



WAGENINGEN UR

For quality of life

wetenschapswinkel



Opties voor beheersing van valse meeldauw in ui zonder synthetische bestrijdingsmiddelen

A.J. Termorshuizen
D. Volker

Rapport 232

Opties voor beheersing van valse meeldauw in ui zonder synthetische bestrijdingsmiddelen

A.J. Termorshuizen

D. Volker

Leerstoelgroep Biologische Landbouwsystemen

Wageningen Universiteit

Wetenschapswinkel Wageningen UR
Februari 2007

Rapport 232

Colofon

Opties voor beheersing van valse meeldauw in ui zonder synthetische bestrijdingsmiddelen

Opdrachtgever:

Vereniging voor bedrijfsvoorlichting Walcheren (VVB)

Financiering:

Wetenschapswinkel, Wageningen UR

Projectuitvoering:

Onderzoeker: Dr. Ir. Aad (A.J.) Termorshuizen, Wageningen Universiteit,
Leerstoelgroep Biologische Landbouwsystemen

Onderzoeksassistent: Dine Volker, Wageningen Universiteit,
Leerstoelgroep Biologische Landbouwsystemen

MSc-studenten Plantenwetenschappen:

2005: Teodor Chainis

2006: Sonia Serra Rodrigues Monteiro

Projectcoördinatie:

Marian Blom (Innovatiecentrum Biologische Landbouw)

Vanaf maart 2006: Irene Gosselink (Plant Research International)

Begeleidingscommissie:

ir. Marja Kwekkeboom Contactpersoon VVB

Douwe Monsma NZ 27 (Akkerbouwbedrijf)

dr. ir. Huub Schepers Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (deelnemer sinds
mei 2006)

dr. ir. Olga Scholten Coördinator Allium Research (Plant ResearchInternational)

ir. Gerard Straver Wetenschapswinkel Wageningen UR

ing. Bram de Visser CZAV (Coöperatieve Zuidelijke Aan- en Verkoopvereniging)

Wetenschapswinkel Wageningen UR, rapportnummer 232

Februari 2007

ISBN: 90-8585-074-6

Omslag: Andrew Zeegers, Domino Design, Groningen

Foto's omslag: Aad Termorshuizen

Lay-out: Hildebrand DTP, Wageningen

Druk: Grafisch Service Centrum Van Gils BV, Wageningen

www.wetenschapswinkel.wur.nl

Trefwoorden: valse meeldauw, melkwei, *Peronospora destructor*, biologische bestrijding, ui.

Key-words: downy mildew, milk whey, *Peronospora destructor*, biological control, onion.

Opties voor beheersing van valse meeldauw in ui zonder synthetische bestrijdingsmiddelen

Rapportnummer 232

Aad Termorshuizen en Dine Volker, Wageningen, februari 2007

**Vereniging voor bedrijfsvoorlichting
Walcheren (VVB)**
Groeneweg 1
4371 RP Koudekerke

Vereniging voor Bedrijfsvoorlichting Walcheren
De VVB is een vereniging van akkerbouwers op Walcheren, met als doel de vaktechnische kennis van de leden actueel te houden en waar mogelijk te verbeteren. Dit gebeurt door het organiseren van voorlichtingsbijeenkomsten, excursies en bedrijfsbezoeken.

**Leerstoelgroep Biologische
Landbouwsystemen**
Marijkeweg 22
6709 PG Wageningen
www.bfs.wur.nl

De leerstoelgroep Biologische Landbouwsystemen richt zich op het ontwikkelen en verspreiden van nieuwe wetenschappelijke kennis om biologische landbouwsystemen te analyseren, te ontwerpen en te evalueren. Hierbij worden natuurlijke ecologische processen zo maximaal mogelijk gebruikt. Onderzoek is toegespitst op gemengde (dier-plant) productiesystemen. De leerstoelgroep is gespecialiseerd in plantaardige productiesystemen, maar waar mogelijk wordt samengewerkt met dierlijke productiesystemen.

dr. ir. A.J. Termorshuizen
e-mail: aad.termorshuizen@wur.nl

Wetenschapswinkel Wageningen UR
Postbus 9101
6700 HB Wageningen
0317 - 48 39 08
e-mail: wetenschapswinkel@wur.nl
www.wetenschapswinkel.wur.nl
www.wetenschapswinkels.nl

Maatschappelijke organisaties, zoals verenigingen en belangengroepen, die niet over voldoende financiële middelen beschikken, kunnen met onderzoeksvragen terecht bij de Wetenschapswinkel Wageningen UR. Deze biedt ondersteuning bij de realisatie van onderzoeksprojecten. Aanvragen moeten aansluiten bij de werkgebieden van Wageningen UR: duurzame landbouw, voeding en gezondheid, een leefbare groene ruimte en maatschappelijke verandingsprocessen.



Uienproefveld op Droevendaal in Wageningen in 2006. (Foto: Aad Termorshuizen)

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	vi
Dankwoord	vii
Samenvatting.....	viii
Summary.....	x
1. Inleiding.....	1
2. Karakteristiek van valse meeldauw in ui.....	2
2.1 Levenscyclus	2
2.2 Waardplanten en verspreiding	2
2.3 Beheersing.....	3
3. Effecten van wei: literatuuronderzoek	5
4. Effect van melkwei op valse meeldauw in ui.....	7
4.1 Materiaal en methoden.....	7
4.2 Resultaten.....	8
4.3 Discussie	11
5. Co-existentie biologische en gangbare uientelers	13
5.1 Materiaal en methoden.....	13
5.2 Resultaten en discussie.....	13
6. Algemene discussie	15
7. Conclusies en aanbevelingen	16
7.1 Conclusies	16
7.2 Aanbevelingen	16
8. Referenties.....	17

Voorwoord

In 2002 kwam een uienteler bij ons op bezoek, omdat hij vermoedde dat kaaswei kon helpen bij de bestrijding van valse meeldauw in uien. Wij maken kaas, dus hebben wij kaaswei. Ook teelden wij uien en hadden net als iedere teler af en toe last van valse meeldauw. Het zou mooi zijn als er een eenvoudige en goedkope bestrijdingsmethode zou bestaan, met materiaal dat wij zelf zouden produceren. De uienteler vroeg of we aan een proef mee wilden doen. Met behulp van een adviseur van de CZAV (Coöperatieve Zuidelijke Aan- en Verkoopvereniging) hebben wij een proef uitgevoerd. We hebben het uienperceel van 2003 in drie stroken ingedeeld, één strook werd niet gespoten, één strook kreeg de normale bespuitingen en één strook werd met kaaswei gespoten. Dat jaar was er behoorlijk veel valse meeldauw en halverwege de zomer hebben we het hele veld met de gebruikelijke chemische middelen moeten bespotten. De uien waren gered, maar de kaaswei werkte toen in ieder geval onvoldoende.

Een eenvoudige en zinvolle bestrijding van valse meeldauw zou goed nieuws zijn voor alle uientelers. Als het dan ook nog een methode is zonder chemische middelen, dan zou dat ook voor biologische telers een hele verbetering zijn.

Vandaar dat wij na ons eigen beperkte experiment, samen met de VVB, de akkerbouwstudieclub op Walcheren, aan de Wetenschapswinkel in Wageningen hebben gevraagd of er professioneel onderzoek gedaan kon worden naar het gebruik van kaaswei in uien, ter bestrijding van valse meeldauw.

De vraag is simpel, maar het antwoord vraagt onderzoek, en dus tijd. De onderzoekers hielden ons goed op de hoogte van de ontwikkelingen. In het eerste jaar werden zelfs positieve effecten vastgesteld. Daardoor kwam er een vervolgonderzoek in het jaar erna. En er werd breder gekeken naar het probleem: zijn er nog andere manieren om valse meeldauw te beperken of te voorkomen?

De resultaten staan nu in dit rapport: een goed leesbaar, helder en duidelijk verslag. Helaas is niet "even" de oplossing voor de valse meeldauw gevonden. Maar er is over het effect van kaaswei en over andere bestrijdingsmethoden meer duidelijkheid. En daar kunnen we als uientelers in de praktijk ons voordeel mee doen.

Bedankt Wetenschapswinkel, voor het uitvoeren van onze opdracht.

Bedankt onderzoekers, die zich in de vraag verdiept hebben en er mee aan de slag zijn gegaan. Dank met name aan Aad Termorshuizen voor het actief begeleiden van het hele project en voor het schrijven van dit korte en duidelijke rapport.

Hartelijk dank,
namens de Vereniging voor Bedrijfsvoorlichting Walcheren,

Marja Kwekkeboom,

Kaasboerderij Schellach,
agrarisch bedrijf met akkerbouw, melkveehouderij, kaasmakerij en boerderijwinkel.

Dankwoord

Bij het onderzoek dat aan dit verslag ten grondslag ligt hebben diverse personen bijgedragen, die we hartelijk willen bedanken voor de prettige samenwerking. Ten eerste dank aan de leden van de begeleidingsgroep: Marja Kwekkeboom (Contactpersoon VVB), Douwe Monsma (akkerbouwbedrijf NZ 27 te Zeewolde), Huub Schepers (Praktijkonderzoek Plant & Omgeving), Olga Scholten (coördinator Allium Research, Plant Research International) en Bram de Visser (Coöperatieve Zuidelijke Aan- en Verkoopvereniging).

Andries Siepel stond ons met raad en daad terzijde bij het veldwerk op Droevendaal. De veldexperimenten bij Lelystad werden gecoördineerd door Rinske Meier en Huub Schepers (PPO-Lelystad). Vanuit de leerstoelgroep Biologische Landbouwsystemen hadden Ariena van Bruggen en Oscar de Vos een waardevolle inbreng. Belangrijke bijdragen aan het project hebben de MSc-studenten Teodor Chainis en Sonia Serra Rodrigues Monteiro geleverd met betrekking tot het veldwerk van 2005 en 2006. De studenten Dunia Pino Del Carpio (vz.), Vu Quoc Ngu, Pieter Gardener, Evelyn Broqueza en Georgios Daoularis hebben het onderwerp 'co-existentieproblematiek van uientelers' nader uitgewerkt. Vanuit de Wetenschapswinkel is Marian Blom coördinator van het project geweest. In 2006 heeft Irene Gosselink de voortzetting en afronding van het project gecoördineerd. Aan de zijlijn toonde Gerard Straver (Wetenschapswinkel) regelmatig zijn warme belangstelling.

Samenvatting

Valse meeldauw in ui, veroorzaakt door *Peronospora destructor*, is een toenemend probleem in de Nederlandse akkerbouw. In de gangbare teelt van uien zijn fungiciden beschikbaar voor effectieve bestrijding. Voor de biologische teelt zijn er echter geen mogelijkheden voor beheersing van deze ziekte. Aangezien onder bepaalde omstandigheden van aantasting bestrijding verplicht is kan valse meeldauw in de biologische uienteelt leiden tot een volledige misoogst.

Het doel van het onderzoek was:

- dat het onderzoek een bijdrage levert aan het ontwikkelen van nieuwe, voor de biologische uienteelt acceptabele methoden om de verspreiding van valse meeldauw in ui te voorkomen.
- dat het onderzoek zich niet alleen richt op nieuwe wijzen van bestrijding, maar dat het onderzoek mede een bijdrage levert aan het debat over bestrijdingsmethoden.

De volgende activiteiten werden ontplooid:

- onderzoek naar de werkzaamheid van melkwei als bestrijdingsmiddel van valse meeldauw in ui.
- onderzoek naar de aspecten van co-existentie van gangbare en biologische uientelers.

Het effect van melkwei op het optreden van valse meeldauw in ui werd onderzocht in vier veld-experimenten (zowel in 2005 als in 2006 een in Wageningen en een in Lelystad). In 2005 trad valse meeldauw abnormaal laat op in Wageningen en in 2006 trad valse meeldauw niet op in Lelystad. De ontwikkeling van de ziekte in Wageningen in 2006 was dusdanig massaal en snel dat er slechts één bespuiting met melkwei is toegepast. Dit had geen effect op de valse meeldauw. In 2005 in Wageningen kon een significant effect van toepassing van melkwei zowel 1x /week als 2x /week vastgesteld worden. De ontwikkeling van de ziekte in het gewas kwam echter niet tot stilstand en was nog van dusdanig niveau dat de effecten voor de praktijk niet interessant zijn. In 2005 in Lelystad kon een duidelijk effect van de melkwei (2x /week) worden vastgesteld. Een fytotoxisch effect van de 2x /week met melkwei behandelde planten kon in 2005 duidelijk worden waargenomen. Een effect van met melkwei behandelde bladeren op de kolonisatie door bacteriën kon duidelijk worden vastgesteld.

Een studentengroep heeft de problemen rondom co-existentie van biologische en gangbare uientelers onderzocht. Zij kwam tot de volgende conclusies: verbied de teelt van winteruien (omdat dit bijdraagt aan de overwintering en daarmee de vroege ontwikkeling van valse meeldauw in lente-uien), zie strenger toe op het afdekken van afvalhopen van uienresten, bevorder de doorluchting van het gewas door plantrijen in de lengterichting van de dominante windrichting te plaatsen en door een relatief beperkte plantdichtheid aan te houden en informeer omliggende collega-akkerbouwers als valse meeldauw zich voordoet.

De algemene eindconclusies van het onderzoek zijn:

- Melkwei kan aantasting van uien door valse meeldauw beperken, maar niet in zodanige mate dat dit interessant is voor de praktijk.
- Over enkele belangrijke elementen uit de ziektecyclus van *Peronospora destructor* is onvoldoende bekend: de primaire bron van de ziekte in het voorjaar en de rol van oösporen in de ziektecyclus. Nader onderzoek hiernaar is gewenst. De ontwikkeling van een biotoets voor valse meeldauw in ui is hiertoe noodzakelijk.
- De teelt van winteruien en niet-afgedekte uienafvalhopen vormen waarschijnlijk de grootste bedreiging voor de start van de epidemie in de zaaiuien en tweedejaarsplantuien. Als blijkt dat ondanks de huidige regelgeving met betrekking tot het uitgangsmateriaal (verplichte warmwaterbehandeling van materiaal afkomstig van geïnfecteerde plantgoed) niet voldoet, dan is een landelijk experiment dat tot doel heeft de teelt van winteruien gedurende 1 à 2 jaar te verbieden te overwegen.
- Als de resistentie van nu op de markt komende uienrassen duurzaam blijkt te zijn zal deze spoedig een wereldwijde verspreiding krijgen. Een resistentiedoorbraak blijft echter mogelijk en daarom dienen meer bronnen van resistentie geïdentificeerd te worden. De mate van resistentie van de nieuwe rassen zal verder bepalen in hoeverre mogelijk resistentie-ontwikkeling van valse meeldauw kan worden beheerst door aanvullende maatregelen.

Summary

Options for management of downy mildew in onion without synthetic pesticides

Downy mildew in onion, caused by *Peronospora destructor*, is a problem of increasing importance in Dutch agriculture. In conventional cultivation fungicides are available that effectively control downy mildew. However, in organic cultivations there are currently no effective management options available. Consequently, downy mildew in organically grown onions can result in complete crop failure.

The goal of the research was:

- to contribute to the development of novel methods acceptable for organic cultivation to manage downy mildew in onions.
- to contribute to the on-going discussion on methods to manage downy mildew in onion.

The following activities were performed:

- the evaluation of the application of milk whey to control downy mildew in onions.
- analysis of co-existence of conventional and organic onion growers.

The effect of milk whey on incidence of downy mildew in onions was investigated in 4 field experiments (in 2005 and 2006, at Wageningen and at Lelystad). In 2005, the downy mildew epidemic in Wageningen started very late in the growing season and in 2006 in Lelystad no epidemic occurred at all. Contrary to 2005 the downy mildew epidemic in 2006 in Wageningen progressed very fast, and only a single time milk whey could be applied before the crop had to be harvested. In 2005 in Wageningen a significant negative effect of the application of milk whey was observed both of the 1x /week and 2x /week applications. However, in all treatments the disease continued to develop to such an extent, that milk whey is of no interest for practice. In 2005 in Lelystad a clear effect of 2x /week applications of milk whey was observed. On these intensively treated plants (2x /week) a phytotoxic effects of milk whey was observed: they aged faster than the control plants. Application of milk whey had a clear effect on the bacterial populations colonizing the leaves.

A student group investigated the aspects dealing with co-existence of organic and conventional growers. They arrived at the following conclusions: prohibit the cultivation of onions during winter time (since this contributes to the maintenance and development of downy mildew early in the growing season), put under strict surveillance the covering of onion residue heaps with plastic, stimulate the aeration of the crop by planting rows in the direction of dominant wind direction as well as by planting onions in relatively low densities, and finally inform neighbours about the state of affairs relative to downy mildew.

The general conclusions are:

- Milk whey can reduce the infection of downy mildew, but not to an extent that is of importance for farmers.
- Insufficient information is available about some elements of the disease cycle of *Peronospora destructor*, viz. the primary source of infection and the role of oospores. More research on these topics is needed. Also the development of a bioassay for downy mildew in onions is needed.
- The cultivation of onions during winter time and the occurrence of uncovered onion residue heaps probably comprise the greatest risk factors for the onset of an epidemic during spring and summer. If the current rules to keep planting material free of the pathogen (by requiring a warm water treatment for bulbs that originate from infected plants) are insufficient, a national experiment on the effect of concluding the cultivation of onions during winter time for 1 or 2 years is advised.
- If the resistance of the new cultivars against downy mildew that are now appearing on the market appears sustainable, these cultivars will spread quickly worldwide. However, resistance may be broken at some point in time and there further identification of sources of resistance is necessary. The degree of resistance of the new cultivars will define the necessity of additional activities that limit the development of resistant strains of *P. destructor*.



Uienplant bijna volledig aangetast door valse meeldauw in 2006. (Foto: Aad Termorshuizen)

1. Inleiding

Valse meeldauw in ui, veroorzaakt door de schimmel¹ *Peronospora destructor*, is een toenemend probleem in de Nederlandse akkerbouw. De oorzaak wordt toegeschreven aan besmetting van eerstejaarsplantuinen bestemd voor de teelt van tweedejaarsplantuinen door een combinatie van goede weersomstandigheden en in die periode afwezigheid van effectieve fungiciden (Meier et al., 2005).

Op 11 november 2004 publiceerde het Hoofdproductschap Akkerbouw de 'Verordening HPA bestrijding valse meeldauw bij uien'. Deze verordening behelst een verbod op uienafvalhopen die besmet zijn met valse meeldauw en een verbod op ziektehaarden van een bepaalde omvang. Als de omvang van een ziektehaard groter is dan 3000 aangetaste bladeren op 20 m² of 8000 bladeren op 100 m² dan is bestrijding van de ziekte verplicht. Deze verordening heeft veel stof doen opwaaien in de biologische landbouw, omdat er geen bestrijdingsmethode beschikbaar is voor valse meeldauw in ui, en het enige dat zou resten voor biologische boeren zou de vernietiging van het aangetaste gewas door middel van afbranden zijn. Biologische telers riepen hierop dat de verordening het einde zou betekenen van de biologische uienteelt (Agrarisch Dagblad, 18 juni 2005). Recent zijn biologische en gangbare uientelers het eens geworden over de aanpak van valse meeldauw in ui (persbericht Biologica 4 december 2006). Deze aanpak behelst het volgende. Eerstejaarsplantuinen worden te velde door de NAK gecontroleerd op aanwezigheid van valse meeldauw. Wordt valse meeldauw kort voor rooien geconstateerd, dan is een warmwaterbehandeling verplicht. De verplichting tot bestrijding van valse meeldauw, zoals geformuleerd in bovenvermelde verordening, is afgezwakt: deze is alleen nog geldig als bovenvermelde aantastingsniveau's bereikt worden voordat tweederde van de eerstejaarsplantuinen is geoogst. Aangezien de oogsttijdstippen landelijk nogal uiteen lopen is Nederland opgedeeld in regio's. Verder streeft men naar open communicatie over valse meeldauw en naar onderzoek over het belang van uienafvalhopen.

Het doel van het onderzoek was:

- dat het onderzoek een bijdrage levert aan het ontwikkelen van nieuwe, niet-chemische bestrijdingsmethoden om de verspreiding van valse meeldauw in ui te voorkomen.
- dat het onderzoek zich niet alleen richt op nieuwe wijzen van bestrijding, maar dat het onderzoek mede een bijdrage levert aan het debat over bestrijdingsmethoden.
- dat het onderzoek, bij succes, een vervolg krijgt.

Voor de ontwikkeling van nieuwe, niet-chemische bestrijdingsmethoden is het effect van bespuitingen met melkwei op de ontwikkeling van valse meeldauw in ui onderzocht. Voorts was het de bedoeling om het effect van nachtelijke toediening van lichtflitsen op de ontwikkeling van valse meeldauw te onderzoeken, maar door gebrek aan inoculum van de schimmel konden deze experimenten geen doorgang vinden.

In dit onderzoek wordt verder een bijdrage geleverd aan het debat over bestrijdingsmethoden door de activiteiten van een groep studenten in het kader van een cursus 'Academic Master Cluster' aan Wageningen Universiteit.

Dit verslag presenteert eerst een korte karakteristiek van valse meeldauw in ui op basis van de literatuur (hfst. 2) en vervolgens een overzicht van onderzoek dat op plantenziektekundig gebied gebeurd is met betrekking tot melkproducten (hfst. 3). De activiteiten die in het kader van dit onderzoek uitgevoerd zijn worden beschreven in hfst. 4 (experimenten) en hfst. 5 (debat bestrijdingsmethoden). Tot slot worden algemene conclusies getrokken in hfst. 6 en aanbevelingen voor vervolgonderzoek gedaan in hfst. 7.

¹ Strikt genomen behoort *Peronospora destructor* weliswaar niet tot de Fungi, de echte schimmels, maar tot de Chromista, een groep waar ook algachtigen toe behoren. Dit verschil in herkomst tussen valse meeldauw en vele ziekten die veroorzaakt worden door echte schimmels komt o.a. tot uiting in een opmerkelijk verschil in gevoeligheid tegen diverse bestrijdingsmiddelen. Aangezien er geen Nederlandse naam bestaat voor de groep van organismen die tot de Chromista behoren, valse meeldauw in uiterlijk veel weg heeft van een echte schimmel, en het gebruik van deze term ingeburgerd is, wordt *P. destructor* hier toch gemakshalve een schimmel genoemd.

2. Karakteristiek van valse meeldauw in ui

Valse meeldauw (Eng. onion downy mildew) wordt veroorzaakt door *Peronospora destructor* (Berk.) Casp. Valse meeldauw in ui heeft veel gemeen met de aardappelziekte: de gehele plant kan worden aangetast, de verspreiding van de ziekte kan onder gunstige weersomstandigheden zeer snel verlopen, de ziekteverwekker vormt op bovengronds plantmateriaal massaal sporen, is voor zijn ontwikkeling geheel afhankelijk van de levende plant, en de beheersing van de ziekte zonder fungiciden is buitengewoon lastig. Valse meeldauw in ui was al een groot probleem aan het begin van de 20ste eeuw, en mogelijk al veel langer. De ziekte komt overal voor waar uien geteeld worden (Schwartz & Moham, 1995), zowel in de tropen, subtropen, als in de gematigde streken.

2.1 Levenscyclus

Valse meeldauw is goed herkenbaar als grijzig pluizachtig materiaal op de bladeren. Dit zijn de sporangiën die gevormd worden op vertakte sporangiëndragers. Deze dragers komen uit het blad tevoorschijn via de huidmondjes na een regenloze nacht en bij hoge luchtvochtigheid (> 94%). Een merkwaardig verschijnsel is dat de sporulatie niet, of in beperkte mate, optreedt na een onderbreking van de donkerperiode door bv. een lichtflits. De sporangiën (ook wel genoemd sporangiosporen of kortweg sporen) worden met de wind verspreid. Op een vatbare plant kiemen de sporangiën. Daarnaast is het ook mogelijk dat in de sporangiën eerst zoösporen gevormd worden (dit zijn eencellige sporen die zich met twee zweepharen kunnen voortbewegen) die dan vervolgens kiemen. Voor zowel sporangiën als zoösporen is vrij water op het blad noodzakelijk voor de kieming. Infectie heeft plaats via de huidmondjes. In de plant groeit de schimmel intercellulair (= tussen de waardplantcellen). Pas na een incubatietijd van 10-20 dagen worden gele plekken op de bladeren zichtbaar, waarop bij gunstige weersomstandigheden van hoge luchtvochtigheid sporangiën gevormd worden.

De ziekteverwekker kan de plant in zijn geheel infecteren, inclusief de zaden en de bollen. Hierin kan de valse meeldauw overleven, vooral in de vorm van mycelium. Als zulke geïnfecteerde bollen gebruikt worden als plantmateriaal dan zullen deze tot de eerste planten van het groeiseizoen behoren die ziek worden en als 'starters' van een epidemie kunnen fungeren. Zulke vanuit de bollen geïnfecteerde planten zijn van het begin af aan systemisch geïnfecteerd en zijn goed te herkennen aan hun misvormde en beperkte groei. De mate waarin *P. destructor* bollen infecteert en vervolgens een systemisch geïnfecteerde plant kan veroorzaken verschilt sterk. De meeste referenties geven aan dat de kans gering is (0,004%: van Doorn, 1959 en Yarwood, 1943), maar Murphy & McKay (1926) melden 100% infectie. Meier et al. (2005) geven een systemische infectie van uien variërend met het ras van minimaal 1,2-18,2%. De mate van infectie van bollen hangt waarschijnlijk af van de mate van aantasting door de meeldauw en het tijdstip van infectie in combinatie met het oogsttijdstip. Als de uien erg lang op het veld blijven staan dan neemt de kans op infectie van de bollen toe (Spencer, 1981). Hoe dan ook, slechts een enkele uienplant met sporulerende valse meeldauw vroeg in het groeiseizoen is al voldoende om veel schade te berokkenen.

Naast overleving in bollen kan valse meeldauw overleven in geïnfecteerd plantmateriaal op afvalhoopen, analoog aan de situatie bij aardappelziekte. In afwezigheid van waardplanten kan de ziekteverwekker overleven in de vorm van eencellige, dikwandige, kleine sporen, de oösporen.

2.2 Waardplanten en verspreiding

De waardplantenreeks van *P. destructor* beperkt zich tot *Allium*-soorten, maar welke *Allium*-soorten waardplant zijn is niet helemaal duidelijk. De verwarring over de waardplantenreeks is waarschijnlijk toe te schrijven aan problemen om kunstmatige infectie te bewerkstelligen en de ingewikkelde taxonomie van het geslacht *Allium*. Oude bronnen zijn weinig betrouwbaar (Murphy & McKay, 1926; Cook, 1932; Spencer, 1981). In feite blijken alle soorten *Allium* die goed getoetst worden geïnfecteerd te kunnen worden door *P. destructor*.

De verspreiding van valse meeldauw valt op te splitsen in primaire verspreiding (= de bron van infectie voor een groeiseizoen) en secundaire verspreiding. Tot de primaire bronnen van verspreiding worden gerekend:

- Geïnficeerd plantmateriaal: de zaden en de bollen. Zaden kunnen in principe wel worden geïnfecteerd, maar in de praktijk lijkt dit maar uiterst zelden op te treden (zie Meier et al. (2006) voor een verdere toelichting hierover). Systemisch geïnfecteerde planten worden in de zaai-enteelt nooit aangetroffen. Infectie van de bol wordt vaak aangetroffen. De primaire haarden die eind mei en begin juni worden aangetroffen betreffen praktisch uitsluitend tweedejaarsuien (Meier et al., 2006). Experimenteel werden ook infecties in tweedejaarsuien aangetoond (Meier et al. (2006), zie hfst. 2.1).
- Oösporen. Deze ruststructuren kunnen waarschijnlijk verscheidene jaren zonder waardplant in de grond overleven. De mate waarin oösporen een rustperiode nodig hebben wisselt sterk voor verschillende soorten valse meeldauw (van der Gaag, 1996). Een veld dat besmet was met oösporen van *P. destructor* leidde na 25 jaar afwezigheid van uien nog tot infectie (McKay, 1957). McKay (1957) concludeert verder dat oösporen van *P. destructor* kiemrust nodig hebben die ettelijke jaren kan duren. Popkova et al. (1980) concluderen dat oösporen een beperkte rol spelen in de overleving gezien de kiemrust die ze nodig hebben, maar anderen melden directe kieming, dus afwezigheid van een noodzakelijke kiemrust (Takahashi et al., 1958). Zo vonden van der Gaag & Frinking (1996) geen kiemrust bij oösporen van *Peronospora viciae* f. sp. *pisi*, de veroorzaker van valse meeldauw bij erwt en overleefde het overgrote deel van de oösporen slechts gedurende hooguit één jaar. Interessant was verder dat de doding van oösporen versneld werd als het organisch materiaal waarin de oösporen lagen ingebed sneller verteerde, een fenomeen dat vaker gezien wordt bij plantenpathogenen die bovengrondse plantendelen aantasten.
- Afvalhopen en opslag. Op niet-afgedekte uienafvalhopen kunnen uien uitlopen, en hierop kan snel sporulatie optreden als de bollen reeds met valse meeldauw waren geïnfecteerd. Hetzelfde geldt voor opslag van uien.
- Winteruien. In Nederland wordt een gering aantal (in 2005/2006 ging het waarschijnlijk maar om enkele bedrijven, mond. meded. Bram de Visser, CZAV, 2006) winteruien geteeld. Deze winteruien maken dat er in feite jaarrond uien geteeld worden in Nederland. Hierdoor kan in principe valse meeldauw steeds overspringen van de ene op de andere waardplant en kunnen de winteruien dus een zeer vroege bron van infectie vormen voor de zaaiuien en tweedejaarsplantuien.

2.3 Beheersing

Cultuurmaatregelen. Het is essentieel dat er een periode is waarin geen uien geteeld worden en waarin uienrestanten (afvalhopen) compleet opgeruimd zijn (Howard et al., 1994). Een overlap tussen winter- en zomerteelt dient daarom vermeden te worden. Om besmetting vanuit de grond te voorkomen wordt een ruime vruchtwisseling van 3-4 jaar aanbevolen (Schwartz, 1995). Een snel drogend gewas schept ongunstige condities voor infectie en vorming van sporangia. Stikstofbemesting verhoogt de vatbaarheid en gevoeligheid van de planten voor de ziekte (Develash & Sugha, 1997a).

Resistentieveredeling. Bij de start van dit project waren er geen cultivars beschikbaar die resistent zijn tegen valse meeldauw. Het IVT (nu WUR) heeft in *Allium roylei* resistentie tegen *P. destructor* ontdekt (van der Meer & de Vries, 1990). Deze soort bleek kruisbaar te zijn met *A. cepa* en resulteerde in volledig resistente nakomelingen. Deze nakomelingen bleken fertiel te zijn en konden opnieuw met ui worden teruggekruist. De nakomelingen hieruit zijn gebruikt in genetisch onderzoek dat geleid heeft tot de veronderstelling dat resistentie tegen valse meeldauw gebaseerd is op één gen. Materiaal is vervolgens uitgegeven aan diverse veredelingsbedrijven, die het gebruikt hebben in hun veredelingsprogramma's. Tevens is een moleculaire merker ontwikkeld. Twee bedrijven (Bejo Zaden te Warmenhuizen en Nickerson-Zwaan te Made) hebben in het najaar van 2005 te kennen gegeven rassen te hebben met resistentie tegen valse meeldauw. Dit is een grote doorbraak in de uienveredeling. Daarnaast heeft het valse meeldauwonderzoek geleid tot tal van wetenschappelijke publicaties (o.a. Kik, 2002).

Behandeling van uitgangsmateriaal. Doorluchting van het gewas kan worden beïnvloed door plantafstand en rijrichting. Warmwaterbehandeling van plantuien bij 40°C gedurende 1 uur blijkt effectief te zijn (Meier et al., 2005, 2006). Dit is bij een aantal producenten van eerstejaarsplantuien al jarenlang gebruik. Met ingang van dit jaar is het verplicht om bij (verplichte) keuring aangetaste eerstejaarsplantuien een warmwaterbehandeling toe te passen.

Directe methoden

- Bij nachtelijke beregening treedt sporulatie van valse meeldauw niet op (Meier et al., 2005; Sutton & Hildebrand, 1985). Meier et al. (2005) merken verder op dat tijdstip, wijze en mate van beregening van groot belang is, want een hoge luchtvochtigheid zonder water op het bladoppervlak bevordert de sporulatie.
- Bestrijdingsmiddelen die toegestaan zijn in de gangbare landbouw. De effectiviteit van fungiciden is niet altijd even hoog. Zo heeft vroege toepassing van mancozeb of Acrobat haardvorming niet kunnen voorkomen (Meier et al., 2005). Het meeste effect hebben vroege bespuitingen bij de constatering van eerste infecties.
- Bestrijdingsmiddelen die toegestaan zijn in de biologische landbouw. Hoewel er op Internet producten te vinden zijn waarvan geclaimd wordt dat deze actief zijn tegen valse meeldauw in ui lijkt de werkzaamheid gering tot afwezig te zijn (zie ook Meier et al., 2004).
- Branden is de enige directe en betrouwbare optie voor de biologische teelt, maar daarmee wordt door velen aangenomen dat het product direct waardeloos is (in tegenstelling tot branden bij aardappels wanneer ze zijn aangetast door de aardappelziekte, waarbij er altijd nog wel enige oogst is). Vroeg in het seizoen kan bij detectie en verwijderen van de allereerste aangetaste planten de epidemie vertraagd worden.

3. Effecten van wei: literatuuronderzoek

Het effect van praktisch een oneindig aantal middelen kan getest worden op allerlei ziekten en plagen. Effecten van al deze middelen zijn uiteraard afhankelijk van hun formulering. Formulering is de menging van het middel met hulpstoffen, zoals uitvloeiers (bv. minerale olie, toegestaan in de biologische landbouw) en hechters (zodat het middel niet te snel met regen van het gewas afspoelt). De menging van vooral Bordeauxse pap met melkpoeder, maar ook die van andere bestrijdingsmiddelen zoals maneb en delthamethrin is vaak onderzocht, waarbij wel (Castano & Thurston, 1968ab) en geen (Ward, 1938; Karmar & Andrade, 1943; Goncalves et al., 1966) effecten werden gevonden op diverse ziekten. Het gaat hierbij altijd om geringe concentraties van melk (bv. 5 ml/l) en bij deze lage concentraties werd geen effect van de melk zelf gevonden (Castano, 1968a; Goncalves et al., 1996).

Onderzoek naar effecten van melkproducten is al oud, waarschijnlijk vooral omdat deze altijd al ruim voorhanden geweest zijn en niet te duur waren. De oudst gevonden referenties betreffen bovenvermelde effecten op de formulering van bestrijdingsmiddelen. Toediening van melkpoeder aan brood bleek het vochtgehalte van het brood dusdanig te verminderen dat het minder snel beschimmelde (Skovholt & Bailey, 1933).

De directe effecten van melkproducten zijn onderzocht voor verscheidene ziekten. Goede resultaten zijn vooral verkregen bij de bestrijding van virusziekten en van brand veroorzaakt door *Tilletia*. Behandeling van tomatenplanten met een melk/watermengsel (10/90%) iedere 10 dagen resulteerde in een aantasting van 5% door Tomatenmozaïekvirus (ToMV), terwijl 95% van de onbehandelde controleplanten geïnfecteerd bleken (Newell, 1954). Diverse andere virussen blijken ook sterk te worden gereduceerd door melk (Lucas, 1962; Hein, 1964; Jäger, 1966), hoewel niet altijd (aardappel-Y-virus, Shands et al., 1962). Bobyr (1960) meldde dat melk en melkwei vergelijkbare negatieve effecten hebben op Tabaksmozaïekvirus (TMV) tot 6 dagen na toepassing. Hagborg & Chelack (1960) rapporteerden significante bestrijding met melk en melkwei van het Barley Stripe Mosaic Virus in veldproeven met gerst. Preventieve behandeling van tomaten ter beheersing van Tabaksmozaïekvirus (TMV) is voor de praktijk geadviseerd (Anoniem, 1966). Magere melkpoeder heeft een opmerkelijk effect op *Tilletia caries*, *T. laevis* en *T. tritici*, de veroorzakers van brand op tarwe. Bij met poedermelk gecoatete zaden bleek de aantasting van de plant door deze schimmel gereduceerd te zijn met 97% (Becker et al., 1990; Becker & Weltzien, 1993; El-Naimi et al., 2000). Hoewel opgeloste, afgeroomde melkpoeder de ziekte het best bestreed, hebben ook tarwebloem en gemalen zeewier vergelijkbare effecten (Becker & Weltzien, 1993). De opmerkelijke resultaten werden bevestigd door Winter et al. (1997), hoewel bij hoge infecties van *T. caries* het effect beperkt was. El-Naimi et al. (2000) bevelen aan om aanvullend onderzoek te doen naar het effect van de poedermelkbehandeling (in hun onderzoek 160 g/kg zaad) op de opkomst van het gewas. Crips et al. (2002, in Crips et al., 2006) vonden effecten van wekelijkse bespuitingen met melkwei op de aantasting door echte meeldauw (*Uncinula necator*; niet verwant aan valse meeldauw) van wijnstok die groter waren dan die verkregen werden met fungicidebespuitingen. De effecten van melkwei werden toegeschreven aan het voorkomen van vrije radicalen en/of de aanwezigheid van lactoferrine (Crisp et al., 2006).

Het effect van melkproducten is ook op andere ziekten onderzocht, maar de resultaten zijn hier minder eensluidend. Zatarim et al. (2005) rapporteerden veelbelovende resultaten van verscheidene behandelingen gebaseerd op melkproducten (melk, gepasteuriseerde melk, gesteriliseerde melk, al dan niet aangevuld met Yakult) tegen *Sphaerotheca fuliginea*, de veroorzaker van echte meeldauw op o.a. courgette en komkommer. Een behandeling in de kas met 40-50% melk (verdund met water) had een reductie van *S. fuliginea* in courgette tot gevolg die groter was dan die bereikt werd met commerciële fungiciden (Bettiol, 1999). Daarentegen werd de aantasting van tarwe door *Fusarium culmorum* niet beïnvloed door bespuitingen met magere melkpoeder (Mielke & Weinert, 1996). Wei had ook geen effect op appelschurft, veroorzaakt door *Venturia inaequalis* (Steffek, 1999). Weliswaar worden nogal eens in de literatuur effecten van bepaalde producten op plantenbelagers beschreven, maar het gaat hier vaak om laboratoriumexperimenten waarvan de resultaten niet zomaar extrapoleerbaar zijn naar de veldsituatie. Zo rapporteerden Raja &

Kuruचेve (1997) een effect van geitenmelk (naast andere producten) op de schimmelgroei van *Macrophomina phaseolina* (een tropisch plantenpathogeen), maar in de praktijk groeit deze schimmel nauwelijks in de grond.

Drury et al. (2003) onderzochten de effecten van melk of gepasteuriseerde wei (50/50% verdund met water of onverdund) in de kas op echte meeldauw in wintertarwe, veroorzaakt door *Erysiphe graminis*. De behandelde planten kregen significant 30% minder infectie dan de onbehandelde controleplanten, zowel voor wat betreft planten die 3 dagen voor kunstmatige inoculatie met het pathogeen behandeld waren als planten die 3 dagen daarna behandeld waren. De bestrijding was effectiever bij de planten die van tevoren behandeld waren. Het effect van een behandeling na inoculatie van het pathogeen valt te verklaren doordat de schimmel tijdens het experiment en later nieuwe infecties veroorzaakt.

Het effect van melkproducten op valse meeldauw is slecht bekend. Casulli et al. (2002) rapporteerden negatieve effecten van 10% poedermelk op echte meeldauw (veroorzaakt door *Uncinula necator* en *Sphaerotheca fuliginea*) in wijnstok, hoewel voor de laatste effecten niet significant waren. Andere middelen (1% pinoleen en 0.5% natriumbicarbonaat) hadden vergelijkbare resultaten. De kleur van de druiven veranderde echter, wat voor consumptiedruiven niet toelaatbaar is. In een veldexperiment in India leidde een combinatie van de biologische bestrijder *Gliocladium virens* met rauwe melk als zaadbehandeling tot sterk verminderde aantasting van gierst (*Pennisetum glaucum*) door valse meeldauw, veroorzaakt door *Sclerospora graminicola*, maar rauwe melk alleen had geen effect (Arun et al., 2004). Wel hadden de gecombineerde en de afzonderlijke behandelingen een verhoogde opbrengst van het gewas tot gevolg, hoewel gedetailleerde gegevens ontbreken (Arun et al., 2004).

In een enkel geval is het effect van poedermelk onderzocht op de overleving en effectiviteit van bacteriële biologische bestrijders, waarbij het effect positief kan zijn (Ozaktan et al., 1999), maar niet zo positief als andere middelen in de formulering, zoals talk (Ozaktan & Bora, 2000). Het positieve effect van *Gliocladium virens* in combinatie met melk, zoals hierboven gemeld (Arun et al., 2004) berust waarschijnlijk ook op een effect van formulering.

In een enkel geval worden fytoxische effecten gerapporteerd van de toepassing van melkproducten. Melk was effectief in de bestrijding van Sugarcane mosaic virus, maar bij jonge planten werden, in de kas en in de zomer, fytoxische effecten waargenomen (Anzalone, 1962; Komblas, 1965). Tomatenplanten lijken behoorlijk tolerant te zijn voor melkbehandeling, hoewel het volledig indopen van kiemplanten in melk leidde tot sterfte (Denby & Wilks, 1963).

Dit literatuuroverzicht van de effecten van melkproducten op plantenziekten lijkt indrukwekkend, maar bedacht moet worden dat er, zeker in de oude literatuur, veel eenvoudig te verkrijgen middelen uitgeprobeerd zijn. De reden om in dit onderzoek toch het effect van melkwei op valse meeldauw in ui te onderzoeken is dat opties voor beheersing van deze ziekte in de biologische teelt momenteel ontbreken. Bovendien zijn ook voor de gangbare landbouw milieuvriendelijke alternatieven welkom.

4. Het effect van melkwei op valse meeldauw in ui

Het doel van het experimentele deel van het onderzoek was om de perspectieven te onderzoeken van de toepassing van melkwei als mogelijke bestrijder van valse meeldauw in ui. De resultaten van de experimenten in Lelystad zijn opgezet en uitgevoerd door H. Schepers en R. Meier (PPO-agv).

4.1 Materiaal en methoden

In 2005 en 2006 zijn in totaal vier veldexperimenten gedaan om het effect van melkwei te onderzoeken op valse meeldauw in ui. Daarnaast is een eerste onderzoek gedaan naar het effect van melkwei op de microbiële populatie op uienbladeren.

De locaties waren het biologisch leer- en proefbedrijf Droevendaal te Wageningen en het proefveld van PPO te Lelystad. Voor 2005 was de experimentele opzet als volgt. Op beide locaties zijn gedurende het groeiseizoen drie behandelingen uitgevoerd met melkwei: een controle waarin bespoten werd met water, 1x /week bespuiting van de uienplanten met melkwei en 2x /week bespuiting van de uienplanten met melkwei. Dit werd gedaan op veldjes van 5 x 3 m (rijafstand 20 cm) in Wageningen en 7 x 4.5 m (rijafstand 25 cm) in Lelystad. De uien (*Allium cepa* cv. Summit) werden geplant op resp. 11 en 6 april 2005 (40 en 43 planten /m² in respectievelijk Wageningen en Lelystad). Tussen de veldjes stonden steeds twee randrijen die niet in de beoordeling betrokken werden.

Eenmaal per week werd gepasteuriseerde melkwei betrokken van commerciële kaasboerderijen: "Hoekelum" te Bennekom voor het experiment in Wageningen en "de Eerste" te Marknesse voor het experiment in Lelystad. Deze melkwei werd maximaal vier dagen bewaard in een koelcel bij 4 °C. In Wageningen werd de melkwei (pH 4.5) onverdund toegepast op de planten met behulp van een handsprayer in een hoeveelheid dat de gehele planten met melkwei visueel bedekt waren. De meeste behandelingen werden 's avonds gedaan. Als er regen voorspeld werd, werd de behandeling één dag uitgesteld. In Lelystad werd de proef gespoten met een Sosef-proefveldspuit. Twee maal per week werden alle planten zorgvuldig geïnspecteerd op aanwezigheid van valse meeldauw. Het percentage planten aangetast door valse meeldauw werd bepaald.

Om het effect van melkwei op de microbiële samenstelling van het blad te onderzoeken zijn enkele microbiologische bepalingen gedaan. In de kas opgekweekte uienplanten werden behandeld met melkwei en vervolgens werden bladmonsters genomen dagelijks tot 5 dagen na behandeling. Ook werden bladmonsters genomen direct voor de behandeling. De bladeren werden in 5 cm lange stukjes gesneden, in een fosfaatbuffer gelegd (6,75 g/l KH₂PO₄, 8,75 g/l K₂HPO₄; pH 7; versgewicht blad/fosfaatbuffer 1/9 w/w), gesonificeerd in een ultrasoon bad gedurende 3 minuten om de bacteriecellen van het blad af te krijgen, waarna de suspensie werd uitgeplaat op petrischalen (0,1 ml / petrischaal) in een reeks van verdunningen. De totale hoeveelheid kweekbare bacteriën werd bepaald op tienvoudig verdunde *Tryptic Soy Agar* (TSA) (1,7 g tryptone, 0,3 g Bacto Soytone, 0,25 g glucose, 0,5 g NaCl, 0,25 g K₂HPO₄, 15 g agar, 100 mg delvolid, 1000 g water). De petrischalen werden geïncubeerd bij 25°C en de kolonies werden na 3, 5 en 7 geteld. Voor melkzuurbacteriën werden uienbladstukjes van 5 cm geplaatst in 70 ml fosfaatbuffer, gesonificeerd gedurende 3 minuten in een ultrasoon bad en uitgeplaat op MRS agar (de Man, Rogosa & Sharp, 1960) (1 ml per petrischaal). Om schimmelgroei te voorkomen werd na autoclaveren van het medium 100 mg/l cycloheximide toegevoegd. De petrischalen werden geïncubeerd bij 35°C en de kolonies werden na twee dagen geteld.

Enkele activiteiten zijn niet geslaagd wegens het zeer late optreden van valse meeldauw in de zomer van 2005. Desondanks worden hier kort de materiaal en methoden aangegeven, wat nuttig kan zijn bij eventueel vervolgonderzoek. Doel van aanvullend onderzoek was om het directe effect van melkwei op de sporangiosporen van *P. destructor* waar te nemen. Hoewel valse meeldauw een obligaat organisme is die niet te kweken is op een kunstmatige voedingsbodem, kiemen de sporangiën wel op agar. De bedoeling was om aan water agar (15 g/l agar) door filtersterilisatie melkwei toe te dienen in concentraties van 0, 50, 100 en 200 mg/l en vervolgens sporangiën

over het medium te verspreiden. Het kiemingspercentage kan dan de volgende dag bepaald worden onder de microscoop. Verder was het de bedoeling om gecontroleerde experimenten in de kas te kunnen doen met geïnoculeerde planten. Ook dit mislukte omdat pas inoculum van *P. destructor* beschikbaar kwam toen de uienplanten al aan het afrijpen waren (eind juli 2005). Hierdoor konden ook geen experimenten plaatsvinden waarbij het effect van licht onderzocht wordt op de sporulatie van *P. destructor*.

De veldproeven werden in 2006 herhaald, zowel in Wageningen als in Lelystad. In Lelystad werden de experimenten uitgevoerd in het kader van het onderzoek over alternatieve bestrijdingsmethoden van valse meeldauw in ui. In Wageningen werd het experiment uitgevoerd door MSc-student Sonia Serra Rodrigues Monteiro. Het experiment was eerder van opzet als dat van 2005, met dien verstande dat er gekozen werd voor twee weibehandelingen (intensief: 2x /week en extensief: 1x /week) en dat pas zou worden begonnen met weibehandelingen nadat de eerste aantasting van valse meeldauw was waargenomen. De melkwei werd betrokken van de kaasboerderij in Wijchen, Staddijk). Verder werd het spuitadvies voor valse meeldauw in ui van de firma Opticrop gevolgd. Dit werd gedaan omdat in 2005 fytoxische effecten van melkwei waren waargenomen. Op verzoek van PPO-Lelystad werden tevens een behandeling met spuitzwavel (Luxan, gehalte 80%) uitgevoerd, omdat dit middel in experimenten van PPO-Lelystad veelbelovend leek. Er waren dus in totaal vier behandelingen (controle, 2 weibehandelingen en een behandeling met spuitzwavel) in drievoud uitgevoerd; het totaal aantal veldjes bedroeg dus 12. Om wederzijdse beïnvloeding van de veldjes zo veel mogelijk te voorkomen (valse meeldauw wordt door de lucht verspreid) waren de 5 m brede stroken ingezaaid met gerst. In 2005 trad in Wageningen nauwelijks aantasting door valse meeldauw op. Het vermoeden was dat het zeer geringe uienareaal in de omgeving van Wageningen hier mede aan bijgedragen had. Daarom werd op een deel van het proefveld van 2005 weer uien gezet, in de hoop dat deze de valse meeldauw relatief snel zouden oppikken. De veldproef in Lelystad werd eerder uitgevoerd als die in 2005. Helaas is daar in het geheel geen valse meeldauw opgetreden in 2006.

De resultaten werden geanalyseerd met het statistisch softwarepakket Genstat (IACR, Rothamsted, UK, 8ste editie). Een variantieanalyse (ANOVA) werd uitgevoerd met arcsinus-wortel getransformeerde proporties van aangetaste planten met als behandeling de drie niveaus van melkweibespuiting (geen, 1x /week en 2x /week) en de herhalingen als blokken. Het effect van de melkweibespuitingen op de bacteriepopulaties werden uitgevoerd met ¹⁰log-getransformeerde waarden van aantallen bacteriën per cm² blad.

4.2 Resultaten

2005

De uien verschenen in de tweede helft van mei boven de grond. De intensief met melkwei behandelde uien (2x /week) verschilden in uiterlijk duidelijk met die van minder intensief behandelde en controleplanten: de intensief behandelde uien hadden een helder- tot bleekgroene kleur, terwijl de controleplanten de voor uien typisch blauwgroene kleur hadden (Fig. 1). Het verschil tussen de behandeling met melkwei 1x /week en de controleplanten was ook wel aanwezig, maar veel minder duidelijk. Juni en juli waren zonnige, warme en droge maanden met bijna geen dauwontwikkeling, waardoor valse meeldauw zich niet ontwikkelde en de uienplanten al vroeg begonnen af te rijpen. De afrijping verliep duidelijk sneller voor de intensief (2x /week) met melkwei behandelde planten, wat duidt op een fytoxisch effect van de melkwei.

De eerste symptomen van valse meeldauw werden pas waargenomen op 28 juli in Droevendaal en op 2 augustus in Lelystad. Daarna ontwikkelde de ziekte zich buitengewoon snel: op 12 augustus waren alle planten geïnfecteerd.



Figuur 1. Effect van 2x /week behandeling met melkwei op uienplanten. Juli 2005. Foto Teodor Chainis.

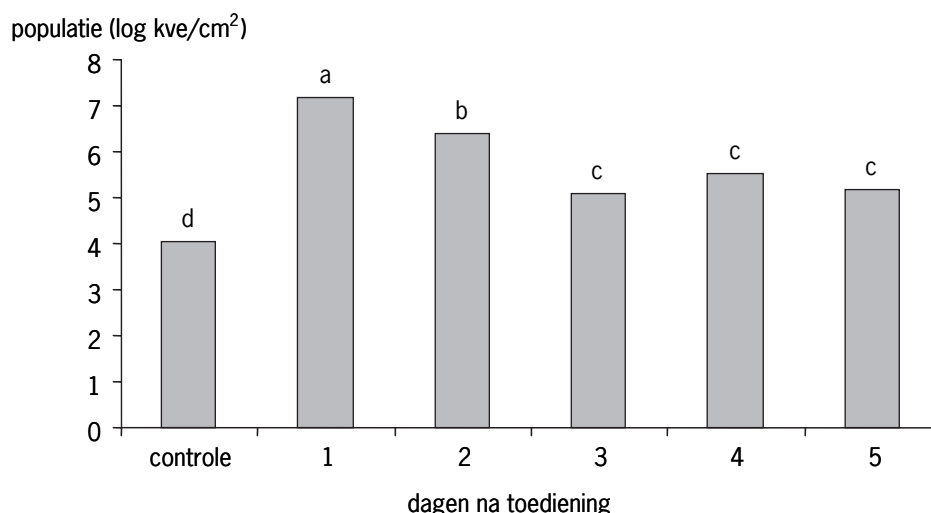
In Droevendaal varieerde de aantasting van valse meeldauw op 28 juli van 1,1-2,9% (Tabel 1). Een week later bedroeg de aantasting in de controle 15,5%, terwijl die in beide melkweibehandelingen significant lager bleef: 4,6-4,7%. Vier dagen later was de epidemie flink voortgeschreden, maar de verschillen waren nog steeds significant. Op zowel 4 augustus als 8 augustus was het aantal geïnfecteerde planten 3-4x geringer dan die in de controle. Weer vier dagen later waren alle planten geïnfecteerd (Tabel 1). Over de gehele periode gemeten is het effect van 1x en 2x /week melkweibehandeling een reductie van de infectie met 22 en 20%. Ook in Lelystad ontwikkelde de ziekte zich zeer laat in het seizoen en, nadat die eenmaal verschenen was, zeer snel (Tabel 1). In Lelystad kon wel een duidelijk effect van de melkweibehandelingen die 2x per week werden toegepast waargenomen worden.

Tabel 1. Het effect van toepassing van melkwei op het percentage aangetaste planten op twee locaties, Droevendaal and Lelystad.

locatie	Droevendaal				Lelystad			
	observatiedatum melkwei	28/7	4/8	8/8	12/8	4/8	8/8	16/8
geen		2,80	15,5b	48,3 b	100	11,0	26,7	90
1x /week		1,10	4,60 a	15,6a	100	19,9	31,6	90
2x /week		2,90	4,70 a ¹	18,5 a	100	7,6	11,4	90

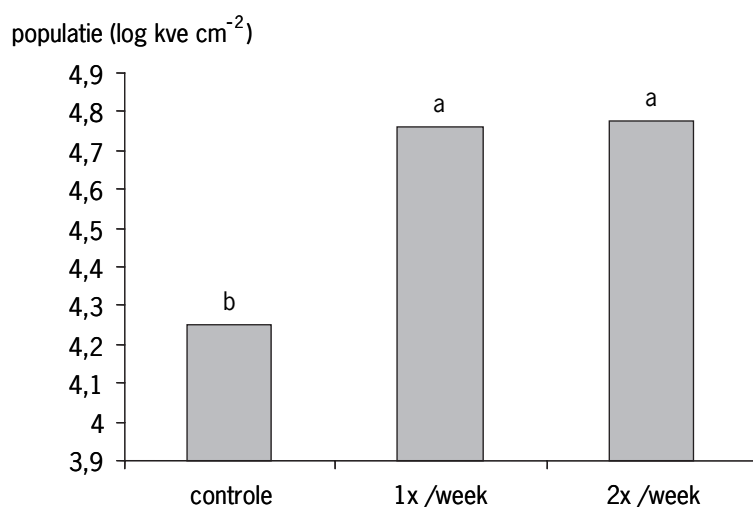
¹ Gemiddelden die gevolgd worden door verschillende letters zijn significant verschillend (LSD-test, $P < 0,05$).

Melkwei had een groot en significant effect ($P < 0,001$) op de melkzuurbacteriepopulaties op de uienbladeren. De gemiddelde populatieomvang was een dag na behandeling $1,4 \times 10^7$ kve (kolonievormende eenheden) cm^{-2} blad, terwijl die van de controle $1,1 \times 10^4$ kve cm^{-2} blad bedroeg (Fig. 2). De populatie daalde vervolgens wel, maar was 5 dagen na melkweitoepassing toch nog significant hoger dan de controle.



Figuur 2. Effect van melkweibehandeling op de populatie van melkzuurbacteriën op uienbladeren (kve = kolonievormende eenheden). De controle zijn onbespoten bladeren op dag 0. Significante effecten staan aangeven met letters ($P < 0,001$; LSD-test).

De totale hoeveelheid bacteriën op uienbladeren nam na melkweibehandeling significant toe ($P < 0,05$; Fig. 3), zij het in beperkte mate: de onbehandelde bladeren hadden een populatieomvang van $1,8 \times 10^4$ kve cm^{-2} en die van de behandelde bladeren $6,0 \times 10^4$ kve cm^{-2} . Een vergelijkbaar effect van melkwei werd gevonden van in de kas opgekweekte uien (niet geïnfecteerd met valse meeldauw): hier was de populatieomvang 4 dagen na melkweibehandeling $5,0 \times 10^7$ kve cm^{-2} , terwijl die van onbehandelde planten $1,1 \times 10^5$ kve cm^{-2} bedroeg.

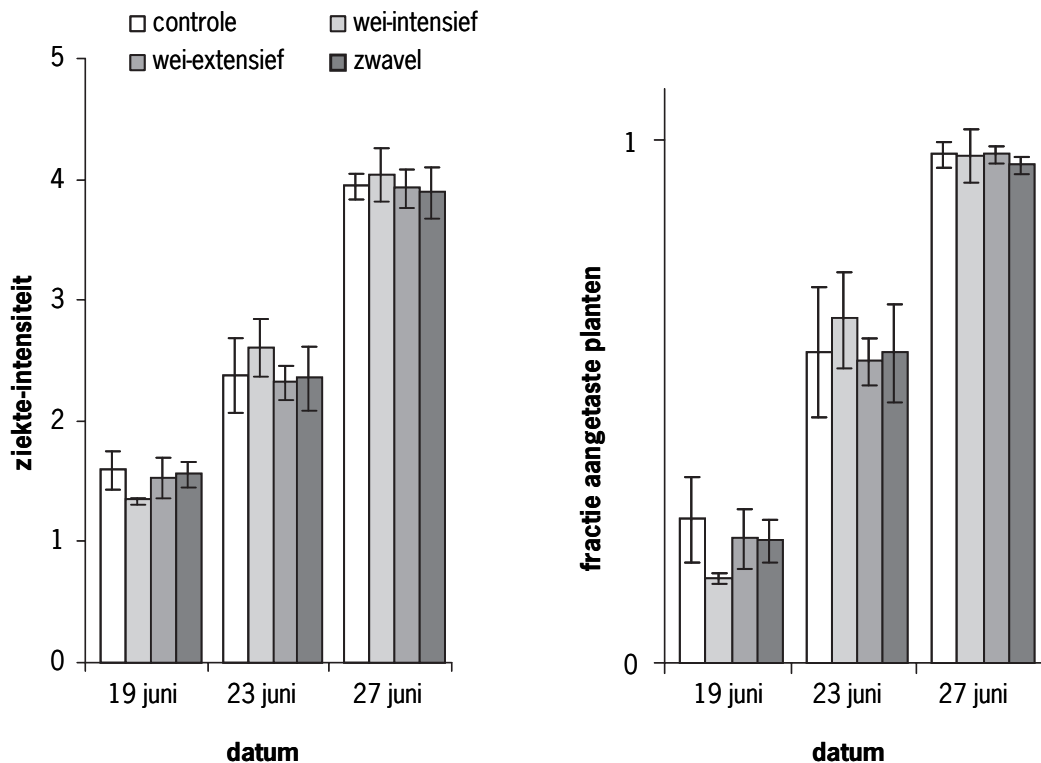


Figuur 3. Effect van melkweibehandeling op de populatie van bacteriën op uienbladeren (kve = kolonievormende eenheden). De controle zijn onbespoten bladeren op dag 0. De bladeren zijn op 6 augustus 2005 uit het veld verzameld 4 dagen na behandeling met melkwei. Significante effecten staan aangeven met letters ($P < 0,05$; LSD-test).

2006

In 2006 trad valse meeldauw in Wageningen zeer snel en uiterst heftig op, terwijl in Lelystad in het geheel geen valse meeldauw was opgetreden: de situatie was dus omgekeerd aan die in 2005. De snelheid waarmee de valse meeldauw optrad in Wageningen was dusdanig dat er slechts één extensieve weibehandeling is uitgevoerd en twee intensieve weibehandelingen. De eerste bespuiting is verricht op 16 juni. Op dat moment waren de allereerste symptomen van valse meeldauw waargenomen, hoewel er nog geen sporulatie was waargenomen. Verder is er slechts eenmaal met zwavel gespoten. Op de eerste dag dat de valse meeldauw is waargeno-

men was reeds 15-32% van de planten licht besmet met sporulerende lesies. Deze aantasting zette buitengewoon snel door: vier dagen later, op 23 juni, was ongeveer de helft van de planten middelmatig zwaar aangetast (Fig. 4), en weer vier dagen later was minstens 91% van de planten besmet en was de gemiddelde aantasting zeer hoog (gemiddeld ca. 4 op een schaal van 0-5). Na 27 juni was de aantasting dusdanig ernstig dat het gewas vernietigd moest worden. De resultaten geven aan dat er geen effect was van de bespuitingen (Fig. 4).



Figuur 4. Resultaten van het veldexperiment Wageningen-2006. Aantasting van valse meeldauw van ui (cv. Sturon) op drie tijdstippen bij drie behandelingen (wei-intensief: 2x /week bespuiten met melkwei, wei-extensief: 2x /week bespuiten met melkwei, zwavel: 1x /week bespuiten met spuitzwavel). Aangegeven is de mate van gemiddelde aantasting van de plant (op een schaal van 0 (geen aantasting) tot 5 (volledige aantasting) en de fractie aangetaste planten.

4.3 Discussie en conclusies

De veldexperimenten van 2005 laten zien dat er enig effect is van melkwei op de ontwikkeling van valse meeldauw. Dit effect was aanwezig in Droevendaal, waar de reductie van de ontwikkeling van meeldauw 20-22% bedroeg. In Lelystad was er echter alleen een effect bij de melkwei toepassing van 2x /week. Het experiment werd gedomineerd door het voor een goede ontwikkeling van valse meeldauw slechte, droge en warme weer. Normaliter kan de eerste infectie al tussen eind mei en half juni waargenomen worden. Toen het weer eenmaal gunstig werd voor de ontwikkeling van meeldauw voltrok de epidemie zich razendsnel: in ca. 14 dagen. Hieruit kan de conclusie getrokken worden dat de planten allemaal al geïnfecteerd waren, want 14 dagen is voor de schimmel een te korte tijd om een gehele ziektecyclus te doorlopen. Het is onduidelijk waar de infectie van de planten vandaan gekomen is. In de omgeving van Lelystad worden veel uien geteeld, en het was bekend dat daar valse meeldauw aanwezig was. Het is niet duidelijk waarom elders in Flevoland wel massaal sporulerende uienplanten aangetroffen werden, hoewel het weer ongunstig was voor de ontwikkeling van de ziekte. Wellicht betrof het planten waarvan het plantmateriaal al geïnfecteerd was zodat ze al zeer vroeg konden sporuleren. De sporen afkomstig van zulke systemisch geïnfecteerde planten kunnen dan zorggedragen hebben voor infectie van de planten in Droevendaal en Lelystad. Mogelijk hebben de planten in Lelystad blootgestaan aan meer sporangiën door de aanwezigheid van veel uientelers in de omgeving. In de

omgeving van Droevendaal worden nauwelijks uien geteelt. Dit verklaart evenwel niet het optreden van valse meeldauw in 2006 in Wageningen en niet in Lelystad.

De druk van valse meeldauw in Flevoland in 2005 en in Wageningen in 2006 is waarschijnlijk dusdanig groot geweest dat eventuele effecten van melkwei niet zichtbaar waren. Dat bij hoge infectiedruk effecten van middelen verloren kunnen gaan is een frequent voorkomend fenomeen bij alle niet volledig effectieve bestrijdingsmiddelen. Bovendien is voor valse meeldauw in ui aangetoond dat de snelheid van ontwikkeling van ziekte toeneemt bij hogere infectiedruk (Hildebrand and Sutton, 1984b).

Aangezien de uien in 2005 gedurende het gehele teeltseizoen bespoten zijn met melkwei moet de voorzichtige conclusie zijn dat dit klaarblijkelijk niet de infectie van bladeren door sporangiën van valse meeldauw verhinderd heeft, maar dat er wel effecten zijn bij het tevoorschijn komen van sporangiën. Gezien de fytoxische effecten van melkwei op de uienplanten is het aan te bevelen in de toekomst alleen planten met melkwei te behandelen als er kans is op een sporulatieperiode. Dit was het protocol voor 2006, maar waarschijnlijk is hier toch te laat begonnen met de bespuiting, in combinatie met de heftigheid van de aantasting. Meier et al. (2006) rapporteerden dat beregenen gedurende de nacht onder voor sporulatie van valse meeldauw gunstige weersomstandigheden de sporulatie sterk afremt. Geadviseerd werd een beregening van 2 mm tussen 2.45 en 3.15 uur op dagen dat sporulatie van valse meeldauw voorspeld werd. De oorzaak van dit effect van beregening is dat valse meeldauw op een volkomen nat blad niet kan sporuleren. Wellicht kan hierbij toediening van melkwei aan het water het effect versterken. Beregening van een uien gewas is echter wel een kostbare zaak.

5. Co-existentie biologische en gangbare uientelers

In het kader van het studie-element 'Academic Master Cluster' aan Wageningen Universiteit heeft een groep studenten voor het uienonderzoek de problematiek rondom de co-existentie van biologische en gangbare uientelers in kaart gebracht (Pino del Carpo et al., 2006). In dit hoofdstuk wordt een bewerking van dit verslag weergegeven.

5.1 Materiaal en methoden

Een inventarisatie van huidig management van uienteelt door 5 biologische en 5 gangbare akkerbouwers werd gemaakt door middel van interviews. Aan de hand van een vragenlijst met vragen over methoden van ziektebestrijding, bedrijfsmanagement en opvattingen over de relatie tussen biologische en gangbare telers werden inzichten en meningen geïnventariseerd.

5.2 Resultaten en discussie

Opmerkingen van biologische telers over gangbare telers:

1. Plantmateriaal is niet ontsmet en dat is een bron van besmetting.
2. Het verbouwen van winteruien is een probleem, omdat dit een brugfunctie vervult voor de sporangïen van valse meeldauw, waardoor de ziekte in het voorjaar zich snel kan ontwikkelen.
3. Een vruchtwisseling van 4 jaar is te kort.

Ad 1. Valse meeldauw kan de uienbol infecteren (Palti, 1989). Als deze gebruikt worden als plant-
ui dan zal de gehele plant vanaf het jongste stadium geïnfecteerd zijn (dit wordt een systemische infectie genoemd) en dus al in het jongste stadium een bron zijn van infectie voor andere planten. De ernst van dit probleem is eender als die bij de aardappelziekte. Biologische telers pleiten voor een warmwaterbehandeling van de plantuien. Zo'n warmwaterbehandeling beschadigt de ui niet, maar doodt de schimmel wel (Develash et al., 1997ab; Meier et al., 2005, 2006). De methode is recentelijk verplicht geworden voor eerstejaarsplantuien waarop kort voor rooi valse meeldauw is gevonden (persbericht Biologica, 4 december 2006). Evenwel blijft het van belang om systemisch geïnfecteerde planten vroegtijdig op te sporen en ter plekke te vernietigen.

Ad 2. Enkele bedrijven telen in Nederland winteruien. Een deel van deze winteruien zal valse meeldauw met zich meedragen. Het gevolg van deze teelt met winteruien is, dat zich geen periode van het jaar voordoet waarin geen uien geteeld worden, hetgeen ideale kansen biedt voor de valse meeldauw om zich te handhaven (Palti, 1989) en, vooral, zich sterk te ontwikkelen in het vroege voorjaar.

Ad 3. Voor wat betreft ziekten is vruchtwisseling vooral van belang als de ziekte zich bovengronds niet efficiënt kan verspreiden. Dit is wel het geval bij valse meeldauw in ui. Valse meeldauw vormt echter ook oösporen in geïnfecteerd plantmateriaal, en deze oösporen zijn in staat om enige tijd in de grond te overleven. Bij continue teelt van uien zal de bijdrage van oösporen aan de ontwikkeling van valse meeldauw in het voorjaar aanmerkelijk zijn. Het is helaas onduidelijk hoe lang oösporen in de grond kunnen overleven. Onderzoek hiernaar is dringend noodzakelijk. Een aanwijzing dat oösporen in de grond langdurig kunnen overleven is de mededeling van een biologische boer met een vruchtwisseling van 6 jaar die in zijn gewas een massale ontwikkeling van valse meeldauw in juni waarnam ondanks de warmtebehandeling van zijn plantuien. Een dergelijke ontwikkeling van valse meeldauw in een periode die erg slecht was voor de ontwikkeling van de ziekte is een aanwijzing óf dat de ziekte zich vanuit geïnfecteerde plantuien ontwikkelde (wat in dat geval impliceert dat de warmtebehandeling onvoldoende effect heeft gehad én dat de plantuien inderdaad geïnfecteerd waren) óf dat de ziekte zich vanuit oösporen ontwikkelde. Infectie van uienplanten vanuit de grond geschiedt waarschijnlijk systemisch door kieming van oösporen en infectie van wortels, analoog aan systemische infectie zoals beschreven door van der Gaag (1996) voor valse meeldauw bij erwten.

Opmerkingen van gangbare telers over biologische telers:

1. Sporen worden van biologisch geteelde velden door de lucht verspreid.
2. Tweedejaarsplantuïen zijn een bron van de ziekte.
3. Uitstel van oogst voor een hogere opbrengst verhoogt ziektedruk.
4. Gebruik van gangbare rassen door biologische boeren is nadelig voor ziektedruk.

Ad 1. Gedurende het groeiseizoen is, net als bij de aardappelziekte, de belangrijkste bron van verspreiding sporulerend bladweefsel. De daarin gevormde sporangiën kunnen zich over flinke afstanden met de wind verspreiden (Palti, 1989). Een fors veld van sporulerende uienplanten vormt daarmee inderdaad een grote bron van infectie van met name naburige uienpercelen.

Ad 2. De mogelijkheid van tweedejaarsplantuïen als initiële bron van infectie kan praktisch uitgesloten worden bij een warmwaterbehandeling van de bollen, iets wat momenteel alle biologische boeren doen.

Ad 3. Volgens de HPA-verordening (hfst. 1) dienen uien vanaf een bepaalde mate van aantasting vernietigd of geoogst te worden. Hoewel deze verordening vergelijkbaar is met de verplichting om aardappelziekte vanaf een bepaalde mate van aantasting te bestrijden, zijn de gevolgen voor de teler volstrekt verschillend. Een vroege vernietiging van een aardappelgewas leidt namelijk altijd tot enige oogst, een vroege oogst van een uien gewas levert nauwelijks of geen prijs op voor de uien. Daarom bestaat er bij biologische telers de begrijpelijke neiging om de teelt nog zo veel mogelijk te rekken. Een ziek gewas vormt dan een aanmerkelijke bron van infectie voor gangbare telers. Het belang van een sporulerend gewas bij biologische uientelers moet echter afgewogen worden tegen de incidentie van valse meeldauw bij gangbare telers. Bekend is dat huidige bestrijdingsmiddelen niet volledig effectief zijn, maar welk gevolg dit heeft voor de mate van voorkomen van valse meeldauw in gangbare uien is niet bekend. Inmiddels is de verordening afgezwakt (zie hfst.1).

Ad 4. Zie hfst. 2.3.

De studie leidde tot de volgende aanbevelingen om de co-existentie tussen biologische en gangbare telers te verbeteren:

ten aanzien van de overheid:

- verbied de teelt van winteruien, omdat dit bijdraagt aan de overwintering en daarmee de vroege ontwikkeling van valse meeldauw in zaaiuien en tweedejaarsplantuïen. Winterui wordt maar door een klein percentage akkerbouwers geteeld.
- zie strenger toe op het afdekken van afvalhopen van uienresten.

ten aanzien van de telers:

- bevorder de doorluchting van het gewas door plantrijen in de lengterichting van de dominante windrichting te plaatsen en door een relatief beperkte plantdichtheid aan te houden.
- informeer omliggende collega-akkerbouwers als valse meeldauw zich voordoet.

ten aanzien van de wetenschap:

- ontwikkel een test waarmee infectie van valse meeldauw in tweedejaarsplantuïen kan worden opgespoord.
- zoek middelen die bestrijding van valse meeldauw in de biologische landbouw mogelijk maakt.
- onderzoek middels een risicoanalyse welke onderdelen in de levenscyclus van meeldauw het grootste gevaar vormen voor het optreden van valse meeldauw in het veld. Aanvullend onderzoek over o.a. het belang van oösporen in de epidemiologie van valse meeldauw in relatie tot andere infectiebronnen is daartoe noodzakelijk.

6. Algemene discussie

De resultaten van de experimenten met melkwei geven aan dat de resultaten voor de praktijk beperkt zijn. Gezien de heftigheid waarmee valse meeldauw op ui gewoonlijk optreedt lijkt melkwei geen goed alternatief te bieden.

Uit onderzoek van PPO-Lelystad is duidelijk geworden dat tweedejaarsplantuien geïnfecteerd kunnen zijn en dat in een klein opgezet experiment warmwaterbehandeling volledige bescherming te zien gaf (Meier et al., 2006). Dat een teler in 2005 ondanks een warmwaterbehandeling een zeer sterke en uniforme aantasting van zijn uiengewas met meeldauw kreeg is merkwaardig. De mogelijke oorzaken beperken zich tot een incorrecte warmwaterbehandeling of infectie door oösporen. Dit laatste is misschien wel de meest waarschijnlijke optie, omdat voor infectie van de wortel of de bol vanuit de grond externe weersomstandigheden minder van belang zijn.

Kunnen biologische en gangbare telers uien telen zonder van elkaar overlast te ondervinden? Hierop is nog niet een ondubbelzinnig antwoord te geven, omdat er essentiële vragen zijn over de epidemiologie van de schimmel, en wel met name:

- Wat is de belangrijkste bron van primaire besmetting?
- Kunnen oösporen een wezenlijke rol spelen bij primaire besmetting?

Beredeneerd kan worden dat de teelt van winteruien mogelijk de grootste bedreiging vormt voor de teelt van zaaiuien en tweedejaarsplantuien. Het zou zeer de moeite waard zijn om deze winterteelt bij wijze van experiment gedurende een of twee jaar te verbieden en de ontwikkeling van valse meeldauw in het land te inventariseren. Voor verder onderzoek naar het belang van bv. oösporen zijn bio-toetsen die in de kas uitgevoerd kunnen worden onontbeerlijk. Het grillige en vooralsnog onvoorspelbare begin en verloop van een epidemie te velde maakt dit noodzakelijk.

De opmerking van gangbare telers dat de ziektedruk verhoogd wordt doordat biologische telers gangbare uienrassen gebruiken is twijfelachtig, omdat alle rassen vatbaar zijn. Het is zelfs waarschijnlijk omgekeerd, omdat de kans dat biologisch geteelde tweedejaarsplantuien geïnfecteerd zijn groter is dan de kans dat gangbaar geteelde tweedejaarsplantuien geïnfecteerd zijn. Per 2007 dienen biologische telers echter biologisch uitgangsmateriaal te gebruiken bij de teelt van uien, zodat de mogelijkheid om gangbaar materiaal te gebruiken uitgesloten is.

Tot slot zijn er twee recente ontwikkelingen te noemen. Cohen et al. (2006) rapporteerden sterke effecten van wekelijkse bespuiting met extracten van *Inula viscosa* op aantasting van wijnstok door valse meeldauw (*Plasmopara viticola*). Een behandeling met UV doodt sporangiën van *Phytophthora infestans* (Kessel & Förch, 2006), en mogelijke ook die van valse meeldauw. Een dergelijk effect hoeft echter nog niet te betekenen dat de ontwikkeling van valse meeldauw in ui ook daadwerkelijk bestreden wordt, want sporangiën kunnen van ver komen en als de infecties zelf niet geremd worden, ontwikkelt de schimmel zich in de plant gewoon verder. Tot slot wordt er geregeld gepubliceerd over effecten van allerlei natuurlijke extracten, maar de effecten daarvan worden meestal getoetst onder weinig natuurlijke condities, zoals in petrischalen (bv. Curtis et al., 2004; Mine Soylu et al., 2006).

7. Conclusies en aanbevelingen

7.1 Conclusies

- Melkwei kan aantasting van uien door valse meeldauw beperken, maar niet in zodanige mate dat dit interessant is voor de praktijk.
- Over enkele elementen uit de ziektecyclus van *Peronospora destructor* is onvoldoende bekend: de primaire bron van de ziekte in het voorjaar en de rol van oösporen in de ziektecyclus. De ontwikkeling van een biotoets voor valse meeldauw in ui is noodzakelijk.
- De teelt van winteruien en niet-afgedekte uienafvalhopen vormen waarschijnlijk de grootste bedreiging voor de start van de epidemie in de zaaiuien en tweedejaarsplantuinen.

7.2 Aanbevelingen

- Als blijkt dat ondanks de huidige regelgeving met betrekking tot het uitgangsmateriaal (verplichte warmwaterbehandeling van materiaal afkomstig van geïnfecteerd plantgoed) niet voldeet, dan is een landelijk experiment te overwegen dat tot doel heeft de teelt van winteruien gedurende 1 à 2 jaar te verbieden.
- Onderzoek het mogelijk belang van oösporen in de epidemiologie van valse meeldauw.
- Als de resistentie van nu op de markt komende uienrassen duurzaam blijkt te zijn zal deze spoedig een wereldwijde verspreiding krijgen. Een resistentiedoorbraak blijft echter mogelijk en daarom dienen meer bronnen van resistentie geïdentificeerd te worden. De mate van resistentie van de nieuwe rassen zal verder bepalen in hoeverre mogelijk resistentie-ontwikkeling van valse meeldauw kan worden beheerst door aanvullende maatregelen.

8. Referenties

- Anoniem. 1966. Annual Report for 1965/66 of the Horticultural Experiment Stations and Demonstration Farms of the Rhineland Agricultural Department.
- Anzalone, L. 1962. Inhibition of Sugarcane mosaic virus by milk. *Plant Dis. Repr.* 46: 213-215.
- Arun, K., Bhansali, R.R., Mali, P.C. 2004. Raw cow's milk and *Gliocladium virens* induced protection against downy mildew of pearl millet. *International Sorghum and Millets Newsletter* 45: 64-65.
- Becker, J., Weltzien, H.C. 1993. Control of common bunt of wheat (*Tilletia caries* (D.C.) Tul & C. Tul.) with organic nutrients. *Z. Pflkrkh. Pflschz.* 100: 49-57.
- Becker, J., Weltzien, H.C., Trankner, A. 1990. Application of non-toxic organic nutrients for control of common bunt of wheat (*Tilletia caries*) - results of field trials in 1988/89. *Gesunde Pflanzen* 42: 239-240.
- Bettiol, W. 1999. Effectiveness of cow's milk against zucchini squash powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in greenhouse conditions. *Crop Prot.* 18: 489-492.
- Boby, A.D. 1960. The effect of cow's milk whey on Tobacco mosaic virus. *J. Microbiol.* 22: 47-51.
- Castano, A., Thurston, H.D. 1968a. Effect of stickers used separately and in combination with maneb against *Phytophthora infestans* on Potato. *Agric. Trop.* 24: 223-225.
- Castano, A., Thurston, H.D. 1968b. Effect of wetters applied alone or with maneb on the control of *Phytophthora infestans* on potatoes. *Agric. Trop.* 24: 223-225.
- Casulli, F., Santomauro, A., Tauro, G., Gatto, M.A., Faretra, F. 2002. Effectiveness of natural compounds in the suppression of the powdery mildew fungi *Sphaerotheca fusca* and *Uncinula necator*. *Bull. OILB/SROP* 25: 179-182.
- Cohen, Y., Wang, W., Ben-Daniel, B.H., Ben-Daniel, Y. 2006. Extracts of *Inula viscosa* control downy mildew of grapes caused by *Plasmopara viticola*. *Phytopathology* 96: 417-424.
- Cook, H.T. 1932. Studies on the downy mildew of onions, and the causal organism, *Peronospora destructor* (Berk.). *NY Agric. Exp. Stn. Ithaca Mem.* 143: 1-40.
- Crisp, P., Wicks, T.J., Troup, G., Scott, E.S. 2006. Mode of action of milk and whey in the control of grapevine powdery mildew. *Australasian Plant Pathology* 35: 487-493.
- Curtis, H., Noll, U., Störmann, J., Slusarenko, A.J. 2004. Broad-spectrum activity of the volatile phytoanticipin allicin in extracts of garlic (*Allium sativum* L.) against plant pathogenic bacteria, fungi and Oomycetes. *Physiol. Molec. Plant Pathol.* 65: 79-89.
- de Man, J.C., Rogosa, M., Sharp, M.E. 1960. A medium for the cultivation of lactobacilli. *J. Appl. Bacteriol.* 23: 130-135.
- Denby, L.G., Wilks, J.M. 1963. The effect of tobacco mosaic on the yield of field tomatoes as influenced by sprays of milk and DOSS. *Can. J. Plant Sci.* 43: 457-61.
- Develash, R.K., Sugha, S.K. 1997a. Factors affecting development of downy mildew (*Peronospora destructor*) of onion (*Allium cepa*). *Ind. J. of Agric. Sci.* 67: 71-74.
- Develash, R.K., Sugha, S.K. 1997b. Management of downy mildew (*Peronospora destructor*) of onion (*Allium cepa*). *Crop Prot.* 16: 63-67.
- Drury, G.E., Kettlewell, P.S., Jenkinson, P. 2003. The potential of milk and whey as fungicides against powdery mildew in wheat. *Tests Agrochemicals Cultivars* 24: 26-27.
- El-Naimi, M., Toubia-Rahme, H., Mamluk, O.F. 2000. Organic seed-treatment as a substitute for chemical seed-treatment to control common bunt of wheat. *Eur. J. Plant Pathol.* 106: 433-437.
- Goncalves, P.A. de, Boff, P., Debarba, J.F. 1996. Use of stickers on onion and effects on control of thrips. *Hort. Bras.* 14: 174-178.
- Hagborg, W.A.F., Chelack, W.S. 1960. Whey as an inhibitor of stripe mosaic of barley. *Can. J. Bot.* 38: 111-116.
- Hein, A. 1964. The effect of a milk film on the transmission of a non-persistent virus by aphids. *Z. PflKrankh.* 71: 267-270.
- Hildebrand, P.D., Sutton, J.C. 1984. Relationships of temperature, moisture, and inoculum density to the infection cycle of *Peronospora destructor*. *Can. J. Plant Pathol.* 6: 127-134.
- Hoofdproductschap Akkerbouw. 2004. Verordening HPA bestrijding valse meeldauw bij uien. www.hpa.nl.

- Howard, R.J., Garland, J.A., Seaman, W.L. 1994. Diseases and pests of vegetable crops in Canada: an illustrated compendium. Entomological Society of Canada & Canadian Phytopathological Society.
- Jäger, S. 1966. Milk as an inhibitor of infection by mechanically transmissible viruses in tomato and cucumber crops. *Phytopath. Z.* 56: 340-352.
- Karmer, M., Andrade, A.C. de. 1943. Studies on adhesives for Bordeaux mixture. *Biologico* 9: 317-330.
- Kessel, G.J.T., Förch, M.G. 2006. Effect of UV-exposure on germination of sporangia of *Phytophthora infestans*. Plant Research International BV, Wageningen, note 395.
- Kik, C. 2002. Exploitation of wild relatives for the breeding of cultivated *Allium* species. In: H.D. Rabinowitch & L. Currah (Eds.). *Allium Crop Science - Recent Advances*. CABI International, Wallingford, UK, pp. 81-100.
- Komblas, K.N. 1965. Field studies of aphid vectors of sugarcane mosaic and methods of control. *Diss. Abstr.* 25: 4637.
- Lucas, C.B. 1962. Inhibition of several plant viruses by milk. *Phytopathology* 32: 19 (abstract).
- McKay, R. 1957. The longevity of the oospores of Onion downy mildew, *Peronospora destructor* (Berk.) Casp. *Sai Proc. R. Dublin Soc.* 27: 295-307.
- Meier, R., Schepers, H.T.A.M., Wander, J.G.N., Prins, U., Hospers, M., Bruin, C. 2005. Beheersing valse meeldauw (*Peronospora destructor*) in uien. *Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.*, rapport 520395.
- Meier, R., Schepers, H.T.A.M., Wander, J.G.N., Hospers, A.J.T.M., Zanen, M., Bonants, P.J.M., Krijger, M.C. 2006. Beheersing valse meeldauw (*Peronospora destructor*) in uien. *Proefjaar 2005. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.*, rapport 520395.
- Mielke, H., Weinert, J. 1996. Investigations on the effect of various fungicides on the pathogen of partial head blight (*Fusarium culmorum* (W.G.Sm.) Sacc.). *Nachrichtenbl. Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 48: 93-95.
- Mine Soylu, E., Soylu, S., Kurt, S. 2006. Antimicrobial activities of the essential oils of various plants against tomato blight disease agent *Phytophthora infestans*. *Mycopathologica* 161: 119-128.
- Murphy, P.A., McKay, R. 1926. The downy mildew of onions with particular reference to the hibernation of the parasite. *Scient. Proc. R. Dubl. Soc.* 18: 237-261.
- Newell, J. 1954. Milk spray cured tomato mosaic. *Grower* 41: 1409.
- Ozaktan, H., Bora, T. 2000. Biological control of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* by the formulations of fluorescent pseudomonads. *J. Turkish Phytopathology* 29: 133-149.
- Ozaktan, H., Bora, T., Sukan, S., Sargin, S., Sukan, F.V. 1999. Studies on determination of antagonistic potential and biopreparation of some bacteria against the fireblight pathogen. *Acta Hort.* 489: 663-668.
- Palti, J., 1989. Epidemiology, prediction and control of onion downy mildew caused by *Peronospora destructor*. *Phytoparasitica* 17: 31-48.
- Pino del Carpio, D., Quoc Nu, V., Gardenier, P., Broqueza, E., Daoularis, G. 2006. Confrontations between conventional and organic arable farmers due to airborne diseases in onion. *Verslag Academic Master Cluster, Wageningen Universiteit*.
- Popkova, K.V., Palilov, N.A., Kir'yanova, E.V. 1980. The sources of infection of onion by downy mildew (in het Russisch). *Mikologiya i Fitopatologiya* 14: 435-440.
- Raja, J., Kurucheve, V. 1997. Antifungal properties of some animal products against *Macrophomina phaseolina* causing dry root rot of cotton. *Plant Dis. Research* 12: 11-14.
- Schwartz H.F., Mohan S.K. 1995. *Compendium of onion and garlic diseases*. APS Press, St. Paul, MN, USA.
- Shands, W.A., Webb, R.E., Schultz, E.S. 1962. Tests with milk and rice polish to prevent infection of Irish Potato with virus Y transmitted by aphids. *Am. Pot. J.* 39: 36-39.
- Skovholt, O., Bailey, C.H. 1933. Some new facts about molds and bread. *Minnesota Agric. Exper. Stat. Bull.* 296: 12.
- Spencer, D.M. 1981. *The downy mildews*. London, Academic Press, UK.
- Steffek, R. 1999. Managing apple scab (*Venturia inaequalis*) in organic fruit growing - influence of the reduction of practical copper- and lime-sulfur dose rates. *Pflanzenschutzberichte* 58: 7-12.
- Sutton, J.C., Hildebrand, P.D. 1985. Environmental water in relation to *Peronospora destructor* and related pathogens. *Can. J. Plant Pathol.* 7: 323-330.

- Takahashi, M., Tanaka, Y., Oishi, C. 1958. Studies on the downy mildew of onion. I. Formation and germination of oospores. Ann. phytopath. Soc. Japan. 23: 117-120.
- van der Gaag, D.J., Frinking, H.D. 1997. Survival characteristics of oospore populations of *Peronospora viciae* f. sp. *pisi* in soil. Plant Pathol. 46: 978-988.
- van der Gaag, D.J. 1996. Oospore populations of *Peronospora viciae*: quantification, germinability and survival. PhD thesis Wageningen University.
- van Doorn, A.M. 1959. Onderzoekingen over het optreden en de bestrijding van valse meeldauw (*Peronospora destructor*) bij uien. Tijdschr. PIZiekt. 65: 193-255.
- van der Meer, Q.P., de Vries, J.N. 1990. An interspecific cross between *Allium roylei* Stearn and *A. cepa* L., and its backcross to *A. cepa*. Euphytica 47: 29-31.
- Ward, F.S. 1938. Cercospora leaf spot of bananas. J. Jamaica agric. Soc. 42: 23-34.
- Winter, W., Rogger, C., Banziger, I., Krebs, H., Rügger, A. 1997. Skim milk powder and warm water treatment: alternatives to the chemical seed-dressing for the control of common bunt in wheat? Agrarforschung 4: 153-156.
- Yarwood, C.E. 1943. Onion downy mildew. Hilgardia 14: 595-691.
- Zatarim, M., Cardoso, A.I.I., Furtado, E.L. 2005. Effect of types of cow milk on the powdery mildew control of pumpkin under field conditions. Hort. Bras. 23: 198-201.

