

Animal Sciences Group

Kennispartner voor de toekomst



process for progress

Rapport 168

Helminthosporium in snijmaïs

Deskstudie en praktijkonderzoek

December 2008



ANIMAL SCIENCES GROUP
WAGENINGEN UR

Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group van Wageningen UR
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail Info.veehouderij.ASG@wur.nl
Internet <http://www.asg.wur.nl>

Redactie

Communication Services

Aansprakelijkheid

Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Liability

Animal Sciences Group does not accept any liability for damages, if any, arising from the use of the results of this study or the application of the recommendations.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Abstract

Infection of corn with *Helminthosporium* has negative effects on yield and quality.

The first infection in the Netherlands in 2007 was considerable. This report described the results of a desk study supplemented with a practice survey of the development and incidence of the disease, the consequences for yield and quality and measures to control or prevent the disease.

Keywords

Corn, leaf blight, *Helminthosporium*, yield, harvest, preservation, feed, cultivation measures

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteurs

H.A. van Schooten (ASG)
J.A.M. Groten (PPO)
R. Meier (PPO)
R.L.G. Zom (ASG)
H.T.A.M. Schepers (PPO)

Titel

Helminthosporium in snijmaïs
Rapport 168

Samenvatting

Aantasting van maïs door *Helminthosporium* heeft negatieve effecten op de opbrengst en kwaliteit. In 2007 was in Nederland de eerste aantasting van betekenis. Dit rapport beschrijft de resultaten van een deskstudie aangevuld met praktijkinventarisatie naar de ontwikkeling en incidentie van de ziekte, de gevolgen voor de opbrengst en kwaliteit en maatregelen om de ziekte te kunnen beheersen of voorkomen.

Trefwoorden

Maïs, bladvlekkenziekte, *Helminthosporium*, opbrengst, oogst, conservering, voeding, teeltmaatregelen



Rapport 168

Helminthosporium in snijmaïs

Helminthosporium in silage maize

H.A. van Schooten (ASG)

J.A.M. Groten (PPO)

R. Meier (PPO)

R.L.G. Zom (ASG)

H.T.A.M. Schepers (PPO)

December 2008

Voorwoord

Bladvlekkenziekte in maïs is voor de Nederlandse maïstelers een nieuw fenomeen en staat momenteel behoorlijk in de belangstelling. In 2007 en in iets minder mate ook in 2008 was de maïs in Nederland voor het eerst vrij massaal aangetast. Op basis van de voorspelde klimaatsverandering mogen we verwachten dat ook in de toekomst rekening moet worden gehouden met aantastingen. Snijmaïs is naast gras het belangrijkste voedergras in de Nederlandse melkveehouderij. Aantasting heeft negatieve effecten op de opbrengst en kwaliteit van maïs en kan dus behoorlijke economische schade veroorzaken. In opdracht van Productschap Zuivel is daarom een onderzoek uitgevoerd naar de effecten van de ontwikkeling van de schimmel, de gevolgen voor de opbrengst en kwaliteit en mogelijke teeltmaatregelen.

Het onderzoek is tot stand gekomen door samenwerking tussen Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO) en Animal Sciences Group (ASG) van Wageningen UR.

Samenvatting

Inleiding

In Nederland wordt jaarlijks gemiddeld ruim 210.000 ha snijmaïs en 35.000 ha korrelmaïs/ccm geteeld. Daarmee vormt maïs naast gras het belangrijkste voedergewas in de melkveehouderij. Bladvlekkenziekte wordt veroorzaakt door de schimmel *Helminthosporium*. In 2007 was in Nederland de eerste aantasting van betekenis. De kans is groot dat ook in Nederland de komende jaren de maïs vaker wordt aangetast. Schade in maïs kan door (massale) aantasting aanzienlijk zijn als gevolg van lagere (korrel)opbrengsten en lagere voederwaarde. Er zijn nog veel onzekerheden op het vlak van teeltmaatregelen, gevolgen voor conservering, voederwaarde en voeding onder Nederlandse omstandigheden. Daarom is in 2008 een deskstudie uitgevoerd naar de oorzaken en gevolgen van bladvlekkenziekte. De deskstudie is aangevuld met praktijkonderzoek waarbij door praktijkinventarisaties gegevens zijn verzameld over het voorkomen en ontwikkeling van de ziekte in de praktijk, effecten op conservering, bewaring en voederwaarde. Daarnaast is op twee locaties oriënterend onderzoek gedaan naar het effect van voorjaarsgrondbewerking op de mate van aantasting.

Deskstudie

Er zijn drie soorten van de schimmel *Helminthosporium*, die bladvlekkenziekte in maïs veroorzaken. In Nederland en Europa is de *H. turcicum* de belangrijkste, gevolgd door de *H. carbonum*. De *H. turcicum* veroorzaakt in het begin langgerekte grijsbruine vlekken. De andere twee soorten veroorzaken veel kleine grijsbruine vlekjes. Uiteindelijk vloeien de vlekken samen en kunnen grote delen van het blad afsterven.

Helminthosporium overwintert op gewasresten in de grond en kan in het voorjaar het nieuwe gewas weer aantasten. De eerste aantasting (primaire) ontstaat dan ook vanuit de grond. Bij vooral vochtig (dauw) en warm weer (20-25 °C) kan de schimmel zich snel op het gewas ontwikkelen en nieuwe sporen vormen. De wind verspreidt deze sporen naar andere planten binnen het perceel, maar ook naar naburige percelen. Dit is de secundaire aantasting.

Een vroege primaire aantasting veroorzaakt de meeste schade binnen een perceel en een vroegere en hogere druk van de secundaire aantasting. Om ernstige schade op korte en lange termijn tegen te gaan, moet een vroege primaire aantasting daarom worden voorkomen. Dit kan door vruchtwisseling. Een tweede en wellicht de belangrijkste maatregel voor de praktijk is het gebruiken van tolerante rassen. Ten derde kan ook het goed onderwerken van de gewasresten voor uitzaai van het nieuwe maïsgewas hieraan een bijdrage leveren.

De effecten van een aantasting met bladvlekkenziekte (*Helminthosporium*) in snijmaïs zijn vergelijkbaar met droogteschade. In het buitenland zijn er opbrengstreducties aangegeven van boven de 50%. Het effect op de verteerbaarheid is minder groot dan op opbrengst, maar *Helminthosporium*aantastingen kunnen wel resulteren in een andere nutriëntensamenstelling met o.a. een veranderde verhouding tussen zetmeel en suikers. Deze veranderde verhouding kan van invloed zijn op de nutriëntenvoorziening en daarmee op melkproductie en melksamenstelling.

*Helminthosporium*aantasting leidt niet tot de vorming van schadelijke mycotoxinen. Een aantasting met *Helminthosporium* geeft wel een grotere kans op aantasting met andere schimmels (*Fusarium*, *Aspergillus*) die wel mycotoxinen kunnen vormen. Een aantasting hoeft geen effect te hebben op de conservering, mits de maïs goed gehakseld is en de kuil goed verdicht en lichtdicht afgesloten is. Bij sterk drogende weersomstandigheden kan het drogestofgehalte snel oplopen. Als daardoor het drogestofgehalte bij inkuilen te hoog wordt, neemt de broeigevoeligheid toe.

Het optimale oogsttijdstip van aangetaste snijmaïs is lastig te bepalen. Wanneer nog enige kolfvorming heeft plaatsgevonden, kan men het gewas het beste laten staan tot dat de korrels het deegrijpe stadium hebben bereikt. Eerder oogsten is alleen nodig wanneer het gewas gaat legeren door *Fusarium* (stengelrot) of als het gewas echt volledig is afgestorven.

Veldinventarisatie

De afgelopen 2 jaar heeft de schimmel *Helminthosporium* zich over geheel Nederland verspreid. In 2008 was de aantasting door *Helminthosporium* minder verspreid over Nederland dan in 2007. Met name in het zuidoosten en in het oosten van Nederland was de aantasting zowel in 2007 als 2008 zwaar te noemen.

In 2007 werd de aantasting voor ongeveer 80% veroorzaakt door *H. turcicum* en voor ongeveer 20% door *H. carbonum*. In 2008 was dit ruim 95% *H. turcicum* en maximaal 5% *H. carbonum*. Tot nu toe is de *H. maydis*, die volgens de literatuur veel meer schade kan aanrichten en waarschijnlijk ook de kolf kan aantasten, nog niet geconstateerd in Nederland. In geen van de jaren zijn vlekken op de kolf of het schutblad gevonden.

Hoewel de eerste aantastingen al rond eind juni plaatsvonden, werd het op grotere schaal vaak pas in augustus in de praktijk opgemerkt. Enerzijds doordat dit dan vaak een secundaire aantasting was en daardoor meer boven in het gewas en aan de randen van het perceel optreedt. Anderzijds omdat de maïs na de bloei gevoeliger wordt. Gemiddeld genomen bloeit de maïs in Nederland in juli.

Waarschijnlijk treedt de explosieve groei vaak pas in augustus op, maar dan moeten de omstandigheden wel gunstig zijn. Er zijn voorbeelden dat de maïs in 2 weken tijd van vrijwel schoon tot 50% aangetast verandert. Daarnaast kan de schimmel zich door de wind over grote afstand verspreiden naar naburige percelen. Er zijn duidelijke rasverschillen in mate van gevoeligheid. Sommige rassen zijn meer gevoelig voor *H. turcicum* en andere meer voor *H. carbonum*. Ook zijn sommige rassen gevoelig voor beide. In de Rassenbulletins 2009 (gekoppeld aan de Aanbevelende Rassenlijst) is de tolerantie voor de Helminthosporiumschimmel terug te vinden. Bij een relatief zware vroege aantasting liepen de geschatte verliezen op tot 5 á 10% zowel in VEM-opbrengst bij snijmaïs als in korrelopbrengst bij korrelmaïs. Helminthosporium maakt maïs gevoeliger voor Fusarium (stengelrot); daardoor wordt de oogstbaarheid bij korrelmaïs sterk verslechterd. Dit vergroot de kans op oogstverliezen.

Kuilinventarisatie

In dit onderzoek zijn twaalf snijmaïskuilen uit de praktijk met Helminthosporium geselecteerd. De kuilen zijn onderzocht op verschillende voederwaarde en conserveringsparameters. Daarnaast hebben de betreffende boeren een vragenlijst ingevuld over teeltmaatregelen en ervaringen met oogst, bewaren en voeren. Op basis van het onderzoek en de ervaringen van de boeren kunnen we concluderen dat de maïs van de onderzochte kuilen gemiddeld vrij laat aangetast was, d.w.z. na de korrelzetting en korrelvulling. Op één bedrijf leek op basis van met name de voederwaardegegevens het gewas wat eerder te zijn aangetast. Dit bedrijf was ook het enige bedrijf waar in het voorjaar een niet kerende grondbewerking was toegepast. De voederwaarde van de onderzochte kuilen was gemiddeld nauwelijks lager dan normaal. De voederwaarde varieerde van 930 tot 987 VEM per kg ds. De voederwaarde van de kuil met de laagste voederwaarde lag ongeveer 3,5% onder het landelijk gemiddelde. Gemiddeld was het zetmeelgehalte van de onderzocht kuilen circa 5% lager dan het landelijk gemiddelde van 343 g/kg drogestof. De celwandverteerbaarheid was van praktisch alle kuilen gelijk of iets hoger dan het gemiddelde van de Aanbevelende Rassenlijst 2008. Het gemiddelde drogestofgehalte van de onderzochte kuilen kwam aardig overeen met het landelijk gemiddelde. Een aantasting van de maïs met bladvlekkenziekte had een beperkte invloed op de conservering. De conservering van de meeste kuilen was redelijk normaal verlopen. Op één bedrijf was het melkzuurgehalte extreem laag en het azijnzuurgehalte duidelijk hoger dan normaal. De meeste kuilen hadden een wat hoger dan normaal ethanolgehalte. Niet duidelijk is of hier de bemonsteringsmethode een rol bij heeft gespeeld. De kuilen hadden niet meer last van broei dan normaal. Daarnaast werd de voeropname gemiddeld beoordeeld als goed en niet of nauwelijks minder dan normaal. Op basis van onderzoek aan een kuilmonster van één bedrijf kan voorzichtig worden geconcludeerd dat Helminthosporium sporen niet meer levensvatbaar zijn na conservering.

Voorjaarsgrondbewerking

In dit onderzoek is de invloed van drie verschillende voorjaarsgrondbewerkingen (ploegen, spitten en cultiveren) op de mate van aantasting door Helminthosporium in maïs onderzocht. Het onderzoek is uitgevoerd op een licht leemhoudende zandgrond in Dalfsen (Ov.) en op een lichte zandgrond in Vredepeel (L.). Op de locatie Dalfsen bleef de ontwikkeling van de maïs op de behandeling cultiveren sterk achter vergeleken met de beide andere behandelingen. Hierdoor kunnen we op deze proef geen conclusies trekken over het effect op aantasting door Helminthosporium. Hoewel de gewasstand tussen ploegen en spitten vrijwel gelijk was, zagen we geen verschil in aantasting tussen deze twee objecten. Op de locatie Vredepeel was geen invloed van voorjaarsgrondbewerking op de gewasstand waar te nemen. Het object ploegen had gedurende het jaar continu een mindere aantasting dan het spitten en cultiveren. Daarnaast leek spitten een iets mindere aantasting te hebben dan cultiveren. Vooral in de periode half juli tot half augustus was de aantasting bij ploegen constant, terwijl in deze periode de aantasting bij spitten en cultiveren toenam. Na half augustus werd de aantasting snel zwaarder. Zeer waarschijnlijk werd dit veroorzaakt door een secundaire aantasting, doordat sporen met de wind werden verspreid. De verschillen tussen de objecten werden kleiner, maar tussen ploegen en cultiveren bleef een significant verschil. Uit de proef in Vredepeel kunnen we concluderen dat bij ploegen de primaire aantasting wel optreedt, maar dat de druk een stuk minder is dan bij spitten en cultiveren. Hierdoor wordt de aantasting pas na half augustus, dus ruim na de bloei, zwaarder. Dit zal tot gevolg hebben dat de schade op het perceel beperkt blijft en ook minder druk voor een secundaire aantasting op naburige percelen ontstaat.

Summary

Introduction

The Netherlands has a yearly production of, on average, over 210,000 ha of fodder maize and 35,000 ha of corn/ccm, making corn the most important feed crop besides grass in the dairy sector. Leaf blight is caused by the fungus *Helminthosporium*. In 2007, the first infection was significant. Chances are that the coming years the Netherlands will see this disease more often. The damage can be considerable in case of a (massive) infection, owing to less yield of grain and reduced nutritional value. There are still many uncertainties concerning cultivation measures, consequences for preserving, nutritional value and feed in Dutch circumstances. That is why in 2008 a desk study was done on the causes and consequences of leaf blight. The desk study was supplemented by practical research, for which, via practice surveys, data were collected on actual appearance and development of the disease, effects on preserving, conservation and nutritional value. Moreover, an explanatory study was carried out on two locations concerning the effect of tilling the land in spring on the extent of infection.

Desk study

There are three different strains of the fungus *Helminthosporium* that cause leaf blight in corn. In the Netherlands and Europe the most important one is *H. turcicum*, followed by *H. carbonum*. The *H. turcicum* causes cigar-shaped gray, tan spots in the beginning. The other two strains cause many small gray, tan spots. Eventually the spots come together and large parts of the leaf may die off.

Helminthosporium overwinters on crop residues in the soil and can infect the new crop again in spring. The first infection (primary) originates from the soil. Particularly when the weather is humid (dew) and warm (20-25° C), the fungus can develop quickly and form new spores. By the wind these spores are spread to other plants within the plot, but also to neighbouring plots. The latter is called secondary infection.

An early primary infection causes most damage within the plot and causes an earlier and higher pressure of secondary infection. To prevent serious damage in the short and long term, an early primary infection should be prevented. This is possible by applying crop rotation. A second, and probably the most important, measure for practice is using tolerant breeds. Thirdly, ploughing crop residues well under the ground before sowing the new corn crop may also contribute.

The effects of infection of leaf blight (*Helminthosporium*) in fodder maize are comparable to drought damage. Foreign countries have reported yield reductions of over 50%. The effect on the digestibility is less large than on yield, but *Helminthosporium* infections can result in a different nutrient composition with, among other things, a changed ratio between starch and sugar. This changed ratio may affect the nutrient supply and with this milk production and composition.

Helminthosporium infection does not lead to forming harmful mycotoxines. However, an infection with *Helminthosporium* does give a greater chance of infection with other fungi (*Fusarium*, *Aspergillus*), both being able to form mycotoxines. An infection need not affect preservation, but the corn should be chopped well and the silage should be covered well and lightproof. With strongly drying weather conditions, the dry matter content can increase rapidly. If by this the dry matter content gets too high when ensiling, the susceptibility to heating increases.

The optimal moment of harvesting of infected fodder maize is difficult to determine. If some cob-forming has taken place, the crop can best be harvested after the kernels have reached the dough-ripe stage. Earlier harvest is only necessary if the crop is lodged by *Fusarium* (wilt disease) or if the crop has died off completely.

Field survey

The past two years the fungus *Helminthosporium* spread throughout the Netherlands. In 2008 the infection by *Helminthosporium* was spread less than in 2007, but particularly in Southeast and East Netherlands the infection was considerable in both years.

In 2007 the infection was caused by *H. turcicum* (80%) and by *H. carbonum* (20%). In 2008 this was over 95% and maximal 5% respectively. Until now *H. maydis*, which is far more harmful according to the literature, and is likely to also infect the cob, has not been seen in the Netherlands yet. In none of the years spots were found on the cob or bract.

Although the first infections took already place in late June, only in August could spots be seen at a larger scale. On the one hand, because this often concerned a secondary infection and due to this the infection occurred at the top of the crop and at the sides of the plot. On the other hand, the corn is getting more susceptible after bloom.

In the Netherlands, silking moment of the corn is in July, which makes it likely that explosive growth can only be seen in August. The conditions, however, should be favourable for the fungus. There are examples of corn growing from almost uninfected to 50% infected in two weeks. Moreover, the fungus can spread by the wind across a large distance to neighbouring plots.

There are clear breed differences as to the extent of susceptibility. Some varieties are more susceptible to *H. turcicum* and others more to *H. carbonum*. There are also varieties that are susceptible to both. In the Breed bulletins 2009 which are linked to the Recommended Variety List, the tolerance for *Helminthosporium* can be found.

With a relatively considerable, early infection the estimated losses mounted to 5 to 10%, in net energy for lactation (VEM)-yield in fodder maize as well as in grain yield in corn. *Helminthosporium* makes corn more susceptible to *Fusarium* (wilt disease), which strongly deteriorates the harvestability of the corn, which in turn increases the chance of harvest losses.

Silage survey

For this study, 12 fodder maize silages infected with *Helminthosporium* were selected. The silages were investigated as to different nutritional value and conservation parameters. Moreover, the farmers concerned filled in a questionnaire about cultivation measures and experience with harvest, conservation and feeding. On the basis of the research and the experience of the farmers, it can be concluded that the corn of the silages studied was, on average, infected fairly late, that is to say after grain setting and grain filling. One farm seemed to have been infected at an earlier stage, based on particularly the nutritional value data. This farm was also the one and only farm that had applied less intensive tillage in the spring. The nutritional value of the silages studied was, on average, hardly lower than usual. It varied from 930 to 987 VEM per kg of dry matter. The nutritional value of the silage with the lowest value was approximately 3.5% below the national average. On average, the starch content of the silages studied was approximately 5% lower than the national average of 343 g/kg/ of dry matter. The cell wall digestibility was equal for almost all silages or somewhat higher than the average of the Recommended Variety List 2008. The average dry matter content of the silages studied was reasonably similar to the national average. An infection with leaf blight had little effect on the preservation. The preservation of most silages had gone fairly normally. On one farm the lactic acid was extremely low and acetic acid clearly higher than normal. Most silages had a slightly higher than usual ethanol content. It is not clear, however, whether the method of sampling had played a part here. The silages did not suffer from heat more than usual and feed uptake was considered good and not, or hardly, less than usual.

Spring tillage

In this study the effect of three different ways of soil tillage (ploughing, spading and cultivation) on the extent of *Helminthosporium* infection in corn was investigated. The research was done on slightly loamy soil in Dalfsen (East Netherlands) and on light sandy soil in Vredepeel (South Netherlands).

On the Dalfsen plot, the development of the corn strongly lagged behind as to cultivation compared with the other treatments. That is why no conclusions can be drawn as to the effect on *Helminthosporium* infection. Although the crop condition between ploughing and spading was almost similar, there was no difference in infection between these two objects.

On the Vredepeel plot, no effect of spring tillage on crop condition could be observed. The object ploughing had continuously less infection than spading and cultivation throughout the year. Moreover, spading seemed to cause slightly less infection than cultivation. Particularly during the period mid-July to mid-August the infection was constant, while in this period the infection increased with digging and cultivation. After mid-August the infection increased rapidly. This was very likely caused by a secondary infection, because spores were spread via the wind. The differences among the objects became smaller, but between ploughing and cultivation a significant difference remained.

From the Vredepeel study, it can be concluded that with ploughing, primary infection occurs, but much less than with spading and cultivation. Because of this, the infection is getting worse only after mid-August, so well after blooming. This will result in less loss on the plot and less pressure of a secondary infection on neighbouring plots.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

Inleiding.....	1
Deel A: Deskstudie	2
1 Fysiologie van Helminthosporium en mogelijke teeltmaatregelen	2
1.1 Helminthosporiumsoorten	2
1.2 Weersomstandigheden voor groei en verspreiding	4
1.3 Overwintering	4
1.4 Eerste Infectie haarden.....	4
1.5 Andere waardplanten.....	5
1.6 Teeltmaatregelen om Helminthosporium onder controle te houden	6
2 Invloed op opbrengst, conservering en voerkwaliteit	7
2.1 Effecten op opbrengst en voederwaarde.....	7
2.2 Conservering	8
2.3 Mycotoxinen	8
2.4 Oogst	8
3 Conclusies.....	10
Deel B: Praktijkonderzoek	11
1 Veldinventarisatie	11
1.1 Materiaal en methoden	11
1.2 Resultaten en discussie	11
1.2.1 Meldingen uit de praktijk.....	11
1.2.2 Rassenproeven Aanbevelende Rassenlijst.....	13
2 Kuilinventarisatie	15
2.1 Materiaal en methoden	15
2.1.1 Inventarisatie	15
2.1.2 Bemonstering.....	15
2.1.3 Analyses	16
2.1.4 Vragenlijst.....	16
2.2 Resultaten en discussie	17
2.2.1 Teeltinformatie	17
2.2.2 Voederwaarde	17
2.2.3 Conservering.....	20
2.2.4 Overleving Helminthosporiumsporen in de kuil	23
2.2.5 Voerervaringen	23
3 Effect voorjaarsgrondbewerking	24
3.1 Materiaal en methoden	24
3.2 Resultaten en Discussie	25

3.2.1	Proef Dalfsen.....	25
3.2.2	Proef Vredepeel.....	27
4	Conclusies.....	28
4.1	Veldinventarisatie.....	28
4.2	Kuilinventarisatie.....	28
4.3	Voorjaarsgrondbewerking.....	29
	Praktijktoeepassingen.....	30
	Vragen voor vervolgonderzoek.....	31
	Fysiologie en teeltmaatregelen.....	31
	Oogst, bewaring en voeding.....	31
	Bijlagen.....	33
	Literatuur.....	46

Inleiding

In Nederland wordt jaarlijks gemiddeld ruim 210.000 ha snijmaïs en 35.000 ha korrelmaïs/ccm geteeld. Daarmee vormt maïs naast gras het belangrijkste onderdeel van de rantsoenen in de melkveehouderij. Bladvlekkenziekte in maïs veroorzaakt door de schimmel *Helminthosporium* spp. kwam tot voor kort niet noemenswaardig voor in Nederland. In meer zuidelijke landen als het zuiden van Duitsland, Oostenrijk en Frankrijk heerst de ziekte al langer en komt de aantasting frequenter voor. Schade in snijmaïs kan door (massale) aantasting aanzienlijk zijn als gevolg van lagere opbrengsten en lagere voederwaarde. Voor de korrelmaïs en ccm-telers betekent een aantasting reductie van de korrelopbrengst en mogelijk hogere droogkosten als gevolg van een negatief effect op het drogestofgehalte in de korrel. Een aantasting kan ook consequenties hebben voor de het inkuilen en de bewaarbaarheid van snijmaïs.

In 2007 was in Nederland de eerste aantasting van betekenis. De kans is groot dat ook in Nederland de komende jaren de maïs vaker zal worden aangetast. De schimmeldruk vanuit de grond is in 2007 sterk vergroot en de klimatologische omstandigheden lijken voor de ontwikkeling van de schimmel steeds gunstiger te worden.

Er zijn nog veel onzekerheden over teeltmaatregelen, gevolgen voor conservering, voederwaarde en voeding onder Nederlandse omstandigheden. Daarom is in 2008 een deskstudie uitgevoerd naar de oorzaken en gevolgen van bladvlekkenziekte. De deskstudie is aangevuld met praktijkonderzoek waarbij via praktijkinventarisaties gegevens zijn verzameld over het voorkomen en ontwikkeling van de ziekte in de praktijk, effecten op conservering, bewaring en voederwaarde. Daarnaast is op twee locaties oriënterend onderzoek gedaan naar het effect van voorjaarsgrondbewerking op de mate van aantasting.

Het doel van het onderzoek is om de schade door bladvlekkenziekte voor de melkveehouderij te beperken door een betere beheersing van de ziekte. Getracht wordt dit doel te bereiken door meer inzicht in de incidentie van de ziekte in Nederland (inventarisatie), de ontwikkeling van de ziekte, de gevolgen van de ziekte voor de opbrengst en kwaliteit en maatregelen om de ziekte te kunnen beheersen of voorkomen.

In deel A van dit rapport worden de resultaten van de deskstudie beschreven, in deel B de resultaten van het praktijkonderzoek.

Deel A: Deskstudie

1 Fysiologie van Helminthosporium en mogelijke teeltmaatregelen

1.1 Helminthosporiumsoorten

Er zijn drie soorten Helminthosporium die bladplekkenziekte in maïs veroorzaken. Wereldwijd worden deze Northern leafblight, Southern leaf blight en Helminthosporium leafspot genoemd. Een officiële Nederlandse benaming voor deze schimmelziekten in maïs is er (nog) niet. Het onderscheid kan gemaakt worden doordat ze verschillende ziektebeelden veroorzaken en ook de vorm van de sporen is onderscheidend (bijlagen 1 en 2).

Alle schimmels hebben een generatieve fase (teleomorph), voor de noodzakelijke genetische variatie binnen de soort en een vegetatieve fase (anamorph), voor een snelle verspreiding van de soort gedurende de groei van hun gastheren. Helminthosporium is de vegetatieve fase. De schimmels worden genoemd naar hun generatieve fase. Is deze nog niet bekend, dan wordt de naam van de vegetatieve fase gehanteerd. De naamgeving van de schimmels is de laatste decennia nogal onderhevig aan veranderingen, door de steeds verfijndere methoden van determinatie. Op het ogenblik is de officiële nomenclatuur van de Helminthosporium schimmels op maïs als volgt:

Northern (corn) leafblight

Teleomorph: *Setosphaeria turcica* (synoniem *Trichometasphaeria turcica*)

Anamorph : *Exserohilum turcicum* (synoniem *Helminthosporium turcicum*)

Southern (corn) leafblight

Teleomorph: *Cochliobolus heterostrophus*

Anamorph : *Bipolaris maydis* (synoniem *Helminthosporium maydis*)

Helminthosporium leafspot

Teleomorph: *Cochliobolus carbonum*

Anamorph : *Bipolaris carbonum* (synoniem *Helminthosporium carbonum*)

Voor de herkenbaarheid naar de praktijk toe, worden de drie schimmels in dit rapport bij de oude naam Helminthosporium (afgekort H. als de soort genoemd wordt) gebruikt.

In bijlage 1 staan de internationale beschrijvingen (Commonwealth Mycological Institute (CMI) International Mycological Institute (IMI) 1971/1972 van de drie Helminthosporiumsoorten.

Ziektebeeld Helminthosporium

Bij een aantasting ontstaan in het begin kleine grijsgroene vlekjes (zie bijlage 2). Bij de Helminthosporium turcicum groeien die uit tot grote langwerpige grijsbruine vlekken tot wel 15 cm lang. Bij Helminthosporium carbonum en maydis ontstaan veel vlekjes van slechts 2 – 3 cm lang. Uiteindelijk vloeien de vlekken samen en kunnen grote delen van het blad afsterven.

Opbrengstderving door bladplekkenziekte is afhankelijk van het moment en de zwaarte van de aantasting. Bij een zware primaire aantasting vóór de bloei kan de korrelopbrengst volgens de literatuur tot 50% lager uitvallen. Een lagere korrelopbrengst geeft een lager zetmeelgehalte en daarmee een lagere voederwaarde en opbrengst. Uit bevindingen in 2007 is de schatting gemaakt dat bij een zware vroege primaire aantasting bij snijmaïs de VEM/kg drogestof en de drogestofopbrengst beide 3 - 5% lager uitvallen en daarmee de VEM-opbrengst 5 – 10% lager kan zijn. Bij een late secundaire aantasting (ook al is deze zwaar) is de schade zeer gering, de schatting is 1 à 2% in VEM-opbrengst. De schimmel is zover bekend niet giftig voor het vee.

Sterk aangetaste maïs ziet er dood en verdord uit. Men is dan al gauw geneigd om het snel te oogsten, maar dit is lang niet altijd verstandig. Het drogestofgehalte van de maïs valt dan vaak tegen omdat de stengel en de kolf nog vrij vochtig zijn. Tevens produceert maïs nog steeds bij, zelfs als er rond half september nog maar drie bladeren groen zijn (Van Schooten et al., 2007)

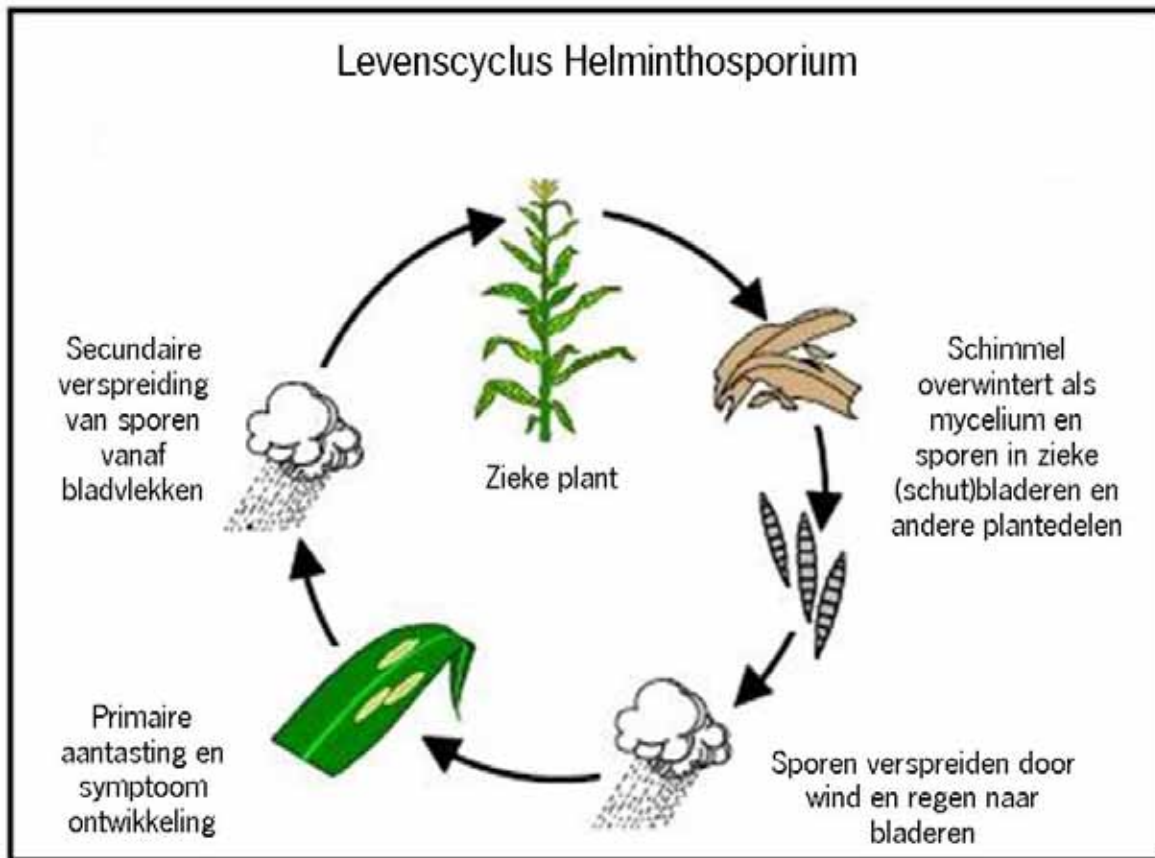
In figuur 1 is in het kort uitgebeeld welke stadia H. turcicum doorloopt. Voor H. maydis en H. carbonum is de cyclus identiek. Bij de laatste twee Helminthosporium soorten kunnen ook de maïskolven worden aangetast. In Nederland is nog geen aantasting door H. maydis en aantasting van de maïskolven geconstateerd.

De vegetatieve fase van *Helminthosporium* is verantwoordelijk voor de aantasting van de maïs en de snelle verspreiding. Onder zeer gunstige omstandigheden kan de incubatie periode (infectie tot verse sporulatie) op het blad slechts 3 dagen zijn (Anonymous 1970).

De generatieve fase wordt ook op de plant gevormd, meestal op rand van blad en bladschede als de bladeren gaan afsterven. De generatieve fase zorgt voor de instandhouding van een gevarieerd aantal fysio's, met elk hun eigen genen kenmerken om de resistentie van bepaalde maïsrassen te doorbreken. Fysio's zijn visueel niet van elkaar te onderscheiden. Zo heeft *H. maydis* fysio's O, T en C. Fysio O infecteert alle typen maïs over de hele wereld. Fysio T infecteert alleen maïsrassen/hybriden die mannelijk steriel cytoplasma type T (cms-T) hebben en Fysio C alleen de rassen met cms-C. Fysio T heeft een hogere optimum temperatuur dan Fysio O en kan ook de maïskolven aantasten. Fysio O tast zelden de maïskolven aan. Het hele seksuele mechanisme van de generatieve fase is erg complex en wordt hier verder niet besproken.

Binnen het geslacht *Cochliobolus* kan hybridisatie plaatsvinden. In vitro heeft men de ascosporen van diverse isolaten van *C. heterostrophus* gekruist en *C. carbonum* met elkaar gekruist. Van de 630 kruisingen zijn er twee gelukt (Nelson, 1959).

Figuur 1 Levenscyclus van *Helminthosporium turcicum*



In de USA had men van 1939-1943 veel last van *H. turcicum* in de maïsteelt. Met de opkomst van de hybride maïsrassen rond 1950 werd de bladvlekkenziekte een steeds groter probleem. Het massaal telen in (praktisch) monocultuur van deze eerste hybride rassen, die erg vatbaar waren voor de bladvlekkenziekten, zorgde voor een desastreuze epidemie in 1970. De hoofdveroorzaker was toen *H. maydis*.

In Duitsland wordt in 1938 (Boning, 1938) melding gemaakt van *H. maydis* in Zuid-Beieren, maar eind jaren negentig begint *H. turcicum* een grote rol te spelen in de maïsteelt (Hugger, 2007). Ook in Nederland zijn afgelopen jaren *Helminthosporium*bladvlekken gesignaleerd. Voornamelijk de grote vlekken van *H. turcicum*, maar in 2007 werden ook de kleinere vlekken van *H. carbonum* gesignaleerd.

Levenscyclus Helminthosporium

De eerste besmetting vindt plaats vanuit gewasresten in de grond. Door opspattende sporen worden de planten geïnfecteerd. De eerste aantasting (primair) vindt dus op de onderste bladeren plaats. Vervolgens kan de ziekte zich naar boven in het gewas ontwikkelen en door sporulatie kan het zich over grote afstand verder verspreiden door de wind en andere percelen besmetten. Dit is de tweede (secundair) aantasting. Hierbij worden vaak eerst de bovenste bladeren aangetast. De schimmel ontwikkelt zich het snelst onder vochtige (dauw) omstandigheden en temperaturen tussen 20-25 °C waarbij de optimum temperatuur bij *H. carbonum* en *H. maydis* iets hoger is dan bij *H. turcicum* (Van Schooten et al., 2007)

1.2 Weersomstandigheden voor groei en verspreiding

H. maydis is voornamelijk een probleem in de tropische en subtropische gebieden. De optimum temperatuur van fysio O is 28 °C en van fysio T 32 °C. Bij lagere temperaturen (18-20 °C) kan de schimmel wel groeien, maar is dan veel minder actief.

H. turcicum en *H. carbonum* gedijen het best in de regionen met gematigde temperaturen van 18-25 °C, hoewel er ook fysio's zijn die bij 30 °C optimaal kunnen infecteren.

Helminthosporium heeft om goed te kunnen groeien en zich te kunnen vermenigvuldigen perioden met hoge luchtvochtigheid, dauw en geregeld een regenbui nodig. Uitbundige sporulatie bij korte natte periodes 's nachts afgewisseld met droge periodes overdag.

Wind is nodig voor de verspreiding van de sporen. In de staat Georgia USA (Anonymous, 1970) zijn afstanden van 20 mijl per dag gemeten. De sporenlucht werd vertraagd door bergketens en bossen.

Opspattende regendruppels of beregeningswater zorgen dat de schimmelsporen op nabij gelegen maïsplanten terechtkomen.

1.3 Overwintering

Helminthosporium overwintert als mycelium en sporen in/op de plantenresten (Carson, 1998). De schimmel kan vorst overleven. *H. maydis* fysio T overleeft ook in en op het zaad als mycelium en vormt soms sclerotiën op het zaad (Morgan, 1971). *H. carbonum* overleeft ook als mycelium in en op het zaad (Tanaka, 2001).

Zaadontsmetting van zaad dat geïnfecteerd is met Helminthosporium zorgt ervoor dat zwaar geïnfecteerd zaad beter kiemt, maar hierdoor werden wel meer systemisch aangetaste planten gevonden (Manoj et al, 1998a, 1998b). Van *H. turcicum* is nooit overleving op zaad gevonden. De peritheciën (vruchtlichamen) van de generatieve fase van Helminthosporium zijn eveneens een belangrijke mogelijkheid voor overwintering. In Mississippi (Futrell, 1970) hebben een aantal telers hun zwaar door *H. maydis* besmette voedermaïs opgeslagen in silo's. Na 10 dagen fermentatie zijn monsters uit de silo's geplant op een kunstmatige voedingsbodem. Na incubatie werd geen levende *H. maydis* op de voedingsbodems waargenomen. De schimmel kan dus niet groeien/in leven blijven in de anaerobe omstandigheden van fermenterende voedermaïs in de silo's. Of dit ook geldt voor ingekuilde maïs is niet bekend.

1.4 Eerste Infectie haarden

Zodra de weersomstandigheden weer gunstig zijn, vormt het mycelium in de gewasresten op de grond grote hoeveelheden sporen, die door de wind over grote afstand verspreid kunnen worden, of door opspattende waterdruppels op nabij gelegen maïsplanten terechtkomen.

Hoe dieper de aangetaste plantenresten in de grond zitten, des te moeilijker het is voor de sporen om door opspattend water of de wind getransporteerd te worden naar maïsplanten.

Uit zaad dat besmet is met *H. maydis* of *H. carbonum* kunnen kiemplanten groeien, die systemisch aangetast zijn (Boothroyd, 1971). De schimmel groeit mee in de nieuwe maïsplantjes. Zodra de weersomstandigheden gunstig zijn worden de sporen gevormd op de plant. Deze aangetaste planten sterven na verloop van tijd (afhankelijk van de weersomstandigheden), maar hebben dan al een aanzienlijke periode als infectiebron gefungeerd.

In Nieuw Zeeland (Scott, 1971) is op geïmporteerd zaad en popcorn *H. maydis* gevonden. Er werd tot nader order een embargo ingesteld op deze producten.

Kiemplanten van maïs kunnen al vroeg in het seizoen aangetast worden door aangetast plantmateriaal dat achter gebleven is op het veld.

Samenvatting eigenschappen drie Helminthosporiumsoorten

	<i>H. turcicum</i>	<i>H. carbonum</i>	<i>H. maydis</i>
Ras/fysio/stam	Al 8 fysio's bekend	Al 5 fysio's bekend	Fysio O, T en C zijn op het ogenblik het belangrijkste.
Ziektebeeld (zie ook bijlage 2)	Grote grijsbruine vlekken tot wel 15 cm lang. Aantasting van de maïskolven komt nog nauwelijks voor. Meer legering van de maïsplanten	Kleine vlekjes op de bladeren. Afhankelijk van het fysio grijs tot bruin, met of zonder rand. De maïskolven worden ook aangetast. Meer legering van de maïsplanten	rechthoekige vlekjes 2-3 cm en/of iets grotere ovaalvormige vlekken op de bladeren. Soms aantasting op de maïskolven (fysio T). Meer legering van de maïsplanten.
Weersomstandigheden	In gebieden met gematigd klimaat (18-25°C) en hoge luchtvochtigheid	In gebieden met gematigd klimaat (18-25°C) en hoge luchtvochtigheid	Vooral in warme vochtige gebieden zoals de tropen en subtropen. Optimum 28-32°C
Verspreiding	Sporen worden met de wind over grote afstand verspreid. Verder over kleinere afstand met opspattend water. Andere waardplantsoorten.	Sporen worden met de wind over grote afstand verspreid. Verder over kleinere afstand met opspattend water. Aangetast zaad en andere waardplantsoorten.	Sporen worden met de wind over grote afstand verspreid. Verder over kleinere afstand met opspattend water. Aangetast zaad en andere waardplantsoorten.
Schade	Als de infectie vroeg invalt (vóór de bloei) opbrengstderving van 50-90% mogelijk. Tevens verlies van voederwaarde.	Als de infectie vroeg invalt (vóór de bloei) opbrengstderving van 50-90% mogelijk. Tevens verlies van voederwaarde.	Kan wel 80% opbrengstderving geven. Tevens verlies van voederwaarde.
Overwinteren	Als mycelium, sporen en vruchtlichamen in en op plantenresten. Zaadbesmetting (nog) niet gevonden.	Als mycelium op en in het zaad. Als mycelium, sporen en vruchtlichamen in en op plantenresten.	Op zaad met sclerotiën en in het zaad als mycelium (fysio T). Als mycelium, sporen en vruchtlichamen in en op plantenresten.

1.5 Andere waardplanten

Diverse Helminthosporiumsoorten van maïs kunnen ook overleven op andere soorten planten in de grassenfamilie. Van bermudagrass en een aantal sorghum-, millet-, en wilde Zea soorten (komen niet in Nederland voor) is Helminthosporium geïsoleerd, die de gecultiveerde maïs ziek kunnen maken. Singh & Singh (1966) melden dat *H. maydis* sorghum en suikerriet kan aantasten. Engelhard (1976) kan gekweekte bloemen zoals anjer, geranium en grote leeuwenbek infecteren met *H. maydis*. Chauhan (1992, 1995) isoleert *H. maydis* uit bladplekken op de bladeren van populieren. Of er in Nederland buiten maïs ook andere waardplanten zijn waarop Helminthosporium kan overleven, is onbekend.

1.6 Teelmaatregelen om Helminthosporium onder controle te houden

- *Vruchtwisseling*

Carson (1998) heeft in proeven gevonden dat sporen van Helminthosporium minstens 1 jaar kunnen overleven. Er zijn geen praktijkervaringen met maïsrotaties en het optreden van Helminthosporium bekend. Maar op basis van de bevindingen van Carson (1998) kunnen we concluderen dat door het toepassen van vruchtwisseling de besmettingsdruk wordt verminderd ten opzichte van continue teelt. Daarbij mag verwacht worden dat de druk verder afneemt naarmate de vruchtwisseling ruimer is.

- *Resistente of tolerante maïs rassen telen.*

Zea mays bezit voldoende natuurlijke resistentiegenen tegen Helminthosporium. Deze resistentiegenen kunnen door kruisingen ingebouwd worden. In de USA zijn op deze wijze resistenties ingebouwd tegen Northern blight and Southern Blight. Ook in Europa zijn vooral in de landen die al meerdere jaren te maken hebben met Helminthosporium zoals Duitsland en Frankrijk, rassen ontwikkeld met een zekere mate van tolerantie tegen Helminthosporium. In de Duitse Rassenlijst 2008 staat alleen de gevoeligheid vermeld tegen Stängelfäule (*Fusarium* spp.). In de Franse rassenlijsten van Arvalis staat niets vermeld over gevoeligheid voor Helminthosporium. In het zuiden van Duitsland (Beieren) wordt in rassenproeven wel de gevoeligheid voor Helminthosporium beoordeeld (<http://www.alf-an.bayern.de>). Alle zaadbedrijven hebben perspectieven voor het inbouwen van resistentie in rassen voor Nederland. Resistentieveredeling voor Nederland is al gestart

- *Goed onderwerken van zieke gewasresten*

De primaire aantasting veroorzaakt de meeste schade en is ook verantwoordelijk voor de secundaire aantasting. Het is belangrijk de primaire aantasting, die veroorzaakt wordt door het opspreiden van sporen met grond en water, te voorkomen. De schimmel overleeft op gewasresten in de grond. De schimmeldruk wordt verlaagd door de vertering van gewasresten te bevorderen. Hiervoor moet de stoppel in de herfst bewerkt worden met een niet kerende grondbewerking, zodat het bodemleven en bevochtiging de vertering van gewasresten bevordert en er minder gewasresten in de grond overblijven. Het advies is vervolgens om in het voorjaar de overgebleven gewasresten goed onder te werken door een kerende grondbewerking, zodat de kans op opspreidende sporen wordt verkleind. Ploegen lijkt de voorkeur te hebben boven spitten, zodat de schimmelsporen niet door regen en wind getransporteerd kunnen worden naar maïsplanten verderop (Van Schooten et al., 2007).

- *Uitgaan van gezond zaad.*

Door het ministerie van LNV en de PD is een register van schadelijke organismen in zaaiplanten opgesteld. Daarin staat bij maïszaad uit het buitenland vermeld dat laboratoriumonderzoek naar *H. maydis* en *H. carbonum* verplicht is, tenzij een schriftelijke verklaring van de fytosanitaire dienst van het land van herkomst bijgevoegd is. Zaadontsmetting met fungiciden zal de schimmel in het zaad niet doden. Misschien dat een warmtebehandeling van het zaad (warm water of warme lucht) de schimmel in het zaad op non-actief kan stellen.

- *Chemische bestrijding*

Er zijn schimmeldodende middelen (fungiciden), die een bestrijdend effect hebben op Helminthosporiumsoorten. Deze middelen zijn echter in Nederland niet toegelaten voor de bestrijding van Helminthosporium in maïs. In een aantal landen zijn wel toelatingen voor de toepassing in de zaadteelt van maïs om de productie van gezond zaaiplant te garanderen. Tot nog toe wordt aangenomen dat toepassing in de teelt van silomaïs, snijmaïs en suikermaïs niet rendabel is. Ook de toepassingstechniek in een hoog gewas en de residuen in het te oogsten product zijn punten die nader onderzoek verdienen.

- *Bemesting*

Roy (1966) meldt dat in potplantenproeven de aantasting met *H. turcicum* verergerde naarmate de gegeven N-bemesting hoger werd. Fosfaat en Kalium hadden geen significant effect op de aantasting. Ook Vidhyasekaran & Kandasamy (1971) vonden in kasproeven dat de gevoeligheid van maïsplanten voor *H. turcicum* toenam met een hogere stikstofgift. In veldproeven en in de praktijk zijn nog geen ervaringen met de invloed van bemesting op Helminthosporium.

2 Invloed op opbrengst, conservering en voerkwaliteit

2.1 Effecten op opbrengst en voederwaarde

De effecten van bladvlekkenziekte in snijmaïs zijn in zekere mate vergelijkbaar met droogteschade. In beide gevallen sterft het blad af waardoor transport van suikers uit het blad en de stengels naar de kolf stil komt te liggen. Het gevolg hiervan is dat er minder zetmeel wordt gevormd met als resultaat een verminderde korrelvulling en een lagere korrelobbrengst en een lager 1000-korrel gewicht. Het effect van bladvlekkenziekte op de opbrengst hangt, net als droogteschade, af van het moment waarop het gewas wordt aangetast. Wanneer bladvlekkenziekte optreedt vóór en tijdens de vrouwelijke bloei (het verschijnen van de kolfpluimen), dan kan dit resulteren in een opbrengstdaling van 50% of meer. Hoe later de aantasting plaatsvindt des te kleiner het effect op de opbrengst. Als bladvlekkenziekte enkele weken na de bloei verschijnt, is het effect op de opbrengst gering. Er zijn geen recente gegevens bekend van de effecten bladvlekkenziekte op de voederwaarde. Er zijn slechts beperkte gegevens bekend uit het verleden. Het meeste onderzoek naar de effecten op de voederwaarde dateert van ongeveer 35 jaar geleden, toen in de Verenigde Staten een grootschalige aantasting met southern corn leaf blight (*Helminthosporium maydis*) plaatsvond. Onderzoek van Caldwell en Perry (1972) liet zien dat het ruw eiwit, ruw vet, ruwe celstof, ruw as en de stikstofvrije fractie van aangetaste snij- en korrelmaïs (circa 38% aangetast) nauwelijks verschilde van niet aangetaste snij- en korrelmaïs (tabel 1). Seerley et al. (1972) vonden dat een aantasting met *Helminthosporium maydis* resulteerde in een hoger ruw eiwitgehalte en een kleinere stikstofvrije fractie in korrelmaïs, het ruwe celstof-, ras- en ruw vetgehalte werden niet beïnvloed.

Een verteringsproef met ossen liet zien dat er geen effecten waren van *Helminthosporium maydis* aantasting op de *in vivo* verteerbaarheid van de drogestof, ruw eiwit, ruw vet, ruwe celstof, ruw as en de stikstofvrije fractie van snij- en korrelmaïs (tabel 1; Caldwell en Perry, 1972). Voederproeven met varkens lieten zien dat rantsoenen met bladvlekkenziekte aangetaste korrelmaïs een lagere verteringscoëfficiënt van de drogestof en de stikstofvrije fractie lieten zien. Tevens was sprake van een lagere voederefficiëntie (Seerley et al., 1972). Bij varkens en ratten werden geen verschillen in groei gezien. Bij konijnen had het voeren van met bladvlekkenziekte aangetaste korrelmaïs geen effect op reproductie en worpgrootte (Seerley et al., 1972).

Caldwell en Perry (1972) vonden een groot verschil in het drogestofgehalte tussen de aangetaste en niet aangetaste snijmaïs (Tabel 1). Beide gewassen werden gelijktijdig (begin september) geoogst. De niet-aangetaste snijmaïs had op dat moment het deegrijpe stadium bereikt. De aangetaste snijmaïs bleek op datzelfde moment een veel hoger drogestofgehalte te hebben. De aantasting met bladvlekkenziekte resulteerde in veel sneller afsterven en indrogen van blad en stengels. We moeten hierbij echter een kanttekening maken voor het hoge drogestofgehalte bij aangetaste snijmaïs. Het versnelde indrogen van het blad kan een gevolg zijn van de droge weersomstandigheden die specifiek zijn voor het gebied waar de maïs werd geteeld. Deze effecten zijn niet zonder meer te vertalen naar de situatie in Nederland.

In het gepubliceerde onderzoek worden geen cijfers van de suiker- en zetmeelgehalten gegeven. Waarschijnlijk is het totale gehalte aan suikers plus zetmeel lager in de aangetaste snijmaïs en is het zetmeelgehalte ten opzichte van het suikergehalte lager omdat net als bij droogte het transport van suikers naar de kolf stil komt te liggen. Zetmeel uit snijmaïs wordt deels in de pens afgebroken tot voornamelijk propionzuur, terwijl het ook voor een deel in de darm wordt afgebroken tot glucose. Propionzuur en glucose zijn precursors voor de lactosevorming. Daarnaast kan een verbeterde voorziening met glucose zorgen voor een besparing van de afbraak van glucogene aminozuren die hierdoor potentieel beschikbaar komen voor melkeiwitsynthese (Nocek en Tamminga, 1997). Suiker worden in de pens afgebroken tot voornamelijk boterzuur dat een precursor is voor melkvetsynthese. Een andere verhouding tussen zetmeel en suikers als gevolg van een *Helminthosporium* aantasting kan hierdoor invloed hebben op nutriëntenvoorziening en daarmee effect hebben op melkproductie en melksamenstelling. Er zijn in de literatuur geen gegevens gepubliceerd van de effecten van een *Helminthosporium* aantasting op de nutriëntenopname en melkproductie en melksamenstelling bij melkkoeien.

2.2 Conservering

Er is weinig bekend over de effecten van bladvlekkenziekte op de conservering van snijmaïs. In het onderzoek van Caldwell en Perry (1972) zorgde een aantasting met bladvlekkenziekte voor een veel sneller afsterven en indrogen van blad en stengels en uiteindelijk voor een hoog drogestofgehalte. Mogelijk als gevolg van het hoge drogestofgehalte, traden er problemen op met de conservering van de snijmaïs die zich uitte in schimmelvorming. Ondanks dat bij de oogst dezelfde hakselaar was gebruikt met steeds dezelfde theoretische haksellengte, bleek de gemiddelde deeltjesgrootte van de aangetaste snijmaïs groter te zijn. Dit geeft aan dat aangetaste snijmaïs zich slechter laat hakselen. Het hoge drogestofgehalte heeft mogelijk geleid tot een geringere verdichting van de kuil en een sterkere luchttoetreding (Caldwell en Perry, 1972). Deze ervaringen geven aan dat als aantasting met bladvlekkenziekte tot een hoog drogestofgehalte leidt, het hakselen en kuilen van snijmaïs extra aandacht vraagt.

Onderzoek naar de conservering van Corn Cob Mix geeft aan dat indien zorgvuldig wordt gewerkt en goede anaerobe omstandigheden in de kuil wordt gerealiseerd, aantasting met *Helminthosporium maydis* geen nadelig effect hoeft te hebben op de conservering (McMahon et al., 1975).

2.3 Mycotoxinen

Schimmels kunnen gifstoffen afscheiden (mycotoxinen) die schadelijk kunnen zijn voor mens en dier. In de wetenschappelijke literatuur zijn geen aanwijzingen te vinden dat *Helminthosporium*-aantastingen in (snij)maïs leiden tot de vorming van mycotoxinen. Bij onderzoek met toediening van isolaten van specifiek *Helminthosporium maydis* aan muizen, ratten varkens en kippen zijn geen aanwijzingen gevonden voor toxiciteit (Doupnik et al., 1971; Ciegler et al., 1972). Echter, een aantasting met *Helminthosporium* kan het gewas wel gevoeliger maken voor aantastingen met andere schimmels zoals *Fusarium* en *Aspergillus* (Länderübergreifende Zusammenarbeit der Landesanstalten für Landwirtschaft, 2007). Van verschillende *Fusarium*-schimmels is bekend dat zij wel mycotoxinen (zearalenon (ZEA) en deoxynivalenol (DON)) kunnen vormen (Cleveland et al., 2003). Bij snijmaïskuil bestaat dit risico vooral als er luchttoetreding mogelijk is (Richard et al., 2007). Bijvoorbeeld als de kuil onvoldoende is verdicht of bij beschadigingen van het kuilplastic.

2.4 Oogst

In het najaar van 2007 verschenen in diverse media en vakbladen berichten met het advies dat zodra een aantasting met bladvlekkenziekte wordt geconstateerd, men de snijmaïs zo snel mogelijk moet oogsten. Dit advies mist echter onderbouwing. Een aantasting met bladvlekkenziekte verhoogt weliswaar de kans op *Fusarium* en stengelrot en daardoor legering, maar dit is nog geen reden om snijmaïs overhaast te oogsten. Vroeg oogsten leidt tot een laag drogestofgehalte in de kuil, en als gevolg daarvan tot perssappverliezen (van Schooten, 2006) en een lagere voeropname (Phipps et al., 2000; Zom et al., 2002). De beslissing wanneer een aangetast gewas moet worden geoogst, is lastig te bepalen; dit hangt af van het tijdstip waarop de aantasting plaats heeft gevonden. Bij een vroege aantasting, dat wil zeggen voor de vrouwelijke bloei waarbij in het geheel geen of nauwelijks kolfvulling plaatsvindt, zal de voederwaarde laag zijn. Dan kan men overwegen het gewas niet te oogsten, maar zorgvuldig onder te ploegen. Bij een latere aantasting met bladvlekkenziekte (na de vrouwelijke bloei), sterft het gewas ook geheel of gedeeltelijk af. Net als in een gezond gewas neemt in een afgestorven gewas het drogestofgehalte van de blad en stengelfractie maar langzaam toe. Maar omdat de kolfzetting achterblijft, wordt het drogestofgehalte van de gehele planten van een afgestorven gewas gauw overschat. Praktijkadviezen in de USA en Canada geven aan dat wanneer in een door bladvlekkenziekte aangetast gewas toch nog enige kolfvorming plaatsvindt, te wachten met de oogst tot het deegrijpe stadium van de korrels is bereikt. Eerder oogsten wordt alleen geadviseerd wanneer daadwerkelijk legering gaat optreden als gevolg van *Fusarium* (stengelrot) of als het gewas echt volledig is afgestorven.

Tabel 1 Effecten van aantasting met bladvlekkenziekte (Southern corn leaf blight; *Helminthosporium maydis*) op de samenstelling en *in vivo* verteringscoëfficiënt (VC) van snijmaïs en korrelmaïs. Data van Caldwell en Perry (1972)

	Snijmaïs				Korrelmaïs			
	niet aangetast		Aangetast		niet aangetast		aangetast	
	gehalte (%)	VC (%)	gehalte (%)	VC (%)	gehalte (%)	VC (%)	gehalte (%)	VC (%)
Drogestof	32.6	74.9	56.7	75.5	87.2	77.7	88.1	80.5
Ruw eiwit	8.1	75.4	8.0	76.8	10.4	68.3	10.2	73.6
Ruw vet	3.0	87.5	2.1	89.9	3.5	78.2	3.4	76.5
Ruw celstof	20.8	61.6	23.9	67.3	2.2	44.9	2.7	52.1
Ruw as	4.5		4.1		1.6		1.7	
N-vrij	63.3	81.1	61.9	79.8	82.3	83.4	82.0	85.6

3 Conclusies

Hieronder worden de conclusies uit de deskstudie puntsgewijs weergegeven.

- Er zijn drie soorten Helminthosporium die bladplekken in maïs veroorzaken. H. turcicum is de belangrijkste in Nederland en Europa, gevolgd door H. carbonum. H. maydis H. turcicum veroorzaakt langgerekte vlekken (10-15cm), de andere twee kleinere vlekjes (2-3cm).
- Helminthosporium overwintert op gewasresten in de grond en kan vorst overleven.
- H. maydis of H. carbonum kunnen met het zaad overgaan. De kiemplanten hieruit zijn systemisch aangetast en kunnen dus zorgen voor verdere verspreiding van de ziekte.
- De eerste aantasting (primair) vindt op de onderste bladeren plaats door opspattend water of de wind. De secundaire aantasting wordt veroorzaakt door verspreiding door de wind en tast vaak eerst het bovenste blad aan.
- De schimmel ontwikkelt zich het snelst onder vochtige (dauw) omstandigheden en temperaturen tussen 20 - 25 °C waarbij de optimum temperatuur bij H. carbonum en H. maydis iets hoger is dan bij H. turcicum.
- Het is niet bekend of in Nederland andere waardplanten zijn waarop Helminthosporium kan overleven. Mogelijk is sorghum de enige.
- Vruchtwisseling, tolerante rassen en goed onderwerken van gewasresten lijken dé teeltmaatregelen in de strijd tegen Helminthosporium.
- Een vroege (voor of rond bloei) primaire aantasting kan aanzienlijke economische schade (opbrengst en kwaliteit) geven. In de literatuur worden opbrengstdervingen tot 50% genoemd.
- Het effect op de verteerbaarheid is minder groot dan op opbrengst, maar Helminthosporiumaantastingen kunnen wel resulteren in een andere nutriëntensamenstelling met o.a. een lager zetmeelgehalte.
- Helminthosporium produceert zelf geen schadelijke mycotoxinen, maar een aantasting kan wel effect hebben op andere schimmelaantastingen die mycotoxinen vormen zoals Fusarium of en Aspergillus
- Een aantasting hoeft geen effect te hebben op de conservering, mits de maïs goed gehakseld is en de kuil goed verdicht en afgesloten is.
- Een ernstig aangetast gewas kan het best worden geogst als de korrel tenminste deegrijp is, of wanneer er daadwerkelijk legering optreedt als gevolg van Fusarium (stengelrot).

Deel B: Praktijkonderzoek

1 Veldinventarisatie

In de veldinventarisatie is gekeken naar het optreden van de Helminthosporiumschimmel in de praktijk in Nederland in 2008. Het doel van deze inventarisatie is de mate van verspreiding over Nederland van de schimmel vast te leggen, en om er achter te komen welke vormen van de schimmel zich in Nederland hebben gemanifesteerd en gevestigd. Ook moet de inventarisatie inzicht geven in de ontwikkelingssnelheid van de schimmel en eventuele schade.

1.1 Materiaal en methoden

Via de Website van ASG en Verantwoorde Veehouderij is in juni 2008 een oproep gedaan aan maïstelers om zich te melden als ze een aantasting van de Helminthosporium schimmel in de maïs waarnamen. Daarnaast is er ook via een kort artikeltje in Boerderij, Nieuwe Oogst en Agrarisch Dagblad met foto's erbij aandacht gevraagd voor de ziekte en voor het melden van aantastingen. Tevens is tijdens het bezoeken van diverse maïsproefvelden in geheel Nederland gekeken naar het voorkomen van de schimmel in Nederland. Ook de ervaringen en waarnemingen op de officiële rassenproefvelden voor de Aanbevelende Rassenlijst zijn meegenomen in de veldinventarisatie. Van deze velden kan ook een indruk worden gekregen van de optredende schade. Bij de inventarisatie zijn ook ervaringen vanuit 2007 meegenomen. Dit om een beter beeld te krijgen van de verspreiding en de ontwikkeling van de schimmel.

1.2 Resultaten en discussie

1.2.1 Meldingen uit de praktijk

Het jaar 2007

Terug kijkend naar 2007 kwam de eerste melding bij het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving binnen op 13 augustus. Het waren planten van een perceel uit Drenthe en de planten hadden op dat moment al vlekken onder en boven in het gewas. Dat betekent dat de maïs al geruime tijd daarvoor de eerste besmetting moet hebben gehad. Volgens de teler zag hij de eerste vlekken al rond eind juni. Eerst werd gedacht dat het door de onkruidbestrijding kwam, maar de vlekken werden steeds groter. Later ontstonden vanuit de besmette percelen banen over naburige percelen, die sterk overeenkwamen met de heersende windrichting. Hieruit kan worden aangenomen dat de wind een sterke verspreider van Helminthosporium is.

Voor 2007 kunnen we concluderen dat er in eerste instantie twee grote haarden waren. Eén in Drenthe en één in Noord-Limburg. Later in het seizoen kwamen ook meldingen van zware aantastingen uit omgeving Breda, Flevoland, Friesland, Overijssel, Zuid-Limburg. Het betrof zowel aantasting door Helminthosporium turcicum (foto 1) als ook de Helminthosporium carbonum (foto 2).



foto1: Helminthosporium turcicum



foto2: Helminthosporium carbonum

Bij een boer in Oploo (foto 3) werd op een vroeg en zwaar aangetast perceel korrelmais een korrelobbrengst gemeld van 6 ton, dit betekende een verlies aan korrelobbrengst ten opzichte van voorgaande jaren van rond de 35%. Een boer in Ospel gaf aan dat rond 1 september de korrelmais in 2 weken tijd van groen tot in 50% dood was veranderd als gevolg van een aantasting met Helminthosporium. Deze maïs is 11 oktober gedorst en de opbrengst bedroeg slechts 5,5 ton bij 30,5% vocht, terwijl hetzelfde ras op niet aangetaste percelen 12 ton bij 28% vocht opbracht. Dat is een verlies van ruim 50%.

In 2007 kwamen er ook voor het eerst aantastingen voor in Noord-Duitsland en België. Terwijl dat in Zuid-Duitsland en Oostenrijk een stuk minder was dan normaal. Er werd aangegeven dat het te droog was en als het al vochtig was, was het vaak te koud voor een snelle ontwikkeling van de schimmel. Helminthosporium blijkt zich met name snel te ontwikkelen bij vochtig en warm weer na de bloei van de maïs (in Nederland gemiddeld in juli).



Foto 3: Zwaar aangetast gewas, volledig dood, begin september 2007 (Oploo)

Het jaar 2008

Naar aanleiding van de oproep op de websites zijn vooral meldingen binnengekomen uit de regio's Overijssel, Achterhoek en Noord – en Zuid-Limburg en zelfs één uit België. Bij de meldingen uit de praktijk ging het telkens om de lange vlekken (tot 15 cm lang) van de *Helminthosporium Turcicum*. De aantasting kwam bij diverse rassen voor. Het is niet juist om hier rasnamen te noemen, omdat dit geen goede steekproef is. Voor de juiste rasinformatie verwijzen we naar www.handboeksnijmais.nl, waar in het hoofdstuk 'Rassen' het Rassenbulletin is opgenomen en waarin de tolerantie van de diverse rassen voor deze schimmel is aangegeven. Het betreft hier gegevens van 2 jaar onderzoek (2007 en 2008). Voor heel Nederland was het aantal meldingen beduidend minder dan in 2007. Ook leek de zwaardere aantasting door de schimmel zich dit jaar meer te concentreren in Zuid- en Oost-Nederland.

Een zeer vroege melding van een aantasting in Hellendoorn is intensiever gevolgd, om meer te weten te komen over de ontwikkelingsnelheid van de schimmel. De melding werd eind juni gemeld. In juli bleef de schimmel wel actief, maar breidde zich niet echt uit. Pas in augustus werd de aantasting erger en ontwikkelde zich verder. Dit ging echter in geleidelijk tempo, dus was geen explosie van de aantasting waar te nemen, zoals dat in 2007 wel gemeld werd.

De drogere omstandigheden in juli en ook de langdurige droogte in het voorjaar in het noorden van Nederland heeft er wellicht toe geleid dat de schimmel zich in 2008 minder explosief ontwikkelde en in het noorden van Nederland gemiddeld genomen geen probleem was.

1.2.2 Rassenproeven Aanbevelende Rassenlijst

De rassenproeven voor de Aanbevelende Rassenlijst liggen verspreid over heel Nederland, met uitzondering van Groningen, Friesland, Noord- en Zuid-Holland. Op basis van het optreden en de ontwikkeling van de schimmel op deze proeven kan een aardig beeld gekregen worden over de verspreiding van de schimmel in 2007 en 2008. Uit de proeven blijkt dat er interessante rasverschillen zijn in tolerantie.

Het jaar 2007

In het jaar 2007 was op alle proefvelden een aantasting van *Helminthosporium* waar te nemen. Dat betekent dat in de regio's West-Noord-Brabant, Oost-Noord-Brabant, Noord-Limburg, Rivierkleigebied, Achterhoek, Overijssel, Drenthe en Flevoland er *Helminthosporium* voorkwam. De zwaarste aantastingen waren op de proefvelden in de regio's Oost-Noord-Brabant, Noord-Limburg, Overijssel en Flevoland. Op deze proefvelden waren eind augustus al dode rassen te vinden. In het rivierkleigebied was de aantasting zeer gering.

Op de zwaarst aangetaste velden kwam zowel *Helminthosporium turcicum* als ook *Helminthosporium carbonum* voor. De overhand had toch duidelijk de *H. turcicum* met naar inschatting 80% van de aantastingen. Er was een verschil te constateren in gevoeligheid tussen rassen, waarbij bepaalde rassen meer gevoelig waren voor een aantasting door *H. carbonum* en andere rassen meer gevoelig waren voor een aantasting door *H. turcicum*. Er zijn ook rassen die voor beide soorten gevoelig zijn.

Het jaar 2008

In 2008 was op een groot aantal proefvelden weer een aantasting door *Helminthosporium* aanwezig. Dit jaar kwamen de zware aantastingen voor in het Rivierkleigebied, Noord-Limburg, Oost-Noord-Brabant en Overijssel. In Flevoland, West-Noord-Brabant en met name in Drenthe was de aantasting beperkt. Dus met name een aantasting in Zuid- en Oost-Nederland.

Opvallend was dat de bladvlekken in 2008 voor ruim 95% werden veroorzaakt door de *H. turcicum* en voor minder dan 5% door de *H. carbonum*. Dit komt overeen met de gegevens uit de literatuur. *H. carbonum* heeft voor een snelle ontwikkeling een iets hogere temperatuur nodig, die in 2007 wel voor handen was.

Eerste helft augustus waren op de meeste velden de eerste bladvlekken zichtbaar. Op de zwaarst aangetaste velden waren de meest gevoelige rassen rond 1 september al voor de helft dood. Rond en bij de snijmaïsoogst in de tweede helft van september waren dezelfde rassen volledig afgestorven. Dit werd mede veroorzaakt door een *Fusarium*aantasting, die stengelrot veroorzaakt.

Op de korrelmaïso proefvelden deed zich hetzelfde beeld voor. Bij de oogst van deze proeven gedurende de tweede helft van oktober, stonden sommige rassen al een maand dood op 't veld.

Door de *Helminthosporium* en de *Fusarium* was de oogstbaarheid van het gewas sterk verslechterd en kwam ook al veel legering voor.

Schade

De Helminthosporium heeft een negatieve invloed op de opbrengst en kwaliteit bij snijmaïs en op de korrelobbrengst bij korrelmaïs. Door bij de snijmaïsrassen de opbrengst en kwaliteit (VEM-opbrengst) op niet tot licht aangetaste velden en op zwaar aangetaste velden met elkaar te vergelijken, kan gemiddeld over de rassen een schatting worden gemaakt van het verlies in VEM-opbrengst door een zware Helminthosporiumaantasting. Op basis van deze vergelijking blijkt dat zwaar aangetaste rassen, die dus rond begin september vrijwel dood op het veld staan, een verlies aan VEM-opbrengst hebben van 5-10%. Een zware aantasting bij korrelmaïs gaat ten koste van 5-10% van de korrelobbrengst. Daarnaast wordt de oogstbaarheid bij korrelmaïs sterk verslechterd, waardoor er ook nog eens extra oogstverliezen kunnen treden. Deze schadepercentages werden zowel in 2007 als 2008 gevonden. Schades zoals aangegeven door de praktijk, die opliepen tot 50% van de korrelobbrengst zijn op de rassenproeven in ieder geval niet gesignaleerd.

Rasinformatie

Op basis van 2 jaar onderzoek is de mate van tolerantie als raseigenschap opgenomen in het Rassenbulletin "Snijmaïs 2009" en het Rassenbulletin "Korrelmaïs en Corn Cob Mix 2009". Deze zijn te vinden op www.handboeksnijmaïs.nl en op www.ppo.wur.nl/NL/publicaties/rassenbulletins.

2 Kuilinventarisatie

De deskstudie is aangevuld met een praktijkinventarisatie waarbij gegevens zijn verzameld van maïskuilen. Het doel van deze inventarisatie is om wat meer inzicht te krijgen in de effecten van aantasting van snijmaïs met *Helmithosporium* op voederwaarde, conservering en ervaringen met het voeren van snijmaïs onder Nederlands omstandigheden.

2.1 Materiaal en methoden

2.1.1 Inventarisatie

Via de website van ASG en Verantwoorde Veehouderij is in februari 2008 een oproep gedaan aan melkveehouders om zich te melden wanneer ze een maïskuil uit 2007 hadden met bladvlekkenziekte. Daarop zijn circa 30 reacties binnengekomen. Daarnaast zijn ook de adresgegevens van de veldinventarisatie in 2007 benut. Op basis van telefonische contacten is een selectie uit de reacties gemaakt. Uiteindelijk zijn twaalf kuilen bemonsterd op verschillende bedrijven. De bedrijven lagen verspreid over de provincies Friesland, Drenthe, Overijssel, Gelderland en Noord-Brabant (zie figuur 2)

Figuur 2 Geografische ligging van de bedrijven



2.1.2 Bemonstering

Praktisch alle kuilen waren gemaakt van maïs dat afkomstig was van verschillende percelen. De aantasting op verschillende percelen was meestal niet gelijk en varieerde binnen een kuil van zwaar aangetast tot nauwelijks aangetast. Dit had tot gevolg dat in veel gevallen de kuilen niet volledig maar deels uit besmette maïs bestonden.

Om er zeker van te zijn dat maïs van besmette percelen werd bemonsterd, werden de kuilen vanaf het snijvlak bemonsterd in de periode dat ervan gevoerd werd.

De bemonstering is uitgevoerd met een monsterbuis met een doorsnede van 10 cm. De bemonsteringsdiepte in horizontale richting van het snijvlak was circa 20 cm. De maïs van de eerste 5 cm werd niet in het monster meegenomen. Van de oppervlakte met besmette maïs hebben we circa 15 steken genomen (zie foto 4). In totaal werd circa 3 kg monstermateriaal per kuil verzameld. Dit werd verdeeld over 2 submonsters. Het ene monster werd ingevroren bewaard in een diepvries. Het andere monster werd aan de lucht gedroogd.



Foto 4: Kuil van bedrijf 6 met bemonsteringsgaten

2.1.3 Analyses

Nadat alle monsters waren verzameld werd per kuil een ingevroren monster opgestuurd naar ALLN voor bepaling van drogestof (ds), ruw eiwit (re), ruwe celstof (rc), ruw as (ras), in vitro verteringscoëfficiënt organische stof (vc-os), suiker (NI), zetmeel, celwanden (NDF), celwandverteerbaarheid (NDF-vert) slecht verteerbare deel (cellulose+lignine) van de celwanden (ADF), lignine (ADL), pH, melkzuur, azijnzuur, boterzuur, propionzuur en ethanol. De pH, melkzuur, azijnzuur, boterzuur, propionzuur en ethanol zijn in het verse materiaal bepaald. De vc-os is bepaald volgens de *in vitro* methode met pensvocht (Tilley en Terry, 1963), het rasgehalte volgens de klassieke nat chemische methode en de NDF-vert volgens van Soest et al. (1961). De overige gehalten zijn bepaald met de NIRS-methode. Op basis van de chemische samenstelling en de vc-os werd de voederwaarde (VEM, DVE en OEB) berekend.

Het aan de lucht gedroogde monster van één bedrijf werd onderzocht op aanwezigheid van *Helminthosporium*sporen en op de kiemkracht ervan.

2.1.4 Vragenlijst

Het onderzoek aan de kuilen is gestart in februari 2008. De maïs kon dus niet meer op stam worden beoordeeld. Om toch wat inzicht te krijgen in de teeltmaatregelen en de mate van besmetting is daarover een vragenlijst opgesteld. Tevens zijn enkele vragen gesteld over ervaringen met oogst, bewaring en voeren. De vragenlijst met de antwoorden van de bedrijven staat in bijlage 3.

2.2 Resultaten en discussie

In dit hoofdstuk gaan we in op de voederwaarde en het conserveringsresultaat van de onderzochte kuilen. Daarnaast wordt een analyse gegeven van de teeltinformatie op basis van de ingevulde vragenlijsten. In bijlage 4 zijn alle analyseresultaten van de kuilen weergegeven en in bijlage 3 een overzicht van de ingevulde vragenlijsten.

2.2.1 Teeltinformatie

Op basis van de ingevulde vragenlijst kan de teeltinformatie als volgt worden samengevat:

Op alle bedrijven was de maïs van de onderzochte kuilen geteeld op percelen die meerdere jaren bouwland waren. Op negen van de twaalf bedrijven was de maïs afkomstig van percelen waarop 3 jaar of langer maïs was geteeld. Op één bedrijf was de voorvrucht 2 jaar maïs en op de twee overige bedrijven waren de voorvruchten andere akkerbouwgewassen.

Op elf van de twaalf bedrijven werd voorafgaand aan de maïs een groenbemester geteeld. Op vier bedrijven was dit een graan, op vier bedrijven Italiaans raaigras, op twee bedrijven een mengsel van graan en Italiaans raaigras en op één bedrijf was het soort groenbemester niet bekend.

Op alle bedrijven waar men een groenbemester teelde, is in de voorgaande herfst een niet kerende stoppelbewerking uitgevoerd. In twee gevallen met een schijveneg en in de overige gevallen met een vaste tand- of triltandcultivator.

Op alle bedrijven is in het voorjaar rundveedrijfmest aangewend. Op negen van de twaalf bedrijven is dit geïnjecteerd met een bouwlandinjecteur en op de overige drie bedrijven is het ingewerkt met een cultivator. Op elf van de twaalf bedrijven bestond in het voorjaar de hoofdgrondbewerking uit een kerende grondbewerking met de ploeg. Op één bedrijf (5) is een niet kerende grondbewerking uitgevoerd met een schijveneg (Smaragd). Om het effect van voorjaarsgrondbewerking nader te onderzoeken zijn voor dit onderzoek twee praktijkproeven aangelegd. De resultaten hiervan zijn beschreven in hoofdstuk 3.

De zaaidatum varieerde van 19 april tot 7 mei en de oogstdatum van half september tot 10 oktober. Op alle bedrijven werd de aantasting niet eerder ontdekt dan half augustus.

Op basis van de soort vlekken hebben zes bedrijven aangegeven dat de aantasting werd veroorzaakt door de schimmel *H. turcicum* (langgerekte vlekken); vier bedrijven gaven aan dat de aantasting werd veroorzaakt door de schimmel *H. carbonum* (veel kleine vlekjes). De overige twee konden niet meer aangeven door welke schimmel de aantasting was veroorzaakt.

Zes bedrijven gaven aan dat de besmetting bovenin het gewas was begonnen en bij twee bedrijven was dat onderin. De overige vier bedrijven konden niet meer aangeven of het onderin dan wel bovenin was begonnen.

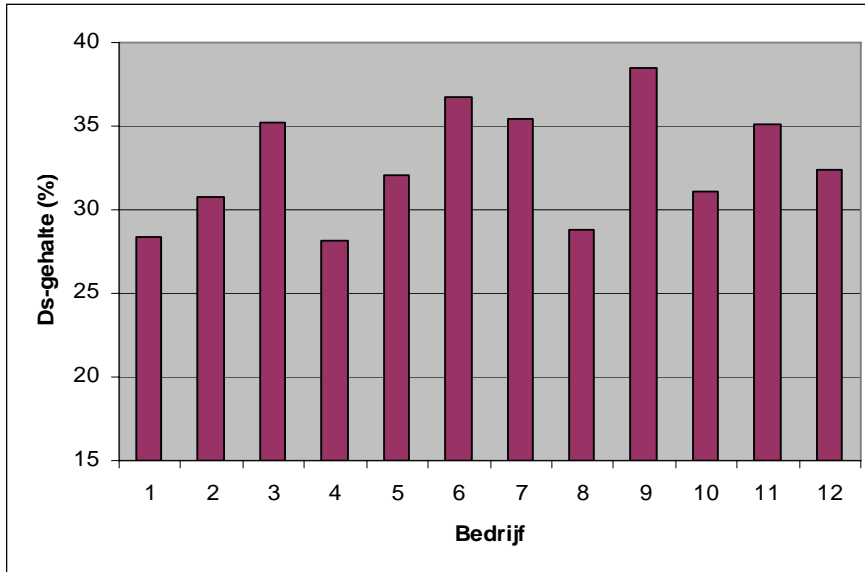
Zes bedrijven gaven aan dat het gewas tijdens de oogst 90 tot 100% was afgestorven; dit was bij vier bedrijven rond de 75%. De beide overige bedrijven gaven aan dat het gewas 40 tot 60% was afgestorven tijdens de oogst. Op drie bedrijven werd het maïsras Adenzo geteeld en op twee bedrijven Nescio. Op de overige bedrijven werden de maïsrasen Abriko, Formula, Amalia, Pioneer 39?49, Columbus, Rosalie/Compenaro en Lafortuna/Lacta geteeld.

Op elf van de twaalf bedrijven werd de kolfontwikkeling als normaal beoordeeld en op één bedrijf (5) als matig.

2.2.2 Voederwaarde

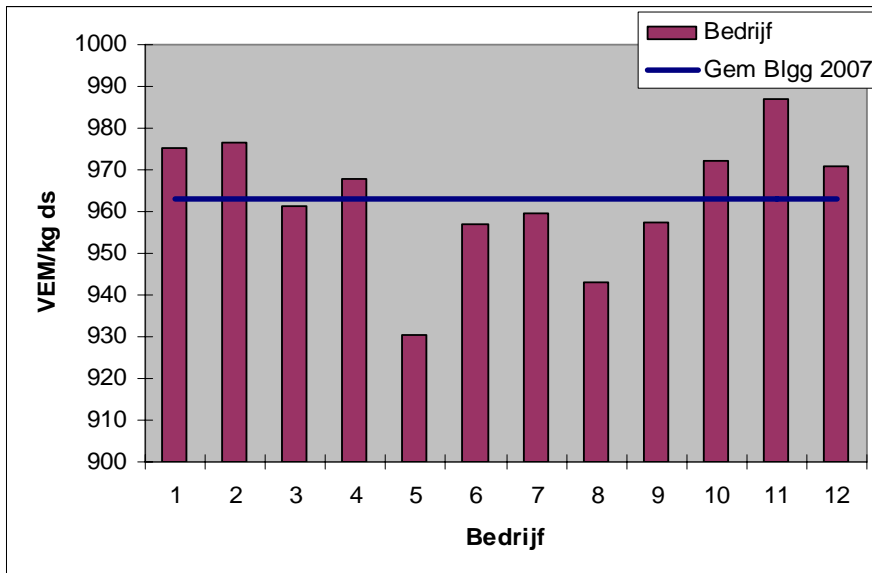
Bij de beoordeling van de voederwaarde parameters moeten we in acht nemen dat de onderzochte kuilen bestonden uit verschillende maïsrasen en dat daarmee al een zekere spreiding in gehalten wordt veroorzaakt. In figuur 3 zijn de drogestofgehalten weergegeven van de onderzochte maïskuilen. Het drogestofgehalte van de onderzochte kuilen week gemiddeld niet veel af van "normale" kuilen. Het gemiddelde gehalte lag met 32,7% maar circa 1% lager dan het gemiddelde van Blgg in 2007. De drogestofgehalten varieerden van 28,4 tot 38,5%.

Figuur 3 Overzicht drogestofgehalten van de onderzochte maïskuilen



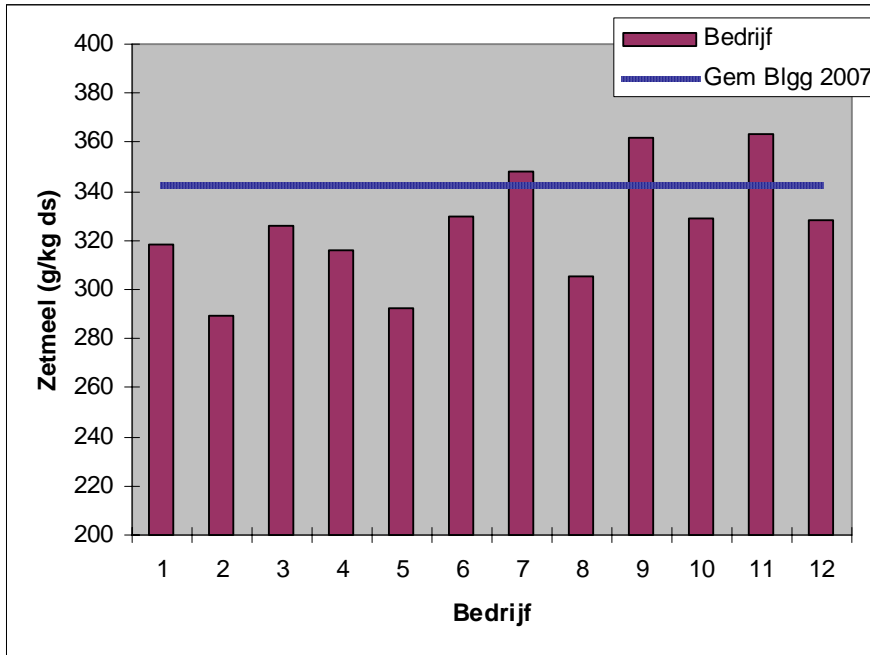
In figuur 4 zijn de VEM-waarden van de onderzochte kuilen weergegeven. Het gemiddelde van de onderzochte kuilen was 963 VEM per droge stof en kwam daarmee exact overeen met het gemiddeld van Blgg in 2007. De laagste VEM-waarde van 930 was van bedrijf 5 en de hoogste van 987 was van bedrijf 11. De lagere voederwaarde van de kuil van bedrijf 5 werd niet veroorzaakt door een lagere celwandverteerbaarheid (zie figuur 5), maar deels door een lager zetmeelgehalte (zie figuur 4) en deels door een wat hoger gehalte aan NDF, ADF en ADL (zie bijlage 4). Dit had tot gevolg dat de vc-os van deze kuil het laagst was. Bij de beoordeling van de voederwaarde moet er rekening mee worden gehouden dat deze niet alleen beïnvloed wordt door een aantasting met *Helminthosporium*, maar ook rasverschillen een rol spelen.

Figuur 4 Voederwaarde (VEM) van de onderzochte kuilen



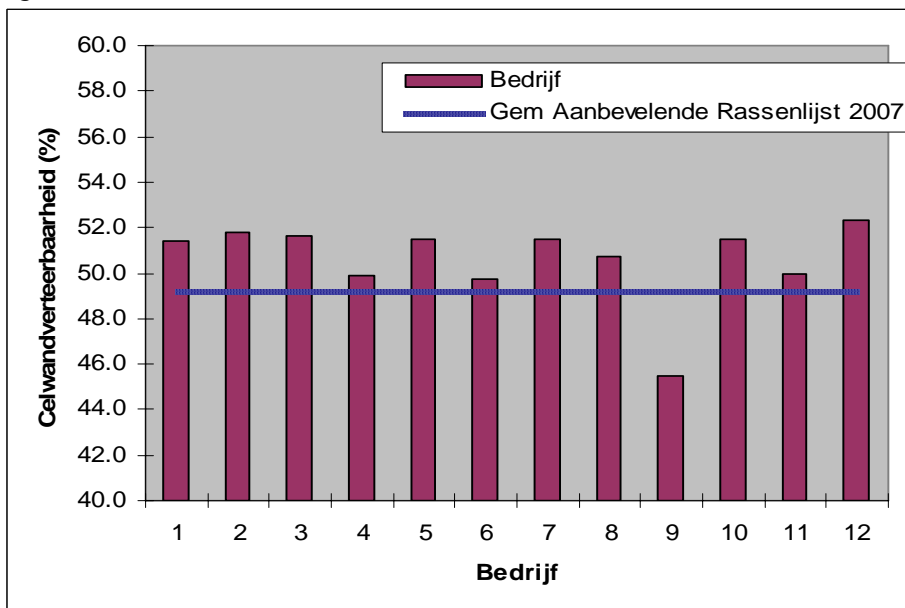
In figuur 5 zijn de zetmeelgehalten van de onderzochte kuilen weergegeven. Hieruit blijkt dat bij het merendeel van de kuilen het zetmeelgehalte wat lager was dan het gemiddelde van Blgg 2007 van 343 g/kg droge stof. Het gemiddelde gehalte van de onderzochte kuilen was 326 g/kg ds. Bedrijf 2 en 5 hadden de laagste zetmeelgehalten van rond de 290 g/kg ds. Opvallend is dat de voederwaarde van de kuil op bedrijf 2 ondanks het lage zetmeelgehalte boven het gemiddelde lag. De kuilen van bedrijf 9 en 11 hadden het hoogste zetmeelgehalte van circa 365 g/kg droge stof.

Figuur 5 Zetmeelgehalten van de onderzochte kuilen



In figuur 6 is de celwandverteerbaarheid van de onderzochte kuilen weergegeven. In tegenstelling tot het zetmeelgehalte en de VEM-waarden is de celwandverteerbaarheid van de onderzocht kuilen niet vergeleken met het gemiddelde van Blgg maar met het gemiddelde van de Aanbevelende Rassenlijst 2007. De reden hiervoor is dat de celwandverteerbaarheid in dit onderzoek en in het rassenonderzoek van de Aanbevelende Rassenlijst is bepaald volgens de methode van Soest et al. (1961), terwijl Blgg de celwandverteerbaarheid bepaalt met de NIRS-methode. Voor een betere vergelijkbaarheid is daarom gekozen voor een vergelijking met het gemiddelde van de Aanbevelende Rassenlijst. Uit figuur 6 blijkt dat de celwandverteerbaarheid van praktische alle kuilen gelijk of iets hoger is dan het gemiddelde van de Aanbevelende rassenlijst. De gemiddeld verteerbaarheid van de onderzochte kuilen was 50,6%, terwijl het gemiddelde van de Aanbevelende Rassenlijst 49,2% is. Een uitzondering vormt de kuil van bedrijf 9, de verteerbaarheid hiervan was met 45,5% duidelijk lager.

Figuur 6 Celwandverteerbaarheid van de onderzochte kuilen



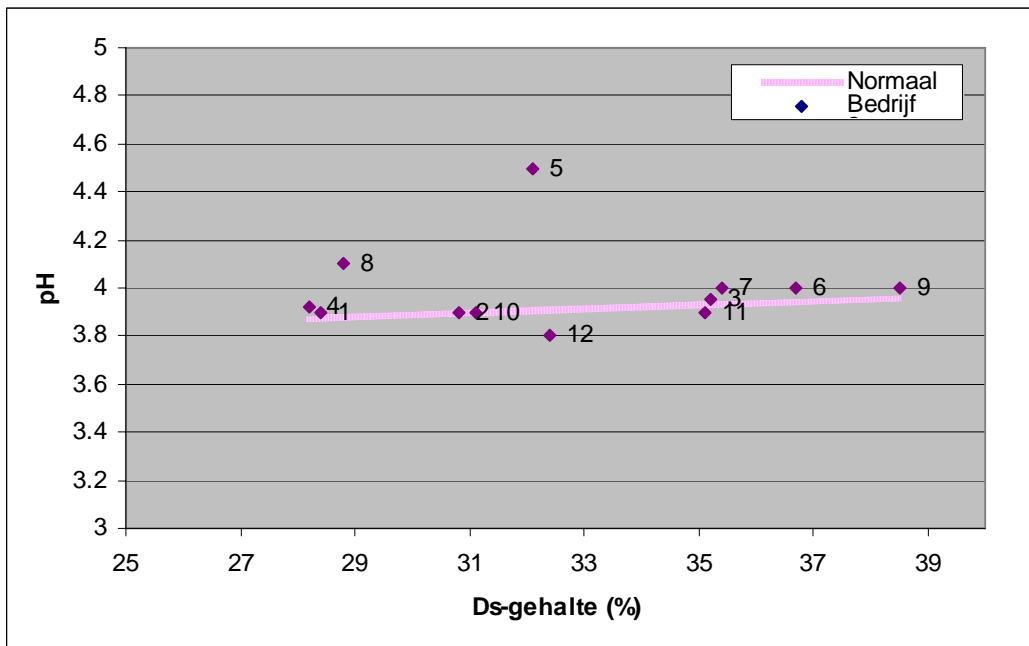
2.2.3 Conservering

Het conserveringsresultaat is beoordeeld aan de hand van de pH en de gehalten aan melkzuur, azijnzuur, boterzuur, ethanol en propionzuur. In de resultaten staan waarden die als goed worden beschouwd. Deze "normale" waarden zijn afgeleid uit een publicatie van Van Dijk (1995), Van Schooten (2006) en gemiddelde van Blgg.

pH

In figuur 7 zijn de pH-waarden van de onderzochte kuilen weergegeven. De pH in maïskuilen is licht afhankelijk van het drogestofgehalte. Daarom zijn de pH-waarden uitgezet tegen het drogestofgehalte van de kuilen. Tevens is de pH-lijn weergegeven die als normaal mag worden beschouwd. Uit figuur 6 blijkt dat de pH van de meeste kuilen op of iets onder de "normaal" lijn ligt. Hieruit concluderen we dat de conservering in deze kuilen goed is verlopen. De pH van de kuil van bedrijf 5 is duidelijk hoger dan normaal en ook de pH van de kuil van bedrijf 8 tendeert naar wat hoger dan normaal.

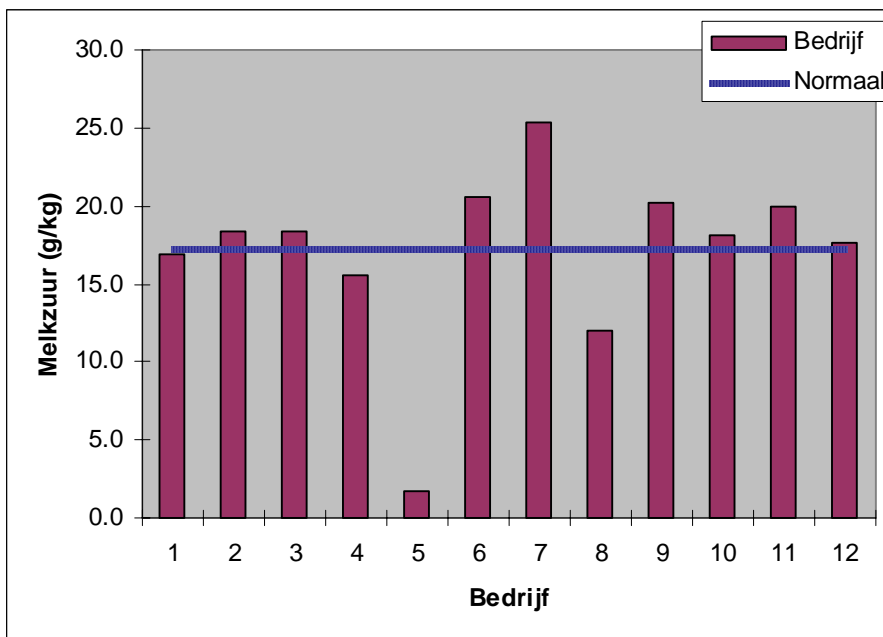
Figuur 7 Zuurtegraad van de onderzochte kuilen



Melkzuurgehalte

In figuur 7 is het melkzuurgehalte van de onderzocht kuilen weergegeven. Het gehalte van de meeste kuilen ligt rond de normale waarde. Opvallend is het extreem lage gehalte van de kuil van bedrijf 5 en in mindere mate het gehalte van de kuil van bedrijf 8. Dit komt overeen met de hogere pH-waarden van deze kuilen. Tevens valt het hoge gehalte van de kuil van bedrijf 7 op. Dit is vooral opvallend omdat het drogestofgehalte van deze kuil relatief hoog was (352 g/kg). Normaal gesproken wordt er in een kuil met een hoger drogestofgehalte wat minder melkzuur gevormd dan in een kuil met een lager gehalte.

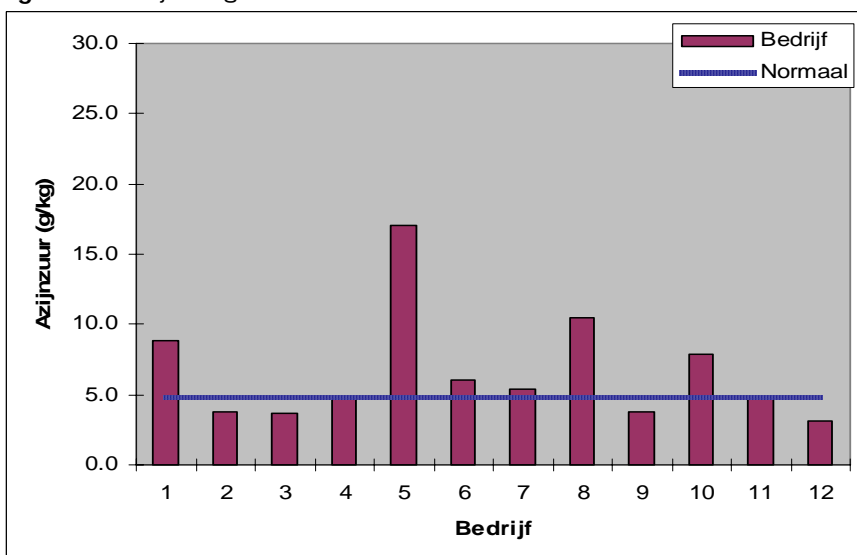
Figuur 8 Melkzuurgehalte van de onderzochte kuilen



Azijnzuurgehalte

In figuur 9 is het azijnzuurgehalte van de onderzochte kuilen weergegeven. Een gehalte van circa 5 g/kg wordt als normaal beschouwd. Het gehalte van de meeste kuilen ligt rond de normale waarde. Het gehalte van de kuil van bedrijf 5 en in mindere mate van de kuilen van de bedrijven 1, 8 en 10 zijn hoger dan normaal. De hogere gehalten in de kuilen van de bedrijven 5 en 8 gaan gepaard met lagere melkzuurgehalten en daardoor een hoger pH. De hogere gehalten aan azijnzuur op genoemde bedrijven kunnen vrijwel zeker toegeschreven worden aan het gebruik van een toevoegmiddel. De vier bedrijven hebben aangegeven dat ze een toevoegmiddel op basis van een heterofermentatieve melkzuurbacterie hebben toegepast. Deze bacteriën vormen naast melkzuur ook azijnzuur en 1,2 propaandiol. Het extreem lage gehalte aan melkzuur en hoge gehalte aan azijnzuur in de kuil van bedrijf 5 is hiermee echter niet goed te verklaren.

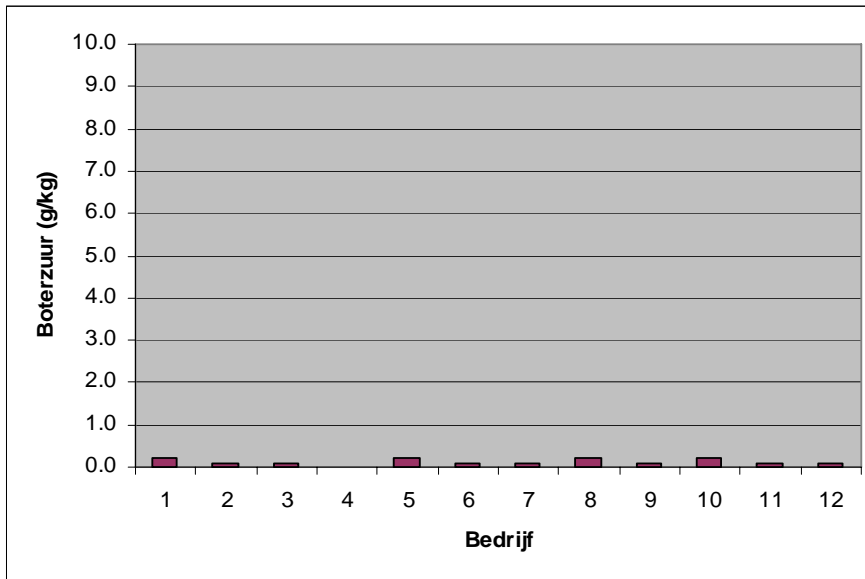
Figuur 9 Azijnzuurgehalte van de onderzochte kuilen



Boterzuurgehalte

In figuur 10 zijn de gehalten aan boterzuur van de verschillende kuilen weergegeven. Normaal gesproken komt er in maïskuilen weinig of geen boterzuur voor, omdat snijmaïs een product is wat goed conserveert als gevolg van een gunstige suiker/eiwitverhouding. Ook in de onderzochte kuilen kwam praktisch geen boterzuur voor.

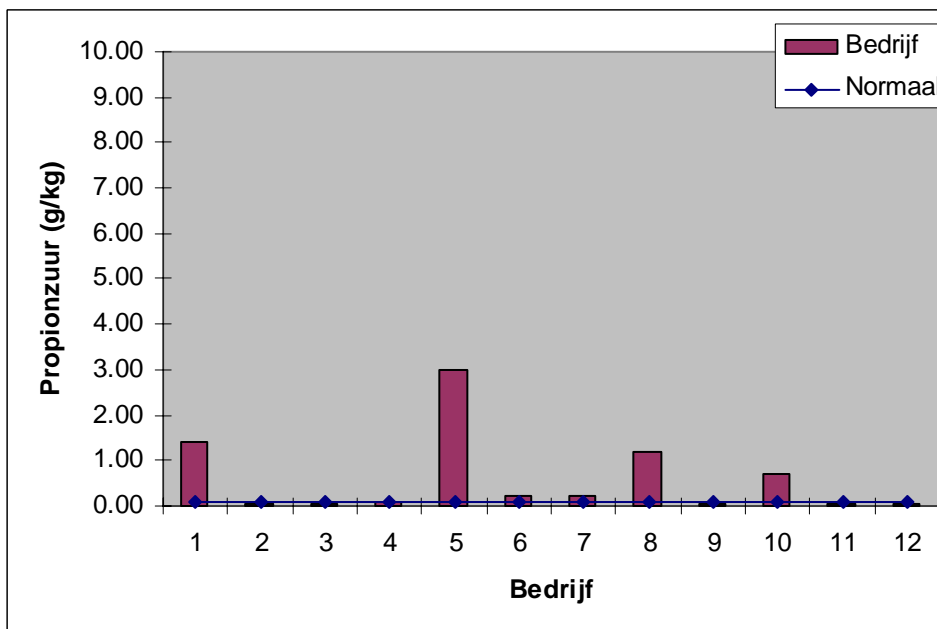
Figuur 10 Boterzuurgehalten van de onderzochte kuilen



Propionzuurgehalte

In figuur 11 is het propionzuurgehalte van de onderzochte kuilen weergegeven. Meestal komt er in snijmaïskuilen praktisch geen propionzuur voor. In de meeste kuilen is dit ook het geval. Opvallend zijn de hogere gehalten in de kuilen van de bedrijven 1, 5, 8 en 10. Op deze bedrijven was in de kuilen het gehalte aan azijnzuur ook hoger. Hoogstwaarschijnlijk is ook hiervoor het gebruik van een toevoegmiddel op basis van heterofermentatieve melkzuurbacteriën weer de verklaring. Deze bacteriën produceren naast melkzuur en azijnzuur ook 1,2 propaandiol. Uit dit laatste product kan vervolgens door heterofermentatieve melkzuurbacteriën weer propionzuur worden gemaakt.

Figuur 11 Propionzuurgehalte van de onderzochte kuilen

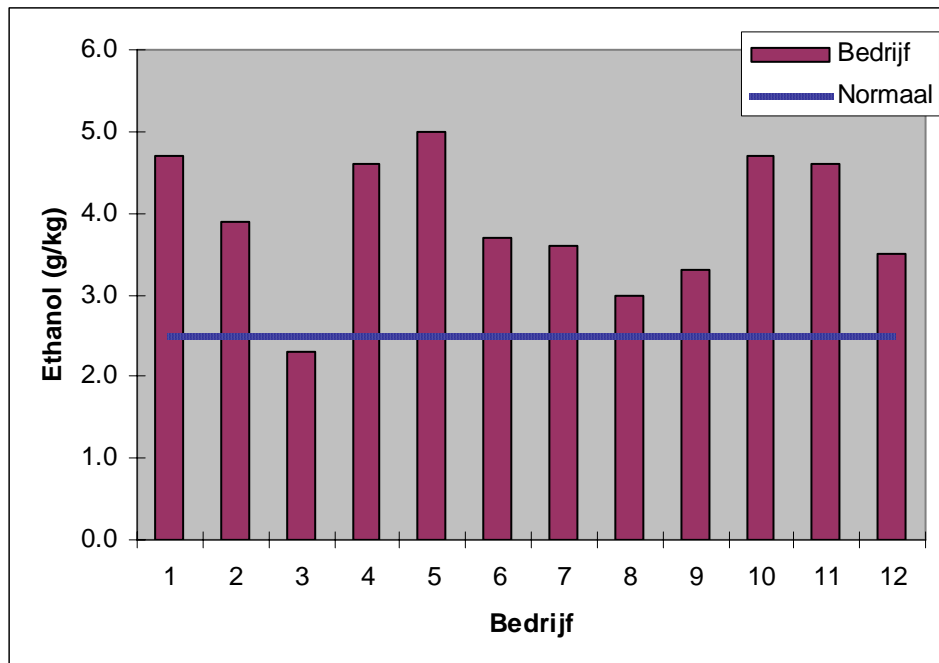


Ethanolgehalte

In figuur 12 zijn de gehalten aan ethanol van de onderzochte kuilen weergegeven. Gemiddeld was het ethanolgehalte met circa 4 g/kg aan de hoge kant. Bij zes van de 12 kuilen lag het gehalte tussen de 4 en 5 g/kg, terwijl een normaal gehalte rond de 2 - 3 g/kg ligt. Er kan niet met zekerheid gezegd worden of deze hogere gehalten worden veroorzaakt door een aantasting met bladvlekkenziekte. In het onderzoek van Van Schooten (2006) werden ook hogere gehalten aan ethanol waargenomen met een jaareffect. De gemiddelde

gehalten in het onderzoek waren in 2003 en 2004 resp. bijna 6 en 3,5 g/kg. Als mogelijke oorzaak voor het hogere gehalte in 2003 werd daarbij genoemd een hogere dan normale temperatuur bij inkuilen. Een andere oorzaak kan zijn dat de monsters vanaf het snijvlak zijn genomen. Hoewel de meeste boeren dagelijks of om de andere dag kuil uithaalden en hoewel de eerste 5 cm (vanaf het snijvlak) van het boormonster werd verwijderd, is het mogelijk dat gisten onder invloed van luchtindringing toch al wat alcohol had gemaakt.

Figuur 12 Ethanolgehalte van de onderzochte kuilen



2.2.4 Overleving *Helminthosporium*sporen in de kuil

Het aan de lucht gedroogde kuilmonster van bedrijf 5 is onderzocht op aanwezigheid van *Helminthosporium*sporen en de levensvatbaarheid ervan. Op het materiaal werden enkele sporen gevonden. De sporen kiemden echter niet meer.

2.2.5 Voerervaringen

Op acht bedrijven werd de maïs gemengd met graskuil en zijn eventueel andere producten gevoerd, op de overige vier bedrijven werd de maïs laagsgewijs in combinatie met graskuil gevoerd. Op elf van de twaalf bedrijven werd de opname van de maïs als goed beoordeeld, op één bedrijf was dit als wisselend.

Acht bedrijven gaven aan helemaal geen last van broei of schimmel te hebben. Eén bedrijf had meer last van broei dan in andere jaren. De drie overig bedrijven gaven aan wat broei of schimmel te hebben in een kant of randlaag. Niet duidelijk is of dit meer was dan andere jaren. Op vier bedrijven was de maïs ingekuild met een toevoegmiddel ter bestrijding van broei op basis van heterofermentatieve melkzuurbacteriën. Twee bedrijven daarvan gaven aan geen last van broei te hebben en twee hadden wat broei of schimmel in een kant of randlaag. Het drogestofgehalte van de kuilen waaraan een toevoegmiddel was toegevoegd varieerde van 28 tot 31%. De kuilen zonder toevoegmiddel hadden niet meer last van broei dan de kuilen met een toevoegmiddel ondanks dat deze gemiddeld droger waren. Op basis van het relatief lage drogestofgehalte mogen we verwachten dat deze kuilen ook zonder een toevoegmiddel al relatief weinig broeigevoelig waren.

Tien van de twaalf bedrijven gaven aan geen bijzonderheden te ervaren met de kuil of koeien in vergelijking met andere jaren. Eén bedrijf gaf aan dat de koeien tijdens het voeren van de kuil constant dun op de mest waren. Niet duidelijk was of hier ook andere oorzaken meespeelden.

Eén bedrijf beoordeelde de vertering minder dan anders en vond meer droge bladeren in het restvoer.

3 Effect voorjaarsgrondbewerking

Een vroege (begin juli) eerste (primaire) aantasting van *Helminthosporium* veroorzaakt de meeste schade aan het maïsgewas. Vanuit de primaire aantasting verspreidt de schimmel zich met de wind naar naburige percelen, de secundaire aantasting. Het uitstellen of zelfs voorkomen van de primaire aantasting is daarom zeer belangrijk in de strijd tegen deze schimmelziekte.

Bij de primaire aantasting van *Helminthosporium* komen schimmelsporen door opspattende regendruppels op de onderste bladeren van de maïs terecht, waar de schimmel bij gunstige weersomstandigheden dan tot ontwikkeling komt. Gedurende de winter blijft de schimmel op gewasresten in de grond over. Daarom lijkt het zeer belangrijk voor de uitzaai van de maïs, gewasresten voldoende diep onder te werken, zodat sporen minder snel opspatten. Deze veronderstelling wordt mede ondersteund door het feit dat de zware aantasting in 2007 (zie hoofdstuk Veldinventarisatie) in Drenthe ontstond op een perceel waar gespit was en in de Peel op een perceel waar al 5 jaar niet meer geploegd was. Ook het bedrijf 5, dat in het hoofdstuk kuilinventarisatie de meeste schade liet zien, had in het voorjaar geen kerende grondbewerking (smaragd) uitgevoerd. Daarnaast was in een rassenproef in Ewijk (2008) een zeer zware aantasting. Ook hier was de voorjaarsgrondbewerking uitgevoerd met een smaragd, dus niet-kerend. In dit onderzoek is het effect van de voorjaarsgrondbewerking op *Helminthosporium* onderzocht.

3.1 Materiaal en methoden

Het onderzoek is uitgevoerd in 2008. Natuurlijk is getracht de proeven aan te leggen op bovengenoemde percelen, omdat de kans op succes dan het grootst zou zijn. De eigenaar van het perceel in Drenthe wilde niet meewerken, omdat hij het risico te groot vond. De eigenaar van het perceel in Oploo wilde in eerste instantie graag meewerken, maar zag er kort voor zaai toch van af. Wellicht vond hij het risico ook te groot.

Uiteindelijk is via een loonwerker een perceel gevonden in Dalfsen (Overijssel) en via PPO-proefboerderij Vredepeel een perceel in Vredepeel (Noord-Limburg) gevonden, waar in 2007 een aantasting van *Helminthosporium* is opgetreden. Het betreft twee zandlocaties.

Op beide locaties zijn de volgende drie objecten aangelegd: ploegen, spitten en cultiveren. De objecten zijn aangelegd in samenwerking met regionale loonwerkers en in drie herhalingen. De grootte per object was 30 x 30 meter. Eerst is met een mestinjecteur de mest aangewend en vervolgens zijn dwars hierop de objecten aangelegd.

Beide proeven zijn uitgevoerd met een ras met een mindere *Helminthosporium* tolerantie. Rondom de proef is een ras met hogere tolerantie gezaaid, zodat het aanwaaien van schimmelsporen meer wordt beperkt en de eventuele aantasting meer wordt veroorzaakt vanuit het perceel zelf. De kans hierop is bij deze opzet een stuk groter. In figuur 13 is de proefopzet weergegeven.

Bij het waarnemen is er per plot een gemiddelde waardering gegeven voor de mate van aantasting. Hierbij is er gescoord van 2 tot 9, waarbij 9 geen enkele bladplekken zichtbaar zijn en 2 betekent elke plant heeft minimaal 1 vlek. Door per beoordeling eenmaal van voren naar achteren en 10-15 meter ernaast weer terug door de proef te lopen, werden twee waarnemingen per plot verkregen. Het gemiddelde van deze twee waarnemingen bepaalt de gemiddelde mate van aantasting op dat moment. Op de proef in Vredepeel is door de regionaal onderzoeker vrijwel elke week tussen eerste aantasting (25 juni) tot begin september waargenomen. Op de proef in Dalfsen is dit door de afstand tot het proefveld minder frequent uitgevoerd.

Figuur 13 Proefopzet proeven

veldnr. 9 spitten
veldnr. 8 ploegen
veldnr. 7 cultiveren
veldnr. 6 ploegen
veldnr. 5 cultiveren
veldnr. 4 spitten
veldnr. 3 cultiveren
veldnr. 2 spitten
veldnr. 1 ploegen

3.2 Resultaten en Discussie

3.2.1 Proef Dalfsen

Begin mei is de maïs gezaaid. Begin juli is de maïs voor de eerste keer beoordeeld op Helminthosporium. De maïs bevond zich in het 8/9 bladstadium en was ongeveer 1,5 meter hoog. Tot dit tijdstip was het vrij lang droog geweest en had het kort daarvoor geregend. Er was op grond op de onderste bladeren opgespat. Op dit tijdstip kwam er echter nog geen Helminthosporium voor. Wel opvallend op dit tijdstip was dat met name de objecten 3 en 5 ver achterbleven in ontwikkeling. Ook was dit het geval bij object 7, hoewel in mindere mate. Verklaring hiervoor is waarschijnlijk dat door het cultiveren de ondergrond onvoldoende los is gemaakt. Deze niet-kerende grondbewerking had wellicht een negatieve invloed op de structuur, waardoor de maïs minder groeide. De veldjes van het object ploegen hadden de beste gewasontwikkeling.

De eerste bladvlekken veroorzaakt door Helminthosporium werden op 6 augustus geconstateerd. Vervolgens is nog waargenomen op 2 en 22 september. Op deze proef is alleen Helminthosporium turcicum geconstateerd.

In tabel 2 staan de resultaten. Hieruit blijkt dat spitten de minste aantasting geeft aan Helminthosporium, gevolgd door cultiveren en daarna door ploegen. Dit spreekt de te onderzoeken aanname, dat een niet-kerende grondbewerking een zwaardere Helminthosporiumaantasting tot gevolg heeft, dus tegen. Wel is het hier belangrijk te realiseren, dat de verschillen niet significant zijn. We kunnen hier slechts spreken van tendensen. Ook is het goed te realiseren, dat de gewasontwikkeling in het object ploegen heel goed was en in het object cultiveren heel matig. Spitten zat ertussen in, maar meer op het niveau van ploegen.

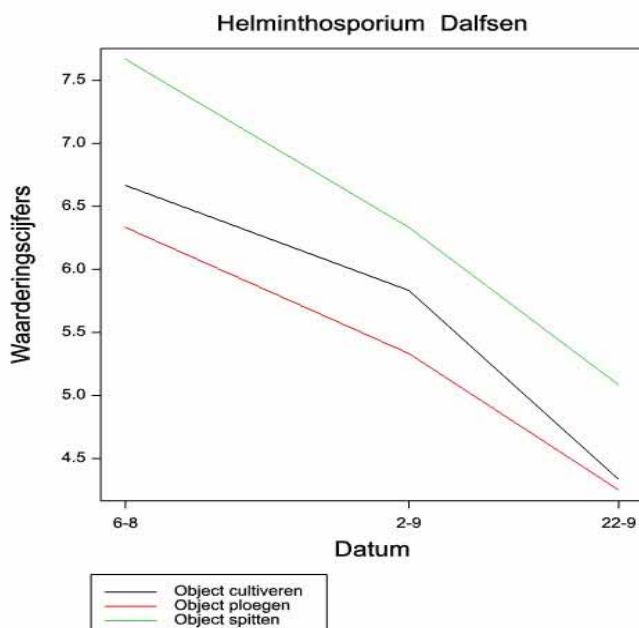
Tabel 2 Resultaten Helminthosporium (turcicum) aantasting in waarderingscijfers (hoog = gunstig) locatie Dalfsen 2008

Object	Waarneming		
	6-aug	2-sep	22-sep
Ploegen	6.33	5.33	4.25
Spitten	7.67	6.33	5.08
Cultiveren	6.67	5.83	4.33
Isd5%	1.83	1.88	1.83

In het open en korte gewas van het object cultiveren kon de schimmel zich veel minder vlot ontwikkelen. Het gewas was 's morgens eerder droog en de zon kan tot diep in het gewas doordringen. Ook de ontwikkeling van onkruiden, met name gladvingergras, was hier vele malen sterker dan in het object ploegen. Het gewas bij het object ploegen was op 't oog twee keer zo massaal. Onder in het gewas bleef het hierdoor lang vochtig en had de zon veel minder invloed. De schimmel kon zich hier veel beter ontwikkelen. Het gewas spitten zat er voor gewasontwikkeling tussen in, maar neigde meer naar de stand bij het object ploegen. Het verschil in gewasstand tussen met name cultiveren en ploegen heeft de resultaten te zeer beïnvloed, waardoor we over het object cultiveren geen conclusie kunnen trekken. Wel is met deze proef duidelijk geworden, dat alleen cultiveren op deze licht leemhoudende zandgrond niet de gewenste bewerking is voor een optimale groei en ontwikkeling van het maïsgewas. Dit gaat ook zeker ten koste van de opbrengst, hoewel deze hier niet is bepaald.

De resultaten zijn ook te vinden in figuur 14, waar de zwaarte van aantasting (waarderingcijfer – hoog is gunstig) is uitgezet tegen de tijd. Hierin is de ontwikkeling van de aantasting gedurende het jaar aangegeven. Dat ondanks de veel mindere gewasstand en de even snelle ontwikkeling van de Helminthosporium het object cultiveren een vergelijkbare aantasting heeft als het massale object ploegen, kan wijzen op een grotere kans op Helminthosporium na cultiveren. Het object spitten had een iets mindere gewasstand dan het object ploegen, maar heeft in ieder geval geen hogere aantasting dan het object ploegen. Omdat het hier om niet significante verschillen gaat zou de conclusie getrokken kunnen worden dat er een tendens is, dat spitten geen hogere kans op aantasting geeft dan ploegen.

Figuur 14 Ontwikkeling Helminthosporium (turcicum) op locatie Dalfsen 2008



3.2.2 Proef Vredepeel

Ook op deze locatie is de maïs begin mei gezaaid. Het gewas ontwikkelde zich op het oog over alle objecten gelijkmatige. De verschillen in gewasstand zoals in Dalfsen waren hier niet waar te nemen. Op de proef kwam zowel *H. turcicum* en *H. carbonum* voor, maar de aantasting bestond zeker voor 90% uit *H. turcicum*. Bij de verdere uitwerking is daarom alleen naar de *H. turcicum* gekeken. De verwachting is ook niet dat de invloed van de grondbewerking anders zou zijn voor deze twee *Helminthosporium* soorten.

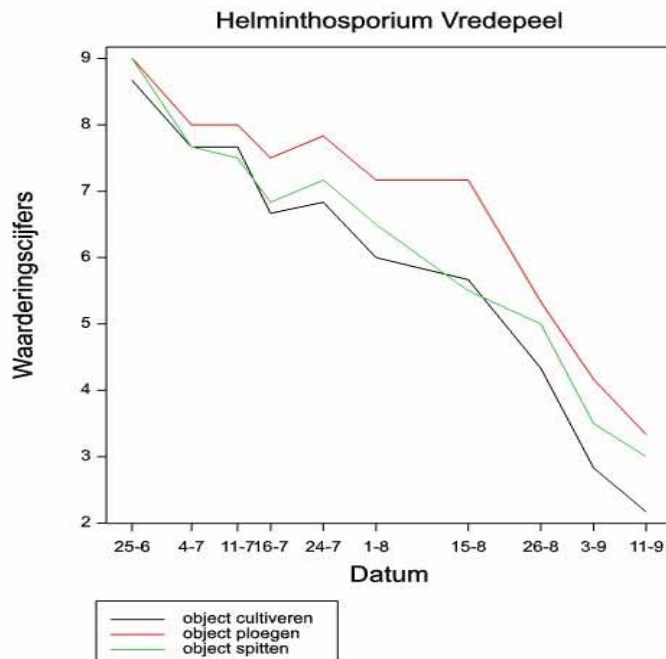
De eerste vlekken werden al rond 25 juni waargenomen, in het object cultiveren. Zoals uit tabel 3 blijkt is er vervolgens wekelijks waargenomen, maar in de vakantieperiode is dit eenmaal in de 2 weken. Op 4 juli werden in alle objecten bladvlekken gevonden.

Tabel 3 Resultaten *Helminthosporium* (*turcicum*) aantasting te Vredepeel 2008

Object	Waarneming									
	25-jun	4-jul	11-jul	16-jul	24-jul	1-aug	15-aug	26-aug	3-sep	11-sep
Ploegen	9	8	8	7.5	7.83	7.17	7.17	5.33	4.17	3.33
Spitten	9	7.67	7.5	6.83	7.17	6.5	5.5	5	3.5	3
Cultiveren	8.67	7.67	7.67	6.67	6.83	6	5.67	4.33	2.83	2.17
Isd5%	0.38	0.76	0.6	0.93	0.38	0.38	1.37	0.6	0.93	1.04

Uit de resultaten blijkt dat het object ploegen continu de minste aantasting heeft. Vooral in de periode half juli tot half augustus is de zwaarte van de aantasting bij ploegen significant minder. Dit is ook te zien in figuur 15, waar de mate van aantasting (waarderingscijfer – hoog is gunstig) is uitgezet in de tijd. In bovengenoemde periode blijft de aantasting bij ploegen vrijwel constant. Terwijl deze bij spitten en cultiveren wel zwaarder wordt. Gedurende de tweede helft van augustus is de zwaarte van de aantasting bij ploegen niet meer significant verschillend van die bij spitten. Zeer waarschijnlijk is de aantasting hier erger geworden door een secundaire aantasting, dus het overwaaien van sporen tussen objecten of zelfs vanuit naburige percelen. Naar het eind toe worden alle objecten hierdoor vrij zwaar aangetast, waardoor de verschillen kleiner worden. Tussen ploegen en cultiveren blijft het verschil in aantasting tot half september echter wel significant verschillend.

Figuur 15 Ontwikkeling *Helminthosporium* (*turcicum*) op locatie Vredepeel



4 Conclusies

In dit hoofdstuk geven we de conclusies van het praktijkonderzoek per onderdeel puntsgewijs weer.

4.1 Veldinventarisatie

- De schimmel *Helminthosporium* heeft zich over heel Nederland verspreid. Tot nu toe gaat het om de soorten *H. turcicum* en *H. carbonum*.
- Afhankelijk van de weersomstandigheden is per jaar en regio variatie in *Helminthosporium*soort en zwaarte van aantasting.
- De primaire aantasting treedt soms al eind juni op. Deze aantasting komt door sporen vanuit de grond en begint op de onderste bladeren.
- In de praktijk worden de aantastingen vaak in augustus pas opgemerkt. Enerzijds doordat dit vaak een secundaire aantasting is en daardoor meer boven in het gewas en aan de randen van het perceel optreedt. Anderzijds omdat de maïs na de bloei (juli) gevoeliger wordt.
- Schademeldingen in de praktijk laten een reductie zien tot 50% in korrelopbrengst. Op zwaarder aangetaste rassenproefvelden werd de reductie in korrelopbrengst als ook in VEM-opbrengst geschat op 5 - 10%.
- Een aantasting door *Helminthosporium* maakt maïs gevoeliger voor aantasting door *Fusarium* (stengelrot)
- Er zijn duidelijke rasverschillen in tolerantie tegen *Helminthosporium*.

4.2 Kuilinventarisatie

- Op basis van de kuilinformatie en de ervaringen van boeren kunnen we concluderen dat de maïs van de onderzochte kuilen gemiddeld vrij laat aangetast was, d.w.z. na de korrelzetting en korrelvulling. Op één bedrijf (5) lijkt op basis van vooral de voederwaardegegevens en het gewas wat eerder te zijn aangetast.
- Uit de literatuurstudie kwam naar voren dat een niet kerende grondbewerking nadelig kan zijn voor een aantasting met bladvlekkenziekte (zie Deel A, paragraaf 1.6). Het bedrijf waarvan de maïs het ernstigst leek te zijn aangetast, was ook het enige bedrijf waar in het voorjaar een niet kerende grondbewerking was toegepast. Hoewel het hier maar om één bedrijf gaat, bevestigt dit wel de bevindingen uit de literatuurstudie.
- De voederwaarde van de onderzochte kuilen was gemiddeld nauwelijks lager dan normaal en varieerde van 930 tot 987 VEM per kg ds. Hiermee lag de voederwaarde van de kuil met de laagste voederwaarde ongeveer 3,5% onder het landelijk gemiddelde.
- Het zetmeelgehalte van de kuilen leek gemiddeld iets lager te zijn dan normaal. Gemiddeld was het zetmeelgehalte van de onderzocht kuilen circa 5% lager dan het landelijk gemiddelde van 343 g/kg drogestof. De celwandverteerbaarheid was van praktisch alle kuilen gelijk of iets hoger dan het gemiddelde van de Aanbevelende Rassenlijst 2008.
- Het gemiddelde drogestofgehalte van de onderzochte kuilen kwam aardig overeen met het landelijk gemiddelde. Een aantasting van de maïs met bladvlekkenziekte had een beperkte invloed op de conservering. De conservering van de meeste kuilen was redelijk normaal verlopen. Op één bedrijf (5) was het melkzuurgehalte extreem laag en het azijnzuurgehalte duidelijk hoger dan normaal. De meeste kuilen hadden een wat hoger dan normaal ethanolgehalte. Niet duidelijk is of hier de bemonsteringsmethode een rol bij heeft gespeeld.
- Op basis van onderzoek aan één kuilmonster kan voorzichtig worden geconcludeerd dat *Helminthosporium* sporen niet meer levensvatbaar zijn na conservering.

- Op basis van de resultaten uit dit onderzoek kunnen we niet concluderen dat kuilen met bladvlekkenziekte meer last hebben van broei dan normaal. Daarnaast werd de voeropname gemiddeld beoordeeld als goed en niet of nauwelijks minder dan normaal.

4.3 Voorjaarsgrondbewerking

Locatie Vredepeel

- Op locatie Vredepeel was na de voorjaarsgrondbewerking ploegen de *Helminthosporium* aantasting significant lager dan na spitten of cultiveren.
- Door te ploegen bleef de primaire aantasting gedurende het seizoen geringer.
- Bij ploegen werd de aantasting pas na half augustus veel zwaarder, waarschijnlijk veroorzaakt door een secundaire aantasting.

Locatie Dalfsen

- Op licht leemhoudende zandgrond van locatie Dalfsen had cultiveren een sterke negatieve invloed op de gewasstand. Op deze proef waren daardoor geen conclusies te trekken over deze behandeling.
- De behandelingen spitten en ploegen leken een even zware aantasting te veroorzaken.

Op basis van de resultaten kunnen we concluderen dat ploegen hoogstwaarschijnlijk een geringere schade op het perceel zelf en een geringere secundaire druk naar naburige percelen geeft.

Praktijktoepassingen

In Nederland wordt de bladvlekkenziekte door *Helminthosporium* voornamelijk veroorzaakt door de *H. turcicum*, die langgerekte vlekken veroorzaakt en de *H. carbonum*, die kleine vlekjes veroorzaakt. Uiteindelijk kan het gehele maïsgewas afsterven. De gemiddelde schade in Nederland bij een zware vroege primaire aantasting wordt geschat op 5 tot 10% in VEM-opbrengst bij snijmaïs en op 5 tot 10% in korrelopbrengst bij korrelmaïs. In individuele gevallen kan dit hoger zijn. Het effect op de voederwaarde is geringer dan op de opbrengst.

Snijmaïs aangetast door *Helminthosporium* geeft in principe nauwelijks of geen problemen met de conservering. Voorwaarde is wel dat de maïs wordt ingekuuld bij een drogestofgehalte dat binnen het normale traject ligt van 30-35%. De toename van de broeigevoeligheid lijkt dan ook mee te vallen. Bij een vroege ernstige aantasting is het mogelijk dat het melkzuurgehalte lager is dan normaal en het azijnzuurgehalte hoger. Indirect kan *Helminthosporium* wel problemen geven bij de conservering wanneer door een aantasting veel *Fusarium* (stengelrot) optreedt. *Fusarium* veroorzaakt een droge massa wat moeilijk is te verdichten tijdens het inkuilen. De kans op broei wordt hierdoor groter, als niet voldoende kort wordt gehakseld en de kuil niet zorgvuldig wordt verdicht. Bij korrelmaïs geeft het secundair optreden van stengelrot kans op meer legering en dus een slechtere oogstbaarheid en grotere oogstverliezen.

*Helminthosporium*aantasting leidt niet tot de vorming van schadelijke mycotoxinen, is dan ook niet giftig voor het vee en de voeropname is over het algemeen goed. Maar een aantasting met *Helminthosporium* geeft wel een grotere kans op aantasting met andere schimmels (*Fusarium*, *Aspergillus*) die wel mycotoxinen kunnen vormen. Voerresten met ingekuilde besmette maïs zorgen waarschijnlijk niet voor extra besmetting van de bodem omdat *Helminthosporium* sporen niet meer levensvatbaar lijken te zijn na conservering.

Sterk aangetaste maïs ziet er dood en droog uit. De neiging bestaat dan om snel te oogsten. Dit is lang niet altijd verstandig omdat het drogestofgehalte nog kan tegenvallen. Om inkuilverliezen te beperken is het advies om de aangetaste maïs niet natter in te kuilen dan 30% drogestof. Het drogestofgehalte van de hele plant wordt voor het grootste deel bepaald door de rijpheid van de kolf en de hoeveelheid vocht in de stengel en niet door het blad. Het is dus verstandig om de stengels en de kolf te beoordelen en het drogestofgehalte te schatten voordat men gaat oogsten. Over het algemeen kan een ernstig aangetast gewas snijmaïs het best worden geoogst als de korrel tenminste deegrijp is, of als er te veel stengelrot in komt en hierdoor legering optreedt of het gewas te droog wordt voor een goede conservering. Bij ernstig aangetast korrelmaïs is een vroegere oogst niet gewenst, omdat dit ten koste gaat van het drogestofgehalte waardoor de droogkosten worden verhoogd. Bij een zware aantasting kan men overwegen de korrelmaïs te oogsten als snijmaïs of als corn cob mix.

De sporen van deze schimmel overwinteren in de grond en kunnen vanaf half juni het nieuw gezaaide maïsgewas weer aantasten. Deze vroege aantasting vanuit de grond is de primaire aantasting. Deze aantasting veroorzaakt binnen het perceel de meeste schade. Ook kan van hieruit naburige percelen door overwaaien van sporen worden aangetast, dit is de secundaire aantasting. Er is dus veel aangelegenen de primaire aantasting uit te stellen of zelfs te voorkomen. Een geringe primaire aantasting beperkt zowel de schade op het veld zelf als ook de mate van overwaaien naar naburige percelen. De schade op deze percelen wordt hierdoor ook geringer en de complete verspreiding van de schimmel wordt ingeperkt.

Om ernstige schade op korte en lange termijn te voorkomen, moet het ontstaan van een vroege primaire aantasting zolang mogelijk worden voorkomen. Dit kan met name door vruchtwisseling. De schimmelsporen blijven in ieder geval 1 á 3 jaar actief. Door om het jaar maïs te verbouwen of maïs af te wisselen met meerjarig grasland, neemt de schimmeldruk op het perceel aanzienlijk af.

Een tweede en wellicht de belangrijkste maatregel voor de praktijk is het gebruiken van tolerante rassen. Op www.handboeksnijmaïs.nl en op www.ppo.wur.nl/NL/publicaties/rassenbulletins zijn de Rassenbulletins maïs (2009) te vinden, waarin de tolerantie van rassen tegen *Helminthosporium* zijn opgenomen. De verwachting is dat op korte termijn het tolerantieniveau van de rassen door veredeling sterk verbetert. Afhankelijk van de mate van aantasting van de maïs op het perceel gedurende de laatste jaren, moet voor een meer of minder tolerant ras gekozen worden.

Ten derde is ook enige invloed te verwachten van een goedkerende grondbewerking in het voorjaar, vóór uitzaai van het nieuwe maïsgewas. Dit zorgt ervoor dat er minder gewasresten met sporen boven in de bouwvoor zitten, waardoor de afstand tot het onderste blad wordt vergroot en er minder snel een primaire aantasting ontstaat. Voor de *H. carbonum* moet men ook letten op schoon zaaizaad, omdat er een verdenking is, dat deze met het zaad over kan gaan. Dit is meer iets voor de zaadproducenten; zij moeten zorgen voor *helminthosporium*vrije zaaizaadproductievelden. Eventueel door het uitvoeren van een chemische bestrijding op deze velden, die zich met name in het buitenland bevinden.

Vragen voor vervolgonderzoek

Fysiologie en teeltmaatregelen

Schade en teeltmaatregelen

- Officieel determineren van de drie soorten *Helminthosporium* die in Nederland op maïs voorkomen.
- Beter bepalen opbrengstreductie in snij- en korrelmaïs veroorzaakt door *Helminthosporium*aantasting onder Nederlandse omstandigheden.
- Wat is het effect van vruchtwisseling op *Helminthosporium* aantasting?
- Wat is het effect van diverse grondbewerkingen op tijdstip van optreden en de zwaarte van een *Helminthosporium*aantasting?
- Heeft N-bemesting invloed op optreden en verloop van een *Helminthosporium*aantasting?
- Zijn de omstandigheden in de maïskuilen anaeroob genoeg om *Helminthosporium* uit te schakelen?
- Zijn in Nederland andere plantensoorten (onkruiden, grassoorten, granen e.d.) bekend, die aangetast worden door *Helminthosporium*soorten, die op maïs de gevreesde bladvlekken veroorzaken?

Bestrijding

- Maïszaad testen op *Helminthosporium*infectie om te beoordelen of het zaad een bron van besmetting is.
- Als de schimmel met het zaad over kan gaan, dan onderzoeken of dit door een warmtebehandeling (warmwater of warme lucht) ziektevrij te maken is.
- Onderzoek naar effectiviteit van fungicide behandelingen en haalbaarheid wat betreft toepassingstechniek en achterblijvende residuen in de plant.
- Als fungiciden toegelaten worden, een BeslissingsOndersteunendSysteem ontwikkelen voor toepassing op de juiste tijdstippen.

Oogst, bewaring en voeding

Oogstadvies

- In de praktijk wordt her en der gesuggereerd om gewassen na aantasting zo snel mogelijk te oogsten. Vooralsnog lijkt dit advies wat voorbarig. Een goed onderbouwd oogstadvies is pas op te stellen als de vragen over ontwikkeling van de voederwaarde tijdens de afrijping van door *Helminthosporium* aangetaste snijmaïs bekend zijn.

Voederwaarde en voeropname

- Het ontbreekt aan goede en volledige kwantitatieve informatie over de ernst en tijdstip van de aantasting in relatie tot de voederwaarde van snijmaïs. Het meest recente onderzoek dateert van 1972, en is uitgevoerd in de USA onder omstandigheden die slecht met de Nederlandse situatie zijn te vergelijken.
- Er zijn geen gegevens bekend van de effecten van *Helminthosporium*aantasting op de opname van snijmaïskuil. Uit de praktijk komen enkele aanwijzingen dat *Helminthosporium*aantastingen nadelig zijn voor de voeropname. Het is onduidelijk of de lagere voeropname kan worden verklaard uit voerparameters (lagere drogestofgehalte en lagere vc-os), of dat dit primair door de *Helminthosporium*aantasting veroorzaakte verminderde smakelijkheid/acceptatie wordt veroorzaakt. Ook uit oud onderzoek zijn geen gegevens bekend van de effecten van *Helminthosporium* op de opname van snijmaïskuil. Evenmin zijn gegevens bekend over de prestatie van melkkoeien die een rantsoen met aangetaste snijmaïs krijgen.

Deze informatie is nodig om a) strategische adviezen te ontwikkelen voor het (wel/niet) oogsten en gebruik van aangetaste snijmaïs; b) het vaststellen van shadedrempels; c) (economisch) gewicht toekennen aan verschillende vormen van resistenties tegen bladvlekkenziekte (resistentie tegen primaire en secundaire aantasting, verschillende fysio's) in kweekprogramma's. De effecten op voederwaarde en voeropname moeten niet beperkt blijven tot de toepassing van snijmaïs in de rundveehouderij, maar moet ook betrekking hebben op de kwaliteit van CCM voor de varkenshouderij.

Conservering en voedselveiligheid

- Er is meer kennis nodig over de effecten van *Helminthosporium*aantasting op de conservering snijmaïs en CCM. Van *Helminthosporium* wordt aangenomen dat deze op zichzelf niet toxisch is en ook geen giftige metaboliëten produceert. Maar een *Helminthosporium*aantasting kan het gewas gevoeliger maken voor

Fusarium- en Aspergillus-aantastingen. Er ontbreekt nog voldoende kennis over de relatie tussen Helminthosporiumaantasting en de vorming van mycotoxinen door Fusarium en Aspergillus. Het inkuilmanagement (creëren en handhaven van anaerobe omstandigheden) is hierbij cruciaal. Onderzoek naar de vorming van mycotoxinen door Fusarium en Aspergillus in met Helminthosporium aangetaste snijmais is wenselijk om een risico-inschatting te maken voor de veiligheid van diervoeder.

Uit oud Amerikaans onderzoek komt naar voren dat Helminthosporiumaantastingen door effecten op het drogestofgehalte, verminderde verdichting en slechtere hakselkwaliteit de conservering negatief kan beïnvloeden. Het is onbekend hoe groot dit risico momenteel is. Verbeteringen aan de hakselapparatuur sinds 1970 hebben het risico op een slechtere hakselkwaliteit wellicht verminderd, maar de capaciteit van oogstapparatuur is enorm toegenomen, waardoor kuilen mogelijk minder goed worden verdicht.

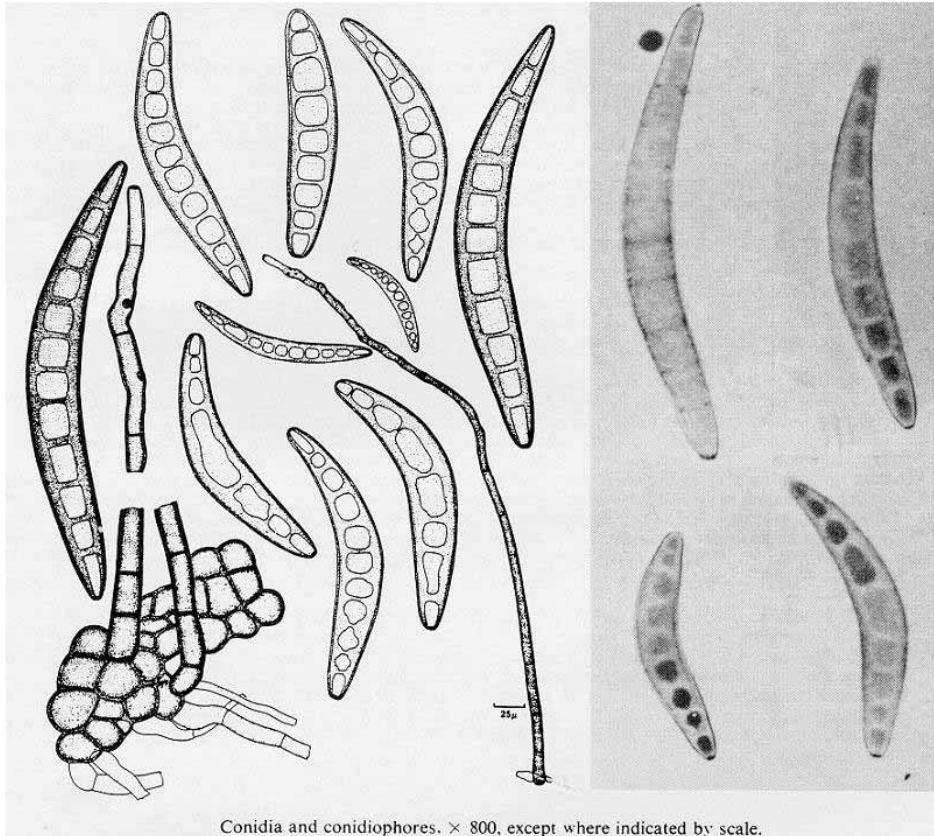
Bijlagen

Bijlage 1 Internationale beschrijvingen van Helminthosporium

Set No 31, published 1971

I.M.I. Descriptions of
Pathogenic Fungi and
Bacteria No. 301

COCHLILOBOLUS HETEROSTROPHUS



Cochliobolus heterostrophus (Drechsler) Drechsler, *Phytopathology* **24**: 973, 1934.

Drechslera maydis (Nisikado) Subram. & Jain, *Curr. Sci.* **35**: 354, 1966 (conidial state).

Helminthosporium maydis Nisikado, 1926.

Conidiophores arising in groups, often from flat, dark brown to black stromata, straight or flexuous, sometimes geniculate, mid to dark brown, pale near the apex, smooth, up to 700 μm long, 5–10 μm wide. *Conidia* distinctly curved, fusiform, pale to mid-dark golden brown, smooth, 5–11-pseudoseptate, mostly 70–160 (av. 98) μm long, 15–20 (av. 17.3) μm wide in the broadest part; scar dark, often flat, 3–4.5 μm wide.

HOSTS: Generally on leaves of *Zea mays*, the main host, *Euchlaena mexicana*, *Sorghum vulgare* and many species of *Gramineae* (**41**: 40; **45**, 3084; **48**, 414; **50**, 2257i). During an epidemic in USA caused by race T in 1970 no important hosts apart from *Z. mays* were noted (**50**, 2257b).

DISEASE: Southern leaf blight of maize, forming very numerous lesions up to 2.5 cm long, mostly on the leaves. They are at first elliptical, then longitudinally elongate, becoming rectangular as restriction by the veins occurs; cinnamonbuff (sometimes with a purplish tint) with a reddish-brown margin and occasionally zonate, coalescing and becoming greyish with conidia. Symptoms caused by race T show a less well defined, somewhat diffuse lesion, with marginal chlorosis leading to leaf collapse, and all parts of the plant can be attacked. Perithecia have been recently reported in the field at the junction of leaf sheath and blade (**50**, 2257j).

GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION: Widespread in the tropics and subtropics (CMI Map 346, ed. 3, 1969) but not reported from Australia. Records not yet mapped are: Brunei, Guatemala, Hawaii, Israel, Laos, Mexico, Salvador and Venezuela.

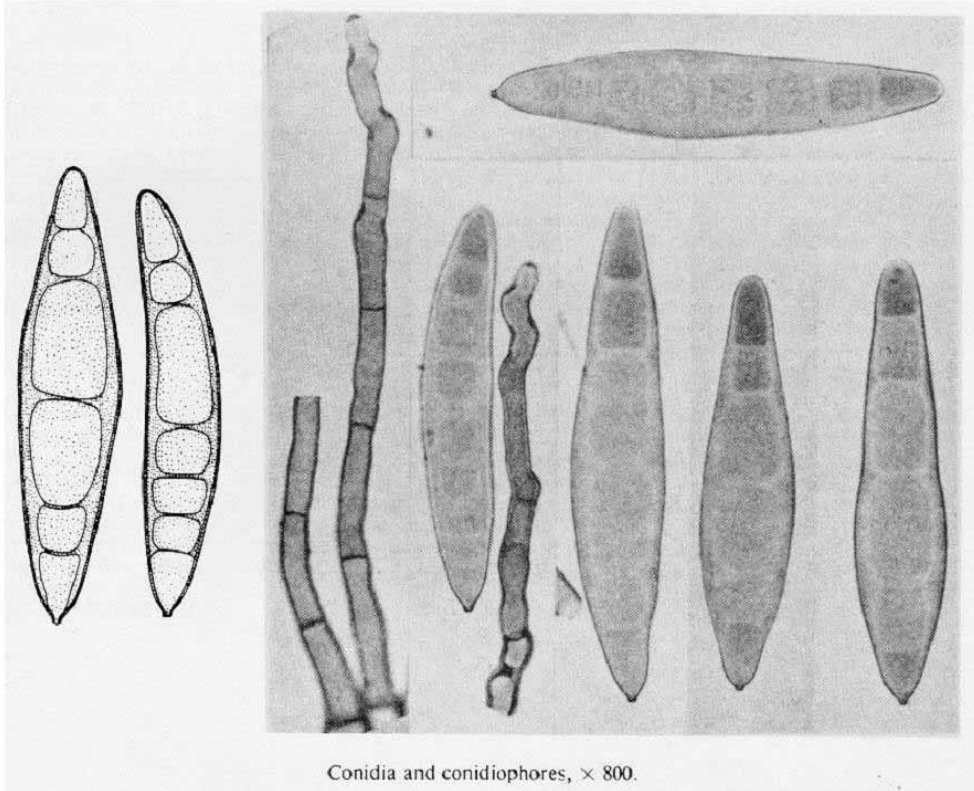
© CAB INTERNATIONAL 1998

Bijlage 1 (vervolg) Internationale beschrijvingen van Helminthosporium

Set No 31, published 1971

I.M.I. Descriptions of
Pathogenic Fungi and
Bacteria No. 304

TRICHOMETASPHAERIA TURCICA



Trichometasphaeria turcica Luttrell, *Phytopathology* **48**: 281–287, 1958.

Drechslera turcica (Pass.) Subram. & Jain, *Curr. Sci.* **35**: 355, 1966 (conidial state).

Helminthosporium turcicum Pass., 1876.

Helminthosporium inconspicuum Cooke & Ellis, 1878.

Conidiophores emerging singly or in groups of 2–6 through stomata, straight or flexuous, brown, up to 300 μm long, (7–) 8–9 (–11) μm wide. *Conidia* straight or slightly curved, ellipsoidal to obclavate, pale to mid straw-coloured, smooth, 4–9 pseudoseptate, 50–144 (av. 115) μm long, (18–) 20–24 (–33) μm wide in the broadest part; scar conspicuously protuberant.

HOSTS: On *Zea mays*, *Sorghum* spp., *Euchlaena mexicana* and other *Gramineae* (RAM **41**: 40).

DISEASE: Northern leaf blight of maize and sorghum forming larger and fewer lesions than *Cochlioholus heterostrophus* (CMI Descript. 301), mostly on the leaves. They begin as small, dark, water-soaked areas, becoming irregular or elliptical, sometimes linear, brown then straw coloured or greyish, with red-purple or tan borders, often 4 \times 10 cm or larger, coalescing and leading to death of leaves. Tassel infection on maize is less conspicuous, ear and crown rots and seedling infection occur (**16**: 450; **34**: 716).

GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION: Widespread (CMI Map 257, ed. 3, 1968). Additional records not yet mapped are: Australia (NT), Cameroon, Ecuador, Fiji, Haiti, Indonesia, Iraq, Lebanon, Pakistan (E.) and Saudi Arabia.

PHYSIOLOGIC SPECIALIZATION: Several races from different hosts have been described (**29**: 361; **41**: 28; **49**, 3789) but instability indicates difficulty in arriving at a firm categorization (**39**: 571). The differential survival of races in mixtures has been reported (**47**, 2702; **49**, 2459; **50**, 1759).

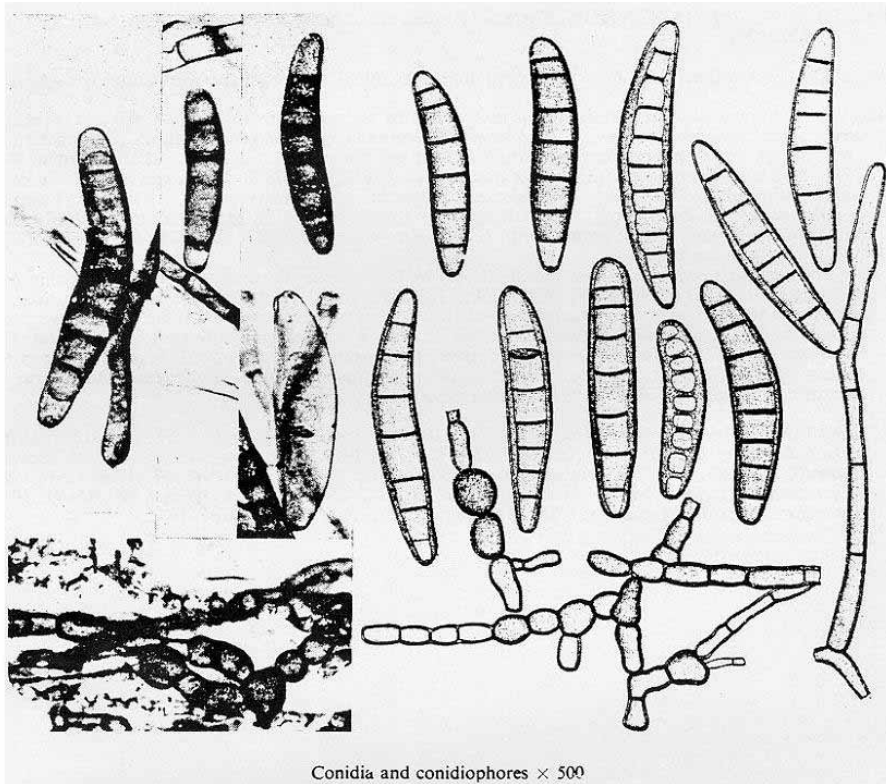
TRANSMISSION: Air-dispersed, probably violently discharged conidia and showing a diurnal periodicity with a forenoon max. (**45**, 795; **46**, 114). The fungus occurs in seed and survives in host debris (**15**: 289; **19**: 602).

NOTES: In maize penetration is direct or through the stomata (**3**: 29). Opt. temp. 25–30°C (**3**: 29; **6**: 157; **43**, 1907) lower than that for *C. hererostraphus*; a high temp. strain has been described (**6**: 547; **37**: 280). Establishment in the xylem produces local wilt effects (**37**: 350). The fungus is heterothallic and the cytology and genetics of

© CAB INTERNATIONAL 1998

Bijlage 1 (vervolg) Internationale beschrijvingen van Helminthosporium

Set No 35, published 1972

CMI Descriptions of
Pathogenic Fungi and
Bacteria No. 349**COCHLIOBOLUS CARBONUM**Conidia and conidiophores $\times 500$ **Cochliobolus carbonum** Nelson, *Phytopathology* **49**: 807–810, 1959.*Drechslera zeicola* (Stout) Subram. & Jain, *Curr. Sci.* **35**: 355, 1966.*Helminthosporium carbonum* Ullstrup, 1944.

Conidiophores arising singly or in small groups, straight or flexuous, mid to dark brown or olivaceous brown, up to 250 μm long, 5–8 μm wide. *Conidia* curved or sometimes straight, occasionally almost cylindrical but usually broader in the middle and tapering towards the rounded ends, (30–) 60–80 (–100) \times (12–) 14–16 (–18) μm , with (6–) 7–8 (–12) pseudosepta, often finally becoming dark or very dark brown or olivaceous brown, the end cells sometimes remaining paler than the middle ones; hilum not very conspicuous.

Cultures forming dark, thick-walled hyphae similar to those which give the characteristic charred appearance to diseased maize ears, especially when the fungus is grown on wheat straw with tap-water agar; these hyphae sometimes breaking up into segments.

HOSTS: *Zea mays*.

DISEASE: Leaf spot of *Zea mays*. Leaf symptoms differ according to the physiologic race. Race 1 gives oval to circular, straw-coloured, dry and papery lesions which become zonate with light to purplish-brown margins; they are abundant, up to 1.5 \times 2.5 cm and often coalescent. Race 2 gives oval, chocolate-brown spots, sometimes irregular, up to 0.5 \times 2.5 cm and less abundant than those of race 1. Both races cause ear rot, a black, felt-like growth over the kernels giving a charred appearance (23: 293).

GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION: Central and southern Africa, S.E. Europe, India (E.), Cambodia, China, Australia (NSW, Qd); New Caledonia, Canada (Ont.), USA (E.), Argentina and Colombia (CMI Map 380, ed. 2, 1969). Additional records not mapped are: Costa Rica, Guatemala, Salvador.

© CAB INTERNATIONAL 1998

Bijlage 2 Ziektebeelden Helminthosporium

Helminthosporium turcicum

Teleomorph: *Setosphaeria turcica*
(syn. *Trichometasphaeria turcica*)
(Anamorph: *Exserohilum turcicum*, syn.
Helminthosporium turcicum)

Vroege symptomen zijn gemakkelijk te herkennen als licht ovale, waterige kleine vlekjes op de bladeren. Deze vlekjes vloeien samen tot langgerekte vlekken waarin het bladweefsel dood is.

De vlekken verschijnen eerst op de lagere bladeren en nemen toe in aantal als de plant zich ontwikkelt. Uiteindelijk kunnen ze leiden tot het volledig afsterven van het blad.

H. turcicum komt wereldwijd voor waar tijdens het groeiseizoen hoge relatieve luchtvochtigheid en gematigde temperaturen overheersen. Als infectie optreedt voor of tijdens de bloei en de omstandigheden zijn optimaal, kan dit leiden tot aanzienlijke economische schade.



Bijlage 2 (vervolg) Ziektebeelden Helminthosporium

Helminthosporium maydis

Teleomorph: *Cochliobolus heterostrophus*
 (Anamorph: *Bipolaris maydis*, syn. *Helminthosporium maydis*)

Jonge vlekjes zijn klein en diamantvormig. Als de vlekjes ouder worden, worden ze langer. De groei van de vlekjes wordt begrensd door bladnerven. De uiteindelijke vorm van de vlekken is rechthoekig en ze zijn 2-3 cm groot. Vlekken kunnen samenvloeien en er zo voor zorgen dat een groot gedeelte van het blad wordt gedood.

De hierboven beschreven symptomen hebben betrekking op fysio "O" van de schimmel. In het begin van de 70-jaren veroorzaakte fysio "T" ernstige schade in maïscultivars waarin mannelijke steriliteit vanuit Texas was ingebouwd.

Vlekken veroorzaakt door fysio "T" zijn ovaal en groter dan de vlekken die door fysio "O" wordt veroorzaakt. Een belangrijk verschil is dat fysio "T" wel schutbladeren en bladscheden aantast, terwijl fysio "O" die normaal gesproken niet aantast.

H. maydis komt vooral voor in warme en vochtige maïs gebieden.

De schimmel heeft wat hogere temperaturen nodig voor infectie in vergelijking met *H. turcicum*. Beide schimmels worden echter wel vaak op dezelfde plant aangetroffen.



Bijlage 2 (vervolg) Ziektebeelden Helminthosporium

Helminthosporium carbonum

Teleomorph: *Cochliobolus carbonum*
(Anamorph: *Bipolaris zeicola*, syn. *Helminthosporium carbonum*)

Deze ziekte treedt vooral op in gebieden die erg nat zijn en gematigde temperaturen hebben.

De vijf tot nog toe bekende fysio's van de schimmel veroorzaken verschillende symptomen op de bladeren.

Fysio 1 maakt ovale, begrensde bruin gekleurde vlekken op alle delen van de plant inclusief de kolven, die gaan rotten en zwart kleuren.

Fysio 2 maakt bruine, slanke, langwerpige vlekken, vooral op de lagere bladeren (foto), en kan ook kolfrot veroorzaken.

Fysio 3 maakt smalle, grijsachtige vlekken met een lichtgekleurde rand.

Fysio 4 maakt vlekken die lijken op die van stam 2, maar ze laten vaak een concentrisch patroon zien.

Fysio 5 maakt alleen kleine necrotische vlekjes op onvolgroeide bladeren.

Kolfrotsymptomen veroorzaakt door fysio's 1 en 2 verschillen niet van elkaar.



Bijlage 3 Overzicht ingevulde vragenlijsten

Vragen	Bedrijf					
	1	2	3	4	5	6
1. Welke gewassen zijn er de afgelopen 5 jaar op het perceel geteeld ?	Snijmais	Mais	Snijmais	Maïs	Maïs	Continueteelt maïs
2. Is er een groenbemester geteeld ? Zo ja welke ?	Ja. Rogge gemengd met Italiaans raai	Italiaans raigras	Ja, rogge	Rogge	Ja, ??	Italiaans raigras
3. Welke grondbewerkingen zijn er uitgevoerd vanaf de oogst 2006 tot inzaai 2007 en wanneer ?	Stoppelbewerking vaste tandcultivator. Bouwlandbemesten met bouwlandbemester. Ploegen met vorenpakker.	Losgetrokken, vastetandcultivator, breedwerpig gezaaid. Weidesleep ingewerkt.	Na oogst vaste tand cultiveren→ (kustmast strooien) rogge zaaien→ triltandcultivator inwerken. Eind maart 2007 bovengronds mest uitrijden→ vaste tand inwerken + rogge kapot→ ploegen→ triltand→ zaaien (19 april) → na 4 dagen weideggen	Herfst: cultivator Voorjaar: bouwlandinjectie + ploegen + cultivator	Twee keer de Smaragd	Najaar 2006 groenbemester zaaien met triltandschoffel Voorjaar groenbemester inwerken met schijveneg, ploegen + zaaibedbereiding
4. Organische mest: soort, hoeveel, hoe uitgereden/ingewerkt ?	DMR 40 ton per ha	± 40 m ³ ² / ₃ o/d groenbemester, geploegd daarna ¹ / ₃ mest	40 m ³ rvdm. Bovengronds, vasttandcultivator ingewerkt	35 m ³ RDM bouwlandinjectie	45 m ³ /ha injecteur	Runderdrijfmest 40 m ³ met bouwlandinjecteur
5. Welk maïsras is er geteeld ?	Formula	Nescio al jaren	Amelia	Adenzo	PR39?49	Columbus (op een ander perceel en in andere kuil Ronaldino, had geen last).
6. Wat was de zaaidatum ?	3-5 -2007	7 mei	19 april	4 mei	Eind april	Ca 20 april

7. Wanneer ontdekte u de eerste aantasting ?	10 -9-2007	eind augustus	Begin september (betekend niet dat het er niet eerder zat)	Eind augustus	Augustus	Half september
8. Begon de aantasting onder of boven in het gewas ?	Boven	boven in het gewas	Weet ik niet meer	Bovenin	Onder	Onder
9. Welke soort vlekken zag u ? (zie onderstaande foto's)	Foto 1	Foto 1	Foto 2	Foto 2	Foto 1	Langgerekte vlekken
10. Wat was de oogstdatum ?	29-9-2007	16 september	30 september	25 september	Half september	10 oktober
11. Hoeveer was het gewas afgestorven tijdens de oogst ? Zo mogelijk percentage aangeven.	85%	50-60 %	Heel erg ±90%	50-100%	95%	100%
12. Was het hele perceel aangetast of pleksgewijs ? Bij pleksgewijs hoeveel procent van de oppervlakte ?	Gehele perceel	Pleksgewijs 100 % en ook hele rijen waar het aan het beginnen was	Hele perceel	Helft perceel 100%, droge deel het meeste	90% van perceel of meer	Hele perceel
13. Was de oorzaak van afsterven Helminthosporium (bladvlekkenziekte) of kwam er ook Fusarium (stengelrot) voor ?	Alleen bladvlekkenziekte en kort voor hakselen enkele planten met stengelrot	Alleen Helminthosporium	Bladvlekkenziekte	Bladvlekkenziekte	Helminthosporium	Helminthosporium, bij oogst hingen enkele kolven
14. Hoe waren de kolven ontwikkeld ? (Normaal, matig, slecht,)	Normaal	Normaal, de planten waren kleiner dan normaal	Normaal	Goed	Matig	Normaal

15. Zijn er bijzonderheden te melden over het hakselen ?	Gehakseld bij motregen. Broeiremmer toegevoegd tijdens het hakselen. Pioneer A44	Nee	Nee	Nee	Na de eerste vracht zijn we kleiner gaan hakselen	Vrij veel lange bladdelen
16. Hoe komt de aangetaste maïs in de kuil voor ? (hele kuil, pleksgewijs, laagsgewijs,)	Hele kuil	Smakelijk, opbrengst viel zwaar tegen waar het aan het beginnen was	Zit in de bovenste helft	Onderste helft	Hele kuil	Hele kuil
17. Op welke wijze wordt de maïskuil gevoerd (gemengd, apart,)?	Gemengd	Gemengd	Gemengd met onderste helft kuil (geen bladvlekkenziekte) → over het kuilvoer in 2x	Mais en gras in lagen over elkaar (mais over gras)	Gemengd	Laagsgewijs icm graskuil met voerdoseerbak
18. Hoe wordt de maïskuil opgenomen door de koeien?	Geen problemen	Goed	Goed	Goed	Goed, misschien iets meer restvoer	Goed opgenomen, lange bladdelen blijven liggen
19. Heeft de maïskuil last van broei en of schimmel ?	langs de zijkant op de rand van de afdekking met aardappelpersvezel	Nee	Nee	Een kant iets broei en iets schimmel op de wangen	Nee, wonder boven wonder	Meer last van broei
20. Ervaart u dit jaar iets bijzonders aan de kuil of uw koeien in vergelijking met voorgaande jaren ?	Neen, Alleen een veel lager ds gehalte	Nee	Nee	Geen	Nee	Geen noemenswaardig heden
21. Overige opmerkingen		Dit jaar (2007): 3ha meer verbouwd, maar evenveel mais als oogstjaar 2006		Afrijping gaat minder snel	Toevoegmiddel 1188 pioneer	Kuil is achteraf beter dan op voorhand bij de oogst werd verwacht

Bijlage 3 (vervolg) Overzicht ingevulde vragenlijsten

Vragen	Bedrijf					
	7	8	9	10	11	12
1. Welke gewassen zijn er de afgelopen 5 jaar op het perceel geteeld ?	07-mais, 06-mais, 05-bieten, 04-mais, 03-gras	2 percelen continueelt mais en 1 perceel jaar ervoor aardappelen, daarvoor niet bekend	Meer jaren bouwland, verschillende gewassen (niet allemaal bekend)	Fabriksaardappelen, graan	Mais	3 keer mais, daarvoorheen grasland
2. Is er een groenbemester geteeld ? Zo ja welke ?	Rogge	Wintergroen graan	Italiaans raaigras	Nee	Italiaanse raaigras	Ja, wintertarwe
3. Welke grondbewerkingen zijn er uitgevoerd vanaf de oogst 2006 tot inzaai 2007 en wanneer ?	Stoppelbewerking met schijveneg Voorjaar: Rogge doodgespoten, bouwlandinjectie, ploegen met vorenpakker	Najaar: Direct na oogst vaste tand + ganzevoet Voorjaar: schijveneg, mesttank+cultivator, daarna vaste tand, daarna ploegen + aandrukken met schijveneg	Najaar 2006 frezen Voorjaar 2007 ploegen + zaaibedcombinatie	Ploegen met vorenpakker 18-4-2007	Voorjaar doodspuiten met roud up bouwlanding ploeger met vorenpakken	2 keer lostrekken, mest met bouwland injecteur. Geploegd, twee bewerking met triltand cultivator voor zaaiklaar leggen
4. Organische mest: soort, hoeveel, hoe uitgereden/ingewerkt ?	RDM-40 m3 bouwlandinjectie	40 m3 RDM Mesttank+cultivator	Runderdrijfmest 35 m3 met bouwlandinjecteur	± 40 m ³ runderdrijfmest met mesttank en ingewerkt en ingewerkt met cultivator	40 ton Rdm	60 – 70 m3 rvd, bouwland injecteur. Mooie machine!
5. Welk maïsras is er geteeld ?	Abriko	Rosalie en Companero (geen verschil in besmetting)	Lafortuna en Lacta	Nescio	Adenzo	Adenzo
6. Wat was de zaaidatum ?	5 mei	26 april	19 april	20-4-2007	28 april	1 mei

7. Wanneer ontdekte u de eerste aantasting ?	Eind augustus, toen er in de media over geschreven werd	Vlak voor oogst, zat er toen al helemaal onder	Half augustus	Begin september 2007	Vlak voor oogst	2 ^{de} week september
8. Begon de aantasting onder of boven in het gewas ?	Bovenin	Niet bekend, zie vrg 7	Bovenin ?	boven in het gewas	Beide	Onbekend
9. Welke soort vlekken zag u ? (zie onderstaande foto's)	Foto 2	Niet bekend, zie vrg 7	Niet bekend	foto 1	Foto 2	Foto 2
10. Wat was de oogstdatum ?	8 oktober ds 38,5% VEM 957 Zetmeel 359	23 september	Begin oktober	24 september	21 september	3 ^{de} week september
11. Hoeveer was het gewas afgestorven tijdens de oogst ? Zo mogelijk percentage aangeven.	Ca 75 %	2/3 100 % en 1/3 50-75%	Variërend van 10 tot 75%	70%	Geheel bruin	Moeilijk aan te geven, misschien wel 40 %
12. Was het hele perceel aangetast of pleksgewijs ? Bij pleksgewijs hoeveel procent van de oppervlakte ?	Helemaal	Zie vraag 11	Ongeveer hele perceel, maar niet overal evenveel zie vrg 11	Eerst pleksgewijs; later het hele perceel bijna	60%	Volledig tot 75 %
13. Was de oorzaak van afsterven Helminthosporium (bladvlekkenziekte) of kwam er ook Fusarium (stengelrot) voor ?	Bladvlekkenziekte	Helminthosporium	Helminthosporium	Er kwam geen stengelrot voor	Sommige stengels vielen gewoon om (knikten op de grond)	Bladvlekken
14. Hoe waren de kolven ontwikkeld ? (Normaal, matig, slecht,)	Normaal (toppen waren leeg)	Redelijk normaal	Normaal	Normaal	Normaal	Normaal maar niet voldoende droog

15. Zijn er bijzonderheden te melden over het hakselen ?	Na eerste wagen haksellengte korter laten zetten, 7 mm	Geen bijzonderheden, product viel al mee toe het door de hakselaar was geweest	Moeilijk goed te hakselen	Toevoegmiddel gebruikt, Pioneer (doe ik niet weer, is erg duur)	Nee	Geen
16. Hoe komt de aangetaste maïs in de kuil voor ? (hele kuil, pleksgewijs, laagsgewijs,)	Hele kuil, meest aangetaste onderin sleufsilos	Hele kuil	Pleksgewijs zie vrg 11	Hele kuil	Laagsgewijs	Onderste helft!
17. Op welke wijze wordt de maïskuil gevoerd (gemengd, apart,)?	Gemengd	Apart, eerst graskuil en dan maïs erover	Gemengd met graskuil	Gemengd	Gemengd	Krapbak apart..
18. Hoe wordt de maïskuil opgenomen door de koeien?	Goed (van grof gehakselde meer voerresten)	Goed	Wisselend, waarschijnlijk a.g.v. wisselende besmetting	Goed	Zeer goed	Goed, veel opname
19. Heeft de maïskuil last van broei en of schimmel ?	Totaal niet	Nee, helemaal niet	Nee	Nee, soms wat bovenlangs (rand 5 cm)	Nee	Schimmel in de bovenste laag, maar dit is een andere schimmel
20. Ervaart u dit jaar iets bijzonders aan de kuil of uw koeien in vergelijking met voorgaande jaren ?	Opvallend dat er helemaal geen broei of schimmel is te zien	Nee	Nee	Nee	Vanaf het voeren van deze maïs zijn veel koeien constant dun op de mest , hoe traag je het rantsoen ook maakt.	De vertering op stal door de koeien is minder. Veel pitten in de mest! Veel droge bladeren als restafval in de voergoot.
21. Overige opmerkingen	Ervaring is dat plant heel snel kan afsterven, 1 week tijd	Toevoegmiddel Pioneer 1188 gebruikt			Zelfs de voerleverancier staat voor een raadsel	

Bijlage 4 Analyse resultaten van de onderzocht kuilen

	Bedrijf											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Drogestof (g/kg)	284	308	352	282	321	367	354	288	385	311	351	324
Ruw eiwit	79	58	53	68	57	65	70	75	67	71	72	64
Ruwe celstof	201	211	208	192	229	195	189	212	186	202	176	201
Ruw as	37	31	35	35	41	33	37	39	36	40	35	43
Vc-os (%)	76.1	75.8	75.1	75.5	73.5	74.7	75.1	74.2	74.9	76.1	76.7	76.2
Suiker	9	17	13	22	4	14	16	15	9	15	19	12
Zetmeel	318	289	326	316	292	330	348	305	362	329	363	328
NDF	435	462	450	420	491	422	409	447	402	431	384	424
NDF-vert. (%)	51.4	51.8	51.6	49.9	51.5	49.7	51.5	50.7	45.5	51.5	50.0	52.3
ADF	233	249	247	224	273	231	222	246	221	235	209	234
ADL	21	20	20	18	22	19	20	21	19	20	17	20
VEM (/kg ds)	975	977	961	968	930	957	959	943	957	972	987	971
DVE	51	49	45	48	44	47	47	48	46	49	49	48
OEB	-31	-49	-48	-38	-45	-40	-35	-32	-36	-36	-34	-41
pH (waarde)	3.9	3.9	4.0	3.9	4.5	4.0	4.0	4.1	4.0	4.0	3.9	3.8
Ethanol (g/kg)	4.7	3.9	2.3	4.6	5.0	3.7	3.6	3.0	3.3	4.7	4.6	3.5
Melkzuur (g/kg)	16.9	18.4	18.4	15.6	1.7	20.6	25.3	12.0	20.2	18.1	20.0	17.6
Azijnzuur (g/kg)	8.8	3.8	3.7	4.9	17.1	6.0	5.4	10.5	3.8	7.9	4.8	3.1
Boterzuur (g/kg)	0.20	0.10	0.10	0.00	0.20	0.10	0.10	0.20	0.10	0.20	0.10	0.10
Propionzuur (g/kg)	1.40	0.05	0.05	0.10	3.00	0.20	0.20	1.20	0.05	0.70	0.05	0.05

Literatuur

- Anonymous (1947). Sixtieth Annual Report of Purdue University Agricultural Experiment Station, Lafayette, Indiana, for the year ending 30th June, 1947.
- Anonymous (1948). Twenty-ninth Annual Report of the Georgia Coastal Plain Experiment Station for the year 1948-1949.
- Anonymous (1970). Southern Corn leaf blight Special Issue. 62nd Annual Meeting of the American Phytopathological Society, Hot Springs, Ark., 5 Oct. 1970.
- Anonymous (1971). Bibliography of corn. Volumes 1, 2 and 3, Metuchen, NJ, USA, Scarecrow Press, Inc..
- Anonymous (2008). Northern Leaf blight. Pioneer Technical Insight 339 2008 March.
- Akhtar, M. and M. O. Garraway (1990). Effect of sodium bisulfite on peroxidase activity and electrolyte leakage in maize in relation to sporulation of *Bipolaris maydis* race T. Ohio Journal of Science. 1990; 90(3): 71-76.
- Ali, K. and A. Shabeer (1992). Influence of temperature regimes and substrate types on colony growth and conidial morphology of *Bipolaris maydis* (Nisik.) Shoemaker. Sarhad Journal of Agriculture. 1992; 8(5): 551-554.
- Anjos, J. R. N., M. J. A. Charchar, et al. (2004). Occurrence of *Bipolaris maydis* causing leaf spot in *Paspalum atratum* cv. Pojuca in Brazil. Fitopatologia Brasileira. 2004; 29(6): 656-658.
- Baldwin, D., V. Crane, et al. (1998). HC-toxin: does inter-species chromatin remodelling confer host-pathogen compatibility?, Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Boning, K. (1938). Helminthosporioses of Maize. Prakt BI Pflanzenb. 1938; 16(7-8): 159-167.
- Boning, K. (1952). Diseases and pests of Maize. Pflanzenschutz . 1952; 4(9): 103-107.
- Boothroyd, C. W. (1971). Transmission of *Helminthosporium maydis* race T by infected Corn seed. Phytopathology . 1971; 61(6): 747-748.
- Caldwell D.M., T.W. Perry (1972). Nutritional value of blighted corn as silage or as grain. Journal of Dairy Science 55: 1302-1304.
- Carson, M. L. (1998). Agressiveness and perennation of isolates of *Cochliobolus heterstrophus* from North Carolina. Plant Disease, 1998; 82(9): 1043-1047.
- Chauhan, S. and B. N. Pandey (1992). A new leaf blight of *Populus deltoides* caused by *Bipolaris maydis*. Indian Phytopathology. 1992; 45(1): 130-133.
- Chauhan, S. and B. N. Pandey (1995). "Screening poplars for resistance to *Bipolaris maydis* race T." Indian Phytopathology. 1995; 48(1): 96-100.
- Ciegler, A, J.L. Richard, J.J. Ellis S.J. Cysewski (1972). Studies of the toxicity of *Helminthosporium maydis*. Applied Microbiology 23:586-591.
- Cleveland, T.E., P.F. Dowd, A.E. Desjardins, D. Bharnagar, P.J. Cotty (2003). United sdtates Department of Agriculture – Agricultural Research Service research on pre-harvest prevention of mycotoxins and mycotxigenic fungi in US crops. Pest Management Science 59: 629-642.
- Cox, R. S. (1956). Control of the *Helminthosporium* blight diseases on Sweet Corn in Florida. Phytopathology . 1956; 46(2): 112-115.
- Doupnik, B.E, O.H. Jones, J.C. Peckham (1971). Lack of toxicity of *Helminthosporium maydis*-invaded corn and culture filtrates to chick and mice. Applied Microbiology 22: 732-733.

- Duan, C. H., W. H. Tsai, et al. (1992). Some host plants of *Bipolaris maydis* in Taiwan. *Plant Pathology Bulletin*. 1992; 1(3): 156-157.
- Ellis, M. B. and P. Holliday (1971). *Cochliobolus heterostrophus*. [Descriptions of Fungi and Bacteria]. IMI Descriptions of Fungi and Bacteria. 1971;(31): Sheet 301.
- Ellis, M. B., P. Holliday, et al. (1971). C.M.I. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria. CMI Descriptions of pathogenic fungi and bacteria 31: 31.
- Engelhard, A. W. (1976). Pathogenicity of *Bipolaris* (*Helminthosporium*) *setariae* and *Bipolaris maydis* races T and O to carnation, geranium and snapdragon. *Plant Disease Reporter*. 1976; 60(5): 402-405.
- Evans, R. C. and C. L. Black (1981). Interactions between nitrogen sources and xylose affecting growth, sporulation, and polyphenoloxidase activity in *Bipolaris maydis* race T. *Canadian Journal of Botany*. 1981; 59(11): 2102-2107.
- Futrell, M. C. (1970). Is corn infected with *Helminthosporium maydis* or silage produced from this corn toxic to livestock? *Plant Disease Reporter* 1970; 54(12): 1111.
- Gao, Z. S., H. W. Cai, et al. (2005). Field assay of seedling and adult-plant resistance to southern leaf blight in maize. *Plant Breeding*. 2005; 124(4): 356-360.
- Garraway, M. O., M. Akhtar, et al. (1989). Effect of high temperature stress on peroxidase activity and electrolyte leakage in maize in relation to sporulation of *Bipolaris maydis* race T. *Phytopathology* . 1989; 79(7): 800-805.
- Goulart, A. C. P. (1998). Sanitary quality of wheat, soyabean and maize seeds produced in Mato Grosso do Sul State, Brazil. *Qualidade sanitaria de sementes de trigo, soja e milho produzidas em Mato Grosso do Sul. Boletim-de-Pesquisa-EMBRAPA-Centro-de-Pesquisa-Agropecuaria*. 1998; (7): 48 pp.
- Hugger, H. (2007). *Helminthosporium* meldet sich 2007 zurück. *Innovation* 4/2007: 8-9.
- Hooker, A. L., D. R. Smith, et al. (1970). Physiological races of *Helminthosporium maydis* and disease resistance. *Plant Dis Repr* 54: 1109-10.
- Horrocks, R. D., F. D. Cloninger, et al. (1972). The relationship between stalk lodging and corn leaf blight. *Plant Disease Reporter*. 1972; 56(1): 11-14.
- Iqbal, J. and S. Ahmad (1994). Assessment of yield loss in maize from maydis leaf blight in Peshawar, Pakistan. *Sarhad Journal of Agriculture*. 1994; 10(6): 703-706.
- Ishizaki, H. (1950). Effect of old cultures of *Ophiobolus heterostrophus* on the germination of seeds. *Igaku to Seibutsugaku Med and Biol* 16: 215-218.
- Jenns, A. E. and K. J. Leonard (1985). Effects of temperature and illuminance on resistance of inbred lines of corn to isolates of *Bipolaris maydis*. *Phytopathology* . 1985; 75(3): 274-280.
- Kovachich, W. G. (1957). Three leaf diseases of young Oil Palms associated with *Helminthosporium* spp. *Trans Brit mycol Soc*. 1957; 40(1): 90-94.
- Länderübergreifende Zusammenarbeit der Landesanstalten für Landwirtschaft (2007). *Schimmelpilze und Mykotoxine in Futtermitteln (Futtergetreide, Grünfütter, Silage, Heu, Stroh) – Vorkommen, Bewerten Vermeiden. Rapport Mehrländerprojekt von den Landesanstalten für Landwirtschaft de Bundesländer Baden Württemberg, Bayern, Sachsen und Thüringen.*
- Leonard, K. J. (1972). Formation of protothecia by *Cochliobolus heterostrophus*. *Mycologia* . 1972; 64(2): 437-441.
- Leonard, K. J. (1977). Virulence, temperature optima, and competitive abilities of isolines of races T and O of *Bipolaris maydis*. *Phytopathology* . 1977; 67(10): 1273-1279.

Lukens, R. J. and R. Mullany (1972). The influence of shade and wet soil on southern Corn leaf blight. *PI Dis Repr.* 1972; 56(3): 203-206.

Luttrell, E. S. (1964). Morphology of *Trichometasphaeria turcica*. *Amer J Bot.* 1964; 51(2): 213-219.

Ma, C., C. Zhai, et al. (2005). Induced resistance by the filtration of *Bipolaris maydis* race T toxin cultivation. *Scientia Agricultura Sinica.* 2005; 38(8): 1578-1584.

Manoj, K. and V. K. Agarwal (1998a). Effect of fungicidal seed treatment on seedborne fungi, germination and seedling vigour of maize. *Seed Research.* 1998, publ. 1999; 26(2): 147-151.

Manoj, K. and V. K. Agarwal (1998b). Location of seedborne fungi associated with discoloured maize seeds. *Indian Phytopathology.* 1998; 51(3): 247-250.

McMahon M.E., P.A. Hartman, R.A. Saul, L.H. Tiffany (1975). Deterioration of High Moisture corn. *Applied Microbiology* 30: 103-109.

McNeill, M. J. and C. E. Peet (1972). Potential for spread and increase of Southern Corn leaf blight. *PI Dis Repr.* 1972; 56(2): 104-106.

Misra, A. P. and B. Mishra (1970). *Helminthosporium maydis* on *Paspalum scrobiculatum*, a new record. *J appl Sci.* 1970; 2(1): 54-55.

Morgan, O. D. (1971). Sclerotial formations by *Helminthosporium maydis* race T on Corn seed. *PI Dis Repr.* 1971; 55(9): 755-756.

Nelson, R. R. (1957). The genetics of compatibility in *Cochliobolus heterostrophus*.

Nelson, R. R. (1957). Heterothallism in *Helminthosporium maydis*. *Phytopathology* . 1957; 47(4): 191-192.

Nelson, R. R. (1959a). Genetics of *Cochliobolus heterostrophus* III. Genetic factors inhibiting ascus formation. *Mycologia* . 1959; 51(2): 132-137.

Nelson, R. R. (1959b). Genetics of *Cochliobolus heterostrophus* IV. A mutant gene that prevents perithecial formation. *Phytopathology* . 1959; 49(6): 384-386.

Nelson, R. R. (1959c). Genetics of *Cochliobolus heterostrophus*. I. Variability in degree of compatibility. *Mycologia* . 1959; 51(1): 18-23.

Nelson, R. R. (1959d). Genetics of *Cochliobolus heterostrophus*. II. Genetic factors inhibiting ascospore formation. *Mycologia* 51: 24-30.

Nelson, R. R. (1959e). Genetics of *Cochliobolus heterostrophus*. IV. A mutant gene that prevents peritfaeial formation. *Phytopathology* 49: 384-86.

Nelson, R. R. (1959f). Interspecific crosses as a means of studying evolution of sexuality and pathogenicity in the genus *Helminthosporium*. *Phytopathology* . 1959; 49(9): 547 p.

Nelson, R. R. (1970). Studies and observations on the overwintering and survival of isolates of *Helminthosporium maydis* on Corn. *PI Dis Repr.* 1970; 55(2): 99-103.

Nocek, J. E. and S. Tamminga (1991). Site of Digestion of Starch in the Gastrointestinal tract of Dairy Cows and Its Effect on Milk-Yield and Composition. *Journal of Dairy Science.* 74: 3598-3629.

Phipps, R. H., J. D. Sutton, D. E. Beaver, and A. K. Jones (2000). The effect of crop maturity on the nutritional value of maize silage for lactating dairy cows 3. Food intake and milk production. *Animal Science.* 71(2):401-409.

Rekha, P. and D. K. Purohit (2002). Mycoflora of minor millets under different storage structures. *Journal of Eco Physiology.* 2002; 5(3/4): 137-138.

- Richard E., N. Heutte, L. Sage, D. Pottiera, V. Bouchart, P. Lebailly and D. Garon (2007). Toxigenic fungi and mycotoxins in mature corn silage. *Food and Chemical Toxicology* 45: 2420-2425.
- Robert, A. L. (1962). New hosts for three *Helminthosporium* species from Corn. *Plant Dis Repr.* 1962; 46(5): 321-324.
- Rodriguez, D. A. and M. E. Sanabria (2005). Effect of the extract of three wild plants on *Rhizoctonia* and southern corn leaf blight diseases of corn and on their pathogens. *Interciencia* . 2005; 30(12): 739-744, 785-787.
- Roy, R. K. and A. P. Misra (1966). The influence of soil fertility on the severity of leaf blight of Maize (*Helminthosporium turcicum* Pass.). *Indian Phytopath.* 1966; 19(4): 359-363.
- Scott, D. J. (1971). The importance to New Zealand of seedborne infection of *Helminthosporium maydis*. *Pl Dis Repr.* 1971; 55(11): 966-968.
- Schooten, H. A. van (2006). Efficiënt gebruik van snijmaïs, Deel 3. Invloed rastype en afrijpingsstadium op conservering. 86. Animal Sciences Group Wageningen UR, Lelystad, Nederland.
- Schooten, H. A. van, Philipsen, B. & J. Groten (2007). Handboek snijmaïs. Animal Science Group en Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Dec 2007:187 pp.
- Seerley, R.W., D.M. Baird, R.S. Lowrey. T.L. Huber (1972). Effect of *Helminthosporium maydis* infection on feeding value of corn. *Journal of Animal Science* 34: 132-136.
- Singh, G. P. and B. Singh (1966). A leaf spot disease of Maize caused by *Bipolaris maydis* (Nisikado) Shoemaker. *Proc natn Acad Sci India, Sect B.* 1966; 36(3): 303-305.
- Tanaka, M. A. d. S., J. A. Maeda, et al. (2001). Fungi associated to corn seeds under storage conditions. *Scientia Agricola.* 2001; 58 (3): 501-508.
- Tatum, L. A. (1971). The southern corn leaf blight epidemic. *Science, USA.* 1971; 171(3976): 1113-1116.
- Tsukiboshi, T. and T. Sato (1985). Effects of light on conidial morphology and virulence of *Bipolaris maydis* Shoem. *Bulletin of the National Grassland Research Institute, Japan.* 1985;(33): 50-56.
- Vidhyasekaran, P. and D. Kandasamy (1971). Effect of soil fertility on the physiology of corn plants in relation to *Helminthosporios* disease incidence. *Phytopathologisches Zeitschrift,* 1971; (72)2: 11-20.
- Wang, B. C. and W. S. Wu (1987). Survivability and biological control of *Bipolaris maydis* on corn. *Plant Protection Bulletin, Taiwan.* 1987; 29(1): 1-12.
- Wang, X., LuPingXiang, et al. (2007). Preliminary quantitative studies on important epidemic links of *Bipolaris maydis* II. Lesion sporulation, spore dispersion and fungicide screening. *Journal of Jilin Agricultural University.* 2007; 29(2): 128-132.
- Warren, H. L., A. Jones, Jr., et al. (1975). Factors affecting the morphology and physiology of *Bipolaris maydis*. *Proceedings of the American Phytopathological Society* 2: 55-56.
- Wu, W. S. and Y. P. Wang (1994). First report of the occurrence of *Bipolaris maydis* on bermudagrass. *Plant Disease.* 1994; 78(9): 926.
- Yu, T. F. (1933). Studies on *Helminthosporium* leaf spot of Maize. *Sinensia Contr Metrop Mus Nat Hist Acad Sinica.* 1933; 3(11): 273-318.
- Zhu, R., X. Deng, et al. (2004). Preparation and activity test of 25.15% Azadirachtin and sulphur seed coating agent. *Journal of Yunnan Agricultural University.* 2004; 19(4): 381-383, 427.
- Zom, R. L. G., J. v. Riel, G. Andre, and G. v. Duinkerken (2002). Voorspelling van de voeropname met het Koemodel 2002. *PraktijkRapport 11. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad*

Websites

<http://www.pioneer.co.nz/pdf%20files/maize%20pdfs/339.pdf> Northern Leafbliht

<http://www.dsv-saaten.de/data/pdf/22/01/00/4-07-helminthosporium.pdf> Helminthosporium meldet sich wieder.

<http://www.dsv-saaten.de/data/pdf/29/01/00/1-08-maissortenwahl-2008.pdf> Mais Sortenwahl 2008.

<http://www.alf-an.bayern.de/pflanzenbau/14746/index.php> Mais (Körner-, Silomais) – Sortenberatung und Anbauhinweise. Bayerisches Staatministerium für Landwirtschaft und Forsten.

http://www.minlnv.nl/cdlpub/servlet/CDLServlet?p_file_id=15156 Landeneisen zaazaden: codering zaazaden en schadelijke organismen zaazaden.

http://maizedoctor.cimmyt.org/index.php?option=com_easygallery&act=categories&cid=343&Itemid=33 Foto's schimmelziekten in maïs.