

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
KASVITAUTIEN TUTKIMUSLAITOS

Tiedote No 35

1981

VILJASADON JA ERAIDEN REHUJEN SIENISTÖ

Aarre Yimäki

Tiedote No 35

1981

VILJASADON JA ERAIDEN REHUJEN SIENISTÖ

Aarre Ylimäki

TIIVISTELMÄ

Vuosina 1966-1973 ja 1976-1977 tutkittiin sienistö eri tahoilta maata peräisin olleista 3136 rukiin, syysvehnän, kevätvehnän, ohran ja kauran jyvänäytteestä. Yleisimmät jyvistä tavatut sienisuvut olivat *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium*, ja *Penicillium*, joita esiintyi 47 - 100 prosentin näytteistä. Tavallisimmat *Fusarium* lajit olivat *F. culmorum*, *F. poae*, *F. tricinctum*, *F. avenaceum*, *F. arthrosporioides*, *F. graminearum* ja *F. oxysporum*. Viljojen oraslumihomeen aiheuttajana tunnettua *F. nivale*-lajeja tavattiin vain muutamista jyvänäytteistä. Rehuvilja-, rehuseos-, heinä- ja säilörehunäytteistä, joita tutkittiin 467 kpl., olivat tavallisimmin tavatut sienet *Penicillium*, *Mucor* ja *Rhizopus* joskin verraten yleisiä olivat myös *Alternaria*, *Fusarium*, *Chaetomium*, *Aspergillus* ja *Cladosporium* sienet. Bakteereista varsinkin sädesienet olivat yleisiä.

Tuoreena säilytyssä viljassa, josta ilma oli onnistuttu poistamaan, sieniä ei joko tavattu lainkaan tai oli niitä erittäin vähän.

Kaikkiaan viljoista ja rehuista määritettiin 113 eri sienilajia tai -sukua.

JOHDANTO

Maamme on tunnetusti maailman pohjoisin viljaa viljelevä maa. Viljan viljely täällä on itseasiassa viljelyä luonnon mahdollisuuksien ja edellytysten ääri- rajoilla. Lyhyt kasvukausi ja vuosittain suuresti vaihtelevat sääolot vaikuttavat oleellisesti sekä viljasadon määrään että sen laatuun.

Niin merkittävä edistysaskel kuin leikkuupuintiin siirtyminen olikin työn rationalisoinnin kannalta, on sillä ollut myös haittapuolensa. Leikkuupuintiin siirtyminen on merkinnyt korjuuajan muuttumista pari viikkoa myöhempään ajankohtaan eli usein myös huonompiin korjuusäihin ja nimenomaan viljan korjuuseen kosteampana kuin ennen. Suotuisimpinakin vuosina kosteus on puitaessa 20-25 %, mutta erittäin sateisina korjuukausina on puitava kosteuden ollessa jopa 35-40 %. Näin on meneteltävä siksi, että välttyttäisiin pellolla tapahtuvalta tähkäidännältä, joka on uhkana aina, kun vilja joutuu olemaan tuleentuneena pellolla kosteissa oloissa ja nimenomaan jos se on lakoutunut, niinkuin usein on asianlaita. Näin kosteana puitu vilja on erityisen altis monenlaisille sen laatua heikentäville muutoksille. Tähkäidäntä jo sinänsä aiheuttaa huomattavia laadullisia vahinkoja ja kun kostea vilja myös herkästi kuumenee, se on omiaan pahentamaan tilannetta. Kosteaa viljaa on lisäksi monin verroin alttiimpi sienitartunnoille, kuin entiseen tapaan kuhilaissa tai seipäillä kuivattu ja jälkikypsytetty vilja (YLIMÄKI 1970, SUOMELA ja YLIMÄKI 1970, WESTERMARCK-ROSENDAHL ja YLIMÄKI 1978).

Viljan kuivaustekniikka ei ole kyennyt seuraamaan viljan korjuutekniikan kehitystä. Sateisina korjuukausina tuottaakin viljasadon talteenotto, kuivatus, käsittely ja varastointi toisinaan ylivoimaisia vaikeuksia niin, että huomattavia määriä viljaa pilaantuu. Varhemmin tuleentuvina syysviljat useasti saadaan talteen parempien säiden vallitessa ja siten laadultaan parempina kuin kevätviljat (Taulukko 1). Sienet heikentävät viljan kylvösiemenarvoa aiheuttamalla itämisen ja orastumisen alenemisen (MALONE ja MUSKETT 1964, NEERGAARD 1977, de TEMPE 1968) joten sienten tartuttamaa viljaa ei pidä käyttää siemeneksi ainakaan peittaamatta. Tiedetään myös, että homeisesta ja tunkkaantuneesta viljasta saadaan heikkoalaatuista jauhoa (WESTERMARCK-ROSENDAHL ja YLIMÄKI 1978). Yleinen tapa onkin, että tällainen siemen- ja leipäviljaksi kelpaamaton vilja käytetään kotieläinten rehuksi. Sateisina korjuukausina joudutaan käyttämään rehuksi huomattavan suuria alunperin ihmisravinnoksi tarkoitettuja viljamääriä (Taulukko 1).

Kasvitautilien tutkimuslaitokseen alkoi 1960 luvun alussa tulla erityisen runsaasti rehuvilja- ja rehuseosnäytteitä sekä yksittäisiltä viljelijöiltä että eläinlääkäreiltä tapauksista, joissa kotieläinten epäiltiin sairastuneen ho-

meista rehua syötyään. Kun näytteistä toistuvasti tavattiin tiettyjä, ulko-
mailla myrkyllisiä aineita (mykotoksiineja) kehittäviksi jo silloin tunnettu-
ja sienilajeja (FORGACS ja CARLL 1962, BROOK ja WHITE 1966), otettiin laitok-
sen tutkimusohjelmaan vuonna 1966 viljasatomme sienistön selvittäminen, koska
siitä ei maassamme oltu aikaisemmin selvitystä tehty. Sittemmin tämä tutkimus
ulotettiin myös rehuviljan, rehuseosten sekä tuoresäilötyn viljan ja heinän
sienistön selvittämiseen.

Vuosina 1968-1973 tähän tutkimukseen saatiin apurahoja Suomen Akatemian maa-
talous-metsätieteelliseltä toimikunnalta ja vuosina 1976-1977 tutkimusta teh-
tiin Suomen Akatemian ja Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen biotekniikan
laboratorion, Eläinlääketieteellisen korkeakoulun mikrobiologian ja epizooto-
logian laitoksen sekä Maatalouden tutkimuskeskuksen kasvitautien tutkimuslai-
toksen välillä tehdyn tutkimussopimuksen mukaisena yhteistyönä.

AINEISTO

Viljanäytteet

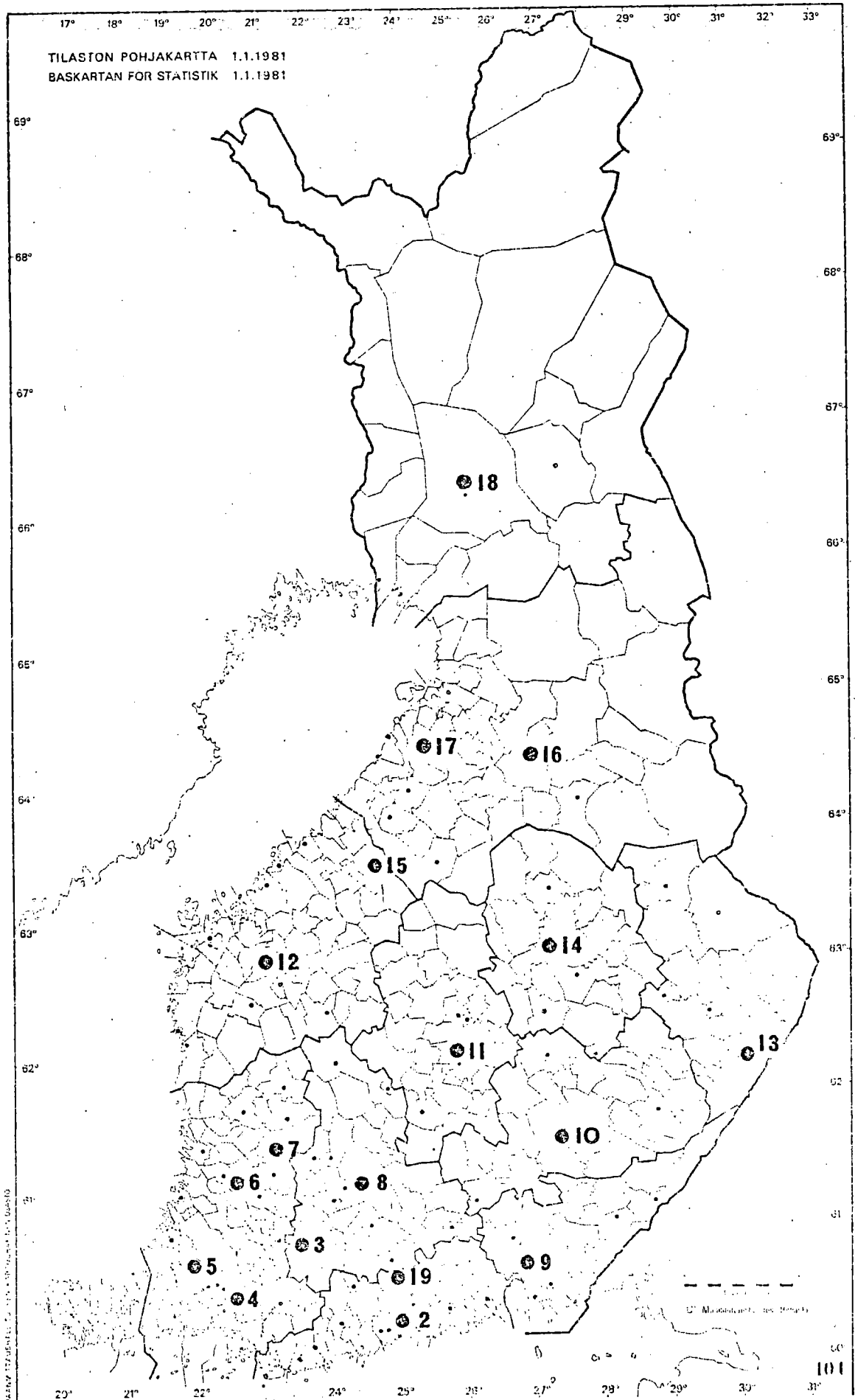
Pian leikkuupuunnin jälkeen kuivatut, vuosina 1966-1973 kerätyt 2 601 samoin-
kuin vuosina 1976 ja 1977 osaksi kuivattuina osaksi puintituoreina otetut 535
jyvänäytettä olivat peräisin pääasiassa Maatalouden tutkimuskeskuksen tutki-
muslaitoksilta tai koeasemilta, mutta saatiin niitä myös Valtion viljavaras-
tolta, viljaa ostavilta liikelaitoksilta, Työtehoseluralta sekä yksityisiltä
maatiloilta (Taulukot 2 ja 3, kuva 1).

Kaikkiaan tutkittiin näinä vuosina 249 ruis-, 440 syysvehnä-, 1 041 kevätveh-
nä-, 975 ohra- ja 431 kauranäytettä (Taulukko 2).

Vuosien 1966-1973 näytteiden korjuu- ja kuivatusmenettely koeasemilla ja lai-
toksilla vastasi yleensä suomalaisilla maatiloilla käytettäviä menetelmiä.
Puinti suoritettiin siis leikkuupuimurilla ja joko välittömästi tai ainakin
pian sen jälkeen viljat kuivatettiin lämminilmakuivurilla 14-15 kosteusprosent-
tiin. Kuivatuksen jälkeen viljoista lähetettiin uusiin paperipusseihin pakatut
näytteet Kasvitautien tutkimuslaitokselle. Osasta näytteitä oli myös kuivaa-
mattomat rinnakkaisnäytteet.

Maatiloilta samoin kuin Työtehoseluralta ja liikelaitoksilta saatujen näyttei-
den korjuu- ja käsittelytavoista saatiin vain puutteellisia tietoja. Suuri osa
niistäkin oli kuitenkin käsitelty edellä selostetulla tavalla tai siten, että
viljat oli kuivattu kylmäilmakuivurissa.

Kaikista viljaeristä punnittiin 200 g:n suuruiset näyte-erät, jotka säilytet-



Kuva 1. Maatalouden tutkimuskeskuksen tutkimusyksiköt v. 1977.

tiin 20-22°C:n lämpötilassa analysointiin saakka.

Vuosina 1976-1977 kustakin viljaerästä tutkittiin sekä kuivatut että kuivaamattomat näytteet. Kuivaamattomien näytteiden kosteus vaihteli vuonna 1976 17-36 %:n välillä ja vuonna 1977 25-60 %:n välillä. Kuivattujen näytteiden kosteus oli likimäärin 15 %.

Rehunäytteet

Huomattava osa kaikista 467 rehunäytteestä oli peräisin Maatalouden tutkimuskeskuksen tutkimusyksiköistä, mutta paljon saatiin niitä myös rehuviljaa ja rehuseoksia varastoivilta ja myyviltä liikelaitoksilta, yksityisiltä maataloilta, eläinten kasvattajilta ja eläinlääkäreiltä (Taulukko 3).

Kaikkiaan tutkittiin 233 rehuvilja-, 172 rehuseos-, 23 säilövilja- ja 39 kuivaheinänäytettä.

Säilöviljanäytteet olivat peräisin kaikki säilöntäkokeista, eivätkä menetelmät olleet vielä silloin kaikilta kohdin nykyisellä tasolla mm. hapen poistamiseen nähden.

MENETELMÄT

Sienistön tutkimiseen käytettiin suodatinpaperimenetelmää (de TEMPE 1963) seuraavasti mukaeltuna: halkaisijaltaan 15 cm:n suuruisten petrinmaljojen tai 20 cm:n suuruisten, matalareunaisten muovisten idätysmaljojen pohjalle sijoitettiin ensin kerros maitosiivilöissä käytettävää selluloosavanua ja sen päälle suodatinpaperi, jonka jälkeen ne kyllästettiin steriloidulla vedellä. Kuhunkin maljaan sijoitettiin 25 jyvää (vuosina 1976 ja 1977 kuitenkin 20 jyvää) aina samaa järjestelmää käyttäen siten, että jyvien etäisyys toisistaan oli vähintään 25 cm.

Vuosina 1966-1969 satonäytteet tutkittiin yleensä vain yhtenä kerranteena, koska tavoitteena oli sienistön tutkiminen mahdollisimman laajasta ja monipuolisesta aineistosta. Sen sijaan eri sienien keskinäisiä runsaussuhteita näytteissä ei pyritty varsinaisesti selvittämään. Tutkimusta aloitettaessa osasta näytteitä oli kuitenkin toinen kerranne, jonka jyvät oli desinfioitu ennen idätysmaljaan sijoittamista. Desinfiointiin käytettiin 0.3 % oksilinoiliinisulfaatti-alkoholiliuosta, johon jyvät upotettiin 2 minuutin ajaksi ja huuhdeltiin sen jälkeen runsaalla määrällä steriloitua vettä. Kun oli verrattu samoista jyvänäytteistä tehtyjä sienistöanalyysyjä ja todettu sienien runsauden desinfioiduissa jyvissä olevan niukempi kuin desinfiomattomissa,

joskin lajisto kummassakin oli hyvin samanlainen, luovuttiin desinfioinnista. Vuosien 1970-1973 näytteistä tutkittiin osaksi 2x25 jyvää osaksi 4x25 jyvää.

Vuosina 1966-1973 maljat pidettiin aluksi 3-5 vuorokautta kylmäkammiassa 5-8 °C lämpötilassa, jonka jälkeen niille annettiin UV-valoa noin 2 tunnin ajan ja siirrettiin sitten laboratorioon 20-22 °C lämpötilaan päivänvaloon vielä 18 vrk:ksi. Kahden viikon kuluttua alusta lukien suoritettiin jyvakohtainen sienianalyysi pintamikroskoopilla. Näin voitiin määrittää joukko sieniä suvulleen. Lajimääritys tehtiin aina läpivalaisumikroskoopilla käyttäen.

Vuosina 1976-1977 menetelmä poikkesi edellä selostetusta. Kuhunkin petrinmaljaan sijoitettiin vain 20 jyvää, mutta kerranmaljoja oli 5, joten tutkittu jyvämäärä oli 100 kpl. Maljat pidettiin ensin 14 vrk 15 °C lämpötilassa, jonka jälkeen sienet määritettiin alustavasti pintamikroskoopilla. Sitten maljat pidettiin vielä 14 vrk 20-24 °C lämpöisessä huoneessa päivänvalossa, jonka jälkeen määritettiin sienet lajilleen läpivalaisumikroskoopilla.

Preparaatit läpivalaisumikroskoopilla varten tehtiin joko veteen, johon oli lisätty tippa safraniinia, maitohappoon tai laktofenooliin.

Sieniä eristettäessä ja puhtasviljeltäessä käytettiin joko kaurajauhoagarია (pH 4,4-5,0) tai peruna-dextroosiagarია (PDA Difco 0013-01). Etenkin *Fusarium*-lajeja määritettäessä eristeistä tehtiin yksi-itiö- ja kärkisolueristystyksiä.

Sienien esiintymisrunsaus on ilmaistu joko prosentteina näyte-eristä tai prosentteina siementen määrästä.

Rehujen sienimääritykset suoritettiin soveltuvin osin samoin kuin viljanäytteiden.

Sienet on esitetty AINSWORTH'in (1971) taksonomisen luokituksen mukaan, kuitenkin siten, että ns. kuromahomeet on jaettu 'vaaleisiin' ja 'tummiin'.

TULOKSET

Kun tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää viljasadossamme ja osin myös rehuissa tavattavaa sienistöä yleensä ja silmälläpitäen nimenomaan mykotoksiinien muodostumismahdollisuuksia, on mukaan otettu kaikki mahdolliset sienet riippumatta siitä, ovatko ne taudinaiheuttajia, koska mykotoksiinien muodostajiksi tunnetaan taudinaiheuttajien lisäksi myös joukko pelkkiä pintaloisia. Aineiston heterogeenisuudella ei myöskään näin ollen ole oleellista vaikutusta tämän tutkimuksen tuloksiin.

Viljanäytteiden sienistö

Vuosina 1966-1973 sienien esiintymisrunsaus sekä viljanäytteittäin (Taulukot 4 ja 5), että jyvittäin (Taulukko 6) on ollut erityisen suuri *Alternaria*-, *Cladosporium*-, *Epicoccum*-, *Fusarium*-, *Penicillium*-, ja *Stemphylium*-sienisukujen kohdalla.

Vuosittainen vaihtelu sienien esiintymisessä oli huomattavan suuri, vaikka siihen ei tässä työssä erityistä huomiota kiinnitettykään. Se tulee kuitenkin näkyviin ajanjaksojen 1966-1971 ja 1972-1973 näyte-erien sienisyysluvussa, joista taulukossa 7 esitetään muutamien yleisimmin esiintyneiden sienisukujen runsaus. Siitä näkyy myös monien sienisukujen poikkeuksellisen runsas esiintyminen jaksolla 1972-1973, joka itseasiassa aiheutui nimenomaan vuoden 1972 erittäin korkeista prosenttiluvuista.

Vuosien 1976-1977 aineistossa sienilajisto oli hyvin samankaltainen kuin aikaisemmassa eli 1966-1973 aineistossa. Merkittävää oli *Fusarium*-sienien runsaus: yli 85 % kaikista näytteistä ja 11-34 % kuivatuista sekä 8-63 % kuivaamattomista jyvistä oli *Fusarium*-lajien tartuttamia (Taulukot 8 ja 9).

Kuivaamattomissa jyvissä oli runsaampi sienilajisto kuin kuivatuissa.

Kaikissa viljalajeissa oli runsaasti *Alternaria*-, *Cladosporium*-, *Cephalosporium*-, *Trichothecium*-, *Penicillium*- ja *Fusarium*-sieniä. Viimeksimainitun suvun lajeja oli runsaimmin kauralla ja ohralla ja nimenomaan kuivaamattomissa viljaerissä. Ruis oli harvemmin *Fusarium*-sienten tartuttamaa kuin muut viljat. Kevät- ja syysvehnän välillä ei *Fusarium*-sienten määrissä ollut merkittävää eroa.

Viljanäytteiden *Fusarium*-lajisto

Vuosien 1966-1971 aineistossa oli ylivoimaisesti yleisin *Fusarium*-laji sekä näytteittäin (Taulukko 10) että jyvittäin (Taulukko 11) *F. culmorum*, seuraavina olivat *F. poae* (johon tässä sisältyy myös *F. tricinctum*), *F. arthrosporioides* ja *F. avenaceum* sekä jokseenkin yhtä yleisinä, *F. graminearum* ja *F. oxysporum*.

Mitä tulee viljalajeihin on merkillepantavaa, että kauranäytteet olivat lajien *F. poae* (ja *F. tricinctum*), *F. arthrosporioides* ja *F. avenaceum*, *F. culmorum* ja *F. graminearum* tartuttamia 100 %:sti.

Oloissamme poikkeuksellisen voimakkaalta "punahomevuodelta" 1972 peräisin olleissa näytteissä (Taulukko 12) olivat *Fusarium*-sienien määrät jonkin verran korkeammat kuin vuosien 1966-1971 aineistossa (Taulukko 11). Yleisin laji oli

tuolloinkin *F. culmorum*, mutta runsaasti oli myös *F. poae* ja *F. tricinctum*-lajeja samoinkuin *F. avenaceum*-ia. Vuosien 1976-1977 kuivatuissa jyvänäytteissä olivat yleisimmät *Fusarium*-lajit *F. avenaceum*, *F. culmorum*, ja *F. tricinctum* (Taulukko 13).

Kuivaamattomissa satonäytteissä yleisimmät *Fusarium*-lajit olivat *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. tricinctum*, *F. arthrosporioides* ja *F. poae*. Kaikilla viljalajeilla olivat *F. culmorum* ja *F. arthrosporioides* runsaimmin esiintyviä lajeja. Kauralla ja ohralla olivat varsin yleisiä *F. arthrosporioides*, *F. tricinctum* ja *F. poae* (Taulukko 14).

Rehunäytteiden pieneliöstö

Rehuviljoissa, kaupallisissa rehuseoksissa ja myös tuoreäilötyissä viljoissa olivat runsaimmin esiintyvät sienet *Mucor*, *Rhizopus*, *Penicillium* ja *Fusarium*, mutta myös *Alternaria*, *Cladosporium*, *Chaetomium* ja *Aspergillus* olivat niissä yleisiä. Kuivaheinänäytteissä tavattiin runsausjärjestyksessä mm. seuraavia sieniä: *Acremonia*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Aspergillus* ja *Chaetomium*. Bakteereja, mm. *Streptomyces*, tavattiin kaikissa rehuissa melko yleisesti.

Luettelo vilja- ja rehunäytteistä määritetyistä sienisuvuista ja -lajeista

LIMASIENET (Myxomycetes)

Physarum Pers. em. Rostaf. sp.

Didymium Schrad. sp.

LEVASIENET (Zygomycotina)

Helicocephalum Thaxt. sp.

Mucor Mich. ex Fr. spp.

Mycotypha microspora Fenner

Rhizopus nigricans Ehrenb.

Thamnidium elegans Link. ex S.F. Gray

KOTELOSIENET (Ascomycotina)

Ceratocystis Ell. & Halst. sp.

Chaetomium elatum Kunze ex Fr.

Chaetomium globosum Kunze ex Fr.

Chaetomium olivaceum Cooke & Ellis

Chaetomium indicum Corda

Chaetomium fimicola Cooke

Chaetomium cochliodes Palliser

Chaetomium spinosum Chivers

Melanospora zamiae Corda
Melanospora fallax Zukal
Mycosphaerella Johanson sp.
Podospora Ces. sp.
Sordaria fimicola (Rob.) Ces. & De Not
Sordaria tetraspora Winter

KANTASIENET (Basidiomycotina)

Septonema Corda sp.
Ustilago nuda (Jens.) Rostr.
Ustilago avenae (Pers.) Rostr.
Ustilago hordei (Pers.) Lagerh.

VAILLINAISSIENET (Deuteromycotina)

Väaleat kuromahomeet
Acremoniella atra (Corda) Sacc.
Acremoniella verrucosa Fogn.
Arthrotrichum superba Corda
Cephalosporium Corda sp.
Dendryphion Wallr.
Fusarium acuminatum (Ell. & Ev.) Wr.
Fusarium arthrosporioides Sherb.
Fusarium avenaceum (Fr.) Sacc.
Fusarium chlamydosporum Wr. & Rg.
Fusarium coeruleum (Lib.) Sacc.
Fusarium culmorum (W. G. Sm.) Sacc.
Fusarium dimerum Penz.
Fusarium equiseti (Cda.) Sacc.
Fusarium graminearum Schwabe
Fusarium lateritium Nees
Fusarium moniliforme Sheld.
Fusarium nivale (Fr.) Ces.
Fusarium oxysporum Schl. emend. Snyder & Hansen
Fusarium oxysporum Schl. emend. Snyder & Hansen var redolens (Wr.) Gordon
Fusarium poae (Pk.) Wr.
Fusarium semitectum Berk. & Rav.
Fusarium sambucinum Fuckel
Fusarium sambucinum Fuckel forma 6 Wr.
Fusarium sambucinum Fuckel var. coeruleum Wr.
Fusarium solani (Mart.) App. & Wr. emend. Snyder & Hansen
Fusarium sporotrichioides Sherb.
Fusarium tricinctum (Cda.) Sacc.

Fusarium tumidum Sherb.
Fusarium Link. ex Fr. spp.
Fusidium Link ex Fr. sp.
Gliocladium roseum (Link.) Bain.
Glomastix murorum (Croda) Highes
Gonatobotrys Corda sp.
Humicola Traaen
Oedocephalum Preuss sp.
Ostracoderma Fr. sp.
Paecilomyces Bain. sp.
Papulaspora Preuss sp.
Penicillium Link. ex Fr. spp.
Pullularia Berk. sp.
Rhizoctonia solani Kühn
Sporotrichum Lin. ex Fr. sp.
Torula herbarum(Pers.) Link. ex S.F.Gray
Trichoderma viride Pers. ex Fr.
Trichothecium roseum Link. ex Fr.
Verticillium Nees ex Wallr.
Volutella Tode ex Fr.

Tummat kuromahomeet

Acrospeira Berk. & Br.
Alternaria tenuis Nees
Alternaria cheiranthi (Fr.) Bolle
Alternaria tenuissima (Kunze ex Pers.) Wiltsh.
Alternaria raphani Groves & Skolko
Arthrinium sphaerospermum (Corda) M. B. Ellis
Aspergillus flavus ryhmä
Aspergillus fumigatus ryhmä
Aspergillus glaucus ryhmä
Aspergillus niger ryhmä
Aspergillus Mich. ex Fr. sp.
Bispora Corda sp.
Botryotrichum Sacc. & March sp.
Botrytis cinerea Pers. ex Fr.
Cercospora Fres. sp.
Chlamydomyces palmarum (Cooke) Mason
Cloridium Link. sp.
Cladosporium herbarum (Pers.) Link ex Fr.
Cladosporium cladosporioides (Fres.) de Vries

Curvularia Boedijn sp.
Dactylella Grove sp.
Doratomyces microsporus (Sacc.) Morton et G. Smith
Doratomyces purpureofuscus (Fr.) Morton et G. Smith
Doratomyces nanus (Ehrenb. ex link.) Morton et G. Smith
Doratomyces stemonitis (Pers.) Link. ex Fries
Drechslera avenae (Eidam) Scharif
Drechslera graminea (Rabenh. ex Schlecht.) Shoem
Drechslera teres (Sacc.) Shoem
Epicoccum purpurascens Ehrenb. ex Schlecht.
Geotrichum candidum Link.
Gilmaniella Barron sp.
Helminthosporium Link. sp.
Heterosporium Klotzsch. ex Cooke
Hormiscium Kunze ex Wallr. sp.
Monodictys levis (Wiltsh.) Hughes
Sepedonium Link. ex Fr. sp.
Stachybotrys atra Corda
Stachybotrys aurantia Barron
Stemphylium botryosum Simmons
Stemphylium consortiale (Thüm.) Groves & Skolko
Trichocladium asperum Harz.

Kuromapatjaiset ja kuromapulloiset

Ascochyta graminicola Sacc.
Ascochyta hordei Hara
Asteroma DC. ex Fr. sp.
Colletotrichum graminicola (Ces.) Wils.
Coniothyrium Corda sp.
Dendrophoma Sacc. sp.
Phaeoseptoria Speg.
Phoma sensu Sacc. sp.
Pyrenochaeta de Not. sp.
Septoria nodorum Berkeley
Septoria tritici Roberge

TULOSTEN TARKASTELU

Suurin osa viljojen sienistöä käsittävistä tutkimuksista koskee varastoituja viljoja tai ainoastaan joitakin tiettyjä sienilajeja, lähinnä patogeenisia sieniä. Viljojen koko sienistöä sadonkorjuu-aikaan selvittäviä tutkimuksia on verraten vähän. Niiden perusteella kumminkin tiedetään, että viljat ovat jo pellolla säännöllisesti lukuisien pieneliöiden eli sienien, bakteerien ja myös joidenkin hyönteisten tartuttamia (SPICHER 1958, MALONE ja MUSKETT 1964, KOROLEVA 1967, NOBLE ja RICHARDSON 1968, YLIMÄKI 1970, SODNOMDORZ 1973, FLANNIGAN 1970, 1974).

Tutkittaessa viljanäytteiden terveydentilaa, todetaan säännöllisesti, että viljanjyvät ovat runsaan ja monilajisen sienihuovaston peittämiä. Monet sienet ovat jyville täysin haitattomia pintaloisia tai vain heikosti patogeenisiä lajeja ja siten niillä ei ole viljan siemenkelpoisuuteen mainittavaa merkitystä. Viljan käyttöön elintarvikkeena tai rehuna tällaisillakin sienillä saattaa olla merkitystä, koska lukuisat tämänkaltaiset muutoin haitattomat sienet saattavat olla niinsanottujen sienimyrkkyjen eli mykotoksiinien tuottajia (CHRISTENSEN ym. 1968, CIEGLER, KADIS ja AJL 1971, KADIS, CIEGLER ja AJL 1971, 1972). Tästä syystä tässä tutkimuksessa on pyritty määrittämään mahdollisimman täydellisesti kaikki viljoissa ja rehuissa tavatut sienet välittämättä niiden haitallisuudesta muutoin viljoille.

Sienien runsaus vaihteli näissä tutkimuksissa vuosittain hyvin paljon kasvukauden ja erityisesti korjuukauden sääoloista riippuen. Sienilajisto oli kuitenkin suurin piirtein samanlainen kaikkina vuosina. Viljoissa olivat *Alternaria*-lajit yleisimmin tavatut sienet. Niitä oli yli 90 %:ssa kaikista näytteistä ja vaihteli jyvien sienisyys 7-37 %:n välillä. Seuraavina yleisyyssjärjestyksessä olivat *Cladosporium*-, *Fusarium*- ja *Penicillium*-sienet, joiden runsaus näytteissä oli 73-100 %, 56-100 % ja 47-100 % sekä jyvissä vaihdellen 5,3-42 %, 3,3-15,7 % ja 3,2-12,6 %.

Fusarium-tartunta näytti olevan erityisen riippuvainen kasvukauden kosteusoloista, niinkuin eräissä aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu (HEWETT 1967, GORDON 1952, KONZKY ja PÄSTY 1971, UOTI ja YLIMÄKI 1974). *Fusarium culmorum*-laji tunnetaan useissa maissa yhdeksi viljojen yleisimmistä ja haitallisimmista sienistä (COOK 1968, FLANNIGAN 1970, MÄKELÄ 1978, MÄKELÄ ja MÄKI 1980). Sitä vastoin GORDON (1952) mainitsi tavanneensa sitä vain satunnaisena samoin kuin *F. graminearum*-lajiakin, joka sekin tämän aineiston mukaan on varsin yleinen meidän maamme viljoissa. Hyvin yleinen laji on myös *F. avenaceum*, niinkuin myös useissa ulkomaisissa tutkimuksissa on todettu (HEWETT 1967, FLANNIGAN 1969, BOOTH 1971). *F. poae* ja *F. tricinctum*, joita

GORDON (1952) yhteisellä nimellä *F. poae* piti viljojen yleisimpänä *Fusarium*-lajina, ovat myös suomalaisessa viljassa erittäin yleisiä lajeja.

Fusarium-sienten runsas esiintyminen on huomion arvoinen nimenomaan sen vuoksi, että eräiden lajien, mm. *F. graminearum*, *F. tricinctum*, *F. sporotrichioides* ja *F. moniliforme* tiedetään sekä ulkomaisten että kotimaisten tutkimusten mukaan tuottavan haitallisia mykotoksiineja (PALTU 1978, KORPINEN ja YLIMAKI 1972, KORPINEN, KALLELA ja YLIMAKI 1972, ROINE, KORPINEN ja KALLELA 1971, YLIMAKI 1978, YLIMAKI ym 1978 ja 1979).

Fusarium sienten suhteen oli erityisen merkille pantavaa *F. nivale*-lajin erittäin vähäinen esiintyminen jyvissä, vaikka siihen tässä tutkimuksessa kiinnitettiin aivan erityistä huomiota. Maassamme erittäin yleisen ja vahingollisen syysviljojen oraslumihomeen torjumiseksi on suositeltu siemen peittäystä elohopeapitoisilla peittäusaineilla, joskaan tulokset eivät kaikissa olosuhteissa ole olleet hyvät (JAMALAINEN 1962). Toisaalta oraiden syyskäsittelyt kasvinsuojeluaineilla ovat osoittautuneet erinomaiseksi oraslumihomeen torjuntakeinoksi (JAMALAINEN 1964). Näin ollen näyttääkin siltä, että siemenestä peräisin olevalla *Fusarium nivale*-tartunnalla on vain vähäinen merkitys maasta käsin tapahtuvaan sienien leviämiseen verrattuna, niin kuin myös SPRAGUE (1950), COLHOUN (1970) ja TAYLOR (1970) ovat esittäneet.

Kiitokset - Tämän tutkimustyön aikana ovat kirjoittajaa avustaneet useat Kasvitautien tutkimuslaitoksen palveluksessa olleet ja olevat henkilöt. Heille kaikille ja erityisesti viljojen sienistön analysointi- ja eristämistyöhön ansiokkaasti osallistuneille laboratorioapulaisille Sally Hovi, Sigrid Kinnunen ja Hilikka Heiskanen sekä fil.lisensiaatti Hilikka Koponen esitän parhaat kiitokseni. Olen myös kiitollinen Suomen Akatemian maatalousmetsätieteelliselle toimikunnalle, jonka myöntämät apurahat vuosina 1968-1973 sekä tutkimussopimus vuosina 1976-1977 mahdollistivat tutkimuksen suorittamisen tässä laajuudessa.

KIRJALLISUUTTA

- AINSWORTH, G. C. 1971. Ainsworth & Bisbys' Dictionary of the fungi. 663 p. Kew, Surrey.
- BOOTH, D. 1971. The genus *Fusarium*. CMI, Kew, 237 s.
- BROOK, P. J. & WHITE, E. P. 1966. Fungus toxins affecting mammals. Ann. Rev. Phytopath. 4: 171-194.

- CHRISTENSEN, C. M., NELSON, G. H., MIROCHA, C. J. & BATES, F. 1968. Toxicity to Experimental Animals of 943 Isolates of Fungi. *Cancer Research* 28: 2293-2295.
- CIEGLER, A., KADIS, S. & AJL, J. 1971. *Microbial Toxins VI. Fungal Toxins*. 563 p. Acad. Press, New York and London.
- COLHOUN, J. 1970. Epidemiology of seed-borne *Fusarium* diseases of cereals. *Ann. Acad. Sci. Fenn. A. IV Biologica* 168: 31-36.
- COOK, R. J. 1968. *Fusarium* root and foot rot of cereals in the Pacific Northwest. *Phytopath.* 58: 127-131.
- FLANNIGAN, B. 1970. Comparison of seed-borne mycofloras of barley, oats and wheat. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 55: 267-276.
- 1974. Distribution of seed-borne micro-organisms in naked barley and wheat before harvest. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 62: 51-58.
- FORGACS, J. & CARLL, W. T. 1962. Mycotoxicoses. *Adv. Vet. Sci.* 7: 273-382.
- GORDON, W. L. 1952. The occurrence of *Fusarium* species in Canada. II Prevalence and taxonomy of *Fusarium* species in cereal seed. *Can. J. Bot.* 30: 209-251.
- HEWETT, P. D. 1967. A survey of seed-borne fungi of wheat II. The incidence of common species of *Fusarium*. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 50: 175-182.
- JAMALAINEN, E. A. 1962. Trials on seed treatment of winter cereals in Finland. *Ann. Agric. Fenn.* 1: 175-191.
- 1964. Control of low-temperature parasitic fungi in winter cereals by fungicidal treatment of stands. *Ann. Agric. Fenn.* 3: 1-54.
- KADIS, S., CIEGLER, A. & AJL, J. 1971. *Microbial Toxins VII. Algal and Fungal Toxins*. 401 p. Acad. Press, New York and London.
- CIEGLER, A. & AJL, J. 1972. *Microbial Toxins VIII. Fungal Toxins*. 400 p. Acad. Press, New York and London.
- KONSZKY, E. D. & PÁSTI, L. 1971. Data on infestation of cereal seeds by *Fusarium*. *Növényvédelem* 17: 393-397.
- KOROLEVA, V. P. 1967. Toksičeškie gribi poražajuščie zerno v prodesse ego proraščivania. (Toxic fungi infesting the grain of cereals in the course of germination). *Akad. Nauk. SSSR, Mikologija i Fitopatologija* 1: 82-84.
- KORPINEN, E-L. & YLIMÄKI, A. 1972. Toxigenicity of some *Fusarium* strains. *Ann. Agric. Fenn.* 11: 308-314.
- KORPINEN, E-L., KALLELA, K. & YLIMÄKI, A. 1972. Estrogenic activity of *Fusarium graminearum* on rats in experimental conditions. *Nord. Vet. Med.* 24: 62-66.
- Maataloustilastollinen kuukausikatsaus 1961-1977. Maatilahallitus, tilasto-toimisto, Helsinki.
- MALONE, J. P. & MUSKETT, A.E. 1964. Seed borne fungi. *Intern. Seed. Test. Ass.* 29,2: 179-384

- MAKELA, K. 1978. Viljan tähkistön sienä lähes sata. Koetoim. ja Käyt. 26.9.1978.
- & MAKI, L. 1980. Viljan tyvissä ja juuristossa esiintyvä sienistö Etelä-Suomen pelloilla. MTTK, kasvitautien tutkimuslaitos. Tiedote 32, 16 s.
- NEERGAARD, P. 1977. Seed Pathology I ja II. Surrey, England, 1187 s.
- NOBLE, M. & RICHARDSON, M. J. 1968. An annotated list of seed-borne diseases. Phytopath. Pap. 8: 1-191.
- PÄLTI, J. 1978. Toxigenic Fusaria, their Distribution and Significance as Causes of Disease in Animal and Man. Acta Phytomedica 6, 110 p. Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- ROINE, K., KORPINEN, E-L. & KALLELA, K. 1971. Mycotoxicosis as a probable cause of infertility in dairy cows. Nord. Vet. Med. 23: 628-633.
- SODNOMDORŽ, S. 1973. Mikoflora zernovykh kultur i grubyykh kormov Mongolskoi Narodnoi respubliki (Mycoflora of cereals and coarse fodders in the Mongolian peoples' republic). Mikologia fitopatologia 7: 146-148.
- SPICHER, G. 1958. Einleitende Untersuchungen über die Zusammensetzung der Mikroflora des Getreides. Zbl. Bakt. Abt. 111: 238-248.
- SPRAQUE, R. 1950. Diseases of cereals and grasses in North America. 538 p., New York.
- SUOMELA, H. & YLIMAKI, A. 1970. Die Veränderungen bei der Lagerung von feuchtem Getreide. Kongressbericht 5. Welt-Getreide-und Brotkongress, Dresden, Sekt. 4: 3/29 - 3/36.
- TAYLOR, G. S. 1970. The survival of *Fusarium nivale* in soil. Ann. Acad. Sci. Fenn. A. IV Biologica: 66-70.
- TEMPE, J. de 1963. The blotter method for seed health testing. Proc. Intern. Seed Test. Ass. 28, 1: 133-151.
- UOTI, J. & YLIMAKI, A. 1974. The occurrence of *Fusarium* species in cereal grain in Finland. Ann. Agric. Fenn. 13: 5-17.
- WESTERMARCK-ROSENDAHL, C. & YLIMAKI, A. 1978. Spontaneous Heating in Newly Harvested Wheat and Rye. I Thermogenesis and its Effect on Grain Quality. Acta Agric. Scand. 28: 151-158.
- YLIMAKI, A. 1970. The microflora of cereal seeds in Finland. Ann. Agric. Fenn. 9: 293-295.
- YLIMAKI, A. 1978. Myrkkyyä tuottavista sienistä viljasadossa. Koetoim. ja Käyt./Maas.Tul. 26.9.1978.
- YLIMAKI, A., KOPONEN, H., HINTIKKA, E-L., NUMMI, M., NIKU-PAAVOLA, M-L., ILUS, T. & ENARI, T-M. 1978. Sienet ja eräät niiden muodostamat toksiniit suomalaisessa viljassa. Valt. tekn. tutkimuskeskus, Biotekn. lab. Tied. 18, 42 s.
- , KOPONEN, H. HINTIKKA, E-L., NUMMI, M., NIKU-PAAVOLA, M-L., ILUS, T. & ENARI, T-M. 1979. Mycoflora and occurrence of *Fusarium* toxins in Finnish grain. Techn. Res. Centre Finl., Mater. Proc. Techn. 21, 28 p.

Taulukko 1 Viljasatojen laatu vuosina 1961 - 1977
(Maataloustilastollinen kuukausikatsaus 1961-1977.)

Vuosi	Koko sato milj.kg						Sadosta kauppa-keilpoista %					
	Ruis	Syys- vehnä	Kevät- vehnä	Ohra	Kaura	Ruis	Syys- vehnä	Kevät- vehnä	Ohra	Kaura		
1961	126.7	50.3	410.5	365.2	941.0	77	74	81	82	82		
1962	101.3	43.0	378.5	270.1	615.8	50	36	33	51	45		
1963	124.1	27.5	369.5	492.3	820.1	84	93	90	88	90		
1964	163.4	74.0	388.5	369.7	742.0	81	95	75	65	68		
1965	189.7	122.7	378.0	501.6	1 020.1	82	89	67	79	78		
1966	118.6	67.2	301.1	596.7	880.8	87	90	85	86	78		
1967	162.7	161.1	345.7	680.8	939.9	59	56	65	79	82		
1968	133.9	160.0	355.5	773.9	1 063.7	81	92	83	75	81		
1969	125.8	212.8	268.6	840.0	1 137.7	90	95	91	87	89		
1970	131.4	146.4	262.9	933.4	1 329.7	81	90	87	76	81		
1971	131.8	137.1	306.3	1 054.2	1 423.7	91	94	92	83	84		
1972	118.6	142.8	319.8	1 140.2	1 245.3	91	95	77	81	81		
1973	124.2	157.0	305.0	992.4	1 169.4	95	96	93	85	83		
1974	134.4	134.5	458.6	962.9	1 112.8	79	86	54	74	69		
1975	80.7	129.5	492.0	1 241.9	1 450.1	95	97	95	88	89		
1976	178.2	219.3	434.8	1 553.4	1 572.9	95	96	67	87	81		
1977	80.0	99.5	195.4	1 447.4	1 021.6	85	91	52	71	67		

Taulukko 2. Tutkittujen jyvänäytteiden lukumäärät

Vuosi	Näytteiden lukumäärä					Yhteensä
	Ruis	Syys- vehnä	Kevät- vehnä	Ohra	Kaura	
1966	-	-	66	60	-	126
1967	110	288	405	104	-	907
1968	57	68	237	76	24	462
1969	10	11	50	15	-	86
1970-1971	6	-	1	32	11	50
1972	12	2	201	349	155	719
1973	17	20	46	96	72	251
1976	16	36	17	155	102	326
1977	21	15	18	88	67	209
Kaikkiaan	249	440	1 041	975	431	3 136

Taulukko 3. Näytteiden alkuperä

Alkuperä	Numero kuvassa	1966-1973		1976	
		1	Viljat	Rehut	Viljat
	Näytteitä kpl		2601	467	535
Maatalouden tutkimuskeskus					
Kotieläinhoidon tutkimuslaitos,	Tikkurila	2	x	x	
Kasvinviljelylaitos	Tikkurila	2	x		x
Kasvinjalostuslaitos	Jokioinen	3	x		x
Lounais-Suomen koeasema	Mietoinen	5	x	x	x
Satakunnan "	Kokemäki	6	x		x
Sata-Hämeen "	Mouhijärvi	7	x		x
Hämeen "	Pälkäne	8	x		x
Kymenlaakson "	Anjala	9	x		x
Etelä-Savon "	Mikkeli	10	x		x
Keski-Suomen "	Laukaa	11	x	x	x
Etelä-Pohjanmaan "	Ylistaro	12	x		x
Karjalan "	Tohmajärvi	13			x
Pohjois-Savon "	Maaninka	14	x	x	x
Keski-Pohjanmaan "	Toholampi	15			x
Kainuun "	Vaala	16	x		x
Pohjois-Pohjanmaan "	Ruukki	17	x	x	x
Lapin "	Rovaniemi	18	x	x	x
Sikatalouskoeasema	Hyvinkää	19		x	
Valtion Viljavarasto			x	x	
Myllyteollisuus			x		
Viljakauppaa harjoittavat liikkeet			x	x	
Työtehosseura			x	x	
Yksityiset maatilat			x	x	
Eläinlääkärit			x	x	

Taulukko 4. Sieniä ja bakteereita jyvänäytteissä vuosina 1966-1971 prosentteina (+ = < 0.5 %)

Pieneliö	Ruis	Syys- vehnä	Kevät- vehnä	Ohra	Kaura
Näytteitä kpl	183	367	759	287	35
Levä sienet (<i>Zycomycotina</i>)					
<i>Mucor</i>	22	6	12	9	7
<i>Mycotypha</i>	4	3	2		8
<i>Rhizopus</i>	22	19	16	19	9
Kotelosienet (<i>Ascomycotina</i>)					
<i>Chaetomium</i>	2	2	3	5	2
<i>Sordaria</i>			0.5	+	
Vaillinaissienet (<i>Deuteromycotina</i>)					
<i>Acremonia</i>	2	1	0.5	2	27
<i>Alternaria</i>	91	98	94	99	100
<i>Arthrimum</i>	19	7	11	3	
<i>Arthrobotrys</i>	1	4	5	2	1
<i>Aspergillus</i>	2	3	5	4	4
<i>Botryotrichum</i>	12	7	12	11	48
<i>Botrytis</i>	12	9	6	3	
<i>Cephalosporium</i>	18	12	11	37	82
<i>Chlamydomyces</i>	1	0.5			
<i>Cladosporium</i>	94	91	73	74	100
<i>Colletotrichum</i>	1	0.5	8	6	6
<i>Doratomyces</i>		0.5		+	
<i>Drechslera</i>	+	+	1	10	7
<i>Epicoccum</i>	45	57	58	57	63
<i>Fusarium</i>	67	56	61	82	100
<i>Gliocladium</i>	3	5	2	4	
<i>Gonatobotrys</i>	3	0.5	10	2	
<i>Monodictys</i>	10	7	4	10	3
<i>Oedocephalum</i>			+	+	
<i>Papulaspora</i>	4	1	4	1	12
<i>Penicillium</i>	86	83	68	63	47
<i>Rhizoctonia</i>	+	1	+	2	3
<i>Septoria</i>			2	2	
<i>Stachybotrys</i>	1	1	+		
<i>Stemphylium</i>	42	25	22	13	19
<i>Torula</i>	3	0.5	0.5	7	
<i>Trichocladium</i>	19	15	9	19	
<i>Trichoderma</i>	2	2	0.5	1	3
<i>Trichothecium</i>	5	3	11	2	9
<i>Verticillium</i>	2	0.5	+	+	2
Muut sienet	7	22	28	17	
Bakteerit (<i>Streptomyces</i>)	51	61	56	76	64

Taulukko 5. Sieniä ja bakteereita jyvänäytteissä vuosina 1972-1973
prosentteina (+ = < 0.5 %)

Pieneliö	Ruis	Syys- vehnä	Kevät- vehnä	Ohra	Kaura
Näytteitä kpl	29	21	235	410	207
Limasienet (<i>Myxomycota</i>)				6	10
Levä sienet (<i>Zygomycotina</i>)					
<i>Helicocephalum</i>			+	1	
<i>Mucor</i>	69	71	66	63	
<i>Rhizopus</i>	55	62	49	45	31
Kotelosienet (<i>Ascomycotina</i>)					
<i>Chaetomium</i>	48	91	58	38	47
<i>Melanospora</i>			2	1	0.5
<i>Sordaria</i>			+	1	
Kantasienet (<i>Basidiomycotina</i>)					
<i>Ustilago</i>		19	13	48	44
Vaillinaissienet (<i>Deuteromycetina</i>)					
<i>Acremonielliella</i>	21	24	66	80	75
<i>Acrostalagmus</i>			1	0.5	1
<i>Alternaria</i>	100	100	100	100	100
<i>Arthrimum</i>	24	10	21	11	14
<i>Arthrobotrys</i>			4	5	10
<i>Aspergillus</i>	24	19	10	9	14
<i>Botryotrichum</i>	17	24	28	26	19
<i>Botrytis</i>			5	2	5
<i>Cephalosporium</i>	52	28	77	88	94
<i>Cladosporium</i>	100	86	80	82	99
<i>Colletotrichum</i>	28		69	84	59
<i>Curvularia</i>			1		
<i>Doratomyces</i>	3			4	4
<i>Drechslera</i>	17	33	40	77	52
<i>Epicoccum</i>	59	10	31	35	44
<i>Fusarium</i>	76	67	98	97	100
<i>Fusidium</i>	17	5	48	48	63
<i>Gliocladium</i>	14	10	30	48	27
<i>Gliomastix</i>				1	1
<i>Gonatobotrys</i>			3	1	5
<i>Monodictys</i>		10	1	1	1
<i>Ostragoderma</i>	17	5	26	13	21
<i>Papulaspora</i>			1	3	
<i>Penicillium</i>	97	100	78	83	75
<i>Phoma</i>		5		2	2
<i>Rhizoctonia</i>				+	
<i>Sepedonium</i>				1	0.5
<i>Septoria</i>			2	7	1
<i>Sporotrichum</i>	24	14	8	21	10
<i>Stachybotrys</i>	7		2	2	1
<i>Stemphylium</i>	24	10	11	12	15
<i>Torula</i>	14	14	3	8	2
<i>Trichocladium</i>	38	28	14	17	19
<i>Trichoderma</i>	7	5	9	15	9
<i>Trichothecium</i>	10	14	34	19	26
<i>Verticillium</i>	3		1	1	1
Muut sienet	7	16	32	30	39
Bakteerit (<i>Streptomyces</i>)	86	76	79	81	94

Taulukko 6. Sieniä ja bakteereita jyvissä vuosina 1966-1971 prosentteina
(+ = < 0.5 %)

Pieneliö	Ruis	Syys- vehnä	Kevät- vehnä	Ohra	Kaura
Jyviä kpl	4575	9175	19000	7175	875
Levä sienet (Zygomycotina)					
<i>Mucor</i>	2	1	1	0.5	1
<i>Mycotypha</i>	+	+	+	+	1
<i>Rhizopus</i>	3	2	1	1	1
Kotelosienet (Ascomycotina)					
<i>Chaetomium</i>		+	+	+	+
<i>Sordaria</i>	+		+	+	
Vaillinaissienet (Deuteromycotina)					
<i>Acremoniella</i>	+	+	+	1	3
<i>Alternaria</i>	9	9	15	7	37
<i>Arthriniium</i>	+	1	2	+	
<i>Arthrobotrys</i>	+	+	+	+	
<i>Aspergillus</i>	+	+	+	+	+
<i>Botryotrichum</i>	1	+	0.5	1	5
<i>Botrytis</i>	1	1	+	+	+
<i>Cephalosporium</i>	1	1	1	2	8
<i>Chlamydomyces</i>	+	+			
<i>Cladosporium</i>	9	6	5	5	42
<i>Colletotrichum</i>	1	+	1	+	0.5
<i>Doratomyces</i>		+		+	
<i>Drechslera</i>	+	+	+		1
<i>Epicoccum</i>	2	2	6	2	7
<i>Fusarium</i>	7	3	6	8	16
<i>Gliocladium</i>	+	+	+	+	
<i>Gonatobotrys</i>	+	+	+	+	
<i>Monodictys</i>	1	0.5	+	1	+
<i>Oedocephalum</i>			+	+	
<i>Papulaspora</i>	+	+	+	+	1
<i>Penicillium</i>	7	10	13	3	5
<i>Rhizoctonia</i>	+	+	+	+	+
<i>Septoria</i>			+	1	
<i>Stachybotrys</i>	+	+	+		
<i>Stemphylium</i>	1	1	1	1	2
<i>Torula</i>	+	+	+	+	
<i>Trichocladium</i>	+	+	+	+	
<i>Trichoderma</i>	+	+	+	+	+
<i>Trichothecium</i>	+	+	1	+	1
<i>Verticillium</i>	+	+	+	+	+
Muut sienet	2	3	8	2	7
Bakteerit (Streptomyces)	2	2	2	3	3

Taulukko 7. Eräiden yleisimpien sienien runsaus vuosina 1966-1971 ja 1972-1973.

Sienisuku	Sienien suhteellinen runsaus %									
	Näytteet v. 1966-1971					Näytteet v. 1972-1973				
	Ruis	Syys- vehnä	Kevät- vehnä	Ohra	Kaura	Ruis	Syys- vehnä	Kevät- vehnä	Ohra	Kaura
<i>Acremonia</i>	2.1	1.1	0.6	2.3	27.4	20.7	23.8	66.4	80.0	75.4
<i>Alternaria</i>	91.1	97.9	94.3	98.7	100	100	100	100	99.8	100
<i>Botryotrichum</i>	12.1	7.4	11.9	10.6	48.3	17.2	23.8	28.5	25.9	18.8
<i>Cephalosporium</i>	18.5	12.3	10.8	36.7	82.1	51.7	28.5	77.4	87.8	93.7
<i>Chaetomium</i>	1.5	1.6	3.0	4.7	1.8	48.3	90.5	58.3	37.8	47.3
<i>Cladosporium</i>	93.8	91.3	72.9	74.3	100	100	85.7	79.6	82.2	99.0
<i>Colletotrichum</i>	1.2	0.5	8.3	6.3	6.2	27.6	-	69.4	83.9	58.5
<i>Drechslera</i>	0.3	0.4	1.1	9.9	6.7	17.2	33.3	40.4	77.3	52.2
<i>Epicoccum</i>	45.2	57.2	57.8	57.0	62.8	58.6	9.5	30.6	35.4	44.0
<i>Fusarium</i>	67.1	56.0	61.0	82.0	100	75.9	66.7	97.9	97.3	100
<i>Gliocladium</i>	3.0	5.0	1.6	4.1	-	13.8	9.5	29.8	48.3	26.6
<i>Mucor</i>	22.5	6.2	12.1	8.5	6.8	69.0	71.4	66.0	62.9	44.9
<i>Penicillium</i>	86.0	83.0	67.8	62.8	47.1	96.6	100	78.3	82.7	74.9
<i>Rhizopus</i>	22.2	18.7	15.9	18.5	8.7	55.2	61.9	48.5	45.1	30.9
<i>Stemphylium</i>	41.8	25.2	22.3	13.1	18.5	24.1	9.5	11.0	11.5	14.5
<i>Trichocladium</i>	19.3	15.1	8.8	18.6	-	37.9	28.5	13.6	17.1	19.3

Taulukko 8. Kuivattujen jyvien sienisyys vuosina 1976 ja 1977 prosentteina (+ = < 0.5 %)

Sieni	Ruis		Syys- vehnä		Kevät- vehnä		Ohra		Kaura	
	1976	1977	1976	1977	1976	1977	1976	1977	1976	1977
Jyviä kpl.	800	1100	3300	1000	800	900	10000	4300	5200	3400
Limasienet (<i>Myxomycotina</i>)		1		35		+	1	2	9	1
Levä sienet (<i>Zygomycotina</i>)	6	16		+	2	24	3	5	11	7
Kotelosienet (<i>Ascomycotina</i>)	4	+		1		2	1	+	+	+
Vaillinaissienet (<i>Deuteromycotina</i>)										
<i>Agremoniella</i>	9	19	57	92	22	13	6	32	3	16
<i>Alternaria</i>	22	63	17	39	71	41	31	66	25	72
<i>Arthrimum</i>	1	3	2	2	+	1	1	+	1	1
<i>Arthrobotrys</i>		+					+	+	+	+
<i>Aspergillus</i>							+		+	
<i>Botrytis</i>		+		+		+	+	+	+	1
<i>Cephalosporium</i>	2	5	9	5	6	8	6	8	12	14
<i>Cladosporium</i>	56	73	46	47	73	70	49	67	86	94
<i>Curvularia</i>							+			
<i>Dendryphion</i>							+	+		+
<i>Doratomyces</i>							+	+	+	+
<i>Drechslera</i>	+	+		1	1	2	3	12	1	3
<i>Epicoccum</i>	4	2	2	1	2	6	2	6	28	16
<i>Fusarium</i>	11	33	21	14	34	22	11	32	14	24
<i>Gliocladium</i>				+	+	+	+	+	+	+
<i>Gonatobotrys</i>	1	2		+	4	1	+	+	+	1
<i>Graphium</i>										+
<i>Humicola</i>							+	+		+
<i>Monodictys</i>							+		+	
<i>Ostragoderma</i>	6	4		3	7	10	5	15	9	10
<i>Papulaspora</i>				1		+	+	+	1	
<i>Penicillium</i>	52	13	29	32	45	18	45	6	25	1
<i>Rhizoctonia</i>					+	+	+	+	+	+
<i>Stachybotrys</i>							+		+	
<i>Stemphylium</i>	1	5	4	1	9		6	2	5	1
<i>Torula</i>		+					+		+	
<i>Trichoeladium</i>		+					+		+	
<i>Trichoderma</i>	+	+	1	1	1	1	4	1	1	+
<i>Trichothecium</i>	+	+	5	7	2	+	1	+	1	3
<i>Verticillium</i>	+	1	1	2	+	1	+	+	+	+
<i>Sphaeropsidales</i>	+	+				3	+	+	+	+
Muut sienet	+	5	+		2	2	+	4	2	1

Taulukko 9. Kuivaamattomien jyvien sienisyys vuosina 1976 ja 1977 prosentteina (+ = < 0.5 %)

Sieni	Ruis		Syys- vehnä		Kevät- vehnä		Ohra		Kaura	
	1976	1977	1976	1977	1976	1977	1976	1977	1976	1977
Jyviä kpl	800	1000	3300	500	900	900	5500	4500	5000	3300
Limasienet (<i>Myxomycotina</i>)	3	2	1	1	+	3	1	6	3	2
Levä sienet (<i>Zygomycotina</i>)	4	15	1	8	11	28	10	5	8	10
Kotelosienet (<i>Ascomycotina</i>)	3	2	1		7	+	4	2	2	3
Vaillinaissienet (<i>Deuteromycotina</i>)										
<i>Acremonia</i>	11		63	43	32	58	32	38	24	37
<i>Alternaria</i>	25	46	33	36	58	29	53	55	31	52
<i>Arthrinium</i>			1	+	+	+	+	+	1	+
<i>Arthrobotrys</i>							1		+	
<i>Aspergillus</i>	+						1		+	+
<i>Botrytis</i>			+		+	+	+		+	+
<i>Cephalosporium</i>	11	25	18	28	20	22	30	23	39	29
<i>Cladosporium</i>	33	86	31	51	22	45	51	70	71	82
<i>Doratomyces</i>						+	+	+	1	1
<i>Drechslera</i>	+	+	+	+	+	1	6	9	1	2
<i>Epicoccum</i>	+	2	1	3	2	4	3	6	18	17
<i>Fusarium</i>	8	63	19	30	18	53	26	34	44	35
<i>Gliocladium</i>		14	+	3	8	6	5	3	+	4
<i>Gliomastix</i>		+						+	+	
<i>Gonatobotrys</i>			+	+	+	1	+	+	+	3
<i>Graphium</i>								+		+
<i>Humicola</i>							+		+	+
<i>Monodictys</i>							+			+
<i>Ostragoderma</i>	13	8			8	12	5	3	9	3
<i>Papulaspora</i>	2	3		1		7	3	1	3	1
<i>Penicillium</i>	81	14	43	17	79	11	40	7	32	9
<i>Rhizoctonia</i>							+	1		+
<i>Stachybotrys</i>							+	+		
<i>Stemphylium</i>	1	1	7		3	+	4	1	2	1
<i>Torula</i>							+	+		+
<i>Trichocladium</i>		+	3		2	+	+	+	1	+
<i>Trichoderma</i>			1	+	+	+	+	+	4	+
<i>Trichothecium</i>	49	11	46	11	46	4	10	3	38	10
<i>Verticillium</i>	+	+	4	5		2	1	+	2	1
<i>Sphaeropsidales</i>		+		+	+	1	+	2	+	+
Muut sienet	3	10	4	5	+	12	+	8	32	7

Taulukko 10. *Fusarium* - lajit jyvänäytteissä vuosina 1966-1971
prosentteina (+ = < 0.5 %)

<i>Fusarium</i> -laji	Ruis	Syys- vehnä	Kevät- vehnä	Ohra	Kaura
Näytteitä kpl	183	367	759	287	35
<i>F. acuminatum</i>	1.1	9.5	9.0	6.3	
<i>F. arthrosporioides</i>	30.6	12.0	17.8	34.5	94.3
<i>F. avenaceum</i>	19.7	17.2	20.4	41.8	100
<i>F. chlamydosporum</i>		1.6	2.1	0.7	
<i>F. coeruleum</i>	1.6			0.7	
<i>F. culmorum</i>	33.9	28.1	54.8	86.8	100
<i>F. equiseti</i>	1.1		1.6		
<i>F. graminearum</i>	3.3	6.0	5.0	12.5	100
<i>F. lateritium</i>				1.7	
<i>F. moniliforme</i>	1.6			3.5	
<i>F. oxysporum</i>	23.5	9.3	9.5	15.7	11.4
<i>F. oxysporum v. redolens</i>			+	0.7	
<i>F. poae</i> (& <i>F. tricinctum</i>)	19.7	24.8	29.8	59.2	100
<i>F. sambucinum</i>	20.8	4.9	7.4	3.5	25.7
<i>F. semitectum</i>	7.1	6.8	4.0	8.4	
<i>F. solani</i>	3.3	3.3	3.3	16.0	5.7
<i>F. sporotrichioides</i>	1.6	0.8	1.2	4.9	2.9
<i>F. tumidum</i>				1.4	
Muut	27.9	4.9	7.4	58.2	82.9

Taulukko 11. *Fusarium* -lajit viljojen jyvissä vuosina 1966-1971
prosentteina (+ = < 0.5 %)

<i>Fusarium</i> -laji	Ruis	Syys- vehnä	Kevät- vehnä	Ohra	Kaura
Jyviä kpl	4575	9175	18775	7175	875
<i>F. acuminatum</i>	+	+	+	+	
<i>F. arthrosporioides</i>	1.2	0.5	0.7	1.4	3.8
<i>F. avenaceum</i>	0.8	0.7	0.8	1.7	4.0
<i>F. chlamydosporum</i>		+	+	+	
<i>F. coeruleum</i>	+			+	
<i>F. culmorum</i>	1.4	1.1	2.2	3.5	12.1
<i>F. equiseti</i>	+		+		
<i>F. graminearum</i>	+	+	+	0.5	6.1
<i>F. lateritium</i>				+	
<i>F. moniliforme</i>	+			+	
<i>F. oxysporum</i>	0.9	+	+	0.6	0.5
<i>F. oxysporum v. redolens</i>			+	+	
<i>F. poae</i> (& <i>F. tricinctum</i>)	0.8	1.0	1.2	2.4	5.9
<i>F. sambucinum</i>	0.9	+	+	+	1.0
<i>F. semitectum</i>	+	+	+	+	
<i>F. solani</i>	+	+	+	0.6	+
<i>F. sporotrichioides</i>	+	+	+	+	+
<i>F. tumidum</i>				+	
Muut	1.1	+	+	2.3	3.3

Taulukko 12. *Fusarium* -lajit viljojen jyvissä vuonna 1972 prosentteina
(+ = < 0.5 %)

<i>Fusarium</i> -laji	Ruis	Kevät- vehnä	Ohra	Kaura
Jyviä kpl	1200	13000	18000	10950
<i>F. acuminatum</i>		0.7	0.4	0.3
<i>F. arthrosporioides</i>	0.2	1.5	1.2	1.0
<i>F. avenaceum</i>	2.1	7.4	7.3	5.9
<i>F. chlamydosporum</i>			+	
<i>F. coeruleum</i>			+	
<i>F. culmorum</i>	1.3	30.9	9.5	7.0
<i>F. graminearum</i>		0.9	0.2	1.0
<i>F. lateritium</i>		+	1.1	+
<i>F. moniliforme</i>		+	+	+
<i>F. oxysporum</i>	0.8	5.1	1.4	1.8
<i>F. poae</i>	2.3	3.4	3.9	8.2
<i>F. sambucinum</i>		0.2	0.3	0.4
<i>F. semitectum</i>	0.7	0.6	1.0	1.4
<i>F. solani</i>		0.6	0.4	0.4
<i>F. sporotrichioides</i>		+	+	
<i>F. tricinatum</i>	0.2	1.5	6.2	2.4
Muut		1.5	1.8	1.0

Taulukko 13. *Fusarium* -lajeja kuivatuissa jyvissä prosentteina (+ = < 1.0 %)

<i>Fusarium</i> -laji	Ruis		Syysvehnä		Kevätvehnä		Ohra		Kaura	
	1976	1977	1976	1977	1976	1977	1976	1977	1976	1977
Jyviä kpl	800	1100	300	1000	800	900	10000	4300	5200	3400
<i>F. arthrosporioides</i>		+	4				+		+	
<i>F. avenaceum</i>	8	29	13	11	7	18	5	24	9	15
<i>F. chlamydosporum</i>	+				+		1	+	+	+
<i>F. culmorum</i>	1	5	1	5	26	4	4	7	2	5
<i>F. graminearum</i>						+	+	+	+	3
<i>F. oxysporum</i>					+		+		+	
<i>F. poae</i>					1	1	+	+	2	1
<i>F. sambucinum</i>	1	1	1	+	1	+	+	1	+	+
<i>F. solani</i>	+						+	+		+
<i>F. sporotrichioides</i>							+	+		+
<i>F. tricinatum</i>		1	+	1	7	2	1	6	2	3
Muut	+	+	2	1	+		+	+	1	+

Taulukko 14. *Fusarium* -lajeja kuivaamattomissa jyvissä prosentteina (+ = < 1.0 %)

<i>Fusarium</i> -laji	Ruis		Syysvehnä		Kevätvehnä		Ohra		Kaura	
	1976	1977	1976	1977	1976	1977	1976	1977	1976	1977
	800	1000	3300	500	900	900	5500	4500	5000	3300
Jyviä kpl										
<i>F. arthrosporioides</i>	+		3		1		2	+	6	+
<i>F. avenaceum</i>	7	45	11	19	2	24	12	27	23	23
<i>F. chlamydosporum</i>		+		+	+	+	+	+	+	+
<i>F. culmorum</i>	2	22	5	11	14	31	11	9	16	11
<i>F. graminearum</i>						5	+	+	1	2
<i>F. oxysporum</i>										
<i>F. poae</i>	+			1	+	+	1	+	4	1
<i>F. sambucinum</i>		+		+	+	+	+	+	+	+
<i>F. solani</i>	+						+	+	+	+
<i>F. sporotrichioides</i>							+		+	+
<i>F. tricinctum</i>	+	2	+	2	1	3	4	6	5	4
Muut	+	+	+	6	+	+	1	1	2	1

Taulukko 15. Rehuissa vuosina 1967-1971 tavattu pieneliöstö prosentteina
(+ = < 0.5 %)

Pieneliöt	Rehu- vilja	Kaupalli- set rehu- seokset	Tuore- säilötty vilja	Heinä
Näytteitä kpl	233	172	23	39
Levä sienet				
<i>Mucor</i>	12	20	15	4
<i>Rhizopus</i>	14	15	10	5
Kotelosienet				
<i>Chaetomium</i>	2	5	4	7
Vaiillinaissienet				
<i>Acremonia</i>	2	+		51
<i>Alternaria</i>	9	2	1	10
<i>Arthrinium</i>	1		+	2
<i>Arthrobotrys</i>	+	+	+	+
<i>Aspergillus</i>	4	2	5	8
<i>Botryotrichum</i>	+	+		+
<i>Botrytis</i>	+	+		1
<i>Cephalosporium</i>	3	4	1	4
<i>Cladosporium</i>	5	2	3	11
<i>Colletotrichum</i>	1	+	+	+
<i>Doratomyces</i>	+	+	+	1
<i>Fusarium</i>	7	5	5	4
<i>Gliocladium</i>	0.5	+	0.5	+
<i>Paecilomyces</i>	+	2	4	1
<i>Papulaspora</i>	+	+		+
<i>Penicillium</i>	15	14	13	11
<i>Stachybotrys</i>	+	+	0.5	0.5
<i>Stemphylium</i>	+	+	+	+
<i>Trichocladium</i>	+	+	+	+
<i>Trichoderma</i>	1	+	1	2
<i>Trichothecium</i>	1	+	+	5
Muut sienet	2	4	18	8
<i>Streptomyces</i>	7	8	4	7
Muut bakteerit	11	18	14	3

