

# Undersøgelser af livsløbet hos jordbærmeldug

## *Sphaerotheca macularis* (Wallr. ex Fries) Jacz

Ved Agnete Madsen og Axel Thuesen

### 732. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

I forbindelse med forædlingsarbejdet med jordbær opstod ønsket om at få et nøjere kendskab til jordbærmeldugens infektionsforløb. Nærværende beretning redegør for undersøgelser, udført i årene 1960-64 på Spangsbjerg forsøgsstation af havebrugskandidat *Agnete Madsen* og lic. agro. *Axel Thuesen*.

*Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur*

#### INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
I. Indledning .. .. .	355
Jordbærmeldug i almindelighed .. .. .	355
II. Historisk oversigt .. .. .	356
Forhold vedrørende konidiespiringen .. .. .	357
Svampens spredning .. .. .	357
III. Undersøgelser ved Spangsbjerg .. .. .	358
Infektionens forløb .. .. .	358
Konidiemængdens variation efter årstiden .. .. .	359
Svampens overvintring .. .. .	359
Perithecier som overvintringsorgan .. .. .	362
IV. Sammendrag .. .. .	364
Summary .. .. .	364
V. Litteraturhenviisning .. .. .	365

#### I. Indledning

I beretningen, Meldug med særlig omtale af æblemeldug, *Mygind* (1963), blev der givet en omtale af meldugsvampe i almindelighed, samt af de vigtigste meldugarter forekommende her i landet og deres værtplanter.

Nærværende arbejde er en beskrivelse af jordbærmeldug. Formålet har været at uddybe kendskabet til biologien hos denne obligate parasit, der ofte er med til at nedsætte udbyttet i jordbæravlen.

#### *Jordbærmeldug i almindelighed*

Meldug på jordbærplanter har været kendt i over 100 år, og den findes sikkert overalt i verden, hvor der dyrkes jordbær.

Her i landet er det først i de senere år,

nærmere betegnet det sidste ti-år, at den er blevet særligt bemærket og har vist sig at være af alvorligere karakter.

Jordbærmeldug er udpræget epidemisk, og dersom de rette klimatiske forhold er til stede for melduggen, breder den sig hurtigt og kan i værste fald fuldstændig ødelægge en jordbærmark. Fra flere sider er der gjort den iagttagelse, at der opstår stærke angreb ved pludselig skifte i temperatur og fugtighed, således som det er tilfældet i perioder med varme solskinsdage efterfulgt af kølige nætter.

De første angreb er altid fundet pletvis på undersiden af bladene, og er vilkårene til gunst for melduggen, breder den sig hurtigt over hele bladundersiden. Bladoversiden angribes sjældent, det sker kun hos meget modtagelige sorter.

Ved stærke angreb ruller bladranden opad; når dette er i udpræget grad, kan det se ud, som jordbærplanterne lider af vandmangel. Hos nogle sorter ses der en karakteristisk rødpletning af bladene; dette er tilfældet hos sorterne Dybdahl og Deutsch Evern. Myceliet kan findes på hele planten, således også på fodfligene og opad stænglerne. Blomsterstilke, kronblade, støvdragere og grifler er også set overspundet af myceltråde. Blomsterstilkene kan undertiden blive meget stærkt angrebet, og bærrerne bliver da hurtigt indhyllet af melduggens mycel og når ikke fuld udvikling, men bliver skrumpne og usælgelige. Også udløberrankerne angribes, særligt på stængelledene og omkring skudspidserne. Som nævnt er angreb på bladoversiderne i marken sjældne, derimod er dette ofte konstateret hos småplanter i formeringsbænke og hos frøplanter i drivhus. Under tågeformering synes planterne ikke at angribes.

Jordbærmeldugsvampens mycelium består af fine, hvide, krybende, septerede hyfer, der med alderen er meget forgrenede og sammenfiltrede. På myceliet dannes der talrige oprette konidiophorer, hvorfra der dannes eencellede sporer eller konidier i kæder (fig. 2 og 3). Konidierne dannes i overmåde store mængder, og bladundersiderne kan ofte være helt dækkede (fig. 4). Myceliet, der udelukkende findes udenpå værtplanten sender særlige sugorganer eller haustorier ind i overhudscellerne på bladet, eller hvor det ellers befinder sig på jordbærplanten. Ved hjælp af disse haustorier optager svampen næring fra værtplanten. Myceliet fastholdes endvidere af appressorier, der virker som hæfteskiver. Udover formeringen ved konidier har svampen en kønnet formering i dannelsen af perithecier; disse er mindre end et knappenålhovede, men kan ses med det blotte øje, når der er flere sammen, hvilket oftest er tilfældet (fig. 5, 6 og 7). De er kugleformede, først hvide, siden bliver de over gult mørke til sortbrune og krakelerede, de er forsynede med vedhæng af myceltråde i stor mængde. Perithecierne indeholder een 8-sporet ascus (fig. 8 og 9).

## II. Historisk oversigt

Ifølge *Blumer* (1933) benævner *Jaczewski* (1927) arten *Sphaerotheca macularis* Magnus efter den korte notits af *Magnus* i Bot. Centralbl., 1899. Imidlertid menes det, at *Magnus* ikke har udtalt sig definitivt for denne benævnelse, idet denne art i hans herbarium næsten overalt er betegnet som *S. Castagnei* Lev. *Blumer* (1933) benævner arten som *S. macularis* (Wallr.) Jacz., og gør samtidig opmærksom på, at arten ikke helt nøje beset er begrænset til disse to autorer.

Sandsynligvis er den første omtale af meldugangreb på jordbærplanter fremført i England i »The Gardeners Chronicle«, *Berkeley* (1854), hvor der fortælles om en jordbærmærk, der blev fuldstændig ødelagt af meldug. (*Salmon* 1900).

*Berkeley* henførte denne meldug til *Oidium Balsami*. *Salmon* (1900) udtrykker den mening, at den, efter de givne beskrivelser at dømme sandsynligvis må have været *Sphaerotheca Humuli* (DC) Burr. I »The Garden«, *Cornhill* (1885), berettes der om forekomst af meldug i jordbærmærker, uden at den bliver identificeret nærmere; samtidig anføres den heldige behandling med kaliumsulfid. Prof. *J. C. Arthur* (1886) i Amerika rettede sin opmærksomhed mod denne sygdom, og han identificerede melduggen som *Sphaerotheca Castagnei* Lev. *Humphrey* (1892) fortæller om forekomst af meldug på jordbærplanter dyrket ved Massachusetts Agricultural College. I dette tilfælde begrænsede melduggen sit angreb til bladene. *Lodemann* (1896) noterer tilstedeværelsen af *Sphaerotheca Castagnei* på bær og blade hos jordbærplanter og konkluderer, at sygdommen sjældent er af alvorlig karakter.

I »The Journal of the Board of Agriculture« (Sept. 1898) er der redegjort for en meldugsvamp, der i England har angrebet jordbærplanter i sæsonen 1898. Her er melduggen identificeret som *Sphaerotheca pannosa*, hvortil *Salmon* udtaler, at der ikke kan være tvivl om, at den meldugsvamp, der var under observation, i virkeligheden var *S. Humuli* (= *S. Castagnei* Lev.).

*Salmon* beretter videre, at han har modtaget mange meddelelser om angreb af jordbærmeldug i England, ofte angreb af alvorlig art, og påpeger den fare, denne sygdom vil kunne blive for jordbær dyrkerne; han foreslog sprøjtning med en blanding af 1) kobberkarbonat og ammoniumkarbonat, eller 2) kaliumsulfid alene. Med disse fungicider opnåede han udmærkede resultater. *Salmon* gør også opmærksom på sorterens forskellige modtagelighed for sygdommen, dette holdt op mod en artikel i »The Journal of the Board of Agriculture«, hvori det forlød, at alle slags jordbærplanter er ens modtagelige.

Sluttelig anfører *Salmon* (1900), at *S. Humuli* er velkendt som »Humlemeldug«, og at denne meldugsvamp, foruden at den vokser på humle og jordbær, er opført hos ikke mindre end 81 andre arter af værtplanter.

*Peries* (1962) udtaler, at *Salmon* (1904), *Bouwnes* (1927) og *Blumer* (1933) meddeler, at meldug på *Potentilla reptans*, *Humulus lupulus* og *Geum urbanum* ikke kunne overføres til *Fragaria*. *Peries* (1962) konkluderer, at hans resultater fra krydsinokulationsforsøg tyder på, at meldugsvampen på jordbær er en forma specialis af *S. macularis*.

#### Forhold vedrørende konidiespiringen

*Peries* (1962) udførte spiringsforsøg med jordbærmeldugkonidier og fandt den bedste spiring på overfladen af jordbærblade sammenlignet med andre substrater. Den laveste spiringsprocent, 4, fandtes, når konidierne havde været nedsænket i vand. 8% spiring iagttoges, når konidierne havde ligget flydende på vand. *Salmon* (1900) udførte nogle eksperimenter med konidiespiring i hængende dråbe ved almindelig stuetemperatur og opnåede kun ringe spiring. I forsøg med at udsætte konidierne for en temperatur på omkring 0° C i 12 timer (i nogle tilfælde blev de lagt direkte på isblokke) fandtes i alle tilfælde de konidier, der havde været udsat for de lave temperaturer, at besidde en større spireevne end de, der var sået lige fra planten. *Salmon* (1900) skriver

videre, at den heldige virkning af behandlingen viste sig ikke alene at bestå i den en smule højere procent konidier, der spirede, men særligt i den efterfølgende mere kraftige vækst af spirehyfen. *Koopmans* (1939) skriver, at for spiring af konidier (*Erysiphaceae*) spiller vand en meget ringe rolle, og at det i almindelighed kan siges, at et overmål af vand har en skadelig virkning på spiring. En høj luftfugtighed forstyrrer ikke spiringen, selvom den almindeligvis ikke er nødvendig. I denne henseende adskiller meldug sig fra næsten alle andre svampe, for hvilke et overskud af vand sædvanligvis skaber gunstige spiringsbetingelser. Videre udtaler *Koopmans*, at denne typiske karakter hos *Erysiphaceae* kan forklares til dels ved den kendsgerning, at konidierne her selv bærer den mængde vand, der er nødvendig til deres spiring. I overensstemmelse med *Koopmans's* undersøgelser af frit vands virkning på konidiespiringen er *Peries'* (1962) konklusion, der går ud på, at relativt korte perioder, få timers nedsenkning i vand, forhindrer spiring af hovedparten af jordbærmeldugsvampens konidier.

Indflydelse af temperatur og fugtighed på konidiespiringen hos jordbærmeldug er belyst af *Peries* (1962), som fandt den bedste spiring ved 20° C. Optimum fandtes at være i området 18-22°, ikke alene for spiringen, men for svampens vækst i det hele taget. Ved 97% rel. luftfugtighed fandtes 87% spiring, ved 86% rel. luftfugtighed 48% spiring og ved 34% rel. luftfugtighed 22% spiring.

#### Svampens spredning

*Gilles* (1960) fremsatte den formodning, at jordbærmeldug overvintrer som mycel på grønne blade, men fremførte ikke noget endeligt bevis.

*Peries* (1961) førte bevis for, at jordbærmeldug kan overvintere på grønne blade, under de klimatiske forhold, der er ved Cheddar i England. *Peries* fandt ved sine undersøgelser af mængden af luftbårne konidier, at i øget afstand fra kilden blev 90% af konidierne fanget

indenfor en afstand af 1,5 m, på lignende vis aftog antallet af fangne konidier hurtigt ved øget højde, idet *Peries* fangede hovedparten af konidierne ved eller under afgrødens højde, det drejede sig om ca. 90%. I en højde af 2 m fangedes kun 0,3%.

*Salmon*, der er den første, der har beskrevet jordbærmelduggen indgående, nævner, at han ikke har fundet perithecier på jordbærplanter i England, men at han har modtaget nogle fra *Arthur*, Amerika. (Iflg. *Salmon* findes disse eksemplarer i The Kew Herbarium).

Iflg. *Peries* (1962) har *Humphrey* (1893), *Salmon* (1900 a. b.), *Jørstad* (1922, 1942), *Jaczewski* (1927) og *Blumer* (1933) bemærket, at *S. macularis* på jordbærplanter sjældent danner perithecier. Fruktifikation blev som nævnt konstateret af *Arthur* (1887) i U.S.A. *A. Thuesen* har bemærket fruktifikation i 1959 på friland ved statens forsøgsstation, Spangsbjerg. Perithecier er set og beskrevet af *Khan* (1960) i England, men kun under drivhusforhold. På dette tidspunkt er der ifølge *Khan* (1960) ingen optegnelser om perithecier hos jordbærmeldug i England. *Gilles* (1960), Belgien, udtaler, at man gennem flere sæsoner har fulgt dannelsen af perithecier, men efter omhyggelig iagttagelse sluttet, at perithecier ikke spiller nogen rolle i jordbærmelduggens formering. *Peries* (1962) omtaler også at have set perithecier under markforhold, men tillægger ikke disse nogen væsentlig rolle. *Ihooty* og *McKeen* (1962), Canada, har bemærket perithecier under markforhold og noterer samtidig, at hos ens inficerede planter kan den kønnede form opstå hos en, men ikke hos en anden plante.

Så vidt det er forfatterne bekendt, findes der ikke litteratur eller optegnelser om spiring af ascosporer og infektion ad denne vej. *Peries* (1962) har undersøgt perithecier hos jordbærmeldug nærmere, men har ikke bemærket naturlig åbning af disse, samme forfatters forsøg med udslyngning af ascosporer under laboratorieforhold viste ikke, at en sådan kunne finde sted.

### III. Undersøgelser ved Spangsbjerg

#### *Infektionens forløb*

Det er almindelig kendt, at konidier spirer let, når de drysses på et objektglas, og dette anbringes i en petriskål med fugtet filterpapir i bunden (fig. 10).

Når en konidie er landet på et jordbærblad, begynder den efter nogle timers forløb at udsende en spirehyfe.

Allerede 5 dage efter at infektion er sket, er de første nye konidiebærere fremme på myceliet.

Afskærne unge jordbærblade blev inokuleret med konidier og mikroskopert dagligt (fig. 11). Efter eet døgn's forløb konstateredes god spiring af konidierne, men ingen hyfeforgrening eller septering af hyferne; andet døgn var der forgrening af hyferne, fjerde døgn stærk forgrening. Efter seks døgn's forløb var der fremvokset konidiebærere med konidier. Undersøgelserne blev udført ved 20° C. Senere er man blevet bekendt med, at *Gilles* (1960) og *Peries* (1962) også har undersøgt dette med samstemmende resultat.

*Bladenes alder ved infektion.* For at undersøge om modtagelighed for infektion havde nogen forbindelse med bladernes alder, blev dette forhold undersøgt i 1961 ved Spangsbjerg. Der blev inokuleret blade hos pottede D. Evren jordbærplanter på følgende tre stadier i udvikling: 1) knapt udfoldet blad, 2) ungt blad og 3) ældre blad. Knapt udfoldede blade og unge blade viste sig at være meget modtagelige, de ældre derimod mindre modtagelige. *Gilles* (1960) har gjort samme iagttagelse.

Dette er et forhold, der er af stor betydning ved bekæmpelsen, ligesom det er vigtigt at kende bladernes udviklingstempo, d.v.s. den tid, der går fra knop til fuld udfoldelse, hvilket i nogen grad er afhængigt af vejrforholdene. I denne sammenhæng kan det nævnes, at det ikke alene er bladernes alder ved infektionen, der er bestemmende for anslaget, men hele værtplantens fysiologiske tilstand iøvrigt.

### *Konidiemængdens variation efter årstiden*

Til undersøgelse af, på hvilket tidspunkt de første luftbårne konidier optræder i naturen, i hvor stor mængde samt periodiciteten i friggørelsen af konidierne, er der anvendt Buus-Johansens sporefælde. Denne sporefælde består i princippet af en vinge, anbragt således, at den kan dreje sig efter vinden og derfor altid stå i vindretningen. Under vingen er anbragt en objektglasholder. Objektglasset blev indsmurt med et tyndt lag vaseline og herpå fangedes konidierne. Glasset blev udskiftet regelmæssigt hver morgen, og der blev optalt fangne konidier på et areal af 500 kvadratmillimeter. (Jordbærmeldugsvampens konidier er let kendelige fra andre sporer eller partikler, der også måtte forekomme på fangstglasset). Fælden var anbragt fra april til august i en stærkt angreben jordbærklon. Herefter i en mark med sorten Oranda, der ligeledes var stærkt angrebet af meldug. Objektglasset holdtes i en højde af ca. 40 cm over jordoverfladen. Om foråret, medens planterne endnu var lave, var objektglasset anbragt nærmere ved jorden. De første konidier blev i 1962 fanget d. 16. maj, i 1963 d. 12. maj og i 1964 d. 11. maj. Tællingerne startedes hvert år omkring midten af april og afsluttedes i november. De sidste konidier blev i 1962 fanget d. 17. november i et antal af 8, i 1963 d. 2. november, hvor der kun var eet. I 1962, der var en kold og regnfuld sommer med dårlige vækstvilkår for melduggen, blev der fanget forholdsvis få konidier, et smukt oktobervejr var årsag til et opsving i konidiemængden. I 1963 derimod var der gode vilkår for melduggen. Varmt og solrigt vejr i begyndelsen af juni var årsag til fremkomsten af enorme konidiemængder, og stærke angreb satte hurtigt ind (fig. 1).

Stærke regnskyl nedsætter mængden af luftbårne konidier mærkbart. Ved sporetællinger efter sådanne dage med styrtregn var sporetallet tydeligt reduceret sammenlignet med tal fra de foregående dage, hvor der ingen regn har været. Hvor hurtigt konidiemængden igen stiger, afhænger af vejret. Med efterfølgende varmt og tørt vejr varer det næppe mere end

1½ døgn, før man vil finde, at sporemængden har samme størrelsesorden som før regnen.

1963 gennemførtes i en periode med mange konidier tællinger i ca. en uge hver anden time dagen igennem fra kl. 8 til kl. 17. Disse tællinger påviste den tydelige periodicitet, der er i antallet af luftbårne konidier døgnet igennem. Således blev der fanget bemærkelsesværdigt få i løbet af natten, fra morgen til middag steg antallet for at kulminere først på eftermiddagen og derpå siden falde igen.

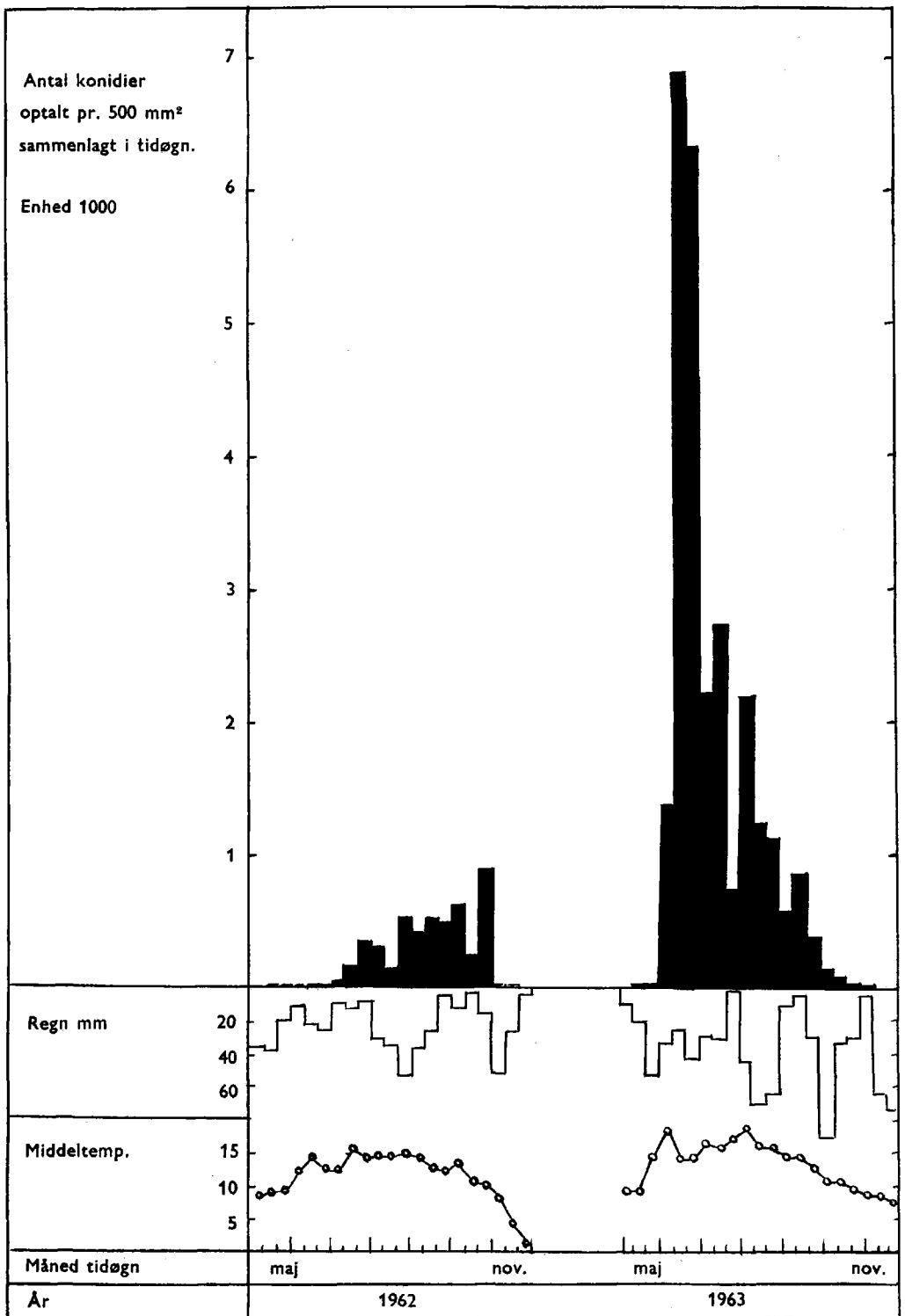
Resultatet af disse undersøgelser er i overensstemmelse med lignende foretaget af *Peries* (1962).

### *Svampens overvintring*

For at kunne fastlægge tidspunktet for den tidligst mulige infektion, er det selvsagt nødvendigt at kende jordbærmelduggens overvintringsmåde. Den var indtil for 4-5 år siden ukendt. Det var nærliggende at antage, at det forholdt sig som hos æblemeldug og andre meldugarter, hvor myceliet overvintrer i knopperne og ved knopbrydning vokser med ud på de unge blade.

I 1961 og 1962 foretoges sideløbende på materiale fra modtagelige sorter følgende undersøgelse: Mycelbelagte blade blev taget ind til mikroskopisk undersøgelse forår og efterår. Resultatet var, at hos ingen af de af os undersøgte jordbærblade fandtes der hverken forår eller efterår frisk mycel med forbindelse helt ned til bladbasis. Det var ikke muligt at konstatere mycel fremvokset sammen med de unge blade, ej heller at konstatere mycel på knopperne om efteråret.

Jordbærknopper i hvile såvel hjertes kud som biknopper fra sorten Dybdahl og en modtagelig klon blev underkastet en nærmere undersøgelse. De blev fikseret et døgn eller mere i Carnoy (2 dele alkohol + 1 del iseddike) og derpå skåret i tynde snit på frysemikrotom. Trods grundig mikroskopisk undersøgelse af mange knopper og snit, var det ikke muligt at påvise mycel eller dele deraf.



Figur 1: Jordbærmeldug. Daglig tælling af en flade paa 500 mm<sup>2</sup> med fangne konidier (Buus-Johansens sporefælde). Tællingerne er sammenlagt i tidøgn fra maj til november i årene 1962 og 1963. (A.M.).

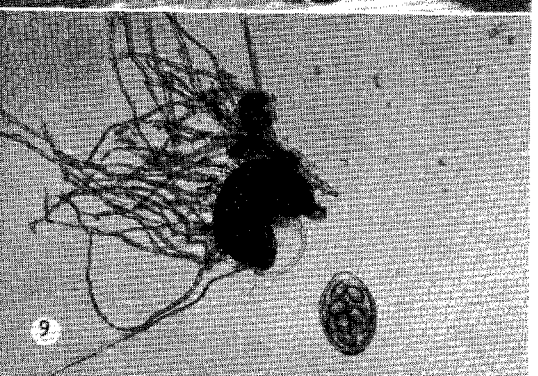
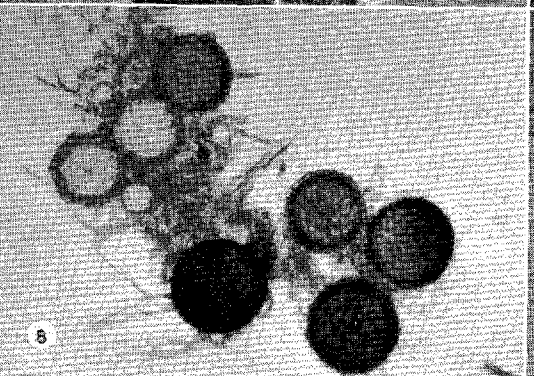
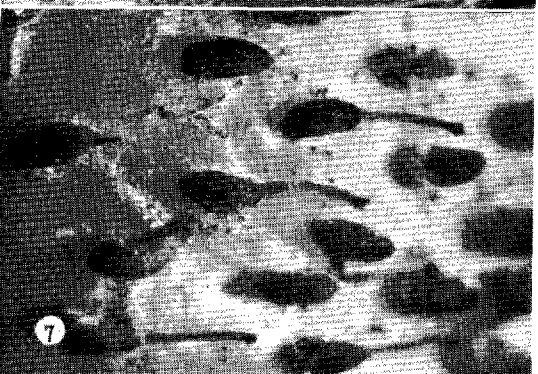
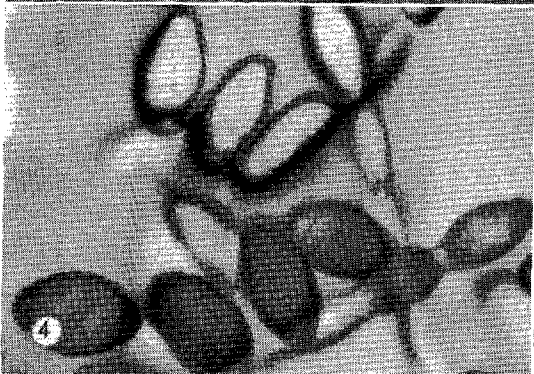
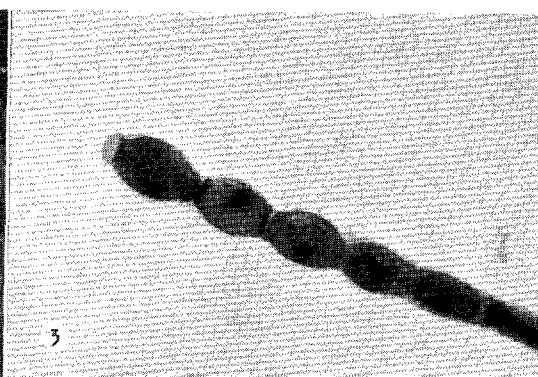
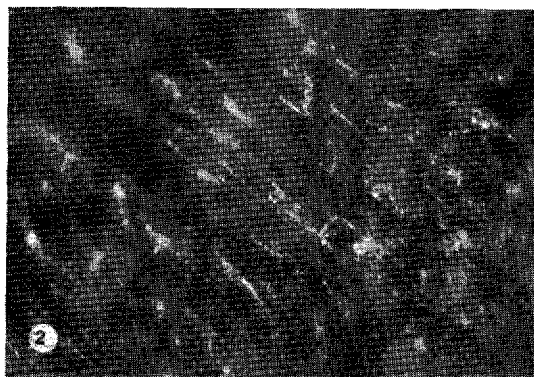


Fig. 2. Konidiebærere fra bladunderside. 25 x. — Fig. 3. Ende af konidiebærer. 500 x. — Fig. 4. Konidier. 500 x. — Fig. 5. Jordbærbladunderside med perithecier, 6 x. — Fig. 6. Koloni af perithecier

på jordbærbladstilk, 10 x. — Fig. 7. Bær med mycel og perithecier. 10 x. Fig. 8. Perithecier på forskellige udviklingsstadier. 125 x. — Fig. 9. Perithecia med ascus og 8 sporer. 125 x

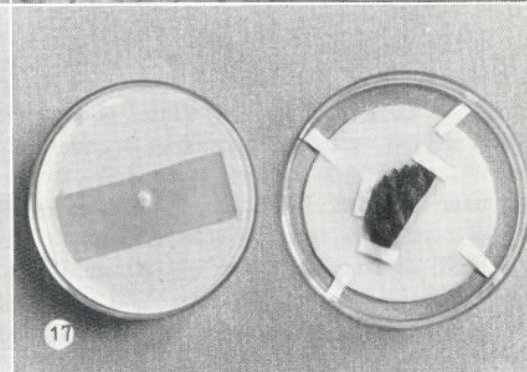
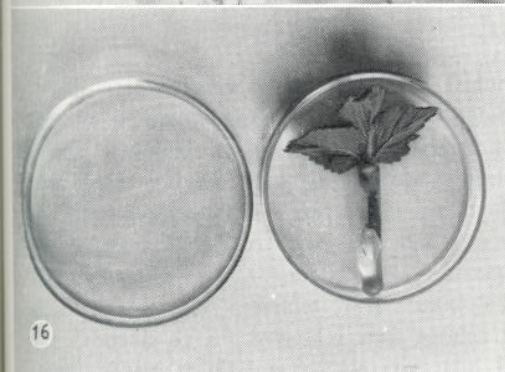
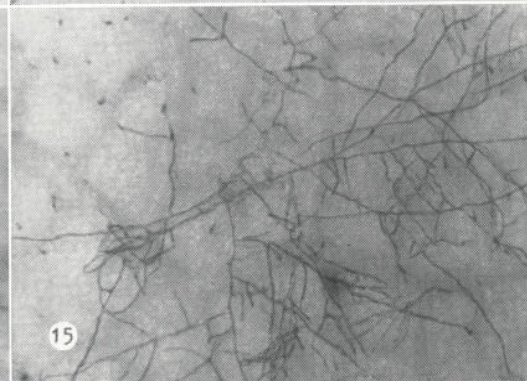
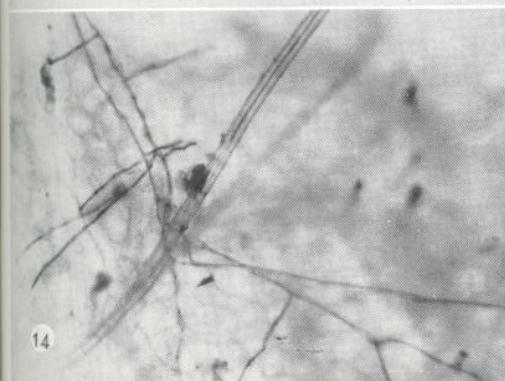
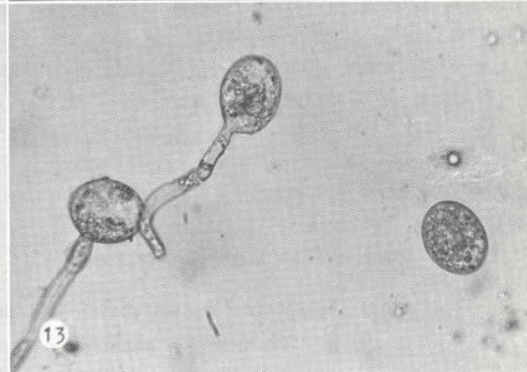
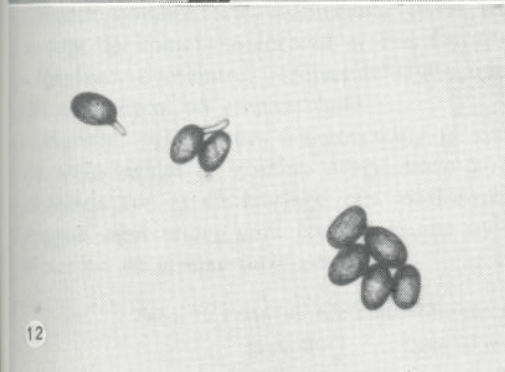
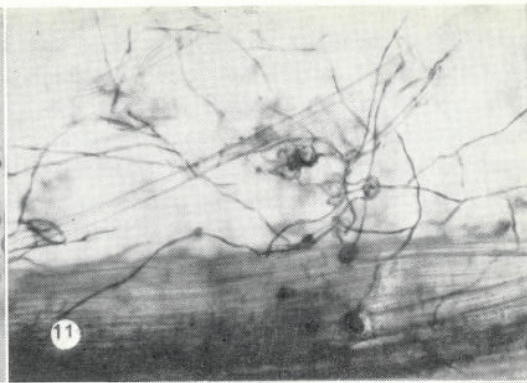
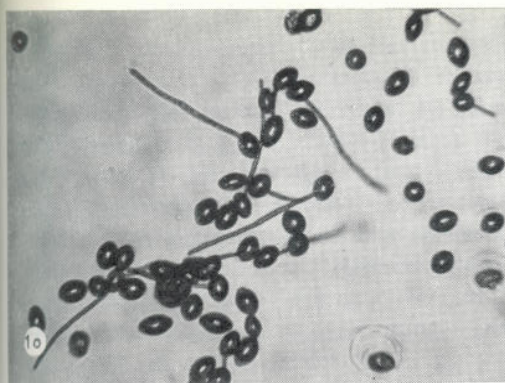


Fig. 10. Konidier spirede efter 15 timer. 125 x. - Fig. 11. 3 dage gammelt mycel fra spirende konidier. 125 x. - Fig. 12. Spirende ascosporer. Udslyngning på objektglas. 200 x. - Fig. 13. Spirende ascosporer. 320 x. - Fig. 14. Blad med 3 dage

gammelt mycel fra spirende ascosporer. 125 x. - Fig. 15. 6 dage gammelt mycel fra ascosporer. 40 x. - Fig. 16. Overvintret blad i petriskål. - Fig. 17. Ascosporeudslyngning i petriskål



Andre jordbærknopper i hvile blev stukket i sand i petriskåle, 11 skåle med 10 i hver. Petriskålene blev anbragt i drivhus, og knopperne begyndte at bryde efter 4-5 dages forløb (marts). De blev jævnlige undersøgt under præparermikroskop, men intet meldug-mycel voksede frem sammen med de unge småblade.

Forsommeren 1962 blev forfatterne bekendt med arbejder af Gilles (1960) og Peries (1961). Førstnævnte formodede, at overvintringen sker som mycel på grønne jordbærblade, og som tidligere omtalt førte sidstnævnte bevis for, at som de klimatiske forhold er ved Cheddar i England, overvintrer jordbærmeldugsvampen der som mycel på grønne blade.

Herefter påbegyndtes fra november til april en undersøgelse af grønne, overvintrede jordbærblade for at få klarlagt, om jordbærmelduggen også under vore forhold kunne overvinde på de grønne jordbærblade.

at holde en passende fugtighed i petriskålene anbragtes et stykke fugtigt filterpapir i bunden af disse. Skålene blev stillet ved 20 gr. På denne måde var det muligt at holde bladene friske i 8-12 dage, nogle gange endda længere. I flere forsøg blev der konstateret vækst af nye konidiebærere efter 5 dages forløb fra det gamle mycel både hos blade, der ikke havde været udsat for frost, og hos blade, der havde været udsat for frostgrader på ca.  $\div 18^{\circ}$  C. (Tabel 1).

Når der efter 5 dages forløb har været konstateret konidiebærere, har disse optrådt i meget forskellig mængde, hos nogle blade har der kun været et par enkelte stykker, hos andre mange.

Inokulering med de her fremkomne konidier på meldugfri jordbærplanter er udført med positivt resultat, idet disse spirede, dannede mycelium og igen konidiebærere.

Tabel 1. Fremvoksede konidiebærere på overvintrede grønne jordbærblade 1962-63

Dato for indtagning	Laveste temp. i perioden °C	Antal blade indtaget	Antal blade med konidiebærere
2/11 1962.....	0,6	10	5
16/11 — .....	$\div 1,4$	8	0
23/11 — .....	$\div 4,9$	7	3
29/11 — .....	$\div 1,7$	8	2
5/12 — .....	$\div 4,7$	7	2
4/1 1963.....	$\div 14,8$	8	2
11/1 — .....	$\div 17,1$	8	0
19/1 — .....	$\div 18,0$	13	0
28/1 — .....	$\div 17,8$	7	2
14/3 — .....	$\div 11,4$	8	3
25/3 — .....	$\div 6,5$	7	3
4/4 — .....	$\div 2,1$	8	1
18/4 — .....	$\div 1,6$	9	2

Der blev anvendt blade fra sorten Oranda, som havde været meget stærkt meldugangrebet i den forløbne sommer. Mycelbesatte blade blev taget ind til mikroskopisk undersøgelse, og her udvalgte blade med de bedste mycelbelægninger. Felter på disse, hvor der ikke var konidiebærere at se (nov.), blev afmærket. Bladstilkene blev omviklet med vandskyende vat foroven og sat i vand i små rørglas for derpå at anbringes i petriskåle (fig. 16). For

Ved hyppig indtagen af overvintrede grønne blade i april måned 1963 og 1964 og mikroskopisk undersøgelse af disse fandtes de første konidiebærere fremvokset på friland, henholdsvis d. 23. og 22. april. Betragter man maksimumtemperaturen for april måned begge år (tabel 2), ses det, at denne i en lille uges tid har ligget over eller omkring  $10^{\circ}$  inden de første konidiebærere blev bemærket. Iflg. Peries er svampens vækst langsom ved temperaturer

under 13°. Under gunstige forhold vil konidierne i løbet af få dage afsnøres og spredes til de unge jordbærblade.

Til mikroskopiske undersøgelser af det overvintrede mycelium blev der undersøgt blade fra sorten Oranda med tætte mycelbelægninger tilligemed de blade, hvorpå der var fundet ko-

og 26.5° bidrager til dannelsen af perithecier. Ved Spangsbjerg har man iagttaget, at der hos jordbærmeldug dannes perithecier hele sommeren igennem, og at skygge ikke er nogen forudsætning, idet man ofte har fundet perithecier på planter, der stod i fuld sol. Perithecie-dannelsen kan i milde efterår fortsætte helt til

Tabel 2. Maksimumtemperaturer i april 1963 og 1964

Dato	1963, °C	1964, °C
1/4	2,4	3,2
2/4	2,2	4,5
3/4	7,2	3,7
4/4	5,1	8,2
5/4	6,8	9,0
6/4	6,8	10,2
7/4	8,0	8,7
8/4	11,9	7,2
9/4	15,4	7,1
10/4	11,5	8,2
11/4	8,9	7,8
12/4	6,8	8,4
13/4	6,8	6,0
14/4	8,2	8,6
15/4	5,8	9,7
16/4	9,4	10,1
17/4	8,6	17,5
18/4	8,4	21,5
19/4	14,4	20,6
20/4	14,6	20,6
21/4	9,0	15,0
22/4	13,5	15,9 Konidiebærere bemærket
23/4	12,2 Konidiebærere bemærket	13,6
24/4	10,6	11,5
25/4	11,1	15,9

nidiebærere. Der er ikke i noget tilfælde bemærket klamydosporer eller fortykkelse af myceliet, hvorfor det må formodes, at visse dele af myceliet holder sig levende vinteren igennem uden særlige overvintringsorganer.

#### *Perithecier som overvintringsorganen*

Peritheciestadiet hos *S. macularis* på jordbær blev som tidligere omtalt beskrevet og afbildet af Salmon allerede år 1900.

Peries (1962) noterer, at stærk skygge, høje fugtighedsgrader og temperaturer mellem 15.5

oktober måned. De første perithecier er set allerede på de endnu umodne frugter, samt på blomsterstænglerne. De kan også sidde i kolonier på stængler og udløbere. Almindeligst er de dog på bladundersiderne, hvor de fortrinsvis placerer sig langs ribberne og i ribbehjørnerne. Flest finder man naturligt nok hos de stærkt meldugmodtagelige sorter som f.eks. Oranda, Macherauch Späternte og Dybdahl.

Hvert perithecie indeholder een ascus med 8 sporer, der dog ikke altid når til modning. Målinger har vist disse størrelser: Perithecier

$80 \mu \times 76 \mu$  ( $68-84 \mu \times 64-84 \mu$ ), Ascus  $79 \mu \times 64 \mu$  ( $68-92 \mu \times 56-72 \mu$ ), Ascosporer  $26 \mu \times 18 \mu$  ( $24-36 \mu \times 12-20 \mu$ ). Målingerne er udført på overvintret materiale. Perithecierne er målt tørre, ascus liggende i Shear's reagens og ascosporerne frit udslyngnet på objektglas. Til sammenligning anføres *Khan's* målinger fra 1960: Perithecediameter  $92 \mu$ , ascus  $71 \mu \times 60 \mu$  og ascosporer  $19 \mu \times 14 \mu$  ( $18-25 \mu \times 11-16 \mu$ ). Man vil bemærke de afvigende resultater hos ascosporerne. *Khan* (1960) omtaler ikke sporeudslyngning, og heri må forklaringen nok søges, idet det er højst sandsynligt, at fuldt udviklede sporer må have en anden størrelse end sporer, man ved mekanisk tryk tvinger frem af peritheciat.

I det følgende omtales undersøgelser af udslyngning og spiring af ascosporer.

Der er konstateret sporeudslyngning, d.v.s. naturlig åbning af perithecier, sporespining og fortsat vækst til konidiebærende mycel. Overvintring ved perithecier må anses for en realitet, omend sikkert sekundær, idet langt de fleste perithecier ikke indeholder modne ascosporer.

Der blev anvendt perithecier fra en jordbærklon nr. 8010, der er meget modtagelig for meldug, endvidere fra sorterne Dybdahl, Oranda og Macherauch Späternte. Peritheciebesatte blade fra disse sorter opbevarede i en kasse med trådnet over på friland vinteren igennem, og blev herfra efterhånden taget ind til undersøgelse.

Til inokulationsforsøgene blev der brugt planter eller blade af *Fragaria glauca* og sorterne Glasa, Oranda og Dybdahl. Planterne blev holdt meldugfrie ved isolering i plasticposer. I den konstante høje fugtighed, der her ved opstår, trives melduggen ikke.

I nogle tilfælde anvendtes varmtvandsbehandede ( $46,2^\circ\text{C}$  i 10 min.) Dybdahl-planter. Alle blade blev undersøgt for eventuel meldug inden inokulationsforsøgene.

Sporeudslyngningen kom efter flere forsøg bedst i stand på følgende måde: stærkt peritheciebesatte bladstumper blev ved hjælp af tape fastgjort til et stykke filterpapir, der igen

blev fæstnet i låget på en petriskål. Et rent objektglas blev anbragt i petriskålen på filterpapiret således, at dets overflade var ca. 2 mm fra det peritheciebesatte blad. De to stykker filterpapir blev fugtet sammen med bladstykket, skålen lukket og anbragt ved ca.  $20^\circ$  (fig. 17). Er der i perithecierne modne ascosporer, vil disse efter et døgn forløb være udslyngnet ned på objektglasset og være i stand til at udsende en spirehyfe her, ganske som det er tilfældet med konidierne (fig. 12 og 13).

Unge jordbærblade blev inokouleret på bladundersiderne i petriskåle. Erfaringen har vist, at på oversiden af bladene opnås spiring, men ikke videre vækst. Inokulation af pottede småplanters unge blade blev udført ved at anbringe peritheciebesatte blade sammen med fugtigt filterpapir på et lille stykke trådnet, der holdtes oppe med en lille blomsterpind. Bagsiden af de sunde blade holdtes ind mod perithecierne ved hjælp af tape. Potterne anbragtes i et glaskar, hvor der holdtes en høj fugtighed. På friland blev planterne isoleret med plastic- eller pergamentposer. Sidstnævnte er absolut det bedste, for under plasticposen vil man kun opnå spiring af sporerne.

Ved undersøgelser af perithecier i efteråret 1960 fandtes mange sporesække med sporer, men sporerne var umodne. Ved undersøgelser i februar 1961 var sporerne i flere tilfælde modne. Mange perithecier fandtes at være fuldstændig tomme, uden ascus og sporer. Udslyngningsforsøg gav dog positivt resultat, idet der et par gange fandtes 1 til 2 ascosporer, heraf een med spirehyfe. Med et bedre peritheciemateriale fra sommeren 1961 var det muligt at fremskaffe ascosporer i forholdsvis store mængder. Flere sporer havde spiret et døgn efter udslyngningen. Der blev udført forsøg med at overføre disse sporer til unge jordbærblade, men mere end spiring af sporerne ville det ikke udvikle sig til.

I 1963 vanskeliggjordes arbejdet af mangel på tilstrækkeligt gode peritheciebesatte blade fra sommeren 1962, der ikke var nogen »meldugssommer«. Sporeudslyngning direkte over jordbærblade på pottede planter udført i labo-

ratoriet og på friland (2/5-63) gav dog et positivt resultat, idet der på enkelte blade begge steder fandtes ascosporer med spirehyfer, heraf enkelte med begyndende forgrening, men ingen tegn på konidiophorer. I 1964 blev der igen udført en række udslyngningsforsøg og denne gang med et godt peritheciemateriale. I et tilfælde fandtes der efter ascosporeudslyngning over jordbærblade hos 2 ud af 6 blade, mycel efter 3 dages forløb, og på dette mycel var der 6 dage efter udslyngningen fremvokset konidiebærere. I et andet forsøg var der efter 5 dages forløb konidiebærere på 4 ud af 8 blade (fig. 14 og 15).

I pletter på friland fandtes der efter udslyngningsforsøg udført i maj i fugtigt vejr konidiebærende mycel hos 4 ud af 5 planter. I første uge af juni var det samme tilfældet hos een plante ud af 5.

#### IV. Sammen drag

Det må være rimeligt at uddrage følgende konklusioner:

1) Jordbærmelduggen overvintrer primært på grønne jordbærblade som mycel, hvorfra konidiedannelsen sker om foråret. Sekundært synes der at være stor sandsynlighed for, at overvintring også kan forekomme ved hjælp af perithecier og udslyngning af ascosporer.

2) Tidligste infektion kan forventes, når maksimumtemperaturen en uges tid har ligget omkring 10°, hvilket som regel under danske forhold vil sige omkring 20. april. Midt i maj er der luftbårne konidier i så stor mængde, at de kan registreres ved hjælp af omtalte sporefælde.

3) Ved en temperatur omkring 10° og derover til 15° er melduggen aktiv og formerer sig, men angrebene er ikke umiddelbart synlige. Ved temperaturer fra 15° og til optimum, 18-22°, breder melduggen sig hurtigt, og vil fra nu af være yderst vanskelig at bekæmpe.

4) Den tid, der går fra smitte til nye konidier er dannet, er ca. 5 dage. Konidiefrigørelsen er størst først på eftermiddagen. Spredningen synes ikke at foregå over store afstande fra smittekilden.

5) Vejrforholdene har stor indflydelse på jordbærmeldugsvampen. Den begunstiges af varme; en pludselig sænkning af temperaturen, som ofte indtræder om natterne i perioder uden skydække, stimulerer sammen med den højere luftfugtighed, der naturligt opstår, spiringen af konidierne. Køligt vejr og stærk vedvarende regn hæmmer meldugsvampen, konidierne slås af regnen ned på jorden og går til grunde.

Efter vintre med stærk barfrost og vindslid kan den situation opstå, at ingen grønne jordbærblade eller dele heraf er overvintret. I et sådant tilfælde ville overvintring ved perithecier få en afgørende betydning.

En orienterende undersøgelse med rydning af alle jordbærblade, såvel grønne som visne inden forår satte ind, peger i den retning, at det er en foranstaltning, der er virksom, men i praksis vel nok uoverkommelig som håndarbejde, men den ville nok kunne praktiseres ved afbrænding med traktorophængt flammekultivator.

Det er omtalt, at nyudfoldede blade er mere modtagelige end ældre. Det kan tilføjes, at bladtypen i sig selv er afgørende, idet jordbærsorter med et tykt, læderagtigt og mørktglinsende løv i almindelighed er mindre modtagelige for meldug end mere tyndløvede sorter.

Med hensyn til arbejdet med forædling af jordbærsorter, er det øjensynligt ikke nødvendigt med krav om fuldstændig meldugresistens, selvom dette naturligvis må foretrækkes.

Men ønsker man at anvende en sort, der er noget meldugmodtagelig, synes det alligevel muligt, efter nogle få tidlige forårssprøjtninger med et meldugmiddel, at opnå en god avl af bær, fri for meldug.

#### Summary

*Strawberry mildew fungus (Sphaerotheca macularis)*  
The present paper is an account of the life history of strawberry mildew fungus, *Sphaerotheca macularis*. It also includes review of literature and history.

The following conclusions are made:

1) The overwintering of strawberry mildew primarily takes place as mycelium on green straw-

berry leaves. Secondly there is every probability that overwintering can occur by means of perithecia and ejection of ascospores.

2) Earliest infection may be expected, when the maximum temperature for a week or so has been about 10°C., under Danish conditions i.e. about the 20th of April. In the middle of May the number of airborne conidia will be sufficiently numerous to be registered in a sporetrap.

3) At a temperature about 10 to 15° C. the mildew is active and propagates but the attacks are not directly visible. At temperatures between 15° C. to optimum 18-22° C., the mildew will spread quickly, and unless measures of control have been taken before this stage is reached, it seems as if very little can be done.

4) The time passing from infection until the development of new conidiophores is about 5 days. The liberation of conidia is highest in early afternoon. Sporeflight does not take place within long distances from the source.

5) Weather conditions have influence on the mildew. Warm weather and relatively high humidity favour it. A sudden fall in temperature, as it often happens during the nights in periods without clouds stimulates the germination of the conidia. Cold weather and heavy rainfall inhibit the mildew, and rain transfers the conidia down on the soil where they are destroyed.

It might happen, that no green strawberry leaves or parts of leaves did overwinter for the reason of strong black frost and wind wear. In such case overwintering by means of perithecia would be of vital importance.

In tentative investigation all strawberry leaves green as well as dead, were removed from the plants before spring. The results suggest that this may be a valuable control measure but probably impossible in practice when done by hand, but it could possibly be done by burning the leaves down with a flame cultivator mounted on a tractor.

Certainly by taking all measures for prevention, one will be able to prevent the attacks of mildew and keep them at a low level by early and frequent spraying with copious liquid and an approved fungicide.

Young leaves are more susceptible to mildew than older ones and type of leaf itself is of importance, as strawberry varieties with thick, leathery and dark green glossy leaves commonly are less susceptible than varieties with thinner leaves.

#### English text of pictures

Fig. 1 Strawberry mildew. Daily counting of a square of 500 mm<sup>2</sup> with trapped conidia (Buus-Johansens' sporetrap). The countings are summarized in 10 times all the 24 hours from May to Nov. in the years 1962 and 1963.

Fig. 2 Conidiophores from underside of a leaf. 25 x.

Fig. 3 Top of conidiophore. 500 x.

Fig. 4 Conidia. 500 x.

Fig. 5 Strawberry leaf with perithecia. 6 x.

Fig. 6 Colony of perithecia on strawberry leaf-stalk. 10 x.

Fig. 7 Strawberry with mycelium and perithecia. 10 x.

Fig. 8 Perithecia at different stages of development. 125 x.

Fig. 9 Perithecia with ascus and 8 spores. 125 x.

Fig. 10 Conidia germinating after 15 hours. 125 x.

Fig. 11 3 days old mycelium from germinating conidia. 125 x.

Fig. 12 Germinating ascospores. Ejection on slide. 200 x.

Fig. 13 Germinating ascospores. 320 x.

Fig. 14 Strawberry leaf with 3 days old mycelium from germinating ascospores. 125 x.

Fig. 15 6 days old mycelium from ascospores. 40 x.

Fig. 16 Overwintered leaf to be examined for mycelium.

Fig. 17 Ejection of ascospores on slide.

#### V. LITTERATURHENVISNING

Blumer, S. 1933. Die Erysiphaceen Mitteleuropas, mit besonderer Berücksichtigung der Schweiz, p. 483.

Gilles, G. L. 1960. Biologie et moyens de lutte de quelques parasites du fraisier. 1.- Sphaerotheca humuli (DC) Burr. Oidium du fraisier. Extrait du Bulletin de l'Institut Agronomique et des Stations de Recherches de Gembloux Hors série, Vol. II, p. 1008-1018.

Ihoooy, J. S. and McKean, W. E. 1962. The perfect stage of Sphaerotheca macularis on strawberry plants. Plant Disease Reporter, 46:4, p. 218-19.

Khan, M. A. Rashid. 1960. The perithecial stage of Sphaerotheca humuli on strawberry. Plant Pathology 9:1, p. 18.

Koopmans, M. J. 1959. An in vitro evaluation of the toxicity of chemicals for Erysiphaceae. Meded. v.d. Landbouwwesg. en de Opzoegingsst. Gent. 24:3/4: p. 821-27.

- Mygind, H.* 1963. Meldug med særlig omtale af æblemeldug. Tidsskrift f. Planteavl 67:2, p. 255-320.
- Pedersen, P. Norup, Johansen, H. B. and Jørgensen, J.* 1961. Pollen spreading in diploid and tetraploid rye II. Distance of pollen spreading and risk of intercrossing. Royal Vet. and Agric. College, yearbook 1961, p. 72.
- Peries, O. S.* 1961. Overwintring of *Sphaerotheca humuli* on strawberry plants. Plant Path., 10, p. 65-66.
- Peries, O. S.* 1962. Studies on strawberry mildew, caused by *Sphaerotheca macularis* (Wallr. ex Fries) Jaczewski. I Biology of the fungus. II. Host-parasite relationships on foliage of strawberry varieties. Ann. appl. Biol. (1962), 50, p. 211-224, p. 225-233.
- Salmon, E. S.* 1900. The strawberry mildew (*Sphaerotheca Humuli* (DC) Burr.). J. R. hort. Soc. 25, p. 132-138.