

# Annales Agriculturae Fenniae

Maatalouden  
tutkimuskeskuksen  
aikakauskirja

Vol. 11,5

Journal of the  
Agricultural  
Research  
Centre

Helsinki 1972

# Annales Agriculae Fenniae

JULKAISIJA — PUBLISHER

**Maatalouden tutkimuskeskus  
Agricultural Research Centre**

Ilmestyy 4–6 numeroa vuodessa  
Issued as 4–6 numbers a year

TOIMITUSKUNTA — EDITORIAL STAFF

*J. Mukula*, päätoimittaja — Editor

*V. U. Mustonen*, toimitussihteeri — Co-editor

*M. Lampila*

*J. Säkö*

ALASARJAT — SECTIONS

Agrogeologia et -chimica — Maa ja lannoitus

Agricoltura — Peltoviljely

Horticultura — Puutarhaviljely

Phytopathologia — Kasvitaudit

Animalia nocentia — Tuhoeläimet

Animalia domestica — Kotieläimet

KOTIMAINEN JAKELU

Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10

FOREIGN DISTRIBUTION

Agricultural Research Centre, Library, SF-01300 Tikkurila, Finland

Professori  
E. A. Jamalaisen juhlaulkaisu

*Jubilee issue in honour of  
Professor E. A. Jamalainen*

HELSINKI 1972



E. A. Jamsilainen

Eino Armas Jamalainen syntyi Hietämäessä Inkerinmaalla 17. heinäkuuta 1902. Siirryttyään Suomeen 1919 hän sai päästötodistuksen Kolppanan opettajaseminaarista (Helsinki) 1920, suoritti ylioppilastutkinnon 1923, maatalous- ja metsätieteiden kandidaatin tutkinnon 1929, agronomitutkinnon 1930 ja maatalous- ja metsätieteiden lisensiaatin tutkinnon 1935 saaden samana vuonna myös maatalous- ja metsätieteiden tohtorin arvon.

Jamalaisen elämänuran valintaan samoin kuin hänen toimintaansakin on varmaan merkittävästi vaikuttanut hänen opettajansa ja useiden vuosien aikana myös esimiehensä, Helsingin yliopiston kasvibiologian ja kasvipatologian ylimääräinen professori J. I. Liro. Tämän kansainvälistä kuuluisuutta saavuttaneen, harvinaisen monipuolisen biologian tutkijan monivuotisena apulaisena ja matkakumppanina Jamalainen omaksui kyvyn tarkkailla ympärillään luonnon tapahtumia monipuolisesti, ennen muuta kuitenkin kasvipatologina.

Useiden muiden maataloustutkijan uralle sittemmin antautuneiden tavoin Jamalainen aloitti uransa sijoittumalla jo opiskeluaikanaan työskentelemään laboratorioapulaisena silloiseen Maatalouskoelaitokseen. Sen kasvitautiosastolla hänelle tarjoutui sitten heti kandidaatin tutkinnon suorittuaan ylimääräisen assistentin toimi. Vuosina 1938—43 hän toimi saman osaston ensimmäisenä assistenttina sekä vuonna 1944 yliassistenttina ja nimitettiin samana vuonna mainitun osaston johtajaksi ja professoriksi, josta virasta siirtyi täysinpalvelleena eläkkeelle vuonna 1969. Näin Jamalaisen toiminta kasvipatologian ja kasvinsuojelun alalla Maatalouskoelaitoksessa ja sittemmin Maatalouden tutkimuskeskuksessa jatkui kaikkiaan 40 vuoden ajan.

Vaikka Jamalaisen tutkimustyössä on selvästi havaittavissa sellaiset pääkohteet kuin boorin puutteen aiheuttamat kasvitaudit, viljojen siementen peittäus, *Fusarium*-sienien taksonomia ja kasvien talvehtimisongelma, ulottuvat hänen tutkimuksensa huomattavasti laajemmalle alalle ja nimenomaan sen mukaan, mikä ongelma kulloinkin on käytännön viljelyssä tullut esille.

Vuonna 1935 valmistunut väitöskirjatyö ”Tutkimuksia lantun ruskotaudista” oli ensimmäisiä kasvipatologian kannalta tehtyjä selvityksiä boorin ja yleensäkin hivenravinteiden puutteen aiheuttamista fysiogeenisistä kasvitaudeista. Tämän jälkeen Jamalainen osoitti boorin puutteesta aiheutuviksi myös omenan kuoppataudin ja juurikkaiden sydän- ja kuivamädän. Viljojen peittäusmenetelmän merkityksen selvittämisen ja sen tunnetuksi tekemisen Jamalainen sai erikoistehtäväkseen, kun hänet määrättiin 1933 kasvitautiosaston ja Maatalousseurojen Keskusliiton tekemän yhteistyöso-

pimuksen perusteella mainitun liiton ”nokikonsulentiksi” 6 kk:n ajaksi. Viljojen peittäusmenetelmän kehittämisen ja sen yleistämisen hyväksi hän on sittemminkin tehnyt jatkuvasti paljon työtä, josta ovat osoituksena asiaa käsittelevät useat tutkimukset sekä artikkelit ammattilehdissä. Mykologian alalla Jamalainen on saavuttanut kansainvälistä arvonantoa kahdellakin tutkimussektorilla. Pehdyttyään 1937 Saksassa tohtori Wollenweberin johdolla *Fusarium*-sienten tutkimusmenetelmiin hän ryhtyi selvittämään näiden sienien esiintymistä ja merkitystä Suomessa. Tulokset julkaistiin 1943 ja 1944 kolmena vihkona ”Über die Fusarien Finnlands” I, II ja III. Toisena prof. Jamalaisen mykologisen tutkimuksen laajana kohteena ovat olleet syysviljoja ja nurmiheiniä tuhoavat talvituhosienet eli *Fusarium nivale*, *Typhula ishikariensis*, *Typhula incarnata* sekä *Sclerotinia borealis*. Myös muiden talvehtivien kasvien bioottisia ja abiottisia talvehtimiseen vaikuttavia tekijöitä samoin kuin talvituhosienien suoranaisen torjunnan mahdollisuuksia kvintotseeni-valmisteilla on selvitetty Jamalaisen johdolla. Sipulin viljelyn edistämiseen tähtäävää tutkimusta suoritettiin hänen johdollaan 1949 lähtien varsin intensiivisesti useiden vuosien ajan, ja seurauksena olikin sipulin viljelyn huomattava edistyminen maassamme.

Jamalainen on tutkimustoiminnassaan kaiken aikaa pitäytynyt hyvin lähellä käytäntöä. Sitä silmällä pitäen hän on pyrkinyt tutustumaan kasvi-tautiongelmien ja vallitseviin olosuhteisiin mahdollisimman läheisesti juuri siellä, missä ongelmia on esiintynyt. Jokaiselle tutkijalle, jolla on ollut tilaisuus seurata Jamalaista tutkimusmatkoilla eri tahoille maattamme niin puutarhoissa kuin pelloilla, on jäänyt erityisesti mieleen se välitön helpous, millä hän on keskustellut viljelijöiden kanssa ja huomaamattomasti johtanut puheen haluamaansa suuntaan eli tavallisesti erilaisten kasvi-tautiongelmien pohtimiseen.

Jamalainen on 40 vuoden aikana jakanut opaskirjasin, kirjoituksin ja esitelmin runsaasti tietoja viljelijöille ja neuvontahenkilöstölle. Nämä käytäntöä välittömästi palvelemaan tarkoitetut esitykset ovat olleet niin laadittuja, että jokaisen on ollut helppo saada niistä tarvitsemansa tiedot.

Jamalaisen julkaisutoiminta on runsas ja monipuolinen käsittäen tähän mennessä kaikkiaan 367 tieteellistä tai neuvonnallista julkaisua, artikkelia tai opaskirjasta. Tämän niteen sivuilla 373—379 on luettelo professori Jamalaisen tärkeimmistä julkaisuista.

Varsinaisen virkansa ohella Jamalainen on osallistunut myös kasvipatologian opetustyöhön Helsingin yliopistossa. Hän ohjasi ylioppilaiden kasvinuojeluharjoituksia 1930—43, luennoi dosenttina kasvinuojelusta 1943—71 sekä hoiti kasvibiologian ja kasvipatologian professorin virkaa 1943—45 ja 1964—65. Uuden tutkijapolven kehittämiseen hän on osallistunut myös siten, että hänen johtajakautenaan on kasvitautiosastolla suoritettu useita niin mittavia tutkimuksia, että ne on voitu hyväksyä väitöskirjoina (Annikki Linnasalmi 1952, J. E. Hårdh 1953, Jaakko Mukula 1957, Aarre Ylimäki 1967, Eeva Tapio 1970 ja Esko Seppänen 1971).

Jamalainen on ollut vastaväittäjänä kahta kotimaista mykologian alan väitöskirjaa sekä asiantuntijana seitsemää ulkomaista väitöskirjaa tarkastettaessa.

Jamalaisen osallistuminen kasvipatologioiden ja kasvinuojelualan tutkijoiden kansainväliseen yhteistyöhön on ollut maallemme merkittävän arvokasta. Yhteyksien solmimista ovat edistäneet suuresti hänen lukuisat matkansa ulkomaille. Kansainvälisen yhteistyön kehittämiseen kasvinuojelun alalla on Jamalaisella ollut tilaisuus osallistua oltuaan vuosina 1961—68 Suomen edustajana EPPO:n (European and Mediterranean Plant Protection Organization) vuosikokouksissa. Skandinaavisessa yhteistyössä hän on ollut mukana mm. PMY:n IV jaoston puheenjohtajana 1948—50, Suomen osaston johtokunnan jäsenenä 1961—65 sekä osallistumalla aktiivisesti yhdistyksen kokouksiin ja sen työryhmien työskentelyyn.

Jamalaisen asiantuntemusta on käytetty hyväksi lukuisissa komiteoissa, toimikunnissa ja työryhmissä, joista mainittakoon vain kasvinuojeluaineiden tarkastuksen lainsäädäntöä aikaansaamaan asetettu komitea 1948—49, koetoimintakomitea 1953—55, kokonaispalkkakomitea 1955—56, kasvinuojelutoimikunta 1945—46 ja valtion maatalous-metsätieteellinen toimikunta 1965—67. Valtion siementarkastuslaitoksen toimintaan hän on vaikuttanut merkittävästi ollessaan sen johtokunnan jäsenenä 1942—67 sekä varapuheenjohtajana 1958—61 ja puheenjohtajana 1962—67.

Varsin olennaisen puolen Jamalaisen toiminnassa on muodostanut hänen työnsä eräiden julkaisujen toimittamisessa joko toimituskunnan jäsenenä tai aktiivisena toimittajana. Erityisesti on mainittava hänen pitkäaikainen toimintansa Maataloustieteellisen Aikakauskirjan toimitussihteerinä (1948—72) ja päätoimittajana (1958—72) sekä Annales Agriculturae Fenniae -aikakauskirjan toimituskunnan jäsenenä 1962—68, josta ajasta kolme viimeistä vuotta päätoimittajana.

Jamalaisen neljäkymmentä vuotta jatkunut tutkimustyö maamme pelto- ja puutarhaviljelysten suojaamiseksi kasvitautien tuhoilta on tuonut hyviä tuloksia. Hän on ollut uranuurtaja kasvinuojelualan tarkastus- ja neuvontatyön kehittämisessä maassamme. Eläkeiän ja siten myös eroamisiän saavuttaminen ei Jamalaisen kohdalla ole suinkaan merkinnyt tutkimustyön päättymistä. Kiinnostus kasvien talvehtimisongelmaan on saanut hänet viime vuosina paneutumaan yhä syvemmälle abioottisten tekijöiden selvittelyyn.

Maatalouden tutkimuskeskus ja kasvitautien tutkimuslaitos pyytävät tämän julkaisun muodossa esittää professori Jamalaiselle sydämelliset kiitöksensä hänen suorittamastaan suuriarvoisesta työstä maatalouden ja puutarhatalouden hyväksi.

Tikkurilassa 17. kesäkuuta 1972

*Aarre Ylimäki*

The Agricultural Research Centre is dedicating this issue to Professor E. A. Jamalainen in recognition of his life-work for the advancement of plant pathology and plant protection.

Eino Armas Jamalainen was born on 17 July 1902. He took the degree of Candidate of Agriculture and Forestry in 1929 and his Licentiate in 1935, in which year he also received his Doctorate in Agriculture and Forestry. He started working at the Department of Plant Pathology of the Agricultural Research Centre while still a student and was the Director and Professor of the Department from 1944 to 1969, when he retired. From 1943 to 1971 he also occupied the post of Docent of Plant Biology and Plant Pathology at the University of Helsinki.

The scientific interest of Professor Jamalainen has been chiefly devoted to deficiency diseases of boron and other trace elements, seed treatment, the taxonomy of *Fusarium* fungi and overwintering problems of cultivated plants. In the course of this last work the emphasis in these very prolonged and extensive investigations has been on both abiotic and biotic factors as well as on their prevention. Professor Jamalainen has constantly maintained close contact with scientists within his special fields. Furthermore, his contribution in developing practical plant protection in Finland has been fundamental.

Professor Jamalainen's literary activities have been very extensive and versatile, and he has produced 367 scientific publications and articles on various subjects. The bibliography on pages 373—379 of this jubilee issue covers only the most important of his scientific and advisory papers.



# ÜBER PUCCINIA POARUM NIELS. — TELEUTOPHYSEN, LECTOTYPUS UND NIELSENS INFEKTIONSVERSUCHE

N. FABRITIUS BUCHWALD

BUCHWALD, N. F. 1972. **Über *Puccinia poarum* Niels. — Teleutophysen, Lectotypus und Nielsens Infektionsversuche.** Ann. Agric. Fenn. 11: 283—291.

Es wird vorgeschlagen, die Bezeichnung Teleutophysen, eventuell Teliophysen, einzuführen für die sterilen Hyphenelemente, die die Sporen in den von der Epidermis bedeckten Teleutosporenlagern umschliessen, und die bisher Paraphyten genannt wurden. Als Lectotypus für *Puccinia poarum* Niels. wird weiter vorgeschlagen, ein von P. Nielsen im August 1874 mit *Aecidium tussilaginis* infiziertes Exemplar von *Puccinia poarum* zu wählen, das in dem Pilzherbarium der pflanzenpathologischen Abteilung der königlichen tierärztlichen und landwirtschaftlichen Universität Kopenhagens aufbewahrt wird. Schliesslich wird es über P. Nielsens Infektionsversuche mit *Puccinia poarum* berichtet.

## Einleitung

Im Jahre 1962 ausarbeitete der gegenwärtige Verfasser zum Gebrauch beim Unterricht in der Pflanzenpathologie der kgl. tierärztlichen und landwirtschaftlichen Universität in Kopenhagen einen Bestimmungsschlüssel über die wichtigsten Rostpilze, die in Dänemark Getreide und Futtergräser angreifen. Da ich beim Abschluss des Schlüssels die drei *Puccinia*-Arten: *P. poarum*, *P. poae-nemoralis*<sup>1</sup> und *P. recondita* unterscheiden sollte, stiess ich auf Schwierigkeiten. Als Hilfsmittel bei der Ausarbeitung des Schlüssels war es natürlich, hauptsächlich GÄUMANNs modernes Handbuch »Die Rostpilze Mitteleuropas«, das kurz vorher (1959) erschienen war, zu benutzen. In diesem Handbuch wird ausdrücklich angegeben (S. 530—531), dass die Teleutosporenlager bei *Puccinia poarum* keine Paraphyten be-

sitzen, während ich dagegen bei Mikroskopierung von Material, das aus P. Nielsens Herbarium<sup>2</sup> stammte, Paraphyten fand (Fig. 1). Diese Nichtübereinstimmung weckte mein Interesse für eine nähere Untersuchung von *P. poarum*, ein Interesse, das dadurch vergrössert wurde, da es sich um eine Rostart handelt, die von meinem Landsmann, dem bekannten Botaniker, Mykologen und Versuchsleiter in Pflanzenkultur P. Nielsen (1829—97) beschrieben ist. Beim Durchgang etwas älterer Literatur über Rostpilze, z.B. KLEBAHNS ausführliche Bearbeitung der Uredineae in »Kryptogamenflora der Mark Brandenburg« (1914), fand ich zwar keine Angabe darüber, ob Paraphyten in den Teleutosporenlagern vorkommen, weshalb ich an den international bekannten norwegischen Spezialisten der Rostpilze, Dr. Ivar Jørstad schrieb (Brief

<sup>1</sup> *Puccinia poae-nemoralis* Otth (Syn. *P. poae-sudeticae* Jørst. (1932) wird jetzt als Varietät von *P. brachypodii* Otth aufgefasst (CUMMINS und GREENE 1966).

<sup>2</sup> Über Nielsens Herbarium später mehr.

vom 30. 11. 1962). Dieser antwortete, dass *P. poarum* Paraphysen in den Teleutosporenlagern besitzt, aber dagegen keine in den Uredolagern hat, und dass er nicht verstand, was der Angabe GÄUMANN'S zu Grunde lag. »Die Teleutosporenlager sind von dem gewöhnlichen deckenden Typ mit Teleutosporen in »loculi« entwickelt, abgegrenzt von Paraphysen«, schrieb er weiter. Als ich einige Jahre später die Frage zur Untersuchung wieder aufnahm, fand ich, dass die neuere Rostpilzliteratur in Übereinstimmung mit der Auffassung Jørstads war, z.B. WILSON und HENDERSON (1966, S. 274), GREENE und

CUMMINS (1967, S. 53) und CUMMINS (1971, S. 315). Im Handbuch von CUMMINS »The Rust Fungi of Cereals, Grasses and Bamboos« (1971) wird über Teleutosporenlager bei *Puccinia poarum* das folgende berichtet (S. 315):<sup>1</sup>

»Telia mostly abaxial, covered by the epidermis, with variable development of colorless or brownish paraphyses, but the sori rarely loculate«.

Und auf S. 316 wird berichtet:

»The species is difficult to distinguish from *P. recondita* but has paler uredinia and urediniospores and usually fewer telial paraphyses.«

### Teleutophysen (Teliophysen)

Das Wort Paraphysen wurde nach BOUDIER (1890) zuerst von Hedwig angewandt für den Typ von Paraphysen, der bei den Discomyceten auftritt, und dessen freie Enden häufig ein Epithezium über den Asci bilden. Später ging man dazu über, die Bezeichnung zu erweitern, dass sie auch die paraphyseähnlichen Hyphenelemente bei den *Ascoloculares* (*Loculoascomycetes*) umfasste, die doch bald danach als Pseudoparaphysen genannt wurden (PETRAK 1923), und jetzt gewöhnlich Paraphysoiden genannt werden (z.B. LUTTRELL 1951). Bei ihrer Entstehung und Bildungsweise unterscheiden die Paraphysoiden sich auf entscheidende Weise von den echten Paraphysen, indem sie entweder aus dem Gewebe über die Asci stammen und später zwischen die Asci hinunter wachsen, oder die Reste des interpseudothezialen Gewebes ausmachen. Sowohl die Paraphysen wie die Paraphysoiden (Pseudophysen) gehören zu der haploiden Fase (Monokaryofase) der Ascomyceten. Aber Paraphysen und Pseudophysen werden auch verwendet als sterile Elemente in der Dikaryofase bei den Basidiomyceten. Bei den Reihen der *Agaricales* und *Aphyllorphorales* findet man häufig, namentlich in der älteren Literatur, dass Paraphysen werden gebraucht über verschiedene akessorische hymeniale Strukturen und bei den *Uredinales* über sterile Elemente, die sowohl in den Uredo- als in den

Teleutosporenlagern auftreten können. Es ist unmittelbar einleuchtend, dass derselbe Terminus nicht benutzt werden kann über Elemente, die zu zwei verschiedenen Fasen, den Mono- und Dikaryofasen, gehören, und also nicht homologe sind. Für die hymenialen Elemente bei den *Agaricales* (z.B. Geschlechtern innerhalb der Familien *Coprinaceae* und *Bolbitiaceae*) hat man aus älterer Zeit oft die Bezeichnung Cystiden statt Paraphysen verwendet, und bei den *Aphyllorphorales* gebraucht man oft Bezeichnungen wie Acanthophysen, Dendrophysen, Pseudophysen u. dergl., die mehr oder weniger Verbreitung gefunden haben (SINGER und GÁMUNDÍ 1963, AINSWORTH et al. 1971).

<sup>1</sup> In dieser Verbindung kann erwähnt werden, dass Cummins in bedeutenden Grade die Anzahl der Synonyme und der Wirtspflanzen für *Puccinia poarum* vergrößert hat. Alle die vielen von GÄUMANN (1959) zum »Formenkreis der *P. poarum*« gehörigen, oft von Gäumann selbst aufgestellten Arten, werden so als Synonyme aufgefasst. Als Aecidienwirte werden ausser dem Typenwirt *Tussilago farfara* folgende Geschlechter der Familie der *Compositae* angeführt: *Brickelia* (Druckfehler für *Brickellia*), *Helenium*, *Liatris*, *Ophryosporus*, *Pelastites* und *Senecio*, und als Wirte für die Dikaryophase ausser dem Typengeschlecht *Poa* folgende Geschlechter genannt: *Agrostis*, *Calamagrostis*, *Festuca*, *Koeleria*, *Melica*, *Peyritschia*, *Phleum* und *Trisetum*, alle Geschlechter innerhalb der Unterfamilie *Pooideae* (Englers Syllabus der Pflanzenfamilien, 1964). Die geographische Verbreitung der Art wird so angegeben: Europa, Asien (China), Nord- und Südamerika.

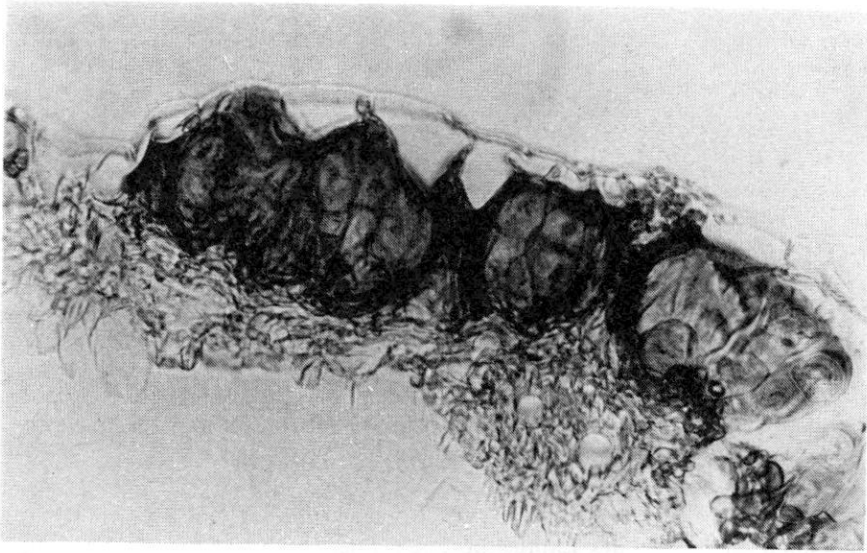


Fig. 1. *Puccinia poarum* auf *Poa trivialis*. Teleutosporenlager von braunen Teleutophyten umgeschlossen. — Die Blätter wurden von P. Nielsen mit *Aecidium tussilaginis* im Juli 1875 inokuliert.

Was dagegen die Rostpilze angeht, verwendet man immer noch die Bezeichnung Paraphysen im allgemeinen (z.B. ARTHUR 1929, GÄUMANN 1959, HASSEBRAUK 1962, WILSON und HENDERSON 1966 und CUMMINS 1971). Ein Vorschlag von Petrak (siehe HASSEBRAUK 1962, S. 9, Fussnote 2), die Paraphysen in den Uredolagern als Urophysen zu nennen, hat später keine gemeine Verbreitung gefunden, trotzdem es ein vorzüglicher Ausdruck ist, der nicht missverstanden werden kann. Es ist sprachlich korrekt, in Analogie mit Paraphyse gebildet. Man muss sich erinnern, dass das griechische Wort *physis* Natur bedeutet und in der erwähnten Verbindung mit »natürlichem Wuchs« oder »Spross« übersetzt werden kann. Es darf nicht mit einem anderen griechischen Wort *physis* verwechselt werden, da *physis* Blase bedeutet. Bevor der gegenwärtige Verfasser bemerkte, dass Petrak die Benennung

Urophyse gebildet hatte, habe ich einen Brief an I. Jørstad (30. 11. 1962) geschrieben und darin vorgeschlagen, die Paraphysen der Teleutosporenlager als Teleutophysen zu nennen, eventuell Teliophysen. In seiner Antwort (Brief 23. 12. 1962) teilte Jørstad mir mit, dass Paraphysen als Bezeichnung für die sterilen Hyphenelemente der Teleutosporenlager ihm nie gefallen hätten; er fand die Bezeichnung Teleutophysen oder Teliophysen ausgezeichnet und forderte mich auf, es zu veröffentlichen. Ich schlage also vor, die Bezeichnung Teleutophysen für die sterilen Hyphenelemente, die die Sporen in den epidermisgedeckten Teleutosporenlagern umschliessen, so wie sie z.B. bei den Gramineen vorkommen, einzuführen oder wenn man Anhänger von Arthurs Terminologie für die Sporenstadien bei den Rostpilzen sind, sie als Teliophysen zu nennen (Fig. 1).

### Lectotypus

P. Nielsen hat aus guten Gründen nicht selbst einen Typus für *Puccinia poarum* angegeben, da der Typenbegriff zu seiner Zeit noch nicht entwickelt war. In der neueren Zeit sind jedoch

zwei Vorschläge über einen Lectotypus vorgelegt worden, aber unglücklicherweise gehen die Vorschläge auf jeder eine *Poa*-Art. HYLANDER et al. (1953) haben so *Poa pratensis* als Typus

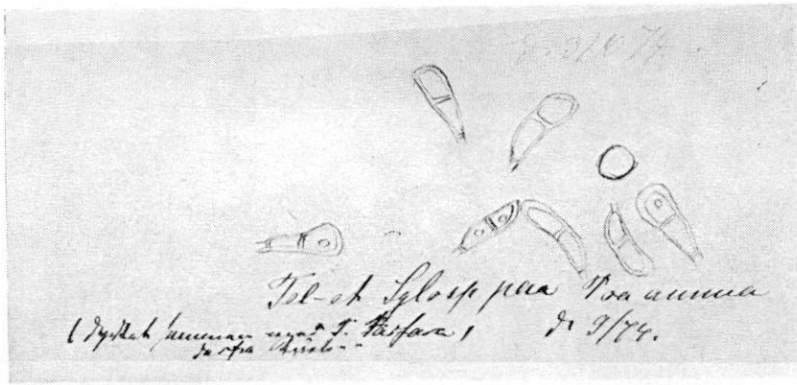


Fig. 2. *Puccinia poarum* auf *Poa annua*. Lectotypus. Teleutosporen von P. Nielsen am 3. Oktober 1874 gezeichnet. — Die Blätter wurden von Nielsen mit *Aecidium tussilaginis* im August 1874 inokuliert.

vorgeschlagen, eine Art, die in Dänemark sehr gemein ist, aus allen Gegenden des Landes bekannt, und mit der auch P. Nielsen positive Infektionsversuche angestellt hat. Die betreffenden Verfasser unterlassen doch ein bestimmtes Exemplar, noch weniger den Fundort anzugeben. GREENE und CUMMINS (1967) haben dagegen ein bestimmtes von der in Dänemark ebenfalls gemeinen *Poa trivialis* gewählt, die P. Nielsen den 10. Juli 1875 mit Aecidiosporen inokuliert hat und am 5. August 1875 gepresst hat. Das Exemplar befindet sich im Botanischen Museum der Universität Kopenhagens (C). Als Begründung für ihren Vorschlag wird folgendes angeführt:

»... because it obviously was available when the species was described and because Nielsen illustrated teliospores from *Poa trivialis*».

Der gegenwärtige Verfasser kan keine der zwei Vorschläge anerkennen, sondern schlägt dagegen vor, ein Exemplar der ebenfalls in Dänemark sehr gemeinen *Poa annua*, von P. Nielsen mit Aecidiosporen schon in August 1874 inokuliert und am 1. September 1874 gepresst, zu wählen. Das betreffende Exemplar ist von einer Bleistiftzeichnung von Teleutosporen begleitet, die P. Nielsen am 3. Oktober 1874 ausgeführt hat (Fig. 2).<sup>1</sup> Sowohl das Exemplar als die dazugehörige Zeichnung werden in dem Pilzher-

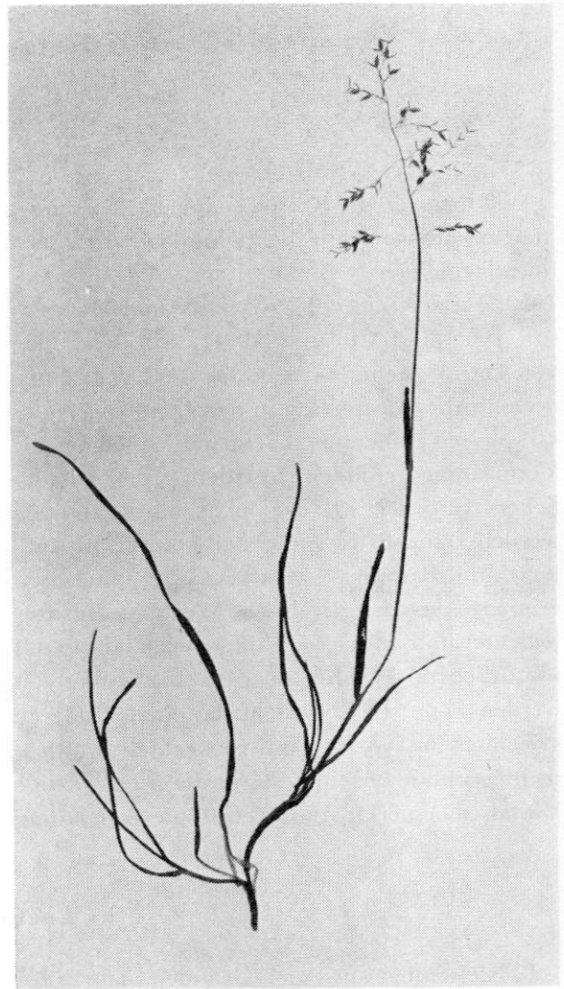


Fig. 3. *Puccinia poarum* auf *Poa annua*. Lectotypus von *Puccinia poarum*. Näheres siehe Fig. 6.

<sup>1</sup> Die Figur in Niensens Abhandlung (1877 a, Fig. 2), die Teleutosporen von *Poa trivialis* vorstellt, ähnelt sehr der Bleistiftzeichnung.

barium der pflanzenpathologischen Abteilung der königlichen tierärztlichen und landwirtschaftlichen Universität in Kopenhagen (CP) aufbewahrt. Als weitere Begründung für diese Wahl kann folgendes angeführt werden:

1. *Poa annua* ist die erste *Poa*-Art, mit der P. Nielsen Ansteckungsversuche angestellt hat, nämlich im Sommer und Herbst 1874. Über Niensens

Infektionsversuche siehe nächsten Abschnitt.

2. Das betreffende Exemplar, das als Lectotypus gewählt ist, ist das älteste künstlich infizierte Exemplar von *Poa annua*, das aufbewahrt ist (Fig. 3 und 6).<sup>2</sup>

3. Die allermeisten Infektionsversuche mit *Puccinia poarum* hat P. Nielsen mit *Poa annua* angestellt. Siehe nächsten Abschnitt.

## P. Niensens Infektionsversuche

Abgesehen von dem wenigen, was LIND über P. Nielsen in »Danish Fungi as represented in the Herbarium of E. Rostrup» (1913 b, S. 35 und 277—278) mitgeteilt hat, ist soweit mir bekannt, nichts über P. Niensens mykologische Studien in fremden Sprachen geschrieben.<sup>1</sup> In Betrachtung dessen, dass er mit Anton de Bary, A. S. Ørsted, P. Magnus, J. Schroeter und G. Winther zu den Pionieren innerhalb der Erforschung der heterözischen Rostpilze gehört, wird es beim Schluss der Erwähnung von *Puccinia poarum* natürlich sein, eine kurze Darstellung seiner Ansteckungsversuche mit dieser Rostart zu geben, zudem sie weit ausführlicher von Nielsen behandelt sind als jede der übrigen Rostpilze, mit denen er Versuche anstellte. Gleichzeitig bekommt man einen guten Einblick in seiner Arbeitsform.

P. Nielsen ist 1829 in Vonsbæk, östlich von Hadersleben, Nordschleswig, geboren, besuchte 1855—57 das Seminarium in Jellinge und war Schullehrer in Örslev bei Skelskør (Seeland) 1859—1888. In den folgenden Jahren leitete er das staatliche Versuchswesen für Pflanzenkultur in Dänemark. Es war namentlich in den Siebzigern, dass er seine botanische und mykologische Tätigkeit entfaltete. Er begann die botanischen Studien mit Characeen, woraus zu seiner Zeit ein Reichtum in dem kalkhaltigen Wasser der vielen Mergelgruben war, und sandte in 1869

ein wertvolles Exsiccata der Characeen heraus. Gleichzeitig arbeitete er eifrig mit floristischen Untersuchungen und gab 1873 eine Beschreibung der südwestseeländischen Vegetation heraus, eine Abhandlung, die von seiner Vertrautheit mit der Flora des betreffenden Gebiets zeugt. Den Schulgarten ordnete er nach und nach zu einem rein botanischen Garten, woraus er oft den botanischen Garten der Universität Kopenhagens mit Samen und Pflanzen versah. Er machte auch biologische Untersuchungen und Versuche, z.B. Bastardierungsversuche mit *Primula* u. dergl. Aber ungefähr gleichzeitig war er zu einem genauen Studium der Unkräuter gekommen, die damals die dänischen Felder in einem solchen Grad verunstalteten, wie man es heute, hundert Jahre später, kaum vorstellen kann, und er begann einen energischen Kampf gegen das Unkraut und für reine Felder in Zeitschriftartikeln und als Redner bei Versammlungen. Es war diese Arbeit mit Unkraut und Gräsern, die ihn auf die Arbeit mit Pflanzenpathologie und Mykologien führte. Da er durch Emil Rostrup, einen der führenden dänischen Botaniker und Mykologen, weiter mit Anton de

<sup>1</sup> Alle Niensens Publikationen sind ohne Ausnahme auf Dänisch geschrieben, und keine davon enthält ein Resümee in einer fremden Sprache.

<sup>2</sup> P. Niensens Pilzherbarium wurde nach seinem Tod (1897) einige Jahre in der Tystofte Versuchsstation, Seeland, aufbewahrt, aber wurde 1911 der Pilzsammlung der pflanzenpathologischen Abteilung einverleibt, wo es immer noch aufbewahrt wird (vgl. J. LIND 1913 a, S. 570—571). In E. Rostrups Pilzherbarium im Botanischen Museum Kopenhagens befinden sich einzelne *Poa*-Arten, die von Nielsen infiziert sind, und die er vermeintlich dann und wann Rostrup geschenkt hat.

Barys und A. S. Ørsted's Arbeiten mit wirtwechselnden Rostpilzen bekannt wurde, griffen sie ihn mit einer solchen Wut, dass er sich einige Jahre, namentlich 1873—1876, mit grosser Energie über das Studium der Rost- und Brandpilze warf. »In den Jahren 1873—76 ist alles Brand und Rost in der Schule von Örslev«, heisst es bei seinem dänischen Biographen (ANDRESEN 1917, in Übersetzung).

Unter den Unkrautpflanzen, deren Bekämpfung ihn im besonderen Grade interessierte, war der Huflattich (*Tussilago farfara*<sup>1</sup>), der eine grosse Verbreitung besass. Es konnte ihm nicht entgehen, dass diese Pflanze fast immer, in der Zeit Ende Mai—September, und fast überall

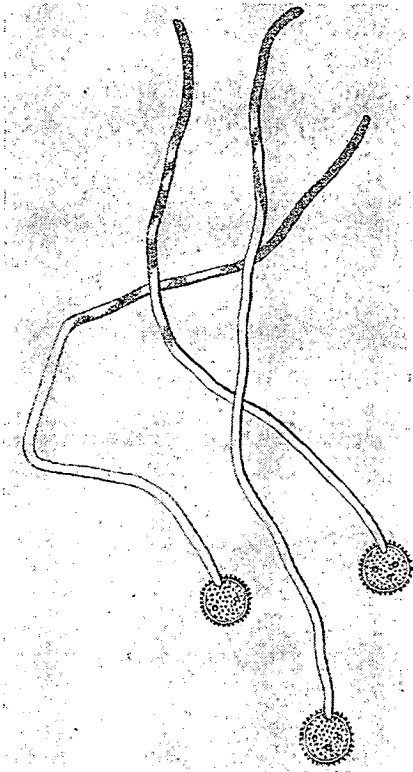


Fig. 4. *Puccinia straminis* Fuck. (*P. recondita* pro parte) auf *Triticum aestivum*. Drei Uredosporen, die mit langen, unverzweigten Hyphen keimen. — P. Nielsen del. (NIELSEN 1875, S. 516, Fig. 7).

<sup>1</sup> Im Jahre 1877 veröffentlichte er eine Reihe wertvoller morphologischen und biologischen Studien über *Tussilago farfara*.

von *Aecidium tussilaginis* Pers. angegriffen war. Er fand diesen Rostpilz nicht nur an Wegen und Gräben, sondern auch auf Huflattich, der in den Getreidefeldern wuchs. Der Gedanke schlug jetzt bei ihm ein, dass *Aecidium tussilaginis* vielleicht dem Getreide schaden könne. Es liess sich denken, dass der Pilz wirtwechselnd mit einer oder mehreren Getreidearten wäre.<sup>2</sup> Er prüfte deshalb im Laufe des Sommers 1874 (27. Mai — 10. September) auf jungen Pflanzen von Gerste, Weizen und Roggen und einzelnen Futtergräsern wie *Lolium perenne* und *Phleum pratense*, Aecidiosporen überzuführen, aber diese Ansteckungsversuche gaben immer ein negatives Resultat, obgleich er sie mehrmals wiederholte. Denselben Sommer fand er, dass Uredosporen eines Rostpilzes, der bei *Hordeum vulgare* und *H. distichon* häufig war, und den er als eine Form von *Puccinia straminis* Fuck. (*P. recondita* pro parte) ansah, bei der Keimung stark verzweigte Hyphen<sup>3</sup> bildete (vergl. Fig. 5), während die Keimhyphen bei *P. straminis* unverzweigt sind (Fig. 4). Dieser Unterschied veranlasste ihn, einen Teil keimender Uredosporen von verschiedenen Rostarten zu untersuchen, gleich-

<sup>2</sup> Über die folgenden referierten Ansteckungsversuche schreibt P. NIELSEN doch (1877 a, S. 27, in Übersetzung): »Diese Versuche wurden zwar mehr deshalb vorgenommen, um festzustellen, dass *Aecidium tussilaginis* den gewöhnlich angebauten Arten aus der Grasfamilie unschädlich war, als dass ich mir ein positives Ergebnis erwartete».

<sup>3</sup> Die betreffende Rostform beschrieb und zeichnete P. NIELSEN im folgenden Jahr (1875) unter dem Namen *Uromyces hordei*. Wenn er 1877 (S. 35) schreibt (in Übersetzung), dass »Rostrup die Güte gehabt hat, mir mitzuteilen, dass er schon mehrere Jahre früher auf dieselbe Art aufmerksam geworden wäre und sie an mykologischen Korrespondenten unter dem Namen *Puccinia anomala* Rostr. verteilt hätte«, ist dieses nicht ganz in Übereinstimmung mit den faktischen Verhältnissen. Die Sache ist die, dass *Puccinia anomala* erst 1877 als nomen nudum in Thümens Exsiccata »Herb. myc. oecon.« (no. 451), während die zugehörige Diagnose im Jahre danach publiziert wurde, nämlich im Band 61 von »Flora« (1878, S. 92). ERIKSSON und HENNING (1896, S. 238) geben irrtümlich an, dass Rostrup die Art schon 1876 in dem genannten Exsiccata von Thümen beschrieben hätte; der Irrtum wurde vielleicht dadurch verursacht, dass das herausgegebene Exsiccata material 1876 von Rostrup gesammelt wurde (BUCHWALD 1936, S. 69—70 und 1943, S. 306—308).

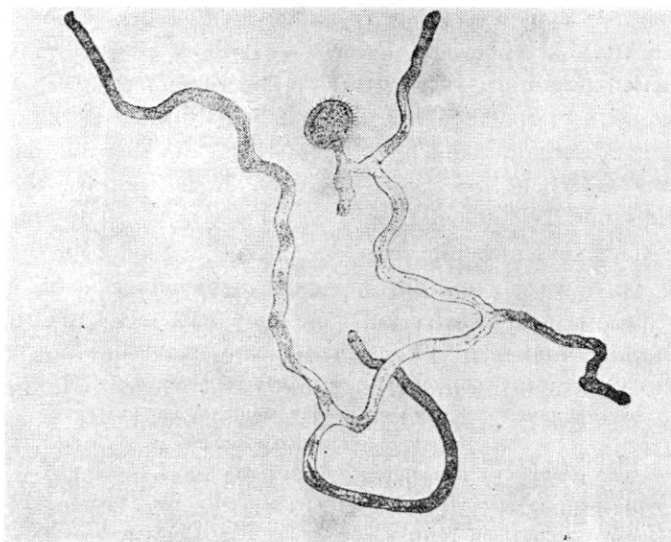


Fig. 5. *Puccinia poarum*. Uredospore, die mit verzweigten Hyphen keimt. Die Uredospore stammt aus *Poa pratensis*, dessen Blätter von Nielsen mit *Aecidium tussilaginis* inokuliert war. — P. Nielsen del. (NIELSEN 1877 a, S. 34, Fig. 1).

zeitig damit, dass er Ansteckungsversuche mit Aecidiosporen aus *Anchusa*, *Berberis*, *Frangula*, *Ranunculus* und *Rhamnus* anstellte, indem die Sporen auf verschiedene Getreide- und Grasarten überführt wurden. Durch diese Versuche wurde er darüber klar, dass die grasbewohnenden Rostarten einer erneuten, gründlichen Untersuchung brauchten. Unter anderm zeigte es sich, dass die auf mehreren *Poa*-Arten auftretende Uredoform verzweigte Keimhyphen bildet (Fig. 5), und es war eine Möglichkeit, dass *Aecidium tussilaginis* in genetischer Verbindung mit der einen von den von *Puccinia straminis* abweichenden Formen sein könne. Sporen von *Aecidium tussilaginis* wurden deshalb auf junge Pflanzen von *Hordeum distichon* und *Poa annua* samt einen Teil anderer Grasarten überführt, aber nur *Poa annua* wurde infiziert, und sogar stark; was die übrigen Pflanzen betrifft, gab der Versuch ein negatives Ergebnis. Auf den infizierten Blättern von *Poa annua* erschienen erst zahlreiche Uredolager auf der Oberseite, und etwa zehn Tage später Teleutosporenlager auf der Unterseite der Blätter (Fig. 6). Es war jetzt so herbstlich geworden, dass er seine Versuche abschliessen musste. In P. Niel-

sens Herbarium in der pflanzenpathologischen Abteilung liegen aus dem Jahre 1874 im ganzen drei Exemplare von *Poa annua* vor, die mit *Puccinia poarum* infiziert sind, nämlich ausser dem früher erwähnten als Typus gewählten Exemplar, ein Exemplar, das im September 1874, und eines, das am 2. Oktober 1874 gepresst

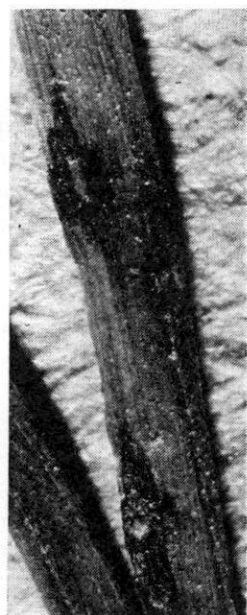


Fig. 6. *Puccinia poarum* auf *Poa annua*. Lectotypus (vergl. Fig. 3). Drei Uredosporenlager von Teleutosporenlagern umgeben. Die Blätter wurden von Nielsen mit *Aecidium tussilaginis* im August 1874 inokuliert.

wurde. Im Botanischen Museum Kopenhagens gibt es nur ein infiziertes Exemplar von *Poa annua*, das von P. Nielsen stammt.

Mit den im Herbst 1874 angestellten Infektionsversuchen hatte P. Nielsen tatsächlich die genetische Verbindung zwischen *Aecidium tussilaginis* und den Uredo- und Teleutolagern auf *Poa annua* bewiesen. Aber Nielsen meinte, dass ergänzende Versuche nötig wären, und am 3. Juni 1875 nahm er die Versuche wieder auf, diesmal in grösserem Stiel, und setzte fort bis 10. September, als die letzten Infektionsversuche vorgenommen wurden. Es wurde hierdurch bewiesen, dass *Aecidium tussilaginis* ausser *Poa annua* auch *Poa nemoralis*, *P. palustris* (Syn. *P. fertilis*), *P. pratensis* und *P. trivialis* angreifen kann, dagegen nicht *P. sudetica* (Syn. *P. chaixii*).<sup>1</sup> Es liegt kein Grund vor, für diese umfassenden Versuche zur Rede zu stehen, indem es genügend ist, auf die Tabelle in NIELSENS Abhandlung (1877, S. 29) hinzuweisen; wichtiger ist es doch zu bemerken, dass es ihm glückte, auch im 1875 mit Teleutosporen von einem verwelkten Blatt von *Poa annua* junge Pflanzen von *Tussilago farfara* zu infizieren. Die Inkulation geschah am 28. August, und schon am 10. September kamen auf der Oberseite des Blattes Spermogonien (Pyknien) vor, und am 20. September begannen die Aecidien sich auf der Unterseite des Blattes zu öffnen.

Es gibt keinen Mykologen, der Niensens Priorität bezweifelt, dass er der erste war, der den Wirtswechsel von *Puccinia poarum* zwischen *Tussilago farfara* und *Poa*-Arten experimentell nachgewiesen hat. Die Richtigkeit seiner Ansteckungsversuche ist seitdem wiederholte Male bestätigt worden, zum erstenmal 1882 von dem englischen Rostforscher Plowright und dann von Tranzschel, Klebahn u. a. (siehe GÄUMANN 1959, S. 532). Deshalb muss es als ein lapsus calami

<sup>1</sup> Im ganzen wurden 20 Ansteckungsversuche angestellt, wovon 19 positiv waren, nämlich 9 mit *Poa annua*, 1 mit *P. nemoralis*, 1 mit *P. palustris*, 1 mit *P. pratensis* und 7 mit *P. trivialis* und einer negativ, nämlich mit *P. chaixii*; die letztere Art wird dagegen von *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* (*P. sudeticae*) angegriffen.

angesehen werden, wenn WILSON und HENDERSON (1966, S. 274) schreiben:

»The relation between the spore stages was first demonstrated by Plowright (Grevillea, 11, 56, 1882) and then by many others . . .«, trotzdem Plowright ausdrücklich Nielsen, als Autor von *Puccinia poarum* angibt.

Als Versuchspflanzen benutzte Nielsen immer ganz junge Pflanzen, die er aus Samen herangezogen hatte. Die Samen waren entweder in der Natur oder im Schulgarten eingesammelt und dann wieder in Blumentöpfen ausgesät. Die Aecidiosporen wurden in der Regel mit einem feinen Pinsel auf die Oberfläche der Blätter geführt, worauf die Blumentöpfe, mit Glasglocken bedeckt, in ein Fenster gegen Süden gestellt wurden. Nur in der Mitte des Tages, wenn die Sonne zu stark brannte, wurden die Glasglocken dann und wann abgenommen, damit die Luft darin für einen Augenblick abgekühlt würde. Wenn die Pflanzen in ein Nordfenster gestellt wurden, missglückten die Versuche in der Regel. Um mögliche Fehlerquellen zu vermeiden, stellte er oft Kontrollversuche an, indem er junge Pflanzen von Roggen und Weizen inokulierte, aber diese Ansteckungsversuche mit *Aecidium tussilaginis* fielen immer negativ aus.

P. Nielsen hat in den Jahren 1870—1883 zahlreiche Infektionsversuche mit vielen Rostpilzen angestellt, sowohl mit autözischen als heterözischen Arten innerhalb der Geschlechter *Coleosporium*, *Melampsora*, *Puccinia* und *Uromyces*. Diese Versuche scheinen aber im Auslande nicht besonders bekannt zu sein, was damit zusammenhängt, dass er nur sehr wenig darüber veröffentlicht hat, und dass alle seine Publikationen, wie früher erwähnt, auf Dänisch geschrieben sind. J. LIND hat, wesentlich auf Grundlage von zahlreichen Notaten, die in den Etiketten von Niensens Herbariums vorliegen, ausführlich über die Ansteckungsversuche berichtet (1913 a, S. 566—586), und weiter auf Englisch in »Danish Fungi« (1913 b, S. 278—280) eine summarische, kronologisch geordnete Übersicht über die wichtigsten Versuche publiziert, worauf hier näher verwiesen wird.

Nach 1876 bekam P. Nielsen weniger Zeit,



sich mit Pilzen zu beschäftigen. Er wurde mehr und mehr von landökonomischen Versuchen in Anspruch genommen, und im Jahre 1883 stellte er seine letzten Ansteckungsversuche an, bei denen er als der erste die Verbindung zwischen dem Aecidienstadium auf *Orchis latifolius* (*O. majalis*) und dem Uredo- und dem Teleutosporenstadium auf *Phalaris* (*Baldingera*) *arundinacea* bewies (*Puccinia orchidearum-phalaridis* Klebahn, die jetzt gewöhnlich zu *Puccinia sessilis* Schroeter hingeführt wird). Im Jahre 1885 übernahm er einen Versuchshof bei Skelskør (Tystofte Versuchstation) und gründete damit das Versuchswesen für Pflanzenkultur des dänischen Staates, dessen Leiter er bis zu seinem Tod 1897 war.

Der gegenwärtige Verfasser kann sich ganz der Charakteristik von P. Nielsen als mykologischer Experimentator anschliessen, die CARL CHRISTENSEN in »Den danske Botaniks Historie» (1924—26, S. 716) gibt. Es lautet (in Übersetzung):

»Ich habe die Auffassung, dass Nielsen als Experimentator höher als Rostrup stand. Er legte seine Versuche mit einer Zielbestrebung an, die weit übertraf, was Rostrup prästierte. Nicht nur unternahm er Versuche mit Aussat von Sporen von einer grossen Anzahl von Rostpilzen, aber versuchte auch zahlreiche Blütenpflanzen zu infizieren mit jedem von ihnen.»

## LITERATUR

- AINSWORTH, G. C., JAMES, J. W. & HAWKSWORTH, D. L. 1971. Dictionary of the fungi. 6. ed. Kew 1971.
- ANDRESEN, P. 1917. P. Nielsen, Tystofte. København.
- ARTHUR, J. C. 1929. The plant rusts (Uredinales). New York.
- BOUDIER, J. L. E. 1890. Des paraphyses, de leur rôle et de leur rapports avec les autres éléments de l'hyménium. Bull. Soc. Myc. Fr. 6: X — XVIII.
- BUCHWALD, N. F. 1936. Undersøgelser over Bygrust (*Puccinia hordei* Otth). Nord. Jordbrugsforskeres Kongresberet. 1935: 69—77.
- 1943. Über *Puccinia hordei* Otth (Syn. *P. simplex* (Kcke.) Erikss. & Henn.) und *P. hordei-murini* n. n. (Syn. *P. hordei* Fekl.). Ann. Mycol. 41: 306—316.
- CUMMINS, G. B. 1971. The rust fungi of cereals, grasses and bamboos. New York.
- & GREENE, H. C. 1966. A review of the grass rust fungi that have uredial paraphyses and aecia on *Berberis-Mahonia*. Mycologia 58: 702—721.
- ERIKSSON, J. & HENNING, E. 1896. Die Getreideroste. Stockholm.
- GÄUMANN, E. 1959. Die Rostpilze Mitteleuropas. Bern.
- GREENE, H. C. & CUMMINS, G. B. 1967. *Puccinia holcina* and *P. poarum* redefined. Mycologia 59: 47—57.
- HASSEBRAUK, K. 1962. Uredinales (Rostpilze). In Sorauer: Handbuch der Pflanzenkrankheiten. 6. Aufl., Bd. 3. Basidiomycetes. Berlin.
- HYLANDER, N., JØRSTAD, I. & NANNFELDT, J. A. 1953. Enumeratio Uredinarum Scandinavicarum. Opera botanica 1: 1: 1—102.
- JØRSTAD, I. 1931. Notes on Uredineae. Nyt Mag. Naturvidenskab. 70: 325—408.
- KLEBAHN, H. 1914. Uredineen. In Kryptogamenfl. Mark Brandenburg. Pilze III. Leipzig.
- LIND, J. 1913 a. P. Niensens Dyrkningsforsøg med Snyltesvampe. Tidssk. Landbrug. Planteavl 20: 566—586.
- 1913 b. Danish fungi as represented in the herbarium of E. Rostrup. Copenhagen.
- LUTTRELL, E. S. 1951. Taxonomy of the Pyrenomycetes. Univ. Missouri Stud. 24, 3: 1—20.
- NIELSEN, P. 1875. De for Landbruget farligste Rustarter og Midlerne mod dem. Ugeskr. Landmænd 1875, I: 487, 515, 549, 567.
- 1877 a. Bemærkninger om nogle Rustarter, navnlig om en genetisk Forbindelse mellem *Æcidium tussilaginis* Pers. og *Puccinia hordei* n. sp. Bot. Tidsskr. 3. Rk., 2. Bd.: 26—42.
- 1877 b. Om Ukrudtsplanten Følfod. Ugeskr. Landmænd 1877, I: 411—419, 441—453, 467—477.
- PETRAK, F. 1923. Mykologische Notizen. V—VI. Ann. Myc. 21: 1—69, 182—183.
- PLOWRIGHT, C. B. 1882. Experiments upon the heteroecism of the Uredines. — Grevillea 11: 52—57.
- SINGER, R. & GAMUNDI, I. J. 1963. Paraphyses. Taxon 12: 147—150.
- WILSON, M. & HENDERSON, D. M. 1966. British rust fungi. Cambridge.

Ms. eingegangen 20. 4. 1972

N. Fabritius Buchwald, Prof. Dr.  
Dalgas Boulevard 68  
DK-2000 KOPENHAGEN F  
Dänemark

## CONTROL OF FUSARIUM DISEASES OF CEREALS

J. COLHOUN

COLHOUN, J. 1972. **Control of Fusarium diseases of cereals.** Ann. Agric. Fenn. 11: 292—297.

Measures which may be adopted to secure the control of *Fusarium* diseases of cereals are discussed. Emphasis is placed on the control of seed-borne inoculum by seed disinfection, on the role of soil-borne inoculum in disease incidence and its influence on survival of the fungi in soil, on biological control and breeding for resistance.

The incidence of *Fusarium* spp. on cereal seeds has been studied by GORDON (1956) in Canada, NOBLE and MONTGOMERIE (1956) in Scotland, MALONE and MUSKETT (1964) in Northern Ireland, HEWETT (1965) in England, and YLIMÄKI (1970) in Finland. Since it is clear that various pathogenic species of the genus are abundant on seeds it is not surprising that the diseases caused by them are common in crops. The epidemiology of the diseases caused by *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. graminearum* and *F. nivale* has been studied at Manchester (COLHOUN and PARK, 1964, COLHOUN, TAYLOR and TOMLINSON, 1968, MILLAR and COLHOUN, 1969 a). In spite of this the need to control these diseases is imperfectly understood at least in some countries including Britain. In addition, there is a lack of appreciation of the efficacy of measures recommended for securing control.

In considering the need for control of *Fusarium* diseases it is desirable at the outset to understand what damage *Fusarium* spp. may cause in cereal crops. COLHOUN (1970) has pointed out that under British climatic conditions if a sufficient number of seedlings are killed by *Fusarium*

spp. then yield reductions can occur. If only small numbers of seedlings are killed the surviving plants may compensate for those which have been killed by producing more tillers and more ears per plant. This type of compensation is inadequate to prevent yield losses when severe attacks occur, for losses in yield of up to 18 % due to *F. nivale* and up to 20 % due to *F. culmorum* have been recorded in England. These yield losses may to some extent be attributed to ear infection for workers at Manchester have clearly shown, as a result of inoculation experiments, that both *F. culmorum* and *F. nivale* can reduce the average weight of seeds in infected ears. The earlier the infection of ears occurs the greater is the reduction of the seed yield.

In Finland and the Pacific North-West of the United States of America, *F. nivale* is capable of developing rapidly while the crop is under snow and under these conditions can kill foliage or entire plants. This obviously introduces, in respect of this species, an additional means of bringing about yield reductions as compared with those normally operating in Britain.

### 1. Control of Fusarium diseases by seed disinfection

Chemical treatment of seed for the control of *Fusarium* spp. has received considerable atten-

tion but the results obtained are somewhat inconclusive.

The use of an organo-mercurial seed dressing, Agrosan, at the recommended rate has been studied by Millar (unpublished, Ph.D. thesis, Manchester Univ., 1966). Using a sample of wheat, cv. Viking, in which 30 % of the seeds were infected with *F. nivale* when plated out on potato-dextrose-agar (PDA) he found that seed disinfection eliminated this pathogen when treated seeds were plated out on PDA. However, when treated and untreated seeds were sown in soil of different moisture contents complete control was not achieved at any soil moisture level. When coleoptiles of seedlings from untreated seed, which were classed as healthy or diseased by visual inspection, were plated out on PDA the highest number yielding *F. nivale* was from diseased seedlings grown in the driest soil. At the different soil moistures *F. nivale* was isolated from a considerable number of seedlings (up to 14 %) classed as healthy. About as many coleoptiles from seedlings resulting from Agrosan treated seed yielded *F. nivale* as did the so-called healthy seedlings grown from untreated seed. These results show that although seed treatment with an organo-mercurial greatly reduces the incidence of infection with *F. nivale* it cannot be expected that the disease will be eliminated from crops. We therefore require chemicals which provide more efficient control than Agrosan applied as a dust.

## 2. *Fusarium* spp. as soil-borne fungi

It is now known that *F. culmorum*, *F. graminearum* and *F. nivale* are not only seed-borne but may also be soil-borne. Our knowledge of the significance of this soil-borne inoculum in relation to crop disease is very deficient indeed. Although it has been inferred that seed-borne infection of cereals by *F. nivale* does not occur in North America nevertheless it is the cause of serious disease there. In spite of the absence of direct evidence regarding the significance of soil-borne inoculum in bringing about disease in crops, it must be concluded that it is of considerable importance at least in some areas.

In experiments with *F. culmorum*, Malalasekera (unpublished data; Ph.D. thesis, Manchester Univ., 1967) obtained rather similar results to those reported for *F. nivale*. The data collected indicated that seed treatment with the organo-mercurial dust Ceresan did not entirely prevent infection of the resulting seedlings although the incidence of disease was substantially reduced.

Because of the difficulty of eliminating *Fusarium* spp. by seed disinfection it is of interest to consider the site of the infection in seeds. In relation to *F. culmorum* this has been studied in infected wheat seeds, cv. Atle, using a sample in which 80 % of the seeds were infected (Malalasekera & Colhoun, unpublished data). It was concluded from the observations made that *F. culmorum* rarely if ever penetrates as far as the embryo but hyphae were present on the outer and inner surfaces of the seed coat and also formed a prosenchymatous mat beneath the seed coat. Spores may also occur on the seed surface. When a disinfectant is applied in dust form to the surface of the seed it is presumably difficult to eliminate the pathogen when it is located some distance below the seed surface. It must therefore be assumed that after the seed has been sown the pathogen can grow out from the seed and infect the young seedling.

The studies of *F. nivale* as a soil-borne organism carried out at Manchester lead to the conclusion that although it is widely distributed in cultivated soils in Britain it usually occurs only at low concentrations. It would therefore appear that under British conditions soil-borne inoculum of *F. nivale* is often not directly responsible for serious attacks in crops. Following the harvesting of a cereal crop which has been infected with *F. nivale* much of the stubble left in the soil may be infected with the pathogen and, as TAYLOR (1970) has pointed out, a considerable amount of other infected host debris is

added to soil following an infected cereal crop. In investigations of the survival of *F. nivale* on stubble left standing in the field after harvest, Sanderson (unpublished date; Ph.D. thesis, Manchester Univ., 1967) found that *F. nivale* can survive in both below ground and aerial parts of plants for at least twelve months. Infection of seedlings readily results when seed from which *F. nivale* is absent is sown in land in which *F. nivale* is present in stubble or other debris. In further studies, R. H. Booth (unpublished data; Ph.D. thesis, Manchester Univ., 1968) showed that the survival of *F. nivale* in wheat straw in soil is longer in dry as compared with wet soil conditions. He also demonstrated that the fungus can survive in straw in soil for up to fifteen months. Booth found pathogenic isolates of *F. nivale* in partially decayed straw in farmyard manure and drew attention to the possibility not only of increasing the soil population of this fungus but also of securing its dissemination through the addition of farmyard manure to soils.

According to Cook (1968), both *F. culmorum* and *F. graminearum* may occur in humus in soil. A number of workers have reported that chlamydospores of *F. culmorum* are often present in soil (ULLAH, 1965, COOK 1968, SNYDER and NASH, 1968, Booth, unpublished data). NYVALL (1970) first reported the ability of *F. graminearum* to form chlamydospores in non-autoclaved soil stored at 21–30 °C but chlamydospores did not develop at 5–11 °C. In Booth's experiments, *F. nivale* did not form chlamydospores in soil. The ability of *F. culmorum* to form chlamydospores in soil enables it to survive there after the decay of the infected host material and this should also be true of *F. graminearum* if temperatures are high enough. Both *F. culmorum* and *F. graminearum* may therefore be expected to survive longer in soil than *F. nivale*. It must, however, be remembered that both *F. culmorum* and *F. nivale* can infect hosts other than cereals and this may contribute to prolonged survival in soil (JAMALAINEN 1969, Booth, unpublished data). It may therefore be difficult by crop rotation

to secure complete control of the diseases caused by these species. Survival on hosts other than cereals and the application of farmyard manure containing viable *F. nivale* may explain the observations made by RAWLINSON and COLHOUN (1969), who isolated *F. nivale* from roots and mesophylls of oat seedlings grown in soil which had not carried a cereal crop for at least fifteen years.

The results obtained by JAMALAINEN (1962) in Finland showed that chemical treatment of cereal seed which was not infected by *F. nivale* usually resulted in yield increases. Such seed treatment with organo-mercury compounds should provide a considerable amount of protection against infection of young seedlings from soil-borne inoculum. If, however, later infection of plants occurs then these are likely to have perithecia produced on them near the base. The resulting ascospores can be dispersed through the atmosphere and bring about infection of ears and seeds (MILLAR and COLHOUN 1969 a). From the results obtained in his extensive experimental programme, JAMALAINEN (1962) concluded that the small amount of organo-mercury introduced into the soil with the treated seed effectively controlled the snow mould stage of the disease which can develop rapidly when the crop is covered with snow. Because of the importance of snow mould in Finland a comprehensive series of experiments on its control by fungicidal treatment of stands before they are covered by snow has been undertaken (JAMALAINEN 1956, 1964, JAMALAINEN and YLIMÄKI 1956). This work has led to the important conclusion that effective control of snow mould is provided by treating the stands with pentachloronitrobenzene or organo-mercury compounds. JAMALAINEN and YLIMÄKI (1956) expressed the view that such treatment of seedling stands does not eliminate the necessity of seed treatment and that seed treatment and treatment of seedling stands together provide almost complete prevention of damage caused by snow mould.

### 3. Biological control

Although it is often possible to obtain organisms antagonistic to pathogens in pure culture it is not frequent that this antagonism can be demonstrated under natural conditions. In relation to *Fusarium* spp. there are two sets of observations which deserve mention.

TVEIT and WOOD (1955) using oat seed naturally infected with *Fusarium* spp., chiefly *F. nivale*, showed that some isolates of *Chaetomium cochliodes* Pall. and *C. globosum* Kunze controlled the *Fusarium* blight of seedlings when added to seed or to the soil in which the seed was sown. Relatively few of a large number of isolates from 27 species of *Chaetomium* were effective and, rather surprisingly, even those which were effective in soil showed little antagonism on a synthetic medium in Petri-dish tests. Effective isolates gave as good control as seed treatment with a mercurial dust when tests were made in unsterilized soil in the glasshouse, but the degree of control provided by *Chaetomium* spp. was not so high in field experiments.

Biological control of *F. nivale* on wheat by the soil microflora was demonstrated by MILLAR

and COLHOUN (1969 b) when inoculated seed was used. This inhibition of disease development occurred in a fairly high proportion of the cereal growing soils examined. Control was not, however, achieved when seed naturally contaminated with *F. nivale* was employed, and so it must be concluded that only infections resulting from surface inoculum on seeds was controlled by the soil microflora. Of a number of organisms isolated from soils showing the inhibitory effects to disease development isolates referred to *Gliocladium roseum* group caused most effective control.

It is clear that although there is no evidence that *Fusarium* diseases of cereals can at present be prevented by biological control, nevertheless it is important in planning research programmes to appreciate the effects which the soil microflora may have upon disease incidence. There may also be hope that knowledge of the inhibitory substances produced by some members of the soil microflora may perhaps lead to the introduction of more effective control measures.

### 4. Breeding of resistant varieties of cereals

Because of the difficulties or expense involved in controlling *Fusarium* diseases of cereals by other means it is not surprising that attention has been directed to the possibility of obtaining resistant varieties. Following upon his studies in Europe and North America, ATANASOFF (1923) concluded that some varieties of wheat and rye show more resistance to head blight caused by *Fusarium* spp. but that the possibility of breeding varieties resistant to seedling blight or foot rot is much less promising. Resistance to snow mould caused by *F. nivale* has been shown by BRUEHL, SPRAGUE, FISCHER, NAGAMITSU, NELSON and VOGEL (1966) to be inherited. These workers demonstrated that a snow mould chamber technique permitted breeding material to be tested at any time of the year as well as

being tested under normal field conditions. About the same time, PURSS (1966) reported that some varieties of wheat in Australia showed tolerance to *F. graminearum* in so far as crown rot was concerned. BRUEHL (1967 a) reported encouraging results from his breeding programme designed to control *F. nivale* and other organisms causing snow mould. He also stated (BRUEHL 1967 b) that resistance to these diseases in winter wheat appears to be influenced by three mechanisms — inherent physiological resistance, size of plant prior to infection and the ability of the plant to conserve food reserves during long periods in the dark while covered by snow. In Finland, JAMALAINEN (1964) also found that some varieties of winter rye are more resistant to *F. nivale* than others.

The resistance of 1 277 wheat varieties and species was tested by Sanderson (unpublished data; Ph.D. thesis, Manchester Univ., 1967). In this work seed inoculated with *F. nivale* was sown in the field and observations were made on (a) the development of lesions on seedlings, (b) the occurrence of foot rot on more mature plants, and (c) the presence of perithecia on leaf sheaths. The varieties tested were obtained from most countries in Europe, New Zealand and the Middle East. No resistance was found in the British commercial varieties although six varieties originating in the United Kingdom showed some resistance. Fifteen other varieties, mainly of European origin, were considered to

show some field resistance. However, all the varieties which showed any measure of resistance in field tests proved to be very susceptible when exposed to more rigorous glasshouse tests involving fairly high inoculum levels and low temperatures which are very favourable for the occurrence of severe infection. In this work no attempt was made to test for resistance to the snow mould phase of the disease, and so no estimates are available of the ability of plants to recover after being attacked under snow. It may therefore be concluded that none of the varieties tested showed any high measure of inherent physiological resistance.

## REFERENCES

- ATANASOFF, D. 1923. *Fusarium* blight of the cereal crops. Meded. LandbHoogeschool Wageningen 27: 1—132.
- BRUEHL, G. W. 1967 a. Correlation of resistance to *Typhula idahoensis*, *T. incarnata* and *Fusarium nivale* in certain varieties of winter wheat. Phytopathology 57: 308—310.
- 1967 b. Effect of plant size on resistance to snow mould of winter wheat. Pl. Dis. Repr. 51: 815—819.
- SPRAGUE, R., FISCHER, W. R., NAGAMITSU, M., NELSON, W. L. & VOGEL, O. A. 1966. Snow moulds of winter wheat in Washington. Bull. Wash. Agric. Exp. Sta. 677: 1—21.
- COLHOUN, J. 1970. Epidemiology of seed-borne *Fusarium* diseases of cereals. Ann. Acad. Sci. Fenn. A IV Biol. 168: 31—36.
- & PARK, D. 1964. *Fusarium* diseases of cereals. I. Infection of wheat plants, with particular reference to the effects of soil moisture and temperature on seedling infection. Trans. Brit. Mycol. Soc. 47: 559—572.
- TAYLOR, G. S. & TOMLINSON, R. 1968. *Fusarium* diseases of cereals. II. Infection of seedlings by *F. culmorum* and *F. avenaceum* in relation to environmental factors. Trans. Brit. Mycol. Soc. 51: 397—404.
- COOK, R. J. 1968. *Fusarium* root and foot rot of cereals in the Pacific Northwest. Phytopathology, 58: 127—131.
- GORDON, W. L. 1952. The occurrence of *Fusarium* species in Canada. II. Taxonomy and prevalence of *Fusarium* species in cereal seed. Can. J. Bot. 30: 209—251.
- HEWETT, P. D. 1965. A survey of seed-borne fungi of wheat. I. The incidence of *Leptosphaeria nodorum* and *Griphosphaeria nivalis*. Trans. Brit. Mycol. Soc. 48: 59—72.
- JAMALAINEN, E. A. 1956. Overwintering of plants in Finland with respect to damage caused by low-temperature pathogens. Valt. Maatal.koetöim. Julk. 148: 5—30.
- 1959. Overwintering of Gramineae plants and parasitic fungi. III. Isolations of *Fusarium nivale* from gramineous plants in Finland. Maatal.tiet. Aikak. 31: 282—284.
- 1962. Syysviljojen peittauskokeet Suomessa. Summary: 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.
- & YLIMÄKI, A. 1956. The control of snow mould in winter rye by treatment of stands with chemicals. Valt. Maatal.koetöim. Julk. 148: 50—61.
- MALONE, J. P. & MUSKETT, A. E. 1964. Seed-borne fungi. Proc. Intern. Seed Test. Assoc. 29: 179—384.
- MILLAR, C. S. & COLHOUN, J. 1969 a. *Fusarium* diseases of cereals. IV. Observations on *Fusarium nivale* on wheat. Trans. Brit. Mycol. Soc. 52: 57—66.
- MILLAR, C. S. & COLHOUN, J. 1969 b. *Fusarium* diseases of cereals. VI. Epidemiology of *Fusarium nivale* on wheat. Trans. Brit. Mycol. Soc. 52: 195—204.
- NOBLE, M. & MONTGOMERIE, I. G. 1956. *Griphosphaeria nivalis* (Schaffnit) Müller & von Arx and *Leptosphaeria avenaria* Weber on oats. Trans. Brit. Mycol. Soc. 39: 449—459.
- NYVALL, R. F. 1970. Chlamydospores of *Fusarium roseum* 'Graminearum' as survival structures. Phytopathology 60: 1175—1177.
- PURSS, G. S. 1966. Studies of varietal resistance to crown

- rot of wheat caused by *Fusarium graminearum* Schw. Qd J. Agric. Anim. Sci. 23: 475—498.
- RAWLINSON, C. J. & COLHOUN, J. 1969. The occurrence of *Fusarium nivale* in soil. Pl. Path. 18: 41—45.
- SNYDER, W. C. & NASH, S. M. 1968. Relative incidence of *Fusarium* pathogens of cereals in rotation plots at Rothamsted. Trans. Brit. Mycol. Soc. 51: 417—425.
- TAYLOR, G. S. 1970. The survival of *Fusarium nivale* in soil. Ann. Acad. Sci. Fenn. A IV Biol. 168: 66—70.
- TVEIT, M. & WOOD, R. K. S. 1955. The control of *Fusarium* blight in oat seedlings with antagonistic species of *Chaetomium*. Ann. Appl. Biol. 43: 538—552.
- ULLAH, A. K. M. O. 1965. Factors influencing spore germination and host penetration in pathogenic fungi. Ph.D. Thesis, Univ. of Leeds.
- YLIMÄKI, A. 1970. The microflora of Finnish cereal seeds. Ann. Acad. Sci. Fenn. A IV Biol. 168: 71—72.

*MS received 26 April 1972*

J. Colhoun, Prof. Dr.  
Dept. of Cryptogamic Botany University of Manchester  
England

FUSARIEN AUS TRINKWASSERLEITUNGEN<sup>1</sup>

WOLFGANG GERLACH

GERLACH, W. 1972. **Fusarien aus Trinkwasserleitungen.** Ann. Agric. Fenn. 11: 298—302.

In the Biologische Bundesanstalt in Berlin-Dahlem, drops of slime were found to constantly appear from infrequently used drinking water taps which were allowed to slowly drip. The slime consisted predominantly of fungal hyphae which were isolated and identified as two distinct *Fusaria* of the section *Martiella* and *F. merismoides* var. *crassum* which has consequently been rediscovered after a period of over 40 years in practically the same location.

The isolated *Fusaria* are described and illustrated and their systematic position is discussed. As *F. merismoides* Cda. var. *crassum* Wr. is clearly morphologically different from the basic form *F. merismoides*, it should, like *F. merismoides* Cda. var. *chlamydosporale* Wr., be retained as a separate variety contrary to the opinion of BOOTH (1971).

Das Vorkommen von Fusarien in natürlichen — stehenden oder fließenden — Gewässern sowie in künstlich angelegten Wassersystemen ist seit langem bekannt. WOLLENWEBER und REINKING führten 1935 folgende in Wasser nachgewiesene *Fusarium*-Arten an: *F. aquaeductuum* Lagh., *F. aquaeductuum* Lagh. var. *medium* Wollenw., *F. avenaceum* (Corda ex Fr.) Sacc., *F. merismoides* Corda, *F. merismoides* Corda var. *crassum* Wollenw. und *F. solani* (Mart.) Sacc. COOKE (1962) fand bei Untersuchungen über die Pilzflora in Wassersammelbecken — durch Ausheben von Erdreich angelegte Teiche — der Staatsfarm Lebanon, Warren County, Ohio neben *F. aquaeductuum* und *F. solani* auch *F. poae* (Peck) Wollenw., *F. acuminatum* Ell. et Ev., *F. equiseti* (Corda) Sacc., *F. graminearum* Schwabe, *F. sambucinum* Fuck., *F. moniliforme* Sheld. und *F. oxysporum* Schl. Insgesamt gesehen ist unter

den genannten Fusarien zweifellos *F. aquaeductuum* der häufigste »Abwasserpilz« und unter Umständen von Bedeutung (vgl. u.a. BUTCHER 1932, HÖHNK 1958, SCHEURING et al. 1960, SCHEURING und ZEHENDER 1962, ZEHENDER und BÖCK 1964).

Auch in Leitungen aus Metall, die zur Wasserversorgung in Gebäuden installiert sind, können Fusarien vorkommen. Nach den hier vorliegenden Unterlagen sind 3 derartige Fälle von WOLLENWEBER festgestellt worden, und zwar *F. aquaeductuum* 1914 im Botanischen Museum in Uppsala sowie 1925 in der jetzigen Biologischen Bundesanstalt in Berlin-Dahlem und im gleichen Institut im Jahre 1928 *F. merismoides* var. *crassum* (WOLLENWEBER 1926—1935, Tafeln 78, 843 und 857). Der seinerzeit als neue, vom Grundtyp *F. merismoides* einwandfrei abweichende Varietät beschriebene Pilz (WOLLENWEBER 1931) war meines Wissens seitdem nicht wieder gefunden worden.

<sup>1</sup> Herrn Prof. Dr. E. A. JAMALAINEN zum 70. Geburtstag gewidmet.



Auf der Suche nach seltenen, wenig bekannten sowie hinsichtlich ihrer Morphologie und systematischen Stellung unklaren Pilzen der Gattung *Fusarium* wurden im Laufe der letzten beiden Jahrzehnte wiederholt auch Wasserhähne an nur selten genutzten Entnahmestellen des hiesigen Instituts überprüft. Es handelt sich um dasselbe Wasserleitungssystem, in dem vor über 40 Jahren WOLLENWEBER die beiden obengenannten Fusarien nachgewiesen hatte. Dabei wurde im März 1960 an einem ständig schwach tropfenden Hahn Schleim festgestellt, der sich innerhalb von 4 Wochen zu einem gallertigen, schmutzig beigefarbenen, mit zottigen Auswüchsen versehenen Pfropfen von etwa 3 cm Länge und gut 1 cm Durchmesser entwickelte (Abb. 1); im Innern wies dieser einen kanalartigen Hohlraum auf. Nach dem Entfernen begann sich der Pfropfen von neuem zu bilden. Am Ausfluß des unter dem Hahn angebrachten Beckens zeigten sich ebenfalls schleimige Ablagerungen. Bei näherer Untersuchung erwies sich dieser Schleim als dichtes Geflecht von Pilzhyphen; auch einige Sporen waren zu finden. In wiederholten Isolierungsversuchen wuchs regelmäßig und fast rein ein *Fusarium* der *Martiella*-Gruppe (Abb. 2) heraus. Da dieses Isolat (Nr. 9194) gegenüber allen, hier bisher näher untersuchten und aus der Literatur bekannten *Martiella*-Fusarien gewisse morphologische Eigenarten aufweist, soll es näher beschrieben werden:

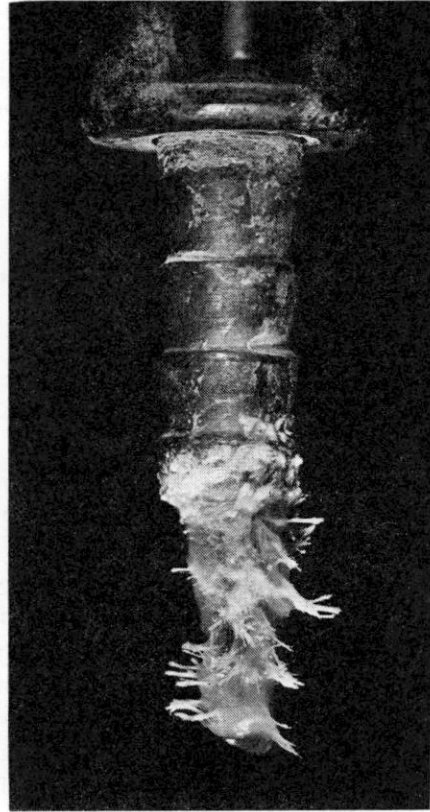


Abb. 1. Schleimpfropfen im Hahn einer Wasserleitung (natürliche Grösse).

Kolonien ziemlich rasch wachsend; Durchmesser auf PD-Agar nach 10 Tagen bei 25 °C und Wechsel von Tageslicht/Dunkelheit etwa

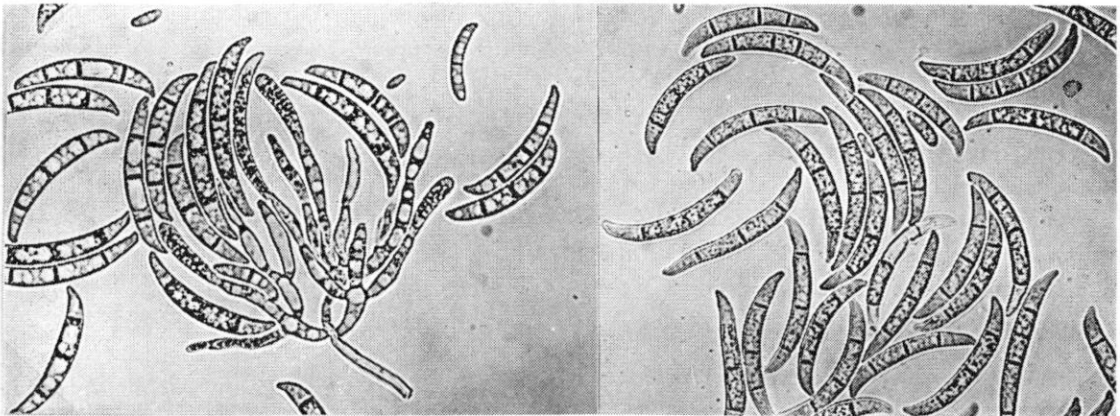


Abb. 2. *Martiella* — *Fusarium* (Stamm 9194), aus Schleimpfropfen isoliert; Sporenträger und Sporen aus einer 4 Wochen alten Reinkultur auf Luzernestengel (500 : 1).

8 cm. Farbtöne anfangs blaß, grau-beige, später ockerfarben, bräunlich, am intensivsten auf Bierwürze- und Hafermehlagar; auf diesen Substraten auch stellenweise braune, knorpelige Plektenchyme. Luftmyzel locker, kurz, anfangs die Oberfläche der Kolonie ganz bedeckend; bereits nach wenigen Tagen durchsetzt mit sahnefarbigem Tröpfchen von Sporenmassen und dann zunehmend durch ausgedehnte cremefarbene oder auch spangrüne pionnotale Konidienlager verdrängt.

**Sporulation** auf allen 7 hier verwendeten Substraten, außer auf Reisbrei, reichlich; bereits nach 2 Tagen beginnend.

**Konidienträger** anfangs unverzweigt, im Luftmyzel seitlich von Hyphen abgehend, unseptiert oder mit 1–2 Septen, gerade, fast zylindrisch, schlank, bis 80  $\mu$  lang; apikale sporogene Zellen (Phialiden) 10–40  $\mu$  lang, mit  $\pm$  deutlich ausgeprägtem »Kragen«; später, in typischen Lagern, Träger  $\pm$  stark verzweigt, meist wirtelig, die einzelnen Glieder gedrungener, sporogene Zellen 8–30  $\mu$  lang, oft bauchig angeschwollen, 3–6  $\mu$  dick, mit in der Regel gut sichtbarem »Kragen« (Abb. 2 links); Polyphialiden fehlen anscheinend.

**Konidien** (Abb. 2 rechts) als Mikro- und Makrokonidien gebildet. Mikrokonidien in den ersten Tagen vorherrschend, an langen, unverzweigten Seitenästen abgeschnürt, zu falschen Köpfchen verklebt, annähernd zylindrisch oder länglich eiförmig, in der Größe sehr variabel. Makrokonidien schon nach 4–5 Tagen zahlreich, später in pionnotalen Lagern bei weitem überwiegend, fast nur 3-, vereinzelt 2-, selten 4- oder 5-septiert, Septen meist früh deutlich erkennbar, in der Mehrzahl sichelförmig gekrümmt, mit hakig gebogener, ziemlich spitz auslaufender Scheitel- und in der Regel deutlich ausgeprägter Fußzelle; insgesamt für ein *Martiella-Fusarium* von recht eleganter Form; bei über 1000 gemessenen Sporen ermittelte Größen:

0-sept.	8.7 × 3.1	( 4—16 × 2.0—4.9)	$\pm$ zahlreich
3-sept.	39.7 × 4.4	(23—52 × 3.7—5.2)	meist über-
4-und			wiegend
5-sept.	46.2 × 4.8	(39—54 × 4.2—5.2)	selten.

**Chlamydosporen** in Hyphen und Konidien gebildet, vor allem in alten Lagern, interkalar oder auch terminal, kugelig oder oval, glattwandig, einzeln — 9.0 (6–12)  $\mu$  — paarweise — im Schnitt 13 × 8  $\mu$  groß —, gelegentlich auch in kurzen Ketten oder zu kleinen Ballen zusammengelagert.

Auf Grund der geschilderten Merkmale handelt es sich einwandfrei um ein *Fusarium* der Sektion *Martiella*. Vor allem wegen der mehr oder weniger stark gekrümmten, verhältnismäßig schlanken und eleganten, mit ziemlich spitz auslaufenden Scheitel- und recht deutlich ausgeprägten Fußzellen versehenen Makrokonidien entspricht Stamm 9194 nicht *F. solani* s. str., um das es sich zweifellos bei dem 1910 von KOLKWITZ aus einem Wasserlauf am Tegeler See/Berlin isolierten Pilz handelte (vgl. WOLLENWEBER 1926–1935, Tafel 421). Besser paßt er dem Sporentyp nach in den Formenkreis von *F. javanicum* Koord., das entgegen der Auffassung von SNYDER und HANSEN (1941), die u.a. auch BOOTH (1971) teilt, neuerdings von JOFFE und PALTI (1970) — wohl zu Recht — wieder als selbständige Art neben *F. solani* anerkannt wird. Aber auch für *F. javanicum* stellt das oben beschriebene Isolat einen eigenartigen, abweichenden Typ dar. Vergleichende Untersuchungen auf breiter Grundlage könnten vielleicht rechtefertigen, diesen Pilz als besondere Varietät von *F. javanicum* aufzufassen.

Im Januar 1971 wurde in einem anderen Raum des hiesigen Instituts an einem ebenfalls wenig benutzten Wasserhahn wiederum ein Schleimpfropfen festgestellt, der allerdings viel kleiner als der 1960 aufgetretene war. Neben einem *Martiella-Fusarium* (Stamm 11 498), das sich von dem oben beschriebenen klar unterscheidet und dem Grundtyp von *F. solani* s. str. entspricht (Abb. 3), konnte daraus mehrfach ein *Fusarium* der Sektion *Eupionnotes* (Stamm 11 501) isoliert werden. Es läßt sich wie folgt charakterisieren:

**Kolonien** sehr langsam wachsend; Durchmesser auf PD-Agar nach 10 Tagen bei 25 °C und Wechsel von Tageslicht/Dunkelheit etwa

2 cm; Farbtöne (je nach Licht, Substrat und Alter der Kultur) blaß, rosig oder  $\pm$  intensiv lachsorgane; Oberfläche glatt oder leicht faltig, schleimig oder gallertig-lederartig; sklerotiale Plektenchyme fehlen; Luftmyzel — wenn überhaupt sichtbar — spärlich, flach, spinnwebartig oder strahlig, nur im Zentrum der Kolonie sich gelegentlich faserig-zottig, fast koremiumartig verbunden stärker vom Substrat abhebbend.

Sporulation nach 3–4 Tagen beginnend; Mikrokonidien fehlen, nur Makrokonidien gebildet; bereits nach 7 Tagen können zahlreiche, in der Größe schon voll entwickelte, oft aber noch undeutlich septierte Sporen vorhanden sein.

Konidienträger (Abb. 4 links) anfangs verstreut, später in pionnotalen Lagern gehäuft; sehr locker gebaut, unregelmäßig — nicht wirtelig — und wenig verzweigt; sporogene Zellen (Phialiden) fast zylindrisch oder nur schwach, bauchig, ziemlich lang ( $15-32 \mu$ ) und schlank ( $2.5-4 \mu$ ), gelegentlich mit wenig ausgeprägtem apikalem »Kragen«; Polyphialiden fehlen anscheinend.

Konidien (Abb. 4 rechts) nur leicht gekrümmt oder fast gerade, ziemlich derbwandig und von insgesamt plumper Gestalt; im Mittelteil annähernd zylindrisch, am Scheitel abgerundet, nach unten meist leicht verjüngt, ohne

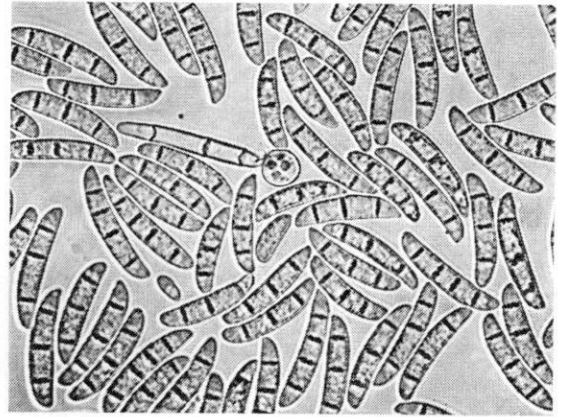


Abb. 3. *Fusarium solani* (Stamm 11498), aus Wasserleitung isoliert; Sporen aus einer 12 Wochen alten Reinkultur auf Möhredekoktagar ( $500:1$ ).

ausgeprägten Fuß; anfangs unseptiert, in reifem Zustand überwiegend oder fast ausnahmslos 3-septiert; Größen bei 300 gemessenen Sporen:

- 1- und
- 2-sept.  $31.1 \times 4.6$  ( $18-41 \times 3.2-6.0$ ) nicht selten
- 3-sept.  $52.5 \times 5.2$  ( $29-73 \times 3.8-6.5$ ) vorherrschend
- 4- und
- 5-sept.  $59.7 \times 5.5$  ( $45-72 \times 4.8-6.2$ ) vereinzelt

Chlamydosporen vorhanden, insgesamt aber nicht häufig und wenig auffallend; in Hyphen und in oder an eintrocknenden Konidien, meist interkalar, kugelig oder oval, glatt-

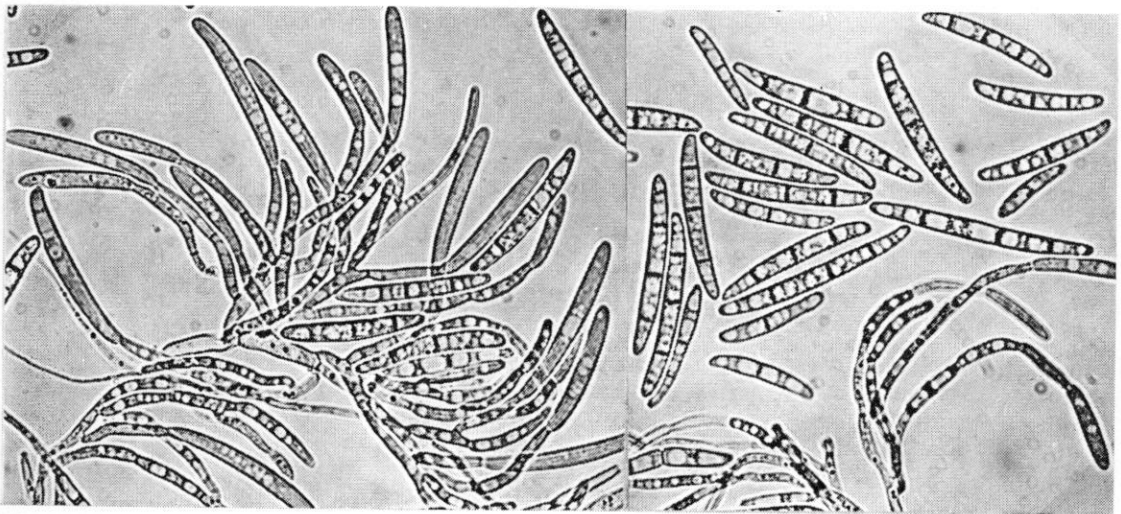


Abb. 4. *Fusarium merismoides* var. *crassum* (Stamm 11501), aus Wasserleitung isoliert; Sporenläger und Sporen aus einer 10 Wochen alten Reinkultur auf Bierwürzeagar ( $500:1$ ).

wandig, einzeln — 9.5 (7—12)  $\mu$  groß —, auch paarweise, aber nicht in längeren Ketten oder in Klumpen gehäuft.

Von den hier verwendeten 7 verschiedenen Kultursubstraten waren Bierwürze- und PD-Agar für diesen Pilz am geeignetsten; die besten Sporenlager und -proben wurden gebildet, wenn Erdkulturen auf diese Substrate ausgekrümelt worden waren. Auf Hafermehl- und Möhrendekotagar sowie sterilisierten Gerstenähren, Luzernestengeln und Reisbrei wuchs und sporulierte dieses *Fusarium* schlechter.

In seinen morphologischen Merkmalen stimmt dieser Pilz sehr gut mit der für *F. merismoides* var. *crassum* gegebenen Diagnose überein (vgl. WOLLENWEBER 1931). Jedenfalls besteht kein Zweifel, daß es sich um dieses *Fusarium* handelt, auch wenn für Stamm 11 501 im Durchschnitt etwas längere Konidien ermittelt wurden. Somit

ist *F. merismoides* var. *crassum* nach über 40 Jahren zum ersten Male wiedergefunden worden, und zwar praktisch an der gleichen Stelle. Es ist daher anzunehmen, daß der Pilz den genannten Zeitraum in dem Wasserleitungssystem überdauert hat.

Von zahlreichen hier zum Vergleich herangezogenen Isolaten vom Grundtyp *F. merismoides* weicht der Stamm 11 501 durch viel kräftigere und im Gesamteindruck plumpere Konidien klar ab. Entgegen der Auffassung von BOOTH (1971) sollte daher die Varietät *crassum* Wollenw. — ebenso wie die Varietät *chlamydosporale* Wollenw. — von der Gattung *F. merismoides* getrennt gehalten werden (vgl. GERLACH 1970).

Herrn E. S c h ä l o w, Biologische Bundesanstalt, bin ich für die Anfertigung der Aufnahmen zu Dank verpflichtet.

## LITERATUR

- BOOTH, C. 1971. The genus *Fusarium*. Commonw. Mycol. Institute, Kew.
- BUTCHER, R. W. 1932. Contribution to our knowledge of the ecology of sewage fungus. Trans. Brit. Mycol. Soc. 17: 112—124.
- COOKE, W. B. 1962. Species of *Fusarium* isolated from a waste stabilization pond system. Mycopath. et Mycol. Appl. 18: 225—233.
- GERLACH, W. 1970. Suggestions to an acceptable modern *Fusarium* system. Ann. Acad. Sci. Fenn. A IV Biol. 168: 37—49.
- HÖHNK, W. 1958. Mykologische Abwasserstudie II. Veröffentlich. Inst. f. Meeresforschung in Bremerhaven 5: 211—256.
- JOFFE, A. Z. & PALTÍ, J. 1970. *Fusarium javanicum* Koorders in Israel. Mycopath. et Mycol. Appl. 42: 305—314.
- SCHEURING, L. & ZEHENDER, C. 1962. Untersuchungen zur Stoffwechselfysiologie des »Abwasserpilzes« *Fusarium aquaeductuum* Lagh. Schweiz. Z. Hydrol. 24: 152—171.
- SCHEURING, L., ZEHENDER, C., WITTENBERGER, K. & KIRSAMMER, R. 1960. Untersuchungen über das Wachstum von *Fusarium aquaeductuum* Lagh. auf den Abwässern der Sulfit-Zellstoff-Industrie. Das Papier 14: 1—5.
- SNYDER, W. C. & HANSEN, H. N. 1941. The species concept in *Fusarium* with reference to section *Martiella*. Am. J. Bot. 28: 738—742.
- WOLLENWEBER, H. W. 1926—1935. *Fusaria* autographice delineata. Berlin, 1200 Tafeln.
- WOLLENWEBER, H. W. 1931. *Fusarium*-Monographie. Fungi parasitici et saprophytici. Z. Parasitenkde. 3: 269—516.
- WOLLENWEBER, H. W. & REINKING, O. A. 1935 a. Die Fusarien. Berlin.
- WOLLENWEBER, H. W. & REINKING, O. A. 1935 b. Die Verbreitung der Fusarien in der Natur. Berlin.
- ZEHENDER, C. & BÖCK, A. 1964. Wachstums- und Ernährungsbedingungen des Abwasserpilzes *Leptomitium lacteus* Ag. Zentralbl. Bakt., II. Abt., 117: 399—411.

Ms. eingegangen 17. 4. 1972

Wolfgang Gerlach, Prof. Dr.  
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft  
Institut für Mykologie  
Königin-Luise-Strasse 19  
1 BERLIN 33  
Bundesrepublik Deutschland

# ZUSAMMENFASSUNG EINIGER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE ÜBER WICHTIGE KRANKHEITSERREGER DER FUTTERGRÄSER AM FRÜHEREN INSTITUT FÜR PHYTOPATHOLOGIE DER KARL-MARX-UNIVERSITÄT LEIPZIG<sup>1</sup>

ERICH MÜHLE

MÜHLE, E. 1972. **Zusammenfassung einiger Untersuchungsergebnisse über wichtige Krankheitserreger der Futtergräser am früheren Institut für Phytopathologie der Karl-Marx-Universität Leipzig.** Ann. Agric. Fenn. 11: 303—307.

Von den im früheren Institut für Phytopathologie der Karl-Marx-Universität Leipzig durchgeführten Arbeiten über Krankheiten der Futtergräser wird zusammenfassend über Untersuchungsergebnisse bei folgenden Krankheitserregern berichtet: Viren unter besonderer Berücksichtigung des Erregers der Blauverzwergung des Glatthafers [*Arrhenatherum elatius* (L.) J. et C. Presl], Blätterparasiten der Gattung *Helminthosporium*, Spezialisierung des Gräsermehltaus *Erysiphe graminis* DC., Erstickungsschimmel *Epichloë typhina* (Pers.) Tul. und das Mutterkorn *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul. Beim Mutterkorn werden ausser der Frage der Spezialisierung auch die Bekämpfungsmöglichkeiten erörtert.

Unseren langjährigen Erfahrungen nach dürfen unter den Krankheitserregern der Futtergräser, wenn wir an dieser Stelle von den Nematoden absehen, vor allem Viren, Erreger von Auflauf- und Auswinterungsschäden, einige Blätter- und Halmparasiten und das Mutterkorn eine maßgebliche Rolle spielen. Einige von ihnen sind auch Gegenstand intensiver Untersuchungen des früheren Institutes für Phytopathologie der Karl-Marx-Universität Leipzig gewesen. Das gilt bereits für die **Viren**.

Während Schumann sich besonders mit den Viren des Knaulgrases (*Dactylis glomerata* L.)

und der Weidelgräser (*Lolium multiflorum* Lam. und *Lolium perenne* L.) befaßt hat und dabei auch auf Virose und virusverdächtige Erscheinungen z.B. bei *Agropyron repens* Beauv., *Alopecurus pratensis* L., *Bromus erectus* Huds. und anderen Gräsern aufmerksam wurde (SCHUMANN 1962—1970), sind GARDOŠ und KEMPIAK zusammen mit MÜHLE in letzter Zeit vor allem den Ursachen der Blauverzwergung des Glatthafers [*Arrhenatherum elatius* (L.) J. et C. Presl] nachgegangen (GARDOŠ 1966, KEMPIAK 1968, 1972, MÜHLE und KEMPIAK 1971). Auch die Abteilung für Pflanzenkrankheiten der Zentrale für Landwirtschaftliche Forschung in Tikkurila war an diesen Untersuchungen indirekt beteiligt, hat doch JAMALAINEN mit seinen Mit-

<sup>1</sup>Herrn Prof. Dr. Jamalainen in langjähriger Verbundenheit zum 70. Geburtstag.

arbeitern im Jahre 1962 ebenfalls versucht, an der Aufklärung dieser Krankheit mit Hilfe von Übertragungsversuchen mit der Zikade *Javesella pellucida* (F.) beizutragen (MÜHLE und KEMPIAK 1971). Kempiak konnte diese Untersuchungen insoweit zu einem gewissen Abschluß bringen, als ihm eine Erfassung und genaue Beschreibung aller Schadsymptome und der eindeutige, die Untersuchungsergebnisse von VACKE (1966) bestätigende Nachweis des infektiösen Charakters der Krankheit gelangen. Er konnte ferner engere Beziehungen zur sterilen Verzweigung des Hafers (oat sterile-dwarf) und zur Zwergkrankheit des Maises (maize rough-dwarf) herausstellen.

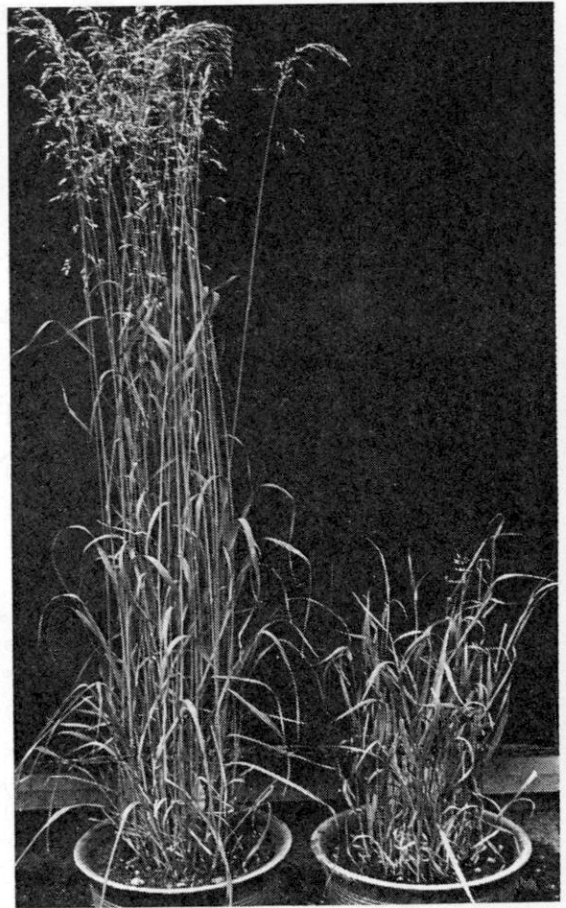
Nach unseren derzeitigen Kenntnissen bestehen die Schadsymptome der Blauverzweigung des Glatthafters außer in der Verzweigung und der blaugrauen Verfärbung der Pflanzen in einer auffallenden Brüchigkeit gebildeter Halme sowie im Auftreten von Wucherungen und Querrissen im Bereich der Blattspreiten. Als Ursache der Krankheit ist eine mit den Zikaden *Javesella pellucida* (F.) und *J. dubia* (KB.) übertragbare Virose anzunehmen.<sup>1</sup>

Über Auf- und Auswinterungskrankheiten sind bei uns bisher nur einige grundlegende Beobachtungen durchgeführt worden. Hier muß deshalb vor allem auf die von JAMALAINEN und seinen Mitarbeitern in Tikurila erarbeiteten Erkenntnisse verwiesen werden, von denen vor allem die Arbeiten über die Auswinterungspilze hervorzuheben sind (JAMALAINEN 1956, 1962, 1964, 1970).

Von den Blätterparasiten<sup>2</sup> haben uns einerseits insbesondere Vertreter der Im-

<sup>1</sup> Diese Annahme konnte inzwischen ein Mitarbeiter von Lovisolo nach Untersuchung ihm von uns übersandten Materials kranker Glatthaferpflanzen bestätigen. Dieser hat »already found the virus. It's very like maize rough dwarf virus...« (Schriftl. Mitteilung von Herrn Prof. Dr. Lovisolo [Torino, Italien] unter dem 25. 5. 1972 an meinen früheren Mitarbeiter, Herrn G. Kempiak.)

<sup>2</sup> In Ergänzung hierzu sei auf die in letzter Zeit erschienenen bedeutsamen Arbeiten über Blätterparasiten der Futtergräser von Frau Dr. Mäkelä (Dept. Plant Pathology, Univ. Helsinki) aufmerksam gemacht.



Blauverzweigung des Glatthafters [*Arrhenatherum elatius* (L.) J. et C. Presl]. Links: gesund; rechts: krank.

perfektengattung *Helminthosporium* bzw. *Drechslera* und *Bipolaris* interessiert, andererseits der Gramineenmehltau *Erysiphe graminis* DC. Hinsichtlich der Helminthosporiosen der Futtergräser konnten vor allem von FRAUENSTEIN (1962 a, b, c, 1968, 1972 a, b) wichtige Erkenntnisse gewonnen werden, die sich einmal auf die Vervollständigung der Liste der *Helminthosporium*-Arten und ihre Bedeutung für die Futtergräser, andererseits auf ihre Bekämpfung beziehen. Besonders intensiv wurde dabei *Helminthosporium bromi* Died. mit seiner Hauptfruchtform *Pleospora bromi* Died., ein Blattfleckenpilz der Wehrlosen Trespe (*Bromus inermis* Leyss.), untersucht, bei dem es gelang, ihn insbesondere auf ökologischem Wege weit-

gehend unschädlich zu machen. Es stellte sich nämlich heraus, daß der Pilz in feuchten Lagen eine besonders hohe Aggressivität entwickelt und der Befall des Grases in diesen Lagen dazu zwang, den Anbau völlig einzustellen. In den dafür gewählten neuen trockneren Lagen trat der Pilz kaum noch in Erscheinung.

Über den Mehltau der Futtergräser sind ebenfalls von FRAUENSTEIN wichtige neue Erkenntnisse gewonnen worden. Diese beziehen sich vor allem auf seine Spezialisierung innerhalb der Futtergrasarten und ihre Beziehung zum Mehltau der Getreidearten.

Von dem Mehltau der Futtergräser interessierte uns am meisten das Vorkommen auf der Wiesenrispe (*Poa pratensis* L.) sowie auf den Gräsergattungen *Lolium* und *Festuca*, dem Knaulgras (*Dactylis glomerata* L.) und dem Goldhafer (*Trisetum flavescens* (L.) P.B.).

Nachdem in einer Serie von Voruntersuchungen festgestellt worden war, daß die Herkunft von *Dactylis glomerata* L. und *Trisetum flavescens* (L.) P.B. eine hochgradige Spezialisierung zeigten, zwischen dem Mehltau der Weidelgräser (*Lolium* spp.) und der Schwingelarten (*Festuca* spp.) eine engere Verwandtschaft zu bestehen schien und sich der Mehltau der Wiesenrispe (*Poa pratensis* L.) als verhältnismäßig polyphag erwies (MÜHLE und FRAUENSTEIN 1958/59 und 1962 a), wurde dem Mehltau von *Poa pratensis* L., *Lolium multiflorum* Lam. und *Dactylis glomerata* L. ganz besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Vom Mehltau der Wiesenrispe konnte bei der Prüfung von fast 350 Gräserarten festgestellt werden, daß er zwar auf etwa 150 Gramineenarten übertragen werden kann, aber außer Arten der Gattung *Poa* nur wenige Wildgräser in stärkerem Maße zu befallen vermag (MÜHLE und FRAUENSTEIN 1962 b). In der Gattung *Poa* erwiesen sich die Arten *Poa bilbosa* L. und *P. alpina* L. sogar noch stärker anfällig als *Poa pratensis* L. Von den Getreidearten gelang nur auf Hafer (*Avena sativa* L.) eine schwache künstliche Infektion.

Beim Mehltau der Weidelgräser (*Lolium* spp.) wurde, ausgehend von einer Mehltaupopulation des Welschen Weidelgrases (*L. multiflorum*

Lam.), festgestellt, daß von 254 infizierten Gramineenarten nur 65 Arten eine erkennbare Anfälligkeit zeigten (MÜHLE und FRAUENSTEIN 1963). Zu ihnen gehörten außer allen geprüften *Lolium*-Arten und zahlreichen Arten der Gattung *Festuca* auch *Dactylis glomerata* L. sowie *Phleum asperum* Jacq., wobei einige *Lolium*- und *Festuca*-Arten stärkeren Befall zeigten als die Kontrollen von *Lolium multiflorum* Lam. Auch bei Gerste (*Hordeum*) gelang eine künstliche Infektion.

Als dritte Form des Gräsermehltaues wurde der Mehltau des Knaulgrases (*Dactylis glomerata* L.) einer eingehenden Prüfung unterzogen (MÜHLE und FRAUENSTEIN 1970 a). Von 460 geprüften Gramineenarten erwiesen sich nur 40 Arten als anfällig. Außer den sehr anfällig gefundenen *Dactylis*-Arten *Dactylis aschersoniana* Graebner, *D. glomerata* L. und *D. polygama* Horvat zeigten auch *Bouteloua hirsuta* Lag., *Dauthonia provincialis* DC. und *Sesleria latifolia* (Adam) Degen stärkeren Befall. Geringe Infektionen gelangen auch bei einigen Wildgräsern der Gattungen *Agropyron*, *Bromus*, *Festuca*, *Mibora*, *Poa* und *Sesleria*. Von den Getreidearten wurde nur Gerste (*Hordeum*) in Mitleidenschaft gezogen.

Schließlich konnte hinsichtlich des Gramineenmehltaues festgestellt werden, daß zwar, wie bereits bemerkt, einige Mehltauformen der Futtergräser bei künstlicher Infektion auf Getreide zum Haften kommen, daß aber von den geprüften Rassen des Mehltaus der Getreidearten alle Infektionen auf Futtergräsern negativ verliefen (MÜHLE und FRAUENSTEIN 1970 b).

Hinsichtlich des wichtigsten Halmparasiten der Futtergräser, dem Erststücker (*Epichloë typhina* (Pers.) Tul.) ist festzustellen, daß er neuerdings auch im westdeutschen Grassamenbau wieder Bedeutung gewonnen hat, als man versuchte, Stämme von *Phleum pratense* L. aus Gebirgslagen für Züchtungszwecke zu vermehren. Weitere wichtige Wirtspflanzen dieses Pilzes sind unter den Futtergräsern das Knaulgras (*Dactylis glomerata* L.), das Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea* L.) und der Rotschwingel (*Festuca rubra* L.). In letzter Zeit soll auch die Wiesenrispe (*Poa pratensis* L.)

stärkeren Befall gezeigt haben.<sup>1</sup> Hinsichtlich seiner Biologie ist trotz einiger neuer Erkenntnisse von MÜHLE und FRAUENSTEIN (1970) nach wie vor noch vieles unklar.

Zu einem wirtschaftlich besonders bedeutsamen Pilzparasiten der Gräser, insbesondere des Samenbaues, hat sich im letzten Jahrzehnt das Mutterkorn *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul. entwickelt, das alle zum Anbau gelangenden Futtergräser befallen kann, vor allem aber an der Wiesenrispe *Poa pratensis* L. in besonderem Umfange aufgetreten ist. Uns interessierten bei diesem Pilz in erster Linie die bisher nur unzulänglich bearbeiteten Fragen seiner physiologischen Spezialisierung und der Bekämpfung beim Auftreten in Futtergrasbeständen. Hinsichtlich der Spezialisierung des Mutterkorns wurden vor allem die auf *Lolium* spp., *Poa pratensis* L. und Roggen (*Secale*) auftretenden Formen genauer untersucht. Dabei wurde gefunden, daß für das Mutterkorn der *Lolium*-Arten auch *Festuca pratensis* Huds. und *F. rubra* L. zum eigentlichen Wirtspflanzenkreis zu rechnen sind (MÜHLE und FRAUENSTEIN 1962). Hier ist gleichzeitig zu bemerken, daß das Mutterkorn des Knaulgrases (*Dactylis glomerata* L.) fast den gleichen Wirtspflanzenkreis besitzt.

Vom Mutterkorn der Wiesenrispe können außer *Poa pratensis* L. und *Poa annua* L. auch *Festuca rubra* L. und *Alopecurus pratensis* L. sehr stark befallen werden, während die beiden *Lolium*-Arten und *Festuca pratensis* Huds. nur einen geringen Mutterkornbesatz aufwiesen und der Roggen bei künstlichen Infektionen stets

<sup>1</sup> Schriftliche Mitteilung von Herrn Dr. Renius, Lippstadt-Bremen vom 28. 12. 1971.

ohne Befall blieb. Als Schlußfolgerung aller bisher von uns durchgeführten Infektionsversuchen ist festzustellen, daß wir es beim Mutterkorn des Roggens, der Wiesenrispe, des Knaulgrases und der Weidelgräser mit speziellen Formen zu tun haben. Bei der Frage der Bekämpfung, die z.Z. vor allem für den Samenbau der Wiesenrispe große Bedeutung erlangt hat, konnten in unseren Versuchen die besten Ergebnisse mit dem Fungizid Wolfen-Thiuram 85 erzielt werden, das unmittelbar vor Beginn der Blüte und während der Hauptblüte in 1 % iger Konzentration in einer Aufwandmenge von 1200 l/ha mit Zusatz eines Netzmittels (Netzmittel Wolfen E — Konz. 0.01 %) ausgebracht wurde.

Außer den angeführten Ergebnissen konnte bei unseren langjährigen Versuchen mit Futtergräsern noch eine Beobachtung unterstrichen werden, die mit der möglichen Herstellung von Gattungsbastarden der Gattungen *Lolium* und *Festuca* und deren Verwandtschaft von Interesse sein dürfte. Es handelt sich um die mehrfache Feststellung, daß bei Kronenrost *Puccinia coronata* Cda., beim Mehltau *Erysiphe graminis* DC., beim Mutterkorn *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul. sowie bei den Blattfleckenpilzen der Gattung *Helminthosporium* — insbesondere bei *H. dictyoides* Drechsl. und *H. siccans* Drechsl. — jeweils ihre auf *Lolium* spp. (besonders auf *L. perenne* L.) auftretenden Spezialformen auch auf *Festuca* spp. (besonders auf *F. pratensis* L.) übertragen werden konnten, eine Feststellung, der einmal etwas eingehender nachgegangen werden sollte, da sie außer dem Gräserzüchter auch den biologischen Systematiker stärker interessieren dürfte.

## LITERATUR

- FRAUENSTEIN, K. 1962 a. Untersuchungen zur Biologie von *Pleospora bromi* (Died.). Phytopath. Z. 44: 1—38.  
— 1962 b. Untersuchungen zur rFage des Verhaltens einiger wichtiger Gramineen gegenüber *Pleospora bromi* Died., einem Blattfleckenerreger der Wehrlosen Trespe, *Bromus inermis* Leyss. Züchter 32: 265—268.  
— 1962 c. Untersuchungen zur Bekämpfung des Blattfleckenpilzes *Pleospora bromi* Died. Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutzdienst, Berlin N.F. 16: 112—117.
- 1967. Untersuchungen zum Auftreten des Mutterkorns, *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul., an der Wiesenrispe (*Poa pratensis* L.) — Z. Pflanzenkrankh. (Pflanzenpath.) Pflanzenschutz 74, 443—459.  
— 1968 a. Hinweise zur Bekämpfung des Mutterkorns in der Wiesenrispe. — Saat- und Pflanzgut 9, 34.  
— 1968 b. Beobachtungen zum Auftreten von Blattfleckenkrankheiten an Futtergräsern. — Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutzdienst, Berlin N.F. 22, 4—14.



- 1972 a. Untersuchungen zur physiologischen Spezialisierung des Mutterkorns, *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul., auf Futtergräsern. — Arch. Pflanzenschutz (im Druck).
- 1972 b. Einfluß der Wirtspflanze auf die morphologischen Eigenschaften der Konidien von *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul. — Arch. Pflanzenschutz (im Druck).
- GARDOŠ, J. 1966. Untersuchungen über die Blauverzwergung der Futtergräser. Inaug. Diss. Landw. Fak. Karl-Marx-Univ. Leipzig.
- JAMALAINEN, E. A. 1956: Overwintering of plants in Finland with respect to damage caused by low-temperature pathogens. Valt. Maatal.koetoin. Julk. 148: 5—30.
- 1962. Die Auswinterung bei Futtergräsern und ihre Verhütung in Finnland. Schriftenreihe Karl-Marx-Univ. Leipzig zu Fragen sozialist. Landw. H. 8: 139—154.
- 1964. Control of low-temperature parasitic fungi in winter cereals by fungicidal treatment of stands. Ann. Agric. Fenn. 3: 1—54.
- 1970. Auswinterung der Futtergräser. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 42: 45—58.
- KEMPIAK, G. 1968. Untersuchungen zu Fragen des Auftretens zikadenübertragbarer Gramineenvirosen in der DDR. Vortragstag. Inst. Phytopath. DAL, Aschersleben.
- 1972. Beiträge zur Kenntnis der durch *Javesella pellicida* (F.) übertragbaren Gramineenkrankheiten. Inaug. Diss. Friedrich-Schiller-Univ. Jena (Manusk.).
- MÜHLE, E. 1953. Vom Mutterkorn, in: Die Neue Brehm-Bücherei, H. 103. Leipzig, Akad. Verlagsges. Geest & Protig K.-G.
- & FRAUENSTEIN, K. 1962 a. Untersuchungen zur physiologischen Spezialisierung des auf *Lolium perenne* L. auftretenden Mutterkorns *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul. Zbl. Bakteriol. Parasitenkde. Infekt.-Krankh. Hyg. Abt. II, 115, 169—175.
- & FRAUENSTEIN, K. 1962 b. Untersuchungen zur physiologischen Spezialisierung von *Erysiphe graminis* DC. I. Das Auftreten einiger Mehltaupopulationen auf verschiedenen Futtergräsern. Züchter 32: 324—327.
- & FRAUENSTEIN, K. 1962 c. Untersuchungen zur physiologischen Spezialisierung von *Erysiphe graminis* DC. II. Der Wirtspflanzenbereich des *Poa*-Mehltaus. Züchter 32: 345—352.
- & FRAUENSTEIN, K. 1963. Untersuchungen zur physiologischen Spezialisierung von *Erysiphe graminis* DC. III. Der Wirtspflanzenbereich des *Lolium*-Mehltaus. Züchter 33: 124—131.
- & FRAUENSTEIN, K. 1970 a. Beobachtungen zum Auftreten des Erstickungsschimmels, *Epichloë typhina* (Pers.) Tul., an Futtergräsern. Z. Pflanzenkrankh. (Pflanzenpath.) Pflanzenschutz 77: 177—185.
- & FRAUENSTEIN, K. 1970 b. Untersuchungen zur physiologischen Spezialisierung von *Erysiphe graminis* DC. IV. Der Wirtspflanzenbereich des *Dactylis*-Mehltaus. Theoret. and Appl. Genetics 40: 37—45.
- & FRAUENSTEIN, K. 1970 c. Untersuchungen zur physiologischen Spezialisierung von *Erysiphe graminis* DC. V. Das Verhalten wichtiger in der DDR angebaute Futtergräser gegenüber einigen Rassen des Getreidemehltaus. Theoret. and Appl. Genetics 40: 56—58.
- , FRAUENSTEIN, K., SCHUMANN, K. & WEZEL, TH. 1971. Krankheiten und Schädlinge der Futtergräser. Leipzig.
- & KEMPIAK, G. 1971: Zur Geschichte, Ätiologie und Symptomatologie der Blauverzwergung des Glatthafters (*Arrhenatherum elatius* (L.) J. et C. Presl.) Phytopath. Z. 72: 269—278.
- & SCHUMANN, K. 1959: Zur Frage des Auftretens und des Nachweises der Strichelvirose des Knaulgrases in Deutschland. Phytopath. Z. 36: 314—316.
- SCHUMANN, K. 1962. Über Viruskrankheiten bei Futtergräsern in Deutschland. Schriftenr. Karl-Marx-Univ. Leipzig zu Fragen d. sozialist. Landwirtschaft., H. 8: 127—132.
- 1967. Nachweis des Queckenmosaikvirus (*agropyron mosaic virus*) in der Deutschen Demokratischen Republik. Arch. Pflanzenschutz 3: 83—88.
- 1969 a. Untersuchungen zur Charakterisierung des Queckenmosaikvirus (*agropyron mosaic virus*). Phytopath. Z. 64: 258—275.
- 1969 b. Untersuchungen zum Wirtspflanzenkreis des Strichel-Virus des Knaulgrases. Arch. Pflanzenschutz 5: 381—397.
- 1969 c. Zum Vorkommen des Virus der Strichelkrankheit des Knaulgrases (*cocksfoot streak virus*). Zbl. Bakteriol., Parasitenkunde, Infektionskrankh., Hyg. Abt. II, 123: 315—318.
- 1970. Untersuchungen zum Vorkommen von Gramineenvirosen in der Deutschen Demokratischen Republik. Arch. Pflanzenschutz 6: 41—55.
- & BRÁČEK, I. 1963. Über eine Viruskrankheit an *Lolium multiflorum* Lam. und *Lolium perenne* L. Phytopath. Z. 47: 90—94.
- VACKE, J. 1966. Virova zakrlost ovsiku vyvýšeno. Ochrana Rostlin 2, (39): 241—242.

Ms. eingegangen 14. 3. 1972

Erich Mühle, Prof. Dr.  
 Institut für Phytopathologie der Karl-Marx-Universität  
 LEIPZIG  
 Deutsche Demokratische Republik

## TOXIGENICITY OF SOME FUSARIUM STRAINS

EEVA-LIISA KORPINEN and AARRE YLIMÄKI

KORPINEN, E.-L. & YLIMÄKI, A. 1972. **Toxicity of some Fusarium strains.** Ann. Agric. Fenn. 11: 308—314.

Nineteen strains of *Fusarium* fungi belonging to the species *F. poae*, *F. tricinctum*, *F. sporotrichioides* and *F. moniliforme* were examined for their toxin production in experimental conditions. Descriptions of the species are given. All the strains originated from suspected cases of mycotoxicosis. The *Fusarium* strains were grown on a sterilized wheat-barley-oats grain mixture for one month with three different temperature treatments. The mouldy grain was fed to white mice for a 14-days period. Most of the mice died during the experiment. Temperature did not seem to have much effect on toxin production. The clinical picture of the diseased mice and the pathologic-anatomical findings are reported. The reliability of the toxicity test, the frequency of the toxic strains and the significance of the findings in suspected cases are discussed.

## Introduction

Many species of the cosmopolitan fungal genus *Fusarium* are agents of plant diseases, spoil plant products or cause poisoning in man and animals.

The best-known example of the toxigenicity of these fungi is the series of food poisonings which took place in the Soviet Union in 1942—1947. The disease, which affected thousands of people, was called ATA, Alimentary Toxic Aleukia, and was characterized by considerable changes in the blood picture. According to JOFFE (1960), these ATA cases were due to toxins produced by *F. sporotrichioides*, *F. poae*, and some other fungi growing on grain.

Soviet workers have also described *Fusarium* poisoning in cattle and small ruminants under both experimental and field conditions (KURMANOV 1968, KVASHNINA 1968) with symptoms similar to those of ATA. Cases of *Fusarium* poisoning have likewise been described in poultry (PRENTICE and DICKSON 1968). In Wisconsin,

*F. tricinctum* has been shown to cause poisoning in cattle (KOSURI et al. 1970). Species of the *Sporotrichiella* group of *Fusarium* are often found in Finnish grain and fodder (YLIMÄKI 1971).

As regards the nature of the toxins formed by *Fusarium* species the chemical structure of three of the *F. tricinctum* mycotoxins has been worked out; these are T-2 toxin, diacetoxyscirpenol and HT-2 toxin (BAMBURG and STRONG 1969, YATES et al. 1970). According to JOFFE (1965), *F. poae* and *F. sporotrichioides* form toxins actively at low temperatures, 0 °C to 5 °C, and even below 0 °C.

In the present study a few *Fusarium* strains isolated from different sources were tested for their capacity to produce mycotoxins in defined experimental conditions. The *Fusarium* strains used are described mycologically and the results of preliminary feeding experiments in mice are reported.

## Material and methods

The fungi were classified according to the system of WOLLENWEBER and REINKING (1935) and the species of the section *Sporotrichiella* especially according to SEEMÜLLER (1968).

*Fusarium poae* (Pk)Wr. Abundant loose aerial mycelium, like cotton-wool, mainly white or slightly pink. Microconidia mainly one-celled, globose, obovate or pyriform, forming a white or cream-coloured powdery layer on the mycelium. Chlamydospores intercalary, borne singly or in groups. The fungus has a rather sweet smell, like cherries (Fig. 1).

*Fusarium tricinctum* (CDA.) Sacc. Abundant, fairly dense aerial mycelium, carmine, wine-coloured, purple or rose red, in places white or ochreous. Microconidia mainly one-celled, lem-

on-shaped or spindle-shaped, flattened ellipses, appearing on the mycelium as white or cream-coloured powder. Macroconidia rare simultaneous with microconidia, usually formed in orange or flesh-coloured sporodochia. Chlamydospores rare. The fungus is odourless (Fig. 2).

*Fusarium sporotrichioides* Sherb. Abundant, loose aerial mycelium, like cotton-wool, at first white, later yellow, carmine, purple or rose red, ochreous or brown. Microconidia multiform, 0-1 (3-5)-septate, forming a white, cream-coloured or brownish powdery layer on the mycelium. Macroconidia formed in sporodochia, sickle-shaped, only slightly bent (Fig. 3).

*Fusarium moniliforme* Sheldon. Microconidia produced in chains, later becoming scattered

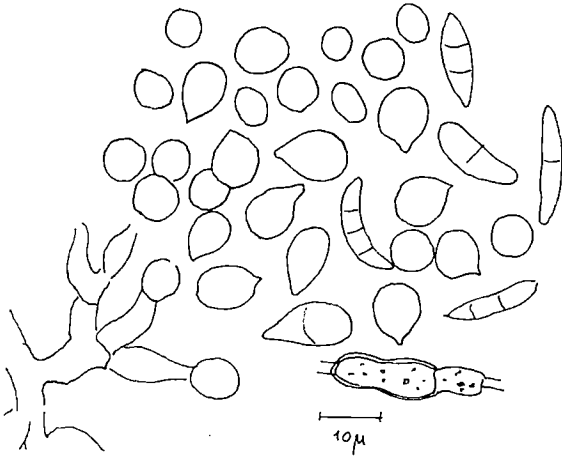


Fig. 1. *Fusarium poae*.

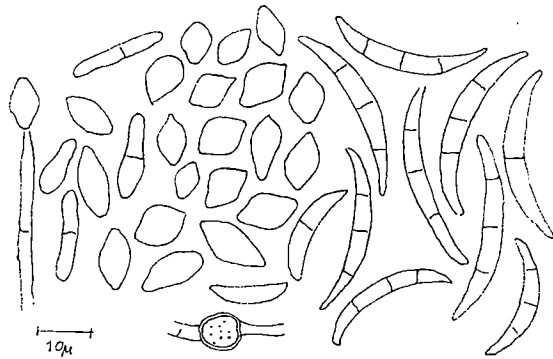


Fig. 2. *Fusarium tricinctum*.

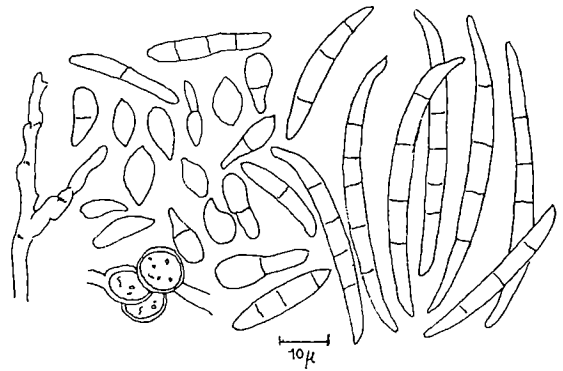


Fig. 3. *Fusarium sporotrichioides*.

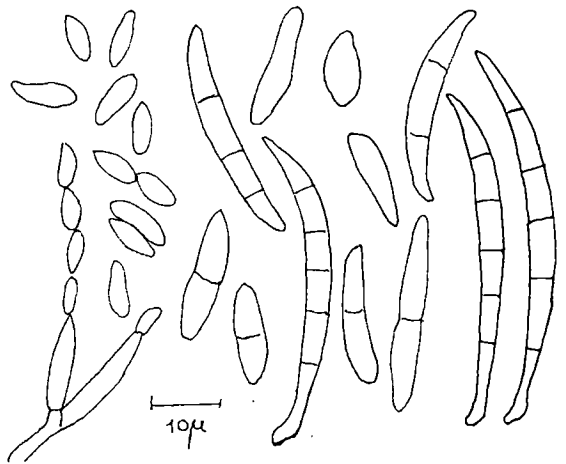


Fig. 4. *Fusarium moniliforme*.

over the bright yellow to pale pink aerial mycelium, one- to two-celled, spindle- or egg-shaped. Macroconidia delicate, sickle-shaped, scattered or grouped in sporodochia or piconotes, isabelline or salmon-coloured, 3—5 (6—7)-septate. Stroma yellow, brown, or violet; chlamydospores lacking (Fig. 4).

In the feeding experiments the following *Fusarium* isolates were used:

<i>Fusarium poae</i>	8 strains
<i>F. tricinctum</i>	4 »
<i>F. sporotrichioides</i>	3 »
<i>F. moniliforme</i>	4 »

All the 19 fungus strains studied were isolated from mouldy animal feed or fodder suspected to have been the cause of a single case or an outbreak of disease among domestic animals. Table 1 describes the origin of each strain, the

kind of sample, the animal species affected, and the main symptoms. The fungi were isolated by culturing the sample in a large Petri dish on wet filter paper at + 22 °C temperature. The isolates were preserved on oat agar at + 4 °C. The strains of fungi to be fed to mice were each cultured in Roux flasks (A, B, C, 2 flasks for each group) containing 110 g of sterilized wheat-oats-barley grain mix (1 : 1 : 1). All the cultures were first grown for two weeks at + 22 °C temperature. The flasks were then kept for 3—4 weeks as follows: group A at + 22 °C, group B at + 8 °C and group C at 0 °C. During the 14 days of the feeding experiment all the flasks were stored at + 22 °C. Each grain was clearly covered with a layer of mould.

White mice from Orion, Helsinki, weighing 25—30 g were used. Because of the preliminary nature of the experiment, there were only 2

Table 1.

Fungus species	Strain No.	Source of fungus	Animal species affected in the field	Main symptoms in the affected animals	Sample from which the strain originated
<i>F. moniliforme</i>	10	oats	horse	colic, gastric symptoms	a
	12	oats	horse	colic, gastric symptoms	a
	13	home-made feed mix	horse	colic, gastric symptoms	a
	19	commercial hen feed mix	chicken	retarded growth	b
<i>F. tricinctum</i>	1	hay	sheep	gastric symptoms	—
	5	hay	cow	respiratory symptoms	c
	15	commercial feed mix	pig	loss of appetite, gastric symptoms	d
	18	commercial feed mix	chicken	retarded growth	b
<i>F. sporotrichioides</i>	4	hay	cow	respiratory symptoms	c
	7	hay	cow	respiratory symptoms	c
	8	hay	cow	respiratory symptoms	c
<i>F. poae</i>	3	hay	cow	respiratory symptoms	c
	6	oats	horse	colic attack	—
	9	commercial feed mix	pig	gastric symptoms	—
	11	oats	horse	colic, gastric symptoms	a
	14	home made feed mix	horse	colic, gastric symptoms	a
	16	commercial feed mix	pig	loss of appetite, gastric symptoms	d
	17	commercial hen feed mix	chicken	retarded growth	b
	20	commercial hen feed mix	chicken	retarded growth	b

Fungal strains originating from the same sample are marked with identical symbols [small letters].

mice in each group, one of each sex. Their only food was the mouldy grain, to which they had free access. Water was freely available. The mice ate their mouldy feed surprisingly well. The control group was fed on the same grain mix as the experimental groups, but the grain

had been sterilized and not inoculated with *Fusarium*. The experiment lasted 14 days, after which the control group and the other surviving mice were killed with ether. Dead or morbid mice were autopsied and subjected to bacteriological and mycological routine studies.

## Results

Figure 5 shows the morbidity and mortality among the mice in the different experimental groups. It should be pointed out that in most cases the growth temperature of the test fungus did not seem to have much effect on the results and that in general the mice of all three groups fell ill and died at about the same time. However, there were exceptions. In two of the groups given strain 10 of *F. moniliforme* one of the mice stayed healthy. The same occurred in one of

the groups given strain 1 of *F. tricinctum*. In the tests with feed inoculated with *F. poae* the mice in groups A and B tended to fall ill, whereas the animals in group C remained healthy or fell ill at a later stage, or only one of the test animals fell ill. Strain 17 formed an exception to this trend: the mice of group A remained healthy, while those of groups B and C died. Strain 6 differed from the others in that all the mice feeding on grain infected with this

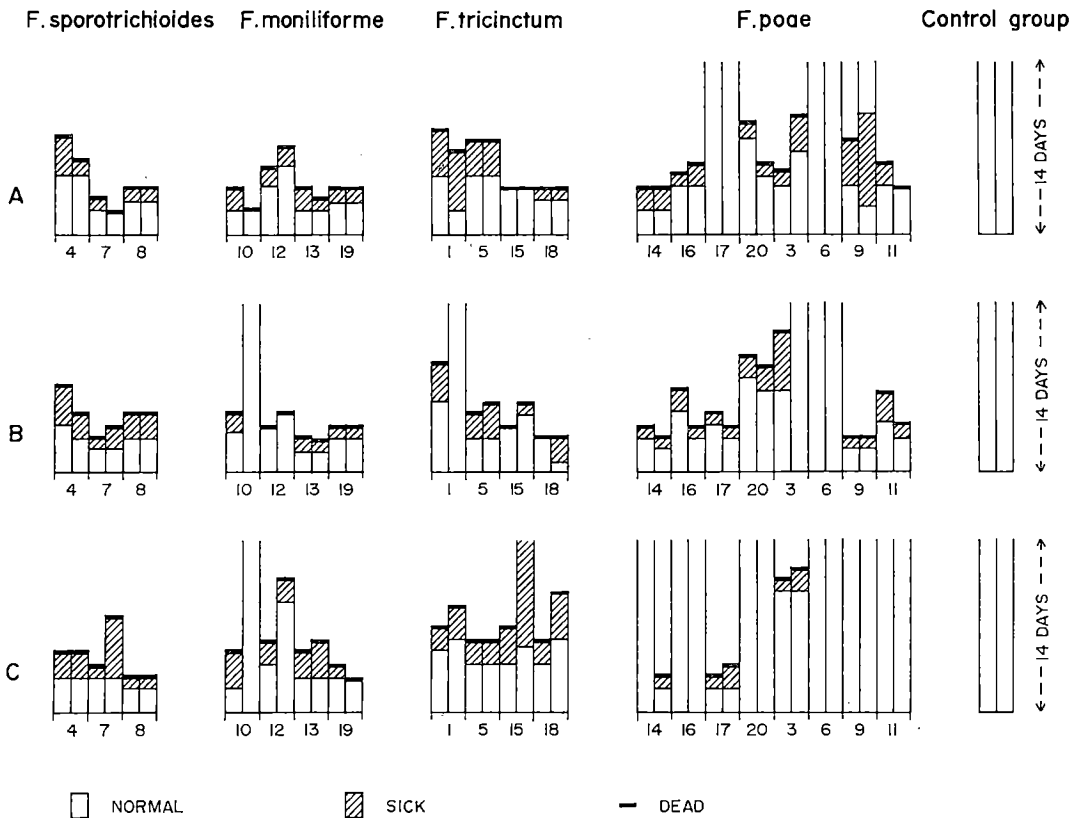


Fig. 5. Morbidity and mortality in the groups of mice fed with *Fusarium*-infected grains. *Fusarium* fungi were grown at +22°C temperature [groups A], +8°C [groups B] and 0°C [groups C]. Two mice in every test group.

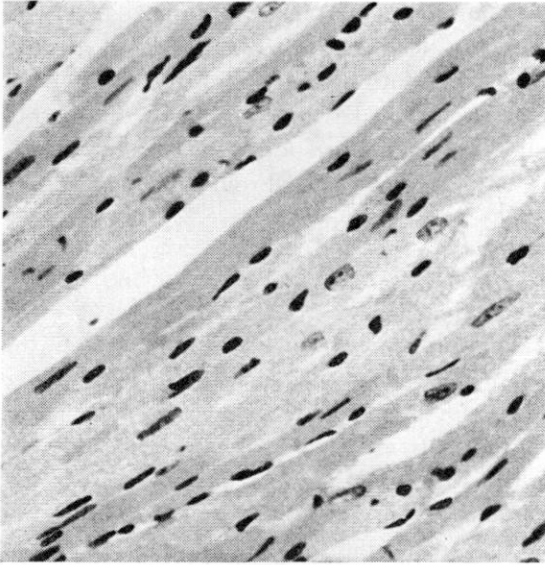


Fig. 6. Myocardium. Swollen fibres with finely granular sarcoplasm [formalin fixation, H. E.  $\times$  106].

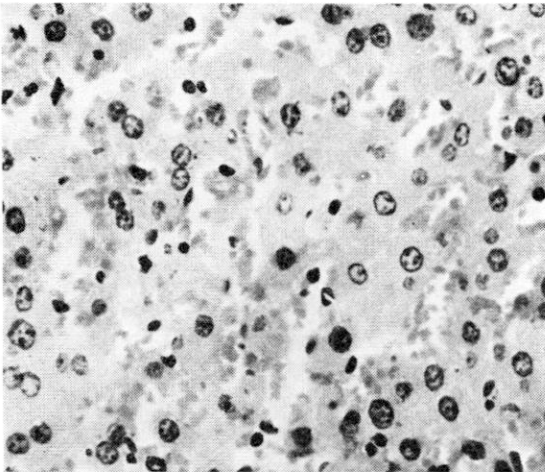


Fig. 7. Liver. Poorly defined small areas of necrosis. Nuclei have the chromatin concentrated in the periphery [formalin fixation, H. E.  $\times$  106].

mould survived in good health. The symptoms of the disease in the affected mice were relatively uniform. The following description is a generalization of the findings.

#### *Clinical picture:*

The sick mice became sluggish and apathetic, crouching on one spot. Many showed signs of stomach pains; their backs were arched, the flanks and belly being tense and apparently tender. In some mice symptoms from the nervous system appeared in the last few days before death. When the mice fell ill their appetites decreased.

#### *Patho-anatomical picture:*

The very marked macroscopic alteration was bleeding gastro-enteritis, which occurred in most of the sick mice. There were extensive subcutaneous haemorrhagic areas on the outer aspects of the limbs, particularly on the thighs, in the region of the testes and on the thorax.

#### *Histopathological picture:*

Haemorrhages in the mucosa of the gastrointestinal tract and slight degeneration of the liver and myocardium were the microscopic findings in most mice (Figs. 6 and 7).

Routine bacteriological and mycological tests on the liver, lungs and kidneys revealed no infection.

## **Discussion**

That the feeding experiment used in fact measured the presence of *Fusarium* mycotoxins is supported by the following facts: the first symptoms of disease often appeared on the 2nd and 3rd day of the experiment; the routine bacteriological and mycological examinations of the internal organs proved negative; the autopsy findings pointed to toxæmia and agreed

with the descriptions by KORZHEVENKO (1969).

Although each test group consisted of only two mice, this seemed to suffice in most cases. The illness was practically simultaneous and similar in character in both mice. This was enough to indicate the presence of the toxin and even to provide a crude estimate of the amount formed.

The *Fusarium* strains of the present study were specifically selected from cases in which mycotoxins were suspected to have caused diseases in domestic animals. All but one of the 19 strains investigated proved toxigenic under the conditions of the test applied. The high frequency of toxigenic strains in this type of material is in accordance with the findings of other workers. MIROCHA et al. (1968), for example, found that 75 % of 87 *Fusarium* strains isolated from suspected corn, feeds and foods were toxic to rats and turkeys. Further studies on the ratio of toxigenic to nontoxigenic strains in control material are needed.

It is more difficult to establish whether the toxigenic strains isolated were in fact responsible for the diseases attributed to their toxins. A finding which raises serious doubts about any simple causal relationship in such associations is that in many cases in the present study several different toxigenic strains or even species were isolated from the same batch of feed or fodder (see Table 1). It has been demonstrated (BILAI and PIDOPLICHKO 1970) that in causing toxicoses different *Fusarium* species may have synergistic effects. As PALUYSIK et al. (1968) have pointed out, the situation in the field is further complicated by the known ability of several species of fungi to influence each other either synergistically or antagonistically. The clinical pictures in the field cases were so unspecific that they cannot strongly support the idea of an aetiological role of *Fusarium* fungi in the present cases. The significance of the finding of several toxigenic strains in association with one case or outbreak is also impossible to assess.

Except in the case of strain 17 of *F. poae*, toxins were apparently produced at + 22 °C

as well as at the two lower temperatures tested. Different results were obtained by JOFFE (1965) and BILAI and PIDOPLICHKO (1970), who found that *F. poae* and *F. sporotrichioides* produced most toxin at temperatures below 20 °C. The substrate on which the fungi were grown and the toxicity test described here differ from those used by Joffe and Bilai, and therefore the results of these three studies are not fully comparable. The test design used here does not ensure the correctness of the results for toxin production at the two lower temperatures used, because before and after the 3 to 4 week period at specified temperatures the cultures had been kept at + 22 °C temperature. Especially when the appearance of symptoms was slower after the material had been kept at lower temperatures the production of toxins at the low temperature remains doubtful; more rapid appearance of symptoms from such material, on the other hand would imply that toxins are produced at the lower temperature.

The following factors at least affect the production of toxins by fungi: the nature of the substrate, the temperature and time of incubation, the amount of aeration of the culture. The factors influencing the toxicity test are: the species of test animal, the way the toxin is given, the dose of the toxin. Comparative studies on the mycotoxins produced by *Fusarium* species are further complicated by the rather confusing taxonomy (JAMALAINEN 1970): for example, there are 3–5 different systems for the classification of the *Sporotrichiella* group. In the face of all these difficulties we have to admit that a great deal of work lies ahead before we can settle the major questions relating to *Fusarium* toxicoses.

## REFERENCES

- BAMBURG, J. R. & STRONG, F. M. 1969. Mycotoxins of the trichothecane family produced by *Fusarium tricinctum* and *Trichoderma lignorum*. *Phytochemistry* 8: 2405–2410.
- BILAI, V. I. & PIDOPLICHKO, N. M. 1970. Toksino 'bra-zuyushchie mikroskopicheskie griby i vÿsÿvaemye imi sabolevaniya cheloveka i zhivotnykh. Akad. Nauk Ukr. SSR, 288 p. Kiev.
- JAMALAINEN, E. A. 1970. Report of the meeting of the *Fusarium* discussion group in Finland. *Ann. Acad. Sci. Fenn. A IV Biol.* 168: 3–6.
- JOFFE, A. Z. 1960. The mycoflora of overwintered cereals

- and its toxicity. Bull. Res. Counc. Israel. D 9: 101—126.
- 1965. Toxin production by cereal fungi causing toxic alimentary aleukia in man. Mycotoxins in Feedstuffs. ed. G.N. Wogan. Mass. Inst. Techn. Pr. Cambr., Mass.
- KORZHEVENKO, L. A. 1969. Vliyanie kul'tural'noi zhidkosti griba *Fusarium* na sposobnost' tkani tsenral'noi nervnoi sistem̄ sorbirovat' neutraln̄yi krasnȳi [Effect of cultural liquid of fungus *Fusarium* on the ability of central nervous tissue to absorb neutral red.] Trudy vses. Inst. Vet. Sanit. 34: 83—85.
- KOSURI, N. R., GROVE, M. D., YATES, S. G., TALLENT, W. H., ELLIS, J. J., WOLFF, J. A. & NICHOLS, R. E. 1970. Response of cattle to mycotoxins of *Fusarium tricinctum* isolated from corn and fescue. J. Amer. Vet. Med. Ass. 157: 938—940.
- KVASHNINA, E. S. 1968. Toksiko-biologicheskie svoïstva gribov roda *Fusarium*, vÿsÿayushchikh mikotoksikozÿ u zhivotnykh. [Toxic and biological properties of *Fusarium* species associated with mycotoxicoses in animals.] Trudy vses. Inst. eksp. Vet. 35: 341—349.
- KURMANOV, I. A. 1968. Nekotorÿe voprosÿ fuzariotoksikoza zhivotnykh. Veterinarija 45, 9: 53—56.
- MIROCHA, C. J., CHRISTENSEN, C. M. & NELSON, G. H. 1968. Toxic Metabolites produced by fungi implicated in mycotoxicoses. Biotechn. Bioengin. 10: 469—471.
- PALUYSIK, M., SZÉP, I. & SZÖKE, F. 1968. Data on susceptibility to mycotoxins of day-old goslings. Acta Vet. Acad. Sci. Hung. 18: 363—372.
- PRENTICE, N. & DICKSON, A. D. 1968. Emetic material associated with *Fusarium* species in cereal grains and artificial media. Biotechn. and Bioeng. 1 C: 413—427.
- SEEMÜLLER, E. 1968. Untersuchungen über die morphologische und biologische Differenzierung in der *Fusarium*-Sektion Sporotrichiella. Mitt. Biol. Bundesanst., Berlin-Dahlem, 127, 93 p.
- WOLLENWEBER, H. W. & REINKING, O. A. 1935. Die Fusarien, ihre Beschreibung, Schadwirkung und Bekämpfung, 355 p. Berlin.
- YATES, S. G., TOOHEY, H. L. & ELLIS, J. J. 1970. Survey of tall-fescue pasture: correlation of toxicity of *Fusarium* isolates to known toxins. Appl. Microbiol. 19: 103—105.
- YLIMÄKI, A. 1971. Sträsädeskördens svampflora och dess inverkan på skördens användbarhet. NJF kongr. 1971, Seks. 4: 11—15.

MS received 30 October 1971

Eeva-Liisa Korpinen  
College of Veterinary Medicine  
Dept. of Microbiology and Epizooology  
SF-00550 HELSINKI 55  
Finland

Aarre Ylimäki  
Agricultural Research Centre  
Dept. of Plant Pathology  
SF-01300 TIKKURILA  
Finland

## SELOSTUS

### Eräiden *Fusarium*-kantojen toksisuudesta

EVA-LIISA KORPINEN

Eläinlääketieteellinen korkeakoulu,  
Mikrobiologian ja epizooologian laitos, Helsinki

AARRE YLIMÄKI

Maatalouden tutkimuskeskus,  
Kasvitautilien tutkimuslaitos, Tikkurila

Kirjoittajat tutkivat 19 *Fusarium*-sienen kykyä muodostaa toksiineja koeolosuhteissa. Sienet kuuluivat *F. poae*, *F. tricinctum*, *F. sporotrichioides*, *F. moniliforme* -lajeihin. Kaikki sienet olivat peräisin epäillyistä sienimyrkytystapauksista. *Fusarium*-sieniä kasvatettiin steriloidulla vehnä-ohra-aurajyväseoksella yhden kuukauden ajan käyttäen kolmea erilaista lämpötilaa. Homeisia jyviä syötettiin valkoisille hiirille 14 vrk ajan. Useimmat hiiret kuolivat

kokeen aikana. Lämpötila ei näyttänyt suuresti vaikuttavan toksiinin muodostumiseen. Sairastuneiden hiiren kliiniset oireet ja patologis-anatomiset muutokset kuvataan. Artikkelissa pohditaan toksisuuskokeen luotettavuutta, toksisten kantojen yleisyyttä ja sitä merkittävyyttä, mikä toksisten kantojen löytymiselle epäillyistä näytteistä voitaisiin antaa.



# OCCURRENCE OF POTATO RING ROT CAUSED BY CORYNEBACTERIUM SEPEDONICUM (SPIECK. & KOTTH.) IN FINLAND

ESKO SEPPÄNEN and HEIKKI HEINÄMIES

SEPPÄNEN, E. & HEINÄMIES, H. 1971. **Occurrence of potato ring rot caused by *Corynebacterium sepedonicum* (Spieck. & Kotth.) in Finland.** Ann. Agric. Fenn. 11: 315—319.

Alltogether 542 seed potato samples containing 321 tubers on average, were collected from farmers and analysed, the aim being to gain some idea of the occurrence of potato ring rot in Finland. The causal agent of the disease was isolated and identified.

In this first phase of the work ring rot was found to be rather common in Ostrobothnia but only to occur sporadically in other parts of the country. Numerous stocks of the varieties Pito, Record, and Eigenheimer grown in Ostrobothnia are contaminated, but the degree of infection is low, 1.2 to 2.2 per cent on average. These samples gave no clue to the source of infection.

## Introduction

Potato ring rot is one of the most feared potato disease. The causal agent of ring rot, *Corynebacterium sepedonicum*, was first isolated in Germany (SPIECKERMANN 1910) and since then the disease has been reported from various parts of Europe (JØRSTAD 1932, LEPIK 1935, BELOVA 1940, SALZMANN 1947, BARIBEAU 1948, GRAN-HALL 1961, HOLMBERG 1966, RØED 1969, HELLQVIST 1970, von ROSEN 1970). In Sweden it was described by WULFF as long ago as 1908, although, according to HOLMBERG (1966), ring rot was probably confused with other diseases and was not reliably identified until 1956. In the United States it was a very serious problem during the latter half of the 1930s (BONDE 1939).

There is no information about the incidence of ring rot in Finland. But in 1970 the National Institute for Plant Protection in Sweden detected potato tubers with ring rot disease in a consignment of table potatoes imported from Finland and the occurrence of the disease has become a matter of importance. During the winter of 1971 Mr. O. Ulvinen, of the State Seed Testing Station, detected tubers with clear symptoms of ring rot in a seed sample. Some weeks later, tubers with ring rot were found at the South Ostrobothnia Agricultural Experimental Station. In spring 1971 mapping of the occurrence of ring rot in Finland was started, and this paper is the first report on the subject.

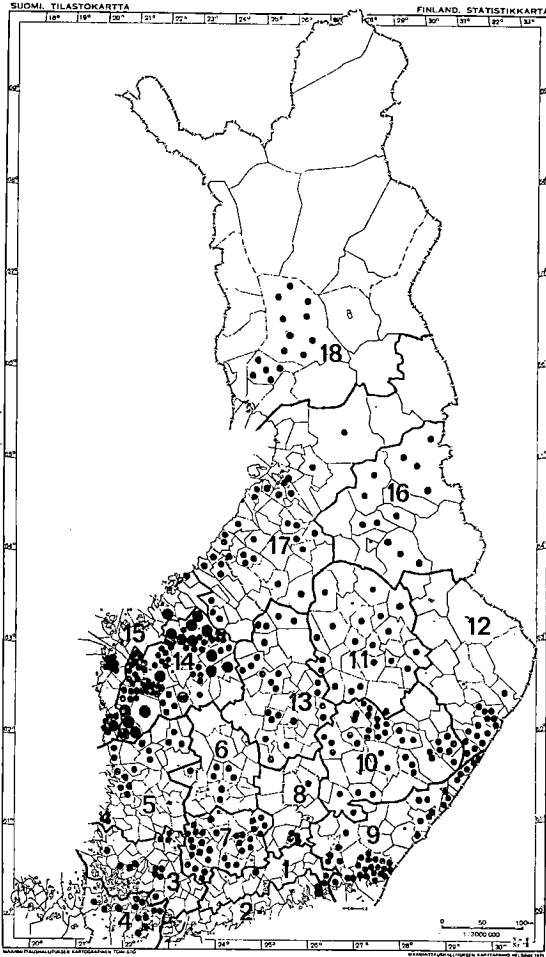


Fig. 1. The distribution of the samples. Small circle = one sample, great circle = 10 samples.  
*Kuva 1. Näytteiden alkuperä. Pieni ympyrä = yksi näyte, iso ympyrä = 10 näytettä.*

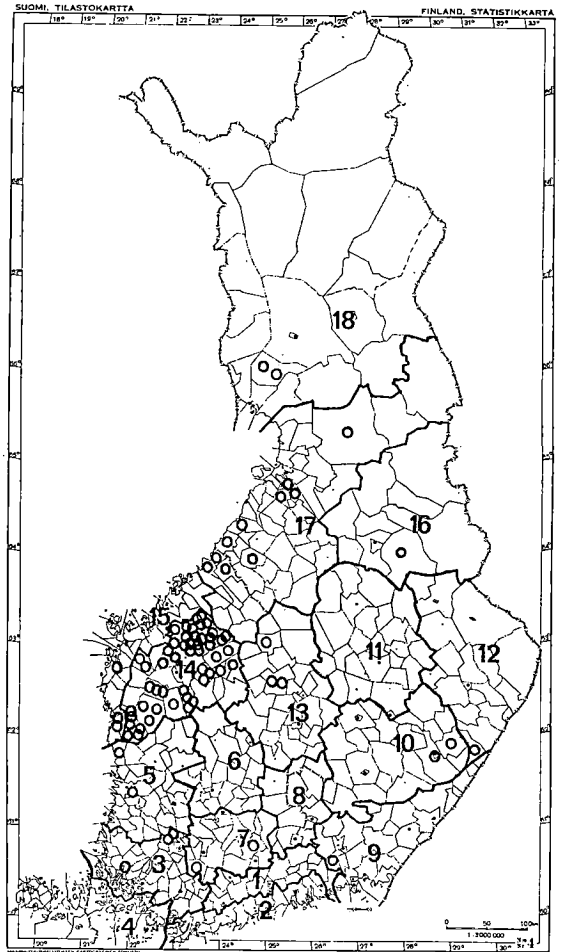


Fig. 2. The occurrence of ring rot in Finland in 1971, preliminary results.  
*Kuva 2. Rengasmädän esiintyminen Suomessa 1971 alustavien tulosten mukaan.*

## Material and methods

Since the mapping of the occurrence of ring rot in the whole country is bound to take many years, priority was given to examining potato stocks grown by farmers specializing in potatoes. Seed potato samples were collected from all parts of the country, but mostly from South Ostrobothnia (number 14 on the maps), which is the main potato-growing area in Finland and supposed to be the part most heavily infected with ring rot. Some data on the material is presented in Table 1, and the distribution of the samples in Fig. 1. Samples of 400 tubers were requested

but seldom obtained, the average being only 321 tubers. In Sweden the number of tubers examined according to HOLMBERG (1966) and HELLQVIST (1970) has been 200 to 1 000 tubers and in some cases even more. As a sample is intended to represent, on average, a potato crop of about 5 tons or 2 ha, the samples from crops larger than average can hardly be considered representative. However, the results provide a good basis for continuation of the study.

Farmers were also asked to supply information about the origin of every potato sample ex-

Table 1. Occurrence of ring rot in seed potato samples collected in 1971.

Taulukko 1. Keväällä 1971 kerättyjen rengasnäytteenäytteiden jakautuminen ja analyysitulokset leikkkeitain ja maatalouskeskuksittain.

1 = no. of samples — näytteiden lukumäärä

2 = no. of diseased samples — tautisten näytteiden lukumäärä

3 = average degree of infection in contaminated samples (%) — tautisten näytteiden keskimääräinen tautisuusaste %

Agricultural District Advisory Agency Central Maatalouskeskus	Pito			Record			Eigenheimer			Bintje			Jaakko			Other varieties Muut lajikkeet			Total Yhteensä			Area represented by the samples Näytteiden etualueen pinta-ala		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Total Yhteensä	Mean Keskiarvo	
	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	
1, 2 Uusimaa and Nylands svenska lantbrukssällskap	7	1	0.2	3	2	0.5	—	—	—	4	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	1.0	
3 Varsinais-Suomi	1	0	0	2	0	0	—	—	—	2	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	2.2	
4 Finska Hushållings-sällskap	4	0	0	7	2	1.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	1.4	
5 Satakunta	4	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24	3.0	
6 Pirkanmaa	11	2	0.8	5	0	0	—	—	—	4	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	1.4	
7 Hämeen lääni	4	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	3.2	
8 Itä-Häme	4	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	2.7	
9 Kymen lääni	10	0	0	4	0	0	—	—	—	17	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	48	1.2	
10 Mikkelin lääni	25	1	0.2	5	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	127	3.4	
11 Kuopion lääni	13	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	52	2.6	
12 Pohjois-Karjala	6	0	0	7	1	0.5	—	—	—	1	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28	1.9	
13 Keski-Suomi	16	3	2.6	1	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	36	1.6	
14 Etelä-Pohjanmaa	94	29	1.6	60	10	1.4	—	—	—	9	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	453	2.0	
15 Österbottens svenska lantbrukssällskap	4	2	1.0	18	0	0	—	—	—	5	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	93	2.8	
16 Kainuu	6	0	0	2	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	0.9	
17 Oulun lääni	13	6	3.2	6	3	1.4	—	—	—	1	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	84	2.6	
18 Lapin lääni	6	2	2.1	3	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	0.5	
Total — Yhteensä	224	46	1.8	123	18	1.3	—	—	—	43	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 159	2.1	
Mean — Keskiarvo																								

amed and to state the names of other varieties grown on the farm during the last 20 years to give a lead to the sources of infection.

For analysis the tubers were cut into two or more pieces and the presence of the disease was determined visually. This method, although not absolutely reliable, was quick and useful for routine analyses.

From some tubers with symptoms indicating ring rot the causal agent of the disease was isolated. Half tubers were washed carefully and a fresh surface was cut, a piece of the diseased tissue was transferred to potato-dextrose-agar

(Difco) and the cultures were incubated at about 20 °C. After 6 days on the agar, tiny, raised, translucent, greyish colonies of bacteria were observed. The bacteria were roundish, Gram-positive, nonsporeforming and noncapsulated. They were able to utilize glucose but not lactose as a carbohydrate source. The bacterium isolated did not generate hydrogen sulphide and no gas formation was observed; it was non-motile. According to BURGHOLDER (1948), the bacterium is in all probability *Corynebacterium sepe-donicum*.

### Results and conclusions

The bulk of the samples, 64 % consisted of the potato varieties most widely grown in Finland, Record and Pito. The seed stocks from which the samples were taken represent about 2 % of the total area under potatoes in Finland in 1971. Naturally, this material is too small to give a reliable picture of the occurrence of ring rot, and only justifies cautious conclusions.

Symptoms of potato ring rot were found in 79 samples out of 542. The distribution of the disease is shown in Fig. 2, including a couple of finds detected at the State Seed Testing Station. Most of the diseased samples were from Ostrobothnia (districts 14, 15, and 17 in Table 1 and Fig. 2). As regards the proportion of diseased samples, the situation was worst in district 17, where one sample in three was contaminated. Future work should be concentrated on this district. In other parts of the country ring rot was detected only sporadically, and in many cases the contaminated seed stocks originated from Ostrobothnia. When more material has been analysed the picture may change.

Pito, Record, Eigenheimer, and Bintje were the only varieties for which sufficient samples were obtained to give a picture of the rate of the disease. The Finnish variety Pito, which was introduced commercially as recently as 1964, was often contaminated, one sample out of five on average being diseased. The situation was

about the same with Eigenheimer. Of the samples of Record, one out of seven on average was diseased. In the variety Bintje, which has only recently been grown in Finland, we did not find ring rot.

The degree of infection, i.e. the number of diseased tubers, was not high in any sample. The highest actual degree of infection (7.4 % in Pito) and the highest average degree of infection (2.2 % in Eigenheimer) are low compared with the figures for Sweden (HOLMBERG 1966), where the highest degree was 55 % (in Eigenheimer) and the average 25 % (in King Edward VII), and where Mandel was often 10–12 % infected. BONDE (1939) reported that a degree of infection of 20 to 50 % was not rare.

These samples gave no clue to the sources of infection. All we know is that the disease has existed in Ostrobothnia for a long time but was only noticed recently. It is probable that Eigenheimer, the main variety grown in Ostrobothnia since the 1950s, has acted as a reservoir of infection (cf. HOLMBERG 1966). The next step in this project will be to discover exactly what role it plays. As regards the original source of the infection there are many possibilities; the disease may have come from Germany, as HOLMBERG (1966) supposes in the case of Sweden, but equally well from Sweden or even from Estonia.

## REFERENCES

- BARIBEAU, B. 1948. Bacterial ring rot of potatoes. Amer. Potato J. 25: 71—82.
- BELOVA, O. D. 1940. [Ring rot of potato and its control.] C. R. Pan-sov. V. I. Lenin Acad. Agric. Sci. Moscow 19: 21—26. (Ref.: Rev. Appl. Mycol. 20: 419.)
- BONDE, R. 1939. Bacterial wilt and soft rot of the potato. Amer. Potato J. 16: 109—114.
- BURKHOLDER, W. H. 1948. Family Corynebacteriaceae Lehman and Neumann. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology p. 381—411. Baltimore.
- GRANHALL, I. 1961. Potatisens ringrötter i Europa. Växtskyddsnot. 25: 88—90.
- HELLQVIST, H. 1970. Åtgärder mot ringbakterios i potatis i Västerbottens och Norrbottens län under åren 1960—1969. Contr. Nat. Swed. Inst. Plant. Prot. 14: 385—402.
- HOLMBERG, C. 1966. Ringbakterios eller bakteriell ringröta i potatis. Contr. Nat. Swed. Inst. Plant. Prot. 13: 261—279.
- JØRSTAD, I. 1932. VII. Sopp- og bakteriesykdommer på poteter. Beretning om plantesykdommer i land- och hagebruget. Oslo.
- LEPIK, E. 1935. Eine eigenartige Ringfäule der Kartoffel. Kartoffelbau 19: 121.
- RØED, H. 1969. Potetringbakteriosen. Landbr. Årbok 1969: 256—261.
- ROSEN, H. von 1970. Åtgärder mot potatiskräfta, ringröta och andra karantänsskadegörare under åren 1966—1969. Contr. Nat. Swed. Inst. Plant. Prot. 14: 298—317.
- SALZMANN, R. 1947. Über die Bakterienringfäule der Kartoffeln. Schweiz. Landwirtsch. Mh. 25: 317—321.
- SPIEKERMAN, A. 1910. Über eine noch nicht beschriebene bakterielle Gefässerkrankung der Kartoffelpflanze. Zbl. Bakt. Parasit. Infekt.-Krankh. Hyg. Abt. II 27: 205.
- WULFF, TH. 1908. Stjälkbakterios och ringbakterios hos potatis. Kungl. Lantbr.akad. Handl.

MS received 11 November 1971

Esko Seppänen and Heikki Heinämies  
Agricultural Research Centre  
Dept. of Plant Pathology  
SF-01300 TIKKURILA, Finland

## SELOSTUS

### Perunan rengasmädän (*Corynebacterium sepedonicum*) esiintymisestä Suomessa

ESKO SEPPÄNEN ja HEIKKI HEINÄMIES

Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvitautilien tutkimuslaitos, Tikkurila

Kasvitautilien tutkimuslaitoksella aloitettiin keväällä 1971 perunan rengasmädän levinneisyyden ja yleisyyden selvittäminen. Kaikkiaan 542 siemenperunanäytettä, joissa oli keskimäärin 321 mukulaa, kerättiin maan eri osista. Näytteiden jakautuminen eri lajikkeiden ja maatalouskeskusten kesken selviää taulukosta 1 ja kuvasta 1. Näytteiden edustama peruna-ala on noin 2 % maamme koko perunanviljelyalasta v. 1971.

Muutamista tautisista näytteistä eristettiin ja määritettiin rengasmädän aiheuttaja *Corynebacterium sepedonicum* (Spieck. & Koth.).

Rengasmätää todettiin 79 näytteessä. Yleisimmin sitä esiintyi Pohjanmaalla ja vain yksittäisinä tapauksina

muualla maassa (kuva 2). Tutkimuksen jatkuessa saattaa nyt saatu kuva muuttua. Lajikkeista vain Pito, Record, Eigenheimer ja Bintje olivat niin runsaasti edustettuina, että voitaisiin tehdä johtopäätöksiä niiden tautisuudesta. Kolme ensinmainittua olivat melko yleisesti saastuneita, mutta Bintjessä ei tautia todettu.

Tautisuusaste oli verrattain alhainen. Korkein saastumisaste tavattiin Pito-näytteessä, 7.4 %, ja korkein saastuneiden erien keskiarvo 2.2 % oli Eigenheimerilla.

Saastunnan lähteen selvittäminen ei ollut mahdollista vielä tämän aineiston perusteella. On kuitenkin todennäköistä, että Eigenheimerilla, Pohjanmaalla yleisimmin viljellyllä perunalla on siinä huomattava merkitys.

# THE EFFECT OF GLIOCLADIUM DELIQUESCENS SOPP ON THE DECAYING CAPACITY OF SOME DECAY FUNGI

TAUNO KALLIO and ARVI SALONEN

KALLIO, T. & SALONEN, A. 1972. **The effect of *Gliocladium deliquescens* Sopp on the decaying capacity of some decay fungi.** Ann. Agric. Fenn. 11: 320—322.

A laboratory study was made concerning the effects of *Gliocladium deliquescens* on the decaying ability of *Merulius lacrymans*, *Lenzites sepiaria*, *Peniophora gigantea* and *Stereum sanguinolentum*. The investigation was carried out by the agar-block techniques and spruce (*Picea abies* L.) wood was used. The result obtained supports the view that *G. deliquescens* inhibits the growth of decay fungi and may even destroy their mycelium.

## Introduction

*G. deliquescens* has been isolated in Japan e.g. from forest soil, and from the bark as well as the sapwood of bed-logs used for cultivating the Shiitake mushroom (*Lentinus edodes* (Berk.) Sing.) for human consumption, and from the stroma of *Hypocrea* spp. (KOMATSU and INADA 1969). *G. deliquescens* has also occurred as the mycoparasite of three fungi pathogenic to rice (HASHIOKA and FUKITA 1969). This fungus destroyed the mycelia of e.g. *Trametes sanguinea* (L. ex Fr.) and inhibited the mycelial growth of *Lenzites betulina* (L. ex Fr.) (NAGATOMA 1964).

When *Fungi imperfecti* species growing on wood material were isolated at the Helsinki University, Institute of Plant Pathology, it was found that under natural conditions *G. deliquescens* often grows alone. It was sometimes accompanied by *Fungi imperfecti* species but was seldom seen to grow in wood material together with *Basidiomycetes* species. It was therefore considered useful to carry out a laboratory study concerning the effect of *G. deliquescens* on the decaying ability of some common decay fungi.

## Material and methods

The investigation was carried out as a 12-week decay experiment in the laboratory, using malt agar substrate and 2 × 2 × 2 cm cubes of spruce (*Picea abies* L.) sapwood (agar-block techniques). The fungi were inoculated onto malt agar in Erlenmeyer flasks kept at a tem-

perature of + 22 °C and an air humidity of 70 per cent. When the agar surface was covered with fungal mycelium, a sterilized cube of wood, balanced on the angle of a bent glass rod, was lowered onto the culture. The decaying capacity of the fungi was determined as the percentage

loss in the original dry matter weight of the wood. *Gliocladium deliquescens* Sopp and the following decay fungi were involved in the experiment: *Merulius lacrymans* Wulf. ex Fr., *Lenzites sepiaria* (Wulf. ex Fr.) Fr., *Peniophora gigantea* (Fr.) Masee, and *Stereum sanguinolentum* (Alb. Schw.) Fr. The first-mentioned fungus had been isolated from a pine (*Pinus silvestris* L.) stump in South Finland (Yläne) in 1970.

The study material was divided into five groups. In the first group, the decaying capacity of the fungi involved in the experiment was investigated by growing each species separately in pure culture. The second group consisted of cultures onto which *G. deliquescens* was first inoculated. When the agar was covered with fungal mycelium the wood cubes were lowered onto it, on a glass rod, to decay. They were left in position for 5 days, after which a circular piece of the culture of each decay fungus, diameter 4.7 mm and thickness about 3 mm, was transferred onto the *G. deliquescens* mycelium on the agar and placed next to the wood cube, making sure that the mycelium of the decay fungus was touching the wood. The third group of the cultures was tested in a similar way except that the mycelia of the decay fungi were not transferred onto the *G. deliquescens* mycelium, next to the piece of wood, until after 10 days. In the fourth and fifth groups, the decay fungi were first inoculated onto the agar growth substrate. Five and 10 days, respectively, after the wood cubes had begun to decay, pieces of *G. deliquescens* mycelium were transferred next

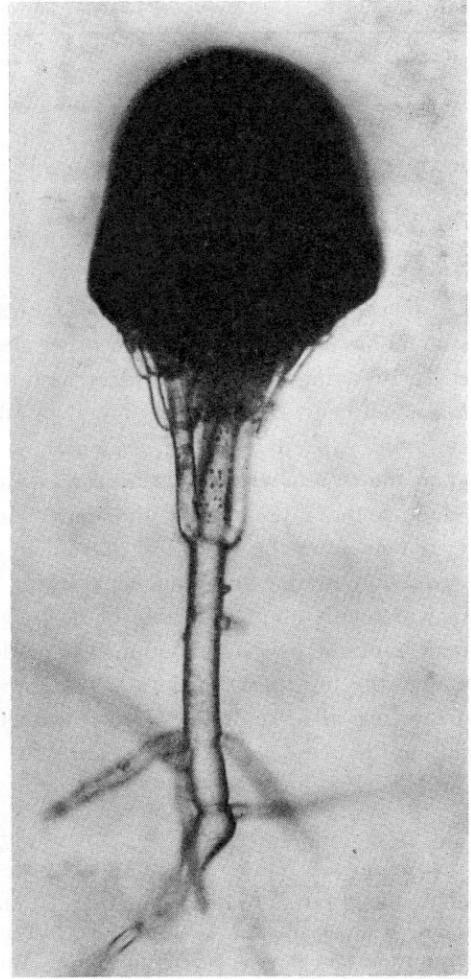


Fig. 1. *Gliocladium deliquescens* Sopp.

to them. All the decaying wood cubes remained on the mycelium for a total of 12 weeks.

## Results and discussion

The results of the decay experiments are presented in Table 1. *G. deliquescens* was able to grow on the wood, but caused no appreciable loss in its weight during the 12 weeks. The most efficient decay fungus in the experiment was *M. lacrymans*. None of the decay fungi were able to decay wood that had first been infected by *G. deliquescens*.

When *M. lacrymans* had been growing on the

piece of wood for five days before the inoculation of *G. deliquescens* onto the substrate, the decaying capacity of *M. lacrymans* decreased from 13.2 to 10.0 per cent. The corresponding reduction in the decaying capacity of *L. sepiaria* was from 11.6 to 4.2 per cent. Of the *P. gigantea* mycelium, only individual hyphae were microscopically visible on the agar surface at the end of the experiment. With the naked eye, it seemed

Table 1. Loss of dry matter weight of spruce sapwood, per cent. (Each result is the mean of 5 decay experiments.)

The fungus	Each fungus alone for 12 weeks	G. deliquescens first, and the relevant decay fungus		The decay fungus first, and G. deliquescens	
		5 days later	10 days later	5 days later	10 days later
<i>G. deliquescens</i> .....	0.0				
<i>M. lacrymans</i> .....	13.2	0.0	0.0	10.0	5.2
<i>L. sepiaria</i> .....	11.6	0.0	0.0	4.2	6.5
<i>P. gigantea</i> .....	2.8	0.0	0.0	1.1	0.0
<i>S. sanguinolentum</i> .....	3.1	0.0	0.0	3.2	1.7

as if *P. gigantea* had disappeared without a trace. On this point it differed from the other decay fungi. Its decaying capacity had decreased from 2.8 to 1.1 per cent. *G. deliquescens* failed to affect the decaying capacity of *S. sanguinolentum*.

When the *G. deliquescens* mycelium was transferred onto the mycelium of the decay fungi ten days after the wood had started to rot, the reduction in the decaying capacity of the fungi was, with the exception of *L. sepiaria*, greater than when the inoculation was made 5 days after the beginning of decay. The growth substrates of all the fungi were completely dominated by *G. deliquescens* mycelium at the

end of the experiment. It was remarkable that *P. gigantea* had disappeared without a trace, from all of its 5 cultures.

The result obtained supports the view that *G. deliquescens* inhibits the growth of decay fungi and may even destroy their mycelium (NAGATOMA 1964, KOMATSU and INADA 1969). On the basis of earlier studies in Finland (KALLIO 1971), *P. gigantea* is known to compete efficiently against air-borne infection of *F. annosus* on the cut stump surfaces of spruce (*Picea abies* (L.)). The present results revealed that in spruce wood, under laboratory conditions, *G. deliquescens* apparently is superior to *P. gigantea*.

## REFERENCES

- HASHIOKA, Y. & FUKITA, T. 1969. Ultrastructural observations on mycoparasitism of *Trichoderma*, *Gliocladium* and *Acremonium* to phytopathogenic fungi. Rep. Tottori Mycol. Inst. (Japan) 7: 8–10.
- KALLIO, T. 1971. Protection of spruce stumps against *Fomes annosus* (Fr.) Cooke by some wood-inhabiting fungi. Acta For. Fenn. 117.
- KOMATSU, M. & INADA, S. 1969. *Trichoderma viride*, as an antagonist of the wood-inhabiting *Hymenomycetes*. IX. Antifungal action of *Trichoderma*, *Gliocladium* and other species of *Hypocrea* to *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. Rep. Tottori Mycol. Inst. (Japan) 7: 19–26.
- NAGATOMA, I. 1964. On *Trametes sanguinea* (L. ex Fr.) Lloyd causing the white-rot of coniferous and broad-leaved woods. Bull. Kyoto Gakugei Univ., Ser. B. 25: 45–70. (Biol. Abstr. 49 (7), 37051, 1968.)

MS received 28 February 1972

Tauno Kallio and Arvi Salonen  
University of Helsinki  
Dept. of Plant Pathology  
SF-00710 HELSINKI 71, Finland

## SELOSTUS

### **G. deliquescensin vaikutus muutamien sienien lahottamiskykyyn**

TAUNO KALLIO ja ARVI SALONEN

Helsingin yliopiston Kasvopatologian laitos, Viikki

Laboratoriossa tutkittiin *G. deliquescensin* vaikutusta *M. lacrymansin*, *L. sepiarian*, *P. gigantean* ja *S. sanguinolentu-*

*min* lahottamiskykyyn. *G. deliquescens* esti mainittujen sienien kuusipuussa aiheuttamaa lahoamista.



# OCCURRENCE OF RHYNCHOSPORIUM ORTHOSPORUM CALDWELL ON GRASSES IN FINLAND

KAIHO MÄKELÄ

MÄKELÄ, KAIHO 1972. **Occurrence of *Rhynchosporium orthosporum* Caldwell on grasses in Finland.** Ann. Agric. Fenn. 11: 323—329.

This paper is part of a larger study of the fungi causing leaf-spot diseases which affect the grasses on leys in Finland. The material examined consisted of grasses growing on cultivated grassland or on the borders of fields. The material (c. 2 670 samples) was collected throughout the country in 1966—1970.

*Rhynchosporium orthosporum* Caldwell was observed to occur commonly on cultivated and will grasses in many localities from Helsinki to Lapland. The leaf spots caused by the fungus occurred most in early spring right after the snow had melted as well as later on in summer and autumn. Spores of the fungus were most abundant in the leaves of the grass in early spring and were least abundant in mid summer.

*R. orthosporum* was the most common causer of leaf spot diseases on *Dactylis glomerata* L., during the growing season and in part also under the snow. It was also common on *Alopecurus pratensis* L., especially towards the beginning of the growing season. *R. orthosporum* also occurred commonly on *Phleum pratense* L., *Festuca pratensis* Huds., *Lolium perenne* L., *Poa pratensis* L. and *Festuca rubra* L. On these grasses the significance of *R. orthosporum* was smaller than on the grasses first mentioned.

In addition native spores of *R. orthosporum* were found sporadically on the following species of grass: *Agrostis stolonifera* L., *A. tenuis* Sibth., *Alopecurus geniculatus* L., *Calamagrostis arundinaceae* (L.) Roth., *C. epigeios* (L.) Roth., *Deschampsia caespitosa* (L.) PB., *Lolium multiflorum* Lam. and *Poa annua* L.

## Introduction

*Rhynchosporium orthosporum* Caldwell is the species of *Moniliales*. The fungus was recorded on *Dactylis glomerata* L. in the USA for the first time (CALDWELL 1937). Thereafter this fungus has been reported on this grass species e.g. in the USA (SPRAGUE 1950, ELLIOTT 1962), in Britain (OWEN 1952), in Denmark (SMEDEGÅRD-PETERSEN 1970), in New Zealand (LATCH and WENHAM 1959) and in Japan (KAJIWARA and IWATA 1963). The fungus frequently attacks *Lolium perenne* L. in New Zealand (LATCH 1966). It was recorded in the USA (SPRAGUE 1946) and

in Britain (FOWLER and OWEN 1964). *R. orthosporum* was found on *L. multiflorum* Lam. in the USA (SPRAGUE 1946), in Britain (WILCOX 1960) and on this species and on *L. multiflorum* f. sp. *westerwoldicum* in New Zealand (LATCH 1966), as well as on *Agrostis stolonifera* L., *Alopecurus pratensis* L. and *Calamagrostis canadensis* (Michx.) Beauv. in the USA (SPRAGUE 1946). The fungus thrives in humid, rainy and cool weather (CALDWELL 1937, LATCH and WENHAM 1959, LATCH 1966).

This study is part of a broad research project dealing with spot diseases on grasses growing

on leys with the pathogens causing these diseases (cf. MÄKELÄ 1970, 1971, 1972 a) and with seed borne fungi (cf. MÄKELÄ 1972 b). The study has been in progress at the Department of Plant Pathology, University of Helsinki at Viikki ever since 1966. In addition, this paper is part of a large study on the effects of nitrogen fertilization on the crops and on disease damage to foliage

of silage leys (cf. MÄKELÄ and ILONOJA 1971). The study was carried out during the period 1966—70 at the nation-wide network of the Experiment Stations of the Agricultural Research Centre. The purpose of the present study is to clarify the occurrence of *Rhynchosporium orthosporum* on the most important grasses. It is based on the research materials mentioned above.

### Materials and methods

The material examined covered the diseases that attack grasses growing on leys and the borders of fields. Observation and collection of fungus samples was done during the period between spring thaw and the first real snow-fall in autumn. In addition to Viikki, samples were collected (c. 2 670 samples) at the Muddusniemi Experiment Farm of Helsinki University in Inari, at the Experiment Stations of the Agricultural Research Centre, the Plant Breeding Institute of Hankkija, in Hyrylä, in Vanaja (Hämeenlinna), and in the many other localities.

For the present study leys with the following grass species and varieties were established at Viikki and at Muddusniemi. All the leys were

pure stands. Bent grass (*Agrostis stolonifera* L., *A. tenuis* Sibth.), meadow foxtail (*Alopecurus pratensis* L.), smooth brome (*Bromus inermis* Leyss.), cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.), meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.), red fescue (*F. rubra* L.), English ryegrass (*Lolium perenne* L.), timothy (*Phleum pratense* L.) and smooth stalked meadow grass (*Poa pratensis* L.). The nitrogen fertilization was held at a low level so that the stands would keep free from *Erysiphe graminis* DC damage. Irrigation was not used. The leys were cut from one to three times during summer.

At the Experiment Stations of the Agricultural Research Centre specimens were collected from silage leys set aside for study on the

Table 1. Frequent conidia of *Rhynchosporium orthosporum* (%), B) in the samples researched (A) in different localities in 1966—1970

Locality	<i>Alopecurus pratensis</i>		<i>Dactylis glomerata</i>		<i>Festuca pratensis</i>		<i>Festuca rubra</i>		<i>Lolium perenne</i>		<i>Phleum pratense</i>		<i>Poa pratensis</i>	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
U: Helsinki, Viikki <sup>1</sup> .....	98	41	175	66	275	23	96	18	107	26	186	22	70	21
Helsinki, Viikki <sup>2</sup> .....	—	—	253	82	219	21	—	—	—	—	173	33	—	—
Tikkurila .....	—	—	45	47	80	29	—	—	—	—	25	28	—	—
Hyrylä (Anttila) .....	6	50	15	60	5	20	10	10	15	6	10	10	15	27
V: Mietoinen .....	—	—	30	83	40	48	—	—	—	—	8	63	—	—
EK: Anjala .....	—	—	9	78	9	44	—	—	—	—	—	—	—	—
EH: Hämeenlinna .....	30	13	30	70	9	56	10	10	—	—	40	60	10	30
Pälkäne .....	—	—	15	87	15	27	—	—	—	—	—	—	—	—
St: Peipohja .....	3	0	60	67	60	45	3	33	10	40	16	31	3	33
ES: Mikkeli .....	3	67	50	98	50	28	—	—	—	—	12	42	4	25
PH: Laukaa .....	—	—	20	65	20	25	—	—	—	—	—	—	—	—
EP: Ylistaro .....	—	—	15	60	15	40	—	—	—	—	—	—	—	—
KP: Toholampi .....	—	—	30	43	30	30	—	—	—	—	6	33	—	—
PP: Ruukki .....	—	—	2	0	10	30	—	—	—	—	27	41	—	—
InL: Inari (Muddusniemi) .....	28	50	12	83	10	25	6	67	3	67	20	75	10	50
Total, No	168		761		847		125		135		523		112	
Mean, %		38		73		27		19		27		33		26

<sup>1</sup> Leys for cutting

<sup>2</sup> Leys for seed production

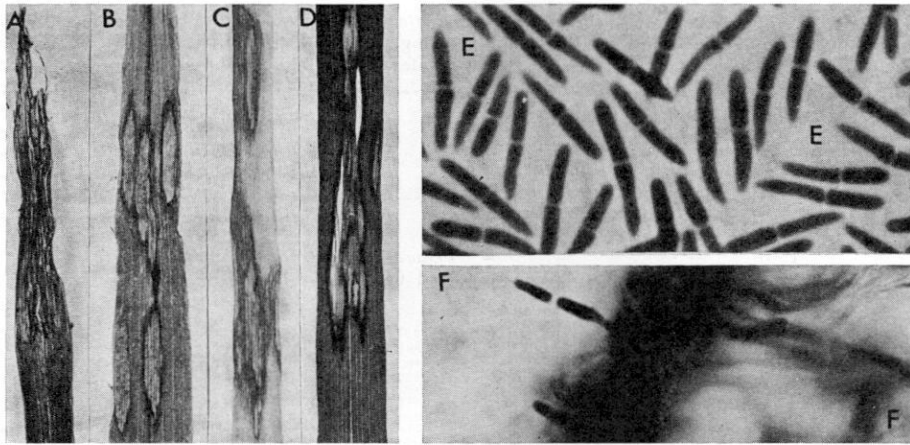


Fig. 1. *Rhynchosporium orthosporum* on *Dactylis glomerata*, A-D: lesions on the leaves,  $\times 1$ ; E: the conidia of the fungus,  $\times 1\ 000$ ; F: the growing mycelia and conidia,  $\times 750$ .

effects of nitrogen fertilization. The various amounts of fertilizer 0 kg N kg/ha—600 N kg/ha of pure nitrogen ( $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4$ ) were applied three times in the summer. The leys were pure cocksfoot, meadow fescue and timothy leys. The age of all the leys varied from 1—4 years.

The study was based chiefly on collections of

fresh material. Conidia produced in natural infestations were chiefly examined. Slides of the fungus material were preserved in lactic-acid, and lactophenol solution where the conidia were also measured and photographed. From (5) 10 to 50 conidia were measured for each sample.

## Results

### Occurrence of *Rhynchosporium orthosporum* on grasses

In this study *Rhynchosporium orthosporum* was observed (Table 1) in a good 40 % of the grass samples that were collected throughout the country (c. 2 670 samples). The fungus was most common on cocksfoot (*Dactylis glomerata*), occurring in over 70 % of the samples examined (c. 760 samples). On timothy (*Phleum pratense*) and on meadow fescue (*Festuca pratensis*) the fungus occurred to a considerably lesser extent, in about 1/3 of the samples examined. For the other grass species (*Festuca rubra*, *Lolium perenne*, *Poa pratensis*) there were fewer samples from fewer localities. Of these, *R. orthosporum* was observed in 1/4—1/5 of the samples. On meadow foxtail (*Alopecurus pratensis*) *Rhynchosporium* spp. occurred in about 40 % of the samples (c. 170 samples).

*Rhynchosporium orthosporum* was furthermore observed sporadically in certain other grass species in accordance with the following list: on

*Agrostis stolonifera* L., *A. tenuis* Sibth., *Alopecurus geniculatus* L., *Calamagrostis arundinaceae* (L.) Roth., *C. epigeios* (L.) Roth., *Deschampsia caespitosa* (L.) PB., *Lolium multiflorum* Lam. and *Poa annua* L.

*R. orthosporum* caused on the leaves of grasses spots which varied in colour, shape and size even on the same grass species. In early spring leaves containing conidia of the fungus were mainly dead (Fig. 1 A). When the grass started

Table 2. Duration of the snow deck and appearance of conidia of *Rhynchosporium* species on grasses at Viikki in 1967—1970

Year	Snow deck		Appearance of conidia	
	Melted	Snowed	in Spring	in Autumn
1967	Apr. 1	Dec. 5	Apr. 3	Nov. 24
1968	Mar. 27	Dec. 19	Mar. 28	Sept. 12
1969	Apr. 15	Nov. 30	Apr. 10	Nov. 20
1970	Apr. 24	Nov. 5—19 Dec. 15— Jan. 24. 1971	Apr. 21	Nov. 24 Jan. 13. 1971

Table 3. The average frequency of conidia of *Rhynchosporium orthosporum* on the leaves of the different grasses on cut leys in the beginning (1), middle (2) and end (3) of the growing season at Viikki in 1967 ○, 1968 ●, 1969 + and 1970 z. ○, ●, +, z = little, ○○, ●●, ++, zz = moderate, ○○○, ●●●, +++, zzz = abundant.

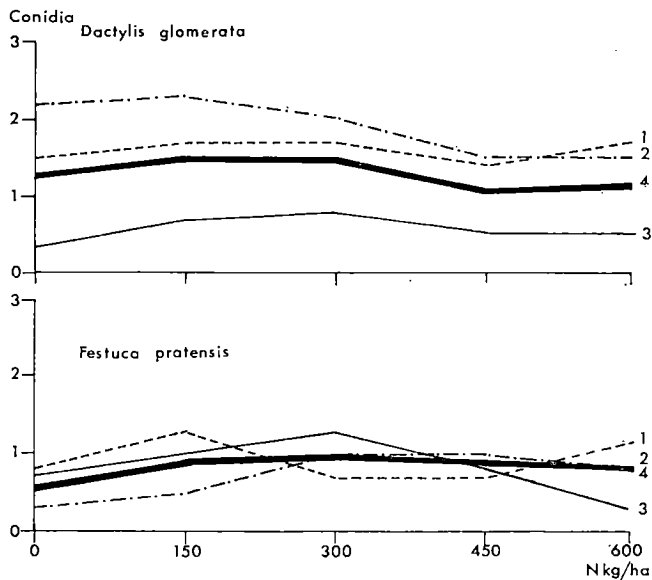
Grass	Year established	Conidia			Grass	Year established	Conidia		
		1	2	3			1	2	3
<i>Agrostis</i> sp. Bent grass	1967	++ z		○○ ●	<i>Festuca rubra</i> Red fescue	1966	○ ● +		●
	1968	++	+ z	++ z		1967	● ++ z	+	○
<i>Alopecurus pratensis</i> Meadow foxtail	1966	○ ●●● ++ zz	○ ● ++ z	○○ ○ ●	<i>Lolium perenne</i> English ryegrass	1966	● ++ z	○	○○ ● ++
	1967	●● +	+	● +		1967	●● ++ z	+	+
<i>Dactylis glomerata</i> Cocksfoot	1966	○○ ●●● +++ z	○ ●●● + z	○○ ●● +++ z	<i>Phleum pratense</i> Timothy	1966	○○ ●● +++ z	+	○○ ●
	1967	●●● +++ z	●● ++ z	○○ ●●● ++ z		1967	● +++ z		○ ●
<i>Festuca pratensis</i> Meadow fescue	1966	○ ●● ++ z	+	○○ ●● +	<i>Poa pratensis</i> Smooth stalked meadow grass	1966	○ ● ++ z	○	●●
	1967	● +++ z	+	●		1967	+	+	
	1968	++	+	+	1968	+	+	z	

to grow, the sick leaves nearly disappeared (cf. WILCOX 1960). Later in summer and in autumn the most common lesions were vaguely-defined spots of different sizes which occurred here and there on the leaf, often joining together and killing a major portion of the tissue of the leaf (Fig. 1 B, C). Often leaves of this sort were also dead at the tip. On *Dactylis glomerata* and *Phleum pratense* the spots were most often rust brown — oak brown in hue, on *Lolium* and

*Festuca* species, tobacco brown — greyish brown colour. Of lesser occurrence were spots that were grey — bluish grey in the middle and brown round the edges (Fig. 1. D) (cf. CALDWELL 1937, OWEN 1952, SMEDEGÅRD-PETERSEN 1970).

Conidia of *Rhynchosporium orthosporum* (Fig. 1 E) were hyaline and generally two septa, though 3 (4) septa conidia occurred rather commonly on *Dactylis glomerata* (cf. SPRAGUE

Fig. 2. Frequency of the conidia of *Rhynchosporium orthosporum* on *Dactylis glomerata* and *Festuca pratensis* silage leys cut three times per summer in nitrogen fertilization trials 0–600 kg N/ha at Tikkurila (1), Mietoinen (2), Peipohja (3) and mean (4) in 1969, 1 = little, 2 = moderate, 3 = abundant.



1950). There were rather small differences in the size of the spores between the different species of grass. The size of conidia (about 3 300) on *D. glomerata* was (6) 14.7 (30)  $\mu$  long, (0.8) 2.6 (4.0–7.0)  $\mu$  wide. In the present study the size and form of conidia of *R. orthosporum* were same as in many other materials (cf. CALDWELL 1937, OWEN 1952, LATCH and WENHAM 1959, SMEDEGÅRD-PETERSEN 1970).

Spores of *R. orthosporum* were unobservable. Only when growing in highly favourable circumstances could the spores be seen growing in thick groups on the leaf surface. Conidiophores were not visible at all and mycelia of fungi were extremely scarce (Fig. 1 F) (cf. CALDWELL 1937).

#### Occurrence of *Rhynchosporium orthosporum* during the growing season

*R. orthosporum* was found throughout the growing season. Different grass species were quite similar in this respect. Conidia of the

fungus were encountered in greatest abundance during the spring months, i.e. from April to May (Table 2), with moderate occurrence also in autumn, whereas they were scarcest in mid-summer (Table 3). Viable conidia were found in abundance even as early in spring as the time when the snow still partly covered the leaves (even once in winter, on Jan. 13, 1971) (Table 2). Disease symptoms also were found most frequently in early spring and in autumn.

#### Effects in N-fertilization

The N-fertilizer, which varied in concentration from no nitrogen to 600 kg N/ha (Fig. 2), had no statistically significant effect on the incidence of disease in the foliage at any of the three test sites (Mietoinen, Tikkurila, Peipohja) or on the two species of grass (*Dactylis glomerata* and *Festuca pratensis*) in 1969 (cf. MÄKELÄ and ILONOJA 1971). While conidia of *Rhynchosporium orthosporum* were found more abundantly on cocksfoot than on meadow fescue (Fig. 2).

## Discussion

Conidia of *Rhynchosporium orthosporum* were found in all the researched grass species through-

out the country. About 40 % of the material studied (c. 2 670 samples) was infected by the

fungus. *R. orthosporum* is not known to occur this commonly on grasses in Scandinavia (cf. JØRSTAD 1930, 1945, SMEDEGÅRD-PETERSEN 1970). A reason for the commonness of the fungus in this material was in part the fact that the fresh samples of grass were examined immediately after gathering. After the material has dried it is more difficult to find spores of the fungus. The scarcity of spores of *R. orthosporum* and its lack of characteristic features as well as the variation in the symptoms which this fungus causes are responsible for the fact that in nature this species often fails to attract the attention in merits on the basis of its commonness.

Another important factor contributing to the frequent occurrence of *R. orthosporum* in this country is evidently the Finnish climate, its cool and humid spring and autumn as well as its long and snowy winter (cf. KOLKKI 1966). *R. orthosporum* is also capable of growing under the snow. This can be judged from the fact that spores and leaf spot caused by the fungus were

found in abundance in early spring when the snow still partly covered the leaves. The fungus was also found in mid winter when, exceptionally, the snow melted from the fields. Numerous observations made elsewhere indicate that the diseases caused by fungi of *Rhynchosporium* are important only in the cooler part of the year (cf. BROOKS 1928, JØRSTAD 1930, CALDWELL 1937, BRAVERMAN 1967). This has been the case on grasses (*Lolium* species, *Dactylis glomerata*) in Britain (WILCOX 1960) and in New Zealand (LATCH and WENHAM 1959, LATCH 1966).

---

*Acknowledgements.* — I express my sincere thanks to Mrs. Eila Metsäpelto, M. Sc., Mrs. Aino Hanhilahti, Agr., Miss Riitta Lahtinen and Mrs. Hilka Koponen, and also to many other persons for their technical assistance. My thanks also to the Experiment Stations of the Agricultural Research Centre and the Plant Breeding Institute of Hankkija for research materials. I am grateful to the University of Helsinki and to my late husband Dr. Aarne Mäkelä for their financial assistance.

## REFERENCES

- BRAVERMAN, S. W. 1967. Disease resistance in cool-season forage, range, and turf grasses. *Bot. Rev.* 33: 329—378.
- BROOKS, F. T. 1928. Observations of *Rhynchosporium secalis* (Oud.) Davis, leaf blotch of barley and rye. *New Phytologist* 27, 4: 215—219.
- CALDWELL, R. M. 1937. *Rhynchosporium* scald of barley, rye, and other grasses. *J. Agric. Res.* 55: 175—198.
- ELLIOTT, E. S. 1962. Disease damage in forage grasses. *Phytopath.* 52: 448—451.
- FOWLER, A. M. & OWEN, H. 1964. New or uncommon plant diseases and pests. *Rhynchosporium orthosporum* on perennial ryegrass. *Pl. Path.* 13: 94.
- JØRSTAD, I. 1930. Beretning om plantesykdommer i land- og hagebruket. VI. Sykdommer på korn- og engverkster. 84 p. Oslo.
- 1955. Parasittoppene på kultur- og nyttevekster i Norge. I. Sekksporesopper (*Ascomycetes*) og konidiesopper (*Fungi imperfecti*). *Medd. Stat. Pl. Path. Inst.* 142 p. Oslo.
- KAJIWARA, T. & IWATA, Y. 1963. Studies on the strains of the barley scald fungus, *Rhynchosporium secalis* (Oud.) Davis. *Bull. Nat. Inst. Agric. Sci. Tokyo*, Ser. C, 15: 1—73. (ref. Rev. Appl. Myc. 43: 132—133.).
- KOLKKI, O. 1966. Tables and maps of temperature in Finland during 1931—1960. *Supp. Meteorol. Yearb. Finland* 65, 1 a: 1—42.
- LATCH, G. C. M. 1966. Fungous diseases of ryegrass in New Zealand. *N. Z. J. Agric. Res.* 9: 394—409.
- & WENHAM, H. T. 1959. Fungal leaf-spot diseases of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) in the Manawatu. *N. Z. J. Agric. Res.* 2: 544—551.
- MÄKELÄ, K. 1970. The genus *Mastigosporium* Riess in Finland. *Karstenia* 11: 5—22.
- 1971. Some graminicolous species of *Helminthosporium* in Finland. *Karstenia* 12: 5—35.
- 1972a. Disease damage to the foliage cultivated grasses in Finland. *Acta Agr. Fenn.* 124, 1: 1—56.
- 1972b. See borne fungi on cultivated grasses in Finland. *Acta Agr. Fenn.* 124, 2: 1—44.
- & ILONOJA, P. 1971. Effects of nitrogen fertilization on disease damage to foliar of silage leys. *Acta Agric. Scand.* 21: 237—248.
- OWN, H. 1952. Leaf blotch of cocksfoot. *Pl. Path.* 1: 122.
- SAMPSON, K. & WESTERN, J. H. 1942. Diseases of British grasses and herbage legumes. 85 p. Cambridge.
- SMEDEGÅRD-PETERSEN, V. 1970. *Drechslera poae* and *Rhynchosporium orthosporum* recorded as pathogens on grasses in Denmark. *Horticultura* 24: 38—46.
- SPRAGUE, R. 1946. Rootrots and leafspots of grains and

grasses in the Northern Great Plains and Western States. Pl. Dis. Repr. Suppl. 163: 195—202.

— 1950. Diseases of cereals and grasses in North America. 538 p. New York.

WILCOX, H. J. 1960. New or uncommon plant diseases. *Rhynchosporium orthosporum* on Italian ryegrass. Pl. Path. 9: 113.

MS received 1 March 1972

Kaiho Mäkelä  
University of Helsinki  
Dept. of Plant Pathology  
SF-00710 Helsinki 71, Finland

## SELOSTUS

### **Rhynchosporium orthosporum -sienen esiintymisestä heinissä**

KAIHO MÄKELÄ

Helsingin yliopiston Kasvipatologian laitos, Viikki

*Rhynchosporium*-suvusta tunnetaan kaksi lajia, jotka esiintyvät laikkutautien aiheuttajina heinäkasveilla. *R. secalis* aiheuttaa lehtilaikkua ohrassa, rukiissa ja monissa heinälajeissa kautta maailman. *R. orthosporum* on tunnettu vuodesta 1937 lähtien heinien laikkutautien aiheuttajana ennen kaikkea USA:ssa, nyttemmin myös Euroopassa, mm. Britanniassa ja Tanskassa. Suomessa ei näitä sieniä ole tähän mennessä tutkittu. Helsingin yliopiston kasvipatologian laitoksella Viikissä vuosina 1966—1970 suoritettujen tutkimusten tarkoituksena olikin selvittää *Rhynchosporium*-sienten esiintymistä heinissä meidän oloisamme.

Tutkimus on osa laajemmasta nurmiheinien laikkutauteja selvittelevästä tutkimussarjasta. Näihin tutkimuksiin kerättiin aineistoa kautta maan, mm. Helsingin yliopiston Viikin ja Muddusniemen koetiloilta, Maatalouden tutkimuskeskuksen koeasemilta, Hankkijan Anttilan koetilalta ja lukuisilta muilta paikkakunnilta. Näytteitä (n. 2 670 näytettä) kerättiin sekä viljellyiltä heinänurmilta että pientareilta varhaiskeväästä myöhäis-

syksyyn. Tutkimukset suoritettiin tuoreista lehdistä mikroskooppisesti.

*Rhynchosporium orthosporumia* Caldwell todettiin esiintyvän yleisenä viljellyillä ja luonnonvaraisilla heinillä monilla paikkakunnilla Helsingistä Inariin. Sienen aiheuttamia lehtilaikkuja esiintyi eniten varhaiskevällä heti lumen sulattua ja sen jälkeen sekä myöhemmin kesällä ja syksyllä. Sienen itiöitä oli heinän lehdistä runsaimmin varhaiskevällä, vähiten keskikesällä.

*R. orthosporum* oli yleisin lehdenlaikkutautien aiheuttaja koiranheinällä (*Dactylis glomerata* L.), kasvukauden aikana osin myös lumen alla. Yleinen se oli myös nurmipuntarpäällä (*Alopecurus pratensis* L.), varsinkin kasvukauden alkupuolella. *R. orthosporumia* esiintyy yleisenä myös timoteilla (*Phleum pratense* L.), nurminadalla (*Festuca pratensis* Huds.), Englannin raiheinällä (*Lolium perenne* L.), niittynurmikalla (*Poa pratensis* L.) ja punanadalla (*Festuca rubra* L.). Näillä heinillä *R. orthosporumin* merkitys jäi pienemmäksi kuin edellisillä.

## EFFECT OF BENOMYL FUNGICIDE ON CABBAGE CLUBROOT

AARNO MURTOMAA and JUHANI UOTI

MURTOMAA, A. & UOTI, J. 1972. **Effect of benomyl fungicide on cabbage clubroot.** Ann. Agric. Fenn. 11: 330—332.

In experiments conducted in the field and in the greenhouse doses of 5—8 g/m<sup>2</sup> or 50—100 g/m<sup>3</sup> of Benlate (benomyl 50 %) mixed into the soil gave promising results in controlling cabbage clubroot. Benomyl appeared to have at least as good effect against clubroot as mercurous chloride in greenhouse tests.

A few years ago the first results using benomyl (methyl 1-(butylcarbomoyl) -2-benzimidazole-carbamate), a systemic fungicide, which is sold under the name Benlate (Du Pont de Nem.), for the control of cabbage clubroot were published by JACOBSEN and WILLIAMS (1969, 1970). Benomyl mixed into the soil gave good control of clubroot in pot trials conducted in the greenhouse. Similar experiments have been reported by VANACHTER et al. (1971) in Belgium, and some results have also come from Denmark (ANON. 1970).

The first preliminary greenhouse experiments were conducted at the Department of Plant Pathology of Agricultural Research Centre in Tikkurila during the winter of 1969—70 to determine the effect of benomyl against clubroot of cabbage cv. Ditmarsk Driv. In these experiments we noted that benomyl has a fungitoxic effect on cabbage clubroot. When the substance is mixed into the soil, 50—100 g/m<sup>3</sup> of Benlate is required for good control (Tables 1 and 2). No phytotoxicity was detected with the amounts of the substance used e.g. in the experiment shown in Table 2, and probably even 100 g/m<sup>3</sup> would not have affected the growth of the plants. The amounts of 100 g/m<sup>3</sup> and more, however,

Table 1. Control of cabbage clubroot with benomyl. Greenhouse experiment.

Treatment	Disease index 0—3 (0 = healthy)	Mean seedling weight (without roots) g <sup>1</sup>
Uninfected control	0	62
Infected »	2.4	37
Benlate, 10 g/m <sup>3</sup> mixed into soil	1.8	39
» 50 » » » »	0.1	46
» 100 » » » »	0	49
» 400 » » » »	0	38
» 5 g/m <sup>2</sup> sprayed on soil	2.8	32
» 1:30:30 wet soil mixt. <sup>2</sup>	0.1	40
Möhöjuurensuoja » » » <sup>2</sup>	0.5	48

<sup>1</sup> Grown in the infected soil for 40 days.<sup>2</sup> Roots dipped in a suspension of fungicide, water and soil.

Table 2. Control of cabbage clubroot with benomyl. Greenhouse experiment.

Treatment	Disease index 0—3 (0 = healthy)	Mean seedling weight (without roots) g <sup>1</sup>
Uninfected control	0	54
Infected control	1.5	56
Benlate, 10 g/m <sup>3</sup> mixed into soil	1.8	54
» 20 » » » »	1.7	59
» 40 » » » »	0.9	69
» 80 » » » »	0	72
Möhöjuurensuoja, 1:1:1 wet soil mixt. <sup>2</sup>	0.3	75

<sup>1</sup> Grown in the infected soil for 28 days.<sup>2</sup> Roots dipped in a suspension of fungicide, water and soil.



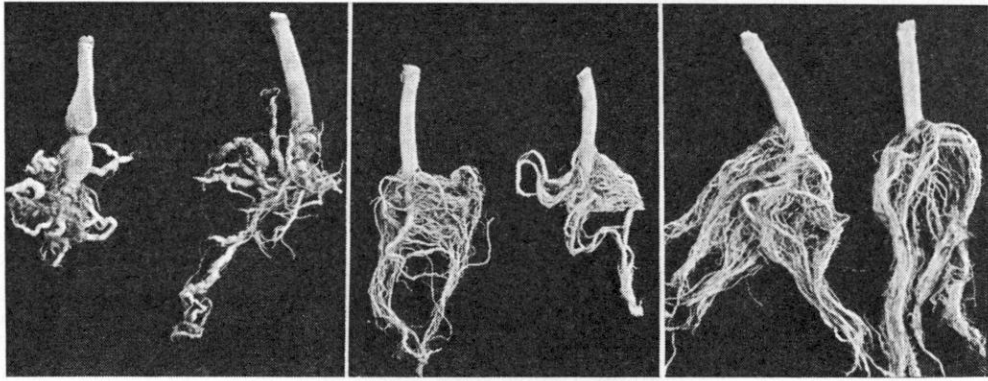


Fig. 1. Roots of cabbage plants treated with  $100 \text{ g/m}^3$  of Benlate fungicide in the center. Infected control left, uninfected control right.

can cause chlorosis in leaf margins, and also weaken the roots (Fig. 1). The latter appeared particularly clear in the trials in which we dipped the roots into the Benlate-water-soil mixture.

The above experiments included a fungicide-insecticide mixture commonly used in Finland. It contains mercurous chloride (4.0 %) and lindane (0.65 %) and is named Mõhõjuurensuoja (Berner Oy, Helsinki). From the results obtained in the greenhouse we concluded that the effect with a suitable amount of benomyl was at least as good as with mercurous chloride (Tables 1 and 2).

In present literature there are no references of field trials with benomyl against clubroot. During the summer 1970, benomyl and mercurous chloride were also tested in field plots using the cultivar Faales Blåtopp Orig. The results from these experiments are shown in Table 3. Two rates of Benlate 4 and  $8 \text{ g/m}^2$ , were drenched into the soil surface in this experiment. The results were not as assuring as in the greenhouse experiments, but the symptoms of clubroot in roots were clearly reduced particularly with the higher rate of Benlate, and the yield was higher than in the control. In an adjacent experiment the Norwegian clubroot-resistant cv. Resista (G. Weisaeth, Institutt for Grønsakdyrking, Norway) yielded  $27\,800 \text{ kg/ha}$  (LINNASALMI 1971). Thus it is evident that Faales Blåtopp,

treated with benomyl, cannot compete with Resista.

In field trials in the following year, we tried to concentrate the Benlate-doses around the roots of the plants to achieve better control of clubroot and at the same time to lower the cost of the treatment by using smaller doses of the fungicide. The highest dose used in the trials in 1970,  $8 \text{ g/m}^2$ , represents  $80 \text{ kg/ha}$  which would be very expensive in practical application. Benlate scattered around the roots was applied at  $0.2 \text{ g}$  per plant in 1971. With this method the amount of Benlate is approximately  $6 \text{ kg/ha}$ . Unfortunately the results were not as convincing as they were in 1970. We think that the doses were a little too low, but a slight increase in the amount of the fungicide in this kind of treatment would still keep costs at an economical level.

Table 3. Control of cabbage clubroot with benomyl. Field experiment.

Treatment	Disease index 0—3 (0 = healthy)		Yield kg/ha
	main roots	side-roots	
Untreated control	2.5	2.7	6 800
Benlate, $4 \text{ g/m}^2$	2.1	2.4	11 900
» 8 »	1.3	1.9	14 300
Mõhõjuurensuoja, 1:1:1 wet soil mixt. <sup>2</sup> $0.6$		1.8	19 900

<sup>2</sup> Roots dipped in a suspension of fungicide, water and soil.

Analyses for benomyl residue have been carried out by the State Institute of Agricultural Chemistry in Helsinki. In the field trials there were no traces of benomyl found in cabbage grown in soil treated with either 4 g/m<sup>2</sup> or 8 g/m<sup>2</sup> of Benlate. Fungicide treatment had been given on the 4th of June and the analyses made on the 12th of October. The plants which had been grown for 3 weeks in the greenhouse, where Benlate was mixed into the soil at 80 g/m<sup>3</sup>, showed 75 ppm of benomyl.

In summary, it can be said that the results in the greenhouse with benomyl have been as good as if not better than the results obtained with mercurous chloride which was included as a comparison. Toxicity of benomyl according to the present knowledge is low, and much lower than that of mercury compounds. On the other hand, the cost of Benlate is high, and the results in the field trials were not entirely convincing.

## REFERENCES

- ANON. 1970. Bekaempelse af kålbrot (*Plasmiodiophora brassicae*) -kålroe. Statens Plantepatologiske Forsøg. Afprøvningsafdelningen. Forsøgsresultater 1970, Bind 1, 100 p. (Duplikat).
- JACOBSEN, B. & WILLIAMS, P. H. 1969. Cabbage clubroot control using Benlate. *Phytopath.* 59: 1033.
- JACOBSEN, B. & WILLIAMS, P. H. 1970. Control of cabbage clubroot using benomyl fungicide. *Pl. Dis. Rep.* 54: 456—460.
- LINNASALMI, A. 1971. Mõhöjuurenkestävistä kaalijalosteista. *Koetoin. ja Käyt.* 28: 21, 23.
- VANAGHTER, A., RAEMAKERS, R. & VAN ASSCHE, C. 1971. Effect of systemic fungicides on *Plasmiodiophora brassicae* Wor. *Meded. Fak. Landbouw. Wetenschappen Gent* 36: 89—95.

*MS received 1 March 1972*

Aarno Murtomaa and Juhani Uoti  
Agricultural Research Centre, Dept. of Plant Pathology  
SF-01300 TIKKURILA  
Finland

## SELOSTUS

### Mõhöjuuren torjuntakokeita benomyylillä

AARNO MURTOMAA ja JUHANI UOTI

Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvitautilien tutkimuslaitos, Tikkurila

Kenttäkokeessa 5—8 g/m<sup>2</sup> ja kasviuoneessa 50—80 g/m<sup>3</sup> systeeminen fungisidi, Benlate (benomyyli 50 %) sekoitetuna multaani antoi lupaavia tuloksia mõhöjuuren torjunnassa kaalilla. Benomyyli osoittautui kasviuonekokeissa

vähintään yhtä tehokkaaksi kuin elohopeakloridia (ja linaania) sisältävä Mõhöjuurensuoja-niminen valmiste. Toistaiseksi Benlaten korkea hinta kuitenkin rajoittaa sen käyttöä käytännön kaaliviljelyksillä.

## TULOKSIA OHRAN BOORILANNOITUSKOKEISTA

PAAVO SIMOJOKI

SIMOJOKI, P. 1972. **Tuloksia ohran boorilannoituskokeista.** Ann. Agric. Fenn. 11: 333—341.

The pollen sterility and ergot disease of barley was studied on several private farms. Boron deficiency appeared to be the cause of this phenomenon in the samples studied. The symptoms of boron deficiency during the early stage of spike development are: disturbance in the normal development of pollen and stamens, swelling of the ovary, and openness of the spikelets (»lamp barley»). The infection by the ergot fungus (*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul.) in barley with boron deficiency is apparently enhanced by the sterility of the flowers and by the openness of the spikelets. The need for boron fertilization can be approximately determined by hot-water extraction of boron from the soil, but the occurrence of boron deficiency cannot be predicted on that basis. Boron fertilization increased the boron content of barley; at the stage of floral emergence the boron content of leaves was greater than that of stalk and spike. Liming, the time of sowing, and the earliness of the barley variety affected the occurrence of boron deficiency.

Suomessa, lähinnä Pohjanlahden rannikkotalueella tiedetään ohrassa esiintyneen 1960-luvun alusta lähtien runsaasti steriiliyttä ja torajyväisyyttä. Viime vuosina ilmiö on yleistynyt. On todettu useiden hehtaareiden laajuisia suoranaisia katoaluetakin. Näillä katoalueilla, joita tavataan runsaimmin poutakesinä, steriiliys ilmenee yleensä eri asteisena vaihdellen. Niinpä usein eri maalajien väliset ja kalkituksen rajat ovat näkyneet terveen ja sairaan ohran rajana, ja joskus salaojien kapeat tai umpeen kynnettyjen avo-ojien leveät kaistat erottuneet terveinä katoalueen sairaasta ohrasta. Erityisesti kalkituksen osuus ohran steriiliyden puhkeamisessa huomataan näillä katoalueilla toistuvasti. Ensimmäisenä tämän ilmiön heijastumisesta koe-tuloksiin kirjoitti TAINIO (1961), joka totesi eräissä lannoituskokeissa boorilannoituksen vähentäneen ohran torajyväisyyttä. Myöhempien tutkimusten (SIMOJOKI 1969) lähtökohtana oli-

kin ohran torajyväisyys, mutta hyvin pian se jäi vain huomionarvoiseksi sivuseikaksi ja steriiliys todettiin sitä tärkeämmäksi. Mainintoja viljojen boorinpuutoksesta ja tuloksia boorilannoituskokeista Suomessa ovat lisäksi esittäneet JAMALAINEN (1949, 1968) ja TÄHTINEN (1970).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää, oliko harvinaisen laajassa mitassa käytännön viljelyksillä esiintynyt ohran steriiliys boorinpuutteen aiheuttamaa, mitkä olivat puutoksen edellytykset ja vaikutukset ohran kasvuun, miten puutos on ennustettavissa ja torjuttavissa sekä miten kuvaan liittyy torajyvä. Selostuksessa käytetään ohran tautitilasta, johon kuuluu steriiliys ja mahdollisesti myös torajyväsaastunta, nimitystä boorinpuutos tai vain puutos, vaikka oireiden aiheuttajaa ei olisi osoitettukaan. Tutkimus jatkuu vielä, mutta olennainen osa tähänastisista tuloksista tulee tässä julkaistuksi.

## Aineisto ja menetelmät

Tutkimukset aloitettiin v. 1965. Kokeita suunniteltaessa olivat tärkeänä lähtökohtana ne havainnot, joita oli tilaisuus tehdä tutkimusten kohteena olevasta ilmiöstä käytännön viljelyksillä. Useimmat kenttäkokeet perustettiinkin alueille, joilla edellisenä vuonna oli todettu oh-rassa huomattavaa steriiliyttä tai torajyväsyyttä. Koska koepaikkoja ei siis valittu sattumanvaraisesti, boorin teho kenttäkokeissa ei anna kuvaa boorinpuutoksen yleisyydestä. Kokeita oli 15 eri tilalla pääasiassa Keski-Suomen koeaseman alueella. Tuloksia saatiin myös Pohjois-Pohjanmaan, Keski-Pohjanmaan ja Karjalan koeasemilta sekä Hallakoeasemalta. Tavallisin maalaji koalueilla oli hieta, mutta kokeita oli myös turvemaalla sekä hiesulla ja hiesusavella. Monet koepelloista olivat voimaperäisesti viljeltyjä. Niiden viljavuusluvut olivat keskimäärin seuraavat (vaihtelurajat suluisissa): pH 5.92 (4.90—6.70), Ca 1685 mg/l (950—3 800), K 106 mg/l

(40—310), P 6.45 mg/l (2.2—14.0) ja Mg 229 mg/l (70—450). Vesiliukoista booria oli kaikissa koemaissa niukasti, tavallisimmin 0.10—0.20 mg/l. Kuparipitoisuus vaihteli 4.2—9.0 mg/l. Ruutukoko kokeissa vaihteli olosuhteista riippuen 4—50 m<sup>2</sup>. Kaikista kokeista ei määritetty satoa lainkaan, vaan tyydyttiin kemiallisessa analyysissä tarvittavien näytteiden ottoon ja tähkäänalyysiin. Monessa tapauksessa sato määritettiin vain pieneltä 1—2 m<sup>2</sup>:n ruudulta. Sadot on ilmoitettu 15 % kosteutta sisältävinä. Yksilö- ja tähkäänalyysillä pyrittiin selvittämään toisaalta, missä versoissa steriiliyttä oli, ja toisaalta, kuinka suuri osa tähkylöistä oli jäänyt steriileiksi. Yksilöanalyysissä käsiteltiin yleensä 100—200 yksilöä/ruutu, tähkäänalyysissä 25—50 tähkää/ruutu. Kemialliset kasvianalyysit ja maan boorianalyysit suoritettiin Viljavuuspalvelu Oy:ssä ja muut maa-analyysit Maatalouden tutkimuskeskuksen Maantutkimuslaitoksessa.

## Tulokset

Ensimmäinen kenttäkoe järjestettiin v. 1965 Revonlahdella Pohjois-Pohjanmaalla. Kokeessa

Taulukko 1. Tuloksia Revonlahden torajyväkokeesta v. 1965.

Lannoite- bor. kg/ha	Kylvö- aika	Jyväsato kg/ha	Terveys 1.9. 0—100	Tähkäänäytteiden jyvistä kpl- torajyviä %	Kahujyviä
0	10/5	2 590	63	6	31
0	26/5	1 440	42	10	47
0	1/6	890	24	15	58
10	10/5	2 730	100	0	10
10	26/5	1 640	100	0	12
10	1/6	1 540	100	0	12

Taulukko 2. Tuloksia Hallakoeaseman torajyväkokeesta v. 1965.

Koelannoitus kg/ha	Jyväsato kg/ha	Havainnot 12/9			Maassa mg/l	
		Torajyviä kpl/kg	Torajyviä %	Kahujyviä %	B	Cu
0	2 270	180	21	31	0.1	6.8
50 Cu-sulf.	2 510	102	8	15	0.1	9.0
10 lann.bor.	2 470	2	2	7	0.1	6.0
Cu + B	2 590	29	3	5	0.2	11.2

oli kaksi kerrannetta, maalajina oli runsasmul-tainen hieta ja ohralajikkeena Otra. Kokeen tuloksista (taul. 1) tärkein oli se, että boorilannoituksella ohra saatiin fertiiliksi ja torajyvätömäksi. Boorin aiheuttama sadonlisäys oli erittäin selvä. Myöhäisten kylvösten ankara boorinpuutos viittaa siihen, että boorinsaanti vaihteli kesän mittaan. Kuparilannoituksella ei torajyväsyyttä tai steriiliyttä pystytty vähentämään, pikemminkin päinvastoin. Jo tässä kokeessa boorin puutteesta kärsivässä oh-rassa todettiin juuri tupesta tulleen tähkän läpikuultavuus.

Vuonna 1965 järjestettiin ohran hivenravinnekoen myös Hallakoeasemalla. Maalajina oli mutasuo ja lajikkeena Otra. Tässäkin kokeessa boori vähensi selvästi torajyväsyyttä ja tyhjä-tähkäisyyttä (taul. 2). Kupari kohotti satotasoa selvemmin kuin boori, mutta ei vaikuttanut torajyväsyyteen yhtä voimakkaasti.

Kaustisissa järjestettiin Keski-Pohjanmaan koeaseman toimesta v. 1968 lannoituskoe alueella, jossa edellisenä vuonna oli esiintynyt oh-rassa

runsaasti torajyviä. Lajikkeena oli Otra ja maa-  
lajina hietainen hiesu. Maassa oli helppoliu-  
koista booria 0.1 mg/l. Vertailtavina oli useita  
pää- ja hivenravinteiden yhdistelmiä. Booria  
saanut ohra oli havaintojen mukaan täysin ter-  
vettä, muu enemmän tai vähemmän torajy-  
väistä. Selvästi sairainta ohra oli ruuduilla, jotka  
oli kalkittu. Myös kupari- ja kalilannoitus näyt-  
tivät pahentavan torajyväisyyttä. Hallan takia  
satotaso oli alhainen (500—800 kg/ha). Jyvien  
booripitoisuus oli kontrolliruuduilla 2.5, kalki-  
tuilla 1.9 ja booria saaneilla ruuduilla 2.9 mg/kg.

Rantsilassa Pohjois-Pohjanmaalla järjestettiin  
v. 1968 ohran boorilannoituskoe hietamaalla.  
Boori (lannoiteboraattia 10 kg/ha) lisäsi ohran  
jyväsatoa 11 % ja vähensi steriilien tähkylöiden  
määrää selvästi (36:sta 9 kpl-%:iin).

Suurin osa ohran boorikoikeista järjestettiin  
Laukaassa neljällä eri tilalla v. 1969—1971. Yk-  
sivuotisia kalkituskokeita järjestettiin viisi, mutta  
vain kolme saman suunnitelman mukaisesti ja  
näistäkin vain kahdesta määritettiin sekä sato  
että tähkien steriiliys. Tulokset näistä kahdesta  
kokeesta esitetään taulukossa 3. Vaikka kalkitus  
ehkä hiukan pienensi ohran booripitoisuutta  
orasasteella, sen vaikutus satoon ja fertiiliyteen  
oli lähinnä positiivinen. Keski-Suomen koease-  
man kahdessa monivuotisessa kalkituskokeessa  
on kahtena viime vuonna, erityisesti v. 1971,  
todettu runsaasti steriiliyttä ohrassa niillä ruu-  
duilla, jotka ovat saaneet 32 tn/ha tai enemmän  
kalkikivijauhetta. Toisen kokeen kalkituksesta  
on kulunut 8, toisen 4 vuotta. Kalkkimäärät  
olivat 0, 2, 8, 16, 32 ja 48 tn/ha kalkikivijau-  
hetta. Uudemmassa kokeessa vastaavat boori-  
määrät tuppiasteen lehdissä olivat 4.62, 4.26,  
4.10, 3.40 ja 1.86 mg sekä tuppiasteen tähkissä  
3.86, 3.30, 3.06, 2.50 ja 1.96 mg/kg kuiva-ainetta.  
Kuumavesiuutolla määritetty maan booripitoi-  
suus vaihteli 0.22—0.24 mg/l.

Kalkituksen vaikutuksesta ohran tyhjäähkäi-  
syyden puhkeamiseen ovat esimerkkeinä monet  
katoalueet, joiden kalkitus yleensä on ollut run-  
saampaa kuin ympäristön. Selvimpänä tämä on  
näkyntä paikoilla, joille kalkikuoormat on pu-  
rettu edelleenlevitystä varten. Laukaassa tutkit-  
tiin kolmen tällaisen kalkin varastoalueen vilja-

Taulukko 3. Yksivuotisten kalkituskokeiden (2 kpl)  
tuloksia Laukaassa v. 1970.

Kalkki- kivi- jauhetta tn/ha	Boorak- sia kg/ha	Jyväsato kg/ha		Tähkylöistä steriilejä %		Oraan boori- pitoisuus mg/kg kuiva-ainetta	
		koe 1	koe 2	koe 1	koe 2	koe 1	koe 2
0	0	1 790	1 400	41	20	2.73	4.66
0	10	3 670	1 990	12	10	3.91	
5	0	1 870	1 360	30	19	1.99	4.01
5	10	3 410	1 750	11	9	4.95	
15	0	2 870	1 590	33	19	1.17	3.89
15	10	3 460	2 020	12	4	4.74	

vuus ja todettiin, että maan Ca-pitoisuus oli  
odotetusti erittäin korkea, 4800—9800 mg/l,  
kun se lähiympäristössä oli 925—1500 mg/l.  
Maan helppoliukaisen boorin pitoisuus oli 0.1—  
0.2 mg/l. Kuumavesiuuttoa käyttäen ei boori-  
pitoisuudessa todettu lainkaan eroa kalkkialueen  
ja ympäristön välillä. Ohralle käyttökelpoisen  
boorin määrässä maassa oli ilmeisesti kuitenkin  
eroa, koska kalkkialueella kasvanut ohra erottui  
steriilinä ympäristönsä suunnilleen normaalisti  
hedelmöityneestä ohrasta.

Eri ohralajikkeiden suhtautumista boorinpuu-  
tokseen tutkittiin viidessä kokeessa. Näistä kol-  
mesta määritettiin sekä satotaso että steriiliys.  
Aikaiset lajikkeet kärsivät boorinpuutoksesta  
merkittävästi pahemmin kuin myöhäiset (taul.4).

Taulukko 4. Tuloksia ohran lajike- ja boorilannoitus-  
kokeista Laukaassa v. 1969—70.

Lajike	Tahoisuus	Aikaisuus	Lannoite- boraattia kg/ha	Jyväsato kg/ha	Tähky- löistä steriilejä %
Pirkka	monit.	aik.	0	1 840	53.1
»	»	»	10	2 810	16.8
Otra	»	»	0	2 450	43.8
»	»	»	10	3 030	15.8
Etu	»	myöh.	0	2 970	32.8
»	»	»	10	3 360	13.7
Pomo	»	»	0	2 550	31.5
»	»	»	10	3 010	17.1
Mari	2-tah.	aik.	0	2 880	23.1
»	»	»	10	3 410	5.0
Birgitta	»	»	0	2 480	36.8
»	»	»	10	3 260	5.9
Arvo	»	myöh.	0	2 820	17.0
»	»	»	10	3 150	3.3
Ingrid	»	»	0	2 720	21.0
»	»	»	10	3 230	4.6
F-arvot	lajike			3.28*	5.24**
	boori			45.94***	54.25***
	tahoisuus			8.34**	20.15***
	aikaisuus			6.20*	6.13*
	boori × aikaisuus			3.05*	4.26*

Kaksitahoisissa lajikkeissa steriilejä tähkylöitä oli erittäin merkittävästi vähemmän kuin monitahoisissa, mutta boori vaikutti molempiin samalla tavalla. Sekä satoon että steriiliyteen boorin vaikutus oli erittäin merkittävä.

Kylvöajan vaikutusta ohran boorinpuutokseen on tutkittu edellä selostetun Revonlahden kokeen lisäksi kahdessa muussa kokeessa, joista on määritetty sekä jyväsato että ohran steriiliys. Tulokset näistä kolmesta kokeesta esitetään taulukossa 5. Kahdessa niistä myöhäiset kylvöt kärsivät boorinpuutoksesta pahiten, ja yhdessä boorin teho oli paras aikaisen kylvöksen satoon ja fertiiliyteen. Boorin vaikutus oli selvä kaikissa kokeissa ja sadonlisäys boorilannoituksen ansiosta keskimäärin 34 %.

Eräässä vuoden 1969 kokeessa todettiin, että ohrakasvustot, joiden kylvöön oli käytetty boorinpuutosalueella tuotettua siementä, olivat huomattavasti steriilimpiä kuin samojen lajikkeiden muualla tuotetun siemenen kasvustot. Seuraavana vuonna järjestettiin neljä koetta, joissa jäseninä olivat useiden eri lajikkeiden ilman booria ja boorilla lannoitettua kasvanee kylvösiemenet. Kahdessa näistä kokeista puutosoireita ei ilmennyt, kahdessa kokeessa boorin teho oli selvä. Siemenen alkuperällä ei ollut vaikutusta ohran steriiliyteen eikä satoon.

Ohrasta puutosalueilla ja kokeissa tehdyt havainnot viittasivat siihen, että ohrayksilön eri versot olisivat eri asemassa boorinsaantiin nähden. Eräistä kokeista tähkäänalyysi suoritettiin sen vuoksi yksilöittäin, jopa pienestä aineistosta niin, että määritettiin steriiliys tähkän eri osissa. Suunta näytti yleensä olevan se, että tähkän yläosassa olevat tähkylät jäivät herkimmin steriileiksi ja että pääversion tähkissä oli vähiten steriilejä tähkylöitä (taul. 6).

Kasvinäytteiden booripitoisuuksia on tutkittu useina vuosina. Boorinpuutosalueen ohran olki on aina sisältänyt niukasti booria, myös fertiilit yksilöt. Selvää eroa ei ole todettu pääversion ja jälkiverson booripitoisuudessa puutosalueilla. Boorilla lannoittamattoman ja lannoitetun ohran pitoisuusero on kuitenkin yleensä ollut selvä. Vuosina 1969—1970 järjestetyissä 11 eri kokeessa 5—10 kg/ha lannoiteboraattia tai vas-

Taulukko 5. Ohran kylvöaika — boorilannoituskokeiden tuloksia Laukaassa v. 1969—70.

Kylvöaika	Lannoiteboraattia kg/ha	Jyväsato kg/ha			Tähkylöistä steriilejä %		
		koe 1	koe 2	koe 3	koe 1	koe 2	koe 3
1.	0	4 420	1 400	2 590	28.0	57.5	33.7
1.	10	4 260	3 190	2 730	19.6	24.0	9.9
2.	0	3 450	1 060	1 440	51.9	65.9	60.4
2.	10	4 230	1 460	1 640	25.2	47.9	11.9
3.	0	2 080	720	890	65.5	57.0	64.8
3.	10	3 400	950	1 540	40.3	01.3	12.3

Taulukko 6. Kahden boorikokeen tähkäänalyysien tulokset Laukaassa v. 1970.

Verso	Lann. bor. kg/ha	Koe I		Koe II						
		Tähkylöistä steriilejä %	terveitä m-t	T ä h k i s t ä %				steriilejä		
				steriilejä m-t	steriilejä 2-t	steriilejä m-t	steriilejä 2-t	steriilejä m-t	steriilejä 2-t	
Pääverso	0	41	54.3	90.7	32.4	7.8	17.3	1.5		
»	10	7	93.4	98.6	6.6	1.4	0.0	0.0		
Väliverso	0	83	41.7	70.7	39.3	17.9	19.0	11.4		
»	10	10	87.4	97.0	11.0	2.6	1.6	0.4		
Jälkiverso	0	87	6.3	18.6	18.9	16.7	74.8	64.7		
»	10	29	45.3	63.8	24.1	16.9	30.6	19.3		

m-t = monitahoinen, 2-t = 2-tahoinen

taava määrä booraksia nosti ohran oljen booripitoisuuden keskimäärin 2.3 mg:sta 3.8 mg:aan/kg kuiva-ainetta. Jyvän booripitoisuus ei todennäköisesti kuvasta boorinsaantia yhtä selvästi. Vuonna 1969 ohralajikkeiden boorilannoituskokeessa kuuden eri lajikkeen jyvien keskimääräinen booripitoisuus ilman boorilannoitusta oli 2.75 mg ja boorilla (10 kg/ha lannoiteboraattia) lannoitettua 3.35 mg/kg kuiva-ainetta. Toisessa kokeessa kymmenen eri lajikkeen jyvien booripitoisuus oli keskimäärin 0.7 mg/kg boorilannoituksesta riippumatta. Kolmannessa kokeessa boorilannoitus nosti jyvien booripitoisuuden 1.0:sta 3.8:aan ja oljen booripitoisuuden 1.8:sta 5.5 mg:aan/kg kuiva-ainetta. Vuosina 1969—1970 suoritetuissa boorilannoituskokeissa (8 kpl) 5—10 kg/ha lannoiteboraattia nosti ohran tuppiasteella sisältämän boorin määrän keskimäärin 2.95:stä 8.30 mg:aan/kg kuiva-ainetta. Vuonna 1971 järjestettiin 8 eri koetta, joissa muokkauksen yhteydessä annettu boorilannoitus nousi portaittain. Useimmissa kokeissa boorilla

oli selvä vaikutus ohran steriiliyteen. Boorimääritys tehtiin sekä oras- että tuppiasteella. Ohran booripitoisuus nousi boorilannoituksen suuressa (taul. 7). Kahden boorilannoituskokeen sätönäytteistä tehtiin boorimääritys erikseen tähkistä, varsista ja lehdistä ohran ollessa tuppiasteella. Booripitoisuus oli lehdistä selvästi suurempi kuin tähkissä ja korsissa (taul. 8). Boorilannoitus kohotti selvästi varsinkin lehtien booripitoisuutta. Suurimmat boorimäärät aiheuttivat oraan lievää kellastumista.

Hyvin tavallista boorinpuutosalueilla ja boorilannoituskokeissa oli, että osaan tyhjiä tähkylöitä iskeytyi torajyväsieni. Torajyväsiato oli siten yleensä verrannollinen ohran steriiliyteen ja joskus hyvin runsas, jopa useita satoja kiloja hehtaaria kohden. Myös ruiskuttaen ympäremällä saatiin boorinpuutteen takia steriiliin ohraan muodostumaan torajyviä. Tämä onnistui myös, kun ohra oli steriloitu kemiallisesti maleiinihydratsidilla tai kun käytettiin siitepölysteriiliksi risteytettyä ohraa. Molemmissa tapauksissa ohran kukka oli avoin samoin kuin boorinpuutoksessakin. Sen sijaan normaalisti hedelmöityviin, terveisiin ohran kukkiin torajyväinfektio ei tarttunut ruiskuttamalla, vaan ainoastaan neulaymppäyksellä ohran tuppiasteella. Tavanomaisen torajyväsaastunnan lisäksi eräällä boorinpuutosalueella todettiin erittäin runsaasti *Fusarium arthrosporioides* -sientä korjuun jälkeen ohran sängessä. Lajin runsaus viittasi boorinpuutosalueen ohran alttiuteen sen infektiolle. Kokeissa vastaavaa ei ole todettu. *Fusarium*-

Taulukko 7. Ohran booripitoisuuksia eri kasvuasteilla ja eri boorilannoitustasoilla v. 1971 (8 kokeen keskiarvot).

Booria g/ha	Booripitoisuus mg/kg kuiva-ainetta	
	orasasteella	tuppiasteella
0	3.59	3.18
150	4.21	3.88
600	5.40	5.80
2 400	8.14	9.87
4 800	16.79	24.26
	r + 0.79***	r + 0.72***

Taulukko 8. Ohran oraan (tuppiasteella) booripitoisuus boorilannoituskokeissa (2 kpl) Laukaassa ja Anjalassa v. 1971.

Booria <sup>1</sup> g/ha	Ohran booripitoisuus mg/kg kuiva-ainetta		
	lehdet	tähkä	korsi
0 maahan	4.64	3.39	2.13
150 »	6.17	3.26	2.39
600 »	7.47	3.61	1.84
2 400 »	17.26	6.56	3.51
0 oraille	5.96	2.92	2.20
150 »	7.09	3.36	2.00
600 »	9.61	3.36	2.90
2 400 »	23.47	4.67	4.93

<sup>1</sup> boori annettu soluboorina maahan muokkauksen yhteydessä ja oraille 5-lehtiasteella.

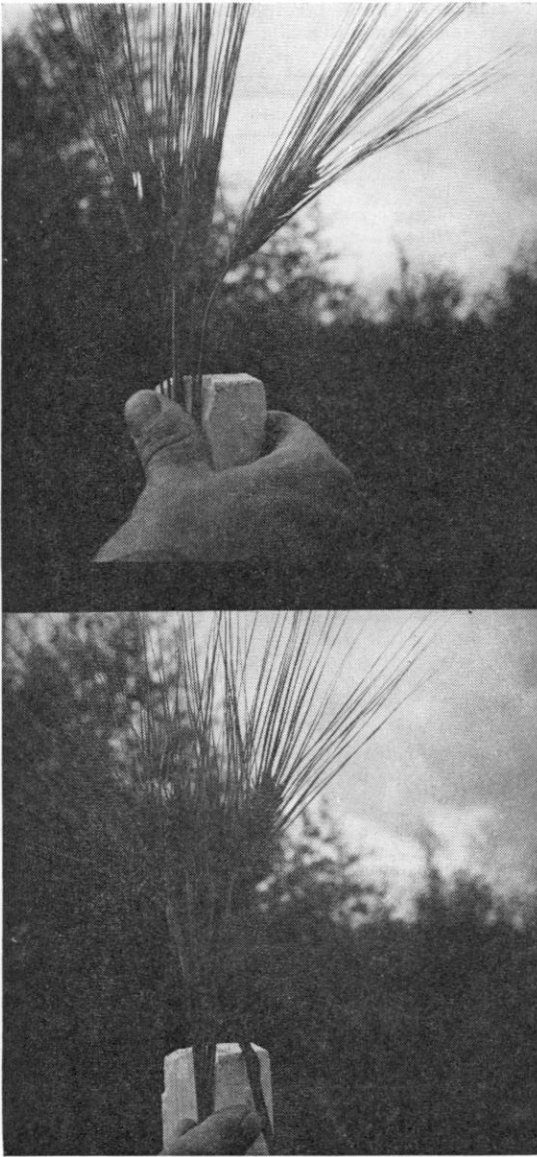
lajeja on esiintynyt sen sijaan runsaasti torajyvien pinnalla ja torajyväisissä tähkissä.

Kesällä 1971 selvitettiin ohran steriiliyden yleisyyttä eri puolilla Keski-Suomea tutkimalla valikoimatta 193 eri ohravainiota. Todettiin, että 10 %:ssa tapauksista oli samanlaista steriiliyttä kuin käsillä olevan tutkimuksen kohteena olevassa boorin puutteessa.

## Tulosten tarkastelu

Edellä selostetut tulokset osoittavat, että yksi boorinpuutoksen tuntomerkkejä on ohran siitepölysteriiliys. Siitepölysteriiliyden ja samalla myös boorinpuutoksen ensimmäiset oireet näkyvät ohran tähkässä heti sen tultua tupesta. Tähkylät ja vihneet eivät ole normaalissa lapakonmyötäisessä asennossa, vaan suuntautuvat tavallista enemmän sivulle. Tähkä vaikuttaa tästä syystä normaalia pehmeämmältä ja paksummalta. Selvimmin sairas tähkä erottuu ter-

veestä vaalean värinsä ja läpikuultavuutensa takia. Sen ulkonäköä kuvaa hyvin sana »lyhtyohra», jota nimitystä saksalaiset viljelijät Buhlin (1968) mukaan käyttivät tuntemattoman tekijän aiheuttamista oireista ohrassa eri puolilla Saksaa. Kun ankarasta boorinpuutteesta kärsivän ohran tähkää tutkitaan tarkemmin, havaitaan sikiäimen ja samalla myös alkiorakon epänormaalia laajentumista sekä kukkalehtien selvää raotumista. Ilmeisesti edellinen on syynä jälkim-



Kuva 1. Terveitä (ylh.) ja boorin puutteen vuoksi siite-pölysteriilejä (alh.) nuoria ohran tähkiä. Terveissä tähkylät ja vihneet lapakonmyötäiset.

mäiseen. Juuri kukkalehtien raottuminen saa aikaan tähkän läpikuultavuuden. Heteiden ja siitepölyn kehityksen häiriintymistä on selvästi havaittavissa. Tätä »lyhtyohra»-vaihetta kestää 2—3 viikkoa. Sen jälkeen sikiäin luhistuu ja kukkalehdet ja vihneet painuvat pitkin lapakkoa. Oireet ovat täsmälleen samat myös silloin, kun ohra on tehty maleiinihydratsidikäsitellyllä tai risteyttämällä siitepölysteriiliksi. Tämä oi-

reiden samankaltaisuuskin tukee sitä käsitystä, että boorinpuutos saa aikaan siitepölysteriiliyttä. Boorin tärkeän merkityksen heinäkasvien siitepölyn muodostumisessa ovat todenneet mm. WARINGTON (1933), LÖHNIS (1937), SCHROPP ja ARENZ (1940), DROZDOV ja KUTUZOV (1960) sekä KORONOWSKI (1961). Drozdov ja Kutuzov pitävät ohran ja vehnän jyvämuodostuksen edellytyksenä, että kasvi saa booria ponsilokeroiden ja siitepölytetradien muodostumisen aikana.

Boorinpuutoksen kuvaan on hyvin usein kuulunut torajyväinfektio. Voimakkainta on yleensä ns. sekundaarinen saastunta, joten torajyviä on tavallisesti eniten jälkiversoissa. Tulokset torajyväsiemen iskeytymisestä toisaalta boorin puutteen takia steriiliin ja toisaalta kemiallisesti tai risteyttämällä steriloituun ohraan osoittavat, että siitepölysteriiliin ohran hedelmöittymätön emikukka on altis torajyväsiemi-infektioille (vrt. FUTRELL ja WEBSTER 1965, RAPILLY 1969). Infektion tekee molemmissa tapauksessa »teknillisesti» mahdolliseksi se, että kukka on avoin. Torajyvän iskeytyminen ei siis ole riippuvainen boorinpuutoksesta sellaisenaan (vrt. RUOKOLA 1962). Havainnot ja tiedot torajyvän esiintymisestä muissa heinäkasveissa viittaavat siihen, että torajyvä voi yleensäkin saada jalansijaa ainoastaan avoimissa ja hedelmöitymättömissä viljojen ja muiden heinäkasvien kukissa. Tämä on syy, miksi torajyväsiemi on haitallinen hybridijalostuksen loinen (HAYES 1968) ja miksi harventuneissa, epätasaisesti kehittyneissä ja eriaikaisesti heilimöivissä sekä yksin kasvaneissa rukiissa ja ruisviljelmän reuna-alueella on usein runsaasti torajyviä.

Boorinpuutoksen ilmeneminen ohrassa johtuu viime kädessä maan boorivaraston pienuudesta, mutta sen puhkeamisen saattaa aiheuttaa hetkellinen boorinsaannin vaikeutumisen. Maa-analyysin perusteella puutosta on vaikea ennustaa, mutta sen ilmeneminen tietyissä kasvuoloissa on hyvin mahdollista, jos kuumaan veteen liukenevan boorin pitoisuus maassa on 0.2 mg/l tai vähemmän. Puutos syntyy herkimmin kuivissa oloissa ja boorin liukoisuuden huonontuessa esim. kalkin vaikutuksesta. PHILIPSON





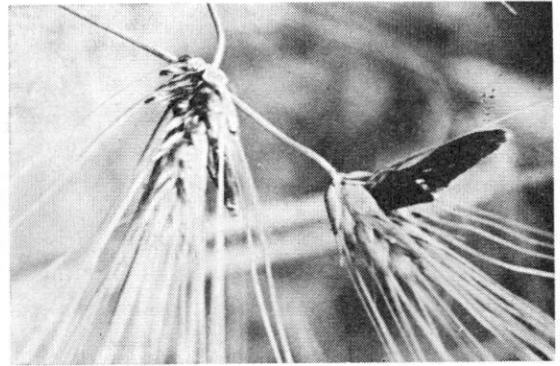
Kuva 2. Monitahaisen ohran siitepölysteriilejä tähkiä. Kukkalehdet raollaan.



Kuva 5. Boorinpuutteessa kahutähkäistä, pystyä ohraa (kuvassa tummana) ja 5 kg/ha lannoiteboraattia saanutta, tertvettä ohraa (kuvassa vaaleaa, tähkät täyteläiset, nuokkuvat).



Kuva 3. Kaksitahaisen ohran steriilejä tähkiä.



Kuva 6. Boorinpuutteessa steriileiksi jääneisiin ohran kukkiin on iskeytnyt torajyväsieni, joka on muodostanut torajyviä.



Kuva 4. Kaksitahaisen ohran osittain steriilejä tähkiä, joissa steriilit kukat ovat jo painuneet litteiksi sikiäimen luhistuttua.

liukenevaan muotoon. Kalkituksen boorin liukoisuutta vähentävä vaikutus ei edellä selostetuissa kokeissakaan ohran steriiliyden ja sadon perusteella arvostellen tullut esiin kalkitusvuonna. Sen sijaan Keski-Suomen koegaseman kahdessa pitkäaikaisessa kalkituskokeessa todettiin v. 1971 viidentenä ja kahdeksantena vuonna kalkituksesta selviä boorinpuutoksen oireita oh-rassa runsaasti kalkituilla ruuduilla. Maa-analyysissä boorin liukoisuuseroja ei saatu esiin, vaikka ohran oraan booripitoisuuden pieneminen kalkimäärän suuretessa olikin selvä.

Ohran eri osien booripitoisuus kasvaa yleensä, kun lannoitteena annettun boorin määrä suurenee. Pitoisuuden kasvu ei aina varsinkaan jyvissä ole selvä. Pitoisuus tuppiasteella on suurempi lehdistä kuin tähkissä ja korressa (vrt.

(1953) on esittänyt, että kalkituksen vaikutus pH:ta nostavasti parantaa aluksi boorin liukoisuutta, mutta myöhemmin jää pysyvämmäksi Ca:n aiheuttama boorin sitoutuminen vaikeasti

PHILIPSON 1953, FLEMING 1963). Boorinpuutoksen ennustaminen luotettavasti orasanalyysillä siinä vaiheessa, kun puutos vielä on boorilannoituksella torjuttavissa, ei tulosten mukaan ole varmaa. Jos oraan booripitoisuus on pienempi kuin 3 mg/kg kuiva-ainetta, boorinpuutoksen todennäköisyys on suuri.

Boorinpuutos on eräissä tapauksissa ollut ankarinta jälkiversoissa (vrt. KORONOWSKI 1961). Siksi runsas jälkiversonta saattaa vaikuttaa myös boorinpuutoksen ilmenemiseen. Ohralajikkeella tuskin on sellaisenaan sanottavaa vaikutusta boorinpuutukseen. Sen sijaan lajikkeen aikaisuus tai myöhäisyys saattaa olla ratkaisevaa, jos tämän ominaisuuden ansiosta esim. boorin saantia vaikeuttava poutakausi ja ohran siitepöly-

hiukkasen kehittymiselle tärkeä kasvin kehitysjakso ajoittuvat sopivasti yhteen. Samasta syystä merkityksellistä on muukin viljelytekniikka, esim. kylvöaika, ehkä myös siemenen alkuperä. Samaan viittaa sekin, että CCC (klorkolinkloridi) on joillakin käytännön viljelyksillä viljelijän havaintojen mukaan vähentänyt kahutähkäisyyttä.

Boorinpuutoksen torjuntaan ohralla riittää rajatapauksissa hyvin pieni annos boorilannoitetta. Jos boori mullataan maahan ennen kylvöä, sopiva boorimäärä on n. 1.5 kg/ha. Yli-suurista määristä ohran kasvu saattaa kärsiä (vrt. AGERBERG ja ROOTS 1964, TÄHTINEN 1970). Lehtilannoituksena annettaessa em. booriannos on varminta vähentää puoleen.

## Päätelmät

Tulokset osoittavat, että

— käytännön viljelyksillä ohrassa yleisesti esiintynyt steriiliys ja torajyväisyys oli tutkituissa tapauksissa torjuttavissa boorilannoituksella.

— ohran boorinpuutoksen tuntomerkkeinä varhaisella tähkäasteella on siitepölyn ja hetiden kehityksen häiriintyminen, sikiäimen paisuminen ja tähkylöiden avonaisuus (»lyhtyohra»), tuleentumisvaiheessa puutos näkyy osittaisena tai täydellisenä kahutähkäisyytenä; puutosoireita esiintyy yleisimmin sivu- ja jälkiversoissa.

— kalkituksella, kylvöajalla ja ohralajikkeen aikaisuudella oli vaikutusta boorinpuutoksen puhkeamiseen.

— boorilannoitus kohotti ohran booripitoisuutta; tuppiasteella lehtien booripitoisuus oli suurempi kuin korren ja tähkän.

— maasta kuumavesiuutolla määritetty helpoliukoisen boorin pitoisuus osoittaa suuntaantavasti boorilannoitustarpeen, mutta ohran boorinpuutoksen puhkeaminen ei sen perusteella ole ennustettavissa.

— torajyväsienien iskeytyminen boorin puutteesta kärsivään ohraan on mahdollista toisaalta siksi, että emikukka on hedelmöitymätön ja toisaalta sen vuoksi, että tähkylä on avoin.

Tätä tutkimusta on taloudellisesti tukenut August Johannes ja Aino Tiuran maatalouden tutkimussäätiö, jolle esitän parhaimmat kiitokseni. Lämpimän kiitokseni esitän myös niille monille tutkijoille, joilta olen saanut koetuloksia käyttööni ja arvokkaita neuvoja. Erityisesti haluan heistä mainita professori E. A. J a m a l a i s e n. Kiitän myös niitä viljelijöitä, joiden pelloille kenttäkokeet on voitu järjestää.

## KIRJALLISUUTTA

AGERBERG, L. & ROOTS, L. 1964. Försök med bor II. Landbr. Högsk. Medd. A 10.

BUHL, C. 1968. Partielle Blütensterilität bei Sommergerste. Z.Pfl.Kr. (Pfl.Pat.) Pfl.schutz. 75: 224—227.

DROZDOV, S. & KURUZOV, A. 1960. Potrebnost' bore jarovoj

pšenicy i jačmenja v ontogeneze. Naučh. Dok. Vyš. Skol. Fiziol. Bioh. Rast. 1960. 1: 129—131.

FLEMING, G. 1963. Distribution of major and trace elements in some common pasture species. J. Sci.food Agric. 14: 203—208 (Ref. Boron in Agric. 62: 90).

- FUTRELL, M. & WEBSTER, O. 1965. Ergot infection and sterility in grain sorghum. *Pl. Dis. Rep.* 49: 680—683.
- HAYES, J. 1968. The genetic basis of hybrid barley production and its application in western Europe. *Euphytica* 17: 87—100.
- JAMALAINEN, E. A. 1949. Boorin puutteesta aiheutuvista kasvitaudeista ja boorin merkityksestä maamme kasvinviljelyssä. *Maatal.koetoin.* Julk. 130. 48 p. Helsinki.
- JAMALAINEN, E. A. 1968. Kasvien puutostaudit. 128 p. Helsinki.
- KORONOWSKI, P. 1961. Morphologische Veränderungen an Mais und anderen Getreidearten bei Bormangel. *Z. Pfl.ernähr. Düng. und Bodenk.* 94.: 25—39.
- LÖHNIS, M. 1937. Plant development in the absence of boron. *Med. Landbouwhoogeschool* 41. Verhand. 3: 1—36.
- PHILIPSON, T. 1953. Boron on plant and soil. *Acta Agric. Skand.* 3: 121—242.
- RAPILLY, F. 1969. L'ergot du blé (*Claviceps purpurea*). *Bull. Techn. Inf.* 244: 809—812.
- RUOKOLA, A-L. 1962. Lisätietoja torajyvän viljelykokeista Viikin koetilalla. *Maatal.tiet. Aikak.* 34: 121—131.
- SCHROPP, W. & ARENZ, B. 1940. Versuche mit Bor zu einigen Gramineen. *Bodenk. und Pfl.ernähr.* 16.: 169—184.
- SIMOJOKI, P. 1969. Torajyvä, ohra ja boori. *Koetoin. ja Käyt.* 26: 1, 3.
- TAINIO, A. 1961. Voidaanko hivenainella torjua torajyvää. *Koetoin. ja Käyt.* 18: 38, 40.
- TÄHTINEN, H. 1970. Boorilannoituksen jälkivaikutus. *Ann. Agric. Fenn.* 9: 331—335.
- WARINGTON, K. 1933. The influence of length of day on the response of plants to boron. *Ann. Bot.* 47: 429—457. London.

*Saapunut 28. 4. 1972*

Paavo Simojoki  
Maatalouden tutkimuskeskus  
Keski-Suomen koeasema  
44240 VATIA

## KASVIHUONEVIHANNESTEN LAATUTUTKIMUKSIA

J. E. HÅRDH ja KIRSTI HÅRDH

HÅRDH, J. E. & HÅRDH, K. 1972. **Kasvihuonevihannesten laatututkimuksia.** Ann. Agric. Fenn. 11: 342—346.

The influence of day length and the amount and quality of radiation upon greenhouse vegetable quality was studied in 1971 at three different latitudes: at Viikki (60°11'), Rovaniemi (66°32') and Muddusniemi (69°05'). Earlier results indicated that the aroma, sugar, and vitamin contents of vegetables differ when they are grown at different latitudes. In 1971, the results show that vitamin C and sugar contents of tomato and sweet pepper and the sugar content of pickling onion are often higher in the north. Gas chromatographic determinations of aromatic compounds in these vegetables show that the areas under the main peaks, which represent the most abundant of such compounds, are influenced by latitude. The amounts of these compounds are usually higher in north than in south Finland. The test plants in these studies were cultivated on identical substrate using the same fertilizing and cultural methods.

The results thus show that for many plants growing conditions in the north result in a better «inner quality», than in the south of Finland, this being due to the long day and the special radiation properties in greenhouses of the north.

Ravintokasvien ainekoostumus ja tästä johdettavat laatuerot ovat sadon käyttöarvoon sekä toisinaan sen hintaan vaikuttavia seikkoja. Kun mainittuja laatuksymyksiä on meillä vasta vähän selvitetty, otettiin Helsingin yliopiston Puutarhatieteen laitoksella v. 1969 tutkittavaksi tekijöitä, jotka saattavat vaikuttaa kasvihuoneessa ja avomaalla tuotettujen vihannesten laatuun. Viikissä selvitettiin tämän projektin puitteissa kasvualustan, lannoituksen ja leikkauksen vaikutusta eri tomaattilajikkeiden laatuun, lähinnä hedelmien sokeri- ja happopitoisuuteen. Lisäksi on kolmella leveysasteella selvitetty tähän mennessä kolmen vuoden aikana päivänpituuden, säteilyn laadun ja voimakkuuden sekä lämpötilan vaikutusta kasvihuoneessa tuotettujen vihannesten aromi-, sokeri-, karoteeni- ja C-vitamiinipitoisuuteen.

SUHONEN ja TUOKKO (1971) osoittivat, että tomaatin normaali leikkaus vähentää hedelmien sokeripitoisuutta ja lisää niiden happoisuutta leikkaamattomaan kasvustoon verrattuna. Samoin he totesivat, että voimakas pintalannoitus tyvellä ja kalilla vähentää hedelmien sokeripitoisuutta. Myös turve- ja kuorihumusalustoilla sokeripitoisuus saattaa olla n. 10—25 % alhaisempi kuin mineraalimaassa kasvatetussa tomaatissa.

Kolmella eri leveysasteella, Viikissä (60°11'), Rovaniemellä (66°32') ja Muddusniemessä (69°05') todettiin kasvihuoneessa kasvaneen fenkolin, tillin, salaatin ja retiisin sadot pohjoisessa usein saman suuruisiksi tai suuremmiksi kuin maan eteläosissa (HÅRDH ja HÅRDH 1972). Saman tutkimuksen mukaan oli vuosina 1969—1970 fenkolin, meiramin, tillin ja mintun aro-

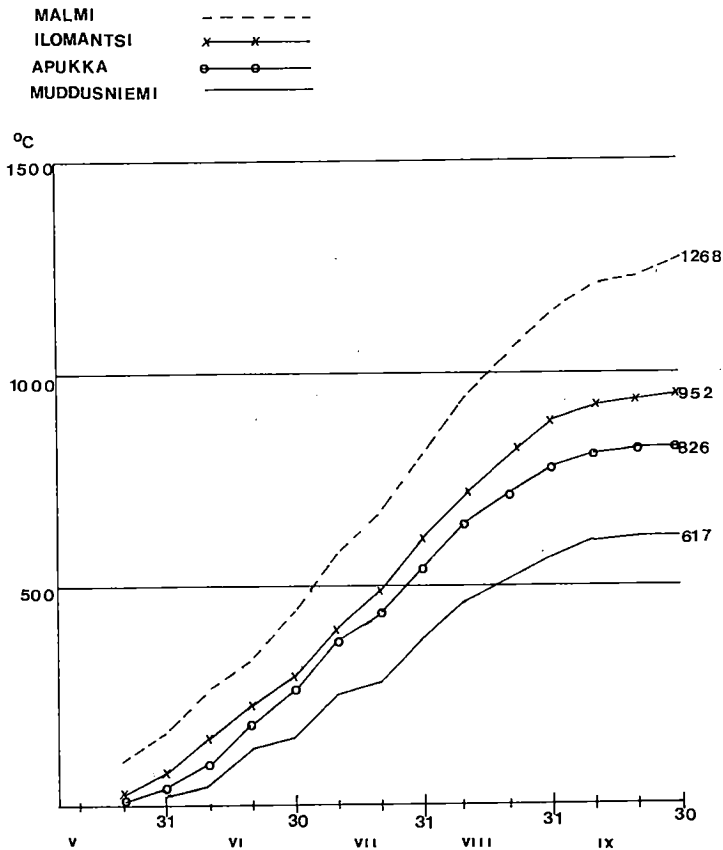
mipitoisuus Muddusniemessä korkein, Viikissä alhaisin. Näinä vuosina myös hillospuljin sokeripitoisuus oli pohjoisessa korkein.

Vuonna 1971 tutkimuksia jatkettiin noudattaen samoja menetelmiä kuin vuosina 1969–1970. Tällöin määritettiin näytteitä Viikin ja Muddusniemen lisäksi myös Rovaniemeltä, jossa kokeita suoritettiin Maatalouden tutkimuskeskuksen Perä-Pohjolan koeasemalla.

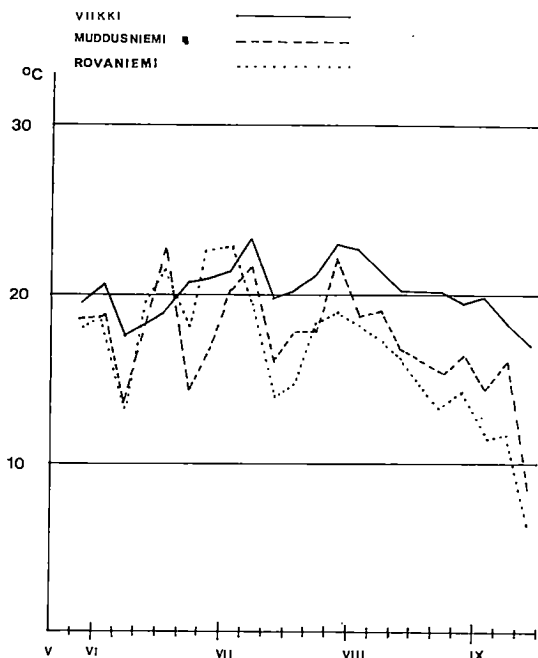
## Kasvuolot 1971

Kasvukauden tehoisan lämpötilan summat avomaalla olivat eri koepaikoilla kuvan 1 osoittamat. Lämpötilat kasvihuoneissa Viikissä, Rovaniemellä ja Muddusniemessä ilmenevät kuvasta 2. Viikissä ja Muddusniemessä tapahtuivat

kasvatukset lasihuoneissa, Rovaniemellä muovihuoneessa. Kokonaisäteily ( $\mu\text{w}/\text{cm}^2$ ) kolmella koepaikkakunnalla avomaalla, lasikasvihuoneessa ja muovihuoneessa ilmenevät kuvasta 3. Tärkeäksi seikaksi kasvien kasvun kannalta on tähän mennessä osoittautunut sinisen ja punaisen säteilyn määrien suhde. Kuvassa 4 esitetään nämä suhteet kolmella paikkakunnalla kesän aikana. Todetaan, että pohjoisimpana, Muddusniemessä, on sinisen ja punaisen valon määrien suhde sekä avomaalla että lasi- ja muovihuoneessa korkein, mainittujen valolajien suhde siellä alkukesällä korkein ja kesän aikana aleneva. Tästä seikasta arvellaan johtuvan pohjoisessa kasvien voimakkaan kasvun kesän alussa, mikä aikaisemmin on osoitettu (HÄRDH ja HÄRDH 1972).



Kuva 1. Tehoisan lämpötilan summat kasvukaudella 1971.  
Fig. 1. Sum of temperature units during the growing period of 1971.



Kuva 2. Keskilämpötilat pentadeittain kasvihuoneessa Viikissä ja Muddusniemessä sekä muovihuoneessa Rovaniemellä.

Fig. 2. Mean temperatures of 5-day periods in the glasshouse at Viikki and Muddusniemi and in the plastic house at Rovaniemi.

### Laadun määrittäminen

Näytteenotto, -käsittely, karoteenin, C-vitamiinin, sokerin ja aromiaineiden määrittäminen tapahtuivat aikaisemmin selostettuja menetelmiä noudattaen (HÄRDH ja HÄRDH l.c.).

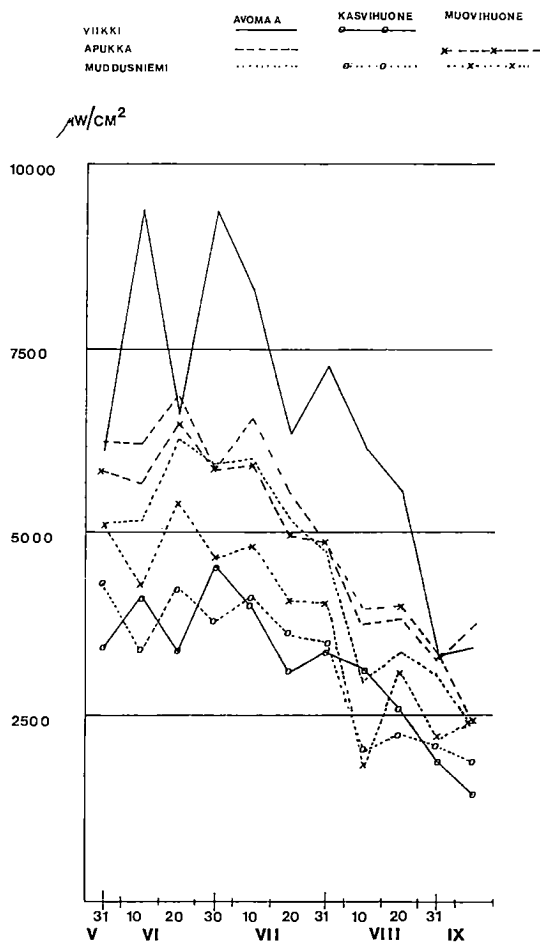
Kasvihuonetomaatin ja paprikan vitamiini- ja sokeripitoisuudet v. 1971 käyvät selville taulukosta 1. Todetaan, että askorbiinihappopitoisuus oli tomaatissa ja paprikassa Rovaniemellä ja Muddusniemessä korkeampi kuin Viikissä. Tomaatin ja punaisen paprikan sokeripitoisuus oli pohjoisessa yhtä suuri tai eräissä määrityksissä korkeampi kuin Viikissä. Tomaatin näytteet oli tällöin otettu täysin kypsinä, samoin punaisen paprikan. Karoteenin on jo aikaisemmin (HÄRDH 1971) mainittu jäävän usealla kasvilla pohjoisessa alhaisemmaksi kuin Viikissä. Näin näyttää tässäkin tapauksessa olevan tomaatin ja paprikan suhteen.

Hillosipulin (Hollantilainen hopeanvalkea) sokeripitoisuus % kasvihuoneessa oli <sup>1</sup>

	v. 1970	v. 1971
Viikissä .....	3.59	1.81
Rovaniemellä .....	—	2.50
Muddusniemessä .....	4.54	1.91

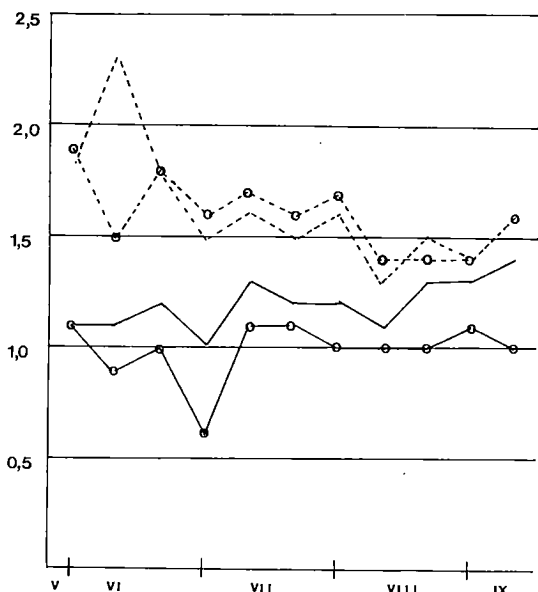
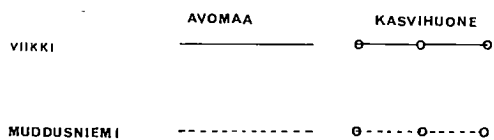
eli kumpanakin vuonna pohjoisessa korkeampi kuin Viikissä.

Aromiaineanalyytit kaasukromatografilla v. 1971 osoittivat aikaisempien tutkimusten tavoin,



Kuva 3. Kokonaissäteily kasveille tärkeillä aaltoalueilla 400—500 ja 600—800 nm kasvukauden 1971 aikana.  
Fig. 3. Total radiation in the photosynthetically important wavelengths 400—500 and 600—800 nm during the growing season of 1971.

<sup>1</sup> Sugar content of pickling onion in greenhouse in %.



Kuva 4. Sinisen ja punaisen säteilyn määrien suhde Viikissä ja Muddusniemessä 1971.

Fig. 4. Ratio of blue:red radiation at Viikki and Muddusniemi in 1971.

että eri leveysasteilla vallitsevilla olosuhteilla on vaikutusta eräiden kasvihuonevihannesten koostumukseen (taulukko 2). Aromiaineanalyyseissä saadaan kromatogrammissa esiin muutamia »suuria» piikkejä, jotka edustavat runsaimmin esiintyviä ainekomponentteja. Tillillä ja paprikalla näitä on yleensä kolme, fenkolilla kuusi ja meiramilla kaksi. Usein juuri nämä piikit ovat pohjoisissa näytteissä suurimmat verrattuna Etelä-Suomesta tulevien näytteiden vastaaviin piikkeihin, mikä osoittaa, että runsaimmin esiintyvien makuaineiden suhteelliset määrät ovat herkkiä kasvuolojen vaikutuksille eri leveysasteilla (HÄRDH ja HÄRDH 1972). Taulukosta 2 todetaan, että yllä mainituilla kasveilla ovat useiden runsaimpina esiintyvien aine-

Taulukko 1. Tomaatin (Minerva) ja paprikan (Pedro) vitamiini- ja sokeripitoisuudet kasvihuoneessa v. 1971; lh = lasikasvihuone, mh = muovihuone.

Table 1. Contents of vitamins and sugars in greenhouse tomatoes (Minerva) and sweet peppers (Pedro) in 1971; lh = glasshouse, mh = plastichouse.

	Ascorbiinihappoa mg/100 g	a + β-karoteenia mg/100 g	Red. sokeria %	Inv. sokeria %
	Ascorbic acid mg/100 g	a + β carotene mg/100 g	Reducing sugar %	Invert sugar %

#### Tomaatti

##### Tomato

Viikki (lh)	14.08	0.590	1.41	—
Rovaniemi (mh)	29.91	0.623	2.29	—
Muddusniemi (lh)	20.35	0.494	2.00	—

#### Paprika, vihreä

##### Pepper, green

Viikki	132.50	0.148	2.02	2.11
Rovaniemi	154.32	0.188	1.56	1.66
Muddusniemi	141.25	0.109	1.80	1.84

#### Paprika, punainen

##### Pepper, red

Viikki	175.75	1.482	3.71	3.87
Rovaniemi	213.17	1.285	4.14	4.15
Muddusniemi	200.86	1.581	3.78	3.72

komponenttien määrät pohjoisessa suurimmat.

Edellä selostetut tulokset vahvistavat sitä alustavien tutkimusten antamaa käsitystä, että eri leveysasteilla vallitsevat erot päivänpituudessa, säteilyn voimakkuudessa ja koostumuksessa vaikuttavat vihannesten kemialliseen ainekoostumukseen eli nk. sisäiseen laatuun siten, että pohjoisessa kasvaneet tuotteet voivat olla tässä suhteessa parempia kuin etelässä tuotetut. Pohjois-Suomessa jäävät vihanniskasvien sadot lähinnä alhaisen lämpötilan vuoksi avomaalla vähäisemmiksi kuin etelässä. Kasvihuoneessa sen sijaan sadot voivat eri osissa maata olla samaa suuruusluokkaa, pohjoisessa jopa suurempia kuin maan eteläosissa.

Tähänastiset vihanneksien sisäistä laatua koskevat tutkimukset osoittavat myös sen, että kasvuoloilla ja viljelytekniikalla on ilmeisen selvä vaikutus sekä avomaalla että kasvihuoneessa tuotettujen vihannesten laatuun. Tämän vuoksi on laatu- ja tutkimuksien selvittettävä edelleen varsinkin maamme erikoisolosuhteiden merkitystä sekä mahdollisuuksia hyvälaatuisten ravintokasvien tuotannossa.

Taulukko 2. Kromatogrammiikkien pinta-alat (cm<sup>2</sup>), mitkä osoittavat näitä vastaavien aroimaaineiden suhteellisia määriä kasviuonevihanneksissa v. 1971.

(+ = crittän pieni).

Table 2. Area of chromatogram peaks (in cm<sup>2</sup>) indicating the relative amounts of corresponding aromatic compounds in some greenhouse vegetables in 1971. (+ = trace)

Kasvi ja piikin numero	Viikki	Rovaniemi	Muddusniemi
<i>Plant and peak Nr.</i>			
<b>Paprika</b>			
<i>Pepper</i>			
1	300	+	400
2	1750	1545	1500
3	+	+	+
4	645	1440	1335
5	+	25	15
6	520	1400	767
<b>Fenkoli</b>			
<i>Fennel</i>			
1	10	21	10
2	7	12	24
3	150	326	515
4	+	+	4
5	13	83	79
6	44	87	199
7	27	60	135
8	3	61	19
9	721	1716	3078
10	29	54	168
11	1	1	4
<b>Tilli</b>			
<i>Dill</i>			
1	1	—	4
2	162	—	295
3	1	—	1
4	137	—	23
5	+	—	2
6	+	—	+
7	59	—	41
<b>Meirami</b>			
<i>Marjoram</i>			
1	1	1	2
2	9	8	20
3	+	+	+
4	+	+	1
5	4	3	6
6	+	+	6
7	6	4	11
8	1	1	3

HÄRDH, J. E. 1971. Kasvintuotteiden laatu pohjoisessa ja etelässä. Puutarha-Uutiset 23: 888—890.

— & HÄRDH, K. 1972. Effects of radiation, daylength and temperature on plant growth and quality. A preliminary report. Horticultural Research 12: 25—42.

SUHONEN, I. & TUOKKO, M. 1971. Odlingsmetodernas inverkan på kvalitet och smak hos tomat. Viola-Trädgårdsvärlden 77,36: 3.

Saapunut 28. 4. 1972

J. E. Härth ja Kirsti Härth  
Helsingin yliopisto  
Puutarhatieteen laitos  
00710 HELSINKI 71



ON THE SEED-BORNE FUNGI OF RED CLOVER  
IN FINLAND

ARVI SALONEN

SALONEN, A. 1972. **On the seed-borne fungi of red clover in Finland.**  
Ann. Agric. Fenn. 11: 347—353.

The investigation concerned the mycoflora of seeds of red clover was carried out at the Department of Plant Pathology of the University of Helsinki. The material for this purpose was collected both in the exceptionally rainy year 1957 and in the drier than normal year 1964 in various parts of Finland. In 1957 61 fungus species were identified among 4250 isolates, while in 1964 the corresponding numbers were 55 and 1816. Pathogens isolated were: *Stemphylium botryosum* (*Pleospora herbarum*), *Sclerotinia trifoliorum*, *Botrytis cinerea*, *B. anthophila*, *Fusarium acuminatum*, *F. avenaceum*, *F. moniliforme*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. sporotrichoides*, *Phoma herbarum*, *P. herbarum* var. *medicaginis* (*Ascochyta imperfecta*). In addition to pathogens 63 saprophytic fungus species were isolated, of which worthy of mention is a rare *Bahupathra samala* Subram. and Lodha, which had been found in cow dung and described in India in 1964.

## Introduction

When this study was begun, red clover figured significantly in the grassland cultivation practiced in Finland. Its stands nevertheless were not persistent and thus attempts were made to clarify the causes of this in various places. *Sclerotinia trifoliorum* Erikss. was known to be damaging to red clover (POHJAKALLIO 1939, YLIMÄKI 1956). New pathogens were found such as *Plenodomus melilotii* Dearness and Sanford which in 1953 and 1961 thoroughly destroyed young stands of clover at the Muddusniemi experimental station of the University of Helsinki (69° 5' N) located at Inari (SALONEN 1962), as well as *Botrytis anthophila* Bond. which is known primarily as a cause of crop damage in seed

plantations (SALONEN 1960, RUOKOLA 1966). Furthermore the occurrence and danger of root rot under Finnish conditions and the significance of the fungi *Typhula ishikariensis* Imai, *T. trifolii* Rostr. and *T. incarnata* Lasch ex Fr. as sources of winter damage of clover in Finnish conditions was established (YLIMÄKI 1967, 1969).

The study presented here attempts to clarify the part played by seeds of red clover in spreading pathogens as well as to give information on the prevention of the diseases in question. Seed samples from the exceptionally rainy year 1957 and the drier than normal year 1964 were examined.

## Material and methods

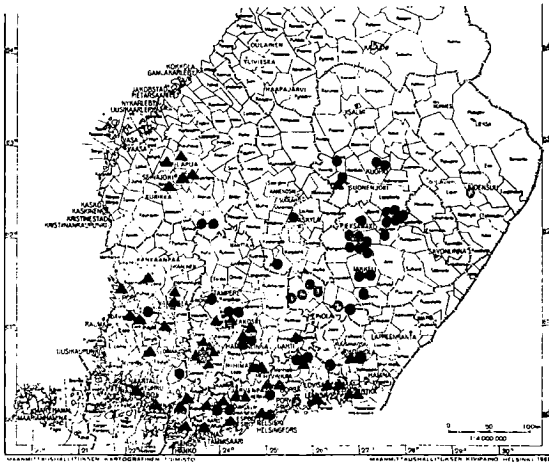


Fig. 1. Sampling localities

▲ 1954 ● 1964

The material consisted of 50 different samples collected in various parts of Finland both in 1957

and 1964 (Fig. 1). Four lots of 50 seeds from each sample were placed in petri dishes on filter paper, under which there was water agar and four lots of 50 seeds on PD agar. The plants were incubated of room temperature. After 10 days the plates were examined for the presence of fungi and thereafter four times at weekly intervals.

For the identification and description of the species the following media were used:

- Corn meal agar (Difco)
- Potato dextrose agar (Difco)

All the cultures were incubated at room temperature, 21°–22° C. The determinations were based in criteria used by the following:

*Ascomycetes* — SKOLKO and GROVES 1953

*Fungi imperfecti* — BOOTH 1971, GORDON 1952, GROVES and SKOLKO 1944, JAMALAINEN 1943 a, 1943 b, 1944.

## Results and discussion

The fungi found in the investigated samples are presented in the attached table 1. Altogether 61 species were identified in 1957 from a total of 4 250 isolates, and 55 species in 1964 from a total of 1816 isolates. The percentage distribution of the isolated fungi in the different fungus classes is given below.

	1957		1964	
	Total of species	Total of isolates	Total of species	Total of isolates
<i>Phycomycetes</i> . . . . .	6.6	7.6	3.6	1.1
<i>Ascomycetes</i> . . . . .	14.8	3.1	10.9	14.6
<i>Basidiomycetes</i> . . . .	4.9	0.1	—	—
<i>Fungi imperfecti</i> ..	73.8	89.2	85.5	84.3

*Phycomycetes* — The *Mucor* and *Rhizopus* fungi were the most common among the species of the class. These harmless saprophytic fungi are specifically fungi of rainy summers. In the dry year 1964 they were found relatively rarely.

*Ascomycetes* — The saprophytic genus *Chaetomium* was the most common among the species of this class. *Pleospora herbarum*, which always occurs together with its *Fungi imperfecti* state

*Stemphylium botryosum*, was found on 18 % of the seed samples, in 81 isolates, in 1957, whereas the corresponding figures for 1964 were 92 % and 252 isolates. Working from the seed, this fungus rapidly infects the seedling forming conidiophores on the surface of the diseased seedling and, soon afterwards, perithecia. LEACH (1960) and WELTZIEN (1957) have, indeed, observed this fungus to be a dangerous pathogen on field legumes particularly in their germination stage. *Pleospora herbarum* is also known as a cause of black stem and leaf spot on red clover, but its significance in this respect is probably quite negligible in Finland. *Sclerotinia trifoliorum*, which badly thins out clover stands in warm, rainy autumns in Finland, was found to spread both as a mycelium in seeds and as sclerotia in seed stocks. On PD agar the fungus began to grow a seed that it had infected within 6 days after the seed had been left to germinate. The fungus produced its typical growth: at first a scanty mycelia but soon gaining in vigour and

Table 1. Mycoflora of red clover seed in 1957 and 1964.

Fungus species	1957			1964		
	Isolates number	% of total number	% seed lots infested	Isolates number	% of total number	% seeds lots infested
<b>Phycomycetes</b>						
<i>Chaetocladium brefeldi</i> v. Tieghem et le Monnier	1	0.03	2	—	—	—
<i>Mucor</i> spp.	247	6.50	42	15	0.93	14
<i>Rhizopus nigrigans</i> Ehrenberg	76	2.00	22	5	0.31	6
<i>Thamnidium elegans</i> Link	1	0.03	2	—	—	—
Total <i>Phycomycetes</i>	325			20		
<b>Ascomycetes</b>						
<i>Chaetomium elatum</i> Kunze et Schmidt	4	0.11	2	7	0.43	8
<i>C. funiculum</i> Cooke	1	0.03	2	—	—	—
<i>C. globosum</i> Kunze	38	10.00	14	4	0.25	8
<i>C. olivaceum</i> Cooke et Ell.	2	0.05	2	—	—	—
<i>Gymnoascus reessii</i> Baranetzki	2	0.05	2	1	0.06	2
<i>Pleospora herbarum</i> (Pers. ex Fr.) Rabenh.	81	2.10	18	252	15.60	92
<i>Preussia vulgare</i> (Corda) Cain	2	0.05	2	—	—	—
<i>Sclerotinia trifoliorum</i> Erikss.						
a. mycelium	1	0.03	2	1	0.06	2
b. sclerotia	—	—	—	1	0.06	2
Unidentified	1	0.03	2	—	—	—
Total <i>Ascomycetes</i>	133			266		
<b>Basidiomycetes</b>						
Unidentified	3	0.09	4	—	—	—
Total <i>Basidiomycetes</i>	3			—		
<b>Fungi imperfecti</b>						
<i>Acremoniella atra</i> (Corda) Sacc.	437	11.50	36	29	1.80	24
<i>Acremonium butyrii</i> (van Beyma) W. Gams	—	—	—	1	0.60	2
<i>A. strictum</i> W. Gams ined.	10	0.26	10	11	0.68	18
<i>Acrostalagmus cinnabarinus</i> Corda	3	0.08	2	2	0.12	2
<i>A. roseus</i> Bain.	2	0.05	2	—	—	—
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	714	18.80	66	292	18.00	96
<i>Arthrinium phaeospermum</i> (Corda) M. B. Ellis	2	0.05	2	2	0.12	4
<i>Artrobotrys superba</i> Corda	8	0.21	2	4	0.25	2
<i>Aspergillus fumigatus</i> Fres.	—	—	—	13	0.85	12
<i>A. niger</i> van Tiegh.	—	—	—	32	1.98	32
<i>A. spp.</i>	66	1.70	24	3	0.19	2
<i>Aureobasidium pullulans</i> (De Bary) Arn.	18	0.45	12	4	0.25	6
<i>Bahupathra samala</i> Subram. & Lodha	—	—	—	1	0.06	2
<i>Beauveria bassiana</i> (Bals.) Vuill.	5	0.13	4	—	—	—
<i>Bispora antennata</i> (Pers. ex Pers.) Mason in Hughes	1	0.03	2	—	—	—
<i>Botryotrichum piluliferum</i> , Sacc. et March.	3	0.08	4	—	—	—
<i>Botrytis anthophila</i> Bond.	319	8.40	62	182	11.20	70
<i>B. cinerea</i> Pers. ex Pers.	19	0.50	10	26	1.61	10
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fres.) de Vries	—	—	—	155	9.60	60
<i>C. herbarum</i> Link ex Fr.	—	—	—	28	1.73	26
<i>C. sphaerospermum</i> Penz.	—	—	—	9	0.56	14
<i>C. spp.</i>	248	6.50	46	—	—	—
<i>Coniothyrium minitans</i> Campbell	2	0.05	2	1	0.06	2
<i>Dactylella leptospora</i> Drechseler	1	0.03	2	—	—	—
<i>Doratomyces stemonitis</i> (Pers. ex Fr.) Morton & Smith	2	0.05	2	2	0.12	2
<i>Echinobotryum atrum</i> Corda	—	—	—	1	0.06	2
<i>Epicoccum purpurascens</i> Ehrenb. ex Schlecht.	10	0.26	4	38	2.35	40
<i>Fusarium acuminatum</i> Ellis & Everhart	—	—	—	5	0.31	8
<i>F. avenaceum</i> (Fr.) Sacc.	425	11.20	58	89	5.51	46
<i>F. culmorum</i> (W. G. Sm.) Sacc.	2	0.05	2	4	0.25	6
<i>F. moniliforme</i> Scheld.	12	0.32	10	15	0.93	16
<i>F. oxysporum</i> Schlecht. emend. Snyder & Hansen	—	—	—	8	0.50	10
<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	357	9.40	36	51	3.15	42
<i>F. sambucinum</i> Fuckel var. <i>coeruleum</i> Wollenw.	—	—	—	1	0.06	2

Table 1 (cont.)

Fungus species	1957			1964		
	Isolates number	% of total number	% seed lots infested	Isolates number	% of total number	% seed lots infested
<i>F. solani</i> (Mart.) App. et Wollenw. ....	17	0.45	10	1	0.06	2
<i>F. sporotrichoides</i> Sherb. ....	—	—	—	5	0.31	8
<i>Gliocladium catenulatum</i> Gilman & Abbott ....	9	0.24	2	7	0.43	2
<i>G. penicilloides</i> Corda ....	2	0.05	2	—	—	—
<i>G. roseum</i> Bain. ....	9	0.24	4	7	0.43	6
<i>Gonatotryps ramosa</i> Riess. ....	1	0.02	2	—	—	—
<i>G. simplex</i> Corda ....	2	0.05	2	3	0.19	6
<i>Helminthosporium</i> sp. ....	1	0.05	2	—	—	—
<i>Humicola grisea</i> Traaen ....	4	0.11	4	6	0.37	6
<i>Monodictys levis</i> (Wiltsh.) Hughes ....	2	0.05	2	—	—	—
<i>Mycotypha dichotoma</i> Wolf ....	12	0.31	3	—	—	—
<i>Myrothecium verrucaria</i> (Alb. & Schw.) Ditm. ex. Fr. ....	2	0.05	2	—	—	—
<i>Oedocephalum glomerulosum</i> (Bull.) Sacc. ....	4	0.11	2	1	0.06	2
<i>O. state of Fomes annosus</i> (Fr.) Cooke ....	—	—	—	1	0.06	2
<i>Papulaspora rubida</i> Hotson ....	—	—	—	3	0.19	2
<i>Penicillium</i> spp. ....	511	13.40	82	135	8.36	70
<i>Phoma herbarum</i> Westend ....	74	1.90	14	16	0.99	14
<i>P. herbarum</i> var. <i>medigacinis</i> ( <i>Aschocyta imperfecta</i> ) ....	8	0.19	6	13	0.81	10
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i> (Sacc.) Bain. ....	4	0.11	6	—	—	—
<i>Stachybotrys atra</i> Corda ....	76	2.00	14	—	—	—
<i>Stemphylium botryosum</i> Wallr. ....	81	2.10	18	252	15.61	92
<i>Torula herbarum</i> (Pers.) Link ex S. F. Gray ....	4	0.11	4	4	0.25	8
<i>Trichocladium asperum</i> Harz ....	15	0.36	6	—	—	—
<i>Trichoderma polysporum</i> (Link ex Pers.) Rifai ....	—	—	—	2	0.12	4
<i>T. viride</i> Pers. ex. Fr. ....	31	0.80	12	23	1.43	32
<i>Tricothecium roseum</i> Link ....	38	1.00	10	22	1.36	10
<i>Ulocladium consortiale</i> (Thüm.) Simmons ....	135	3.50	44	9	0.57	10
<i>Mycelia sterilia</i> ....	81	2.10	14	14	0.87	4
Total <i>Fungi imperfecti</i> ....	3 789			1 530		
<i>Streptomyces</i> spp. ....	—	—	—	49	2.97	40

developing sclerotia. The sclerotia may be about the same size as red clover seeds and thus difficult to perceive. At the Inari experimental field of the Department of Plant Pathology these small sclerotia were observed rapidly to infect — as early as the first autumn — the stand from seeds which they had accompanied; furthermore, they spread clover rot to other stands, perhaps through the intermediary of the microconidia which were observed in great abundance on the surface of the sclerotia and in the mycelia growing out of them.

One sample in the seeds was an undetermined *Pseudopeziza*-type fungus. It had peach-coloured apothecia, 2–3 mm  $\phi$ , in which the ascospores were one-celled, elliptical, colourless, 14–20  $\times$  11–13  $\mu$ .

*Basidiomycetes* — The basidiomycetes were extremely scarce in the samples examined. In the fungus samples for 1957 there happened

to be 2 agarics which formed fruiting bodies on filter paper moistened with Stapp solution. A basidiomycete which produced a greyish-white powdery stand was found to completely cover the fungus *Rhizopus nigricans* under its stands without disturbing the other fungi in the least. This phenomenon has been observed at the Department of Plant Pathology also in other studies. The root rot fungus *Fomes annosus* (Fr.) Cooke, too, appears to be capable of being disseminated on seed, for its *Oedocephalum* state was observed in the 1964 samples.

*Fungi imperfecti* — The fungi of this class were by far the most numerous in this study. Most frequent among them was *Alternaria alternata*, *Acremoniella atra*, *Botrytis anthophila*, *Cladosporium cladosporioides*, *Fusarium avenaceum*, *F. poae*, *Penicillium* spp. and *Ulocladium consortiale*.

A rare species deserving of mention is *Bahupathra samala*, which SUBRAMANIAN and LODHA

found in cow dung and described in India in 1964. At nearly the same time this fungus was observed to occur in the seeds of red clover in Finland. To the present, these are probably the only recorded occurrences in the world of this fungus.

Among the *Fungi imperfecti* isolates there were numerous parasites of red clover that varied in their pathogenicity. Of these the ones causing pre-emergence killing, damping off of seedlings and blight of seedlings can be grouped according to YLIMÄKI's (1967) studies as follows:

1. Above-average pathogenic species: *F. acuminatum*, *F. avenaceum*.
2. Moderately pathogenic species: *F. arthrosporioides*.
3. Below average pathogenic species: *A. alternata*, *Botrytis cinerea*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. solani*.

According to the observations of the present study the first group further includes *S. botryosum*, *Phoma herbarum* and *P. herbarum* var. *medicaginis*. *B. anthophila*, which systemically infects clover plants and prevents anthesis of flowering, appears in certain cases to prevent germination entirely. What is apparently involved here is that it has infected the seeds too strongly with its mycelium. On PD agar it is antagonistic and it evidently acts this way in seeds, too, for it usually occurs alone in seeds. In 1957 62 % of the samples were infected with this fungus and in 1964 correspondingly 70 %. It is thus quite common in red clover stands in Finland.

In his study of root rot, YLIMÄKI (1967) isolated many of these fungi, the most common species being *F. acuminatum*, *F. arthrosporioides* and *F. avenaceum*.

In conclusion it should be stated that among

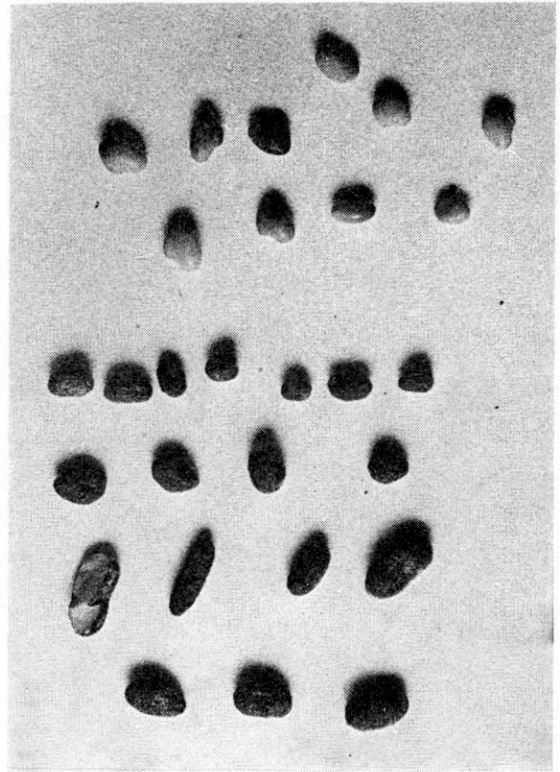


Fig. 2. Red clover seeds and sclerotia of *Sclerotinia trifoliorum*.

fungi not mentioned here there also occur species of which certain strains may be pathogenic to a greater or lesser degree particularly in the germination stage of red clover.

*Acknowledgement.* — My sincere thanks are due to Prof. Dr. E. A. Jamalainen for his encouragement and guidance during the course of this work. I also wish to express my warmest thanks to the State Seed Testing Station for furnishing the material for the study.

## REFERENCES

- GORDON, W. L. 1952. The occurrence of *Fusarium* species in Canada. II. Prevalence and taxonomy at *Fusarium* species in cereal seed. *Can. J. Bot.* 30: 209—251.
- GROVES, J. W. & SKOLKO, A. J. 1944. Notes on seed-borne fungi. I. *Stemphylium*. *Can. J. Res. C.* 22: 190—199.
- JAMALAINEN, E. A. 1943a. Über die Fusarien Finnlands. I. *Staatl. Landw. Versuchstät. Veröff.* 122: 1—26.
- 1943 b. Über die Fusarien Finnlands. II. *Staatl. Landw. Versuchstät. Veröff.* 123: 1—25.
- 1944. Über die Fusarien Finnlands. III. *Staatl. Landw. Versuchstät. Veröff.* 124: 1—24.
- LEACH, C. M. 1960. Phytopathogenic and saprophytic fungi associated with forage legume seed. *Plant Dis. Rep.* 44: 364—369.

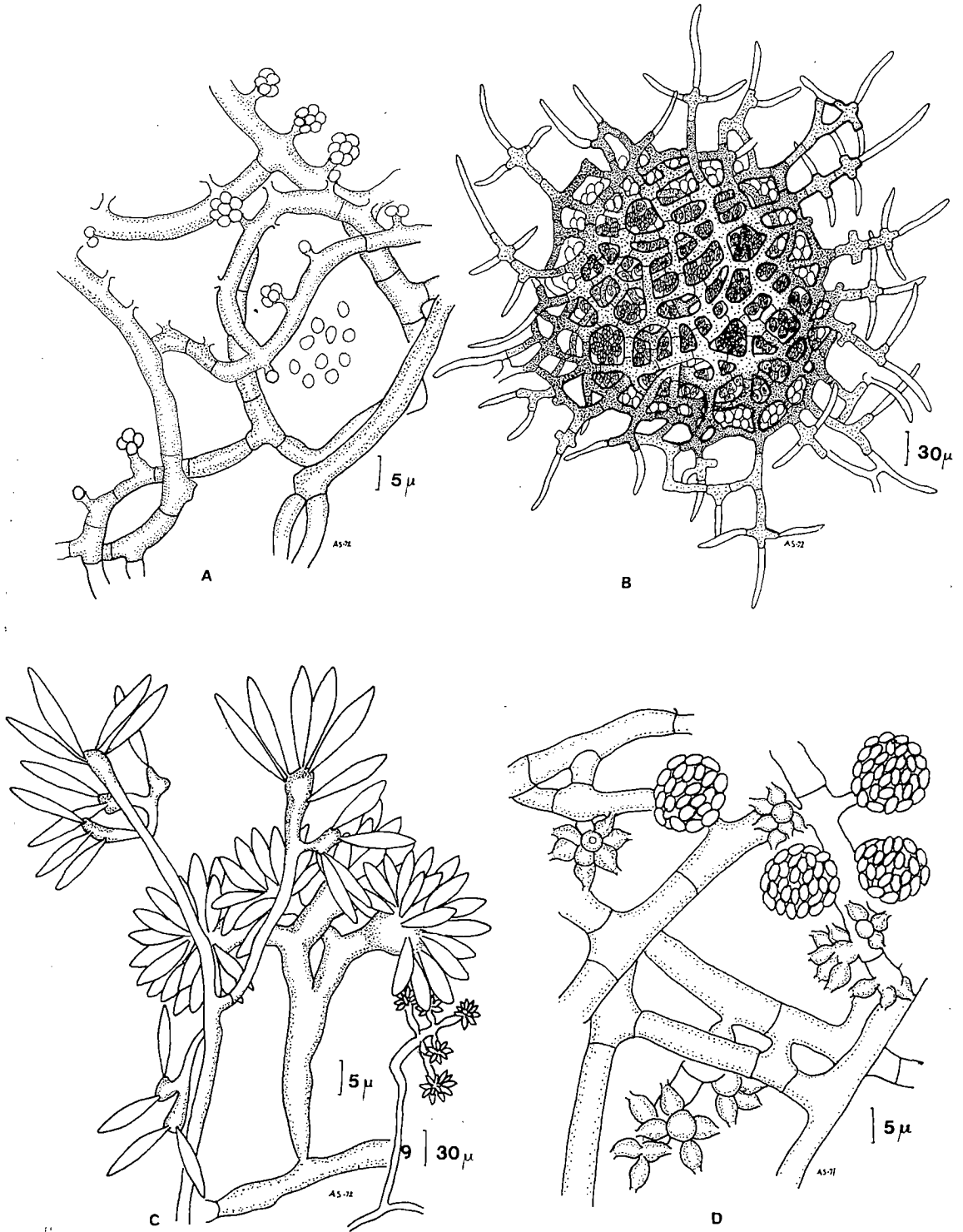


Fig. 3. A. *Bahupaathra samala*, B. *Gymnoascus reessii*, C. *Botrytis anthophila*, D. *Trichoderma polysporum*.

- POHJAKALLIO, O. 1939. Untersuchungen über den Klee-  
krebs und seinen Anteil am Verschwinden des Klees  
in Kleeergrasgemischen. Pfl.bau 16: 136—160, 201—205.
- RUOKOLA, A.-L. 1966. *Botrytis anthophila* -sieni puna-  
apilan heteiden tuhojana. Koetoin. ja Käyt. 23: 14.
- SALONEN, A. 1960. Das Vorkommen von *Botrytis antho-  
phila* Bond. in Proben von Handelssaatgut finnischen  
Rotklee, J. Sci. Agric. Soc. Finl. 32: 186—189.
- 1962. *Plenodomus meliloti* Dearness & Sanford found  
in Finnish Lappland. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 34: 169  
— 172.
- SUBRAMANIAN, C. V. & LODHA, B. C. 1964. Four new  
coprophilous Hyphomycetes. Antonie van Leeuwenhoek  
30: 317—330.
- WELTZIEN, H. C. 1957. Untersuchungen über den Besatz  
von Luzernesamen mit Pilzen und deren Ausschaltung  
durch Beizung. Z. Pfl. krankh. 64: 705—718.
- YLIMÄKI, A. 1956. Additional experiments on the chemical  
control of clover rot. Publ. Finn. State Agric. Res.  
Board 148: 31—49.
- 1967. Root rot as a cause of red clover decline in leys  
in Finland. Ann. Agric. Fenn. 6, Suppl. 1: 1—59.
- 1969. Typhula blight of clovers. Ann. Agric. Fenn.  
8: 30—37.

MS received 30 April 1972

Arvi Salonen  
University of Helsinki  
Dept. of Plant Pathology  
SF-00710 HELSINKI 71  
Finland

## SELOSTUS

### Puna-apilan siemenlevintäisistä sienistä Suomessa

ARVI SALONEN

Helsingin yliopiston Kasvipatologian laitos, Viikki

On suoritettu puna-apilan siemenen mykoflooraa kos-  
keva tutkimus, jonka aineisto koostuu eri puolilta Suomea  
saaduista siemennäytteistä, poikkeuksellisen sateiselta  
vuodelta 1957 sekä normaalia kuivemmalta vuodelta 1964.  
Vuonna 1957 eristettiin 61 sienilajia, isolaatteja 4 250, kun  
taas v. 1964 vastaavat luvut olivat 55 ja 1816. Eristetyt  
puna-apilan patogeenit olivat: *Stemphylium botryosum* (*Pleo-  
spora herbarum*), *Sclerotinia trifoliorum*, *Botrytis cinerea*, *B. an-*

*thophila*, *Fusarium acuminatum*, *F. moniliforme*, *F. oxysporum*,  
*F. solani*, *F. sporotrichoides*, *Phoma herbarum*, *P. herbarum* var.  
*medigacinis* (*Ascochyta imperfecta*).

Patogeenien lisäksi eristettiin 63 saprofyttistä sieni-  
lajia, joista on mainittava harvinainen *Bahupaathra samala*.  
SUBRAMANIAN ja LODHA kuvasivat tämän sienien Intiassa  
v. 1964 lehmän lannasta.

INTRACELLULAR APPEARANCE OF BEAN YELLOW  
MOSAIC VIRUS

EEVA TAPIO

TAPIO, E. 1972. **Intracellular appearance of bean yellow mosaic virus.** Ann. Agric. Fenn. 11: 354—360.

The intracellular ultrastructure of pea, broad bean and bean leaf infected with three isolates of bean yellow mosaic virus was examined. The BYMV appeared in broad bean and pea cells mostly as bundle, pinwheel and crystal inclusions, virions, and small aggregates like many viruses of the potato virus Y group described earlier. In addition to this, fibrous masses consisting of parallel filamentous particles extending as laminated aggregate into the vacuole enclosed with a thin layer of cytoplasm and the tonoplast appeared in pea cells. The isolate PMV 3 appeared as large unorganized aggregates as well as bundles and pinwheels in the cytoplasm of both pea and bean cells.

**Introduction**

Many studies prove that viruses with close affinities appear in infected cells as similar inclusions and cause similar ultrastructural changes in plant cell organelles. Viruses belonging to the potato virus Y group (BRANDES

1964) have been very thoroughly examined. This paper reports electron microscope studies of pea, broad bean and bean cells infected by the three bean yellow mosaic virus isolates BYMV, PMV 1 and PMV 3 described by TAPIO (1970).

**Material and methods**

*Pisum sativum* cv. English sward, *Vicia faba* cv. Pirhonen and *Phaseolus vulgaris* cv. Cita were manual inoculated with the bean yellow mosaic virus isolates BYMV, PMV 1 and PMV 3 as previously described by TAPIO (1970). Samples were taken from the younger leaves 7 days later, when the leaves showed vein clearing symptoms, and again on the 14th day, when the leaves were distinctly systemically infected. Leaf pieces of the dimension about 1 × 3 mm were fixed with 6.5 % glutaraldehyde in 0.07 M phosphate buffer for 3 hours at + 4 °C and

postfixed with 1 % OsO<sub>4</sub> in phosphate buffer for 40 min at + 4 °C. After dehydration in a graded ethanol series they were embedded in Epon 812 according to the modified method of LUFT (1961). Thin sections cut with an LKB Ultratome I were mounted on collodion-covered grids and poststained with 1 % uranyl acetate for 1 hour followed by lead citrate for 10—20 min. Part of the preparates were poststained after dehydration but before the embedding using 0.5 % uranyl nitrate in ethanol-acetone (1:1) mixed 3:7 with in ethanol-acetone sat-



urated lead acetate for 2 hours at room temperature. The sections were examined in a Philips EM 200 electron microscope at the Depart-

ment of Electron Microscopy of the University of Helsinki.

## Results

In pea leaf samples taken 7 days after the inoculation with isolate BYMV the cell organelles nucleus, nucleolus, chloroplasts and mitochondria appeared similar to those in healthy pea leaf cells (Fig. 1). In some cases the chloroplasts had extensive intergrana lamellae and reduced grana stacks (Fig. 2). However, in the cytoplasm there were many dense bands between the cell wall and the central vacuole. These bands were perpendicular to them and adjacent to the plasmodesmata (cf. LAWSON and HEARON 1971) and caused the tonoplast to protrude into the vacuole (Fig. 1). The ends of these bundles were often associated with endoplasmic reticulum (Fig. 3) as is true with many other long flexuous rod-shaped viruses according to GARDNER (1969), KIM and FULTON (1969), KRASS and FORD (1969) and MURANT and ROBERTS (1971). The bands showed no internal striation (Fig. 3) as WEINTRAUB and RAGETLI (1966) observed in bean yellow mosaic virus infected broad bean cells. One week after inoculation a small fibrous aggregate perpendicular to a bundle and a «micro-inclusion» structure presumably containing virus particles in cross and oblique section were occasionally seen in the cytoplasm of a leaf cell (Fig. 4). These were similar to those TU and HIRUKI (1970) observed in cells infected with potato virus M.

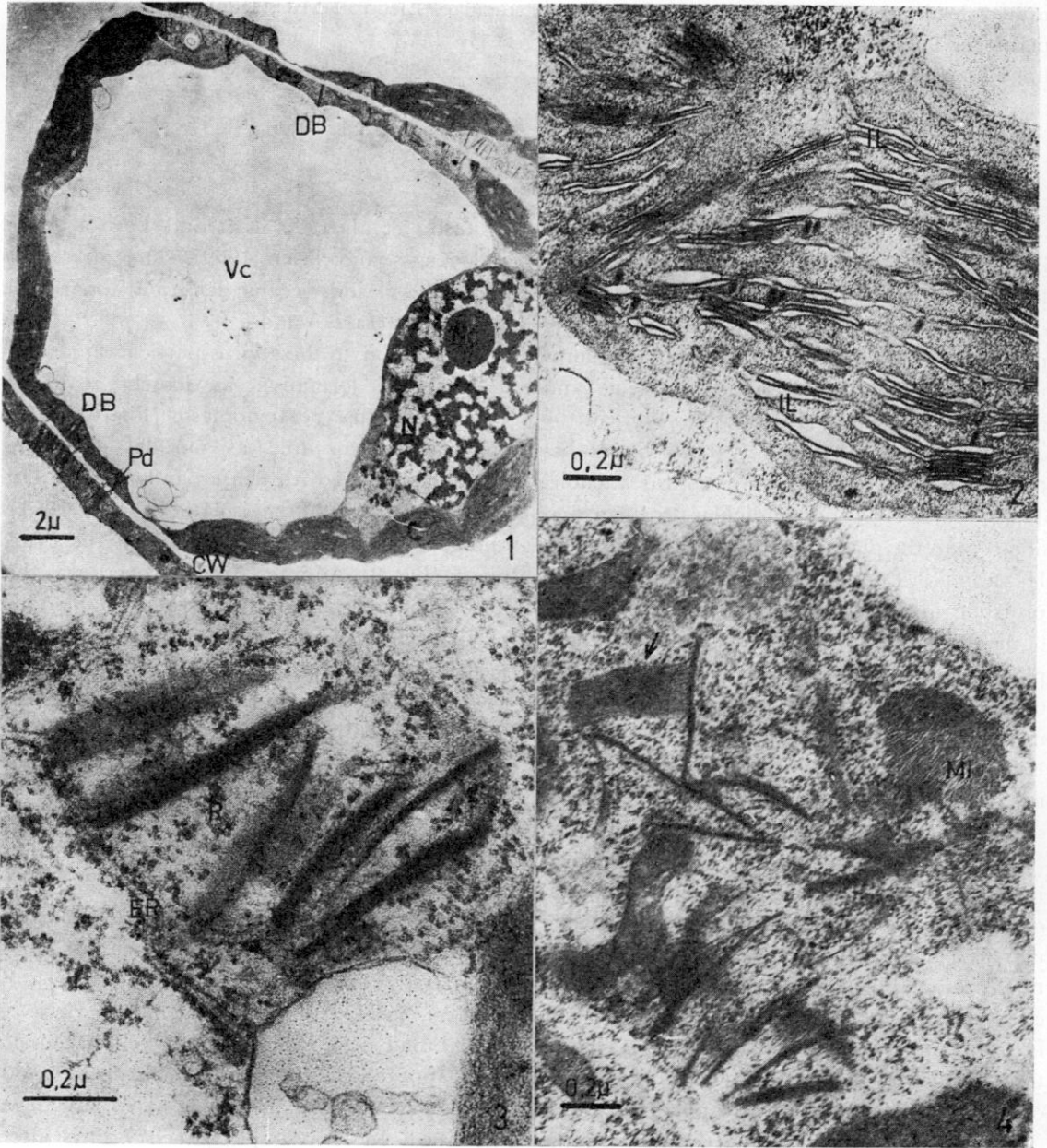
In pea leaf samples taken 14 days after the plants were inoculated different kinds of inclusions appeared. The most prevalent types of inclusions were the bundles and pinwheels (Fig. 5) described by many workers (WEINTRAUB and RAGETLI 1966, EDWARDSON et al. 1968, KAMEI et al. 1969 and GOETHEL et al. 1969) as typical for the bean yellow mosaic and lettuce mosaic viruses. No tubes nor circulars were seen as have been described for several other viruses of the potato virus Y group (Ed-

WARDSON et al. 1968, KIM and FULTON 1969 and KRASS and FORD 1969). The matrix of nuclei and plastids became dense and apparently amorphous (Figs. 5 and 6).

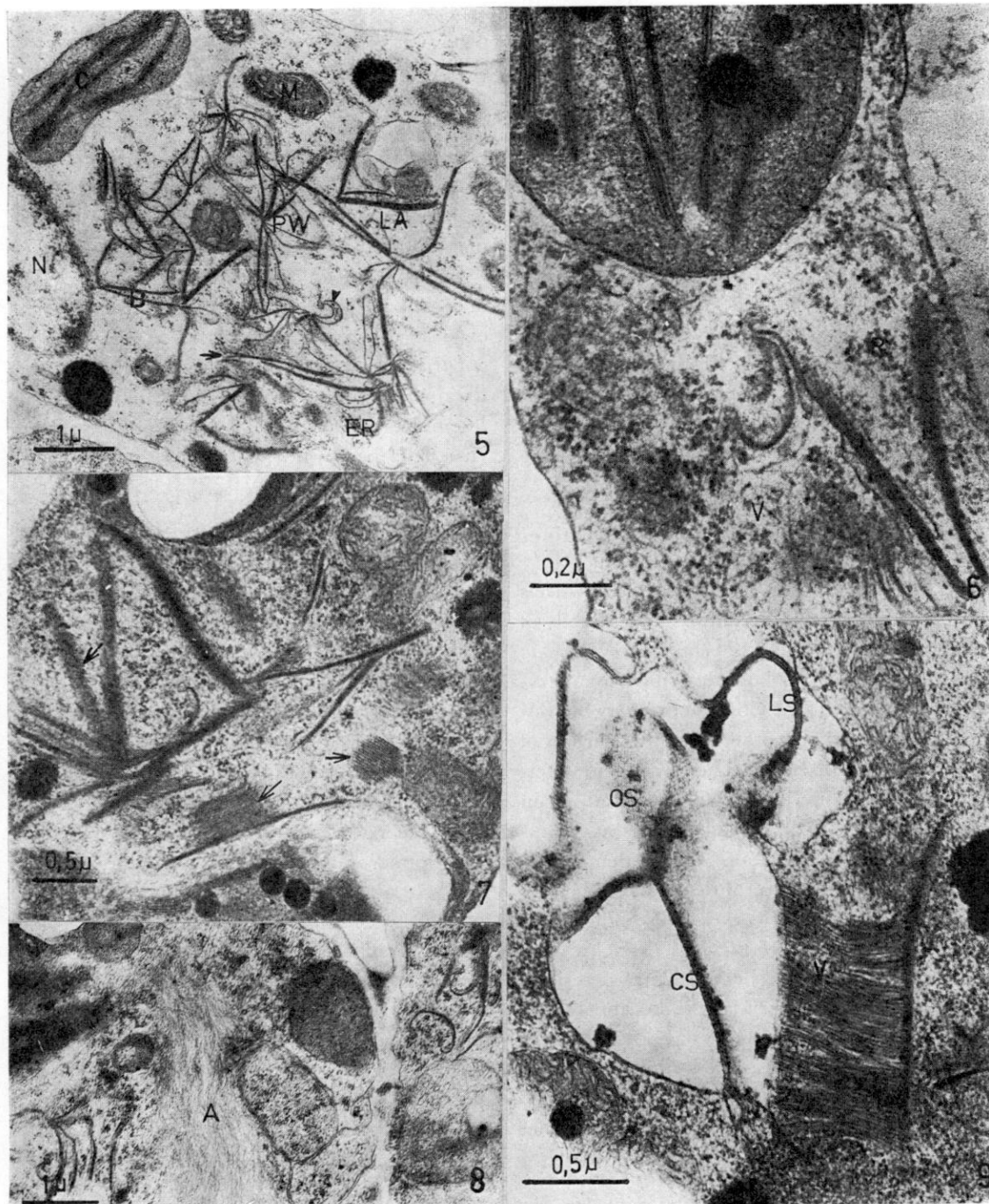
In addition to these virus particles appeared in different formation as loosely scattered virions in diffuse pea cytoplasm (Fig. 6) and a few particles occurred as parallel aggregate partly associated with dense bands (Fig. 7). In peas infected with the isolate PMV 3 larger unorganized aggregates appeared in the cytoplasm (Fig. 8). An interesting discovery was the fibrous masses consisting of parallel filamentous particles about  $750 \times 15$  nm (Fig. 9) as described by HAYASHI et al. (1965) and KAMEI et al. (1969) for turnip mosaic virus, but which they did not observe with the simultaneously examined bean yellow mosaic virus. One end of the particles appeared associated with dense band, the other with plasmalemma. A part of this laminated aggregate extended into the vacuole containing virus particles in cross, oblique and longitudinal sections enclosed by a cytoplasmic fold and tonoplast, which was however partly broken as observed by KIM and FULTON (1969) with pokeweed mosaic virus.

In broad bean cells the bean yellow mosaic virus appeared similar to those WEINTRAUB and RAGETLI (1966) and KAMEI et al. (1969) have described. In leaf samples taken 7 days after the plants were inoculated dense bands appeared which were partly without internal striation and partly resolved into several lines and small aggregates of fibrous masses seen in longitudinal and cross section (Fig. 10).

In older infections in broad bean cells, in addition to the bundles and pinwheels many electron-opaque crystals which were almost symmetrical often rhombohedral (cf. COUSIN et al. 1969) or hexagonal (cf. WEINTRAUB and RA-



Figs. 1—4. Pea leaf cells 7 days after inoculation with bean yellow mosaic virus isolate BYMV.  
 Fig. 1. Dense bands (DB) in the cytoplasm between the cell wall (CW) and the central vacuole (Vc), perpendicular to them and near the plasmodesmata (Pd). The tonoplast protrudes into the vacuole.  
 Fig. 2. An abnormal chloroplast containing extensive intergrana lamellae (IL).  
 Fig. 3. The bundle inclusions (B) without structural details closely associated with endoplasmic reticulum (ER) and with ribosomes (R) dispersed between them.  
 Fig. 4. A small fibrous aggregate (arrow) perpendicular to a bundle and a «micro-inclusion» (MI) structure with particles in cross and oblique section.



Figs. 5—9. Pea leaf cells 14 days after inoculation with the isolate BYMV in figs. 5—7 and 9 and with PMV 3 in fig. 8. Fig. 5. Laminated aggregates (LA), bundles (B) and pinwheels (PW) with frayed (arrow) and coiled (arrow head) ends connected to endoplasmic reticulum (ER).

Fig. 6. Dense bands (DB) and loosely scattered virions (V) in diffuse cytoplasm.

Fig. 7. Fibrous masses of virus particles (arrow) within cytoplasm partly associated with dense bands (DB).

Fig. 8. A large aggregate (A) bundles and pinwheels within the cytoplasm.

Fig. 9. Parallel filamentous particles (V) with one end associated with a dense band. Nearby a cytoplasmic fold extending into the vacuole containing virus particles in cross (CS), oblique (OS) and longitudinal (LS) sections.

GETLI 1966) (Fig. 11) were present. The crystals were observed only in the cytoplasm, never in the nucleus as WEINTRAUB and RAGETLI (1966) found them. The perimeters of the crystalline structures were surrounded by ribosomes. The structure of all crystals examined was amorphous with some ribosome-like spherical particles and areas more osmophilic than the rest of crystals (Fig. 11 b). No striation were observed as WEINTRAUB and RAGETLI (1966) described. The mitochondria showed electron-transparent block-shaped cristae in the opaque matrix (Fig. 12) similar to those WEINTRAUB and RAGETLI (1966) had observed. Large aggregates as in pea cells were not observed in broad bean cells.

In the bean samples with diffuse vein clearing

symptoms, taken 7 days after the plants were inoculated, the cell organelles exhibited only minor structural modifications. The amounts of endoplasmic reticulum, vesicles and Golgi bodies appeared to be greater than in cells from comparable healthy tissue (Fig. 13). Similar changes have been observed by MURANT and ROBERTS (1971) in parsnip mosaic virus infected cells. The cytoplasm was partly protruding in to the vacuoles.

In bean cells infected with the isolate PMV 3 unorganized virus aggregates appeared as an extensive, slightly contorted plate of particles cut transversely or obliquely occurring between the nucleus and the chloroplast (Fig. 14). These resembled the accumulation of *Passiflora* latent virus described by BOS and RUBIO-HUERTOS (1971).

## Discussion

Intracellular inclusions: bundles, pinwheels and crystals, found abundantly in leaf cells of broad bean infected with bean yellow mosaic virus were similar to those described by WEINTRAUB and RAGETLI (1966) as typical for BYMV and by many other workers for other viruses of the potato virus Y group. These were, however, observed only within the cytoplasm and not in either the nucleus or in chloroplasts as WEINTRAUB and RAGETLI (1966) found them. The striation of other structural details described by the above mentioned workers were not found.

Virions or aggregates of virus particles were less frequent in broad bean cells as described by WEINTRAUB and RAGETLI (1966) and KAMEI et al. (1969). In pea cells these appeared more frequently and were scattered randomly or in smaller or greater aggregates. The isolate BYMV formed fibrous masses consisting of parallel

filamentous particles about  $750 \times 15$  nm similar to those described by HAYASHI et al. (1965) and KAMEI et al. (1969) for turnip mosaic virus. The isolate PMV 3 appeared in both pea and bean cells as large unorganized aggregates the individual particles of which could not be distinguished and measured.

The bean yellow mosaic virus particles were easily recognized in such aggregates, but these were found rather rarely in the many infected cells examined. Therefore, the more frequently appearing cytoplasmic bundle, pinwheel and crystal inclusions must be important as an intermediate stage in the development of the virus in vivo. The association between inclusion formation and virus multiplication remains obscure especially since SHEPHARD and SHALLA (1968) found that bundle membrane protein is not the same as virus protein.

---

Fig. 10. Broad bean leaf cell 7 days after inoculation with the isolate BYMV. Dense bands partly resolved into several lines and small aggregates of fibrous masses (arrow) in longitudinal (LS) and cross (CS) section.

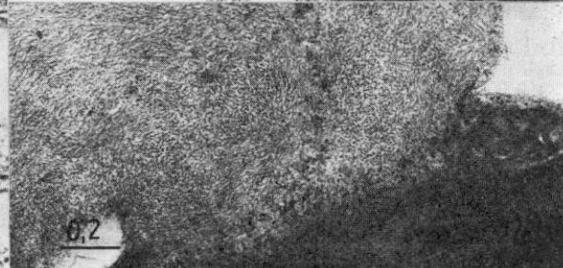
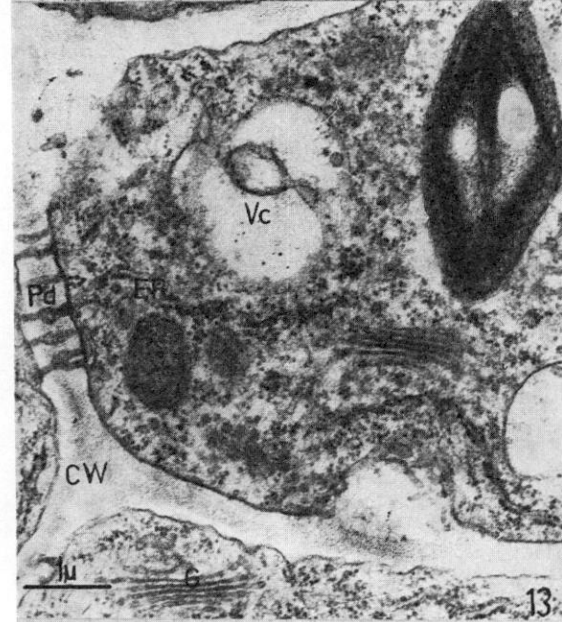
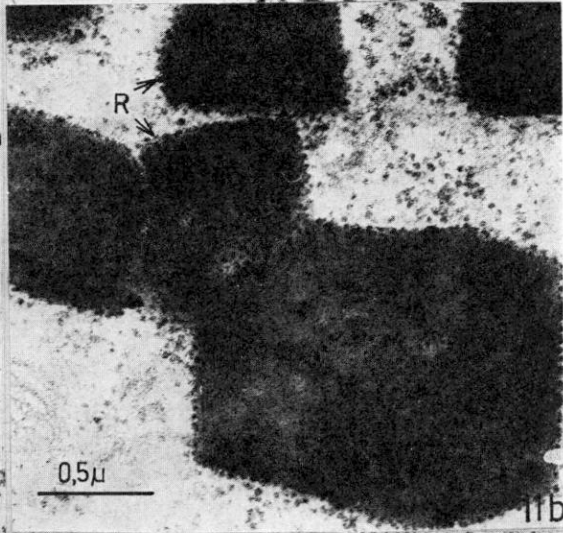
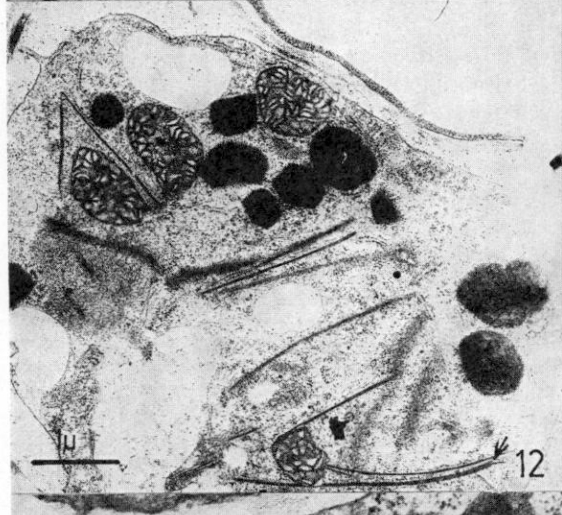
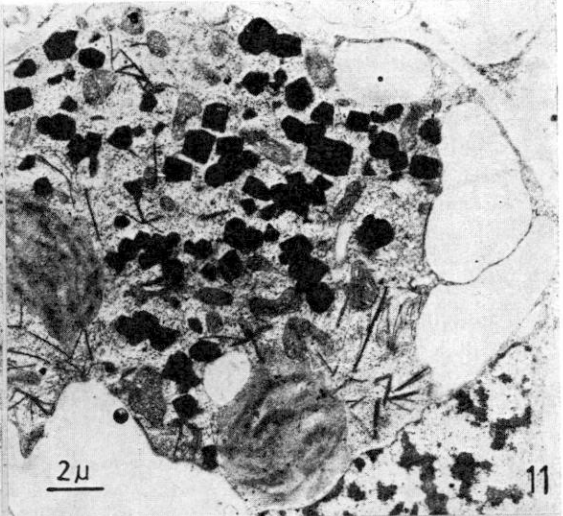
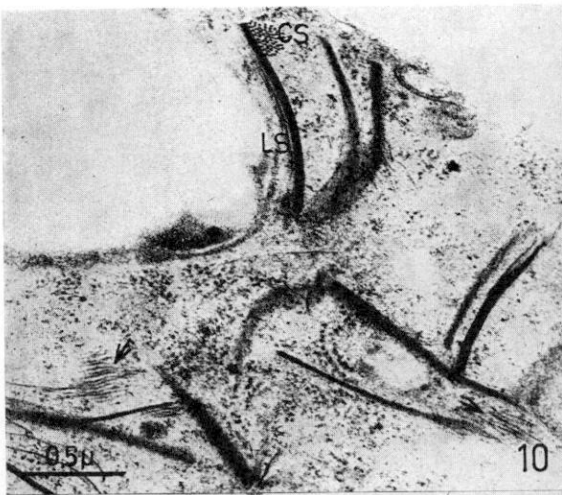
Fig. 11. Many electron opaque crystals and bands in the cytoplasm of broad bean leaf cell 14 days after inoculation with the isolate PMV 3; fig. 11 b details lack of internal structure within arch outlined by ribosomes (R).

Fig. 12. A group of virus crystals and dense bands with frayed ends (arrow) in pea leaf cell 14 days after inoculation with the isolate PMV 3.

Figs. 13 and 14. Bean leaf cells 7 days after inoculation with the isolate PMV 3.

Fig. 13. Many Golgi bodies (G), endoplasmic reticulum (ER), vesicles and plasmodesmata (Pd) are visible.

Fig. 14. Unorganized virus aggregates partly in cross section within the cytoplasm.



## REFERENCES

- BOS, L. & RUBIO-HUERTOS, M. 1971. Intracellular accumulation of *Passiflora* latent virus in *Chenopodium guinoa*. Neth. J. Pl. Path. 77: 145—153.
- BRANDES, J. 1964. Identifizierung von gestreckten pflanzenpathogenen Viren auf morphologischer Grundlage. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- u. Forstwirtschaft. 110: 1—130. Berlin-Dahlem.
- COUSIN, R., MAILLET, P. L., ALLARD, C. & STAREN, T. 1969. Mosaique commune du pois. Ann. Phytopath. 1: 195—200.
- EDWARDSON, J. R., PURCIFULL, D. E. & CHRISTIE, R. G. 1968. Structure of cytoplasmic inclusions in plants infected with rod-shaped viruses. Virology 34: 250—263.
- GARDNER, W. S. 1969. Ultrastructure of *Zea mays* leaf cells infected with Johnson-Grans strain of sugarcane mosaic virus. Phytopath. 59: 1903—1907.
- GOETHALS, M., HOWATH, F. & MEYER, J. A. 1969. Cytoplasmic inclusions in leaf cells infected with lettuce mosaic virus. Virology 37: 685—687.
- HAYASHI, T., MATSUI, C. & YAMAGUCHI, A. 1965. Electron microscopy of intracellular turnip mosaic virus. Phytopath. 55: 458—461.
- KAMEI, T., HONDA, Y. & MATSUI, C. 1969. Intracellular appearance of turnip mosaic and bean yellow mosaic virus particles. Phytopath. 59: 139—144.
- KIM, S. K. & FULTON, J. P. 1969. Electron microscopy of pokeweed leaf cells infected with pokeweed mosaic virus. Virology 37: 297—308.
- KRASS, C. J. & FORD, E. R. 1969. Ultrastructure of corn symptomically infected with maize dwarf mosaic virus. Phytopath. 59: 431—439.
- LAWSON, R. H. & HEARON, S. S. 1971. The association of pinwheel inclusions with plasmodesmata. Virology 44: 454—456.
- LUFT, J. H. 1961. Improvements in apoxy resin embedding methods. J. Biophysic. and Biochem. Cytol. 9: 409—414.
- MURANT, A. F. & ROBERTS, I. M. 1971. Cylindrical inclusions in coriander leaf cells infected with parsnip mosaic virus. J. Gen. Virol. 10: 65—70.
- SHEPARD, J. F. & SHALLA, T. A. 1968. Tobacco etch virus cylindrical inclusions: Antigenically unrelated to the causal virus. Virology 38: 185—188.
- TAPIO, E. 1970. Virus diseases of legumes in Finland and in the Scandinavian countries. Ann. Agric. Fenn. 9: 1—97.
- TU, J. C. & HIRUKI, C. 1970. Ultrastructure of potato infected with potato virus M. Virology 42: 238—240.
- WEINTRAUB, M. & RAGETLI, H. W. J. 1966. Fine structure of inclusions and organelles in *Vicia faba* infected with bean yellow mosaic virus. Virology 28: 290—302.

MS received 10 May 1972

Eeva Tapio  
Agricultural Research Centre, Dept. of Plant Pathology  
SF-01300 TIKKURILA  
Finland

## SELOSTUS

### Pavun keltamosaiikkiviruksen solunsisäinen ilmenemismuoto

Eeva Tapio

Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvitautilien tutkimuslaitos, Tikkurila

Tutkimuksen kohteena oli kolmella eri pavun keltamosaiikkivirusisolaatilla infektoidujen herneiden, peltopapujen ja papujen lehtisolujen hienorakenne. BYMV-isolaatti ilmeni peltopavun ja herneen soluissa useimmiten kimppuina, »pinnakehrinä», kiteinä, yksittäisinä virushiukkasina tai pieninä ryhminä, kuten monet aikaisemmin kuvatut perunan Y-virusryhmän virukset joihin kyseinen

virus kuuluu. Lisäksi esiintyi herneen soluissa säikeisiä joukkoja, joissa lankamaiset virushiukkasot olivat ryhmityneet yhdensuuntaisesti tunkeutuen osittain ohuen soluliman ja -kelmun ympäröimänä soluonteloon. PMV 3-isolaatti ilmeni herneen ja pavun soluissa kimppujen ja »pinnakehrien» ohella suurina järjestäytymättöminä joukkioina.

## BREEDING OF ERGOT IN FINLAND

ANNA-LIISA RUOKOLA

RUOKOLA, A.-L. 1972. **Breeding of ergot in Finland.** Ann. Agric. Fenn. 11: 361—370.

In 1963—1967 single conidium and single sclerotium selection of ergot, *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul., was carried out at the Department of Plant Pathology of the University of Helsinki at Viikki and at the Pharmaceutical Manufacturers of Leiras at Turku. The objective was to increase the ergotamine content of the foreign ergot strains used to inoculate rye.

The most interesting of the ergots descended from single conidium isolations was no. 139 (alkaloids 1.10 %), which gave the largest ergot yield in the trial with isolation bags at Viikki (282 mg/rye head) and the highest alkaloid content in the cultivation trial at Turku (0.73 %). Positive selection of the descendants of this ergot was continued by single conidium selection at Viikki and single sclerotium selection at Leiras.

The alkaloid content of descendant ergots varied considerably in different years and it did not show a definite increase. Nevertheless, when the average alkaloid contents of the ergot yields of all the Leiras cultivations are taken into account, it was obvious that the alkaloid content had risen since the start of the trials, although year-to-year variations did occur. Thanks to single sclerotium selection based on an improved method (thin-layer chromatography) the ergotamine percentages of the ergot, in particular, was increased.

Continued cultivation of single conidium strains, performed at Viikki in the years 1967—1971, indicated that the alkaloid content of 5 ergot generations remained more or less unchanged.

### 1. On attempts to improve the ergotamine content of ergot by single conidium and single sclerotium selection

The alkaloids contained in the sclerotia of *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul., an ergot fungus which is a parasite of *Graminae* species, fall into two main groups: the ergot alkaloids proper, which have medicinal use, and the clavine alkaloids, which for the present lack such a use (HONKAVAARA 1966). To the former group belongs ergotamine which is not soluble in water. It and its chemically-obtained derivatives have a wide range of uses including prevention of

internal bleeding and alleviation and cure of glandular and nervous diseases.

For about forty years attempts have been made to develop ergot alkaloids on artificial media in the mycelia of various *Claviceps* species (McCREA 1931, ABE and YAMATODANI 1964). These attempts were based on KIRCHHOFF's (1929) extensive studies of the biology and physiology of ergots. Under laboratory conditions development of pseudosclerotia was

### Material and methods

obtained on certain media. However, it was not until 1966 that ergotamine was successfully developed in a saprophytic culture of *C. purpurea* (AMICI et al. 1966, TONOLO 1966). On the other hand, clavine alkaloids and lysergic acids, from the latter of which the valuable ergot alkaloids are derived, have already been successfully produced on an industrial scale (ABE and YAMATODANI 1964).

For the present we are still forced to produce alkaloids also by the parasitic method, i.e. by culturing ergot in the heads of rye. When practical cultivation of ergot got under way, thanks to the work of the Hungarian BÉKÉSY (1938), the most important goal was to develop high quality inoculation material both in respect to the quantity and the quality of the alkaloids. According to the studies of BÉKÉSY (1956), HRONEŠ and KYBAL (1962), ergot is a homothallic fungus which has complete autogamy. The species *C. purpurea* includes different morphological and physiological strains, and even individual ergots may be formed from two or more different strains (KYBAL and BREJCHA 1955, BÉKÉSY 1956). Single conidium culture has been used to isolate these strains.

Since 1952, experiments with ergot cultivation have been performed at the Department of Plant Pathology of the University of Helsinki at Viikki (60° 13' N, 25° E) (RUOKOLA 1956, 1960, 1962). The studies have been made with foreign strains of ergot that are rich in alkaloids. Owing to its low alkaloid content domestic ergot is not suitable as a raw material for the pharmaceutical industry. Field production of ergot has also been carried out in Finland for over twenty years (AHO 1953). The fields cultivated under contract with the Leiras Pharmaceutical Manufacturers in Turku annually produce thousands of kilos of ergot for refinement in the factory. The result is pure ergotamine tartrate, which is also exported in great quantity. Attempts to improve the quantity and quality of the alkaloids of the ergot strains cultivated led to a selection of ergot strains, begun at Viikki in 1963, which is based on single conidium isolation.

The basic material of the study, furnished by Leiras, was 9 selected ergots, the origin and alkaloid content of which were as follows:

No. of ergot	origin	alkaloids, as ergotamine %
1	Leiras, Kirstinä	0.60
7	» »	0.60
46	» »	0.57
47	» »	0.56
19	Leiras, Saarinen	0.51
78	Gewepharm, Austria	0.81
83	» »	0.82
84	» »	0.98
85	» »	0.80

The ergots arrived at the Department of Plant Pathology split in half. One end was used for alkaloid determination, and the other for culturing of the fungus.

The single conidium isolations were carried out in the years 1963 and 1965—1966. For this purpose the ergots observed to contain the most alkaloids were selected. In the beginning of April the ergot halves were isolated on nutrient agar slants (in the years 1965—1966 this phase was performed at Leiras). When the cultures were nearly a month old and had produced abundant conidia, conidia were carefully transferred into 50 ml Erlenmeyer bottles containing a 2% solution of sucrose. From these suspensions, conidia were taken and spread evenly on 2 mm thick nutrient agars. Diluted series of the suspensions were made when needed. The conidia were allowed to germinate for 1—2 days after which the individual conidia to be transferred were marked with a funnel capable of being attached to the objective of a microscope (GEORG 1947). Next, with the aid of a magnifying glass and later of a stereomicroscope, they were picked out using a thin spatula and transferred to new media in petri dishes. Finally, when growth had started, they were transferred to slants. The transfer of conidia was verified, as far as possible, by microscopic examination. In 1963 the cultures were kept in the laboratory (about 22° C) but in later years they were kept in an incubator (24° C) until they produced spores abundantly after which they were trans-



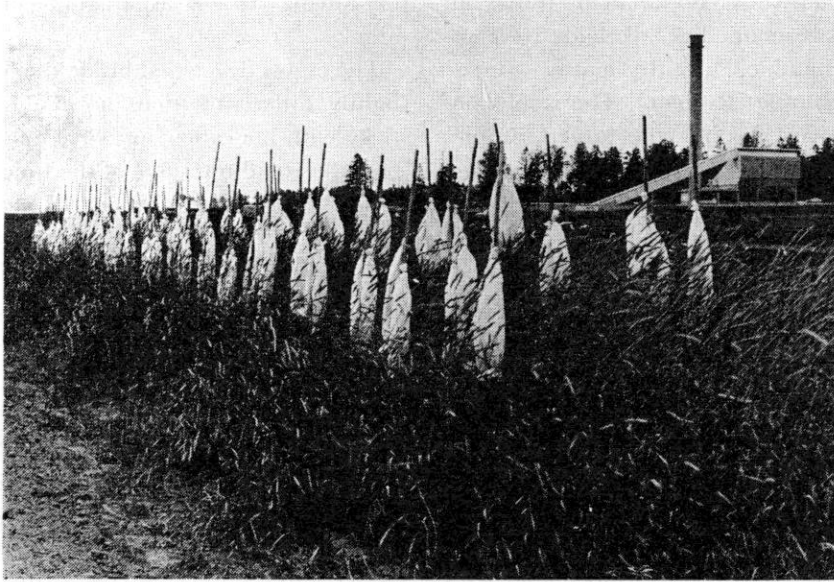


Fig. 1. Ensi rye inoculated with single conidium cultures of ergot at Viikki in 1965.

ferred to a refrigerator which kept them at about 7°C.

In all the test years the medium recommended by KIRCHHOFF (1929) was used to produce the conidia. In some years 10 % ground ergot was added which at Leiras had been observed to have a positive effect on the formation of conidia.

Production of ergot from single conidium strains was performed using the Ensi cultivar of winter rye. The rye was sown in the field of the Department of Plant Pathology in 3-row strips measuring 45 cm in width. Before the rye heads were treated, the conidia were washed from the slants into a 5% cane sugar solution. At this time the cultures were about a month old on the average. The amount of conidia in the inoculation fluid was usually about 2.5 million conidia/ml. The inoculation was performed using a method previously described (RUOKOLA 1956). In shifting from one single conidium strain to another the inoculation instruments and rubber gloves were sterilized with 94 % alcohol.

Rye heads inoculated with different single conidium cultures were separated from each other by using parchment isolation bags (Serla

parchment). Sheets of parchment were rolled into hollow cylinders of double thickness. They were 60 cm in length and 10 cm in diameter. One end of the cylinder was sealed with a cotton plug and tied off with string in the laboratory, the other end after the rye heads had been introduced. The sealed bag thus formed was tied to a supporting stake in such a way that the seam formed by the edges of the paper faced the stake (Fig. 1).

The rye was inoculated when 0–100 % of the heads had freed themselves from the leaf sheath.

The ergots were gathered about a week before the rye had ripened. The heads were cut with a hand sickle beneath the bags and taken in this condition to the laboratory where the ergots were picked and counted. Slightly dried out ergots were put into tightly sealed bottles and sent to Leiras for analysis.

The determination of the total alkaloids of the ergots was done at Leiras. Extraction of the alkaloids of half ergots was performed according to RUMPEL's (1955) method; otherwise SMITH's (1947) method was used. In both of these methods alkaloids were quantitatively deter-

mined colorimetrically (Beckman B) using van URK's (1929) reagent. The alkaloids were reported as ergotamine, % of dry matter (SMITH) or of air-dry sample (RUMPEL). The results obtained for halves and for the larger samples cannot be compared with each other because RUMPEL's method yields higher alkaloid contents than SMITH's method.

The results were to a limited degree amenable to statistical examination. The average error of the difference of the averages was calculated according to MUDRA (1958, p. 49).

### Results and discussion

In 1963 a total of 142 single conidium isolations were performed; rye was inoculated with 62 single conidium cultures, an average of 40 heads with each strain of conidia. Before inoculation a microscope was used to check whether degeneration was observable in the conidia. According to JUNG and ROCHELMEYER (1960) large conidia containing abundant plasma germinate nearly 100 % on an appropriate medium. Using appropriate dye methods (LU 1962) it was observed at Viikki in 1965 that 1–10 day old conidia were the best and that among those a month old «empty» conidia had already begun to appear. The plasma of these had receded to form a thin layer on the walls of the conidium. Most of the conidia used for inoculation were, however, under a month old and were not very easily susceptible to degeneration

owing to the asparagine-containing medium.

The ergots developed inside the isolation bags slightly differently than normally. They were sticky with honeydew and their apex was formed from the conidium stage of the fungus (*Sphacelia segetum* Lév.). The number of ergots per rye head was, on the average, 1.9 and their weight 233 mg. At Leiras 190 analyses of half ergots were performed; the average alkaloid per cent calculated as ergotamine was 0.77 % and the range 0.17–1.21 %.

Some investigators maintain that the dark surface layer of ergot contains more alkaloids than do the internal parts (BREDEMANN 1912, SILBER and BISCHOFF 1954). It was thus decided to do single conidium isolations from both the surface and the internal layers. Single conidium isolations of cultures originating from the surface of the ergot nevertheless did not produce significantly larger yields of ergot nor higher alkaloid contents than those originating from the internal part of the ergot.

The work was continued in 1964 at Viikki by organizing a trial in which Ensi rye was inoculated with the conidium cultures of 6 selected half-ergots. The rye heads inoculated with different cultures were isolated from each other with bags. Leiras organized a corresponding trial on exposed rye (Pekka winter rye, trial plots 1 m<sup>2</sup>, without replicates) at Masku (60° 34'N, 22°E). The best strain turned out to be half-ergot 139. It gave the largest yield at Viikki (Table 1) and the highest alkaloid content at

Table 1. Cultivation on Ensi rye (at Viikki, 1964) of ergots selected from ergot yields of single conidium strains isolated in 1963.

No. assigned to each single conidium 1963	No. assigned to each half ergot 1964	Alkaloids of half regots %	Isolation bags pcs.	Total rye heads in bags pcs.	Ergots pcs./rye head	g/rye head
78/14	33	1.21	14	82	3.7	0.228
83/9	53 <sup>1</sup>	0.17	12	58	3.7	0.166
83/15	74	1.07	13	83	3.9	0.166
83/17	77	1.10	13	83	3.0	0.123
84/11	92 <sup>1</sup>	0.33	13	93	3.8	0.215
84/26	139	1.10	13	106	5.1	0.282

<sup>1</sup> Crumbling ergot

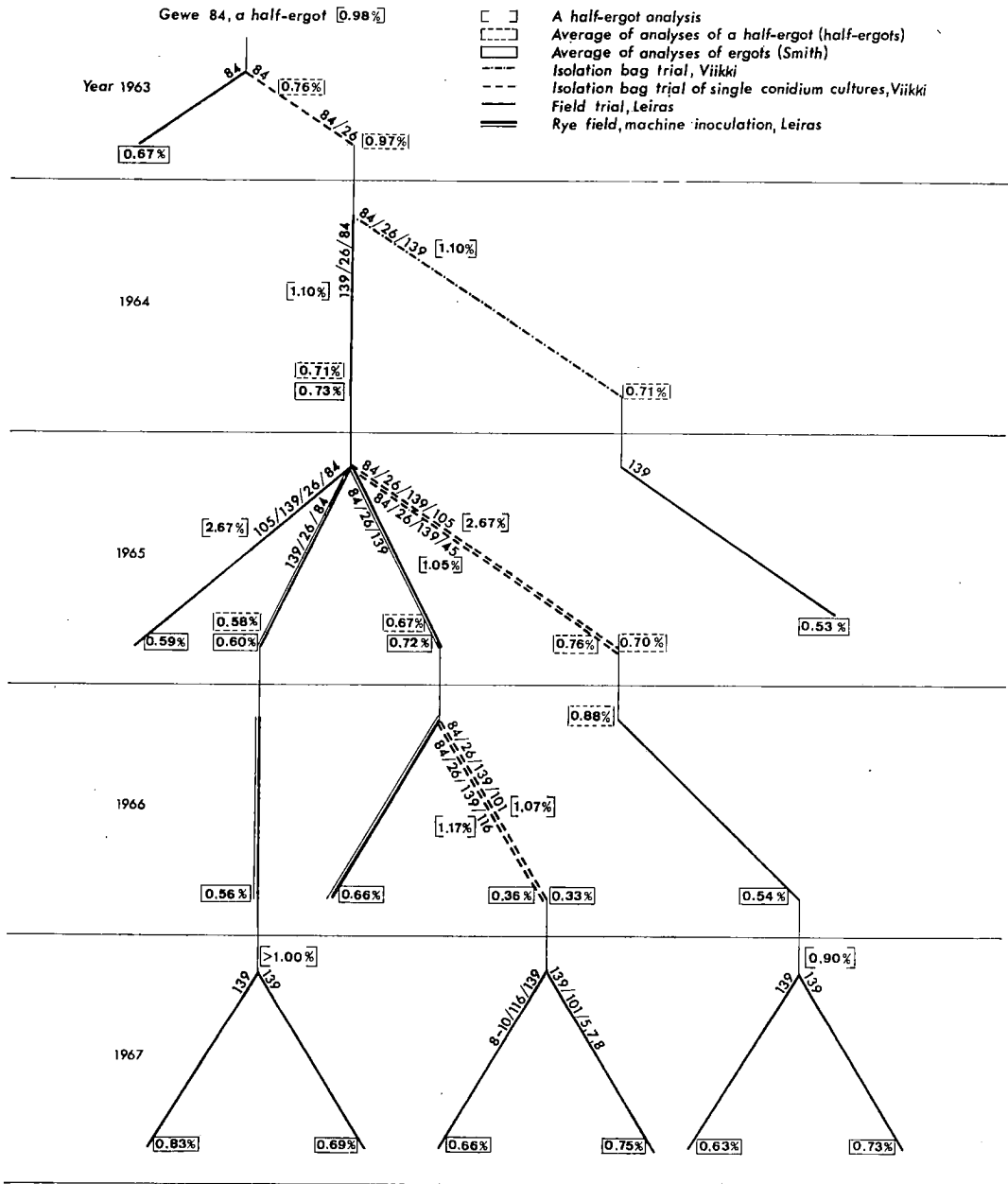


Fig. 2. Different phases of continuation breeding of Austrian Gewe 84 ergot at Viikki and in the Leiras cultivation trials at Turku and Masku (1963—1967). Cultivars of rye: at Viikki, Ensi; at Leiras, Pekka and Toivo. The results of analyses are given in terms of ergotamine. The figures preceded and/or followed by the slant lines indicate the numbers assigned to the ergot halves (An exception is no. 26 which was assigned to a single conidium).

Masku. Thereafter selection was continued with the ergots descended from half-ergot 139.

In 1965, 74 single conidium isolations were made and 33 of these were used to inoculate rye heads. In 1966 the corresponding figures

were 43 and 23. The results are presented in alkaloid per cents in fig. 2.

Half-ergots analyses were carried out both for ergots obtained with single conidium cultures and for the ergot yields of the Leiras cultiva-

tions, the latter group comprising as many as 1000 individual ergots per season. Because the backlog of experience at Leiras as well as the literature (BÉKÉSY 1956) indicated that a continuously cultivated ergot strain degenerates, with consequent drop in alkaloid content, the ergot halves richest in alkaloids were always selected for inoculation of rye (cf. HRONEŠ and KYBAL 1962). According to fig. 2 the alkaloid content of descendant ergots varied considerably, nor was a definite increase perceptible. Nevertheless, when the average alkaloid contents of the ergot yields of all the Leiras cultivations are taken into account, it can be observed that the alkaloid content has risen since the start of the trials, although year-to-year variation does occur (Fig. 3).

One of the most important factors influencing the success of ergot inoculation is the weather. Many investigators believe that during its growing season ergot requires damp and warm weather (STOLL 1943, WIECHERT 1952, RUOKOLA 1956, 1962). The growing season of ergot is chiefly in June and July, though it is not normally harvested until the first half of August. The meteorological data were studied for

the growing seasons of ergot during the years 1963—1967. These data were recorded at the Malmi and Turku airfield stations of The Finnish Meteorological Institute (ANON. 1961—1971). In June, 1966 the temperature rose considerably above normal at both Viikki and Turku. In other years the deviations from the normal were relatively small. July was mostly cool, especially in 1965. In all the trial years June was drier than normal, and it was exceptionally dry at Viikki in 1964. In 1965 July was very rainy at both Viikki and Turku and it was the least rainy at Turku in 1967. Comparing these data with the alkaloid per cents presented in fig. 2, it seems that the influence of the weather on alkaloid content apparently is not clear cut. According to BÉKÉSY (1956) ergot strains can be found whose alkaloid content is dependant on the weather in such a way that the alkaloid content increases in cold summers. It appears that the quite chilly and rainy weather that prevailed in southern and western Finland in July, 1970 contributed to the considerable increase in alkaloid content (Fig. 3). This inclement weather was correspondingly responsible for an ergot yield that

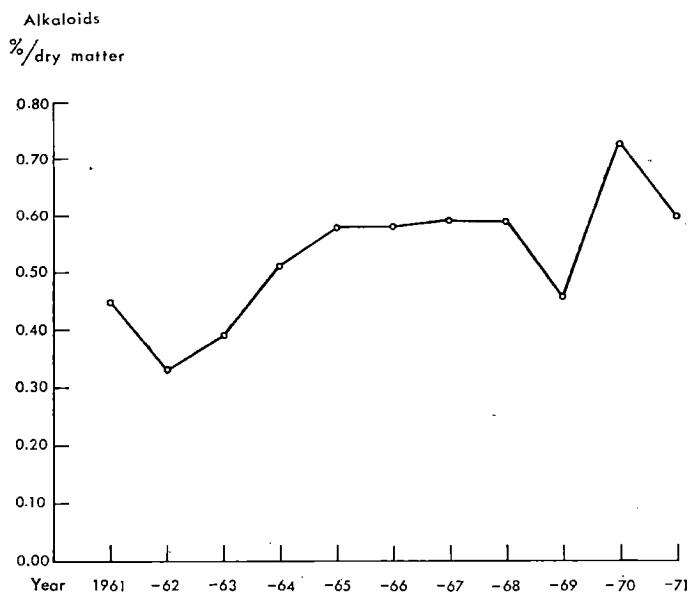
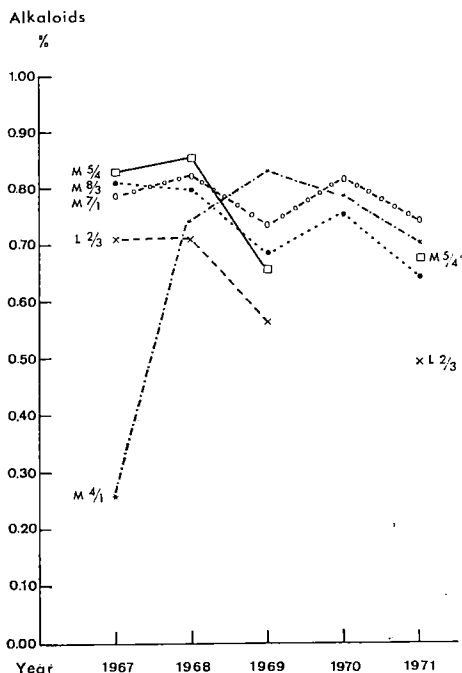


Fig. 3. Average total alkaloid contents of ergot yields, reported as ergotamine, % of dry matter. Ergot cultivations of Leiras in the years 1961—1971.

was poorer than average. The results of the continuation trials of single conidium strains which were performed at Viikki 1967–1971 also indicated similar relationships (cf. Fig. 4).

Fig. 4. Total alkaloid contents of ergot yields of single conidium strains cultivated on Ensi rye in the years 1967–1971; the contents are given in terms of ergotamine, % of air dry sample (1967) and % of dry matter (1968–1971). In 1970 the ergot yield from the strains L2/3 and M5/4 was so small that a determination of alkaloids could not be made.



## 2. Stability of the alkaloid content of single conidium strains

Because the alkaloid content of an ergot strain based on conidium inoculation, decreases when grown on rye year after year (BÉKÉSY 1956), the question arose as to how fast this happens under Finnish conditions. Békésy found ergot strains which even after 3 years of saprophytic cultivation did not yet show signs of degeneration. It was accordingly decided to continue inoculations of Ensi rye at Viikki in 1967 with single conidium strains of the following origins: 1) ergot no. 116, which was cultivated and selected at Leiras in 1965 and afterwards cultivated saprophytically for two years at Viikki (alkaloids 1.17 %, cf. Fig. 2); 2) ergot 116, but cultivated in Ensi rye in 1966 at the Experimental Farm of the University of Helsinki located at Muddusniemi, Inari (69° 5'N, 27°E). Analyses of halves were not done for ergots selected for single conidium isolations. It should be mentioned that the ergots that had grown at Inari were nearly fully ripe, although this far north rye usually remains at the milk stage of ripeness. Besides, wild ergot has not been ob-

served to occur at Inari, so that the preservation of a pure ergot strain was likely.

In 1967, 23 single conidium isolations were made and 22 of these were used to inoculate rye heads. The yield of ergots per head was approx. 3.9 ergots and the weight 351 mg. The ergots approved for continuation cultivation in 1968 (5 individuals) were selected from the 91 ergot halves analysed at Viikki (RUMPEL 1955) (alkaloids, average 0.49 %, range 0.23–0.83 %); the four richest in alkaloids were L2/3, M5/4, M7/1, and M8/3 and one, M4/1, was very low in alkaloids (Fig. 4). The trial plots, 1 × 5 m, were laid out on the experimental field at a distance of 200–730 m from each other. It was deemed too difficult to have complete isolation, for previous studies have shown that a cultivated ergot can spread for distances of nearly a kilometer from the inoculated stands (RUOKOLA 1962).

Because ergots resulting from a conidium suspension treatment of the heads ripen earlier than do those formed as a consequence of

honeydew-caused secondary infection, the ergots were picked in two lots: the first when they began to drop and the rest of the ergots when most of them had ripened. The total alkaloid contents of the lots of ergots picked at different times were determined separately for each. The analyses were done at the Department of Plant Pathology using SMITH'S (1947) method (dried sample; EEL-colorimeter, red filter).

The alkaloid per cents presented in fig. 4 for the years 1968–1971 are average figures for the alkaloid contents of lots of ergots obtained from the first and second pickings. It can be seen that the alkaloid content varied by years but the different strains kept the same profile. Variation was greatest in the ergots from the first picking. Compared to the other ergot strains, M4/1 reacted exceptionally. It is possible that its initial ergot was not fully ripe; consequently, the alkaloid content returned to the normal level in the following generation. The failure of the inoculation with the ergot strains L2/3 and M5/4 in 1970 was apparently due both to the unfavourable weather that prevailed during the time of growth of the ergot (ANON. 1961–1971) and to the relatively low conidium count of the suspension used to inoculate the rye heads. In 1971 the conidium cultures of these strains were made from ergots that had been picked in 1969. In general the conidium cultures were made from the ergot yields of the previous year (5–10 average-sized ergots/strain, resulted from conidium suspension treatment of the heads). The data in fig. 4 show that the alkaloid content of 5 successive ergot

generations remained more or less unchanged and thus indicate no serious degeneration of the ergot strains.

For the ergot yields of 1971 analyses of halves were also performed at Leiras in March, 1972 using the method of thin-layer chromatography. The purpose was to determine the ratio of ergotamine to the other alkaloids and to determine the extent of variation in ergotamine contents of different ergots of the same strain. For each strain 8 ergots were analysed, 4 from the first picking and 4 from the second (from the strain L2/3, a total of 4). The results (Table 2) indicated the ergotamine content of the ergots to be on the average quite high: 0.81 % for all except the strain L2/3, on which it was only 0.63 %. It should be mentioned that the ergots analysed were slightly larger than average, whereas, on the contrary, the total alkaloid content was determined from average-sized ergots (cf. Fig. 4).

Variation occurred in the ergotamine content of different ergots of the same strain, strain L2/3 being the clearest example of this. It cannot be said with certainty whether this variation was due to a property of the ergot strain or, possibly, to a mixed infection. Also many external factors may regulate the alkaloid content (BÖSWART *et al.* 1956). By employing the technique described above an attempt was made to eliminate genetic factors.

In addition to ergotamine the ergots contained small amounts of water soluble alkaloid, ergometrine and a clavine alkaloid (Fig. 5) which is excluded when the ergotamine is ex-

Table 2. Ergotamine contents, as analysed in 1972, of ergots selected from yields of single conidium strains which were cultivated on Ensi rye in 1971. (I = picked on 22 July, II = picked on 6–9 Aug.).

Number assigned to ergot analysed	Ergotamine content, %								
	Ergot strain								
	M4/1		M5/4		M7/1		M8/3		L2/3
	I	II	I	II	I	II	I	II	II
1	0.74	0.73	0.67	0.92	1.15	0.79	0.53	0.84	0.19
2	0.77	0.64	0.52	0.84	0.72	0.89	0.68	0.63	0.64
3	0.86	0.74	0.74	1.15	0.89	0.76	0.76	0.70	0.99
4	0.92	0.70	0.75	1.30	1.14	0.82	0.75	0.82	0.71
X	0.82	0.70	0.67	1.11	0.98	0.82	0.68	0.75	0.63

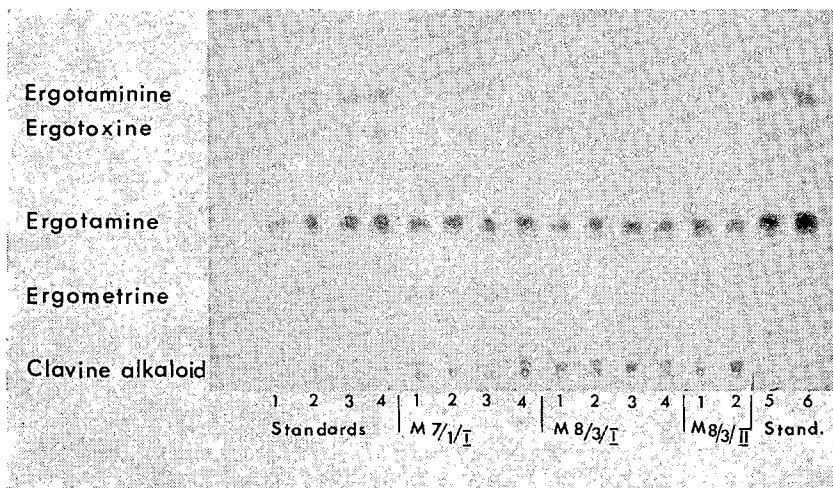


Fig. 5. A thin-layer chromatograph of alkaloids in the ergot strains examined (cf. Table 2). Numbers 1—4 and 5—6 designate standard spots, on which the ergotamine spots contain 1, 2, 3, 4, 5 and 6 g of ergotamine; the concentrations at spots of ergotoxine and ergotaminine are 1/5 of the corresponding spot of ergotamine.

tracted. The very poisonous alkaloid, ergotoxine, was not observed in the ergots. A comparison of the ergotamine contents of the lots of ergots obtained from the first and second pickings — at least within the limited scope of this material — did not reveal any clear tendencies.

Attempts to use ascospores in ergot breeding have not led to positive results (BÉKÉSY 1956). Furthermore, their production was troublesome, as was also indicated by germination tests performed at the Department of Plant Pathology

in 1970 and 1971. Ergots that were embedded in the surface layer of the soil of rye stands in autumn did not germinate at all and in a laboratory test, also germination was very poor.

*Acknowledgements.* — I wish to express sincere thanks to Leiras Pharmaceutical Manufacturers for their financial support of my study. I am also deeply grateful to many persons for their technical assistance as well as to Mr. R. Goebel for translating this study.

## REFERENCES

- ABE, M. & YAMATODANI, T. 1964. Preparation of alkaloids by saprophytic culture of ergot fungi. *Progr. Ind. Microbiol.* 5: 205—229.
- AHO, E. 1953. Torajyvän viljelemisestä Suomessa. *Farm. Aikak.* 1: 115—129.
- AMICI, A. M., MINGHETTI, A., SCOTTI, T., SPALLA, C. & TOGNOLI, L. 1966. Production of ergotamine by a strain of *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul. *Experientia* 22: 415—416.
- ANON. 1961—1971. Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon. Kesä-heinäkuu 1961—1971. Ilmatieteen laitos.
- BÉKÉSY, N. von 1938. Über parasitische Mutterkornkulturversuche. *Z. bl. Bakt.* II, 99: 321—332.
- 1956. Über die vegetative und generative Übertragung von Mutterkorneigenschaften. *Z. Pfl.züchtung* 35: 461—496.
- BÖSWART, J., KARMAZIN, M. & HORÁK, P. 1956. Einige Erkenntnisse über die Bedeutung von Umweltfaktoren für die Biochemie des Mutterkorns. *Abh. Deutsch. Akad. Wiss. Berlin, J.gang.* 1956: 231—235.
- BREDEMANN, G. 1912. Über den Alkaloidgehalt des Mutterkorns auf englischem Raygras (*Lolium perenne*). *Mycol. C.bl.* 1: 359—364.
- GEORG, L. K. 1947. A simple and rapid method for obtaining monospore fungi. *Mycologia* 39: 368—371.
- HONKAVAARA, E. 1966. Torajyvän saporfyttisestä viljelemisestä. *Farm. Aikak.l.* 75: 189—194.
- HRONEŠ, J. & KYBAL, J. 1962. Erfahrungen bei der Erhaltungszüchtung von Mutterkornstämmen in Feldanbau. *Z. Pfl.züchtung* 48: 73—79.
- JUNG, M. & ROCHELMMEYER, H. 1960. Zur Morphologie und Cytologie von *Claviceps purpurea* (Tulasne) in saprophytischer Kultur. *Beitr. Biol. Pfl.* 35: 343—378.

- KIRCHHOFF, H. 1929. Beiträge zur Biologie und Physiologie des Mutterkornpilzes. C.bl. Bakt. II, 77: 310—369.
- KYBAL, J. & BREJCHA, V. 1955. Problematik der Rassen und Stämme des *Claviceps purpurea* Tul. Pharmazie 12: 752—755.
- LU, B. C. 1962. A new fixative improved propionocarmine squash technique for staining fungus nuclei. Can. J. Bot. 40: 843—847.
- MCGREA, A. 1931. The reactions of *Claviceps purpurea* to variations of environment. Amer. J. Bot. 18: 50—77.
- MUDRA, A. 1958. Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuche. 333 p. Berlin-Hamburg.
- RUMPEL, W. 1955. Einfache serienmässige Bestimmung des Alkaloidwertes von Einzelsklerotien des Mutterkorns. Pharmazie 10: 204—206.
- RUOKOLA, A.-L. 1956. Torajyvän viljelykokeista Viikin koetilalla ja eräillä kasvinviljelyskoeasemilla Suomessa. Referat: Über Anbauversuche von Mutterkorn auf dem Versuchsgut Viik und an einigen Versuchstationen für Pflanzenbau in Finnland. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 28: 203—222.
- 1960. Torajyvän tuotantomahdollisuksista Suomessa. Summary: Possibilities of ergot production in Finland. Maatal. ja Koetoim. 14: 248—259.
- 1962. Lisätietoja torajyvän viljelykokeista Viikin koetilalla. Summary: Additional results from ergot field trials at Viik experimental farm. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 34: 121—131.
- SILBER, A. & BISCHOFF, W. 1954. Die Konstanz des Alkaloidgehaltes bei verschiedenen Rassen von Mutterkorn. Pharmazie 9: 46—61.
- STOLL, A. 1943. Altes und Neues über Mutterkorn. Mitt. Naturf. Ges. Bern 1942. 1943: 45—80.
- SMITH, R. G. 1947. Report on a collaborative study of the assay of ergot. J. Amer. Pharm. Ass. 36: 321—331.
- TONOLO, A. 1966. Production of peptide alkaloids in submerged culture by a strain of *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul. Nature 209: 1134—1135.
- URK, H. W. van 1929. Een nieuwe gevoelige reactie op de moederkoornalkaloiden ergotamine, ergotoxine en ergotinine en de toepassing voor het onderzoek en de colorimetrische bepaling in moederkoornpreparaten. Pharm. Weekblad 66: 473—481.
- WIECHERT, E. 1952. Mutterkornanbau in Mecklenburg. Pharmazie 12: 859—862.

MS received 30 April 1972

Anna-Liisa Ruokola  
University of Helsinki, Dept. of Plant Pathology  
SF-00710 HELSINKI 71  
Finland

## SELOSTUS

### Torajyvän jalostustyöstä Suomessa

ANNA-LIISA RUOKOLA

Helsingin yliopiston Kasvipatologian laitos, Viikki

Vuosina 1963—1967 suoritettiin Helsingin yliopiston Kasvipatologian laitoksella Viikissä ja Lääketehdas Leiraksessa Turussa torajyväsienen, *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul., 1-kuroma- sekä 1-sklerotiovalintaa. Pyrkimyksenä oli rukiin saastutuksiin käytettävien ulkomaisten torajyväkantojen alkaloidipitoisuuden lisääminen.

Mielenkiintoisin 1-kuromaeristykistä polveutuvista torajyvistä oli n:o 139 (alkaloideja 1.10%), josta saatiin tähkäeristyksissä Viikissä korkein sato (282 mg/tähkä) ja Leiraksen viljelykokeessa korkein alkaloidipitoisuus (0.73%). Positiivista valintaa jatkettiin tämän torajyvän jälkeläistorajyvistä suorittamalla Viikissä 1-kuroma- ja Leiraksessa 1-sklerotiovalintaa.

Torajyväsatojen alkaloidipitoisuus vaihteli melkoisesti

eri vuosina eikä siinä ollut selvää nousua havaittavissa. Kun otettiin huomioon Leiraksen kaikkien torajyväviljelmien satojen keskimääräiset alkaloidipitoisuudet voitiin kuitenkin todeta, että alkaloidipitoisuus oli kokeiden alkamisajasta noussut, joskin toisaalta vaihtelua eri vuosina esiintyi. Parannettuun analyysimenetelmään (ohut-kalvokromatografia) perustuvan 1-sklerotiovalinnan ansiosta nimenomaan ergotamiinin osuus torajyväadoissa oli noussut.

Viikissä v. 1967—1971 suoritettu 1-kuromakantojen jatkoviljely osoitti, että 5:n torajyväpolven alkaloidipitoisuus säilyi jokseenkin muuttumattomana. Tutkitut torajyväkannat sisälsivät alkaloideista lähes yksinomaan ergotamiinia.



# HAVAINTOJA VESIPISAROIDEN PYSYMISESTÄ ERÄILLÄ FUNGISIDEILLA RUISKUTETTUJEN MÄNNYNTAIMIEN NEULASISSA

UKKO RUMMUKAINEN

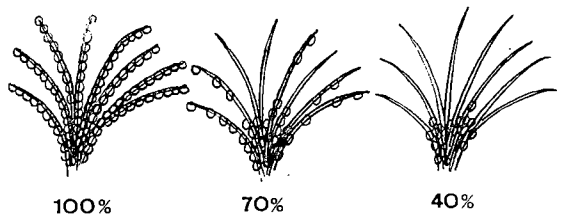
RUMMUKAINEN, U. 1972. **Havaintoja vesipisaroiden pysymisestä eräillä fungisideilla ruiskutettujen männyntaimien neulasissa.** [On the sticking of water drops to pine needles treated with various fungicides]. Ann. Agric. Fenn. 11: 371—372.

In conjunction with treatment in 1955 of 2/0 and 3/0 seedlings of Scots pine (*Pinus silvestris*) with fungicides, it was observed that copper-containing sprayers (OB 21 and Cuprosan 3 preparations) caused water drops to fall off the needles to a much greater extent than zineb (Dithane-Z 78), captan (Orthocide) and sulphurous (Sulfosan) sprayers. Thus, copper seemed to have a greater indirect effect than the other preparations mentioned because, as is generally known, a decrease in the moisture content of plants decreases the possibilities of fungi to exist on them.

Suoritettaessa fungisidikoikeita männyntaimilla Metsäntutkimuslaitoksen taimitarhassa Pun-kaharjulla kesällä 1955 kiintyi kokeita kerran elokuussa tarkkailtaessa huomio siihen, että jois-sakin koeruuduissa taimet näyttivät olevan kui- vempia kuin toisissa. Koeruiskutukset oli suori- tettu kaksi päivää aikaisemmin. Havainnot tehtiin ns. vanhassa taimitarhassa, joka oli 9 aarin suuruinen ja jota ympäröi kaikkialla metsä tai korkea kuusiaita. Runsaasti kastetta muodosta- neen yön jälkeen riippui tarkkailuhetkellä noin klo 11 joidenkin ruutujen 2-vuotisissa taimissa vettä pisara pisaran vieressä neulasten tyvestä kärkeen asti, niin että ruudut näyttivät kosteu- den vuoksi hopeanhoitoisilta. Toisten ruutujen taimissa ei pisaroita näkynyt juuri ollenkaan. »Kuivia» ruutuja lähemmin tutkittaessa nähtiin niidenkin taimissa olevan pisaroita jäljellä, mutta vain taimirivien sisäosissa taimien tyvi- neulasissa päällepäin näkymättömissä paikoissa.

Kokeessa vertailtiin 0.5 %:sen OB 21 -kupari- oksikloridiruiskutteen ja 0.2 %:sen Dithane-Z 78 -zinebruiskutteen tehoa männynkaristeseen, *Lophodermium pinastri* (Schrad.) Chev. »Kuivia» olivat OB 21 -ruudut, joissa pisaroiden mää- räksi arvioitiin 40 % (kuva 1). Hyvin märkiä olivat käsittelemättömät ruudut, pisarointi lähes 100 %. Dithane-ruutujen pisaraisuus oli noin 70 %. Luvut olivat 4 ruudun keskiarvoja.

Tarkastushetkellä ilma oli tyyni ja aurinkoi- nen.



Kuva 1. Pisaraisuuden eri asteita prosentteina.

Samana kesänä järjestettiin fungisidikokeita myös Lapin metsänhoitolautakunnan taimitarhassa Rovaniemellä. Siellä oli mainittujen kahden valmisteen lisäksi mukana myös Cuprosan 3 -kuparikalkkivalmiste, Sulfosan-rikkivalmiste ja Orthocide-kaptaanivalmiste. Kysymyksessä oli taimien fungisidinkestävyyskoe, jossa käytettiin seuraavia ruiskuteväkevyyskiä:

OB 21: 1, 3 ja 5 %,  
 Cuprosan 3: 0.5, 1 ja 1.5 %,  
 Orthocide: 0.2, 0.5 ja 1 %,  
 Dithane-Z 78: 0.2, 0.5 ja 1 %,  
 Sulfosan: 3, 5 ja 10 %.

Koeruisikutukset suoritettiin 10. 8. ja taimet saavuttivat syksyllä 3 vuoden iän koulimattomina.

Ruudut tarkastettiin 14. 9. Tarkastushetkellä vallitsi vähäinen tihkusade. Runsaampi sade oli päättynyt tunteja aikaisemmin. Tuuli jonkin verran. Olosuhteet olivat siis toisenlaiset kuin tehtäessä havaintoja Punkaharjulla.

Tässä kokeessa oli vain kaksi samalla tavalla ruiskutettua koeruutua, alaltaan 2 m<sup>2</sup>. Kun pisarointitarkastuksessa havaittiin, että ruiskutettujen väkevyyksillä ei ollut vaikutusta, yhdistettiin kunkin valmisteen eri konsentraatioilla saadut tulokset, jolloin toistoja saatiin 6 kpl.

Tarkastustulokset ovat taulukossa 1.

Tässäkin koesarjassa siis kuparivalmisteet pitivät taimet kuivempina kuin muut veden va-

Taulukko 1. *Pinus silvestris*-taimien pisaraisuus Rovaniemen kokeessa. Pisarointiluokitus kuvassa 1.

Kemikaalivalmiste	Pisaraisuus	
	Keskim. %	Vaihtelu eri koeruuissa %
Cuprosan 3 .....	56	52 — 60
OB 21 .....	60	42 — 77
Orthocide .....	77	70 — 85
Sulfosan .....	85	77 — 95
Dithane-Z 78 .....	87	80 — 92
Käsittelemätön .....	99	90 — 100

luessa niillä ruiskutetuista taimista pois sateelakin. Todettakoon että 1-kesäisten kylvötaimien pisaraisuudessa ei havaittu samanlaisia eroja eri aineiden välillä.

Kupari tiedetään hyväksi yleisfungisidiksi. Toisaalta tiedetään, että esim. *Lophodermium pinastri* -sienen itiöt vaativat itääkseen runsaasti kosteutta. Vaikka kokeet olivat pieniä, olivat niiden tulokset niin selvät kummassakin tapauksessa, että niiden perusteella voidaan otaksua kuparivalmisteilla olevan välittömän fungisidisen vaikutuksen lisäksi myös välillinen, sienien toimeentuloedellytyksiä huonontava vaikutus.

Saapunut 29. 8. 1972

Ukko Rummukainen  
 Metsäntutkimuslaitos  
 Unioninkatu 40  
 00170 HELSINKI 17

# PROFESSORI E. A. JAMALAISEN JULKAISUJA 1927—1972

## List of publications issued by Professor E. A. Jamalainen in 1927—1972

- 1927 Rukiin korsinoki. Valt. Maatal.koetoin. Tied. 8: 1—7.
- 1929 Palkokasvien nystyräbakteerit uutismaassa. Karjal. talous 5: 436—439.  
*Peronospora viciae* tuhoamassa hajuherneviljelyksiä. Luonnon Ystävä 33: 140—143.  
Havaintoja rukiin korsinoen esiintymisestä ja tulok-  
sia sen torjumisessa. Maatalous 22: 81—82.
- 1930 Syysviljan peittauksesta. Maatalous 23: 190—193.  
Perunan mosaikkitaudeista. Pellervo 31: 611—613.  
Perunakolera. Pellervo 31: 657—658.  
Tomaattien hedelmämätä. Kotipuutarha 4: 9.
- 1932 Suomen Kasvinsuojeluseura ja sen tarkoituserät.  
Puutarha 35: 62—63.  
Tomaatin lehtihome. Puutarha 35: 78—80.  
Mitä olisi tehtävä tomaatin lehtihomeen torjumi-  
seksi. Puutarha 35: 266—270.
- 1933 Kevätviljojen nokisienet ja niiden torjunta. Maa  
18: 131—137.  
Syysviljojen tuhosenet ja niiden torjunta. Maa 18:  
221—225.  
Kylvösiemenen puhdistuskurssit ja niiden järjestä-  
minen. Maa 18: 271—274.  
Vehnän ja ohran lentonoen torjunnasta. Maatalous  
26: 110—112.  
Kylvösiemenen puhdistaminen taudinaiheuttajista.  
Pellervon Kalenteri 1934: 148—151. Sama v. 1935,  
v. 1949 ja vv. 1951—1955 kalentereissa.  
Kasvinsuojeluneuvontatyö. Maatalousseurojen Kes-  
kusliiton toiminta v. 1933. Maatal.seur. Keskusl.  
Julk. 207: 103—108.  
Perunaruton esiintymisestä ja torjuntatoimenpiteistä  
maassamme. Maa 18: 9—13.
- 1934 Kylvösiemenessä kulkeutuvat korsiviljojen tuhosie-  
net ja niiden torjunta. Maatal.seur. Keskusl. Julk.  
212: 1—40. Toinen painos v. 1937, kolmas painos  
»Viljan peittäusopas» v. 1947.
- Nokisienien tuhoista ja torjuntatoimenpiteistä. Maa-  
talous 27: 108—112.  
Vihanneskasvien talvisäilytyksestä. Maa 19: 314—  
319.  
Perunavarastojen talvisäilytyksestä. Maa 19: 356  
—360.
- 1935 Tutkimuksia lantun ruskotaudista. Referat: Unter-  
suchungen über die »Ruskotauti«-Krankheit der  
Kohlrübe. Valt. Maatal.koetoin. Julk. 72: 1—116.  
(Väitöskirja).  
Der Einfluss steigender Borsäuremengen auf die  
Kohlrübenernte. J. Sci Agric. Soc. Finl. 7: 182—186.  
Havaintoja Tanskan kasvinsuojelusta. Maatalous  
28: 249—251.  
Lantun ruskotauti. Pellervo 36: 421—423.  
Korsiviljojen nokisienet ja niiden torjunta. Helsingin  
Yliopiston almanakka v. 1936. Sama ruotsinkielis-  
essä painoksessa.
- 1936 Tutkimuksia möhöjuuresta (*Plasmodiophora brassicae*  
Vor.). Referat: Untersuchungen über die Kohl-  
hernie. Valt. Maatal. koetoin. Julk. 85: 1—36.  
Über die in faulenden Kartoffeln auftretenden Coli-  
Stämme. Experimenteller Vergleich zwischen ihnen  
und den aus Menschenharn sowie aus Kloakenwas-  
ser isolierten Coli-Stämme. J. Sci. Agric. Soc. Finl.  
8: 140—154. — Sama ruotsinkielisenä Pohjoismai-  
den luonnontutkijain Helsingissä elok. 11—15 p:nä  
1936 pitämän kokouksen julkaisussa, p. 546—549.  
Omenan kuoppataudista ja sen esiintymisestä Suo-  
messä. Summary: On cork disease of the apple and  
on its appearance in Finland. J. Sci. Agric. Soc.  
Finl. 8: 24—35.  
Juurikkaiden sydän- ja kuivamädän torjunta boori-  
pitoisilla aineilla. Valt. Maatal.koetoin. Tied.  
110: 1—8.  
Herneen siementen sisäinen turmeltuminen. Sum-  
mary: Internal necrosis of pea seeds. Valt. Maatal-  
koetoin. Julk. 79: 1—8.  
Boorin vaikutus kuoppataudin esiintymiseen ome-  
nissa. Summary: The effect of boron on the occur-

- ence of cork disease in apple. Valt. Maatal. koetoim. Julk. 89: 1—19.
- Kasvitautien torjunta hedelmä-, marja- ja vihanneviljelyksessä. 179 p. Helsinki—Porvoo.
- Omenapuiden lehtien ja hedelmien ruiskutusvioletuksista. Referat: Über die Spritzschäden an Blättern und Früchten von Apfelbäumen. Valt. Maatal. koetoim. Julk. 83: 1—35.
- Omenan kuoppatauti. Valt. Maatal. koetoim. Tied. 108: 1—10.
- Boorin, mangaanin ja kuparin puutteesta aiheutuvista kasvitaudeista. Maatalous 29: 308—410, 312.
- 1937 & KANERVO, V. Hedelmäpuiden ja marjapensaiden ruiskutukset kasvintuhoojien torjumiseksi. Maatal. seur. Keskusl. Julk. 254: 1—58. 2. painos v. 1943, 3. painos v. 1948.
- Kylvösiemenen peittauskysymyksestä Saksassa. Paikalliset peittausasemat kysymyksen ratkaisijoina. Maa 22. 4 p.
- 1938 Kasvinsuojeluaineiden tarkastus Tanskassa ja Saksassa. Referat: Prüfung der Pflanzenschutzmittel in Dänemark und Deutschland. Valt. Maatal. koetoim. Julk. 97: 1—32.
- Neilikkaruoste (*Uromyces caryophyllinus*). Puutarha 41: 197—198.
- Lantun ruskotauti. Valt. Maatal. koetoim. Tied. 143: 1—7.
- & VAPPULA, N. A. Tärkeimmät viljelyskasvien taudit ja tuhoeläimet sekä niiden torjunta. Maatalouskalenteri 1939: 262—270, 274—275. Sama vv. 1940—43 kalentereissa.
- 1939 Hivenelementtien merkityksestä kasvinviljelyksessä. Esitelmä Agronomien yhdistyksen luontopäivillä. Suomen Pellot 10: 3—7.
- Suomessa viljeltyjen vehnälaatujuen haisunoen kestävydestä. Maatalous 32: 127—129.
- 1940 Perunoiden säilytyskysymyksestä. Suom. Sahanomist. Maatalousyhdistys. Julk. 36: 92—100. Sama ruotsinkielisessä painoksessa.
- Vehnän haisunoki ja sen torjuminen. Valt. Maatal. koetoim. Tied. 140: 1—8.
- Syysviljojen talvehtimisestä. Maatalous 33: 119—120.
- Perunoiden pilaantumisen ja pilaantumisen aiheuttajista talvivarastoissa. Maa 25: 397—401.
- 1941 *Tilletia caries* (De C.) und *T. foetida* (Wallr.) Liro in Finnland. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 13: 41—43.
- Über die Steinbrandanfälligkeit verschiedener Weizensorten in Finnland. Valt. Maatal. koetoim. Julk. 115: 1—27.
- & VAPPULA, N. A. Kulturväxternas viktigaste sjukdomar och skadeinsekter samt deras bekämpande. Lantbrukskalender 1942: 177—188. Sama v. 1943, 1944 ja 1959 kalentereissa.
- 1942 Die Wirkung von Bors auf das Wachstum der Steckrübe im Wasser- und Sandkulturversuchen. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 14: 29—37.
- Puun savun vaikutuksesta vehnän haisunokeen. Referat: Über die Wirkung von Holzrauch auf den Weizensteinbrand. Valt. Maatal. koetoim. Julk. 117: 1—22.
- Beobachtungen über *Mitruula sclerotiorum* Rost. am Klee. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 14: 19—22.
- Vaikuttaako siemenen savukäsittely kasvitauteja ehkäisevästi? Maatalous 35: 96—101.
- 1943 Über die Fusarien Finnlands. I. Valt. Maatal. koetoim. Julk. 122: 1—26.
- Über die Fusarien Finnlands. II. Valt. Maatal. koetoim. Julk. 123: 1—25.
- Kylvösiemenen käsittelykokeita viljan nojitautien torjumiseksi. Valt. Maatal. koetoim. Tied. 189: 1—16.
- Kylvösiemenen käsittelykokeita viljan homeiden ja ohran viirutaudin torjumiseksi. Valt. Maatal. koetoim. Tied. 190: 1—12.
- Tomaatin virustaudeista. Puutarha 46: 178—179, 209—210, 258—260.
- Ruotsin kasvinsuojelu nykyisin. Maatalous 36: 244—248.
- Aarne Jakob Rainio \* 17. 3. 1898 — † 5. 6. 1943. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 15: 136—142.
- 1944 Über die Fusarien Finnlands. III. Valt. Maatal. koetoim. Julk. 124: 1—24.
- Kasvinsuojelutilanne läntisessä naapurimaassamme. Puutarha 47: 71—72, 89.
- Fusarium*-sienistä ja niiden merkityksestä. Maatalous 37: 99—101.
- 1945 Kasvinsuojelualan neuvontatyön tehostaminen. Maatalous 38, 6—7. 3 p.
- Lentokone kasvinsuojelun palveluksessa. Suomen Kuvalehti 30—31: 769.
- 1946 Perunakysymys ja kasvitaudit. Koetoim. ja Käyt. 3, 1: 1—7.
- Peittausaineiden tehokkuuden kokeilu. Maatalous 39: 54—56.
- Viljan siemenen peittaus koetulosten valossa. Maatal. ja Koetoim. 1: 221—231.
- Über die Resistenz der in Finnland anzubauenden Getreidesorten gegen Weizensteinbrand und Haferflugbrand. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 18: 45—49.
- The significance of potato virus diseases in Finland. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 18: 134—146.
- Vadelman taudeista. Puutarha 49: 294—296.
- Vehnän kevyttähkäisytydestä. Maatalous 39: 158—161.

- 1947 Talvehmittimissien merkityksestä kasvinviljelyssä. *Maatalous* 40: 157—161.  
 Viljan peittauskokeet Maatalouskoelaitoksen kasvitautiosastolla vuosina 1943—1946. *Valt. Maatal. koetoim. Tied.* 213: 1—13.  
 Kaksi manan majoille mennyttä kasvitautien tutkijaa ja kasvinsuojelumiestä. *Kasvinsuojelu-Uutiset* 2: 6—7.  
 Koristekasvien virustaudeista. *Puutarha* 50: 8—10.
- 1948 Viljan peittauskokeet Maatalouskoelaitoksen kasvitautiosastolla v. 1947. *Koetoim. ja Käyt.* 5,4: 25—27.  
 Försök med betning av utsäde vid Lantbruksförsöksanstaltens avdelning för växtsjukdomar år 1947. *Praktisk Försöksverksamhet* 5: 24—26.  
 Potatisviroserna och deras betydelse i Finland. *Tidskr. för Lantm.* 30: 69—70.  
 & KANERVO, V. Kasvinsuojeluaineet vuonna 1948. *Puutarhavilj. Liiton Julk.* 65: 1—15.  
 Potatisvirosernas betydelse i Finland. *Beretning om Nordiske Jordbruksforskere Kongress i Oslo 1947.* Nord. Jordbr.forskn. 1—3: 568—570.
- 1949 Boorin puutteesta aiheutuvista kasvitaudeista ja boorin merkityksestä maamme kasvinviljelyssä. Summary: On boron deficiency diseases and on the role of boron in the Finnish plant cultivation. *Valt. Maatal.koetoim. Julk.* 130: 1—48.  
 Käyttökäkiä oikein booria sokerijuurikkaille. *Käyt. Maatal.* 3—4: 135.  
 Sipulin huono säilyminen varastoissa. *Maaviesti* 3: 9—10.  
 Bor som växtfaktor inom vårt lands åkerbruk och trädgårdssodling. *Tidskr. för Lantm.* 31: 128—130.  
 Boorin merkityksestä maamme kasvinviljelyssä. *Maatalous* 42: 127—130.  
 Neljäkymmentä vuotta maataloudellista tutkimustyötä. *Maatalous* 42: 274—275.  
 Overwintering of *Gramineae*-plants and parasitic fungi. I. *Sclerotinia borealis* Bubák & Vleugel. *J. Sci. Agric. Soc. Finl.* 21: 125—142.  
 J. I. Liro. Systemaattisen sienitieteen merkkimies ja kasvinsuojelun uranuurtaja Suomessa. Sama englanninkielisenä. *Arch. Soc. Zool. Bot. Fenn. 'Vanamo'* 3 (1948): 1—31.  
 & HEIKINHEIMO, O. Hedelmä- ja marjatarhojen kasvinsuojelu. *Maatalouskalenteri* 1949: 209—212. Sama vv. 1951—1954 kalentereissa.  
 & KANERVO, V. Vihanneskasviviljelyn kasvinsuojelumuistio. *Puutarhakalenteri* 1950: 120—138.
- 1950 Maatalouskoelaitoksen kasvitautiosaston ja Puutarhaviljelijäin Liiton yhteistoiminnasta. *Puutarhavilj. Liiton Julk.* 79: 86—88.  
 Viljan peittaus naapurimaassamme Tanskassa ja meillä. *Kasvinsuojelu-Uutiset* 5: 2—3.
- Maatalouskoelaitoksen kasvitautiosasto viljelijäin opastajana kasvitautikysymyksissä. *Koetoim. ja Käyt.* 7, 7—8: 3—4.  
 Lantbruksförsöksanstaltens avdelning för växtsjukdomar instruerar odlarna i växtskyddsfrågor. *Forsknings- och försöksresultat* 2, 6—7: 39—40.  
 Den växtpatologiska litteraturen om kulturväxterna i Finland under de senaste halvtandrade decennierna. *Nord. Jordbr.forskn.* 1 (1949/50): 12—29.  
 Kasvitautien torjunta-aineiden tehotutkimuksesta. *Maatal. ja Koetoim.* 4: 158—174.  
 Hollanti pelto- ja puutarhatuotteiden vientimaana. *Maatalous* 43: 239—241.  
 On the role of trace elements in agriculture of Finland. *Lotsya* 3: 99—106. U.S.A.  
 & HEIKINHEIMO, O. Hedelmä- ja marjatarhojen kasvinsuojelu. *Puutarhakalenteri* 1951: 117—123. Sama vv. 1951—1954 ja v. 1959 kalentereissa.  
 & KANERVO, V. Kasvinsuojelu ja sen tehtävät. *Lausunto kasvinsuojeluaikokomitean mietinnössä*, 3 (1950): 16—24.  
 & KANERVO, V. Tärkeimmät kasvitaudit ja tuhoeläimet sekä niiden torjunta hedelmä-, marja-, juurikasvi-, vihannes- ja perunanviljelyksissä. *Kasvinsuoj.seur. Julk.* 4: 10—34.  
 & KANERVO, V. Lasinalaisten koristekasvien tärkeimmät kasvitaudit ja tuhoeläimet sekä niiden torjunta. *Puutarhakalenteri* 1951: 139—170.  
 & YLIMÄKI, A. Kasvinsuojelunäkökohdat hyödetävien kukkasipulien viljelyssä. *Maatalouskoel. Kasvitautios. Tied.* 1: 1—13. Moniste, jakaja Kauppa-puutarhalitto.
- 1951 Förekomsten av övervintringssvampar på vallgräsen i Finland. *Nord. Jordbr.forskn.* 2—3: 529—534.  
 Viljan mustaruoste. *Pellervo* 52: 618—619.  
 Kasvitautien torjuntakysymyksiä siirtolapuutarhoissa. *Siirtolapuutarha, heinä* 1951. p. 96—97.  
 Vuoden 1951 kasvitautitilanne. *Maatalous* 44: 221—226.  
 Kasvinsuojeluainelaki astuu voimaan ensi vuoden alussa. *Puutarha-Uutiset* 3: 43.  
 & HEIKINHEIMO, O. Hedelmä- ja marjaviljelysten kasvinsuojelu. *Pellervon Kalenteri* 1952. Sama vv. 1954—1956 ja v. 1959 kalentereissa.
- 1952 Sipulin tuotantoon vaikuttavista haitallisista tekijöistä ja sipulin viljelyn edistämistoimenpiteistä. Summary: On factors hampering onion production and on measures for promoting onion cultivation. *Valt. Maatal.koetoim. Tied.* 225: 1. painos, p. 1—45; 2. painos, p. 1—40.  
 Sipulin virustauti — sipulin taantumisen tärkeimpiä syitä. *Koetoim. ja Käyt.* 9, 7—8: 1.  
 Vuoden 1952 kasvitautitilanne. *Koetoim. ja Käyt.* 12: 1—3.

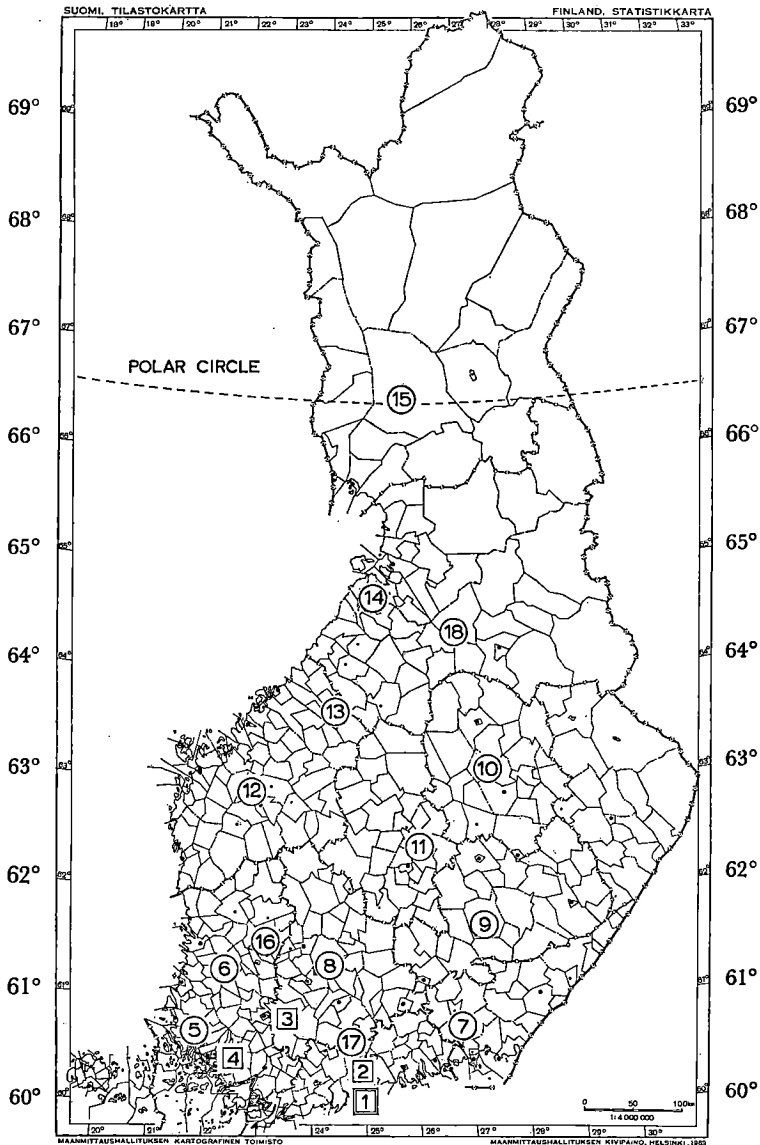
- Vaikeasti torjuttavista vihanneskasvien taudeista. Puutarha 55: 319—321.
- Frukträdens och bärväxternas virussjukdomar. Trädgårdsnytt 6, 12. 2 p.
- Viljan peittäus monivuotisten, koko maata käsittävien kokeiden valossa. Maatalous 45: 228—230.
- Ravinteiden puutosoireet puutarhakasveissa. Puutarhakalenteri 1953: 109—135.
- 1953 Hivenainepuutteen symptomologiasta kasveilla. Suom. Kemistilehti 26 A: 185—189.
- Über die Bedeutung der Getreidebeizung in Finnland. Höfchen-Briefe »Bayer« Pflanzenschutz-Nachrichten 6: 80—83.
- Om lökodling. Meddelande från Lantbruksförsöksantaltens avdelning för växtsjukdomar, 7. 21 s.
- Viljan mustaruoste ja happomarjapensas sen levitäjänä. Maatal. ja Koetoim. 7: 83—92.
- Black rust and occurrence of *Berberidaceae* in Finland. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 25: 47—53.
- Suomessa viljeltyjen omenalajikkeiden säilyvyydestä varastossa. Summary: On storage qualities of varieties of apples in Finland. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 25: 136—146.
- Omenien varastoimisesta. Puutarha 56: 409—412, 454—456.
- Vuoden 1953 kasvitautitilanne. Koetoim. ja Käyt. 10, 12: 1—2.
- Puutarhakasvien taudinkestävyydestä. Puutarhakalenteri 1954: 151—156.
- & HEIKINHEIMO, O. Hedelmä- ja marjaviljelysten ruiskutus- ja pölytysohjeet. Kasvinsuoj.seur. Julk. 6: 31—38.
- & KANERVO, V. Juuri- ja vihanneskasvien sekä perunan tärkeimmät taudit ja tuhoeläimet sekä niiden torjunta. Hedelmäpuiden ja marjakasvien tärkeimmät taudit ja tuhoeläimet sekä niiden torjunta. Kasvitautilien ja tuhoeläinten torjunta-aineet. Kasvinsuoj.seur. Julk. 6: 5—30.
- & KANERVO, V. Kasvinsuojelu pellon tuotannon parantajana. Tärkeimmät peltokasvien taudit ja tuhoeläimet sekä niiden torjunta. 220 p. Helsinki.
- 1954 Overwintering of cultivated plants under snow. FAO Plant Protect. Bull. 11: 102—105.
- Omenien varastoimiskokeet maatalouskoelaitoksen kasvitautiliikenteellä v. 1953—1954. Hedelmälehti 1: 70—75.
- Kolmekymmentä vuotta maataloudellista koe- ja tutkimustyötä. Maatal. ja Koetoim. 8: 1—14.
- Uusista kasvitautilien torjunta-aineista. Puutarha 57: 54—57, 78.
- Om nya fungicider. Tidskr. för Lantm. 36: 22—24.
- Kahutähkäisyys. Koetoim. ja Käyt. 11,2: 6—7.
- Visuaalisten tutkimusten ja havaintojen merkitys. Maatalous 45: 10—13.
- Kylvösiemenen peittäus sadon varmentajana. Kasvinsuoj.seur. Julk. 8: 1—9.
- Åländska växtodlingsproblem ur växtpatologisk synpunkt. Åland 103.
- Sipulin viljelystä. Emäntälehti 52: 117—118.
- Viimeaikaisia tuloksia kasvitautilien tutkimuksen alalta. Puutarha-Uutiset 6: 6—7.
- Hivenravinteista. Leipä Leveämmäksi 1: 10—12.
- & HEIKINHEIMO, O. Växtskydd för frukträd. Lantbrukskalender 1955: 261—264. Sama v. 1956 kalenterissa.
- & KANERVO, V. Juuri- ja vihanneskasvien sekä perunan kasvinsuojelu. Puutarhakalenteri 1955: 182—210.
- 1955 *Fusarium* species causing plant diseases in Finland. Acta Agr. Fenn. 83: 159—172.
- Sipulin viljely ja sipulin tuotantoon haitallisesti vaikuttavat tekijät. Kasvinsuoj.seur. Julk. 7: 1—33. 2. painos 1956, 3. painos 1959, 4. painos 1962.
- Tulppaanilajikkeiden talvehtimisestä. Puutarha 58: 185—186, 221—223.
- Omenien varastointi. Pieni omenanviljelyn opas. Puutarhaneuv. Yht.toim. Julk. 12: 54—59. Sama v. 1959 painoksessa.
- & KANERVO, V. Lasinalaisten koristekasvien tärkeimmät kasvitaudit ja tuhoeläimet sekä niiden torjunta. Puutarhakalenteri 1956: 265—318.
- & KANERVO, V. & HEIKINHEIMO, O. Puutarhan kasvinsuojeluohjeita. Puutarhavilj. Liiton Julk. 107: 1—78.
- 1956 The Plant Pathology Department of the Agricultural Research Centre. The most important diseases of crop plants in Finland and their control. Maatal. koel. Kasvitautilien. Tied. 18: 1—15.
- Männyn karisteen torjunta kemiallisilla aineilla Leksvallin taimitarhassa. Summary: The control of the needle cast of pine with chemicals at the Leksvall nursery. Silva Fennica 88: 1—10.
- Omenalajikkeiden varastoimiskokeet v. 1952—1955. Maatal. ja Koetoim. 10: 174—185.
- Overwintering of plants in Finland with respect to damage caused by low-temperature pathogens. Valt. Maatal.koetoim. Julk. 148: 5—30
- & YLIMÄKI, A. The control of snow mould in winter rye by treatment of stands with chemicals. Valt. Maatal.koetoim. Julk. 148: 50—61.
- & HAAVISTO, M. & YLIMÄKI, A. Observations on the effect of pentachloronitrobenzene on the low-temperature fungus pathogens in winter turnip rape. Valt. Maatal.koetoim. Julk. 148: 62—72.
- A test on the control of black snow mould (*Herpotrichia nigra* Hartig) in spruce seedlings by the use of pentachloronitrobenzene. Valt. Maatal.koetoim. Julk. 148: 68—71.

- Viljan virustaudeista Pohjois-Amerikassa. Koetoim. ja Käyt. 13: 27.
- Växtskydd i Amerika. Tidskr. för Lantm. 38: 140—141.
- Joko kuumavesikäsitteystä päästään? Käytännön Maamies 10: 33.
- Onko Ranskasta opittavaa perunan viljelyn alalla? Maatalous 49: 25—28.
- & KANERVO, V. Kasvinsuojelu puutarhan tuotannon parantajana. Tärkeimmät puutarhakasvien taudit ja tuhoeläimet sekä niiden torjunta. 290 p.
- 1957 Virustaudeista ja virustautien kaltaisista kasvitau-  
deista Suomessa. Summary: On plant virus diseases  
and virus like diseases in Finland. Valt. Maatal-  
koetoim. Julk. 158: 1—58.
- Overwintering of *Gramineae*- plants and parasitic  
fungi. II. On the *Typhula* sp.-fungi in Finland.  
J. Sci. Agric. Soc. Finl. 29: 75—81.
- Apilan virustaudeista. Karjalainen 33: 129—130.
- Antibiootit kasvitautien torjunta-aineina. Puutarha  
60: 110—111.
- Luonnonvarainen mustikka rahakasvina Kanadassa.  
Puutarha 60: 350—351.
- Mansikan virustaudeista. Puutarha 60: 490—491.
- Vadelman ja herukan virustaudeista. Puutarha-  
Uutiset 9: 476, 482.
- & VAPPULA, N. A. Avomaan koristekasvien taudit  
ja tuhoeläimet sekä niiden torjunta. Puutarhakalen-  
teri 1958: 217—275.
- 1958 Kasvien talvehtimisestä ja sen parantamismahdol-  
lisuuksista. Kasvinsuoj.seur. Julk. 13: 1—40.
- Om växternas övervintring. Sv. Lantbr.sällsk. i  
Finland Förb., ser. 13, 22: 1—41.
- Peltokasvien huonon talvehtimisen syistä. Karja-  
talous 34: 67—69.
- Peltokasvien talvituhosienivaurioiden torjunnasta.  
Karjalainen 34: 101—104.
- The effect of seed dressing of winter cereals on low-  
temperature parasitic fungi. J. Sci. Agric. Soc. Finl.  
30: 200—201.
- Experiments on the use of some chloronitrobenzene  
and organic mercury compounds for the control of  
low-temperature parasitic fungi on winter cereals.  
J. Sci. Agric. Soc. Finl. 30: 251—263.
- Pakkasvauriot maamme hedelmänviljelyä rajoitta-  
vana tekijänä. Maatalous 51: 75—78. Sama ruotsin-  
kielisenä. Trädgårdsnytt 12: 234—235.
- Kemisk bekämpning av åkerväxternas utvintrings-  
svampar. Lantbrukskalender 1959: 281—282.
- & HEIKINHEIMO, O. Omena- ja marjaviljelysten  
kasvinsuojelu. Pellervon Kalenteri 1959: 221—227.
- 1959 Syysrypsin talvituhosienien torjuntakokeita käsit-  
telemällä kasvustot fungisiideilla. Summary: Tests  
on the control of low-temperature parasitic fungi in  
winter turnip rape by treatment of stands with  
fungicides. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 31: 38—44.
- Overwintering of *Gramineae* plants and parasitic  
fungi III. Isolations of *Fusarium nivale* from gramine-  
ous plants in Finland. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 31:  
282—284.
- Abioottisista tekijöistä johtuvista syysrypsin talveh-  
timisvaurioista. Summary: Overwintering damage  
in winter turnip rape caused by abiotic factors. Acta  
Agr. Fenn. 94: 109—119.
- Kasvinsuojelu. Oma Maa 6: 60—73.
- Pakkasvauriot maamme hedelmänviljelyä rajoitta-  
vana tekijänä. Puutarha 62: 20—23.
- Syysrypsin talvehtimisestä. Koetoim. ja Käyt. 16: 22.
- Kemisk bekämpning av åkerväxternas utvintrings-  
svampar. Lantbrukskalender 1960: 182—183.
- Verksamheten på forskningsanstalten för växtsjuk-  
domar. Tidskr. för Lantm. 10: 158—160.
- Biodynaamisia uskomuksia. Leipä Leveämmäksi  
7: 9—12.
- Sipulin viljelystä. Pelto-Pirkan Kalenteri 1960:  
96—105.
- & HEIKINHEIMO, O. Omena- ja marjaviljelysten kas-  
vinsuojelu. Pelto-Pirkan Kalenteri 1960: 247—252.
- 1960 Taxering av övervintringsskador på åkerväxter.  
Nord. Jordbr.forskn. 42: 107—110.
- Vinterskador som begränsande faktor vid fruktod-  
ling i Finland. Nord. Jordbr.forskn. Suppl. 1: 294  
—297.
- Zur Frage der chemischen Bekämpfung von Aus-  
winterungspilzen in Finnland. Verh. IV Intern.  
Pflanzenschutzkongr., Hamburg 1957, Bd. 2:  
1429—1431. Braunschweig.
- Kevätviljojen taudit. Käytännön Maamies 2: 44  
—47.
- Vilja- ja nurmikasvien tärkeimpien tautien torjunta-  
toimenpiteet. Kasvinsuoj.seur. Julk. 20: 31—33.
- 1961 Syysrukiin lajikekysymys talvehtimistutkimusten va-  
lossa. Summary: The problem of purity of rye va-  
rieties in the light of overwintering studies. Maatal.  
ja Koetoim. 15: 95—100.
- Havupuiden taimistojen talvituhosienivauriot ja nii-  
den kemiallinen torjunta. Summary: Damage by low  
temperature parasitic fungi on coniferous nurseries  
and its chemical control. Silva Fennica 108: 1—15.
- Maatalouden tutkimuskeskuksen kasvitautien tutki-  
muslaitoksen toiminta vv. 1911—1960 ja sen nykyi-  
set tehtävät. Activities of the Department of Plant  
Pathology of the Agricultural Research Centre  
during the period 1911—1960 and its present activi-  
ty. Valt. Maatal.koetoim. Julk. 188: 1—60.
- Three cereal virus diseases in Finland. Horticultura  
15: 90—91. Tanska.

- Low-temperature parasitic fungi of grassland and their chemical control in Finland. Proc. 8th Intern. Grassland Congr. in England 1960: 194—196.
- 1962 Die Auswinterung bei Futtergräsern und ihre Verhütung in Finnland. Schriftenreihe der Karl-Marx-Universität Leipzig zu Fragen der sozialistischen Landwirtschaft, Heft 8, Krankheiten und Schädlinge an Futtergräsern: 139—154.  
Tarvitsevatko kasvit molybdeenia? Puutarha-Uutiset 14: 299—300.  
Torajyvä. Koetoim. ja Käyt. 19: 38—39.  
Kasvitaudit ja niiden torjunta. Maanviljelysoppi 2: 353—394. Porvoo—Helsinki.  
Talvituhosienten vauriot. Kasvinsuoj.seur. Julk. 21: 24—27.  
Syysviljojen peittäuskokeet Suomessa. Summary: Trials on seed treatment of winter cereals in Finland. Ann. Agric. Fenn. 1: 175—191.  
TINNILÄ, A. & RUMMUKAINEN, U. Kasvitautilien, tuholäinten ja rikkakasvien torjunta-aineet. Kasvinsuoj.seur. Julk. 21: 47—52.
- 1963 Virustauti ryssäipulin uhkana. Koetoim. ja Käyt. 20: 23.  
Kasviksien varastomiskokeet Kasvitautilien tutkimuslaitoksella. Koetoim. ja Käyt. 20: 29.  
Syysviljojen talvehtimisen parantaminen talvituhosienien torjunta-aineilla. Koetoim. ja Käyt. 20: 32.  
Höstsädens övervintring förbättras genom bekämpning av utvintringssvamparna. Landsb. Folk. 44: 13.  
Omenan kuoppatauti ja omenan pilkkutauti. Hedelmälehti 4: 92—93.  
Kasvinsuojeluaineiden myrkyllisyys. Pellervo 64: 448—449.  
Centre of plant protection work in Finland. a) Department of Plant Pathology of the Agricultural Research Centre. World Rev. Pest Control 2,3: 14—18.  
Peittauksen merkitys ja sen koneellinen suorittaminen. Kylvösiemen 1: 11—12.
- 1964 Control of low-temperature parasitic fungi in winter cereals by fungicidal treatment of stands. Ann. Agric. Fenn. 3: 1—54.  
Kasvitautilien osuus viljasatojen heikkouteen. Summary: The share of various plant diseases in decreasing grain yields in Finland. Maatal. ja Koetoim. 18: 145—153.  
Tyviversovirus kauran heikkojen satojen syynä. Pellervo 65: 601—603.  
Om frukträdens virussjukdomar. Trädgårdsnytt 18: 240.  
Hedelmäpuiden virustaukeista. Hedelmälehti 11: 94—96.  
Syysviljan viljelyn pulmia. Koetoim. ja Käyt. 21: 22.
- Sienitautien torjunta-aineet. Peltö-Pirkan Kalenteri 1965: 149—150.  
Syysviljojen talvituhosienien torjuntakokeet. Pienviljelijä 45, 11: 205.  
Torajyvä. Maan Viesti 4: 2—6. Oulu.
- 1965 Maataloustieteellisen tutkimuksen yhteistoiminnasta. Maatalous 58: 243—244.  
Metsäntuotteiden terveystarkastus kansainvälisessä kaupassa. Metsätal. Aikak. 82: 311, 313.  
Växtskydd i Finland. Axplock 11, 2: 3—5. Stockholm.  
Pellon tärkeimmät kasvitautilprobleemat maassamme. Koetoim. ja Käyt. 22: 35, 37.  
Onni Pohjakallio \*6. 3. 1903 — † 15. 9. 1965. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 37: 235—242.  
& SEPPÄNEN, E. Perunalajikkeiden ruvenkestävyys. Summary: Trials on resistance of potato varieties to scab. Maatal. ja Koetoim. 19: 165—171.  
Plant diseases (Agriculture in Northern Fennoscandinavia, Part III, Agricultural Research Work in Finland.) Acta Agric. Scand., Suppl. 13: 156—162.  
Kasvipatologian alan artikkelit. Iso Tietosanakirja, osat I—X. 1960—1965.
- 1966 Suomi kansainvälisessä kasvinsuojelutoiminnassa. Summary: Finland's participation in international plant protection activity. Maatal. ja Koetoim. 20: 147—158.  
Lakisääteiset suojatoimenpiteet kasvintuhoojien leviämisen ehkäisemiseksi. Puutarha-Uutiset 18: 238—242.  
Övervintringsproblem i relation till växtsjukdomar. Nord. Jordbr.forskn. 48: 321-325.  
& LINNOMÄKI, H. Syysviljojen talvituhosienien torjunta. Maatalouden tutkimuskeskus, tietokortti 5 B 3.  
& MURTOMAA, A. Viljan virustautien viljelyteknilliset torjuntakeinot. Summary: Control of cereal virus diseases by cultural practices in Finland. Maatal. ja Koetoim. 20: 159—166.  
Kylvösiemenen peittauksen edut ja vaarat. Helsingin Yliopiston almanakka v. 1967: 60—64.  
Kylvösiemenen peittäus. Peltö-Pirkan Kalenteri 1967: 155—163.
- 1967 Pohjolan pahkahome (*Sclerotinia borealis*) — vaarallinen nurmiheinien tauti Pohjois-Suomessa. Summary: *Sclerotinia borealis*, a destructive fungus on ley grasses in Northern Finland. Maatal. ja Koetoim. 21: 140—147.  
Zur Frage der Getreidebeizung in den Skandinavischen Ländern. Z. Pflanzenkrankheiten 74: 302—311.  
Betningens skördeförbättrande verkan för olika höstsädesslagssorter. Nord. Jordbr.forskn. 1967, 1: 60—61.



- Muut menetelmät ja kasvinsuojeluaineet kasvitautien torjunnassa. Käytännön Maamies 7: 310—312. Viljan siemenen peittauskysymys Pohjoismaissa. Summary: The question of seed treatment of cereals in Scandinavia. Ann. Agric. Fenn. 7, Suppl. 1: 5—9.
- 1968 Resistance of Scandinavian gramineous plant breeding material to low-temperature parasitic fungi. First Intern. Congr. of Plant Pathology, London, July 14—26, 1968. Abstracts of Papers. p. 96. Viljan peittauskysymys Pohjoismaissa. Summary: The question of seed treatment of cereals in Scandinavia. Ann. Agric. Fenn. 7, Suppl. 1: 5—9. Kasvien puutostaudit. 128 p. Helsinki. Avomaan koristekasvien taudit ja niiden torjunta. Puutarhakalenteri 1969: 303—337. Om skandinaviska *Gramineae*-växters resistens mot utvintringssvampar. Resistensbiologiskt symposium 28. 4. 1968, Dickursby. Nord. Jordbr.forskn. 50: 425. Syysviljojen talvituhoisienet voidaan tehokkaasti torjua. Koetoin. ja Käyt. 25: 37. Varastolaikkua aiheuttavien *Gloeosporium*-sienten merkitystä selvittäviä kokeita. Hedelmä ja Marja 15: 90—92. *Gloeosporium*-röta på äpple vid lagringen. Trädgårdsnytt 22: 338. Kasvinsuojeluseuran lehti. Kasvinsuojelulehti 1: 1—2. Elohopeapeittausaineet syyttömät meillä lintujen joukkohäviämissiin. Maas. Tulev. 28. 3. 1968. & BLOMQUIST, H. Preliminary tests on winter cereal varieties of resistance to low-temperature parasitic fungi in controlled conditions. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 40: 88—95. & HÄNNINEN, P. Syysviljojen talvehtiminen Keski-Suomessa. Summary: Overwintering of winter cereals in Central Finland. Ann. Agric. Fenn. 7: 194—218. Shema för bedömmelse av utvintringsskador i försök rörande övervintrande åkerbruksväxter. N.J.F:s »Arbetsgrupp för övervintringsproblem». Nord. Jordbr.forskn. 3: 360—364.
- 1969 *Gloeosporium*-rot on stored apples in Finland. Friesia 9, 1: 77—83. Tanska.
- Mykotoksiinit ovat sienimyrkkyjä, jotka saattavat olla vaarallisia kotieläimille. Karjalalous 45: 11. Mykotoksiinit huomion kohteena kasvipatologian alan tutkimustyössä. Luonnon Tutkija 73: 19—20. Tulipolte. Puutarha-Uutiset 16: 462. Resistance of Scandinavian winter cereal varieties to low temperature parasitic fungi in Finland. Selostus: Skandinavian maiden syysviljalasteiden kestävyys talvituhoisienä vastaan. Ann. Agric. Fenn. 8: 251—263. & RUOTSALAINEN, L. Carnation wilt diseases caused by fungi in Finland. Selostus: Sienten aiheuttama neilikan lakastumistauti Suomessa. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 41: 251—257. Metoder för påvisande av resistens mot utvintringssvampar hos förädlingsmaterial av höstsäd, vallgräs och klöver. Nord. Jordbr.forskn. 51: 195—198.
- 1970 Vallens övervintring i Norra Finland. Summary: Overwintering of ley grasses in North Finland. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 42: 45—58. Toimittanut julkaisun »Report of the meeting of the *Fusarium* discussion group in Finland, Tikkurila, June 3rd—5th, 1969». Ann. Acad. Sci. Fenn., Ser. A IV Biol. 168: 1—72. Studies on *Fusarium* fungi in Finland. Ann. Acad. Sci. Fenn. Ser. A. IV Biol. 168: 54—56. Lumen merkitys kasvien talvehtimisessä. Suomalaisen Tiedeakatemian esitelmät ja pöytäkirjat 1969: 143—157. Nurmikasvien talvehtiminen Pohjois-Suomessa. Koetoin. ja Käyt. 27: 29, 31. Kasvinsuojeluneuvonnan ongelmia. Kasvinsuojelulehti 3: 2—8.
- 1971 Växtpatologiska aspekter på stråsådens och vallväxternas övervintring. Nord. Jordbr.forskn. 53: 312—313. *Fusarium* discussion group meets in Helsinki. Intern. Newsl. Pl. Path. 1, 2. 1 p. Kasvinsuojeluseura 1 700 jäsenen yhdistys. Kasvinsuojelulehti 4: 83—84.
- 1972 40 vuotta kasvinsuojelua. Kasvinsuoj.seur. Julk. 47: 1—96.



DEPARTMENTS, EXPERIMENT STATIONS AND BUREAUX OF THE  
AGRICULTURAL RESEARCH CENTRE IN FINLAND

1. Administrative Bureau, Bureau for Local Experiments (HELSINKI) — 2. Departments of Soil Science, Agricultural Chemistry and Physics, Plant Husbandry, Plant Pathology, Pest Investigation, Animal Husbandry and Animal Breeding; Isotope Laboratory, Pesticide Regulation (TIKKURILA) — 3. Dept. of Plant Breeding (JOKIOINEN) — 4. Dept. of Horticulture (PIIKKIÖ) — 5. Southwest Finland Agr. Exp. Sta. (HIETAMÄKI) — 6. Satakunta Agr. Exp. Sta. (PEIPOHJA) — 7. Karelia Agr. Exp. Sta. (ANJALA) — 8. Häme Agr. Exp. Sta. (PÄLKÄNE) — 9. South Savo Agr. Exp. Sta. (Karila, MIKKELI) — 10. North Savo Agr. Exp. Sta. (MAANINKA) — 11. Central Finland Agr. Exp. Sta. (VATIA) — 12. South Ostrobothnia Agr. Exp. Sta. (PELMA) — 13. Central Ostrobothnia Agr. Exp. Sta. (LAITALA) — 14. North Ostrobothnia Agr. Exp. Sta. (RUUKKI) — 15. Arctic Circle Agr. Exp. Sta. (ROVANIEMI) — 16. Pasture Exp. Sta. (MOUHIJÄRVI) — 17. Pig Husbandry Exp. Sta. (HYVINKÄÄ) — 18. Frost Research Sta. (PELSONSUO)

SISÄLLYS — CONTENTS

YLIMÄKI, A. E. A. Jamalainen .....	279
BUCHWALD, N. F. Über <i>Puccinia poarum</i> Niels. — Teleutophyten, Lectotypus und Nielsens Infektionsversuche .....	283
COLHOUN, J. Control of <i>Fusarium</i> diseases of cereals .....	292
GERLACH, W. Fusarien aus Trinkwasserleitungen .....	298
MÜHLE, E. Zusammenfassung einiger Untersuchungsergebnisse über wichtige Krankheitserreger der Futtergräser am früheren Institut für Phytopathologie der Karl-Marx-Universität Leipzig .....	303
KORPINEN, E.-L. & YLIMÄKI, A. Toxicogenicity of some <i>Fusarium</i> strains .....	308
Selostus: Eräiden <i>Fusarium</i> -kantojen toksisuudesta .....	314
SEPPÄNEN, E. & HEINÄMIES, H. Occurrence of potato ring rot caused by <i>Corynebacterium sepedonicum</i> (Spieck. & Kotth.) in Finland .....	315
Selostus: Perunan rengasmädän ( <i>Corynebacterium sepedonicum</i> ) esiintymisestä Suomessa ..	319
KALLIO, T. & SALONEN, A. The effect of <i>Gliocladium deliquescens</i> Sopp on the decaying capacity of some decay fungi .....	320
Selostus: <i>G. deliquescens</i> in vaikutus muutamien sienien lahottamiskykyyn .....	322
MÄKELÄ, K. Occurrence of <i>Rhynchosporium orthosporum</i> Caldwell on grasses in Finland .....	323
Selostus: <i>Rhynchosporium orthosporum</i> -sienen esiintymisestä heinissä .....	329
MURTOMAA, A. & UOTI, J. Effect of benomyl fungicide on cabbage clubroot .....	330
Selostus: Möhöjuuren torjuntakokeita benomyylillä .....	332
SIMOJOKI, P. Tuloksia ohran boorilannoituskokeista .....	333
HÄRDH, J. E. & HÄRDH, K. Kasvihuonevihannesten laatututkimuksia .....	342
SALONEN, A. On the seed-borne fungi of red clover in Finland .....	347
Selostus: Puna-apilan siemenlevintäisistä sienistä Suomessa .....	353
TAPIO, E. Intracellular appearance of bean yellow mosaic virus .....	354
Selostus: Pavun keltamosaiikkiviruksen solunsisäinen ilmenemismuoto .....	360
RUOKOLA, A.-L. Breeding of ergot in Finland .....	361
Selostus: Torajyvän jalostustyöstä Suomessa .....	370
RUMMUKAINEN, U. Havaintoja vesipisaroiden pysymisestä eräillä fungisideilla ruiskutettujen männyntaimien neulasissa. [On the sticking of water drops to pine needles treated with various fungicides] .....	371
Professori E. A. Jamalaisen julkaisuja 1927—1972 .....	373
List of publications issued by Professor E. A. Jamalainen in 1927—1972 .....	373