад. наук СССР, М.-Л.
- Сухоруков К. и Клинг Е. 1945. Действие меди на картофельное растение. - ДАН, 47, 454.
- Токин Б. П. 1951. Фитонциды. Изд. Акад. мед. наук СССР, М.
- Токин Б. П. 1954. Губители микробов - фитонциды. Гос. изд. культурно-просвет. лит., М.
- Токин Б. П. 1956. Фитонциды и антибиотики животного происхождения. 2-е совещание по проблеме фитонцидов. Изд. Акад. наук УССР, Киев.
- Харченко И. Г. 1949. О лечении третью картофелем импетигиозных экзем. Сов. медицина № 6.