

Bestrijding van moederkoren in graszaadgewassen

Ergot control in grass for seed production

ir. G. H. Horeman - NGC
G. Olthof

verslag nr. 88
juli 1989



PROEFSTATION
agv
LELYSTAD

Edelhertweg 1, postbus 430, 8200 AK Lelystad, tel. 03200-22714

493076

JSL/serie.57053

<u>Inhoudsopgave</u>	blz.
SAMENVATTING	5
SUMMARY	5
1. INLEIDING	6
2. TAXONOMIE EN MORFOLOGIE	7
3. BIOLOGIE	9
3.1 Aantastingsbeeld	9
3.2 Levenscyclus	9
3.3 Kieming van sclerotiën	11
3.4 Verandering van de sclerotiën tijdens de rustperiode	11
3.5 Verschijningstijdstip van de vruchtlichamen	12
3.6 Invloed temperatuur op de kieming	12
3.7 Verspreiding van de sporen	13
3.8 Infectie van de bloempjes	13
3.9 Honingdauwproduktie	14
3.10 Giftigheid van de sclerotiën	15
4. BESTRIJDING	16
4.1 Chemische bestrijding	16
4.1.1 Vorming vruchtlichamen tegenaan	16
4.1.2 Beschermen bloempjes	17
4.2 Zaad vrij van sclerotiën	18
4.3 Vruchtwisseling	19
4.4 Bermen maaien	20
4.5 Diepploegen	20
4.6 Branden	21
4.7 Invloed van bemesting op de vorming van sclerotiën	21
4.8 Biologische bestrijding	22
4.9 Resistentie	23
5. DISCUSSIE	24
LITERATUUR	26
Bijlage 1	30
Bijlage 2	31

SAMENVATTING

Moederkoren tast veel grassen aan, maar komt vooral voor op veldbeemdgras, roodzwenkgras en Engels raaigras. In 1988 was ruim 25% van de graszaadpercelen veldbeemdgras hiermee aangetast.

In dit verslag wordt de levenswijze van moederkoren beschreven, waarbij de nadruk ligt op de factoren die de groei van de schimmel bevorderen of afremmen. Ook wordt een overzicht gegeven van de onderzoeksresultaten van de bestrijding van moederkoren. In de discussie wordt de betekenis van moederkoren voor de teelt van graszaad besproken.

SUMMARY

Ergot infects many grasses, especially smooth stalked meadow fescue, red fescue and perennial ryegrass. In 1988 ergot infected more than 25% of the fields smooth stalked meadow fescue grown for seed production.

In this publication the biology of ergot is described, with special attention for the factors which stimulate or suppress the growth of the fungus. A review of research results of possibilities for control is given. Finally the meaning of ergot for grass seed production is discussed.

1. INLEIDING

Moederkoren kan bijna alle grassen en granen aantasten. Een aantasting komt het meest voor bij veldbeemdgras (*Poa pratensis*), roodzwenkgras (*Festuca rubra*) en Engels raaigras (*Lolium perenne*) (Teutenberg, 1987).

Ieder jaar kan men wel een aantasting met moederkoren (*Claviceps purpurea*) in graszaadpercelen waarnemen. Ook in 1988 was dit het geval, maar toen lag de mate van aantasting hoger dan andere jaren. Meer dan 25% van de percelen veldbeemdgras waren aangetast (bijlage 1). De aantasting varieerde van 1 sclerotium tot 19,2 gewichtsprocenten van het zaad.



Moederkoren in Engels raaigras.

2. TAXONOMIE EN MORFOLOGIE

De schimmel *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul. behoort tot de klasse van de Ascomyceten. Binnen deze klasse hoort het tot de orde Clavicipetales en de familie Clavicipitaceae (Alexopoulos, 1962).

De schimmel *Claviceps purpurea* is homothallisch (de seksuele fase vindt plaats binnen één thallus).

De ascosporen en ook de conidiën zijn eenkernig. Het aantal kernen van de myceliumcellen hangt van het ontwikkelingsstadium af. In de sclerotiën komen zowel eenkernige als meerkernige myceliumcellen voor. Of deze dan homo- of heterokaryotisch zijn, is nog niet met zekerheid vast te stellen. In het algemeen zijn de myceliumcellen wel homokaryotisch (Bausback, 1976).

Mastenbroek (1941) vond in Nederland vier soorten van het geslacht *Claviceps*, te weten:

1. *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul. Deze soort komt op de meeste granen en grassen voor;
2. *Claviceps microcephala* (Wallr.) Tul. Deze soort is morfologisch niet of nauwelijks te onderscheiden van *Claviceps purpurea*. Het verschil met *Claviceps purpurea* is, dat bij de kieming van *Claviceps microcephala* kleinere kopjes worden gevormd;
3. *Claviceps Wilsoni* Cooke. Deze soort is morfologisch wel goed te onderscheiden van *Claviceps purpurea* en komt uitsluitend voor op *Glyceria* (vlotgras);
4. *Claviceps nigricans* Tul. De soort komt niet op Gramineëën voor, maar op *Heleocharis* (waterbies)soorten en wordt slechts zelden aangetroffen.

Claviceps purpurea kan onderverdeeld worden in drie fysiologische rassen (Mastenbroek, 1941):

- p1-ras. Gaat van *Secale* over op een groot aantal grassen en omgekeerd, maar niet op *Lolium perenne*-*Bromus erectus* (bergdravik), *Milium effusum* (bosgierstgras) en *Brachypodium silvaticum* (boskortsteel);
- p2-ras. Komt voor op *Milium effusum* en *Brachypodium silvaticum*. Gaat niet over op *Secale* en *Lolium perenne*;
- p3-ras. Deze gaat van *Lolium*-soorten over op *Bromus erectus* en omgekeerd, maar gaat niet over op *Secale* en op de grassen die door de rassen p1 en p2 geïnfecteerd kunnen worden (Mastenbroek, 1941).

Mastenbroek (1941) vond dat één *Lolium* stam niet alleen *Lolium* aantaste maar ook *Bromus erectus*, *Secale*, *Arrhenatherum*, *Poa pratensis* en nog een groot aantal

andere grassen. Hij concludeerde dat er sprake was van een afwijkende stam en noemde deze het p4-ras.

Voor de praktijk betekent dit, dat het p4-ras zowel *Secale* als *Lolium*- en *Poa*-soorten kan aantasten en dat wederzijdse besmetting mogelijk is (Mastenbroek, 1941). Dat een besmetting niet altijd plaatsvindt is te verklaren doordat er toch een duidelijk verschil is in kiemingstijdstip tussen de sclerotiën afkomstig van Engels raaigras en van veldbeemdgras. Dit tijdsverschil correspondeert min of meer met het verschil in bloeitijd van de waardplanten (Labruyère, 1982). Frauenstein (1972) meldt ook verschillende stammen van *Claviceps purpurea*. Ze heeft daarbij ook op conidiëngrootte gelet. Het bleek dat verschillende grassoorten een verschillende conidiëngrootte te zien gaven. Frauenstein toonde echter aan dat identificatie op grond van conidiëngrootte niet mogelijk is.

3. BIOLOGIE

In dit hoofdstuk komt de biologie van moederkoren aan de orde. Moederkoren kan de bloeiwijze van granen en grassen aantasten. In dit hoofdstuk wordt aangegeven hoe dit gebeurt en wordt ingegaan op de verschillende deelprocessen van de infectie.

3.1 Aantastingsbeeld

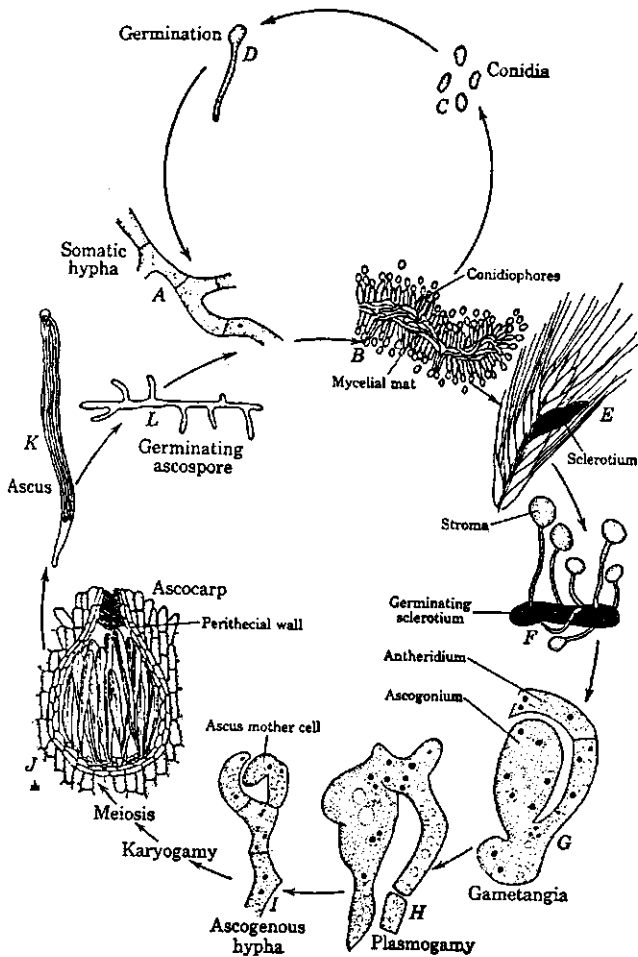
De eerste symptomen van aantasting zijn vlak na de bloei te vinden. De halm en de bloeiwijze voelen kleverig aan en krijgen een wat glimmend uiterlijk. Deze plakkerigheid wordt veroorzaakt door honingdauw. Bij ernstige aantasting kan je grote druppels honingdauw aan de bloeiwijze zien hangen. Een tweede duidelijk beeld van de ziekte zijn de sclerotiën.

Sclerotiën zijn donkerbruin tot paars gekleurde verharde schimmelweefsels die in plaats van het zaad in de bloeiwijze zitten. Tijdens de afrijping van het zaad ontstaan de sclerotiën die in het veld waarneembaar zijn (Labruyère, 1987).

3.2 Levenscyclus

De levenscyclus van moederkoren bestaat uit een sexuele fase en een a-sexuele fase die voor een snelle verbreiding van de infectie zorgt. In figuur 1 wordt schematisch de levenscyclus weergegeven. Uitgaande van een sclerotium die in de bodem overwintert, verloopt de ontwikkeling als volgt.

Als aan de koudebehoefte van de sclerotium is voldaan, kiemt deze en vormt enkele paddestoelachtige vruchtlichamen, die donkerpaars gekleurd zijn. De vruchtlichamen bestaan uit een lange steel van ongeveer 1 cm en een kleine ronde kop. In de kop ontstaan vlak onder de oppervlakte een aantal kleine holtes. Elke holte bevat een veelkernig ascogonium waarin één of meer veelkernige antheridiën worden gevormd. Cellen van de antheridiën versmelten met het ascogonium (plasmogamy). Na de versmelting en deling van de kernen ontstaat een ascus waarin 8 draadvormige ascosporen zitten. In elke holte kunnen 20 verschillende asci worden gevormd (Bausback, 1976).



Figuur 1. Levenscyclus van moederkoren (uit Alexopoulos, 1966).

De ascosporen worden in het voorjaar met kracht, tot een hoogte van 8 cm, weggeschoten en worden met de wind verspreid.

Als de ascospore in een bloempje terecht komt, infecteert hij de stamper.

Vochtig weer of mist zorgen ervoor dat de ascospore kiemt. De spore produceert lange vezelige hyfen die in het vruchtbeginzel terecht komen. In plaats van via de stijl het vruchtbeginzel binnen te gaan, groeien de hyfen met behulp van enzymen die de buitenste weefsels van het vruchtbeginzel verteren, door de weefsels van de stamper naar het vruchtbeginzel toe. Ondertussen groeien de hyfen uit tot een mycelium. Dit hele proces duurt zes tot acht dagen (Bové, 1970).

De verteerde buitenste weefsels vormen een witte kaasachtige substantie. Tijdens

de infectie groeit het vruchtbeginsel door en ontstaat er aan de ene kant van het vruchtbeginsel het sclerotium. Het andere eind lijkt meer op een spons, met kronkelende hyfen die verder groeien, waardoor het sclerotium omhoog rijst. Ondertussen worden er op de hyfen ongeslachtelijke sporen gevormd, die we conidiën noemen. Ook wordt er door de hyfen een geelachtige vloeistof afgescheiden dat samen met de conidiën de honingdauw vormt (Bové, 1970). Ondertussen gaat de groei van de sclerotium door. Aan het ondereinde gaan de enzymen door met het verteren van het vruchtbeginsel. De massa hyfen worden steeds verder in elkaar geweven. Dit proces gaat door totdat het hele vruchtbeginsel is verteerd en er alleen de complete hyfenmassa overblijft. Om het sclerotium wordt een soort schors ontwikkeld, die bestaat uit zwartachtige hyfen. Als het sclerotium donkerbruin tot zwart verkleurd is, dan is de sclerotium volgroeid (Bové, 1970).

3.3 Kieming van de sclerotiën

Als de sclerotiën tot kieming overgaan, nemen ze water uit de omgeving op. Gedurende de kieming neemt het eiwitgehalte af van 50% naar 40% van het totale drogestofgehalte. Ongekiemde sclerotiën bevatten 3 tot 4% suiker en 1% polysacchariden in de drogestof.

Gedurende de kieming neemt het suikergehalte af tot onder de 1% en het mannitolgehalte neemt toe tot ongeveer 6% (Coley-Smith en Cooke, 1971). De sclerotiën die een hoger gewicht bezitten, hebben een hoger kiemingspercentage. Ook produceren ze vruchtlichamen met een langere steel zodat ze beter in staat zijn om boven de grond uit te groeien en daar de paddestoeltjes te vormen (Cooke en Mitchell, 1966).

Er kunnen twee redenen zijn waarom de sclerotiën nog niet zijn gekiemd, te weten:

- aan de koudebehoefte is nog niet voldaan;
- de milieu-omstandigheden zijn ongunstig voor kieming (Coley-Smith en Cooke, 1971).

Er wordt alleen aan de koudebehoefte voldaan als de temperatuur tussen de 0° en 10°C bedraagt. Bij deze temperatuur gaan 80 tot 100% van de sclerotiën na vier tot zes weken tot kieming over. Het vermoeden bestaat dat na een langdurige periode waarin de temperatuur ongeveer 0°C is, het percentage sclerotiën dat kiemt daalt (Coley-Smith en Cooke, 1971).

3.4 Verandering van de sclerotiën tijdens de rustperiode

Welke veranderingen er in de sclerotiën onder invloed van de koude periode

optreden is nog niet helemaal duidelijk. Wel is duidelijk dat het gehalte aan trehalose (een oligo-saccharide die in sommige schimmels voorkomt) gedurende de periode stijgt van minder dan 2% van het drogestofgewicht tot meer dan 3,5%. De concentratie aan mannitol stijgt gedurende dezelfde periode van 0,5% tot 1% van het drogestofgewicht. Bij temperaturen tussen 18 en 21°C stijgt het gehalte aan trehalose niet, maar blijft constant 0,5% (Coley-Smith en Cooke, 1971).

3.5 Verschijsningstijdstip van de vruchtlichamen

Labruyère (1982) heeft in 1979 en 1980 op verschillende tijdstippen vanaf november tot april sclerotiën ingegraven in gras. Uit deze proef bleek dat sclerotiën van veldbeemdgras, die voor februari in de grond gebracht waren, allen op 24 april vruchtlichamen hadden. Sclerotiën die in februari in de grond gebracht waren, vormden begin juli paddestoeltjes, maar sclerotiën die in april in de grond kwamen, vormden dat jaar geen paddestoeltjes meer. De sclerotiën van Engels raaigras gaven hetzelfde beeld te zien, maar de verschijningsdatum van de eerste paddestoeltjes lag aanzienlijk later, namelijk rond half mei.

3.6 Invloed temperatuur op de kieming

Sclerotiën van *Claviceps purpurea* hebben gedurende een aantal weken een temperatuur van 0-10°C nodig alvorens ze tot kieming kunnen overgaan. Na deze periode vindt de kieming plaats bij een temperatuur van 10-25°C (Mitchell en Cooke, 1968). Onder laboratoriumomstandigheden duurt het bij een temperatuur van 20°C nog 15 dagen voordat de sclerotiën kiemen (Cooke en Mitchell, 1967). Temperaturen boven de 25°C hebben een remmende invloed op de kieming (Mitchell and Cooke, 1968).

De levensduur van de sclerotiën is afhankelijk van de periode van bewaring en van de temperatuur en de vochtigheid tijdens de bewaring (zie tabel 1).

Tabel 1. Percentage kieming van sclerotiën die droog of nat zijn bewaard bij temperaturen tussen de 15-30°C.

bewaarduur (in weken)	4	20	40	48
20°C nat	62	68	76	38
droog	100	47	22	0
30°C nat	2	0	0	0
droog	100	0	0	0

Bron: D.J. Mitchell en R.C. Cooke, 1968.

Uit tabel 1 blijkt dat de kieming van de sclerotiën afneemt als de bewaarduur toeneemt. Ook blijkt dat bij een hogere bewaartemperatuur de kieming afneemt. Sclerotiën die bewaard worden onder natte omstandigheden gaan eerder dood. Op sclerotiën die bewaard werden bij 25 of 30°C werden *Fusarium*-soorten en *Epicoccum nigrum* aangetroffen. Dit is ook de reden dat bij hoge temperaturen de kieming tot 0% afneemt (Mitchell en Cooke, 1968).

Teutenberg (1987) meldt nog dat sclerotiën die samen met veldbeemdgras droog bij + 3°C werden bewaard, na vier jaar niet meer kiemkrachtig waren. Het veldbeemdgras bezat dan nog een kiemingspercentage van 58%.

3.7 Verspreiding van de sporen

De eerste ascosporen komen zeven dagen na de kieming van de sclerotiën vrij. De top van de sporevorming (ongeveer 16.000 sporen per sclerotium) is 14 dagen na kieming. Na 38 dagen is het aantal sporen gedaald tot een laag aantal. De gehele periode waarin ascosporen vrijkomen bedraagt per sclerotium ongeveer 50 dagen. De ascosporen worden met kracht tot een hoogte van 8 cm weggeschoten en met de wind verder verspreid (Bové, 1970).

De conidiën worden voornamelijk verspreid met insecten, die op de honingdauw afkomen. Heungens (1980) meldt dat haarmuggen (o.a. de blekvlieg) verlekkerd zijn op honingdauw en zo de conidiën van moederkoren kunnen overdragen.

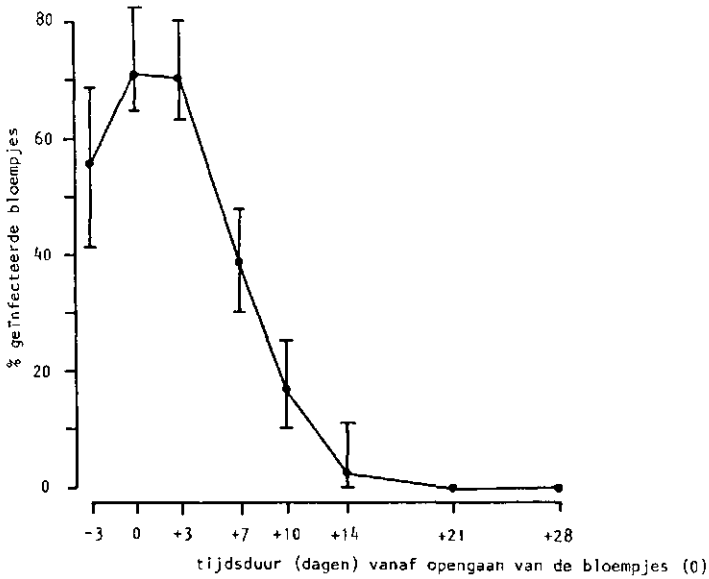
3.8 Infectie van de bloempjes

Succesvolle infectie hangt af van het tijdstip waarop de waardplant bloeit en van het tijdstip van vrijkomen van de ascosporen. Doordat de sclerotiën niet kiemen voordat aan de koudebehoefte is voldaan en niet voordat de temperatuur een voldoende hoge waarde heeft, is de kans groot dat de ascosporen vrijkomen op het moment dat de waardplant bloeit (Coley-Smith en Cooke, 1971).

Wood en Coley-Smith (1980) melden dat in mannelijk steriele gerst de bloempjes geïnfecteerd kunnen worden vanaf drie dagen voor de bloei. Tijdens de bloei is de kans op infectie tot 0 gedaald (figuur 2).

Harper en Seaman (1980) melden dat rogge die laat bloeit een grotere kans heeft om geïnfecteerd te worden dan rogge die vroeg bloeit.

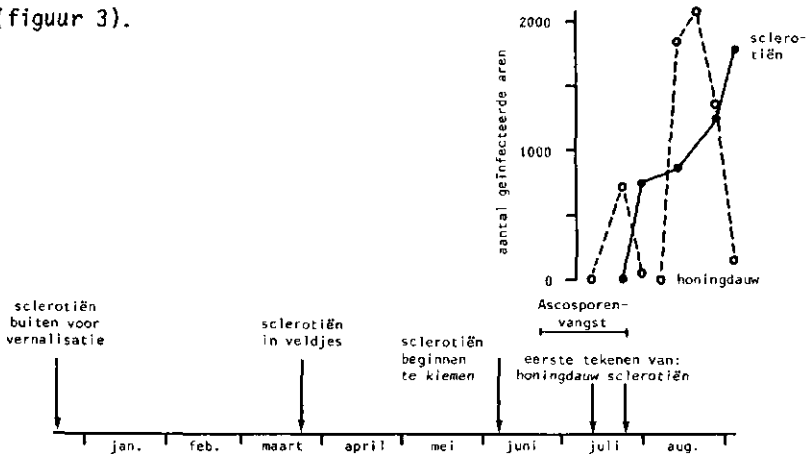
Luttrell (1977) vond dat er een hoge luchtvochtigheid nodig is om de conidiën van moederkoren, afkomstig uit de honingdauw te laten kiemen. Vochtig weer of mist zijn hiervoor gunstige weertypen.



Figuur 2. Tijd dat het vruchtbeginsel van mannelijk steriele zomergerst (cv. MS 1817) ontvankelijk is voor infectie. De punten zijn gemiddelde percentages bloemen geïnfecteerd in groepen van 30 eenheden, die geïnoculeerd zijn met honingdauwsporen op de tijd die hierboven weergegeven wordt. De verticale lijnen geven de spreiding weer (Wood en Coley-Smith, 1982).

3.9 Honingdauwproductie

De productie van honingdauw begint zeven dagen na infectie van een bloempje. Deze productie kan bij gerst doorgaan tot aan de oogst in augustus/september (figuur 3).



Figuur 3. Samenvatting van de aantastingscyclus van moederkoren in 1972. Kiemende sclerotiën (van grassen) zijn gebruikt om een infectie in een gewas mannelijk steriele zomergerst tot stand te brengen (Wood en Coley-Smith, 1982).

Honingdauw is rijk aan suikers waardoor het een goede voedingsbodem is voor micro-organismen. Cunfer (1976) onderzocht in welke mate micro-organismen onder droge en onder natte omstandigheden op honingdauw kunnen groeien. Aan honingdauw die zich buiten de kafjes bevindt, wordt water onttrokken, waardoor het waterpotentiaal daalt. Het waterpotentiaal van gedestilleerd water is 0. De potentiële energie-inhoud van watermoleculen aanwezig in 18 cm³ (= 1 mol water) wordt het waterpotentiaal genoemd. Het waterpotentiaal van honingdauw kan wel dalen tot -500 bar. Bij een hoge luchtvochtigheid neemt het waterpotentiaal weer toe tot ongeveer -26 bar. Gebleken is dat *Fusarium heterosporum* beneden een waterpotentiaal van -100 bar bijna niet meer kiemt (tabel 2). Ook de kieming van de meeste andere bacteriën en schimmels worden beneden de -100 bar geremd.

Tabel 2. Sporenkieming van *Fusarium heterosporum* en *Claviceps purpurea* bij 25°C op media met verschillende osmotische waterpotentialen.

waterpotentiaal (- bar)	percentage kieming	
	<i>Fusarium heterosporum</i>	<i>Claviceps purpurea</i>
1	98	17
13	97	32
52	85	31
84	61	0
115	6	
136	0	

Bron: Cunfer, 1976.

Uit tabel 2 blijkt dat sporen van *Fusarium heterosporum* langer in stand zijn om te kiemen dan die van *Claviceps purpurea*. Ook andere *Fusarium*-soorten gaven hetzelfde effect te zien.

3.10 Giftigheid van de sclerotiën

In het sclerotium van de moederkoren zitten alkaloiden die giftig zijn voor mens en dier. Koeien zijn vaak vergiftigd doordat ze graasden in gras dat sclerotiën bevatte of in percelen waar de sclerotiën op de grond lagen. Vroeger toen er voor de granen nog geen goede methoden waren om het zaad te schonen, was bij mensen een vergiftiging door moederkoren niet ongewoon. Vooral het eten van roggebrood was erom berucht (Alexopoulos, 1962).

4. BESTRIJDING

Een bestrijding van moederkoren met chemische middelen is door verschillende onderzoekers onderzocht. Ook zijn er cultuurmaatregelen die een aantasting met moederkoren kunnen verminderen (Labryère, 1980). Voorbeelden van deze maatregelen zijn:

- uitgaan van sclerotiënvrij zaad;
- graszaad telen op percelen waarop de voorgaande drie jaar gewassen zijn geteeld die niet gevoelig zijn voor moederkoren;
- bermen grenzend aan het graszaadperceel maaien;
- diepploegen;
- het gras na de oogst afbranden.

In dit hoofdstuk worden de mogelijkheden van chemische bestrijding besproken en wordt uitvoerig ingegaan op de effecten van cultuurmaatregelen. Ook zal de biologische bestrijding aan de orde komen.

4.1 Chemische bestrijding

Verschillende onderzoekers hebben de mogelijkheden van chemische bestrijding van moederkoren (*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul.) in graszaadgewassen onderzocht (Frauenstein, 1967; Hardison, 1972, 1975; Labryère, 1981; Hampton, 1984; Cagas 1986, 1987). Het onderzoek spitste zich toe op twee principes van bestrijding, namelijk:

1. voorkomen dat op de sclerotiën vruchtlichamen (paddestoeltjes) worden gevormd in het voorjaar
2. de bloempjes van de grassen beschermen tegen infectie.

4.1.1 Vorming vruchtlichamen tegengaan

Hardison (1972) testte 36 fungiciden, waarvan 27 systemisch waren, op hun werking tegen de vorming van vruchtlichamen. Benomyl, triarimol, cadmiumchloride, cadmiumsuccinaat, thiofanaat-methyl, een benzimidazool (Lovozaal) en parimol waren in de eerste twee toetsen succesvol. In de derde test, waarin sclerotiën met een groter vermogen om vruchtlichamen te vormen werden gebruikt, gaven de meeste van deze fungiciden een onvoldoende remming. Alleen Lovozaal kon de vorming volledig onderdrukken.

In vervolgonderzoek (Hardison, 1975) gaven de onderzochte fungiciden met contactwerking na toepassing van 10 mg/92 cm² (= ongeveer 11 kg/ha) minder dan 60% reductie van de vorming van de paddestoeltjes. Hierbij werden o.a. getest: cap-

tan, chloranil, dithianon, captafol, dodine, anilazine, ferbam, folpet, maneb, thiram en zineb. Na toepassing van 20 mg/92 cm² gaven bovenstaande fungiciden en ziram minder dan 60% reductie. Alleen thiram gaf bij een concentratie van 20 mg/92 cm² een reductie van 90%.

Bij de systemisch fungiciden werd alleen vorming van vruchtlichamen voorkomen met een bespuiting met triadimefon of met een pirimidine (EL 279).

Uit een aparte test, waarin de beste middelen uit deze screening samen met die uit de vorige screening (Hardison, 1972) werden beproefd, bleek dat volledige bestrijding werd verkregen met 1 mg triadimefon (circa 1 kg/ha), 1 mg EL279, 6 mg benomyl (circa 6,5 kg/ha), 1 mg triarimol en 2 mg cadmiumchloride (circa 2 kg/ha) per 92 cm² (Hardison, 1975).

Hampton (1984) vergeleek de werking van triadimefon en benomyl op de vorming van vruchtlichamen van *Claviceps paspali* in het laboratorium en in het veld. In het laboratorium verhinderde triadimefon de vorming van vruchtlichamen, terwijl benomyl de vorming alleen verminderde. Onder veldomstandigheden was alleen triadimefon werkzaam.

4.1.2 Beschermen bloempjes

Frauenstein (1967) onderzocht de invloed van zineb, ziram, ferbam en thiram op de myceliumgroei van moederkoren op een kunstmatig medium. Ziram, ferbam en thiram verhinderden de myceliumgroei. Vervolgens werden in natuurlijk geïnfec-teerde percelen veldbeemdgras ziram, ferbam en thiram bij het begin van de bloei en tijdens de hoofdbloei in hoge concentraties gespoten om de effectiviteit van de fungiciden onder veldomstandigheden na te gaan. Ziram en thiram bleken het meest effectief. Het aantal sclerotiën in het zaad werd met 53-78% verminderd. In een volgende veldproef vergeleek Frauenstein (1967) de werking van thiram met die van captan. Captan gaf een betere werking dan thiram, maar volledige vrij-waring van moederkoren kwam in de proeven niet voor. Het aantal sclerotiën in het zaaizaad werd met 71-95% gereduceerd. Wood en Coley-Smith (1980) onder-zochten in mannelijk steriele zomergerst de werking van benomyl, thiabendazole, captan, mancozeb, zineb, lauryl guanidine acetaat en pyracarbolid. Geen van de gebruikte fungiciden gaf 100% bescherming van de zomergerst. Toegepast in een serie bespuitingen vlak voor, tijdens en na de hoofdbloei gaf benomyl de beste bestrijding. Wood en Coley-Smith (1980) vonden dat het tijdstip van bespuiten erg belangrijk is. Om een goede werking van het fungicide te krijgen, moet op het moment van spuiten de bloempjes open staan, zodat het middel kan doordringen tot de plaats van infectie. Onder veldomstandigheden bloeien niet alle spruiten tegelijk en bloeien de bloempjes van een spruit niet op hetzelfde

moment. Wood en Coley-Smith (1980) adviseren om te beginnen met de bespuitingen op het moment dat de eerste bloempjes beginnen te bloeien en de bespuitingen voort te zetten met intervallen van drie dagen, tot de oogst.

Labruyère (1982) onderzocht in veldbeemdgras en Italiaans raaigras de werking van triadimefon, benomyl, vinchlozoline en iprodion toegepast aan het begin van de bloei en 14 dagen later. Ondanks aangebrachte besmetting in de vorm van sclerotiën bleef in beide gewassen de aantasting met moederkoren onder de verwachting. Significante verschillen in aantasting ten gevolge van de behandelingen traden niet op. Alleen benomyl leek nog enigszins perspectief te bieden.

Cagas (1986) vergeleek in kasproeven met veldbeemdgras en Italiaans raaigras de effectiviteit van triadimefon, benomyl, etaconazool, prochloraz en propiconazool. Propiconazool had de hoogste effectiviteit tegen moederkoren.

Bij vergelijking van triadimefon en propiconazool onder praktijkomstandigheden toegepast in moerasbeemdgras gaf propiconazool significant een betere werking dan triadimefon (Cagas, 1986). In veldproeven met mannelijk steriele hybriden van *Lolium* en *Festuca* verlaagde propiconazool (0,5 l Tilt 250 EC/ha) aan het begin van de bloei toegepast, de incidentie van moederkoren met 26-56% (Cagas, 1987). Vanwege de goede bestrijdingsresultaten tegen moederkoren die met Tilt 250 EC werden bereikt (Cagas, 1986) onderzocht Frauenstein et al. (1987) nogmaals de werking van een aantal fungiciden. Op een aantal tweedeaarspercelen velbeemdgras (ras Berbi) werden propiconazool, benomyl, carbendazim en thiram bij het begin van de hoofdbloei gespoten. De werking van de fungiciden werd op twee tijdstippen beoordeeld aan het aantal sclerotiën in het zaad. Op het eerste tijdstip reduceerden alle vier de fungiciden het aantal sclerotiën met ongeveer 90%. Op het tweede tijdstip had thiram het aantal sclerotiën met 22% verminderd en hadden de andere fungiciden meer sclerotiën dan het onbehandelde object. Als verklaring hiervoor geeft Frauenstein et al. (1987) dat thiram de productie van honingdauw remt en daarmee de verspreiding van de aantasting vermindert. Propiconazool, benomyl en carbendazim verminderden in eerste instantie door contactwerking de aantasting, maar werden daarna opgenomen door de plant en getransporteerd naar de vruchtbeginzels. Vermoedelijk was de dosis in de vruchtbeginzelen sublethaal, waardoor alleen de ontwikkeling van de schimmel werd vertraagd. De aantasting kon zich door verspreiding van de conidiën wel uitbreiden (Frauenstein et al., 1987).

4.2 Zaad vrij van sclerotiën

Veldbeemdgras volledig scheiden van sclerotiën van moederkoren op basis van

grootte is niet mogelijk (Frauenstein, 1967). De sclerotiën kunnen tot 8 mm lang worden, maar de meeste zijn nauwelijks groter of zelfs kleiner dan de zaden van veldbeemd. De sclerotiën zijn vaak nog door de kelkblaadjes omgeven en daardoor nauwelijks herkenbaar (Frauenstein, 1967).

Volgens Bekesy (1962) zijn bij ernstige aantasting van rogge de sclerotiën niet volledig uit te schonen, ook niet als gebruik wordt gemaakt van verschillend drijfvermogen in zoutoplossingen of van foto-elektrische cellen.

Het gewicht van 1000 sclerotiën van veldbeemdgras is ongeveer 0,75 gram, terwijl het 1000-korrelgewicht van veldbeemdgras 3-4 gram is. Er zijn echter ook zware sclerotiën met een '1000-korrelgewicht' van 2,75 gram (Frauenstein, 1967). Het 1000-korrelgewicht van veldbeemdgras dat Frauenstein (1967) vermeldt is naar Nederlandse begrippen zeer hoog, aangezien hier het 1000-korrelgewicht van de verschillende rassen varieert van 0,2 tot 0,4 gram.

Als zaad verontreinigd is met sclerotiën worden deze tegelijk met het zaad meegezaaid. Deze sclerotiën kiemen, vormen vruchtlichamen en infecteren de bloemen van het gras.

Volgens het keuringsreglement (Anonymus, 1982) mag er in prebasiszaad maar één sclerotium of deel van sclerotium op 500 g zaad voorkomen en in gecertificeerd zaad maar 2 sclerotia (delen) op 500 g zaad.

Om de kans op invoer van zaad dat met sclerotiën is verontreinigd, te verkleinen, stellen landen voorwaarden aan de zuiverheid van het zaad. Nederland heeft als eis niet meer dan 0,2 gewichtsprocent, maar er zijn ook landen die veel strengere eisen hebben, zoals Japan: 0,05%.

4.3 Vruchtwisseling

In de DDR hadden percelen veldbeemdgras, uitgezaaid onder koolzaad of mosterd, een hogere aantasting dan percelen waar het veldbeemdgras in open land was gezaaid (Frauenstein, 1967).

Bij de temperaturen die in de natuur voorkomen neemt de kiemkracht van de sclerotiën de eerst twaalf maanden na de vorming slechts weinig af. Sclerotiën van rietgras (*Phalaris arundinaceae*) zijn de tweede lente na hun vorming waarschijnlijk niet meer kiemkrachtig (Mitchell en Cooke, 1968).

Sclerotiën die nat of droog bewaard waren bij 15-30°C vertoonden een verminderde reactie op kieming inducerende koude perioden. Niettemin was een groot deel van de sclerotiën bewaard bij 15°C zelfs twaalf maanden na vorming nog kiemkrachtig (Mitchell en Cooke, 1968).

4.4 Bermen maaien

Weersomstandigheden beïnvloeden zowel de periode dat inoculum aanwezig is, als de periode waarin de waardplanten gevoelig zijn (Wood en Coley-Smith, 1982). De periode dat er ascosporen vrijkomen kan samenvallen met de periode dat het graszaadgewas bloeit. De kans op infectie is dan erg groot. Als de bloei van het gewas niet samenvalt, zijn er altijd wel andere grassoorten (bijv. straatgras) die wel bloeien en kunnen worden geïnfecteerd. Via verspreiding van de sporen uit de honingdauw door middel van insecten kan het graszaadgewas dan worden geïnfecteerd. Door de bermten te maaien kan deze infectie worden beperkt. Het Keuringsreglement voorziet hier al gedeeltelijk in met artikel 10.7. In dit artikel staat dat bij percelen graszaad de aangesloten sloot en walkant, alsmede de eventueel begroeide scheiding van andere percelen dient vrij te worden gehouden van bloeiende grassen en onkruiden tijdens de bloei van het te keuren gewas voorzover deze gevaar voor inkruising of vermenging opleveren met het te keuren gewas.

Vergelijking van raaigras met tarwe laat zien dat raaigras vaker eerder is geïnfecteerd dan tarwe. De kroonkafjes van raaigras staan langer open dan die van tarwe (Bretag en Merriman, 1981). Hierdoor is er een verschillende gevoeligheid voor infectie tussen plantesoorten.

4.5 Diepploegen

Bretag (1978) toonde aan, dat van sclerotiën van *Claviceps purpurea*, die op een diepte van 15 cm worden begraven, nog geen 3% in staat is te kiemen en vruchtlichamen te vormen. Dit in tegenstelling tot sclerotiën die aan de oppervlakte liggen. Hiervan was 66% in staat te kiemen.

Hampton (1984) bewerkte het proefveld gedeeltelijk met een frees. De sclerotiën werden hiermee op een diepte van 6-8 cm gebracht. Verschillen in kieming tussen de sclerotiën op bewerkt of onbewerkt land konden niet worden aangetoond.

Merriman et al. (1979) melden dat de overleving van sclerotiën beïnvloed werd door de sclerotiën te begraven. Als de sclerotiën op 4 cm begraven waren, bleek ongeveer de helft nog in staat om te kiemen. Sclerotiën die dieper dan 8-10 cm onder het grondoppervlak zaten, waren wel in staat om te kiemen, maar de gevormde paddestoeltjes konden niet naar de oppervlakte toe komen. Wil diepploegen als maatregel effect hebben, dan moet men als men één maal de grond geploegd heeft, de grond niet meer keren, omdat anders de sclerotiën naar het oppervlak worden teruggebracht (Merriman et al., 1979).

4.6 Branden

Bestrijding van moederkoren werd in Oregon voor het eerst uitgevoerd in 1949, door na de oogst van het graszaad het stro en de stoppel te branden. Branden is sinds die tijd de meest toegepaste maatregel in dit gebied om moederkoren te bestrijden (Hardison, 1972). Om milieuverontreiniging tegen te gaan is branden van stro en stoppel na 31 december 1974 in Oregon verboden (Hardison, 1975). Afbranden van tarwestoppels verminderde het aantal levensvatbare sclerotiën (Bretag, 1985).

4.7 Invloed van bemesting op de vorming van sclerotiën

Rasjeswara en Singh (1982) melden dat bij rijst door een N-bemesting het aantal sclerotiën toenam, maar dat verschillen niet significant waren (tabel 3).

Tabel 3. Aantal sclerotiën per m², sclerotiumopbrengst (kg/ha), rijstopbrengst, bij verschillende hoeveelheden stikstof, fosfaat en kalium.

	aantal sclerotiën per m ²	sclerotium- opbrengst	opbrengst rijst kg/ha
kg N per ha			
0	269,8	177,9	51,2
50	275,2	177,9	51,3
100	276,3	178,8	51,9
kg P ₂ O ₅ per ha			
0	270,7	173,0	51,2
40	276,9	183,4	51,7
kg K ₂ O per ha			
0	270,7	173,7	51,3
40	276,8	182,7	51,6

Bron: Rajeswara en Singh, 1982

Een gift van 40 kg P₂O₅ of 40 kg K₂O verhoogde het aantal sclerotiën, maar ook deze verschillen waren niet significant.

Ook onderzochten Rajeswara en Singh of het tijdstip van de N-gift van invloed is

op het aantal sclerotiën dat gevormd wordt (tabel 4). Zij vergeleken een eenmalige gift met een gedeelde gift.

Tabel 4. Aantal sclerotiën per m², sclerotiumopbrengst (kg/ha) en opbrengst aan rijst bij verschillende tijdstippen van N-bemesting.

N-bemesting	aantal sclerotiën		sclerotiënopbrengst		opbrengst rijst kg/ha	
	1980	1981	1980	1981	1980	1981
alles voor zaaien	212,9	188,9	123,9	107,6	69,0	63,5
gedeelde gift ¹⁾	233,8	190,3	74,7	103,5	71,3	65,3

1) deling: $\frac{1}{3}$ voor zaaien, $\frac{1}{3}$ bij zaaien, $\frac{1}{3}$ na opkomst

Bron: Rajeswara en Singh, 1982.

Uit tabel 4 blijkt dat het tijdstip van de N-gift verschillen geeft in sclerotiumvorming, maar dat deze verschillen niet significant zijn. Dat het aantal sclerotiën in 1981 afwijkt van dat in 1980 komt volgens de auteurs waarschijnlijk door de hevige regenval in september 1981. Zij stellen dat de opbrengst van het aantal sclerotiën afhankelijk is van het weer. Hevige regenval vermindert de opbrengst van het aantal sclerotiën (Rajeswara en Singh, 1982).

4.8 Biologische bestrijding

Moederkoren leent zich goed voor biologische bestrijding (Cunfer, 1975), omdat de waardplant slechts gedurende een korte tijd in het groeiseizoen gevoelig is voor infectie met moederkoren. Biologische bestrijding zou zich moeten richten op parasitering van de kiemende ascosporen of conidiosporen of op verhindering van infectie van de onbevruichte embryo (Cunfer, 1975).

Van de honingdauw en de sclerotiën van moederkoren zijn er minder parasieten en saprophyten bekend dan er, gezien hun voedselrijkdom, verwacht zou worden (Mower et al., 1975).

Uit veld- en laboratoriumproeven blijkt dat een kloon van *Fusarium roseum* 'Sambucinum' effectief is als biologische bestrijder van moederkoren van tarwe (Mower, 1975). Ook *Fusarium heterosporum* is geschikt om moederkoren te bestrijden. *F. heterosporum* groeit als een saprofyt op de honingdauw, maar kan infectie van de bloempjes niet voorkomen. Wel voorkomt het de vorming van sclerotiën en daarmee tevens de verspreiding van moederkoren met het zaad (Cunfer, 1975).

Toepassing van *F. heterosporum* als biologische bestrijder van moederkoren geeft

twee problemen. Ten eerste is een langdurige regenperiode noodzakelijk voor een goede infectie van *F. heterosum*. Onder droge omstandigheden belemmert de water-potentiaal van de honingdauw de kolonisatie met schimmels (Cunfer, 1976). Ten tweede kan er een groot opbrengstverlies zijn ten gevolge van moederkoren, omdat *F. heterosum* de infectie niet voorkomt (Cunfer, 1975).

Spuiten met een bacterie-suspensie, waarbij de bacterie was verkregen van sclerotiën, die hiermee waren overgroeid, bleek niet te werken (Frauenstein, 1967). Mantle (1965) vond dat de saprofytische bacterie *Leuconostic mesenteroides* suikers uit de honingdauw converteerde tot dextran, dat de hyfen uit de sphaceliën inkapselt op het punt waar ze hechten aan de waardplant. Op deze manier worden de hyfen losgemaakt van de waardplant en wordt de voedingsstroom doorbroken. Zo wordt de vorming van sclerotiën voorkomen, maar is het embryo wel geïnfecteerd en vormt geen zaad.

4.9 Resistentie

Wood en Coley-Smith (1980) melden dat de kans op infectie van mannelijk steriele granen groot is. Bij deze soorten blijven de bloempjes open totdat er een bestuiving optreedt, waardoor de kans dat er een infectie optreedt groter wordt. Willingale et al. (1986) hebben onderzocht of er bij gierst resistentie kan optreden tegen moederkoren. Ze hebben de gierst tijdens de bloei geïnoculeerd door een suspensie van honingdauwsporen over het gewas te spuiten. Na 12, 16, 36, 48, 72 en 96 uur hebben ze onderzocht of er infectie had plaatsgevonden. Er bleek dat er wel verschillen aanwezig waren in de mate waarin de verschillende rassen waren aangetast. Hoe deze resistentie tot stand komt, is niet bekend. Misschien dat er een verandering plaatsvindt in het vruchtbeginseel, waardoor er een efficiënte mechanische barrière ontstaat (Willingale et al., 1986).

5. DISCUSSIE

Infectie met moederkoren is in het gewas waar te nemen aan de vruchtlichamen op de sclerotiën, honingdauw op de zaadpluim en de zwarte sclerotiën in de zaadpluim. De vruchtlichamen zijn knopvormige paddestoeltjes van ongeveer 0,5 cm lengte, die op de sclerotiën op de grond worden gevormd. Deze paddestoeltjes zijn moeilijk waarneembaar en daardoor nauwelijks functioneel als indicatie voor een aantasting.

Moederkoren is een schimmel waarvan meerdere stammen bestaan. Zo is er een stam die zowel veldbeemdgras als roodzwenkgras aantast en er is een stam die zowel veldbeemdgras als roodzwenkgras als Engels raaigras kan aantasten. Dit betekent dat telen van verschillende grassoorten op aangrenzende percelen risico's met zich meebrengen voor wederzijdse infectie. Vochtig weer of mist tijdens de bloei zorgen ervoor dat de ascospore kan kiemen in het vruchtbeginnel. Na ongeveer zeven dagen verschijnt de honingdauw. Deze honingdauw bevat conidiën die door insecten meegenomen kunnen worden naar naburige percelen zodat deze ook aange-tast kunnen worden. Voor de praktijk betekent dit dat de kans op infectie bij vochtig weer veel groter is. Zowel de ascosporen als de conidiën hebben vochtig weer nodig om te kiemen. De conidiën zijn alleen maar in staat om te kiemen bij vochtig weer. Als de kieming geslaagd is, ontstaat op de plaats van het vruchtbeginnel de nieuwe sclerotium. Dit sclerotium kan pas ontkiemen als het voldoende koude gehad heeft. Zeven dagen nadat de kieming heeft plaatsgevonden, komen de eerste ascosporen vrij. Achtendertig dagen na het vrijkomen van de ascosporen is het aantal sporen gedaald tot een laag aantal. Door deze lange periode is de kans groot dat de bloempjes geïnfecteerd worden. Is in een perceel moederkoren geconstateerd, dan is de kans groot dat het jaar daarop ook infectie plaatsvindt.

Bij het onderzoek naar de chemische bestrijding valt op dat elke onderzoeker weer een andere groep van fungiciden test op hun werking. Ook worden zowel fungiciden met contactwerking als systemische fungiciden getoetst. Ter bescherming van de bloempjes is, gezien de plaats van infectie en de bloeitijd een systemische fungicide te verkiezen boven een fungicide met contactwerking. In het onderzoek van Frauenstein et al. (1987) blijkt propiconazool (systemisch) echter niet beter te werken dan thiram (contactwerking).

Ter voorkoming van de vorming van de vruchtlichamen hebben de fungiciden een betere werking dan ter bescherming van de bloempjes. Een nadeel van de eerste methode van bestrijding is dat alleen de sclerotiën in het behandelde perceel geen vruchtlichamen vormen. Sclerotiën aanwezig in de berm of op aangrenzende percelen kunnen dan nog steeds een infectie geven.

Als aanwezigheid van sclerotiën in de grond wordt verwacht, moet gespoten worden voordat de sclerotiën kiemen en vruchtlichamen vormen. Honingdauw wordt pas zes tot acht dagen na infectie afgescheiden. Infectie van de bloempjes is dan pas zichtbaar. Om deze infectie te voorkomen moet aan het begin van de bloei worden gespoten. Indicaties voor de kans op infectie zijn:

- een infectie in het voorafgaande jaar;
- aanwezigheid van vruchtlichamen;
- infectie van vroeg bloeiende grassoorten in de berm.

Als de zwarte sclerotiën in de zaadpluimen worden gevonden is bestrijding niet meer mogelijk. Wel moet in het volgende jaar rekening worden gehouden met infectie.

De conclusie is dat een aantasting van moederkoren preventief moet worden bestreden. Ter voorkoming van de vorming van vruchtlichamen zijn enkele fungiciden effectief. Om de bloempjes te beschermen zijn grotendeels dezelfde fungiciden effectief, maar is de werking nooit 100%. Met verschillende cultuurmaatregelen moet de kans op aantasting met moederkoren zo veel mogelijk worden verkleind. De belangrijkste maatregelen hiervoor zijn: sclerotiënvrij zaaizaad, diepploegen en maaien van bermen. Een bemesting blijkt geen invloed te hebben op het aantal sclerotiën dat gevormd wordt. Biologische bestrijding lijkt perspectief te bieden, maar is gezien de praktische problemen (lange periode regen; wel infectie) nog niet haalbaar.

Waarschijnlijk zijn er wel enige vormen van resistentie tegen moederkoren mogelijk. Door het kweken van rassen met een korte bloeitijd zal de kans op infectie afnemen.

LITERATUUR

Alexopoulos, C.J., 1962.

Introductory mycology. Wiley, New York, etc. p. 322-325.

Anonymus, 1982.

Keuringsreglement Stichting Nederlandse Algemene Keuringsdienst voor Zaaizaad en Pootgoed van Landbouwgewassen, Wageningen, NAK 137 p.

Bausback, G.A. 1976.

Künstliche Selektion in dem Wirt-Parasit-System Roggen-Mutterkorn Universität Hohenheim Stuttgart. Hohenheim, 85 p.

Békésy, N., 1962.

Die landwirtschaftlichen und industriellen Probleme der parasitischen Mutterkornkultur. Acta Agron. 2, 125-130.

Bové, F.J., 1970.

The story of ergot: for physicians, pharmacists, nurses, biochemists, biologists and other interested in the live sciences. Basel etc., Karger, 297 p.

Bretag, T.W., 1978.

Field studies on the survival of ergot sclerotia in soil (Abst.). In: Abstracts of papers, 3rd National Plant Pathology Conference, Supplement to Australasian Plant Pathology Soc. Newsletter 7 (1).

Bretag, T.W. and P.R. Merriman, 1981.

Epidemiology and cross-infection of *Claviceps purpurea*. Trans. Br. mycol. Soc. 77, 1, 211-213.

Bretag, T.W., 1985.

Control of ergot by a selective herbicide and stubble burning. Trans. Br. mycol. Soc. 85, 2, 341-343.

Cagas, B., 1986.

Effectiveness of selected fungicides against the ergot (*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul.) in grasses. Sbor. UVTIZ-Ochr. Rostl. 22, 3, 199-205.

Cagas, B., 1987.

Tilt 250 EC in saving intergenetic grass hybrids from ergot. Sbornik Vedeckych Praci 10, 167-176.

Coley-Smith, J.R. and R.C. Cooke, 1971.

Survival and germination of fungal sclerotia. Department of Botany University of Hull, Engeland. p. 65-85.

Cooke, R.C. and D.J. Mitchell, 1966.

Sclerotium size and germination in *Claviceps purpurea*. Trans. Br. mycol. Soc. 49 (1), p. 95-100.

Cunfer, B.M., 1975.

Colonization of ergot honeydew by *Fusarium heterosporum*. Phytopathology 65, 1372-1374.

Cunfer, B.M., 1976.

Waterpotential of ergot honeydew and its influence upon colonization by microorganisms. Phytopathology 66, 449-452.

Frauenstein, K., 1967.

Untersuchungen zum Auftreten des Mutterkorns, *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul., an der Wiesenrispe, *Poa pratensis* L. Z. Pflkrh. Pflschz. 74, 443-459.

Frauenstein, K., 1972.

Die Eignung morphologischer Merkmale der Konidien von *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul. zur identifizierung physiologischer Formen. Arch. Pflanzenschutz Berlin 8, 109-124.

Frauenstein, K., G. Horn en M. Stolle, 1987.

Untersuchungen zum Einsatz von Fungiziden zur Bekämpfung des Mutterkorns, *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul., in Vermehrungsbeständen von Wiesenrispe. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR 41, 8, 158-160.

Hampton, J.G., 1984.

Control measures for ergot in the paspalum (*Paspalum dilatatum* Poir.) seed crop. J. Appl. Seed Production 2, 32-35.

Hardison, J.R., 1972.

Prevention of ascocarp formation in *Claviceps purpurea* by fungicides applied over sclerotia at the soil surface. *Phytopathology* 62, 609-611.

Hardison, J.R., 1975.

Chemical prevention of ascocarp formation in *Claviceps purpurea*. *Phytopathology* 65, 502-503.

Harper, R.F. and W.L. Seaman, 1980.

Ergot of rye in Alberta: Distribution and severity 1972-'76. *Canadian journal of plant pathology* 2, 4: 227-231.

Heungens, A., 1980.

Schadelijke vliegenlarven in de landbouw, *Agricontract* nr. 108, 5 p.

Labruyère, R.E., 1980.

Fungal diseases of grasses grown for seed. In: P.D. Hebblethwaite (ed) *Seed Production*. Butterworths, Londen, 173-187.

Labruyère, R.E., 1982.

Samenvatting onderzoekresultaten graszaadschimmels 1981. Verslag PAC-graszaadteelt, IPO, Wageningen, 6 p.

Labruyère, R.E. en W. Nijveldt, 1987.

Ziekten en plagen graszaadgewassen in beeld. CAD gewasbescherming/Productschap voor landbouwzaaizaden, Wageningen, 56 p.

Luttrell, E.S., 1977.

The disease Cycle and Fungus-Host Relationship in Dallisgras Ergot. *Phytopathology* 67, 12: 1461-1468.

Mantle, P.G., 1965.

Hypercapsulated growth of *Leuconostic mesenteroides* in the sphaelial stage of *Claviceps purpurea*. *Antonie van Leeuwenhoek* 31, 414-422.

Mastenbroek, C. en A.J.P. Oort, 1941.

Het voorkomen van moederkoren op granen en grassen en de specialisatie van de moederkorenschimmel. *Tijdschrift over plantenziekten* 47, 5: 165-185.

Merriman, P.R., M. Pywell, G. Harrison, J. Nancarrow, 1979.

Survival of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* and effects of cultivation practices on disease. *Soil Biol. Biochem* 11, 567-570.

Mitchell, D.T. and R.C. Cooke, 1968.

Some effects of temperature on germination and longevity of sclerotia in *Claviceps purpurea*. *Trans. Br. mycol. Soc.* 51, 5, 721-729.

Mower, R.L., W.C. Snyder and J.G. Hancock, 1975.

Biological control of ergot by fusarium. *Phytopathology* 65, 5-10.

Rajeswara, B.R., S.P. Singh.

Effect of NPK-fertilisation, time of N-application and intercropping with peas and beans on the yield of ergot (*Claviceps purpurea*) and rye grain. *Acker- und Pflanzenbau* 151, 354-359.

Teutenberg, A., 1987.

Mutterkorn an Kultur- und Wildgräsern. *Gesunde Pflanzen*, 39, 4, 145-150.

Willingale, J., P.G. Mantle, R.P. Thakur, 1986.

Postpollination Stigmatic Constriction, the basis of ergot resistance in selected lines of pearl millet. *Phytopathology* 76: 536-539.

Wood, G. and J.R. Coley-Smith, 1980.

Observations on the prevalence and incidence of ergot disease in Great Britain with special reference to open-flowering male-sterile cereals. *Ann. appl. Biol.*, 85, 41-46.

Wood, G. and J.R. Coley-Smith, 1980.

The effectiveness of fungicides used against *Claviceps purpurea* attacking male-sterile barley in field trials. *Ann. appl. Biol.* 96, 169-175.

Wood, G. and J.R. Coley-Smith, 1982.

Epidemiology of ergot disease (*Claviceps purpurea*) in open-flowering male-sterile cereals. *Ann. appl. Biol.* 100, 73-82.

Bijlage 1. Overzicht van de aantasting van veldbeemdgras met moederkoren in 1988.

In het overzicht zijn de rassen onder nummer vermeld en zijn alleen die rassen genomen waarvan meer dan 10 percelen verspreid over Nederland geogst zijn.

rasnr.	% van de percelen dat aangetast is
1	29,5
2	23,3
3	40,0
4	53,9
5	20,6
6	17,5
7	26,8
8	12,4
9	6,0
10	63,6
11	20,4
12	12,7
13	10,6
14	4,3
15	21,1
16	52,9
gemiddeld	27,4

Bijlage 2. Overzicht van de chemische samenstelling van fungiciden die tegen moederkoren zijn beproefd.

benomyl	methyl N-[(butylcarbamoyl)benzimidazool-2-yl]carbamaat (syst.)
captan	N-(trichloormethylthio)-4-cyclohexeen-1,2-dicarboximide
EL 279	&-(2-chloorfenyl)-&-cyclohexyl-5-pyrimidine methanol
ferbam	ijzer(III)dimethyldithiocarbamaat
mancozeb	complex van zink- en mangaanethyleenbisdithiocarbamaat
prochloraz	N-propyl-N[2-(2,4,6-trichloorfenoxy)-ethyl]imidazool-1-carbonamide (restgroep)
propiconazool	1-[2-(2,4-dichloorfenol)-4-propyl-1,3-dioxolaan-2-yl]-1,2,4-triazool
thiabendazool	2-(4-thiazolyl)benzimidazool (syst.)
thiram	tetramethylthiuramdisulfide (dithiocarbamaat)
triadimefon	1-(4-chloor-fenoxy)-3,3-dimethyl-1-(1,2,4-triazool-1-yl)-2-butanon
zineb	zink ethyleenbisdithiocarbamaat
ziram	zinkdimethyldithiocarbamaat

Nog leverbare PAGV-uitgaven¹⁾

Verslagen

5. De invloed van het rooitijdstip op de stikstofbehoefte van drie suikerbietenrassen; ing. Th. Huiskamp, september 1982 f 10,—
6. De betekenis van vrijlevende wortelaaltjes bij maïs; ir. C. A. A. Maenhout et al, januari 1983 f 10,—
7. Epipré-evaluatieverslag 1982; ing. H. Drenth en ir. K. Reinink, december 1982 f 10,—
8. Onderzoek naar verschillen in opbrengst en kwaliteit van consumptie-aardappelen in het zuidwesten van Nederland; ir. C. B. Bus, ing. K. W. Bosma (CA-Barendrecht) en ir. D. W. de Hoop (LEI), februari 1983 . f 10,—
10. Epipré-instructieboekje 1983; ir. K. Reinink en ing. H. Drenth, april 1983 f 10,—
13. Het effect van de intensiteit van de zaaibedbereiding op het kiembed en de opkomst, opbrengst en kwaliteit van suikerbieten; ing. Th. Huiskamp, september 1983 f 10,—
14. Verslag van een driejarig onderzoek naar de optimale stikstofgift voor bruine bonen; G. J. Bom, september 1983 f 10,—
15. Epipré-evaluatieverslag 1983; ing. H. Drenth en ir. K. Reinink, januari 1984 f 10,—
16. Factoranalyse-onderzoek in snijmaïs in Oost-Overijssel in 1981 en 1982. Ing. J. Boer, januari 1984 f 10,—
18. Rendabiliteit van continue teelt en nauwe rotaties van aardappelen en suikerbieten op het proefveld PAGV1 (1978 t/m 1982) Ing. H. Preuter, maart 1984 f 10,—
19. Biologie en ecologie van kleefkruid (*Galium aparine*). Ir. W. G. M. van den Brand, april 1984 f 10,—
20. Pootafstanden en gebruik van Alar en Rovral bij de teelt van Alphapootgoed. Ing. J. Alblas en B. v.d. Spek, januari 1984 f 10,—
21. Epipré 1984 - instructieboekje. Ir. K. Reinink en ing. H. Drenth, maart 1984 f 10,—
22. Resultaten van diep losmaken van zavelgronden in zuidwest-Nederland; 1978-1982. Ing. J. Alblas, april 1984 f 10,—
23. Resultaten kalibouwplanproeven op zeelei. Ir. J. Prummel (IB) en dr. ir. J. Temme (Nederlands Kali Instituut), mei 1984 f 10,—
24. Oogstplanning van bloemkool in "de Streek". Ir. R. Booij, oktober 1984 f 10,—
25. Beregeningsonderzoek bij asperges op de proeftuin "Noord-Limburg". Ing. D. van der Schans en ir. A. J. Hellings, oktober 1984 f 10,—
26. Kalibemesting voor aardappelen in de Brabantse Biesbosch en het Land van Altena. Ing. J. Alblas, november 1984 f 10,—
27. Spruitkool bewaren aan de stam. Ing. J. A. Schoneveld, november 1984 f 10,—
28. Verslag Inventarisatie Graanziekten 1984. Ing. W. Stol, januari 1985 . f 10,—
30. De invloed van grote giften runderdrijfmest op de groei, opbrengst en kwaliteit van snijmaïs en op de bodemvruchtbaarheid; Heino (zandgrond) 1972 - 1982. Ir. J. J. Schröder, maart 1985 f 10,—
31. De invloed van grote giften runderdrijfmest op de groei, opbrengst en kwaliteit van snijmaïs en op de bodemvruchtbaarheid en waterverontreiniging; Maarheeze 1974 - 1984. Ir. J. J. Schröder, maart 1985 f 10,—
32. De invloed van grote giften runderdrijfmest op de opbrengst en kwaliteit van snijmaïs en op de bodemvruchtbaarheid; Lelystad 1976 - 1980. Ir. J. J. Schröder, maart 1985 f 10,—
33. Intensieve teeltsystemen bij wintertarwe. Dr. ir. A. Darwinkel, maart 1985 f 10,—
35. Biologie en ecologie van zwarte nachtschade (*Solanum nigrum*). Ir. W. G. M. van den Brand, maart 1985 f 10,—
36. Epipré 1985 instructieboekje. Ir. K. Reinink, april 1985 f 10,—

¹⁾ Een volledig overzicht van de PAGV-uitgaven wordt u op aanvraag graag toegezonden.

37. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van snijmaïs. Ir. C. L. M. de Visser, ir. H. F. M. Aarts, april 1985	f 10,—
38. Zuiveringsslib in de akkerbouw; Ir. S. de Haan en ing. J. Lubbers (IB), Ing. A. de Jong (PAGV), maart 1985	f 10,—
39. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van Engels en Italiaans raigras, veldbeemdgras en roodzwenkgras. Ir. C. L. M. de Visser, juni 1985	f 20,—
40. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van uien en sjalotten. Ir. C. L. M. de Visser, juni 1985	f 10,—
42. Themadag effecten van diepe grondbewerking in de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt, juli 1985	f 10,—
43. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van aardappelen, Ir. C. L. M. de Visser, augustus 1985	f 10,—
44. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van erwten, stambonen en veldbonen. Ir. C. L. M. de Visser, augustus 1985	f 20,—
45. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van wortelen. Ir. C. L. M. de Visser, september 1985	f 10,—
46. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van winterkoolzaad. Ir. C. L. M. de Visser, september 1985	f 10,—
47. Biologie en ecologie van melganzevoet (<i>Chenopodium album</i>). Ir. W. G. M. van den Brand, december 1985	f 10,—
48. Verslag inventarisatie graanziekten 1985. Ing. H. P. Versluis, december 1985	f 10,—
49. Natriumbemesting en natriumbehoefte van suikerbieten. Dr. ir. J. Temme en dr. J. G. H. Stassen, december 1985	f 10,—
50. Epipré instructieboekje 1986. Ing. W. Stol, april 1986	f 10,—
51. Studiedag kluitplanten. Ir. R. Booij en N. J. Snoek, juli 1986	f 10,—
52. Biologie en ecologie van hanepoot (<i>Echinochloa crus-galli</i>). Ir. W. G. M. van den Brand, juli 1986	f 10,—
53. Opkomstperiodiciteit bij 40 eenjarige akkeronkruidsoorten en enkele hiermee samenhangende onkruidbestrijdingsmaatregelen. Ir. W. G. M. van den Brand, oktober 1986	f 10,—
54. De teelt van wintertarwe als dekvrucht voor veldbeemd- en roodzwenkzaadgewassen. Ir. W. J. M. Meijer, oktober 1986	f 10,—
56. De invloed van het maaien van de tarwestoppel op ondergezaaide veldbeemd- en roodzwenkzaadgewassen. Ir. W. J. M. Meijer, oktober 1986	f 10,—
57. Benutting afvalwarmte bij vollegrondsteelten. Ing. J. A. Schoneveld, november 1986	f 10,—
59. Het bestrijden van verstuiven op landbouwgronden. Dr. ir. A. Darwinkeel, november 1986	f 10,—
60. Stikstofbemesting van wintertarwe. Ir. K. Reinink, december 1986	f 10,—
63. De invloed van teeltmaatregelen bij winterkoolzaad op de zaadproductie in Noord-Nederland. S. Vreeke, maart 1987	f 10,—
64. Themadag "Werkbaarheid en tijdigheid", 13 mei 1987	f 10,—
65. Invloed van plantaantal en potermaat op de opbrengst en de sortering van pootaardappelen. Ing. J. K. Ridder, mei 1987	f 10,—
66. Bewaren en voorkiemen bij pootaardappelen. Ing. J. K. Ridder, mei 1987	f 10,—
68. Vervroeging van vollegrondsgroenten met afdekmaterialen. Ir. C. F. G. Kramer en J. T. K. Poll, september 1987	f 10,—
69. Biologie en ecologie van vogelmuur (<i>Stellaria media</i>). Ir. W. G. M. van den Brand, september 1987	f 10,—
70. Ontwikkeling van een biotoets voor het Noordelijk wortelknobbelaaltje (<i>Meloidogyne hapla</i>). Ing. A. A. W. Zondervan, november 1987	f 10,—
71. Het EPIPRE-adviesmodel, een kritische analyse. Werkgroep EPIPRE, december 1987	f 10,—
72. Teelttechnische en economische aspecten bij de teelt van kleine witte kool. Ing. C. van Wijk, ir. C. Kramer, ing. G. Schroën en ir. R. Booij, januari 1988	f 10,—
73. Het optimale oogsttijdstip van snijmaïs. Ing. H. M. G. van der Werf, april 1988	f 10,—

74. Ontwikkeling van teeltbegeleidingssystemen voor aardappelen en suikerbieten. Ir. C. L. M. de Visser, ir. H. F. M. Aarts en ing. K. Hindriks, mei 1988	f 10,—
75. Bedrijfseconomische aspecten van de grondontsmetting in rotaties met consumptieaardappelen, suikerbieten en winter tarwe op het proefveld te Westmaas (1981 t/m 1986). Ing. H. Preuter, mei 1988 ...	f 10,—
77. Jaarverslag 1986 proefproject Borgerswold. Ing. J. Boerma, december 1988	f 10,—
78. Bijzaaien en overzaaien van snijmaïs. H. M. G. van der Werf en H. Hoek, december 1988	f 10,—
79. Teeltvervroeging bij maïs. H. M. G. van der Werf en H. Hoek, maart 1989	f 10,—
80. Economische aspecten van de plantdichtheid bij witlof. Ir. C. F. G. Kramer, februari 1989	f 10,—
81. Stikstofbemesting van ijssla. Dr. ir. J. H. G. Slangen (LU), ir. H. H. H. Titulaer (PAGV), ir. H. Niers (IB) en dr. ir. J. van der Boon (IB), februari 1989	f 10,—
82. Classificatievoorstel plantesoorten, cultuurgewassen, rasgroepen en teeltvormen in de akkerbouw, vollegrondsgroente- en bloembollenteelt. Ir. P. W. J. Raven (PAGV) en ir. J. W. Stoop (LBO), april 1989	f 10,—
83. De invloed van hoge teeltfrequentie op opbrengst en kwaliteit van (fijne) peen. Ing. Th. Huiskamp, april 1989	f 10,—
84. Oppervlakkige grondbewerking in het gewas maïs. H. M. G. van der Werf (PAGV), J. J. Klooster (IMAG) en D. A. van der Schans (PAGV), mei 1989	f 10,—
85. Toedienen van drijfmest in maïs (vervolgonderzoek 1985-1987). Ir. J. Schröder (PAGV) en ir. L. C. N. de la Lande Cremer (IB), mei 1989 ..	f 10,—
86. Teelt van fabrieksaardappelen op bedden ten opzichte van op ruggen. Ing. J. K. Ridder, juli 1989	f 10,—
87. Detaillering van het onderdeel Bemesting van het Informatiemodel "Open Teelten"-bedrijf. Ir. A. Landman en ir. A. E. Brands, juli 1989 .	f 10,—
88. Bestrijding van moederkoren in graszaadgewassen. Ir. G. H. Horemans en G. Olthof, juli 1989	f 10,—