

# Vruchtwisseling in Zomerbloemen

Frank van der Helm, Andre van der Wurff & Jantineke Hofland-Zijlstra







WAGENINGEN **UR**

*For quality of life*

---

# Vruchtwisseling in Zomerbloemen

Frank van der Helm, Andre van der Wurff & Jantineke Hofland-Zijlstra

© 2008 Wageningen, Wageningen UR Glastuinbouw

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Wageningen UR Glastuinbouw



Projectnummer PT: 12823

Projectnummer: 3242015400

## **Wageningen UR Glastuinbouw**

Adres : Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk  
: Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk  
Tel. : 0317 - 48 56 06  
Fax : 010 - 522 51 93  
E-mail : [glastuinbouw@wur.nl](mailto:glastuinbouw@wur.nl)  
Internet : [www.glastuinbouw.wur.nl](http://www.glastuinbouw.wur.nl)

# Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
1 Inleiding	3
1.1 Aanleiding voor het onderzoek	3
1.2 Achtergrond vruchtwisseling	3
1.3 Literatuuronderzoek	4
1.4 Praktijkinventarisatie	4
1.4.1 Startbijeenkomst	4
1.4.2 Ordenen van kennis	5
1.4.3 Slotbijeenkomst	5
2 Plantenfamilies van zomerbloemen	7
3 Economische informatie over zomerbloemen	9
3.1 Omvang en productiewaarde van de sector	9
3.2 Bedrijven	9
3.3 Top 50	9
3.4 Conclusie voor de vruchtwisseling	11
4 Ziekteverwekkende schimmels in zomerbloemen	13
4.1 Inleiding	13
4.2 Inventarisatie van relevante ziekteverwekkende schimmels in zomerbloemen	13
4.2.1 Schimmelziekten die lang in de bodem overleven	13
4.2.2 Conclusie voor de vruchtwisseling	15
4.2.3 Schimmelziekten die niet of kort in de bodem overleven	16
4.2.4 Conclusie voor de vruchtwisseling	17
4.3 Waardplantstatus	17
5 Schadebeeld, levenswijze en waardplantenreeks van schimmels	19
5.1 Schimmelziekten die lang in de bodem overleven	19
5.1.1 Rattenkeutelziekte	19
5.1.2 Valse meeldauw	20
5.1.3 Vaatziekte	22
5.1.4 Verwelkingsziekte	23
5.1.5 Vlekkenziekte	24
5.1.6 Wortelrot	25
5.1.7 Voetrot; wortelrot	26
5.1.8 Voetrot; kiemplantenziekte; Rhizoctonia ziekte	28
5.1.9 Wortelrot	29
5.1.10 Knolvoet	30
5.1.11 Colletotrichum	31

5.2	Schimmelziekten die kort in de bodem overleven	32
5.2.1	Blad- en stengelvlekkenziekte (stengelrot)	32
5.2.2	Botrytis; grauwe schimmel	35
5.2.3	Botrytis; omvallers	36
5.2.4	Roest	37
5.2.5	Echte meeldauw	38
6	Aaltjes in zomerbloemen	39
6.1	Inleiding	39
6.2	Indeling naar eigenschappen	39
6.3	Inventarisatie van relevante plant parasitaire aaltjes in zomerbloemen	39
6.4	Aaltjes en vruchtwisseling	40
6.5	Bestrijding van aaltjes	41
7	Schadebeeld, levenswijze en waardplantenreeks aaltjes	43
7.1.1	Bladaaltjes	43
7.1.2	Stengelaaltjes	44
7.1.3	Wortelknobbelaaltjes	45
7.1.4	Wortellesieaaltje	47
7.1.5	Virus overbrengende aaltjes	48
7.1.6	Speldaatjes	49
8	Allelopathie en autotoxiciteit in zomerbloemen	51
8.1	Wat is allelopathie en autotoxiciteit?	51
8.1.1	Definities	51
8.1.2	Aantonen van allelopathie	51
8.1.3	Symptomen van allelopathie	51
8.2	Functies van allelopathie	52
8.2.1	Voor de plant	52
8.2.2	Door de mens aangewende functies	52
8.3	Mechanismen bij allelopathie	53
8.3.1	Verspreiding van allelochemische stoffen	53
8.3.2	Invloed van allelopathie op de groei van planten	54
8.3.3	Gerichte en ongerichte allelopathie	55
8.4	Invloed van omgevingsfactoren	55
8.5	Stoffen betrokken bij Allelopathie	56
8.5.1	Belangrijkste stoffen	56
8.5.2	Persistentie	57
8.6	Waarom is het vaststellen van Allelopathie zo lastig	57
8.7	Methoden om allelopathie te onderzoeken	58
8.7.1	Laboratoriumproeven	58
8.7.2	Praktijkonderzoek	60
8.8	Inventarisatie van allelopathie bij verwanten van zomerbloemen	62
8.9	Verwachting allelopathie als oorzaak van problemen bij de teelt van zomerbloemen	65
8.9.1	Algemeen	65
8.9.2	Open teelten	66
8.9.3	Kasteelten	66
8.10	Conclusie en aanbevelingen	67

9	Gebrek aan voedingsstoffen	69
9.1	Inleiding	69
9.2	Basiskennis plantenvoeding	69
9.2.1	Gebrekverschijnselen	69
9.2.2	Opneembaarheid	70
9.3	Bemesting in relatie tot vruchtopvolging	73
9.4	Vruchtwisseling en organische bemesting	74
10	Praktijkinventarisatie	75
10.1	Startbijeenkomst	75
10.1.1	Gewasinventarisatie	75
10.1.2	Analyse van de gewasinventarisatie	75
10.1.3	Conclusie en vervolg	77
10.1.4	Persistente herbiciden	77
10.2	Slotbijeenkomst	78
10.2.1	Gewasinventarisatie	78
10.2.2	Vergelijking Inventarisatie met DIS zomerbloemen	81
10.3	Conclusie praktijkinventarisatie	82
11	Slotconclusie	83
	Literatuur	85





# Samenvatting

In 2007 is door Wageningen UR glastuinbouw en PPO bollenteelt, boomkwekerij en fruit een literatuurstudie uitgevoerd naar problemen bij vruchtopvolging in zomerbloemen. In deze studie zijn de mogelijke oorzaken van deze problemen op een rijtje gezet. Hierbij is prioriteit gegeven aan schimmels en aaltjes, toxische stoffen uit planten (allelopathie) en in kaart brengen van familieverbanden. In november is een bijeenkomst gehouden waarin met een groep kwekers en voorlichters praktijkproblemen op gebied van vruchtwisseling besproken zijn.

## Grote verscheidenheid

Voor het onderzoek zijn 283 soorten in 168 geslachten ingedeeld in 58 families. De grootste familie voor zomerbloemen is de Asteraceae (composieten). Andere belangrijke families zijn Ranunculaceae (Ranonkelfamilie), Apiaceae (schermbloemigen), Lamiaceae (lipbloemigen), Scrophulariaceae (helmkruidfamilie) en Brassicaceae (kruisbloemigen).

## Aaltjes en bodemschimmels

Er zijn 15 soorten schimmelziekten en 6 soorten aaltjesziekten die een belangrijke rol in zomerbloemen kunnen spelen. Al deze ziekten kunnen verschillende verwekkers hebben of verschillende soorten of rassen van dezelfde ziekteverwekker. Daarnaast is het waarschijnlijk dat er schimmels zijn die niet bekend zijn als ziekteverwekker in zomerbloemen. Door de grote verscheidenheid aan zomerbloemen als groep en de vele ziektenverwekkers is het moeilijk om overzicht te krijgen van wat er bekend is over ziekten in zomerbloemen. Alle kennis die voor vruchtwisseling relevant is, is daarom digitaal geordend. Dit heeft een Digitaal informatiesysteem opgeleverd waarin snel verschillende eigenschappen van 2 gewassen vergeleken kan worden.

Of bodemgebonden problemen met aaltjes en schimmels in zomerbloemen met vruchtwisseling beheerst kunnen worden, is afhankelijk van:

- De duur van overleving in de bodem
- Aantal waardplanten
- Mate van bovengrondse verspreiding

Als schimmelziekten op deze punten beoordeeld worden, blijkt dat vruchtwisseling in veel gevallen een probleem kan helpen beheersen. De meest lastige schimmelziekten zijn sclerotienrot, knolvoet, *Verticillium* (overleving) en Valse meeldauw (bovengrondse verspreiding),

Bij aaltjes zijn wortelknobbelaaltjes en wortellesieaaltjes de grootste lastpakken door de brede waardplantenreeks.

De korte overleving biedt echter kansen om niet waardplanten, zoals *Helenium*, strategisch in te zetten. Vruchtwisseling is echter alleen effectief als alle bronnen van besmetting aangepakt worden. Het gebruik van besmet plantmateriaal of verwaarloosde hygiëne kunnen werk van jaren teniet doen.

## Allelopathie

Er is ook aandacht besteedt aan de mogelijke rol van giftige stoffen die door planten worden uitgescheiden bij problemen met vruchtopvolging. Dit verschijnsel staat in de literatuur te boek als allelopathie. Allelopathie wordt kort omschreven als '*Planten die elkaar of zichzelf helpen of verdelgen door het uitscheiden van stoffen*'.

De stoffen kunnen vrijkomen door lekken, vervluchtigen, vertering van gewasresten, wortellexudatie en afspoelen. De negatieve verschijnselen die kunnen ontstaan kunnen uiteenlopen van kiemproblemen, groeiachterstand tot vergroeiingen. Er zijn veel factoren die dit proces beïnvloeden. Het beschrijven en testen van allelopathie is zeer complex. In onderzoek bij zomerbloemen zijn maar weinig groei en ontwikkelingsproblemen toegeschreven aan allelopathie. Een probleem als gevolg van allelopathie is in theorie mogelijk indien een zomerbloem toxische stoffen aanmaakt die lang in de bodem blijven in een voldoende hoge concentratie. Dit zou kunnen als een volwassen gewas vlak naast een jong gewas staat, bij een snelle teeltwissel of als een gewas meerdere jaren vast staat. Er is geen specifiek onderzoek gedaan in zomerbloemen. Wel is onderzoek gedaan in aan zomerbloemen verwante wilde planten. In 25 aan zomerbloemen verwante onkruiden is aangetoond dat zij toxische stoffen af kunnen geven. Veel

van deze planten behoorde tot de Asteraceae, maar ook tot Amaranthaceae, Poaceae en Ranunculaceae. Veel van dit onderzoek is laboratoriumonderzoek geweest. Veldstudie naar allelopathie is uitzonderlijk. Praktijkonderzoek is wel uitgevoerd in waterbroei van tulp, substraatteelt van roos, jaarronde teelt van lisanthus, herinplantziekte bij asperge en onkruidonderdrukking met gewasresten van groenbemesters.

### **Praktijkinventarisatie**

Voor het onderzoek is twee keer met een groep kwekers gediscussieerd om kennis vanuit de praktijk te inventariseren. Het discussiëren tijdens een excursie bleek lastig. Een schriftelijke inventarisatie gaf geen respons. Het structureren van deze kennisuitwisseling door groepswork met voorlichters en kwekers samen bleek goed te werken. Uit de praktijkinventarisatie bleek eveneens dat, door de grootte van het sortiment zomerbloemen en het evenredig grootte aantal mogelijke oorzaken van problemen, het benoemen van moeilijke en goede voorvruchten lastig is. De teelt van siergrassen, granen en snijheesters als afwisseling voor zomerbloemen wordt als een positieve maatregel ervaren. Daarnaast zijn *Liatris*, *Veronica* en *Aconitum* als slechte voorvrucht voor veel gewassen benoemd. Een aantal moeilijke combinaties zijn benoemd zoals *Astrantia* na *Veronica* en *Eremurus* na *Aconitum*. Met ondermeer *Paeonia*, *Lysimachia*, *Campanula*, *Eryngium* worden veel problemen ervaren als men deze, zelfs na lange afwezigheid, nog eens op dezelfde grond teelt. *Delphinium* en *Alchemilla* zijn voorbeelden van teelten waarbij na verloop van 3 a 4 jaar het gewas niet meer wil groeien.

Van de door de kwekers benoemde lastige voorvruchten zijn de door hen genoemde oorzaken vergeleken met de informatie in het Digitaal informatiesysteem (DIS). Het informatiesysteem werd door de kwekers als een handig hulpmiddel ervaren. Een verder ontwikkeling van een kennisbank voor ziekten in zomerbloemen is gewenst.



# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding voor het onderzoek

Bij de teelt van zomerbloemen komen in de praktijk problemen voor, waarvan de oorzaak moeilijk is aan te duiden. Daarom hebben WUR glastuinbouw en PPO- bollenteelt, boomkwekerij en fruit in 2007 een onderzoek uitgevoerd naar vruchtopvolging in zomerbloemen. Doelstelling van het onderzoek was: "Inventariseren van kennis uit de praktijk en de literatuur met betrekking tot problemen die kunnen ontstaan bij vruchtopvolging in zomerbloemen".

## 1.2 Achtergrond vruchtwisseling

Vruchtwisseling is een eeuwenoude methode om bodemkwaliteit in stand te houden. Karel de Grote voerde in de 8<sup>ste</sup> eeuw al het drieslagstelsel in, waarbij wintergranen (tarwe of rogge), zomergranen (gerst of haver) en braak elkaar opvolgden. Er zijn verschillende economische en teelttechnische overwegingen die bij het opstellen van een vruchtwisselingschema spelen:

- De marktvaart en rentabiliteit van een gewas
- Kan het gewas op de grondsoort op het bedrijf geteeld worden?
- Is de juiste apparatuur voor de teelt aanwezig?
- Worden met de vruchtwisseling (bodemgebonden) ziekten en plagen beheerst?
- Hoe draagt de vruchtwisseling bij aan beperking van de onkruiddruk?
- Bevat de vruchtwisseling gewassen die de bodem uitputten voor specifieke voedingsstoffen?
- Bevat de vruchtwisseling gewassen die fytotoxische stoffen ophopen?
- Wat is de invloed op de bodemstructuur van de gewassen (type wortelstelsel en grondbewerking)?
- Draagt de vruchtwisseling door voldoende diversiteit op het bedrijf bij aan bovengrondse plaagbeheersing?

Op buitenbloemenbedrijven wordt vaak een breed assortiment zomerbloemen geteeld.

Veel zomerbloemenkwekers maken gebruik van de positieve werking van vruchtwisseling. Als men dit niet doet ontstaan er in veel gevallen verschijnselen die men samenvat onder de noemer "bodemmoehed" of "herbeplantingsziekte".

Door de grote variëteit aan zomerbloemen is maar beperkt bekend welke gewassen goed combineren. Een vruchtwisseling is in de praktijk vaak ontstaan op basis van ervaringen uit het verleden. Bij het invoegen van een nieuw gewas in de vruchtwisseling is vooraf moeilijk in te schatten of er in combinatie met andere gewassen problemen te verwachten zijn. In de praktijk komen regelmatig gevallen voor van slechte groei die soms lastig te verklaren is.

In de kasteelt van zomerbloemen wordt veel minder met een vruchtwisseling gewerkt. Specialisatie neemt toe in min of meer gelijke tred met de economische betekenis van een zomerbloem. De opvolging van gewassen in kassen is ook een stuk sneller. Er wordt continu geteeld. De problemen die hierdoor ontstaan worden ondervangen door stomen en/of teelt op substraat. Stomen is echter duur en niet altijd effectief. Een groot deel van de zomerbloemen kan niet, of niet economisch rendabel, los van de grond geteeld worden. Er worden daarom ook bij de teel van zomerbloemen onder glas toch vaak ook meerdere teelten op 1 bedrijf geteeld.

## 1.3 Literatuuronderzoek

In het literatuuronderzoek worden problemen onderzocht die ontstaan door:

- Monocultuur of een te krappe vruchtwisseling
- Verkeerde vruchtopvolging (gewas A kan niet na gewas B geteeld worden)

De problemen die dan kunnen ontstaan kunnen diverse oorzaken hebben. Op basis van de vraagstelling zijn voor de literatuurstudie zijn de volgende prioriteiten gesteld:

1. Bodempathogenen
  - Aaltjes
  - Ziekteverwekkende schimmels
2. Allelopathie/autotoxiciteit (giftige stoffen uitgescheiden door planten)

Daarnaast heeft vruchtwisseling een invloed op:

1. Nutriëntenvoorraad en bodemvruchtbaarheid
2. Negatieve invloed op bodemstructuur.
3. Onkruiden

Deze krijgen in deze literatuurstudie minder of geen aandacht.

Om het literatuuronderzoek te sturen zijn aandachtspunten geformuleerd, gebaseerd op de vraag "Wat maakt een probleemoorzaak problematisch bij korte vruchtopvolging?". Dit is:

- Als veel soorten gevoelig zijn voor de probleemoorzaak
- Als de probleemoorzaak lang in de grond achterblijft.
- Als de probleemoorzaak vermeerdert op een gewas, maar pas symptomen geeft bij een volggewas of na langere tijd in hetzelfde gewas.
- Als de probleemoorzaak niet door gangbare bodembewerking/behandeling weggenomen wordt.

Er is daarom voor bodempathogenen, nutriënten uitputting en allelopathie een literatuurstudie uitgevoerd. Deze is steeds opgebouwd uit een algemeen gedeelte, een inventarisatie van de belangrijkste veroorzakers van problemen met vruchtopvolging en specifieke kennis voor zomerbloemen..

## 1.4 Praktijkinventarisatie

De praktijkinventarisatie is opgezet in 2 delen:

- Bijeenkomsten (april en september)
- Case studies

### 1.4.1 Startbijeenkomst

Op de 1<sup>ste</sup> bijeenkomst stond het inventariseren van problemen in de praktijk centraal.

1. Inleidende presentaties over bodempathogenen, allelopathie en nutriënten uitputting
2. Participatief werk

1<sup>ste</sup> Ronde => Inventarisatie

Kwekers omschrijven gevallen waarbij:

- Een specifieke combinatie problematisch was
- Een specifiek gewas altijd voor problemen zorgt in de er op volgende teelt.
- Een gewas op onverklaarbare wijze slecht weggroeide, oorzaak nooit achterhaald

2<sup>de</sup> ronde => Verklaringen zoeken

3. Huiswerk

Inventarisatie opdracht en verklaring op een fax formulier om thuis over na te denken of om aan de buurman te geven. Tevens melding van acute gevallen van slechte weggroei die moeilijk te verklaren is.

## Case studies

In aankondigingen van het onderzoek is kwekers gevraagd om te melden wanneer een gewas “pleksgewijs” slecht groeit en de oorzaak niet direct is vast te stellen. De kwekers/voorlichters is verzocht deze gevallen te melden. Diagnostiek van gemelde gevallen verliep via diagnostiek service van PPO.

### 1.4.2 Ordenen van kennis

Doordat de hoeveelheid informatie over zomerbloemen erg groot is, is de informatie geordend in een spreadsheet. Bij wijze van experiment is hier een klein informatiesysteem van gemaakt. Dit Digitaal informatiesysteem (DIS) is in de slotbijeenkomst gebruikt om informatie uit de praktijkinventarisatie en de literatuur snel te kunnen vergelijken.

### 1.4.3 Slotbijeenkomst

Voor de slotbijeenkomst zijn 9 kwekers en 4 voorlichters en deskundigen uitgenodigd. Het doel van de bijeenkomst was te testen of de verzamelde informatie waardevol kan zijn bij het vaststellen van problemen.

De slotbijeenkomst was als volgt opgebouwd:

1. Presentatie van de literatuurstudie
2. Groepswerk en gezamenlijke discussie
  - De deelnemers is gevraagd 6 gewassen te noteren die op het bedrijf geteeld worden.
  - Er is een kruisje gezet bij de teelt die de meeste en de teelt die de minste problemen kent.
  - Er zijn 3 groepjes samengesteld met kwekers en 1 voorlichter.
  - Van alle gewassen is bekeken of dit een goede of een slechte voorvrucht is (discussie).
  - De kwekers wordt gevraagd om voor ieder bedrijf de minst goede vrucht/voorvrucht combinatie te benoemen en de mogelijke oorzaken op te schrijven.
  - Het resultaat van het groepswerk is door de voorlichter in de groep gepresenteerd.
  - De kwekers ontvangen een overzicht met waardplantstatus van de besproken vrucht/voorvrucht combinaties in de groep uit het digitaal informatiesysteem (DIS).
3. Slotdiscussie waarin de waarde voor de praktijk van de informatie en de manier waarop dit gecommuniceerd kan worden is besproken. Welke informatie ontbreekt nog?

De deelnemers aan de bijeenkomst hebben een concept van het rapport ontvangen en opmerkingen, verbeteringen en aanvullingen doorgegeven.



## 2 Plantenfamilies van zomerbloemen

Een eerste houvast bij het opstellen van een vruchtwisseling is de plantenfamilie waartoe het gewas behoort. Er is een overzicht opgesteld van alle plantenfamilies waartoe één of meerdere zomerbloemen behoren. Waardplantstatus en gevoeligheid voor bodemziekten en plagen kunnen tot op cultivarniveau verschillen, maar vaak geeft verwantschap een indicatie voor gevoeligheid voor dezelfde ziekten. Als planten tot dezelfde orde behoren zijn ze op iets grotere afstand aan elkaar verwant dan als planten tot dezelfde familie behoren. Hoe minder verwantschap, hoe kleiner de kans dat beide gewassen vatbaar zijn voor dezelfde ziekte. In de onderstaande tabel is een overzicht van 165 bekende zomerbloemen weergegeven.

Orde	Familie	Geslachten
Asterales	Asteraceae	<i>Achillea, Ageratum, Ajania, Anaphalis, Artemisia, Aster, Calendula, Callistephus, Carthamus, Centaurea, Cirsium, Coreopsis, Cosmos, Craspedia, Cynara, Dahlia, Dendranthema, Doronicum, Echinacea, Echinops, Erigeron, Eupatorium, Gaillardia, Helenium, Helianthus, Helichrysum, Helipterum, Leontopodium, Leucanthemum, Liatris, Rudbeckia, Solidago, Solidaster, Tagetes, Tanacetum, Zinnia</i>
	Campanulaceae	<i>Campanula, Lobelia, Platycodon, Trachelium</i>
Lamiales	Lamiaceae	<i>Agastache, Lavandula, Leonotis, Mentha, Molucella, Monarda, Origanum, Physostegia, Salvia, Stachys</i>
	Scrophulariaceae	<i>Antirrhinum, Chelone, Digitalis, Penstemon, Veronica, Veronicastrum</i>
	Acanthaceae	<i>Acanthus</i>
	Verbenaceae	<i>Verbena</i>
Ranunculales	Ranunculaceae	<i>Aconitum, Aconitum, Anemone, Aquilegia, Cimicifuga (Actaea), Delphinium, Helleborus, Nigella, Ranunculus, Thalictrum, Trollius</i>
	Papaveraceae	<i>Papaver</i>
	Fumariaceae	<i>Dicentra</i>
Liliales	Liliaceae	<i>Agapanthus, Convallaria, Eremurus, Fritillaria, Triteteia</i>
	Iridaceae	<i>Crocasmia, Gladiolus, Ixia</i>
	Colchicaceae	<i>Gloriosa, Sandersonia</i>
	Melanthiaceae	<i>Xerophyllum</i>
Asparagales	Amaryllidaceae	<i>Amacrinum, Cyrtanthus, Eucharis, Galanthus, Nerine</i>
	Alliaceae	<i>Allium</i>
	Hyacinthaceae	<i>Ornithogalum, Scilla</i>
	Agavaceae	<i>Hosta, Polianthes</i>
	Asphodelaceae	<i>Kniphofia</i>
Caryophyllales	Caryophyllaceae	<i>Dianthus, Gypsophila, Saponaria, Silene, Vaccaria</i>
	Amaranthaceae	<i>Amaranthus, Atriplex, Celosia, Gomphrena, Kochia</i>
	Plumbaginaceae	<i>Limonium</i>
	Polygonaceae	<i>Persicaria, Polygonum</i>
Proteales	Proteaceae	<i>Adenanthos, Banksia, Grevillea, Leucospermum</i>
Poales	Poaceae	<i>Panicum, Pennisetum, Setaria, Zea</i>
	Cyperaceae	<i>Cyperus</i>

Orde	Familie	Geslachten
Apiales	Apiaceae	<i>Ammi, Anethum, Angelica, Astrantia, Bupleurum, Eryngium, Trachymene</i>
Saxifragales	Saxifragaceae	<i>Astilbe, Heuchera</i>
	Crassulaceae	<i>Sedum</i>
	Paeoniaceae	<i>Paeonia</i>
Solanales	Polemoniaceae	<i>Gilia, Phlox (ook Ericales)</i>
	Solanaceae	<i>Cestrum, Physalis</i>
Brassicales	Brassicaceae	<i>Brassica, Cheiranthus, Hesperis, Lunaria, Matthiola</i>
	Cleomaceae	<i>Cleome</i>
Myrtales	Onagraceae	<i>Oenothera</i>
	Onagaceae	<i>Clarkia</i>
	Lythraceae	<i>Lythrum</i>
	Myrtaceae	<i>Chamelaucium</i>
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>
	Clusiaceae	<i>Hypericum</i>
Gentiales	Apocynaceae	<i>Asclepias</i>
	Gentianaceae	<i>Eustoma, Gentiana</i>
	Rubiaceae	<i>Bouvardia</i>
Dipsacales	Dipsacaceae	<i>Scabiosa</i>
	Valerianaceae	<i>Centranthus</i>
	Caprifoliaceae	<i>Leycesteria</i>
Ericales	Primulaceae	<i>Lysimachia</i>
	Ericaceae	<i>Gaultheria</i>
	Polemoniaceae	<i>Gilia, Phlox (ook Solanales)</i>
Malvales	Malvaceae	<i>Alcea, Hibiscus, Lavatera</i>
Alismatales	Araceae	<i>Zantedeschia</i>
Fabales	Fabaceae	<i>Lathyrus, Lupinus</i>
Cornales	Hydrangeaceae	<i>Hydrangea</i>
Boraginales	Boraginaceae	<i>Cerithe, Myosotis</i>
Commelinales	Commelinaceae	<i>Tradescantia</i>
	Haemodoraceae	<i>Anigozanthos</i>
Rosales	Rosaceae	<i>Alchemilla, Rosa</i>

Het gevolgde taxonomische systeem is het APG-II systeem. Dit systeem gaat uit van genetische verwantschap tussen planten.



## 3 Economische informatie over zomerbloemen

### 3.1 Omvang en productiewaarde van de sector

De teelt van zomerbloemen besloeg in 2002 een areaal van ongeveer 2500 ha, waarvan circa 1000 ha onder glas. De totale productiewaarde bedroeg in 2002 ongeveer 275 miljoen euro. Hiermee stond de totale productgroep zomerbloemen op een 3<sup>de</sup> plaats qua omzet aan Nederlandse bloemenveilingen<sup>1</sup>. Het is niet bekend welke gewassen hierbij als zomerbloem aangemerkt zijn geweest.

Voor dit onderzoek zijn enkele berekeningen gemaakt met recentere cijfers van de VBN. Op basis van de gemiddelde omzet over 2004 tot 2006 voor 132 soorten zomerbloemen is een omzetwaarde bij van 260 miljoen euro Nederlandse aanvoer via VBN berekend. Daarnaast heeft ook de import van zomerbloemen een omzetwaarde van 190 miljoen euro. In de berekening van deze omzetcijfers zijn ook Eustoma en Hydrangea meegenomen. Zonder deze 2 gewassen zou de omzetwaarde ongeveer 50 miljoen euro lager liggen. Tussen 2004 en 2006 is de omzetwaarde van zowel Nederlandse aanvoer en import licht gestegen, ongeveer 10 miljoen euro.

Scheuder heeft de productiewaarde per ha voor 2002 berekend op 110.000 euro. Ter vergelijking voor aardappels, suikerbiet, tulp en tomaat waren dit respectievelijk 4.400, 3.000, 30.800 en 400.000 euro<sup>1</sup>.

Hierbij moet wel opgemerkt worden dat er een gemiddelde is genomen voor alle zomerbloemen en dat er een groot verschil is tussen kasteelt en buitenteelt. Toch kan wel gesteld worden dat zomerbloemen relatief kapitaalintensieve teelten zijn.

### 3.2 Bedrijven

Het type bedrijven dat zomerbloemen teelt varieert sterk. Er zijn kleinschalige intensieve buitenteelers en gespecialiseerde jaarrondbedrijven onder glas, maar ook akkerbouwmatige opererende bedrijven en bedrijven die zomerbloemen als 2<sup>de</sup> of 3<sup>de</sup> tak hebben. De meeste bedrijven hebben echter een vrij sterke specialisatie op sierteeltproductie. Combinaties met bollenteelt en snijheesters komen veel voor.

De helft van de bedrijven was in 2004 nog kleiner dan 3 ha, 35% zelfs nog kleiner dan 1 ha<sup>1</sup>.

### 3.3 Top 50

Op basis van cijfers van het VBN is de gemiddelde omzet en de gemiddelde prijs over de periode 2004 tot 2006 berekend. Op basis van de omzet Nederlands product in 2006 is een top 50 opgesteld (Tabel 1). Hierdoor wordt inzicht verkregen in de economische betekenis van de belangrijkste zomerbloemen. De berekende gemiddelde prijs kan alleen ter indicatie opgevat worden of een gewas zogenaamd van het type "veel voor weinig" is.

Er is uitgegaan van product van Nederlandse herkomst. Het overzicht is per plantengeslacht gemaakt. Grote soortgroepen zijn samengevoegd. Ook is er geen onderscheidt gemaakt tussen productie onder glas en buiten. Van Eustoma en Hydrangea is het discutabel of zij wel zomerbloemen genoemd mogen worden. In dat geval is pioenroos het grootste gewas. Er is echter geen sluitende definitie van het woord "zomerbloem".

<sup>1</sup> Schreuder *et al.*, 2005.

Tabel 1. Top 50 van zomerbloemen op basis van omzet in 2006 voor product van Nederlandse herkomst.

Rang	Gewas	Omzet 2006 (euro NL product/jaar)	Gemiddelde prijs (eurocent NL product)
1	<i>Eustoma</i>	31659588	32
2	<i>Hydrangea</i>	18392935	97
3	<i>Paeonia</i>	16672665	47
4	<i>Helianthus</i>	10889705	26
5	<i>Tanacetum</i>	6048963	12
6	<i>Brassica</i>	5931266	21
7	<i>Celosia</i>	5592839	24
8	<i>Matthiola</i>	5588573	19
9	<i>Bouvardia</i>	5531812	21
10	<i>Limonium</i>	5059978	17
11	<i>Delphinium</i>	5002974	28
12	<i>Antirrhinum</i>	4998480	18
13	<i>Aster</i>	3480825	24
14	<i>Euphorbia</i>	3385446	27
15	<i>Tradescantia</i>	3381184	22
16	<i>Trachelium</i>	3381184	22
17	<i>Alchemilla</i>	3268653	11
18	<i>Campanula</i>	3167046	15
19	<i>Panicum</i>	3104211	9
20	<i>Aconitum</i>	2971716	20
21	<i>Hypericum</i>	2931147	13
22	<i>Anemone</i>	2738948	14
23	<i>Gypsophila</i>	2497487	24
24	<i>Astilbe</i>	2294714	18
25	<i>Allium</i>	2218540	20
26	<i>Carthamus</i>	2195753	14
27	<i>Amaranthus</i>	2057421	10
28	<i>Dahlia</i>	2029839	14
29	<i>Solidago</i>	1986988	12
30	<i>Eremurus</i>	1861908	40
31	<i>Dianthus barbatus</i>	1693537	8
32	<i>Agapanthus</i>	1678953	24
33	<i>Nerine</i>	1658732	31
34	<i>Achillea</i>	1626906	11
35	<i>Ornithogalum</i>	1589835	16
36	<i>Gentiana</i>	1425554	31
37	<i>Veronica</i>	1317622	10
38	<i>Physalis</i>	1275266	13
39	<i>Crocsmia</i>	1216445	10
40	<i>Lathyrus</i>	1191509	12
41	<i>Callistephus</i>	1190605	7
42	<i>Gaultheria</i>	1185986	61
43	<i>Gloriosa</i>	1094282	33
44	<i>Eupatorium</i>	1089951	20
45	<i>Sedum</i>	1074185	9
46	<i>Papaver</i>	1007676	15
47	<i>Phlox</i>	935554	25
48	<i>Asclepias</i>	890452	22
49	<i>Hosta</i>	809286	9
50	<i>Eryngium</i>	731939	28

### **3.4 Conclusie voor de vruchtwisseling**

De inrichting van zomerbloemenbedrijven leent zich vaak zeer goed voor vruchtwisseling. Er is vaak een combinatie met een andere tak van landbouw of sierteelt, maar ook gespecialiseerde bedrijven telen meerdere gewassen. Vruchtwisseling is dus zeer goed mogelijk. Dit geldt in veel mindere mate voor gespecialiseerde bedrijven onder glas, bij deze bedrijven is er vaak een veel sterkere specialisatie opgetreden. Voor sommige onder glas geteelde gewassen is de naam zomerbloem ook onderwerp van discussie.

Het aantal gewassen dat een aanzienlijk marktaandeel heeft is relatief beperkt. Vooral Pioenroos en zonnebloem hebben een groot marktaandeel. De hoeveelheid bloemen die de markt kan hebben is voor de meeste gewassen beperkt. Het is in cijfers te zien dat bij groeiende import de omzet van bloemen uit Nederland afneemt. Het lijkt er dus op dat de marktgrootte vaak weinig rekbaar is.

Voor oplossingen met vruchtwisseling kan dit ongunstig zijn. Helenium is bijvoorbeeld een goed gewas om aaltjes te beheersen, maar heeft een zeer beperkte marktgrootte en een lage gemiddelde prijs.



## 4 Ziekteverwekkende schimmels in zomerbloemen

### 4.1 Inleiding

Ziekteverwekkende schimmels zijn in relatie tot vruchtwisseling te typeren op basis van 3 eigenschappen:

- Duur van overleving in de bodem
- Het aantal waardplanten dat een soort (of ras) kan aantasten.
- Mate van bovengrondse verspreiding

Met de eerste twee eigenschappen kun je in grote lijnen 4 typen definiëren met het oog op vruchtwisseling.

Type 1	Lange overleving + veel waardplanten	=>	Een probleem is met vruchtwisseling soms niet of nauwelijks aan te pakken.
Type 2	Lange overleving + weinig waardplanten	=>	Met een goed georganiseerde ruime vruchtwisseling aan te pakken.
Type 3	Korte overleving + veel waardplanten	=>	Een probleem is aan te pakken door strategisch inplannen van niet waardplant zomerbloemen, maar let op bovengrondse verspreiding.
Type 4	Korte overleving + weinig waardplanten	=>	Een probleem is met vruchtwisseling goed aan te pakken, maar let op bovengrondse verspreiding.

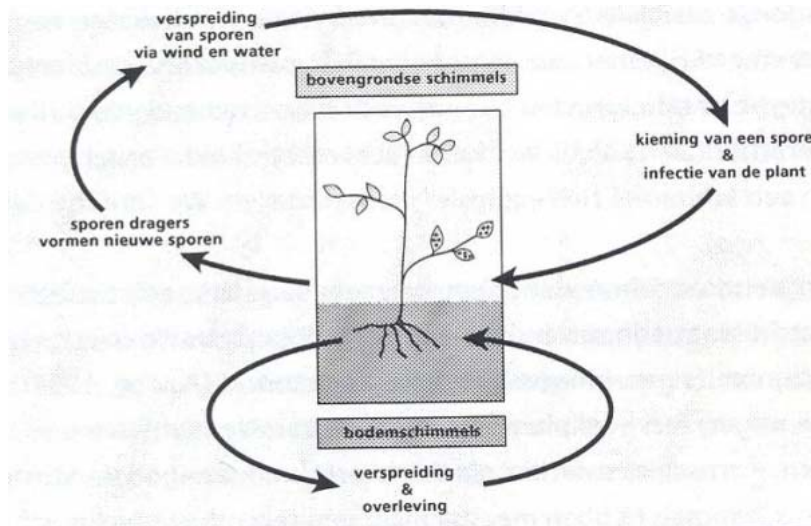
Als schimmels een middellange overleving of mobiliteit hebben, dan zitten deze tussen de benoemde typen in. Sommige ziekteverwekkende schimmels hebben wel een grote waardplantenreeks, maar er komen veel rassen voor die zeer waardplantspecifiek zijn. In dat geval kun je deze beschouwen als een ziekteverwekker met weinig waardplanten.

De bovengrondse verspreiding veroorzaakt een grotere mobiliteit en geeft een secundaire aantasting. Deze verspreiding kan via de lucht, water, landbouwwerktuigen of organismen plaatsvinden. Bij bepaalde ziekten kan de secundaire aantasting ernstiger zijn dan de aantasting vanuit de bodem. Bij sterker wordende bovengrondse verspreiding neemt de waarde van vruchtwisseling voor de beheersing af.

## 4.2 Inventarisatie van relevante ziekteverwekkende schimmels in zomerbloemen

### 4.2.1 Schimmelziekten die lang in de bodem overleven

Bodemgebonden schimmels maken een fase van hun levenscyclus in de bodem door. Zij kunnen structuren maken voor langdurige overleving in de bodem. Het verschil tussen bodemgebonden schimmels en bovengrondse schimmels is in de onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1. Onderscheid tussen bodemschimmels en bovengrondse schimmels.

In de onderstaande tabel zijn voor zomerbloemen relevante bodemgebonden schimmels en de tijd dat zij in de bodem overleven en de waardplantenreeks weergegeven (Tabel 2). Een aantal van deze schimmels maakt rustsporen die lange tijd kiemkrachtig blijven onder ongunstige omstandigheden. Soms kunnen schimmels lang overleven op zeer langzaam verterende gewasresten. Er zijn ook schimmels die op veel soorten organisch materiaal kunnen overleven en pas onder bepaalde omstandigheden ziekteverwekker worden (*Pythium* en *Rhizoctonia*). Sommige schimmels hebben een waardplant nodig om te overleven (valse meeldauw), dit kunnen ook onkruiden zijn, bijvoorbeeld knolvoet kan overleven op herderstasje.

Tabel 2. Ziekteverwekkende schimmels in zomerbloemen die lang tot zeer lang in de bodem overleven.

Naam	Geslacht soort	Overleving		Waard-plantreeks	Specifiek	Verspreiding bovengronds	Type
		vorm	Tijd				
Rattenkeutelziekte	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	rustspore	>10 jr	Matig Breed	Nee	Beperkt	1,2
	<i>Sclerotium rolfsii</i>	rustspore	>10 jr	Smal	?	Beperkt	2
	<i>Sclerotium perniciosum</i>	rustspore	>10 jr	Smal	?	Beperkt	2
Valse meeldauw	<i>Peronospora</i>	rustspore	> 10 jr	breed	Ja	ja	2
	<i>Plasmopara</i>	rustspore	>10 jr	Smal	Ja	ja	2
	<i>Bremia lactucae</i>	?	?	Smal	?	ja	2
Vaatziekte	<i>Fusarium spp.</i>	Rustspore	> 8 jr	breed	Ja	beperkt	2
	v.n.l. <i>F. oxysporum</i> Verder o.a.						
	<i>F. avenaceum</i> en <i>F. Culmorum</i> .						
	<i>Phialophora cinerescens</i>			Smal			
Verwelkingsziekte	<i>Verticillium dahliae</i>	rustspore	> 10 jr	Matig Breed	Nee	Ja	1,2
	<i>Verticillium albo-atrum</i>						
Vlekkenziekte	<i>Myrothecium roridum</i>	plantenresten	> 3 jr ?	Smal	?	Ja	2,4
Wortelrot	<i>Pythium sp.</i>	Rustspore	> 3 jr	Zeer breed	Nee	Ja	1,3
Voetrot; wortelrot	<i>Phytophthora sp.</i>	Rustspore	> 5 jr?	Matig Breed of smal	Nee	Beperkt of ja	2,1
	<i>Phytophthora multivesiculata</i>	rustspore	> 5 jr?	Smal	Nee	Beperkt	2
	<i>Phytophthora cryptogea</i>	rustspore	> 5 jr?	Smal	Nee	Beperkt	2
	<i>Phytophthora cinnamomi</i>	rustspore	> 5 jr?	Matig Breed	Nee	Beperkt	2
	<i>Phytophthora nicotianae</i>	rustspore	> 5 jr?	Smal	Nee	Beperkt	2
Kiemplantenziekte	<i>Rhizoctonia solani</i>	Rustspore	< 2 jr	Breed (er zijn groepen)	Nee	Niet	2
	<i>Rhizoctonia tuliparum</i>	Rustspore	< 2 jr	bol gewassen	Nee	Niet	2
Wortelrot	<i>Cylindrocarpon destructans</i>	?	?	Breed	?	Niet	2
	<i>Cylindrocladium scoparium</i>	?	?	Breed	?	Niet	2
Knolvoet	<i>Plasmodiophora brassica</i>	?	> 10 jr	Smal	Nee	Niet	1,2
Colletotrichum	<i>Colletotrichum sp.</i>	?	?	Smal	Ja	Ja	2

#### 4.2.2 Conclusie voor de vruchtwisseling

Voor de meeste van de bodemgebondenschimmels kan vruchtwisseling bijdragen aan het beheersen van problemen. Een verkeerde keuze met vruchtopvolging kan logischerwijs ook leiden tot problemen. Ziekten die moeilijker met vruchtwisseling te voorkomen zijn doordat zij zeer lang overleven zijn *Sclerotinia sclerotium*, *Verticillium* en *Plasmodiophora brassica* (knolvoet). Het dient vooral voorkomen te worden dat een veld besmet raakt. Hygiëne en gezond plantmateriaal is bij de beheersing van deze ziekten ook zeer belangrijk.

*Pythium* en *Rhizoctonia* zijn erg algemeen voorkomend en kunnen op organisch materiaal overleven. Hierdoor kunnen deze ziekten, ondanks een ruime vruchtwisseling toch nog voor veel problemen zorgen. Hygiëne, voorkomen van wortelschade en goede bodemstructuur en een actief bodemleven zijn bij de beheersing van deze ziekten zeer belangrijk.

Valse meeldauw soorten kunnen een sterke secundaire verspreiding hebben waardoor een heel gewas via enkele planten of een besmet veld in de omgeving aangetast kan worden.

### 4.2.3 Schimmelziekten die niet of kort in de bodem overleven

Daarnaast zijn er schimmelziekten die alleen op levende plantedelen of in afgevallen blad en andere gewasresten overwinteren (Tabel 3). De bovengrondse verspreiding is het meest belangrijk. Een voorbeeld hiervan is roest. De overleving in periode van slechte omstandigheden van deze schimmels hangt samen met de snelheid waarmee gewasresten verteren. In de meeste gevallen is een seizoen geen waardplant telen voldoende. Ook mag er geen besmet blad opwaaien. Het kan verstandig zijn waardplanten voor dezelfde ziekte ruimtelijk van elkaar te scheiden, bijvoorbeeld als 2 gewassen beide gevoelig zijn voor echte meeldauw.

Tabel 3. Ziekteverwekkende schimmels in zomerbloemen die zeer kort of niet in de bodem overleven.

Naam	Geslacht soort	Overleving		Waard-plantreeks	Specifiek	Verspreiding bovengronds	Type
		vorm	Tijd				
Blad- en stengel- vlekkenziekten	<i>Alternaria sp.</i>	Blad en stengel resten	< 1 jr	Matig breed	Ja	Ja	4,3
	<i>Phoma sp.</i>	Blad en stengel resten	< 1 jr	Matig breed	Ja	Ja	4,3
	<i>Septoria sp.</i>	Blad en stengel resten	< 1 jr	Smal	Ja	Ja	4
	<i>Cercospora sp.</i>	Blad en stengel resten	< 1 jr	Smal	Ja	Ja	4
	<i>Stagonosporopsis curtisii</i>	Blad en stengel resten	< 1 jr	Smal	?	Ja	4
Botrytis; grauwe schimmel	<i>Botrytis cinerea</i>	Blad en stengel resten	< 1 jr	Zeer breed	Enkele	Ja	3
	<i>Botrytis paeoniae</i>	Blad en stengel resten	< 1 jr ?	Smal	Ja	Ja	?
Roest	<i>Puccinia sp.</i>	Blad en stengel resten	< 1 jr	Matig breed	Ja	Ja	4
	<i>Puccinia alli</i>	Blad en stengel resten	< 1 jr	Smal	Ja	Ja	4
	<i>Puccinia antirrhini</i>	Blad en stengel resten	< 1 jr	Smal	Ja	Ja	4
	<i>Uromyces sp.</i>	Blad en stengel resten	< 1 jr	Smal	Ja	Ja	4
	<i>Melampsora sp.</i>	Blad en stengel resten	< 1 jr	Smal	Ja	Ja	4
Echte meeldauw	<i>Erysiphe cichoracearum</i>	Blad en stengel resten	< 1 jr	Matig breed	Ja	Ja	4,3
	<i>Erysiphe aquilegiae var. ranunculi</i>	Blad en stengel resten	< 1 jr	Smal	Ja	Ja	4
	<i>Oidium spp.</i>	Blad en stengel resten	< 1 jr	Matig breed	Ja	Ja	4,3
	<i>Sphaerotheca sp. V.n./ S. fusca</i>	Blad en stengel resten	< 1 jr	Matig breed	Ja	Ja	4,3

Aangezien zomerbloemen een zeer grote groep voor het onderzoek vrij onbekende geslachten omvat, is de kans groot dat er problemen spelen met schimmelziekten die niet bekend zijn. Deze kunnen ook bij de vruchtopvolging een probleem veroorzaken waarvan de oorzaak dus niet direct aanwijsbaar is.



#### 4.2.4 Conclusie voor de vruchtwisseling

Voor de meeste van de niet bodemgebonden schimmelziekten geldt dat vruchtwisseling (beperkt) kan bijdragen aan de beheersing. Het gevaar van besmetting via water of lucht is altijd aanwezig. Een combinatie met andere preventieve maatregelen is belangrijk.

Waardplanten voor dezelfde ziekte kunnen niet alleen in de tijd gescheiden gehouden worden, maar ook ruimtelijk. Zet bijvoorbeeld geen 2 waardplanten voor dezelfde echte meeldauw, *Phoma* of *Alternaria* naast elkaar. Sommige ziekten zijn zo algemeen aanwezig dat van vruchtwisseling geen effect verwacht kan worden (*Botrytis*).

### 4.3 Waardplantstatus

Naast kennis uit wetenschappelijk onderzoek is actuele informatie over gevoeligheid van zomerbloemen voor schimmelziekten (waardplantenstatus) gebaseerd op praktijkervaring. Voor dit rapport is zoveel mogelijk informatie over de waardplantstatus verzameld. De waardplantinformatie is gebaseerd op PPO brochures, het handboek vruchtwisseling van het Meerjarenplan gewasbescherming en waardplant informatie uit de gewasbescherming-kennisbank.

Er is vooral bekend welke planten waardplant zijn. Helaas is er weinig kennis over welke zomerbloemen expliciet geen waardplant zijn. Het feit dat een gewas niet genoemd is als waardplant wil niet met zekerheid zeggen dat dit het ook werkelijk niet is. Veel is nog onbekend.

Ook kunnen 2 gewassen gevoelig zijn voor dezelfde ziekte (vaatziekte, valse meeldauw), maar zijn er veel waardplantspecifieke rassen. Het weergeven van alle informatie is voor zomerbloemen in een tabel erg moeilijk. Zeker als naast schimmels ook gevoeligheid voor aaltjes weergegeven moet worden. Er liggen meer mogelijkheden in digitale oplossingen. Hiervoor is de waardplantstatus voor alle zomerbloemen zoveel mogelijk digitaal geordend. In de beschrijvingen van schimmelziekten zijn alle bekende waardplanten vermeld.



## 5 Schadebeeld, levenswijze en waardplantenreeks van schimmels

Vruchtwisseling is een strategie bij de beheersing van bodemgebonden schimmelziekten. Vruchtwisseling is vaak een onderdeel van een uitgebreidere strategie. En zeker indien als gevolg van specialisatie een krappe vruchtwisseling wordt aangehouden zullen preventieve maatregelen een belangrijke rol spelen om bodemschimmels te beheersen. Voorbeelden zijn stomen, stringente hygiëne en biologische grondontsmetting en als het moet een chemische bestrijding. Bij sommige schimmels die zeer lang in de bodem overleven is vruchtwisseling ook niet effectief. Gevoelige gewassen kunnen niet meer op dezelfde grond geteeld worden.

In de volgende paragraaf zijn schimmelziekten beschreven en is aangegeven welke preventieve hygiëne maatregelen toegepast kunnen worden. Voor de beschrijvingen zijn praktijkervaring en PPO brochures gebruikt Kennis over schimmelziekten in snijbloemen is onlangs door WUR Glastuinbouw geactualiseerd voor het rapport beheersing van ziekten en plagen in snijbloemen onder glas. Beschrijvingen zijn uit dit rapport overgenomen en aangevuld.

### 5.1 Schimmelziekten die lang in de bodem overleven

#### 5.1.1 Rattenkeutelziekte

(*Sclerotinia sclerotiorum* / *Athelia rolfsii* anam. *Sclerotium rolfsii*)

#### Schadebeeld

Meestal ontstaat er in het beginstadium een blauwkleuring op het onderste stengelgedeelte of halverwege de stengel en al snel daarna vochtige, weke plekken. Deze plekken breiden zich zo snel uit dat ze al spoedig de hele stengel omvatten. Vervolgens worden ook de bladstelen en bladeren aangetast. Het zieke stengeldeel verrot, waardoor alle boven deze plek gelegen plantedelen verwelken en daarna afsterven. Bij voldoende luchtvochtigheid bevindt zich op de aangetaste delen een dicht, sneeuw wit schimmelpluis, met daarin eerst witte, daarna grijze en later zwarte, harde sclerotiën, die de grootte van een erwt tot die van een boon kunnen hebben. Hieraan is de schimmel gemakkelijk te herkennen. Bij gewassen met dikke stengels zitten de sclerotiën meestal in het merg (in de stengel).



Wit schimmelpluis met rattenkeutel van *Sclerotinia* (Foto PPO).

#### Levenswijze

*Sclerotinia sclerotiorum* overwintert in de grond in de vorm van sclerotiën. De schimmel-sclerotiën zijn zeer resistent tegen ongunstige omgevingsinvloeden (hitte, koude, uitdrogingen, chemische middelen etc.). De sclerotiën verkleuren naar donker en kunnen maximaal drie jaar in de grond overleven.

Zodra de voorwaarden gunstig worden, dus hoge vochtigheid, temperatuur 10-25°C, worden de sclerotiën weer actief. Sclerotiën die dieper dan ongeveer 3 cm onder de grond zitten, komen niet met hun vruchtlichamen boven de grond uit, zodat er ook geen sporen worden gevormd. Verspreiding vindt plaats via ascosporen of schimmelweefsel uit de sclerotiën. Door de weer uitlopende schimmelraden kunnen er enerzijds nabije plantedelen (wortels, knollen, bij de grond gelegen stengelgedeelten) direct worden aangetast. De sclerotiën kunnen anderzijds ook kleine, geelachtige, trompetvormige apotheciën (die op een soort paddestoeltje lijken) gaan vormen, die sporen uitstoten die de schimmel ver kunnen verspreiden. Dit gebeurt rond april/mei. De sporen worden met de wind meegenomen. Er kan verspreiding plaatsvinden over een gebied van 200 meter rond de apotheciën. Wanneer het paddestoeltje leeg is, wordt er een nieuwe gevormd en zo gaat dit proces twee à drie weken door. De infectiewijze van *Sclerotinia sclerotiorum* lijkt tot op zekere hoogte op de aantasting door een zwakteparasiet. De schimmel heeft vaak een wond

of afstervende delen nodig om de plant binnen te dringen. Deze wonden kunnen ontstaan door harde regen en opspattend zand en hagel. Als de schimmel eenmaal in het gewas zit, groeit hij razendsnel. Wanneer de sclerotiën volgroeid zijn vallen ze op de grond en tasten de plant dan opnieuw aan. *Sclerotinia* komt het meest voor op humusrijke zandgrond en in de veenkoloniën. De schimmel kan tien jaar in de bodem overleven.

## Waardplantenreeks

<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>Achillea, Aconitum, Antirrhinum, Artemisia, Aster, Brassica, Campanula, caryophyllus, Cheiranthus, Chelone, Chrysanthemum, Dahlia, Dianthus, Echinops, Eryngium, Forsythia, Gerbera, Helianthus, Helichrysum, Helipterum, Liatris, Limonium, Matricaria, Matthiola, Molucella, Nigella, Papaver, Skimmia, Solidago, Trachelium, Veronica, Xeranthemum, Zinnia</i>
<i>Sclerotium rolfsii</i>	<i>Aconitum, Amaryllis, Astilbe, Delphinium, Eremurus, Liatris Nerine, Ornithogalum</i>
<i>Sclerotium perniciosum</i>	<i>Allium, Frillaria</i>
<i>Sclerotinia bulborum</i>	<i>Anemone, Fritillaria, Ornithogalum, Scilla</i>

## Hygiëne

- Houd een ruime vruchtwisseling aan, ook binnen het bloemensortiment tussen verschillende families. Helaas zijn veel gewassen gevoelig voor *Sclerotinia sclerotiorum*, uitgezonderd de grassen en granen.
- Teel zeker *Helichrysum* niet als voorvrucht voor gewassen die gevoelig zijn voor *Sclerotinia sclerotiorum*.
- Let erop dat de ziekte overblijft op steungaas; in gevoelige gewassen daarom geen oud gaas gebruiken.
- Aangetaste planten met omringende grond zorgvuldig verwijderen.
- Wanneer half oktober de teelt ten einde is, ruim dan de gewasresten op en voer ze af.
- Stoom de grond of het substraat. Stoom ook het steungaas mee.
- Ploeg diep. De sclerotiën komen dan diep in de grond te liggen, zodat ze niet kunnen kiemen.
- Maak zo min mogelijk wonden en zorg ervoor dat de (snij)wonden zo glad en klein mogelijk zijn.
- Voorkom dat vaste planten te lang vaststaan en daardoor te dicht en zwak groeien.
- Ga uit van gezond plantmateriaal en ziektevrrije grond.

## 5.1.2 Valse meeldauw

(*Peronosporaceae, Plasmopara, Basidiospora, Bremia e.a.*)

### Schadebeeld

Bruingrijs of vuilwit schimmelpuis aan onderkant blad. Doorgaans is aan de bovenzijde van het blad een gele of paars-rode verkleuring waar te nemen die in eerste instantie vaak door de grote bladnerven wordt begrensd. Bladeren verschrompelen en vallen voortijdig af. Bij zonnebloem kan als een jonge plant via de wortel aangetast worden een systemische infectie ontstaan. Dit houdt in dat de schimmel zich via de sapstroom verspreidt. Bij een systemische infectie blijft de hele plant klein en gedrongen en vertoont schimmelpuis startend aan de basis van het blad. Bij sommige gewassen kan bij een ernstige aantasting het plantje al bij twee bladparen wegvallen, maar soms groeit de



Systemische infectie (links) en bladvlekken (rechts) door valse meeldauw (Foto PPO).

plant nog een stuk door en worden pas op een halfhoog gewas symptomen zichtbaar. Soms wordt een aangetaste plant niet zichtbaar ziek doordat het plantenweefsel natuurlijke weerstand heeft opgebouwd.

## Levenswijze

Door middel van de geslachtelijke vermenigvuldiging worden rustsporen in het blad gevormd. Deze hebben een dik omhulsel waardoor ze goed kunnen overleven gedurende ongunstige omstandigheden, zoals tijdens de winter of droogte. Deze rustsporen kunnen 5-10 jaar overleven in gewasresten en vervolgens in de bodem. Verspreiding van de rustsporen naar andere velden kan door middel van transport van bladafval of bodem, in zaden (zoals bij graansoorten, zonnebloem) of door de lucht, via waterstromen en landbouwmachines.

De overwinterende rustspore kiemt in het voorjaar en vormt dan een primair sporangium, dat ongeslachtelijke zoösporen (zwemsporen) vormt. Deze zoösporen, kunnen via opspattend water de huidmondjes van de plant binnen dringen en haustoria vormen. Vervolgens worden sporangiëndragers buiten het blad gevormd, die de secundaire zwersporen vormen. De secundaire zwersporen infecteren de plant weer. De zwersporen worden 's nachts gevormd onder hoge temperatuur en vochtigheid (>90%) is. Daarnaast moet het tenminste 4 uur donker zijn. De zwersporen rijpen in de vroege ochtend en worden verspreid gedurende de dag. Zwersporen zijn ongeveer 4 dagen vitaal. Voor de kieming is water nodig, maar niet per se regen; dauw, mits aanwezig 's nachts en in de ochtend, kan voldoende bladnatheid opleveren. De infectie treedt op tussen 6 – 31 °C met een optimum van 10 – 5°C.

Valse meeldauw kent momenteel 11 geslachten, maar de taxonomie is bijzonder instabiel. Dit komt omdat deze soorten onder invloed van de omgevingsvariabelen, zoals waardplant, temperatuur, vochtigheid en het seizoen snel van eigenschappen kunnen veranderen.

## Waardplantenreeks

<i>Peronosporaceae sp.</i> , <i>Peronospora sp.</i> , <i>Plasmopara sp.</i> (veel div soorten en rassen)	<i>Anemone, Antirrhinum, Brassica, Campanula, Celosia, Centaurea, Cheiranthus, Chrysanthemum, Dianthus, Eustoma, Gaillardia, Hebe, Helianthus, Helichrysum, Helleborus, Lathyrus, Limonium, Lisianthus, Matthiola, Papaver, Rosa, Veronica</i>
<i>Peronospora anthirrhini</i>	<i>Anemone, Antirrhinum</i>
<i>Bremia lactucae</i>	<i>Gaillardia, Helichrysum</i>

Valse meeldauw is vaak zeer waardplantspecifiek, alleen *Peronospora anthirrhini* heeft zowel *Anemone* als *Antirrhinum* als waardplant.

## Hygiëne

- Pas vruchtwisseling toe.
- Ruim het afgevalen blad zorgvuldig op en voer het af.
- Verwijder aangetaste delen van de plant en voer direct af in een gesloten zak of container. Verwijder aangetast materiaal van het bedrijf i.v.m. besmettingsgevaar.
- Verwijder onkruiden.
- Zorg voor een goede bodemstructuur.
- Plant niet te dicht.
- Start met ziektevrij uitgangsmateriaal.
- Ontsmet de grond door stomen.

### 5.1.3 Vaatziekte

(*Fusarium oxysporum*, *Fusarium* spp., *Phialophora cinerescens*)

#### Schadebeeld

De eerste symptomen zijn het slap hangen van de bladeren en scheuten bij zonnig weer. Als de verdamping afneemt herstellen de bladeren zich, maar door de verdere ontwikkeling van de ziekte verkleuren de bladeren en de stengeldelen geel en sterven spoedig af. Meestal zijn de planten aan één zijde aangetast en soms trekken de scheuten krom. Na het aansnijden van de stengel is vaak een droge bruinrotte verkleuring van de vaatbundels zichtbaar.

Onder vochtige omstandigheden ontstaat op de aangetaste plekken vaak lichtroze schimmelpluis met sporen.



Roze schimmelpluis (onder) en vaatbundelverstopping (boven) door *Fusarium* (Foto PPO).

#### Levenswijze

*Fusarium* groeit met zijn draden langs wondjes van de wortels in de plant. De sporen, die daar gevormd worden, dringen de plant binnen. Na kieming komen de schimmeldraden tot ontwikkeling en deze scheiden giftige stoffen uit. De schimmeldraden groeien in de vaatbundels, die verstopt raken waardoor de stengel bruin verkleurt. De schimmel overleeft in de bodem op dood materiaal als overlevingspore. Binnen de groep van *Fusarium* vaatziekte komen zeer waardplantspecifieke soorten voor. De *Fusarium* vaatziekte bij anjer is bijvoorbeeld niet in staat chrysaan aan te tasten en andersom. Overlevingsvormen van de schimmel kunnen vele jaren in de grond achterblijven.

#### Waardplantenreeks

<i>Fusarium</i> sp. v.n.l. <i>F. oxysporum</i> (veel div rassen). Verder o.a. <i>F. avenaceum</i> en <i>F. Culmorum</i>	<i>Aconitum</i> , <i>Agapanthus</i> , <i>Allium</i> , <i>Alstroemeria</i> , <i>Amaryllis</i> , <i>Antirrhinum</i> , <i>Asclepias</i> , <i>Aster</i> , <i>Aster</i> , <i>Callistephus</i> , <i>Campanula</i> , <i>Carthamus</i> , <i>Centaurea</i> , <i>Cheiranthus</i> , <i>Chrysanthemum</i> , <i>Cimicifuga</i> , <i>Crocasmia</i> , <i>Cyperus</i> , <i>Delphinium</i> , <i>Dianthus</i> , <i>Doronicum</i> , <i>Eremurus</i> , <i>Euonymus</i> , <i>Euphorbia</i> , <i>Eustoma</i> , <i>Freesia</i> , <i>Frittalaria</i> , <i>Gentiana</i> , <i>Gypsophila</i> , <i>Hebe</i> , <i>Hydrangea</i> , <i>Ixia</i> , <i>Lathyrus</i> , <i>Liatris</i> , <i>Limonium</i> , <i>Lupinus</i> , <i>Matthiola</i> , <i>Nerine</i> , <i>Ornithogalum</i> , <i>Physostegia</i> , <i>Scabiosa</i> , <i>Solidago</i> , <i>Tagetes</i> , <i>Trollius</i> , <i>Zea</i> , <i>Zinnia</i>
<i>Phialophora cinerescens</i>	<i>Aster</i> , <i>Dianthus</i>

#### Hygiëne

- Pas vruchtwisseling toe.
- Het is goed plantenfamilies te wisselen, de waardplantbreedte voor de verschillende soorten *Fusarium* is niet duidelijk.
- Snij planten, aangetast door een *Fusarium* vaatziekte net boven de grond af en voer dit materiaal af van het bedrijf. Zo voorkomt u dat de afvallende gronddeeltjes de ziekte verspreiden.
- Een goede structuur van de grond en een goede bedrijfshygiëne kunnen veel aantastingen voorkomen.
- Start met ziektevrij uitgangsmateriaal.
- Stoom de grond of het substraat.
- Ontsmet het teeltsysteem.
- Ontsmet recirculatiewater bij substraatteelt.

## 5.1.4 Verwelkingsziekte

(*Verticillium dahliae*, *Verticillium albo-atrum*)

### Schadebeeld

Een aantasting uit zich in het plotseling verwelken van de bladeren en het afsterven van jonge stengeldelen. Bij het aansnijden van sommige planten ontstaat er op de grens van grond en lucht een lichtpaarse tot grijze verkleuring. Deze verkleuring is over het algemeen alleen zichtbaar bij takken ouder dan een jaar. Na het aansnijden van knollen is bij een aantasting verkleuring van het cambium te zien in de vorm van bruine puntjes. De aantasting kan ook minder acuut zijn, de groei van het gewas is dan in dat jaar minder en de bladeren blijven kleiner; vaak kleuren de bladeren en scheuten geel.



Pleksgewijze verstopte vaten door *Verticillium* (Foto PPO).

### Levenswijze

*Verticillium* kan lange tijd in de bodem overleven in de vorm van microsclerotien, die pas onder gunstige omstandigheden kiemen. De schimmeldraden dringen vervolgens de plant binnen via wondjes aan de wortels en verspreiden zich verder langs de houtvaten hogerop in de plant. Hierdoor ontstaan verstoppingen, waardoor de plant verwelkingsverschijnselen gaat vertonen. Door het uitlopen van de schimmeldraden in de bodem, tast de schimmel naburige planten aan. De schimmel kan zich echter ook bovengronds gaan verspreiden doordat de sporen, die zich op zieke en aangetaste bladeren bevinden, op gezonde plantendelen terecht komen, beginnen te kiemen en via kleine wondjes de plant binnendringen. Vochtige omstandigheden zijn ideaal voor een geslaagde infectie. Ook de aanwezigheid van wortellesie-aaltjes kan de aantasting doen versterken. De aaltjes prikken de wortels aan waardoor de schimmel makkelijk naar binnen kan dringen.

### Waardplantenreeks

<i>Verticillium albo-atrum</i>	<i>Achillea</i> , <i>Aconitum</i> , <i>Asclepias</i> , <i>Aster</i> , <i>Celosia</i> , <i>Chrysanthemum</i> , <i>Crocospia</i> , <i>Dahlia</i> , <i>Dendranthema</i> , <i>Gerbera</i> , <i>Helianthus</i> , <i>Lepidium</i> , <i>Leucanthemum</i> , <i>Liatris</i> , <i>Limonium</i> , <i>Lupinus</i> , <i>Paeonia</i> , <i>Papaver</i> , <i>Phlox</i> , <i>Physalis</i> , <i>Rosa</i> , <i>Trollius</i>
<i>Verticillium dahliae</i>	<i>Achillea</i> , <i>Aconitum</i> , <i>Asclepias</i> , <i>Aster</i> , <i>Astilbe</i> , <i>Campanula</i> , <i>Celosia</i> , <i>Chrysanthemum</i> , <i>Crocospia</i> , <i>Dahlia</i> , <i>Dendranthema</i> , <i>Gerbera</i> , <i>Helianthus</i> , <i>Helichrysum</i> , <i>Leucanthemum</i> , <i>Liatris</i> , <i>Limonium</i> , <i>Lupinus</i> , <i>Nigella</i> , <i>Paeonia</i> , <i>Papaver</i> , <i>Phlox</i> , <i>Physalis</i> , <i>Rosa</i> , <i>Trollius</i>
<i>Verticillium sp.</i>	<i>Callistephus</i> , <i>Carthamus</i> , <i>Cotinus</i> , <i>Eryngium</i> , <i>Forsythia</i> , <i>Veronica</i> , <i>Viburnum</i>

### Hygiëne

- Aangetaste planten en blad hiervan verwijderen.
- Ga uit van gezond plantmateriaal.
- Plant op gronden met een hoge aaltjesbesmetting geen voor *Verticillium* gevoelige gewassen.
- Pas vruchtwisseling toe met gewassen die niet gevoelig zijn voor deze schimmel.
- Teel minder gevoelige soorten.
- Laat nieuwe grond bemonsteren.
- Ontsmet de grond door stomen of door biologische grondontsmetting.
- Zorg voor een goede ontwatering en een goede structuur van de grond.

## 5.1.5 Vlekkenziekte

*(Myrothecium roridum)*

### Schadebeeld

Door vlekkenziekte aangetaste plantendelen, zoals stengels en bladeren, kleuren donkerbruin tot zwart. Ze zijn eerst nat maar drogen later wat in. Alle delen van de plant kunnen worden aangetast, maar in de kas wordt aantasting van blad, stengel en wortelhals het meest waargenomen. Op stengels ontstaan ingezonken donkere plekken die bij het uitgroeien de stengel insnoeren. Symptomen bij een aantasting van de wortelhals zijn vaak zwak, meestal is alleen een bruinverkleuring te zien.

Op aangetaste plantendelen ontstaan in compact wit schimmelpuis afgeronde, glimmende, olijfgroene tot zwarte, op korrels lijkende sporedozen (sporodochiën). Als gevolg van de aantasting wordt de groei geremd of komt geheel tot stilstand.



Close up van *Myrothecium* (Foto PPO).

### Levenswijze

*Myrothecium* is vooral in (sub)tropische gebieden een zeer schadelijke parasiet. De ziekte wordt incidenteel als sinds begin jaren '60 in de Nederlandse kasteelt waargenomen. *Myrothecium* is een bodemschimmel die grote hoeveelheden sporen vormt die met water en oor de lucht kunnen worden verspreid. Er worden geen rustsporen gevormd, maar ingedroogde vruchtlichamen van de schimmel kunnen wel als zodanig fungeren. De schimmelaantasting kan vooral zeer ernstige vormen aannemen onder warme (25°– 30°C) en vochtige omstandigheden. Verspreiding kan plaatsvinden via uitgangsmateriaal water en grond.

### Waardplantenreeks

*Myrothecium roridum*

*Eustoma, Aster, Anthurium, Bouvardia, Gerbera, Carthamus*

### Hygiëne

- Aangetaste planten en blad hiervan verwijderen.
- Ga uit van gezond plantmateriaal.
- Pas vruchtwisseling toe met gewassen die niet gevoelig zijn voor deze schimmel.
- Ontsmet de grond door stomen.
- Zorg voor een goede ontwatering en een goede structuur van de grond.
- Voorkom langdurige vochtige en warme omstandigheden.



## 5.1.6 Wortelrot

(*Pythium*)

### Schadebeeld

De voet, de stengelbasis en het wortelgestel van de plant worden aangetast, meestal in het kiemplantenstadium. De wortels kleuren donker en de (glazige) schors van de wortels is er gemakkelijk af te halen. Het binnenste harde deel van de wortels blijft intact.

In een later stadium zit er alleen nog een klein stompje aan het plantje. Het hele wortelgestel is verdwenen. De plant wordt geel en sterft voortijdig af. Bij *Helichrysum bracteatum* kunnen er ook gitzwarte vlekken midden op het blad ontstaan. Er is geen schimmelpluis aanwezig. De vaten van de stengelbasis verkleuren bruin. Bij chrysant: De beginsymptomen zijn kleine, langgerekte, donkerbruine strepen op de stengels. Deze strepen breiden zich bij hoge temperatuur en hoge luchtvochtigheid snel uit tot circa 20 mm grote plekken. Opmerkelijk is dat deze plekken vaak aan één zijde van de stengel voorkomen waardoor de bladeren aan deze zijde gaan vergelen en de stengel scheef groeit. Bij Alchemilla kan *Pythium* ontstaan op door wortellesieaaltjes aangetaste wortels. Bovengronds ontstaan verbrande bladranden doordat de verdamping groter is dan dat met het zieke wortelgestel water opgenomen kan worden.



Door *Phytophthora* aangetaste wortels (Foto PPO).

### Verschillen tussen *Pythium* en *Rhizoctonia*

*Pythium*

- Tast de pas gevormde wortels aan.
- Bij aangetaste wortels wordt de schors aangetast en blijft de harde kern intact.
- Aangetaste delen worden bruin tot zwart.
- Mycelium is niet zichtbaar (grijswit).
- Vormt sporen.
- Tast meestal jonge kiemplanten aan.

*Rhizoctonia*

- In eerste instantie is het wortelstelsel nog redelijk intact, maar is de voet van de plant afgedood.
- Aantasting is lichtbruin.
- Lichtbruine, taaie schimmeldraden zichtbaar op de grond.
- Vormt bijna nooit sporen.
- Kan tot 5 weken na zaaien nog optreden.

### Levenswijze

*Pythium*-soorten zijn algemeen voorkomende bodemschimmels. De schimmel blijft over in de vorm van rustsporen (oösporen) in de grond. De rustsporen kunnen enkele jaren overleven. *Pythium*-soorten tasten hoofdzakelijk kiemplanten en verzwakte of beschadigde planten aan. Het is altijd een secundaire aantasting. De optimale temperatuur voor deze schimmel ligt rond de 20°C, maar is soortafhankelijk. De schimmel tast gemakkelijk jong en zacht plantenweefsel aan. Via wonden in het wortelstelsel treedt de infectie op. De schimmel verspreidt zich gemakkelijk via water en opspattende grondeeltjes. Hij maakt zwemsporen (die zich voortbewegen in een waterige omgeving en nieuwe infecties kunnen veroorzaken) en rustsporen (die ongunstige omstandigheden, zoals droogte, kunnen overbruggen). Aantasting door *Pythium* gebeurt niet alleen vroeg in het groeiseizoen, wanneer de grond nog koel

(10-25°C) en nat is, maar ook in het najaar onder ongunstige groeiomstandigheden. *Pythium* spp. komt voornamelijk voor op zandgronden.

## Waardplantenreeks

*Pythium* sp.

*Achillea, Aconitum, Agapanthus, Amaranthus, Ammobium, Antirrhinum, Astilbe, Bouvardia, Carthamus, Celosia, Centaurea, Cheiranthus, Chelone, Chrysanthemum, Convallaria, Crocosmia, Dahlia, Delphinium, Dianthus, Digitalis, Doronicum, Echinops, Eremurus, Erigeron, Euphorbia, Euphorbia, Frittalaria, Gaultheria, Gerbera, Gladiolus, Gypsophila, Hebe, Heliantus, Helichrysum, Hydrangea, Ixia, Lepidium, Limonium, Lupinus, Matthiola, Nerine, Physostegia, Rosa, Scabiosa, Scilla, Tagetes, Tanacetum, Trachelium, Trollius, Xeranthemum, Zea, Zinnia*

## Hygiëne

- Zorg voor optimale groeiomstandigheden voor de plant. *Pythium* is vaak het gevolg van minder goede groeiomstandigheden.
- Gebruik ziektevrij uitgangsmateriaal.
- Gebruik 'ziektevrij' gietwater (leiding- of bronwater) of ontsmet drain-, regen- en/of oppervlaktewater.
- Voer de bedrijfshygiëne stringent door.
- Stomen of verhitten van de grond helpt wel, maar bij slechte omstandigheden zal de ziekte binnen enkele weken weer aanwezig zijn.
- Vermijdt te natte grond. Zorg voor een goede bodemstructuur.
- Voorkom de combinatie wortelsterfte, vocht en warmte.
- Houdt het organische stofgehalte op niveau.

### 5.1.7 Voetrot; wortelrot

(*Phytophthora*)

#### Schadebeeld

Bij jonge planten ontstaan een enigszins blauwe tot bruine verkleuring van de stengel op de grens van lucht en grond. De aantasting trekt via de vaatbundels naar boven. De wortel blijft intact. De plant verwelkt en valt om. De eerste symptomen kunnen vanaf enkele dagen tot enkele weken na het planten optreden. De stengelbasis vertoont een groen-zwarte waterige rotte plek en het onderliggende merg is bruin. De hoofdwortel is hol en bruin-zwart verkleurd. Op oudere houtachtige planten is *Phytophthora*-aantasting vrij gemakkelijk te herkennen omdat, wanneer de bast aan de stengelbasis wordt weggekrabd, een bruine kurkachtig droge afsterving terug te vinden is.



*Phytophthora* in anjer (Foto PPO).

#### Levenswijze

Het geslacht *Phytophthora* kent vele soorten, die meestal bodemgebonden zijn. Sommige soorten leven als bovengrondse parasieten. Sommige soorten komen op typische waardplanten voor, andere hebben een groot aantal waardplanten. *Phytophthora nicotianae* is aanwezig in vochtige gronden, kan verschillende jaren in de grond achterblijven en blijft over via rustsporen op aangetast materiaal. *P. nicotianae* komt bij temperaturen tussen 20°C

en 30°C goed tot aantasting, met een optimum rond 27°C. Verspreiding vindt plaats via zwemsporen (zoöspore), die door gronddeeltjes en opspattend water verspreid kunnen worden. Deze bodemschimmel kan de plant via de wortels en via de plantvoet aantasten. Daar is wel vocht bij nodig. Via verwondingen treedt de infectie op. Vooral bij jonge planten treedt gemakkelijk een wortelinfectie op. De schimmel heeft vele waardplanten, voornamelijk kasplanten en boomkwekerijgewassen. *P. cryptogea* kan veel schade in *Gypsophila* geven. Vooral wanneer het gewas teruggeknipt is en slecht op de wortel staat is het extra gevoelig. Besmet plantmateriaal is een belangrijke besmettingsbron maar ook veilingkarren en fust kunnen aantasting verspreiden.

## Waardplantenreeks

<i>Phytophthora sp.</i>	<i>Aconitum, Amaryllis, Asclepias, Aster, Astilbe, Callistephus, Celosia, Centaurea, Chelone, Chrysanthemum, Cimicifuga, Convallaria, Crocosmia, Dahlia, Delphinium, Dianthus, Dicentra, Doronicum, Echinops, Eremurus, Erigeron, Eryngium, Euphorbia, Eustoma, Forsythia, Gaultheria, Gerbera, Gypsophila, Hebe, Helichrysum, Hydrangea, Lavandula, Paeonia, Papaver, Physostegia, Rosa, Scabiosa, Solidago, Syringa, Tanacetum, Trollius, Zanthedeschia</i>
<i>Phytophthora Muttivesiculata</i>	Orchideeën soorten
<i>Phytophthora cryptogea</i>	<i>Gypsophila, Dianthus, Gerbera</i>
<i>Phytophthora cinnamomi</i>	<i>Chrysanthemum, Cimicifuga, Convallaria, Delphinium, Dianthus, Doronicum, Eremurus, Gaultheria, Hebe, Lavandula, Physostegia, Scabiosa, Tanacetum, Trollius</i>
<i>Phytophthora nicotianae</i>	<i>Amaryllis, Rosa</i>
<i>Phytophthora cactorum</i>	<i>Anemone, Paeonia</i>

## Hygiëne

- Pas vruchtwisseling toe met gewassen die niet gevoelig zijn voor deze schimmel.
- Gebruik gezond plantmateriaal.
- Gebruik 'ziektevrij' gietwater (leiding- of bronwater) of ontsmet draineer-, regen- en of oppervlaktewater.
- Voer bedrijfshygiëne stringent door. Maak machines schoon alvorens van een besmet perceel naar een schoon perceel te gaan. Zorg voor schone veilingkarren en fust.
- Laat bij twijfel over de oorzaak van de problemen een diagnose uitvoeren. Er zijn namelijk meer schimmels die vergelijkbare symptomen kunnen veroorzaken.
- Indien mogelijk, verwijder aangetaste planten in een gesloten plastic zak.
- Stoom de grond of het substraat.

## 5.1.8 Voetrot; kiemplantenziekte; Rhizoctonia ziekte

(*Rhizoctonia solani*, *Rhizoctonia tuliparum*)

### Schadebeeld

Aantasting treedt op aan de plantvoet op de grens grond/lucht. Kiemplanten verkleuren aan de wortelhals of het onderste stengelgedeelte bruin of zwart, waarna het weefsel zacht wordt en ineen schrompelt. De planten worden geel, verwelken, vallen om en sterven af. De oppervlakte van de grond is soms met een wit, spinnenwebachtig schimmelweefsel bedekt, dat al snel donkerbruin van kleur wordt. Het zijn meestal jonge (kiem-)planten die worden aangetast. De aantasting breidt zich pleksgewijs uit als een olievlek. Een aantasting door *Rhizoctonia solani* komt veelal aan het begin van de teelt voor, maar kan ook tijdens de teelt schade veroorzaken.

In bollen kan *Rhizoctonia solani* aantasting van zowel spruit als bol geven. Dit heeft een pleksgewijze slechte gewasgroei tot gevolg.



*Rhizoctonia* in bollen (links) en vaste planten (rechts) (Foto PPO).

### Levenswijze

*Rhizoctonia solani* is een veel voorkomende schimmel. Hij maakt geen sporen en is grondgebonden (in de vorm van kleine sclerotieën in de grond). Verspreiding vindt plaats door sporeachtige schimmeldraden. De schimmel breidt zich vooral op onvoldoende verteerde plantdelen uit. Een hoge grondvochtigheid, gebrekkige bodemdoorluchting, een te dichte stand en onvoldoende opgeruimde aangetaste plantdelen zijn gunstige omstandigheden voor de schimmel. Schade aan de wortels door aaltjes is een invalspoor voor *Rhizoctonia solani*.

De overlevingsduur van *Rhizoctonia solani* varieert van verscheidene maanden tot enkele jaren. *Rhizoctonia solani* kan ook op een gewas groeien en vermeerderen zonder schade te veroorzaken (o.a. gras).

De kans op schade is op zandgrond groter dan op kleigrond. Er ontstaat vooral schade bij kiemplanten als de grond koud en nat is. Onder vochtige en warme omstandigheden kan de schimmel zich snel uitbreiden. *Rhizoctonia solani* kan door zaad worden overgebracht. In het koude seizoen vormt *Rhizoctonia solani* soms velvormige zwamvlokjes (mycelium) waarop dan geslachtelijke basidiosporen worden geproduceerd.

#### *Rhizoctonia solani* in bolgewassen

Van *Rhizoctonia solani* komen verschillende groepen voor. Deze verschillen qua temperatuur waarbij ontwikkeling plaats kan vinden. In bolgewassen worden koude en warme stammen onderscheiden. De koude stam is actief bij lage en hoge temperaturen in de periode tussen oktober en mei. De warme stam is alleen actief bij hoge temperaturen vanaf april tot in het najaar.

### ***Rhizoctonia tuliparum* (kwade grond)**

*R. tuliparum* is een andere ziekte dan *R. solani*. Het heeft een andere waardplantenreeks en tast alleen bolgewassen aan. In de tulpenteelt staat de ziekte bekend als kwade grond. Bsmetting vind dan ook voornamelijk via de grond plaats via sclerotieën die voor langere tijd in de bodem kunnen overleven. Vaak zijn er vaste plekken in het perceel waar de ziekte zich manifesteert. *R. tuliparum* tast ondergronds de spruit en de bol aan waardoor uiteindelijk de hele bol weg kan rotten. Hierdoor komt het gewas soms pleksgewijs niet op. Symptomen kunnen per gewas verschillen. *R. tuliparum* is actief bij temperaturen onder 13°C; de temperatuur in de groeiperiode van de bolgewassen die de ziekte aantast.

## Waardplantenreeks

<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Aconitum, Ambrosinia, Anemone, Antirrhinum, Asclepias, Asparagus, Aster, Astilbe, Callistephus, Campanula, Celosia, Chrysanthemum, Dahlia, Delphinium, Dianthus, Dicentra, Echinops, Eryngium, Euphorbia, Euonymus, Gaultheria, Gypsophila, Hebe, Helianthus, Helichrysum, Hydrangea, Hypericum, Ixia, Liatris, Limonium, Linum, Matthiola, Paeonia, Papaver, Phlox, Scilla, Solidago, Solidaster, Trachelium</i>
<i>Rhizoctonia tuliparum</i>	<i>Anemone, Fritillaria, Iris, Ixia, Ornithogalum, Ranunculus, Scilla, Tritelia, Tulp</i>

### Teelt

- Zorg voor optimale groeiomstandigheden voor de plant.
- Houd een ruime vruchtwisseling aan, ook binnen het bloemensortiment, tussen verschillende families.
- Zorg ervoor dat het gewas voor de nacht droog is.
- Verse gewasresten in de grond zijn een voedingsbron voor het bodemleven en voor *Rhizoctonia*.
- Hoe langer de periode tussen het onderwerken van gewasresten en het planten van een vatbaar volggewas, des te kleiner de schade.
- Op zandgrond kan door inundatie *R. tuliparum* wel bestreden worden, maar *R. solani* niet.

### Hygiëne

- Houd een ruime vruchtwisseling aan, ook binnen het bloemensortiment, tussen verschillende families.
- Zorg voor schoon uitgangsmateriaal en schone grond.
- Ruim aangetast materiaal op. Stroom de grond of het substraat.
- Zorg voor een goede bodemstructuur.
- Wees voorzichtig met de toediening van onvoldoende verteerd organisch materiaal, met name in een vochtige, warme periode.

## 5.1.9 Wortelrot

(*Cylindrocarpon destructans* syn *Nectria radiculicola*, *C. solarium*, *Gnomon radiculicola*)

### Schadebeeld

Bovengenoemde schimmels kunnen bij de teelt van roos problemen veroorzaken in de vorm van voetrot en wortelrot. In het algemeen leidt een aantasting van de wortels bovengronds tot diverse symptomen zoals; groeiremming, gebrekverschijnselen, bladvergeling en bruinverkleuring, bladval, meer loonvorming, kortere en dunnere bloemstelen met kleinere bladeren en knoppen.

Op warmere dagen moet rekening gehouden worden met verwelkingsverschijnselen. Soms treedt afsterving op. Dit geldt met name voor aantasting van een jonge aanplant met *Cylindrocladium scoparium*. Aangetaste wortels zijn gedeeltelijk of geheel verrot en bruin tot bruinzwart van kleur.



(Foto PPO).

### Levenswijze

De verspreiding van bodemschimmels vindt voornamelijk plaats via aangetast plantmateriaal en besmet water en grond. Bassin- en oppervlaktewater moeten als besmet worden beschouwd. *Cylindrocarpon destructans* is een algemeen voorkomende zwakteparasiet, die in een aantal gewassen waaronder roos, als ziekteverwekker kan optreden. Dit gebeurt vooral als het gewas onder stress-omstandigheden verkeert.

Vochtige omstandigheden bevorderen een aantasting. De optimale groeitemperatuur van de bodemschimmel is 20-21°C.

*Cylindrocladium scoparium* heeft eveneens een brede waardplantreeks. Naast wortelrot, veroorzaakt deze schimmel ook voetrot en soms zelfs bladvlekken (vooral in de vermeerdering). Bij voetrot vertoont het gedeelte van de plantvoet in het substraat scheuren en wordt donkerbruin tot zwart van kleur. Onder vochtige omstandigheden zijn op de aantasting concentrische ringen van met de sporenvormende schimmel waar te nemen. De optimale temperatuur voor de schimmelgroei is 25-30°C. Besmet uitgangsmateriaal vormt een belangrijke bron voor aantasting in de teelt.

## Waardplantenreeks

---

*Cylindrocarpon destructans*      *Amaryllis, Hydrangea* en *Rosa*

---

*Cylindrocladium scoparium*      *Amaryllis, Hydrangea* en *Rosa*

---

## Hygiëne

- Gebruik ziektevrij plantmateriaal, voor roos betekent dit dat het stekhout absoluut niet afkomstig mag zijn uit een gewas wat eerder aangetast is geweest door *Cylindrocladium*.
- Zorg voor een sterk groeiend gewas. Een optimale groei voorkomt uitval.
- Zorg voor een schone en luchtige grond en ziektevrij gietwater.
- Voorkom verspreiding door teelthandelingen zoals inbuigen en snoeien; ontsmet gereedschap regelmatig.
- Ontsmet de grond door stomen.

## 5.1.10 Knolvoet

(*Plasmodiophora brassica*)

### Schadebeeld

Deze ziekte is aan de wortels eenvoudig herkenbaar aan de onregelmatige opzwellingen (knollen), die de water- en voedselopname van de plant bemoeilijkt en. Aangetaste planten blijven achter in de groei en gaan op zonnige dagen slap hangen.



Knolvoet in kool (Foto PPO AGV).

### Levenswijze

De veroorzaker van knolvoet, *Plasmodiophora brassica*, kan door middel van rustsporen jarenlang in de grond overleven. Besmetting van een perceel met knolvoet is funest voor eventuele koolteelten op deze grond. Knolvoet is een bodemgebonden ziekte, die alleen verspreid kan worden via zieke grond (ook potgrond) en aangetaste planten. Een laag gehalte aan opneembare calcium in de grond werkt de ziekte in de hand. Op lichte zandgronden zal eerder een aantasting optreden dan op zwaardere kleigrond. Knolvoet komt minder voor op gronden met een hoge pH (>7) in combinatie met meer dan 2% koolzure kalk.

## Waardplanten

---

*Plasmodiophora brassica*      *Brassica, Cheiranthus, Hesperis, Lunaria, Matthiola*

---

De schimmel kan alleen planten van de Brassicaceae familie aantasten. Als onkruid is dit o.a. *Capsella (herderstasje)*. Ook diverse groenbemesters zoals bladrammanas en gele mosterd zijn Brassicaceae.

## Hygiëne

- Een zeer ruime vruchtwisseling waarin geen andere Brassicaceae voorkomen (geldt ook voor groenbemesters).
- Bekalken.
- Gebruik gezond plantmateriaal.
- Vochtige dichte grond vermijden.
- Aangetaste koolstronken verwijderen.

### 5.1.11 Colletotrichum

(o.a. *Colletotrichum acutatum* Simmonds ex Simmonds, *Colletotrichum carthami*)

#### Schadebeeld

*C. carthami* tast bij *Carthamus tinctorius* stengels en bladeren aan. Er ontstaan groeistofachtige verdraaiingen. Later worden op de stengel bruin-oranje vlekken zichtbaar. Vaak knikt de steel op die plaats om.

*C. acutatum* geeft bij aangetaste bladeren van *Anemone* een beeld van naar binnen krullend en geknepen blad. Sommige jonge blaadjes vertonen tijdens of kort na opkomst necrose aan de top, waardoor het jonge blad zich niet of slechts ten dele spreidt. Bij zwaar aangetaste oude planten zijn op de blad- en bloemstelen donkerbruine oogvlekken te vinden met een lengte van 2 tot 30 mm. Soms splijten de stelen in de lengterichting. Op afgestorven weefsel worden massa's bruin-oranje schimmelsporen gevormd.

#### Levenswijze

De schimmel kan met zaad overgaan. Via de eerste zieke planten kunnen via contact en opspattend water de sporen verspreid worden naar andere planten. Vooral bij vochtige omstandigheden en in een beschadigd gewas kan de schimmel zich snel verspreiden. De schimmel kan in de bodem overleven.

#### Waardplantenreeks

---

*Colletotrichum* sp. (zeer specifieke soorten) *Anemone, Allium, Amaryllis, Carthamus, Digitalis, Lavatera, Lupinus*

---

## Hygiëne

- Aangetaste planten en blad hiervan direct verwijderen. Doe uitgegraven planten in een plastic zak.
- Ga uit van gezond zaad/plantmateriaal.

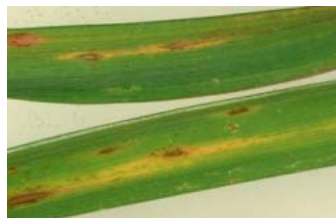
## 5.2 Schimmelziekten die kort in de bodem overleven

### 5.2.1 Blad- en stengelvlekkenziekte (stengelrot)

#### *Alternaria sp.*

##### Schadebeeld

Bij *Anethum graveolens* en bij *Ammi majus* zijn de bloemschermen licht verkleurd. Bij *Amaranthus* uit het zich in lichtbruine vlekjes verspreid over de bloemaar. De schimmel geeft onregelmatige asgrouwe vlekjes met donker schimmelpluis in het centrum. Onder vochtige omstandigheden zijn de vlekjes 'beroet' door donkere sporen. *Alternaria* komt meestal in het begin van de teelt voor. Bij *Gentiana* ontstaan bruinzwarte, door de nerven begrensde bladvlekken. Ook in *Eremurus* ontstaan bruinzwarte bladvlekken. In *Solidago* ontstaan stippen op de stengel.



(Foto PPO).

##### Levenswijze

*Alternaria sp.* is een zwakteparasiet. De schimmel komt overal voor en overwintert in aangetast materiaal. Infectie vindt plaats via sporen, die via zowel door luchtstromen als wegsplattend water verspreid worden. Ook kan de schimmel via de grond verspreid worden. Soms vindt ook verspreiding met het zaad plaats. Deze schimmel komt nogal eens voor in combinatie met andere schimmels (zoals *Botrytis*, *Phoma* etc.) en openbaart zich vaak na beschadigingen of onder slechte teeltomstandigheden. De meeste vormen van *Alternaria sp.* zijn waardplant-specifiek. Vooral onder vochtige omstandigheden kan deze schimmel zich snel uitbreiden.

##### Waardplantenreeks

---

*Alternaria sp.* (specifieke soorten) *Amaranthus*, *Ammi*, *Anethum*, *Buddleja*, *caryophyllus*, *Chrysanthemum*, *Dianthus*, *Eremurus*, *Eryngium*, *Gentiana*, *graveolens*, *Hosta*, *Rosa*, *Senecio*, *Solidago*, *Zinnia*

---

##### Hygiëne

- Voer bedrijfshygiëne stringent door.
- Verwijder bij teeltwisseling aangetast materiaal uit de kas.
- Ontsmet de grond van een besmet perceel door stomen.

#### *Phoma sp.*

##### Schadebeeld

Aan de basis van de plant ontstaan zwarte, soms langgerekte vlekjes op blad, stengel en bloemknoppen, die bij lichte infectie onderin het gewas op de bladeren blijven en bij zwaardere infectie de stengel en daarna ook de bloemaar aantasten. De bloemaar groeit dan gekromd verder en de bloemknoppen worden zwart. De roze en witte *Delphinium consolida* lijken wat gevoeliger voor deze schimmels te zijn dan andere kleuren. Bij chrysant geeft *Phoma* bruinzwarte vlekken op de bladeren, stelen en bloemknoppen. Bij een aantasting van de stengel ontstaat dikwijls een misvorming van het groeipunt en/of een mozaïekverkleuring van de topbladeren. De bloembodem is zwart verkleurd.



## Levenswijze

In de sierteelt zijn een groot aantal *Phoma*-soorten bekend. Sommige zijn waardplantenspecifiek, andere hebben een hele reeks van waardplanten. *Phoma* is in de meeste gevallen een zwakteparasiet, zodat hij na vorstschade op de bladeren opgemerkt kan worden. Het schadebeeld hangt af van de soort *Phoma* waarmee we te maken hebben. *Phoma* soorten kunnen op gewasresten en op dood materiaal overwinteren. In gehakselde gewasresten zullen de schimmels ondergronds verteren, maar minstens een jaar actief blijven. Ze kunnen zich op of in de zaadhuid bevinden en gaan met het zaad over. Verspreiding vindt plaats via handelingen in het gewas, regendruppels, gereedschappen en werktuigen. Infectie gebeurt via sporen die zich in vruchtlichamen op aangetast materiaal bevinden. Een hoge luchtvochtigheid en voor de plant ongunstige groeiomstandigheden verhogen het infectierisico. *Phoma xanthima* heeft alleen *Delphinium* als waardplant. De schimmel vormt een rond vruchtlichaam (pycnide), hierin worden massaal sporen gevormd die voor de verspreiding zorgen. Lagere temperaturen (circa 15°C) en vochtige omstandigheden bevorderen de ontwikkeling van deze *Phoma* schimmel. *Phoma chrysanthemi* bij chrysant vormt op het aangetaste materiaal vruchtlichamen met ongeslachtelijke sporen. Daarnaast wordt het geslachtelijke stadium (peritheciën) gevormd met daarin de ascosporen. Deze worden gemakkelijk door de lucht verspreid. Voor de kieming van de sporen is een minimale temperatuur van 5°C en vrij water noodzakelijk. Verwondingen bevorderen de kieming en dus de infectie.

## Waardplantenreeks

*Phoma* sp.

*Achillea, Anthirrhinum, Asclepias, barbatus, Brassica, Campanula, Chrysanthemum, Dahlia, Delphinium, Dendranthema, Dianthus, Echinops, Eustoma, Hydrangea, Lavandula, Limonium, Matthiola, Sedum, Solidago, Tanacetum, Trachelium, Veronica, Viburnum*

## Hygiëne

- Voer bedrijfshygiëne stringent door. Het is belangrijk de gewas resten te verwijderen, omdat de schimmels hierop kunnen overleven. Wanneer *Phoma* wordt aangetroffen is het beter het volgende jaar geen *Delphinium* op hetzelfde perceel te telen.
- Houd een ruime vruchtwisseling aan, ook tussen verschillende families van de zomerbloemen.

## *Alternaria* sp.

### Schadebeeld

0,5-2 cm grote, scherp begrensde, ronde, donkere vlekken. Aantasting is vooral beperkt tot de bladeren. Het aantal vlekken en de omvang van de vlekken neemt geleidelijk toe tot nagenoeg het hele blad aangetast is. De onderste bladeren worden vaak als eerste aangetast.

## Levenswijze

De schimmel overleeft op ouder aangetast plantmateriaal. Op dit aangetaste plantmateriaal worden sporen gevormd welke door spatwater verspreid worden naar onderste delen van de plant.



*Septoria* in *Veronica* (Foto PPO).

## Waardplantenreeks

<i>Septoria</i> sp. (veel specifieke soorten)	<i>Chrysanthemum, Dendranthema, Dianthus, Digitalis, Freesia, Gladiolus, Hydrangea, Lythrum, Phlox, Veronica, Veronicastrum</i>
<i>Cercospora</i> sp. (specifieke soorten)	<i>Gerbera, Molucella, Nigella</i>

## Hygiëne

- Start met ziektevrij uitgangmateriaal.
- Verwijder aangetaste bladeren/planten.
- Ontsmet het perceel door stomen.

### *Stagonosporopsis curtisii*

#### Schadebeeld

Deze schimmel veroorzaakt in bolgewassen zowel bladaantasting als bol aantasting. Na opkomst van het gewas worden sommige bladtoppen roodbruin en sterven af. Vaak is er een duidelijke, heldergeel gekleurde zone tussen het roodbruine en het groene bladgedeelte. Onder vochtige omstandigheden kan de aantasting zich verscheidene centimeters naar beneden uitbreiden. Het dode weefsel, waarin sporendosjes zichtbaar zijn wordt later donkerbruin tot zwart.

Ernstige aantasting van deze schimmel kan ook leiden tot bolrot. Op de bol verschijnen donkerrode vlekken op randen van de bolrokken, waar deze als gevolg van sterke groei scheuren. Bolrot ontstaat aan de top na afsnijden van de loofbladen. Snelle uitbreiding kan optreden onder slecht geventileerde bewaaromstandigheden of na het planten. Bloemsteel krom groeiend, doordat aan één zijde van de stengel rode soms iets gezwollen vlekjes voorkomen. Deze zijde van de stengel is dan meestal gezaagd. Bladeren hebben rode, grillig gevormde vlekken van diverse afmetingen. Onder vochtige warme omstandigheden vormen zich donkerbruine, ingezonken oogvlekken op de stengel, waarbinnen zwarte puntjes zichtbaar zijn. Planten rotten dan totaal weg.



*Stagonosporosis in Narcis (Foto PPO).*

#### Levenswijze

*Stagonospora curtisii* kan overleven in aangetast loof dat in de kas achterblijft. De schimmel kan ook in leven blijven in en op de bolneus en de bruine vliezige huiden. De bol wordt nog voor het rooien besmet doordat de schimmel via de bladeren en de bloemstelen naar beneden groeit of doordat sporen in de koker worden gespoeld. Tijdens het uitgroeien van de nieuwe spruit worden de bladtoppen aangetast. De sporen die in de pycniden in het dode weefsel worden gevormd, worden onder vochtige omstandigheden gemakkelijk verspreid over het gewas en veroorzaken binnen enkele dagen nieuwe aantastingen, die leiden tot het ontstaan van oogvlekken.

## Waardplantenreeks

<i>Stagonosporopsis curtisii</i>	<i>Narcis, Amaryllis, Nerine</i>
----------------------------------	----------------------------------

## Hygiëne

- Start met ziektevrij uitgangmateriaal. Bij signalering van bladaantasting, zieke bladeren afsnijden en verwijderen.
- Ontsmet de grond door stomen.

## 5.2.2 Botrytis; grauwe schimmel

*(Botrytis cinerea)*

### Schadebeeld

Grijsgrauw schimmelpluis (stuivend) op stengel, blad en bloemen. Op bovengrondse plantedelen ontstaan plekken beige-bruin droogrot of natrot. Hierop vormt zich grijsbruin schimmelpluis. Met een loep zijn de sporendragers goed te onderscheiden. Het onderliggende vaatweefsel wordt bruin tot ver voorbij de uiterlijke aantasting. De aantasting komt vooral voor op wonden, bloemen en op afgestorven plantmateriaal. Op de bloemen ontstaan onder vochtige omstandigheden pokken (kleine lesies) die uit kunnen groeien. Uiteindelijk kan de hele bloem aangetast worden. Dit stadium wordt vooral in het naoogsttraject waargenomen.



*Botrytis in Eustoma (boven) en Carthamus (onder) (Foto's PPO).*

### Levenswijze

*Botrytis cinerea* is een zeer algemeen voorkomende schimmel die zowel primaire als secundaire veroorzaker van problemen kan zijn. Het is een zwakteparasiet die vooral onder vochtige omstandigheden schade veroorzaakt.

*Botrytis*-sporen zijn in grote aantallen in de lucht aanwezig. De sporen kunnen onder vochtige en donkere omstandigheden gedurende meerdere weken kiemkracht houden. In de zomer bij een hoge instraling verliest de spore snel kiemkracht. De schimmel kan in de grond op aangetast plantmateriaal overwinteren.

De sporen zijn klein en bevatten weinig vocht. Bij een relatieve luchtvochtigheid die hoger is dan 93 % kan de spore voldoende vocht opnemen om te kiemen en te infecteren. *Botrytis* kan tussen 2 °C en 30 °C aantasting veroorzaken met een optimum bij 20°C. De schimmel verspreidt zich door sporen via lucht, water, insecten, of door handelingen in het gewas, door schimmeldraden (mycelium) die korte afstanden kunnen overbruggen, en door sclerotien die achterblijven in plantmateriaal of in de grond. Aantasting vindt vaak eerst plaats op afgestorven materiaal of via wonden, van waaruit gezond materiaal wordt geïnfecteerd. Niet alleen het vochtgehalte en de temperatuur zijn van invloed op de infectiekansen, maar ook de hoeveelheid voedingsstoffen. Naarmate er meer voedingsstoffen aanwezig zijn in de verschillende plantedelen, is de kans op infectie groter. De kleine sporen bevatten weinig eigen voedselreserves en hebben daarom behoefte aan uitwendig voedsel. De afgevallen bloemblaadjes en meeldraden die op het blad terecht komen kunnen de uitvalsbasis vormen voor een infectie. *Botrytis cinerea* kan na het ontstaan van infectie latent worden als de omstandigheden voor de uitgroei van het schimmelweefsel ongunstig zijn. De binnengedrongen schimmel is dan niet dood, maar groeit voorlopig niet verder. Pas bij gunstige omstandigheden kan de schimmel opnieuw actief worden. Zo'n periode kan wel enkele weken duren. *Botrytis cinerea* kan door zaad worden overgedragen maar dit is niet de belangrijkste verspreidingsbron.

### Waardplantenreeks

*Botrytis cinerea*

*Achillea, Aconitum, Ageratum, Allium, Amaranthus, Ammi, Anemone, Anethum, Antirrhinum, Asclepias, Aster, Astilbe, Bouvardia, Callistephus, Campanula, Carthamus, Celosia, Centaurea, Cheiranthus, Chelone, Chrysanthemum, Cimicifuga, Dahlia, Delphinium, Dianthus, Digitalis, Eremurus, Eustoma, Forsythia, Freesia, Fritillaria, Gaultheria, Gerbera, Gladiolus, Gypsophila, Hebe, Helianthus, Heliopsis, Lathyrus, Lavendula, Liatris, Limonium, Lisianthus, Lupinus, Lysimachia, Lythrum, Matthiola, Molucella, Ornithogalum, Paeonia, Physostegia, Prunus, Rosa, Salvia, Saponaria, Scabiosa, Solidago, Solidaster, Syringa, Tagetes, Trachelium, Zea, Zinnia*

## Hygiëne

- Ruim infectiemateriaal (gewasresten, dood materiaal) tijdig op.
- Voer de bedrijfshygiëne stringent door: stop ter plekke de dode en zieke planten in een plastic zak en verwijder deze direct van het bedrijfsterrein.

### 5.2.3 Botrytis; omvallers

(*Botrytis paeoniae*)

#### Schadebeeld

Speciale aandacht voor een belangrijke schimmelziekte in pioenroos: *Botrytis paeoniae*. Deze schimmel is geen zwakteparasiet, zoals *Botrytis cinerea*. De schimmel overleeft in het gewas en de grond op afgestorven plantendelen. Schade wordt met name veroorzaakt door aantasting van de bloemstelen in het vroege voorjaar (omvallers) en bloemknopaantasting voor de oogst. *Botrytis* tast verder de bladeren en stengels aan waarbij de infectie vaak begint bij een snijwond of bij een beschadigd blad (storm of hagelschade). Onder vochtige omstandigheden kunnen grote hoeveelheden sporen op de stengels en op het aangetaste blad gevormd worden.



*Omvallers in Pioenroos (boven) en bloemknopaantasting (onder) door Botrytis (Foto's PPO).*

#### Levenswijze

Al vroeg in het voorjaar kan de schimmel toeslaan vanuit besmette grond en de jonge uitlopende stengels aantasten. Op deze stengels worden schimmelsporen gevormd die vervolgens bloemknoppen, stengels en bladeren kunnen aantasten. Aan het einde van het seizoen vormt de schimmel sclerotiën op het aantaste plantmateriaal welke in de grond overwinteren. De belangrijkste besmettingsbronnen zijn: plantmateriaal, besmette grond en besmetting via de lucht door sporen.

In de periode 2004-2007 wordt onderzoek uitgevoerd naar effecten van bepaalde teeltmaatregelen om ontstaan en verspreiding van een *Botrytis*-aantasting tijdens de teelt te voorkomen. Deze maatregelen zijn gericht op bedrijfshygiëne, tijdstip van het afklepelen van het gewas en de hoogte van het afklepelen.

#### Waardplantenreeks

*Botrytis paeoniae*

*Paeonia*

#### Hygiëne

- Start de teelt met ziektevrij en ontsmet plantmateriaal (warmwaterbehandeling).
- Plant het nieuwe materiaal in ziektevrije grond.
- Houd een ruime vruchtwisseling aan.
- Voer de bedrijfshygiëne stringent door: verwijder omvallers en aangetaste bloemstelen. Stop de dode en zieke delen ter plekke in een plastic zak en verwijder deze direct van het bedrijfsterrein (dus niet op een composthoop).
- Wanneer een gewas als *Paeonia* is afge oogst, is het mogelijk de bovengrondse delen af te branden met een onkruidbrander.
- Voer aangetast en afgeklepeld gewas aan het einde van de teelt af.

## 5.2.4 Roest

(*Coleosporium*; *Melampsora*; *Phragmidium*; *Pucciniatrum*; *Puccinia*; *Uromyces*)

### Schadebeeld

Op de bladeren aan de bovenzijde ontstaan geelgroene ronde vlekken. Aan de onderzijde van het blad ontwikkelen zich geel, oranje-rood tot bruin gekleurde sporenhoopjes, vaak in concentrische kringen. Soms geeft het een blaasachtige verdikking die open kan barsten. Bij een ernstige aantasting ontstaat er bladval, waardoor de groei van het gewas ernstig vermindert.



*Roest in Hypericum*  
(Foto PPO).

### Levenswijze

Roesten zijn te onderscheiden in een waardplantwisselende en een niet-waardplantwisselende groep. Bij de waardplantwisselende roesten overwinteren op afgestorven materiaal de 'wintersporen' (teleutosporen), die in donkerbruine hoopjes worden gevormd. In het voorjaar ontstaan hieruit de basidiosporen. Deze sporen worden met de wind verspreid. Op de tussenwaardplant, o.a. *Berberis*, vindt een infectie plaats. Op deze plant worden de aan de onderkant van het blad vaak gele sporenhoopjes met daarin de bekersporen (aecidiosporen) gevormd. Deze worden weer met de wind verspreid en komen op de 'zomerwaardplant' terecht. Na enige tijd ontstaan oranje-rode sporenhoopjes met 'zomersporen' (uredosporen), die voor verdere verspreiding zorgen. In de herfst ontstaan steeds meer donkerbruine sporenhoopjes met 'wintersporen'. Bij vaste planten komen roesten met waardplantwisseling bijna niet voor. *Populus* is een tussenwaardplant van *Melampsora*. Niet-waardplantwisselende roesten hebben maar één waardplant. In principe is de leefwijze hetzelfde als die van de eerste groep, maar vaak komen niet alle typen sporen voor. Roest wordt ook verspreid via zaad, plantmateriaal, gereedschap, handen en huisdieren. Roest groeit onder de oppervlakte van het plantenweefsel en nemen met zuigworteltjes voedsel uit de cellen op. Het zijn parasieten die hoofdzakelijk in bladeren en stengels leven.

### Waardplantenreeks

Meerdere specifieke geslachten en soorten	<i>Aconitum</i> , <i>Ageratum</i> , <i>Alcea</i> , <i>Allium</i> , <i>Alstroemeria</i> , <i>Anemone</i> , <i>Angelica</i> , <i>Antirrhinum</i> , <i>Aster</i> , <i>Callistephus</i> , <i>Campanula</i> , <i>Chrysanthemum</i> , <i>Clarkia</i> , <i>Dianthus</i> , <i>Dianthus barbatus</i> , <i>Euphorbia</i> , <i>Eustoma</i> , <i>Freesia</i> , <i>Gentiana</i> , <i>Gypsophila</i> , <i>Helenium</i> , <i>Hypericum</i> , <i>Liatris</i> , <i>Limonium</i> , <i>Malva</i> , <i>Mentha</i> , <i>Ornithogalum</i> , <i>Paeonia</i> , <i>Physostegia</i> , <i>Rosa</i>
<i>Puccinia sp.</i>	<i>Angelica</i> , <i>Aster</i> , <i>Chrysanthemum</i> , <i>Dianthus</i> , <i>Dianthus barbatus</i> , <i>Helenium</i> , <i>Hypericum</i> , <i>Mentha</i> , <i>Ornithogalum</i> , <i>Physostegia</i>
<i>Puccinia alli</i>	<i>Alcea</i> , <i>Allium</i> , <i>Dianthus barbatus</i> , <i>Hypericum</i>
<i>Puccinia antirrhini</i>	<i>Ageratum</i> , <i>Antirrhinum</i>
<i>Uromyces sp.</i>	<i>Dianthus</i> , <i>Limonium</i>
<i>Melampsora sp.</i>	<i>Hypericum</i> , <i>Allium</i>

### Hygiëne

- Voer de bedrijfshygiëne stringent door.
- Ruim na de teelt oud bladmateriaal op.
- Stop ter plekke de dode en zieke planten of plantendelen in een plastic zak en verwijder deze direct van het bedrijfsterrein.

## 5.2.5 Echte meeldauw

(*Erysiphaceae, Oidium chrysanthemi, Sphaerotheca*)

### Schadebeeld

Op bladeren, scheuten en bloemen ontstaat een fijn poederig overtrek, dat aanvankelijk wit is en later grijs. Het breidt zich geleidelijk uit. Bij een sterke aantasting worden de bladeren en scheuten bruin. De groei van zulke scheuten en dus van de hele plant, wordt daardoor in sterke mate geremd. Bij bloemknoppen en bloemen ziet men vaak een wit overtrek op het vruchtbeginsel. Zulke bloemen ontplooiën zich gewoonlijk zeer gebrekkig.



*Echte meeldauw in Delphinium (Foto PPO).*

### Levenswijze

Echte meeldauw overwintert in de vorm van schimmeldraden in de knoppen en op de jonge twijgen. De schimmeldraden vormen in het voorjaar sporen, die worden verspreid door de wind. De sporen ontwikkelen zich op de pas uitgelopen bladeren en bloemen en vormen schimmeldraden. Bij vroeg uitlopende gewassen kan eind mei al de eerste aantasting zichtbaar zijn, terwijl dit bij een laat uitlopend gewas pas half juni het geval is. De schimmel neemt zijn voeding op via zuigorganen aan de schimmeldraden, die ondiep het blad binnendringen. De draden groeien verder boven op het blad. Dit is duidelijk een verschil met valse meeldauw, waarbij de schimmeldraden in het blad groeien. Conidiën, de ongeslachtelijke sporen, zorgen ook voor de verspreiding. De hiervoor beschreven cyclus vindt tijdens het seizoen meerdere malen plaats. In tegenstelling tot vrijwel alle andere plantparasitaire schimmels is vocht voor echte meeldauw niet de allesbepalende factor. De schimmel ontwikkelt zich het snelst onder afwisselend droge en vochtige omstandigheden. Echte meeldauw kan alleen overleven op levende waardplanten. Veel echte meeldauwsoorten zijn waardplantgebonden. Daarnaast zijn er echte meeldauwsoorten die meerdere gewassen kunnen aantasten. Ook zijn er gewassen die gevoelig zijn voor meerdere echte meeldauwsoorten.

### Waardplantenreeks

---

<i>Erysiphe cichoracearum</i>	<i>Aster, Centaurea, Chrysanthemum, Delphinium, Dianthus, Gerbera, Helenium, Helianthus, Monarda, Phlox, Roos, Scabiosa, Solidago, Veronica</i>
-------------------------------	---

---

<i>Erysiphe aquilegiae</i> var. <i>ranunculi</i>	<i>Echinops, Delphinium</i>
--	-----------------------------

---

<i>Oidium</i> spp.	<i>Achillea, Amaranthus, Callistephus, Chrysanthemum, Delphinium, Dianthus, Gaillardia, Gerbera, Heuchera, Verbena, Veronica</i>
--------------------	--

---

<i>Sphaerotheca</i> sp. V.n./ <i>S. fusca</i>	<i>Delphinium, Erigeron, Gerbera, Phlox, Rosa</i>
---	---

---

### Hygiëne

- Aangestaste delen afknippen en verwijderen.
- Ruimtelijk spreiden van zomerbloemsoorten met dezelfde ziekteverwekker.

## 6 Aaltjes in zomerbloemen

### 6.1 Inleiding

Ondanks dat aaltjes (nematoden) in de land- en tuinbouw een slechte reputatie hebben, is het merendeel van de aaltjes niet schadelijk voor de gewassen. Sterker nog, de meerderheid speelt een belangrijke rol in de mineralen- en nutriëntenhuishouding van de bodem. Dit zijn met name de bacterie- en schimmel-etende aaltjes. Een kleinere groep is verantwoordelijk voor schade aan zomerbloemen, zoals *Veronica*, *Phlox*, *Scabiosa*, *Alchemilla* en *Aconitum*. Algemene schadebeelden zijn groeiachterstand, slechte bloemproductie en slechte vermeerdering van het uitgangsmateriaal.

### 6.2 Indeling naar eigenschappen

Ook plant parasitaire aaltjes zijn in relatie tot vruchtwisseling te typeren op basis van 3 eigenschappen:

- Duur van overleving in de bodem.
- Het aantal waardplanten dat een soort (of ras) kan aantasten.
- Mate van bovengrondse verspreiding.

Met de eerste twee eigenschappen kun je in grote lijnen 4 typen definiëren met het oog op vruchtwisseling.

Type 1	Lange overleving + veel waardplanten	=>	Een probleem is met vruchtwisseling soms niet of nauwelijks aan te pakken.
Type 2	Lange overleving + weinig waardplanten	=>	Met een goed georganiseerde ruime vruchtwisseling aan te pakken.
Type 3	Korte overleving + veel waardplanten	=>	Een probleem is aan te pakken door strategisch inplannen van niet waardplant zomerbloemen, maar let op bovengrondse verspreiding.
Type 4	Korte overleving + weinig waardplanten	=>	Een probleem is met vruchtwisseling goed aan te pakken, maar let op bovengrondse verspreiding.

Er zijn aaltjes die een middellange overleving hebben. Deze bewegen zich tussen deze typen. Sommige aaltjes hebben wel een grote waardplantenreeks, maar er komen veel rassen voor die zeer waardplantspecifiek zijn. In dat geval kun je deze beschouwen als een ziekteverwekker met weinig waardplanten.

Aaltjes kunnen zich beperkt bovengronds verspreiden. De meest gangbare route is verspreiding met plantmateriaal. Verder kan soms verspreiding via de lucht, water of organismen plaatsvinden. Het stengelaaltje *Ditylenchus dipsaci* kan bijvoorbeeld onder droge omstandigheden zeer fijne aaltjeswol maken en zich zo via de wind verspreiden. Ook kunnen aaltjes zich soms via de poten van vogels verspreiden. Een sterke bovengrondse verspreiding doet de waarde van vruchtwisseling voor de beheersing teniet.

### 6.3 Inventarisatie van relevante plant parasitaire aaltjes in zomerbloemen

Het wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne* spp.) en de vrijlevende wortellesie-aaltjes (*Pratylenchus* spp.) zijn de belangrijkste plant parasitaire aaltjes. Daarnaast spelen ook het stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci*), het bladaaltjes

(*Aphelenchoides fragariae*, *A. ritzemabosii*), het speldaatje (*Paratylenchus bukowinensis*) en het vrijlevende wortel-aaltje *Paratrichodorus pachydermis* (Trichodoriden) een rol.

In Tabel 4 is een overzicht weergegeven van de bekende plant parasitaire aaltjes die in zomerbloemen in Nederland voor schade kunnen zorgen.

Tabel 4. Plant parasitaire aaltjes in zomerbloemen.

Naam	Geslacht soort	Overleving		Waard-plantreeks	Specifiek	Verspreiding bovengronds	Type
		vorm	Tijd				
Bladaaltjes	<i>Aphelenchoides ritzemabosii</i> en <i>A. fragariae</i>	Plantenresten/ ei	<1,5 jr	Matig breed	Ja	Beperkt	4
Stengelaaltjes	<i>Ditylenchus dipsaci</i>	Aaltjeswol ei	>20 jr <2 jr	Smal	Ja	Ja	2
Wortelknobbelaaltjes	<i>Meloidogyne hapla</i> ,	eiproppen	< 2 jr	Zeër breed	Nee	Beperkt	3
	<i>Meloidogyne fallax</i>	eiproppen	< 2 jr	?	?	Beperkt	4
	<i>Meloidogyne chitwoodi</i>	eiproppen	< 2 jr	?	?	Beperkt	4
	<i>Meloidogyne incognita</i>	eiproppen	< 2 jr	Breed	Nee	Beperkt	4,3
	<i>Meloidogyne javanica</i>	eiproppen	< 2 jr	Matig breed	? Nee	Beperkt	4
	<i>Meloidogyne arenaria</i>	eiproppen	< 2 jr	Matig breed	? Nee	Beperkt	4
Wortellesie-aaltjes	<i>Pratylenchus penetrans</i>	ei	< 1,5 jr	Zeër breed	Nee	Beperkt	3
	<i>Pratylenchus thornei</i> ,	ei	< 1,5 jr	Zeër smal	Nee	Beperkt	4
	<i>P. crenatus</i> en <i>P. negelectus</i>						
	<i>Pratylenchus pachydrmus</i>	ei	< 1,5 jr	Smal	Nee	Beperkt	4
Virusoverbrengende aaltjes	<i>Longidorus</i> spp., <i>Xiphinema</i> spp		>3 jr	Breed	Nee	Beperkt	1
Speldaatjes	<i>Paratylenchus bukowinensis</i>	?	?	Smal	Nee	Beperkt	4

## 6.4 Aaltjes en vruchtwisseling

Uit de literatuur en de praktijk blijkt dat de meerderheid van de zomerbloemen gevoelig is voor de aaltjes *Pratylenchus penetrans* en *Meloidogyne hapla*. De overleving van deze aaltjes is niet heel erg lang. Het is dus voor deze aaltjes belangrijk om zomerbloemen in kaart te brengen die een bestrijdend-effect hebben of geen waardplant zijn.

Een bekend voorbeeld van het laatste is een tussenteelt met Afrikaantjes (*Tagetes patula*). Zowel tegen het wortellesie-aaltjes als het wortelknobbelaaltje is deze plant een effectief middel, maar het kan Longidorus aaltjes juist vermeerderen<sup>2</sup>. Dit is ongunstig als ook Astilbe in het bouwplan is opgenomen.

Van de wortelknobbelaaltjes *Meloidogyne chitwoodi* en *Meloidogyne fallax* zijn maar weinig waardplanten bekend, doordat er weinig onderzoek naar is gedaan.

Bij besmetting van de grond met aaltjeswol kan het stengelaaltje zeer lang overleven. Het is echter de vraag of stengelaaltjes in zomerbloemen ook aaltjeswol maken en of de overleving in de praktijk over zo'n lange periode ook inderdaad plaats vindt.

<sup>2</sup> Krijger, 2000.



## 6.5 Bestrijding van aaltjes

De eerste stap bij het beheersen van problemen met aaltjes is preventie. Dit houdt in het gebruik van schoon plantmateriaal en de bodem vrij houden van plant parasitaire aaltjes door o.a. vruchtwisseling of de teelt van antagonistische gewassen. Het is ook mogelijk dat grond een zekere mate van ziektevering tegen aaltjes opbouwt. Als gevolg van een actief bodemleven en een goede structuur ontstaat geen schade terwijl er wel schadelijke aaltjes in de grond aanwezig zijn. Een divers en actief bodemleven is hiervoor zeer belangrijk. Het bodemleven wordt gestimuleerd door gebruik van compost en dierlijke mest. In recent onderzoek is aangetoond dat bij wortelknobbel-aaltjes het gehalte organische stof een belangrijke rol speelt bij het ontstaan van schade door. Indien op een perceel schade ontstaat als gevolg van een besmetting met aaltjes zijn er een beperkt aantal maatregelen mogelijk om de populatie schadelijke aaltjes terug te dringen.

### Biologische grondontsmetting

Bij biologische grondontsmetting wordt door het verteren van grote hoeveelheid biomassa (gras) in een luchtdicht afgedekte bodem een zuurstofloos milieu gemaakt. Dit gebrek aan zuurstof heeft een ontsmettend effect. In de praktijk en in onderzoek zijn positieve resultaten bij de beheersing van diverse bodemziekten (o.a. *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*), sommige wortelonkruiden, wortelduizendpoot en aaltjes (o.a. wortellesieaaltjes en wortelknobbelaaltjes). Het voordeel van biologische grondontsmetting is dat het bodemleven zich zeer snel herstelt, omdat slechts een deel van het bodemleven wordt uitgeschakeld. Bij het uitvoeren worden de volgende stappen gevolgd:

- Bodemtemperatuur is voldoende hoog (hoe hoog is nog niet precies bekend).
- 40 ton per ha vers organisch materiaal opbrengen door teelt van een groenbemester of opbrengen van bijv. gras (let op onkruiden).
- Materiaal ondiep infrezen.
- Egaal door de teeltlaag brengen met spitfrees (30cm).
- De bodem aandrukken met een rol.
- 30 tot 50 mm water geven (tenzij de bodem al nat is).
- Afdekken met luchtdicht folie (min. 0,12 mm, landbouwplastic is niet goed).
- Plastic aan de randen vastleggen (er zijn machines die plastic ingraven en lijmen).
- Regelmatig controleren op gaten en scheuren (de grond moet luchtdicht blijven).
- Na ongeveer 6 weken kan het folie verwijderd worden.

### Biofumigatie

Een nieuwe methode is biofumigatie. Biofumigatie is een vorm van grondontsmetting met behulp van stoffen die vrijkomen bij het hakselen van de verse gewasresten van koolachtige gewassen (Brassicaceae), zoals Sarepta mosterd. Werkzame stoffen zijn o.a. isothiocyanaten. Deze zijn giftig voor aaltjes, maar ook nuttig bodemleven. De effectiviteit van de biofumigatie is ondermeer afhankelijk van het ras, de teeltomstandigheden (o.a. grondsoort en klimaat) en tijdstip en wijze van hakselen en onderwerken van het biofumigatiegewas. De toepassing van deze methode in zomerbloemen is in onderzoek.

### Braak

Daarnaast biedt braak liggen een goede optie. Na de teelt van bijvoorbeeld *Campanula* of *Alchemilla* is er mogelijkheid om vanaf juni of juli om het land braak te laten liggen. Met name bij de hogere temperaturen in het jaar is braak liggen effectief. De aaltjes gaan dan op zoek naar geschikte waardplanten en verspelen hierbij hun beperkte voorraad aan energie. In de winter staat de activiteit van de aaltjes sowieso op een laag peil en zijn er weinig verliezen bij de afwezigheid van waardplanten. Het braak laten liggen van de grond kan een nadelige invloed hebben op de structuur. Gemineraliseerde stikstof uit organische stof zal uitspoelen.

## Inundatie

Het onder water zetten van het land gedurende een periode van 2 maanden heeft een bestrijdend effect op aaltjes. Ook dit principe is gebaseerd op het creëren van een zuurstofloos milieu. Het bodemleven kan zich na inundatie vrij snel herstellen. De teelt van *Pythium* en *Rhizoctonia* gevoelige gewassen kan na inundatie tot problemen leiden. Inundatie kan alleen op zandgronden toegepast worden i.v.m. de grote impact op de structuur bij zwaardere gronden.

## Chemische grondontsmetting

In zomerbloemen is er een beperkte toelating van chemische bestrijding van plantparasitaire aaltjes. Toegelaten in volle grond van zomerbloemen en vaste planten zijn metam-natrium middelen (bijv. Monam, Nemasol) en dazomet (Basamid). Hierbij worden ook alle nuttige aaltjes gedood en er kan een vacuüm ontstaan waarin plant parasitaire aaltjes, maar ook *Pythium* en *Rhizoctonia* zich snel kunnen ontwikkelen.

## Warmwaterbehandelingen

Om besmet plantmateriaal te ontsmetten kan bij sommige soorten een warm-waterbehandelingen gegeven worden. Het beste tijdstip van behandeling is kort na rooien en tijdens de bewaarperiode. Neveneffecten kunnen zijn: later opkomen van het gewas, groeiremming, minder bloei, bloeivervroeging en uitval. Zomerbloemen die geen of weinig schade ondervinden van een warmwaterbehandeling van 1 uur bij 43°C zijn de meeste soorten Paeonia, Lysimachia, Liatris, Hosta en Thalictrum. Daarnaast is het ook mogelijk om specifieke cultivars van ondermeer Aster, Echinops, Phlox en Veronica 1 uur bij 43°C te koken. Gedetailleerde informatie is te vinden in de brochure Aaltjesbeheersing<sup>3</sup>.

Elke methode van bestrijden van aaltjes in de bodem en plantmateriaal is beperkt en kent nadelen.

---

<sup>3</sup> Anonymus, 2002.

## 7 Schadebeeld, levenswijze en waardplantenreeks aaltjes

Hieronder zijn de in Nederland komende aaltjes die voor zomerbloemen relevant zijn weergegeven. De beschrijvingen zijn gebaseerd op PPO brochures en het handboek vruchtwisseling van het meerjarenplan gewasbescherming.

Er heeft daarnaast een uitgebreide studie plaatsgevonden naar waardplantenstatus van zomerbloemen en vaste planten voor aaltjes in internationale literatuur. Hiervoor is een database aangelegd voor meer dan 700 onderzoeksgegevens. Bij de gevoeligheid van aaltjes kan de cultivar een belangrijke rol spelen. Als een bepaald geslacht zomerbloemen waardplant is, wil dit niet zeggen dat alle soorten en alle cultivars dit zijn. Hetzelfde geldt voor een niet waardplant status. Indien dit bekend is is dit in de lijst met waardplanten aangegeven.

Ook voor de waardplantenstatus voor aaltjes is door de grootte van de gewasgroep zomerbloemen moeilijk een algemeen overzicht te maken. Ook informatie met betrekking tot aaltjes kan het beste in een digitaal informatie systeem beschikbaar gemaakt kunnen worden

### 7.1.1 Bladaaltjes

(*Aphelenchoides ritzemabosii* en *A. fragariae*)

#### Uiterlijk

De 0,5 tot 1 mm lange, transparante aaltjes zijn alleen met een microscoop waar te nemen. De aanwezigheid van bladaaltjes wordt geconstateerd door de schade die aan het gewas veroorzaakt wordt.

#### Schadebeeld

Groeiremming, misvorming in de groeipunten of van de bloemknoppen en bloemknopverdroging kunnen op de aanwezigheid van bladaaltjes duiden. Vaak is verkleuring in het blad te zien, meestal vlekken die scherp begrensd zijn door de nerven.



Mozaïek necrose door bladaaltjes (Foto PPO).

#### Levenswijze

De aantasting door bladaaltjes vindt plaats via de huidmondjes. Bladaaltjes kunnen zich niet verplaatsen door de bladnerven. Het gevolg is dat de aangetaste plekken begrensd worden door de nerf, wat zich uit in het schade symptoom. Onder vochtige omstandigheden kruipen de bladaaltjes naar buiten en verplaatsen zich via de waterfilm op de plant. Op dat moment kunnen ze bladnerven oversteken. Via regendruppels kunnen de aaltjes overgebracht worden naar omringende planten. Bladaaltjes leggen eitjes in het blad of groeipunt van de plant. De ontwikkeling van ei tot volwassen aaltje duurt 2 weken. Hun vermeerderingssnelheid is zeer hoog. Elk vrouwtje legt ongeveer 50 eitjes in haar leven. Bladaaltjes overleven in gewasresten en ondergrondse groeipunten. Ze kunnen ongeveer anderhalf jaar op dood blad in schijnbaar uitgedroogde toestand in leven blijven; wanneer er weer vocht en levend plantweefsel beschikbaar is worden ze weer actief worden. In de grond is de overleving slechts 2 tot 3 maanden.

## Waardplanten

*Aconitum, Anaphalis, Anemone, Artemisia, Astilbe, Aster, Atractantia, Campanula, Centaurea, Chelone, Chrysanthemum, Convallaria, Delphinium, Doronicum, Erigeron, Eremurus, Fritillaria, Helleborus, Heuchera, Paeonia, Lavendula, Liatris, Ligularia, Phlox, Physostegia, Polygonum, Rudbeckia, Salvia, Saxifraga, Scabiosa, Sedum, Tradescantia, Trollius.*

In Asteraceae wordt vaker het bladaaltje *Aphelenchoides ritzemabosi* aangetroffen. Naast cultuurgewassen zijn ook diverse onkruiden waardplant voor bladaaltjes.

## Hygiëne

- Kies een volgteelt en een voorvrucht die geen waardplant is. De overleving in de grond is kort.
- Gebruik ziektevrij uitgangsmateriaal.
- Na het rooien van de planten de grond consequent onkruidvrij houden en ook plantenresten, met name dood blad, verwijderen.
- Machines en fust moeten regelmatig gereinigd worden om verspreiding tegen te gaan.
- Plantmateriaal kan een warmwaterbehandeling ondergaan gedurende 2 uren bij 39°C. Deze temperatuur is voor het bladaaltje *Aphelenchoides ritzemabosi*, dat alleen op chrysant en andere composieten voorkomt, dodelijk. De werking van deze behandeling tegen het in andere gewassen veel vaker voorkomende bladaaltje *Aphelenchus fragariae*, is onduidelijk. Er moet rekening gehouden worden met een kleinere steellengte bij de hergroei na deze behandeling.
- Pas een grondbewerking toe waarbij de gewasresten goed ondergewerkt worden, dit verkleint de overlevingskans van bladaaltjes.
- Stomen van de grond doodt aanwezige bladaaltjes.

## 7.1.2 Stengelaaltjes

*(Ditylenchus dipsaci)*

### Uiterlijk

De aaltjes zijn 1 tot 1,5 mm lang en afgezien van de maaginhoud, die vaak dezelfde kleur heeft als het materiaal waar ze op leven, transparant. De aanwezigheid van stengelaaltjes uit zich in vergroeiingen in het gewas.



*Misvorming van blad en stengel door stengelaaltjes in Phlox (Foto's PPO).*

### Schadebeeld

Door beschadiging van de cellen groeien stengels vaak krom of blijven achter in groei. Het blad kan onvolledig ontwikkeld zijn of sterk gekroesd. Soms is alleen de hoofdnerf van het blad met weinig bladmoes er omheen ontwikkeld. Als het groeipunt van de plant beschadigd is groeit dit onvolledig uit (vaak is dit éézijdig het geval) waardoor het kromgroeien ontstaat.

### Levenswijze

Het aaltje legt eieren in bovengronds groeiende plantendelen en in stengelgedeelte of knoppen onder de grond, meestal niet in de wortels. Uit de eieren kunnen zich in 3 tot 4 weken via diverse larvestadia weer volwassen aaltjes ontwikkelen. Een vrouwtje kan wel 200 tot 500 eitjes leggen. Bovendien kan de aantasting en vermeerdering plaatsvinden in het temperatuurgebied tussen 1 en 36°C. De vermeerdering van stengelaaltjes gaat dus zeer snel.

Onder vochtige omstandigheden zijn de volwassen exemplaren zeer beweeglijk in de waterfilm op de planten. Meestal dringt het aaltje de plant binnen via een beschadiging of huidmondjes. Stengelaaltjes overleven in ondergrondse delen, knoppen en ogen van de plant. Een koud en nat klimaat bevordert de aantasting. Bij langzame uitdroging in bolgewassen vormen de aaltjes met elkaar een 'aaltjeswol'. In deze toestand kan het aaltje, wanneer het zich in het zogenaamde vierde larvestadium bevindt, wel tot 20 jaar overleven. De aaltjeswol kan gemakkelijk met de luchtstroom verspreid worden. Het aaltje wordt weer actief bij voldoende vocht en voedsel. Het is niet bekend of dit mechanisme ook optreedt bij stengelaaltjesrassen in zomerbloemen uit vaste planten.

## Waardplanten

***Ditylenchus dipsaci***: *Phlox*, *Hosta*, *Dianthus barbatus*, *Lysimachia*, *Physostegia*, *Allium*.

## Hygiëne

- Vruchtwisseling.
- Uitgaan van onbesmet plantmateriaal en een schoon perceel.
- Een goede onkruidbestrijding is belangrijk.
- Gewasresten niet van het ene perceel naar het andere perceel brengen.
- Machines na gebruik reinigen.
- Een warmwaterbehandeling van minimaal 3 uur 45°C. Het overgrote deel van het sortiment zomerbloemen zal deze warmwaterbehandeling niet overleven.

### 7.1.3 Wortelknobbelaaltjes

(*Meloidogyne hapla*, *M. fallax*, *M. chitwoodi*, *M. incognita*, *M. javanica*)

#### Uiterlijk

De aaltjes zijn 0,3 tot 0,5 mm groot, doorgaans transparant of gekleurd door de maaginhoud, en alleen door een microscoop waar te nemen. Plaatselijk sterk verdikte wortels (knobbels) en spin-achtige wortels duiden op de aanwezigheid van *Meloidogyne hapla*, het zogenaamde Noordelijk wortelknobbelaaltje of de warmteminnende soorten *Meloidogyne incognita* en *Meloidogyne javanica*. De soorten *Meloidogyne fallax* en *Meloidogyne chitwoodi* vormen op een aantal planter minder duidelijke knobbels. De laatste twee soorten zijn voornamelijk in buitenteelten van belang maar kunnen sporadisch ook in kasteelten worden aangetroffen.

#### Schadebeeld

Door de schade aan de wortels wordt er minder efficiënt water en voedingsstoffen naar de bovengrondse delen van de plant getransporteerd. Dit veroorzaakt vergeling en slaphangen van de plant. Echter, bij lagere dichtheden blijft de groei van de planten voldoende sterk en is er bovengronds geen schade waar te nemen. Het belangrijkste schadebeeld is dan de vorming van knobbels aan de wortels. *Meloidogyne chitwoodi* en *Meloidogyne fallax* zijn quarantaine-organismen, wat inhoudt dat partijen voor verkoop als voortkweekingsmateriaal vrij moet zijn van deze aaltjes. Het is natuurlijk altijd goed om ziektevrij materiaal te kopen (en verkopen).



Diverse schadebeelden door wortelknobbelaaltjes (Foto's PPO).

## Levenswijze

Wortelknobbelaaltjes komen zowel in de grond als in de wortels voor. De wortelknobbelaaltjes vermeerderen zich in de wortel. Ze kunnen door de plant te manipuleren voedingscellen ("reuzencellen") aanmaken en zich daar vermeerderen. De vrouwtjes zetten de eitjes af buiten het lichaam in een gelatineuze massa, de zogenaamde eiprop. De eiprop kan tot 1000 eitjes bevatten. Dit veroorzaakt de karakteristieke wortelknobbels. Uit de eitjes komen de vrijlevende jeugd stadium 2 aaltjes. Deze verlaten de wortel om weer opnieuw een plant binnen te dringen. Dit stadium is beperkt actief (ongeveer een week). De eiproppen in wortelresten blijven langer vitaal. De latente aanwezigheid kan afhankelijk van de bodemtemperatuur oplopen tot jaren.

Per teeltseizoen kunnen zich 2 tot 3 generaties ontwikkelen; een lichte aantasting kan zich daarom snel uitbreiden. Aantasting komt voor op zand-, dal-, veen- en zavelgronden, op zware kleigronden doorgaans minder. Besmetting vindt vooral plaats via plantmateriaal, onkruiden en door besmette grond

## Waardplanten

**Meloidogyne hapla:** *Aconitum, Achemilla, Alstroemeria, Amaranthus, Anaphalis, Anemone, Antirrhinum, Aquilegia, Astilbe, Astrantia, Campanula, Centranthus, Chrysanthemum, Cimicifuga, Delphinium, Dianthus, Dicentra, Digitalis, Doronicum, Echinops, Gerbera, Gypsophila, Helianthus, Helichrysum, Hosta, Hydrangea, Hypericum, Lavandula, Ligularia, Lupinus, Lupinus, Lysimachia, Lythrum, Nigella, Paeonia, Papaver, Penstemon, Phlox, Physalis, Physostegia, Physostegia, Polygonum, Rosa, Salvia, Scabiosa, Tagetes erecta, Tanacetum, Thalictrum, Trollius, Verbena, Veronica.*

Zomerbloemen met resistente rassen zijn: *Leucanthemum, Helenium en Rudbeckia*

Niet waardplanten zijn: *Aster, Chelone, Dianthus barbatus, Echinacea, Liatris, Monarda, Myosotis, Solidago, Tradescantia*

**M. chitwoodi:** *Aconitum, Delphinium, Helianthus, Hosta, Iris germanica.*

**M. javanica:** *Antirrhinum, Dendranthemum, Eustoma, Euonymus, Gerbera, Helianthus, Hibiscus, Origanum, Rosa, Zinnia*

**M. incognita:** *Gerbera, Calathea, Bouvardia, Anthurium, Anemone, Antirrhinum, Calendula, Callistephus, Centaurea, Delphinium, Dianthus, Gladiolus, Gypsophila, Helianthus, Helichrysum, Hibiscus, Lathyrus, Leucanthemum, Lupinus, Matthiola, Nigella, Penstemon, Polianthes, Rosa, Salvia, Veronica*

Zomerbloemen met resistente rassen: *Dianthus, Origanum, Zinnia*

Aangetoonde niet waardplanten zijn: *Carthamus, Dendranthema, Echinacea, Gaillardia, Molucella, Monarda, Tagetes.*

**M. arenaria:** *Antirrhinum, Helianthus, Origanum, Penstemon, Salvia, Veronica, Zinnia.*

Niet waardplanten zijn: *Echinaceae en Monarda*

## Hygiëne

- Uitgaan van onbesmet plantmateriaal.
- Door te stekken van bovengrondse plantdelen, worden in principe geen wortelknobbelaaltjes overgedragen.
- Het afrikaantje (*Tagetes*) bestrijdt het wortelknobbelaaltje (geen waardplant).
- Vruchtwisseling met een resistent gewas kan de populatieontwikkeling tegengaan. Van o.a. de volgende gewassen is bekend dat ze resistent tegen wortelknobbelaaltjes zijn: *Achillea 'Coronation Gold', Echinacea purpurea, Helenium-cultivars met uitzondering van Helenium 'Moerheim Beauty', Liatris spicata, Rudbeckia fulgida 'Goldsturm'.*
- Bij een warmwaterbehandeling van 41 tot 43°C gedurende 1 of 2 uren worden de meeste wortelknobbelaaltjes gedood. Een volledige doding wordt bereikt na 2 uur 43,5°C. Voor veel soorten buitenbloemen is het risico op schade door een warmwaterbehandeling te groot.
- Besmette grond kan gestoomd worden, de besmetting neemt af.
- Bij sommige plantensoorten kunnen besmette wortels verwijderd worden (ook wel wortelsnoei genoemd). In de praktijk wordt dit wel gedaan bij *Aconitum* en *Phlox*.

## 7.1.4 Wortellesieaaltje

(*Pratylenchus penetrans*)

### Uiterlijk

De aaltjes worden doorgaans niet groter dan 0,5 mm en zijn dus alleen door een microscoop zichtbaar. De aanwezigheid van wortellesie-aaltjes uit zich doorgaans in pleksgewijze achterstand van de groei bij een gewas.

### Schadebeeld

Door het aanvreten van de wortels kan de groei van het gewas sterk geremd worden. Vaak is deze groeiremming pleksgewijze in het perceel zichtbaar. Als er geen maatregelen worden getroffen breidt de omvang van deze plekken met groeiremming zich rondom uit. Als gevolg van de verzwakte wortelcapaciteit en de beschadiging van de wortels, treden vaak secundaire verschijnselen op zoals verdroging van bladranden of complete planten en aantasting door schimmels bijvoorbeeld *Cylindrocarpon* (wortelrot).

Bij het vaststellen van een zogenaamde schadedrempel worden vaak aantallen uiteenlopend van 25 tot 150 wortellesieaaltjes per 100 ml grond gehanteerd. Bij duinzandgrond ligt de schadedrempel veel lager dan bij dekzand of kleigrond. In de praktijk kunnen kleine aantallen bij jonge planten met weinig wortels reeds aanzienlijke schade veroorzaken, terwijl grote aantallen aaltjes bij vaststaande planten met een grote wortelmasse soms weinig tot geen schade vertonen. Ook de beheersing van aaltjes door het bodemleven speelt hierbij een rol.



Groeiremming en Schade door wortellesieaaltje (Foto PPO).

### Levenswijze

De vrouwelijke aaltjes leggen in of in de nabijheid van groeiende plantenwortels 30 tot 50 eitjes waaruit larven en tenslotte volwassen aaltjes groeien. Er zijn 2 tot 3 cycli per jaar. Volwassen aaltjes kunnen ongeveer een jaar oud worden. De aaltjes dringen de wortels binnen en voeden zich met de inhoud van de plantencellen. De cellen sterven vervolgens af, waardoor bruine streepjes ontstaan (zogenaamde lesies). Wortellesieaaltjes overleven in wortels van de plant en in wortelresten na het rooien. De overleving in wortelresten is vrij goed, zodat slechts een gedeelte van de populatie afsterft gedurende 1 jaar braak. Wortellesieaaltjes worden verspreid door plantmateriaal en aanhangende grond.

### Waardplanten

***Pratylenchus penetrans***: *Achillea*, *Aconitum*, *Alchemilla*, *Amaryllis*, *Amaranthus*, *Anaphalis*, *Antirrhinum*, *Aquilegia*, *Asclepias*, *Aster*, *Astilbe*, *Astrantia*, *Calendula*, *Campanula*, *Centaurea*, *Chelone*, *Chrysanthemum*, *Cimicifuga*, *Convallaria*, *Delphinium*, *Dianthus barbatus*, *Dianthus*, *Dicentra*, *Digitalis*, *Doronicum*, *Epimedium*, *Eremurus*, *Erigeron*, *Freesia*, *Gypsophila*, *Helleborus*, *Helianthus*, *Hosta*, *Heuchera*, *Kniphofia*, *Lathyrus*, *Liatris*, *Ligularia*, *Lupinus*, *Nigella*, *Paeonia*, *Papaver*, *Phlox*, *Physostegia*, *Polygonum*, *Ranunculus*, *Rosa*, *Salvia*, *Saxifraga*, *Scabiosa*, *Sedum*, *Solidaster*, *Solidago*, *Tradescantia*, *Trollius* en *Veronica*.

***Pratylenchus thornei*, *P. crenatus* en *P. negelectus***: *Helianthus*

***Pratylenchus pachydrmus***: *Amaranthus*, *Delphinium*, *Nigella*, *Papaver*

### Hygiëne

- Uitgaan van onbesmet plantmateriaal.
- Door te stekken van bovengrondse plantdelen, worden in principe geen wortellesieaaltjes overgedragen.

- Het afrikaantje (*Tagetes*) wordt gebruikt als vanggewas met een actief dodende werking tegen worteltesieaaltje.
- Het planten van een resistent gewas kan de populatieontwikkeling tegen gaan. Van onder andere *Echinacea purpurea* is resistentie bekend.
- Bij een warmwaterbehandeling van 41 tot 43°C gedurende 1 of 2 uren worden de meeste worteltesieaaltjes gedood. Een volledige doding wordt bereikt na 2 uur 43,5°C. Voor veel soorten buitenbloemen is het risico op schade door een warmwaterbehandeling te groot.
- Door stomen neemt de besmetting in de grond af.

### 7.1.5 Virus overbrengende aaltjes

(Trichodoride aaltjes, *Longidorus* spp., *Xiphinema* spp.)

#### Uiterlijk

Doorgaans komen deze aaltjessoorten niet in grote aantallen voor en zijn daarom moeilijk te detecteren. De schade die zij kunnen veroorzaken bestaat uit het overbrengen van virussen. *Trichodorus* is berucht door het overbrengen van Tabaksratelvirus.



(Foto Universidade Federal de Viçosa).

#### Schadebeeld

De aaltjes veroorzaken op zichzelf weinig schade aan de planten. Door het overbrengen van virussen via het aanprikken van plantenwortels kan de schade echter aanzienlijk zijn. TRV (tabaksratelvirus) verspreidt zich met het aaltje *Trichodorus* (foto). In de buitenbloementeel is dit het meest voorkomende virusoverbrengende aaltje.

#### Levenswijze

*Trichodorus* leeft vooral in natte en vaak wat diepere grondlagen. *Longidorus* en *Xiphinema* komen vooral op zandgronden voor. De aaltjes planten zich niet snel voort, maar kunnen zich vrij snel verplaatsen en worden tot ongeveer 3 jaar oud. Een kleine populatie *Trichodorus*-aaltjes kan een aanzienlijke virusschade veroorzaken. Een *Trichodorus*-aaltje, besmet met tabaksratelvirus kan namelijk meerdere planten achter elkaar besmetten.

#### Waardplantenreeks

*Aster*, *Astilbe* en *Phlox*

#### Hygiëne

- Door goede ontwatering en een goede structuur van de grond worden de leefomstandigheden voor *Trichodorus* ongunstiger.
- Grondbewerking zorgt voor enige vermindering van aaltjes.



## 7.1.6 Speldaatjes

*(Paratylenchus bukowinensis)*

Het speldaatje *Paratylenchus bukowinensis* kan op alle grondsoorten voorkomen, maar is voor Nederland vrij zeldzaam. Het veroorzaakt problemen in Apiaceae (schermbloemigen). Het typische symptoom is vertakking van het wortelstelsel met een roestbruinverkleuring door het afsterven van zijwortels.

### Waardplanten

---

*Paratylenchus bukowinensis*      *Ammi, Anethum, Angelica, Astrantia, Bupleurum, Eryngium, Trachymene*

---



## 8 Allelopathie en autotoxiciteit in zomerbloemen

### 8.1 Wat is allelopathie en autotoxiciteit?

#### 8.1.1 Definities

Definitie Allelopathie<sup>4</sup>:

*“Het verschijnsel waarbij planten elkaar en/of andere organismen op directe of indirecte wijze positief of negatief beïnvloeden door middel van het in het milieu vrij laten komen van chemische stoffen.”*

Definitie Autotoxiciteit:

*“Een vorm van allelopathie waarbij de plant giftige stoffen naar het milieu afscheidt die de kieming en/of groei van de eigen soort negatief beïnvloedt.”*

De oorspronkelijke definitie van Molisch omvatte alleen plant:plant relaties met hooguit een ondersteunende werking door micro-organismen, maar met de toename van kennis van de manier waarop planten elkaar en andere organismen beïnvloeden met chemische stoffen is de definitie door de jaren heen verbreed.

#### 8.1.2 Aantonen van allelopathie<sup>5</sup>

Bij allelopathie tussen planten wordt gesproken over een donorplant en een doelplant. De donorplant is de plant die de stoffen aanmaakt. De doelplant is de plant die positief of negatief beïnvloed wordt. Bij autotoxiciteit is dit dus dezelfde plant.

Om vast te stellen of er sprake is van allelopathie hebben zijn een aantal voorwaarden opgesteld waaraan voldaan moet worden om allelopathische interactie vast te stellen:

1. De bron van de actieve stof in het milieu is direct of indirect dood of levend plantmateriaal van de donorplant.
2. De vrijgekomen hoeveelheden actieve stof van de donorplant zijn voldoende om de groei van de doelplant te beïnvloeden.
3. De allelochemische stoffen kunnen de doelplant in voldoende mate bereiken om de groei te beïnvloeden.
4. Het pad van donorplant naar doelplant kan expliciet achterhaald worden in de vrije natuur.

Deze voorwaarden voor het bewijs van allelopathie weerhoudt onderzoekers er niet van om ook bij aangetoonde werking in proeven in het laboratorium al te spreken over allelopathie.

#### 8.1.3 Symptomen van allelopathie<sup>6</sup>

Symptomen van allelopathie die in de praktijk waargenomen kunnen worden zijn o.a.

##### Zaad

- Niet of langzamer kiemen, donkerkleuring of opzwellen.
- Minder zaadvorming.

<sup>4</sup> Gebaseerd op definitie van Miller uit 1996 uit Singh, 1999.

<sup>5</sup> Gebaseerd op Sinkkonen, 2006.

<sup>6</sup> Gebaseerd op Balkema-Boomstra, 2001 (ongepubliceerd).

## Wortels

- Opzwellen, necrose van de wortelpunten.
- Kronkelige wortels.
- Verkleuren of afwezigheid van wortelharen.
- Toename van het aantal primaire wortels.

## Groei

- Gereduceerde wortel en/of scheutstrekking.
- Verminderde productie.

## 8.2 Functies van allelopathie

### 8.2.1 Voor de plant

De functie van allelochemische stoffen in de natuur kan uiteenlopend zijn. In de eerste plaats kunnen de stoffen een bescherming bieden tegen andere parasiterende schimmels, micro-organismen, virussen en insecten. Recent onderzoek heeft aangetoond dat planten door het uitscheiden van geurstoffen natuurlijke vijanden kunnen lokken<sup>7</sup>. Ook kan allelopathie werkzaam zijn bij de competitie met andere planten. Hierbij bepaalt een combinatie van groeiwijze, nutriënten en water benutting en allelopathie het competitief vermogen van een gewas. De plant kan ingewikkelde strategieën ontwikkelen om allelopathie toe te passen. Zo bevatten de zaden van *Ammi* spp. fytotoxische stoffen die de embryo in het zaad zelf bij de kieming op een slimme manier weet te ontduiken. Omringende planten hebben er wel last van en zo creëert de plant een concurrentievoordeel. Autotoxiciteit kan een rol spelen bij het spreiden van de populatie om de opbouw van een populatie parasieten te remmen en kruisbestuiving te bevorderen. Ook kunnen allelochemische stoffen een signaal zijn dat ervoor zorgt dat zaad niet kiemt zolang er volwassen planten staan, zodat deze niet direct door grote soortgenoten overschaduw worden.

### 8.2.2 Door de mens aangewende functies

Allelopathie wordt op verschillende manieren door de mens voor de landbouw aangewend. Bekende voorbeelden zijn bestrijding van aaltjes met *Tagetes* of *Helenium* en biofumigatie met koolgewassen. Het mechanisme van uitscheiden van stoffen is voor *Tagetes* en kool verschillend, toch is in beide gevallen sprake van allelopathie. Onderzoek naar allelopathie heeft vooralsnog niet tot veel direct bruikbare toepassingen geleid. Veel onderzoek naar allelochemische stoffen is gericht geweest op het gebruik van deze stoffen bij de onkruidbeheersing. Ook bij onderzoek naar herbeplantingziektes en bodemmoetheid kijkt men soms naar allelopathie, al of niet in combinatie met een ziekteverwekker. In veel gewassen o.a. alfalfa (luzerne), rijst, graan, komkommer en asperge is onderzoek gedaan naar de rol van autotoxiciteit bij bodemmoetheid. Bij asperge bleek uiteindelijk *Fusarium oxysporum* in Nederland de belangrijkste oorzaak van *Asparagus Replant Early Decline*<sup>8</sup>. Over het algemeen geldt dat men in Nederland niet zo heel veel onderzoek doet naar allelopathie. Toch zijn internationaal wel zeer veel artikelen over allelopathie verschenen. Met name de laatste 30 jaar is het werk op gebied van allelopathie sterk toegenomen als gevolg van de verbeterde identificatie technieken voor het vinden van chemische stoffen.

<sup>7</sup> R.M.P. van Poecke & M. Dicke, 2001.

<sup>8</sup> W. Blok, 1996.

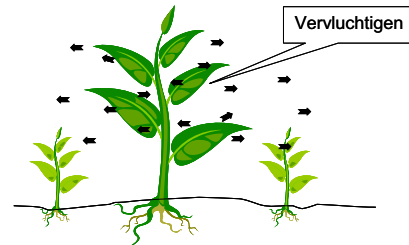
## 8.3 Mechanismen bij allelopathie

### 8.3.1 Verspreiding van allelochemische stoffen

In grote lijnen zijn 4 mechanismen te onderscheiden waarop planten allelochemische stoffen in het milieu brengen. De volgende mechanismen zijn te onderscheiden:

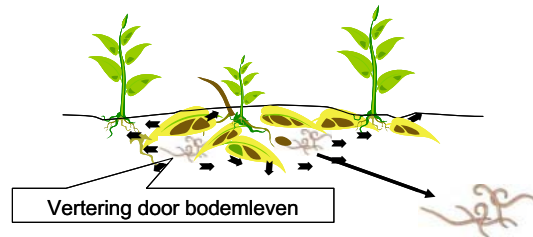
1. Via vervluchtigen

Vluchtige stoffen (etherische oliën) uit de bladeren van de ene plant remmen groei en ontwikkeling van de andere plant.



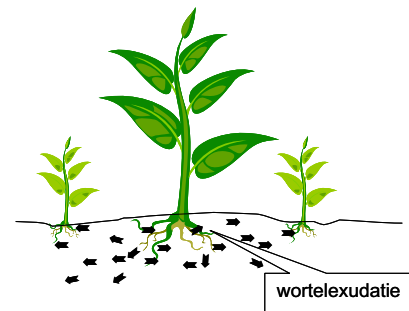
2. Via vertering van gewasresten

Dit kunnen alle plantdelen zijn van afgefallen blad tot achtergebleven wortelstokken en zelfs zaden. Vaak komen de stoffen pas vrij bij de afbraak van de gewasresten. Micro-organismen spelen dan een belangrijke rol.



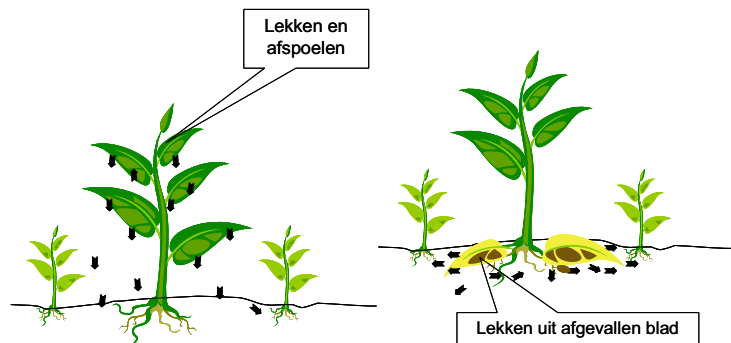
3. Via wortellexudatie

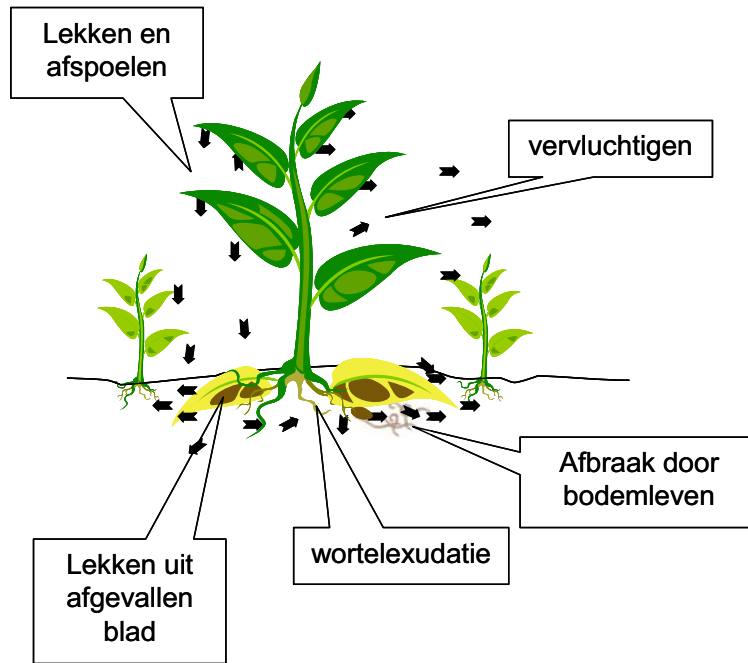
Directe uitscheiding van allelochemische stoffen door de wortels.



4. Via uitloggen

Lekken en afspoelen van het blad door regen of lekken uit afgefallen blad.





In de bovenstaande figuur zijn al deze mechanismen samengevat.

Met het oog op vruchtwisseling zijn niet alle mechanismen even relevant. Het is waarschijnlijk dat met name allelopathie via de vertering van gewasresten invloed op een volggewas kan hebben. Belangrijk is te realiseren dat allelopathie dan een samenspel kan zijn tussen donorplant en micro-organismen.

Bij uitgescheiden wortellexudaten is de kans op invloed op het volggewas alleen bij zeer snel herplanten waarschijnlijk mogelijk. Bij tussenplanten, andere vormen van mengteelten en gebruik van bodembedekkers, kan deze vorm van allelopathie wel belangrijk zijn. Dit geldt ook voor vluchtige stoffen. Bij vruchtopvolging speelt allelopathie door vervluchtigen waarschijnlijk geen rol.

### 8.3.2 Invloed van allelopathie op de groei van planten

Net zoals er verschillende methoden van verspreiding zijn, zijn er ook verschillende manieren waarop donorplanten de groei van doelplanten beïnvloeden. De invloed kan zowel direct als indirect zijn. Dit wil zeggen dat vrijgekomen stoffen direct de doelplant beïnvloeden of dat micro-organismen en plantenzymen een reactie veroorzaken waarbij schadelijke of stimulerende stoffen vrijkomen. De volgende werkingmechanismen worden in de literatuur gemeld<sup>9</sup>.

#### Directe schade

- Celsterfte/schade door agressieve stoffen
- Hormonale beïnvloeding van de groei en ontwikkeling
- Verstoring van de stofwisseling/fotosynthese

#### Indirect via voeding

- Beïnvloeding van opname van voedingselementen
- Verstoring van de nitrificatie
- Verstoring van stikstofbinding bij vlinderbloemigen
- pH verandering

<sup>9</sup> o.a Balkema-Boomstra, 2001 (ongepubliceerd) en Mamelos, 2001.

### Indirect via ziekteverwekkers

- Verhogen van vatbaarheid voor ziekten van de plant
- Beïnvloeding van de kieming of groei van ziekteverwekkers
- Communicatie o.a. activeren, aantrekken of afstoten van pathogene/nuttige organismen.

Ook hier geldt dat de invloed op de plant op verschillende manieren plaats kan vinden. Het ene mechanisme kan een vervolg zijn op of gevolg zijn van een ander mechanisme. Leather<sup>10</sup> heeft in zijn artikel kritiek op de weinig exacte benoeming van de mechanismen in het meeste onderzoek. Genoemde processen zijn complex en het is noodzakelijk om te weten op welk mechanisme de stof precies ingrijpt.

### 8.3.3 Gerichte en ongerichte allelopathie

Allelopathische relaties kunnen variëren van specifiek tot algemeen. De aanmaak van allelopathische stoffen door de plant dient meestal een zeker doel en is het gevolg van een specifieke prikkel. Deze prikkel en dit doel hoeft niet samen te hangen met de doelplant. Sinkkonen<sup>11</sup> maakt in dit verband onderscheid in diverse typen allelopathie:

1. Ongerichte allelopathie
2. Parallele allelopathie
3. Gerichte "echte" Allelopathie

Bij ongerichte allelopathie maakt de plant een stof voor een ander doel aan dan het beïnvloeden van een andere plant of organisme. De invloed is onbedoeld.

Bij parallele allelopathie hebben de door de plant aangemaakte stoffen meerdere functies waaronder het beïnvloeden van andere planten of organismen.

Bij gerichte allelopathie heeft de door de plant aangemaakte stof geen ander doel dan het beïnvloeden van het andere organisme.

De gerichte allelopathie is dus zeer specifiek, maar niet of zelden aangetoond. Relaties van planten met een parasitaire plant vertonen soms wel kenmerken van echte allelopathie.

De meeste bekende vormen van allelopathie zijn dus maar in zekere mate specifiek. Dat wil zeggen dat in het onderzoek een deel van de onderzochte doelplanten wel en een deel niet beïnvloed werd door de allelochemische stoffen van een bepaalde donorplant. Voor zomerbloemen is het waarschijnlijk dat, indien allelopathie in de praktijk een negatieve rol speelt bij vruchtopvolging, het aantal volgewassen (doelplanten) dat beïnvloed wordt per soort kan verschillen. Ook kan de mate van beïnvloeding door de donorplant rasafhankelijk zijn.

## 8.4 Invloed van omgevingsfactoren

Allelopathische stoffen worden dus aangemaakt met een zeker doel en als gevolg van een specifieke prikkel. Dit kunnen zowel interne prikkels zijn als externe prikkels. Mamelos<sup>12</sup> geeft een opsomming van de volgende prikkels die de aanmaak van allelochemische stoffen kunnen initiëren en beïnvloeden:

- Licht (kleur, daglengte en intensiteit)
- Nutriënten (N,P,K,Ca, Mg, S en B)
- Beschikbaar water
- Temperatuur
- Leeftijd van plant(-organen)
- Soort/ras
- Plantdichtheid
- Reactie op aanwezige allelochemische stoffen
- Reactie op aanwezige schimmels, insecten, aaltjes, micro-organismen
- Aantasting door schimmels, insecten, aaltjes, micro-organismen

<sup>10</sup> Leather, 1988.

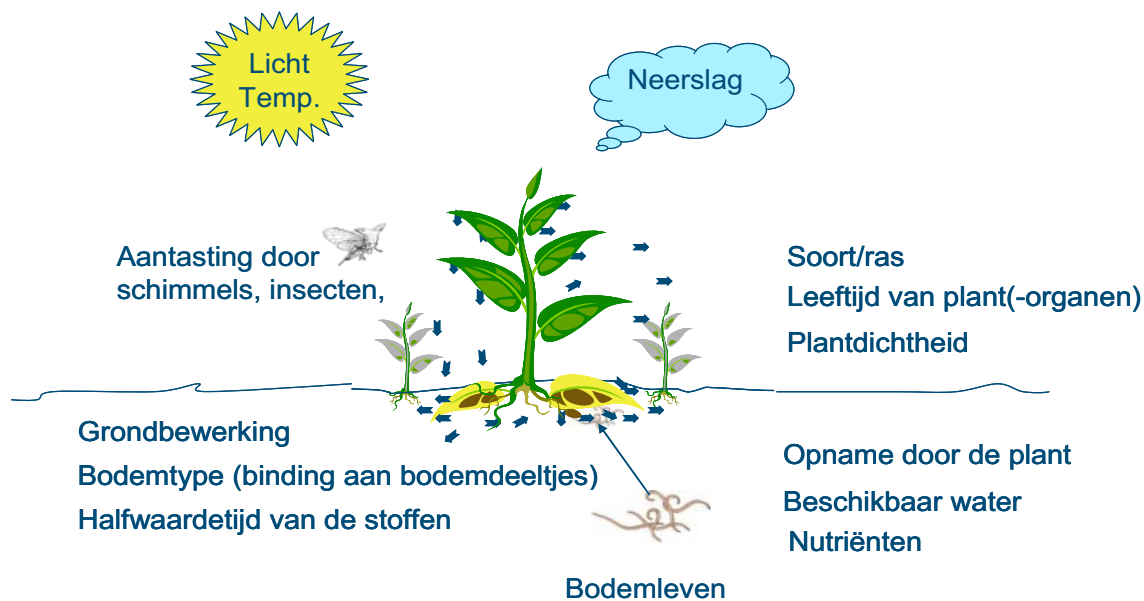
<sup>11</sup> Sinkkonen, 2006.

<sup>12</sup> Mamelos, 2001.

Naast een invloed op het ontstaan en vrijkomen kunnen omgevingsfactoren ook invloed hebben op de werkzaamheid en de snelheid waarmee allelochemische stoffen verdwijnen. Als factoren die hierop van invloed zijn wordt in de literatuur verwezen naar:

- bodemtype (binding aan bodemdeeltjes),
- halfwaardetijd van de stoffen zelf,
- bodemleven,
- neerslag (uitspoelen, maar ook oplossen, en verspreiden en stimulering van de afbraak waarbij stoffen vrij komen ),
- opname door de plant en
- grondbewerking (m.n. minimal tillage).<sup>13</sup>

Al deze factoren kunnen bij de teelt van zomerbloemen een rol spelen en kunnen wellicht verschillen veroorzaken. Een overzicht is gegeven in de onderstaande figuur.



Figuur 2. Omgevingsfactoren die van invloed kunnen zijn op allelopathie.

Vaak is in onderzoek naar allelopathie de invloed van omgevingsfactoren niet meegenomen. Zowel de concentratie, als de omstandigheden waarbij effecten gevonden worden zijn niet direct vertaalbaar naar een praktijksituatie.

## 8.5 Stoffen betrokken bij Allelopathie

### 8.5.1 Belangrijkste stoffen

Bij allelopathie kan zelden één enkele stof als oorzaak worden aangewezen. Vaak is er een complex van stoffen in het spel, waarbij ook één of meerdere micro-organismen een rol spelen. Als gevolg van ontwikkelingen in de technologie om stoffen te detecteren is de kennis over stoffen die bij allelopathie betrokken kunnen zijn toegenomen. Seigler<sup>14</sup> heeft hiervan onlangs een uitgebreide inventarisatie gemaakt. Hieronder worden groepen van stoffen genoemd uit deze inventarisatie:

- Vetzuren
- Wassen

<sup>13</sup> Mamelos, 2001.

<sup>14</sup> Seigler, 2006.



- Fenolen en afgeleide stoffen
  - Chinonen
  - Tanninen
- Polyketides
- Shikiminezuur en afgeleide stoffen
  - Phenylpropanoïden (Benzoxazolinolen, cinnamine-(kaneel)zuren (o.a. fenolen, ferulazuur, Caffeïnezuur, vanillezuur), C6C1 stoffen (Salicylzuur), Allylbenzenen, Coumarin, Ligninen,
  - Phenylpropanoïden met Acetaatstaart (Stilbenes, flavonoïden, Isoflavonoïden)
- Stikstofverbindingen afgeleid van aminozuren (Niet proteïne aminozuren, Cyanogene glycosiden, glucosinolaten)
- Terpenen (DOXP afgeleide terpenen, Mevalonic zuur afgeleide terpenen)
- Diverse alkaloiden

In veel gevallen gaat het bij allelopathie dus om een aantal stoffen uit één of meerdere van de bovengenoemde groepen. Een aantal van deze stoffen zijn afgeleid van elkaar, waarbij fenolen de basis zijn waaruit de schadelijke stoffen ontstaan. Zo is chinon een stof die ontstaat uit fenol onder invloed van het door planten aangemaakte en bij verwonding verspreide PolyPhenolOxidase (PPO). Uit chinon kunnen o.a. weer tanninen ontstaan.

In een artikel van Leather<sup>15</sup> wordt een inventarisatie gegeven van mogelijke mechanismen van allelopathie in relatie tot groepen actieve stoffen gegeven. Dit overzicht is hieronder weergegeven. De invloed van fenolen verspreidt zich over verschillende fysiologische processen: celstrekking, membraam doorlatendheid, nutriënten opname, chlorofyl synthese, fotosynthese, proteïne synthese, enzym activiteit en respiratie. Verder wordt invloed van vluchtige terpenen op de celdeling en respiratie genoemd, invloed van Coumarine op de celdeling, proteïne synthese en respiratie, tanninen op de celstrekking en juglone op de respiratie.

## 8.5.2 Persistentie

Allelochemische stoffen kunnen langdurig in de plant of de bodem aanwezig zijn, maar ze kunnen ook kortstondig ontstaan tijdens de afbraak van organisch materiaal, of door langzaam lekken uit complexe celwandstructuren en dan hun werking uitoefenen. In de literatuurstudie van Narwal<sup>16</sup> wordt een persistentie van fytoxiciteit door afbraakproducten genoemd voor diverse gewassen. Hierin geeft hij voor 16 gevallen een werkingsduur aan die uiteenloopt van 30 dagen tot 22 weken. Voor stoffen uit de vruchten van de walnoot wordt een werking van een jaar opgegeven<sup>17</sup>. In het onderzoek naar asperge hadden asperge wortelstokken van enkele jaren oud nog invloed op de kieming van zaad in petrischalen. De rol van deze stoffen in het veld bleek echter een verwaarloosbare rol te spelen bij herplantingsziekte<sup>18</sup>. In recent onderzoek door Kruidhof<sup>19</sup> is een werking van doorgewerkte gewasresten met allelochemische stoffen (luzerne, kool en rogge) op de kieming van zaden gevonden die maximaal 3 weken aanhield.

## 8.6 Waarom is het vaststellen van Allelopathie zo lastig

Er is met de bovenstaande algemene literatuurstudie een beknopt beeld geschetst van de rol die allelopathie bij de vruchtopvolging in zomerbloemen zou kunnen spelen. Dat het niet altijd makkelijk is om allelopathie in de praktijk te benoemen is duidelijk. De volgende oorzaken liggen hieraan ten grondslag:

- Veel omgevingsfactoren hebben invloed op de aanmaak, verspreiding en verdwijning van allelochemische stoffen
- Vaak is sprake van een complexe interactie van meerdere allelochemische stoffen die op zichzelf of in het geheel niet toxisch zijn.
- Vluchtige stoffen en tijdelijke afbraakproducten zijn moeilijk te traceren
- Specifieke relaties. Een plant kan bepaalde soorten onderdrukken maar tevens door andere planten, inclusief zichzelf, onderdrukt worden.

<sup>15</sup> Leather, 1988.

<sup>16</sup> Narwal, 2005.

<sup>17</sup> Weston, 2003.

<sup>18</sup> Blok, 1997.

<sup>19</sup> Kruidhof, 2007 Pers communicatie.

- Er is verschil op cultivarniveau mogelijk. Dit is o.a bij komkommers, rijst en graan aangetoond.
- Klei en organische stof kunnen soms allelochemische stoffen binden
- Het bodemleven speelt vaak een rol door
  - afbraak van allelochemische stoffen,
  - vrijmaken van allelochemische stoffen tijdens de afbraak
  - zelf uitscheiden van toxische stoffen als gevolg van allelochemische stoffen
  - Impact van schade neemt toe doordat de plant verzwakt is door allelopathie
- Er zijn zeer veel andere stoffen in de bodem aanwezig, waardoor allelopatische stoffen lastig te vinden zijn.
- Bij verschillende concentratie kan een stof positief en negatief effect hebben
- In onderzoek wordt van een beperkt aantal soorten slechts het effect op een beperkt aantal soorten bepaald.
- Planten kunnen allelopathie en autotoxiciteit ook weer omzeilen door resistentie tegen allelochemische stoffen.
- Er is sprake van een evolutieproces waarbij zowel donor als doelplant zich kan aanpassen.

Met name voor de zomerbloemen, waarbij zeer veel gewassen een rol spelen is het in kaart brengen van mogelijke allelopatische interacties een enorme klus. Hierbij is het de vraag hoe groot de rol van Allelopathie kan zijn bij het ontstaan van problemen. In veel gevallen wordt, zeker bij effecten op de lange termijn, uiteindelijk een schimmel of een aaltje als oorzaak van herinplantziekten gevonden die een grotere rol speelt dan allelopathie (bijv. asperge, lisianthus).

## 8.7 Methoden om allelopathie te onderzoeken

Er zijn veel methoden beschreven om allelopathie te onderzoeken. In onderzoek zijn laboratoriumproeven en veldproeven gebruikt. Het meeste onderzoek heeft zich beperkt tot laboratoriumproeven.

### 8.7.1 Laboratoriumproeven

Laboratoriumproeven zijn vooral gebruikt om het aanmaken van allelochemische stoffen door planten en de gevoeligheid van planten aan te tonen. Daarnaast zijn ook laboratoriumproeven gedaan om de relatie tussen deze stoffen en specifieke pathogenen uit te pluizen. Een voorbeeld hiervan is de invloed van asperge plantenresten op de groei van *Fusarium asperagii* op medium in petrischalen<sup>20</sup>. De verspreiding van allelochemische stoffen kan via verschillende mechanismen verlopen die ieder specifieke methoden van onderzoek vragen. Een duidelijk artikel over eisen en voorwaarden voor biotoetsen voor fytotoxiciteit van natuurlijke plantaardige materialen is opgesteld door Leather<sup>21</sup>. Hij waarschuwt in dit artikel voor de volgende valkuilen:

- Een aangetoond allelopatisch effect in laboratoriumproeven laat zich zeer slecht vertalen naar een situatie in het veld.
- Het is niet alleen belangrijk dat een effect aangetoond wordt, het is vooral belangrijk dat ook het werkingsmechanisme ontrafeld wordt.
- Allelopathie berust vaak op een zeer subtiel proces waarbij meerdere stoffen in een lage concentratie een rol spelen.
- Sluit bij een biotoets osmotische effecten uit.
- Zorg voor een goede water- lucht verhouding tijdens de kieming
- Houd rekening met licht prikkels bij kiemprouven.
- Het meten van kiemwortels is vrij onnauwkeurig, drogen en wegen is nauwkeuriger.
- Selecteer je toetsplant zorgvuldig in relatie tot de onderzoeksvraag. Als toetsplanten (gevoelig gewas) wordt door hem *Lemna* soorten als zeer geschikt genoemd.

Hieronder worden enkele van de vele beschreven methoden als voorbeeld zeer kort beschreven.

<sup>20</sup> Blok, 1997.

<sup>21</sup> Leather *et al.*, 1988.

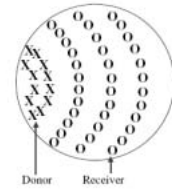
*Invloed van plantextracten van graan op groei van graanrassen*<sup>22</sup>

Er is een extract gemaakt van stengels en bladeren van donorplanten graan. In een petrischaal zijn zaden gekiemd van verschillende graanrassen (doelplant). De zaden zijn niet gesteriliseerd. Voor de kieming is 6 ml verdund extract toegevoegd en ter vergelijking is water gebruikt. Het aantal gekiemde zaden met >1 mm kiemwortel en wortellengte na 5 dagen is geteld.

*Invloed van wortellexudaten van graan op de groei van graanrassen*

Voorgekiemde graanzaden zijn op 1 helft van een glazen beker op agar gezet steriel gekweekt. Na 7 dagen groei zijn in dezelfde beker op de andere helft steriele graanzaden gezaaid (doelplanten). De 2 helften zijn met een steriel wit papierboard schut van elkaar gescheiden, maar zodanig dat autotoxinen vrij door het agar medium konden verplaatsen. Na 10 dagen zijn de scheutlengte en de lengte van de kiemwortel van de doelplanten bepaald.

In een andere opzet van het experiment zijn de donor graanplanten na 7 dagen groei verwijderd en zijn voorgekiemde zaden van de doelplant gezaaid in ringen om de plek waar de donorplant heeft gestaan (2, 5 en 8 cm afstand). De scheut en kiemwortellengte is bepaald na 10 dagen. Bij dit experiment is door de onderzoekers invloed gevonden van de afstand waarop de donorplanten van de doelplanten gestaan hebben<sup>23</sup>.



*Effect van vertering van gewasresten.*

In het onderzoek naar bodemmoeheid bij asperge is gebruik gemaakt van een pottenproef, Hierbij heeft men grond van percelen met een asperge historie variërend van 1 tot 11 jaar geleden verzameld. Jonge asperge planten werden in potten met deze grond geplant en het effect op de groei is waargenomen<sup>24</sup>.

*Invloed van het bodemleven*<sup>25</sup>

Nadat de werkzame phytotoxische component uit *Ailanthus altissima* was geïdentificeerd met chromatografische technieken is de afbraak van deze stof door bodemleven onderzocht. Hiervoor voegde men de stof toe aan gesteriliseerde en niet gesteriliseerde grond in petrischalen. Deze zette men in reeksen van 1 tot 21 dagen weg in een donkere kast. De werkzaamheid van de stof is getoetst met sterrenkers (*Lepidum sativum*). Na 3 dagen was de fytoxiciteit verdwenen in niet gesteriliseerde grond. In steriele grond bleef de stof 21 dagen fytoxisch.

*Effect van wortelweefsel op groei van een pathogeen*

Gedroogd en gemalen wortelmateriaal van diverse planten is met grond en water gemengd en gedurende enige tijd laten staan. Op verschillende momenten is aan een monster van de grond in een petrischaal *Fusarium* sporen toegevoerd. De groei en ontwikkeling van *Fusarium* en andere bodemschimmels in de grond met wortelextracten in petrischalen is waargenomen<sup>26</sup>.

*Effect van vluchtige exudaten van donorplanten op groei van een doelplant*<sup>27</sup>

Bladeren van diverse planten worden in kaasdoek gevouwen en boven in een afgesloten fles gehangen. Onder in de fles worden op filtreerpapier zaden van sterrenkers (*Lepidum sativum*) gekiemd. Kieming en scheut en kiemwortellengte zijn een indicator voor werking van vluchtige allelochemische stoffen. In dit experiment is bij *Nepeta x faassenii* een effect van allelopathie door vluchtige stoffen gevonden.

<sup>22</sup> Wu, 2007.

<sup>23</sup> Wu, 2007.

<sup>24</sup> Blok?, 1996.

<sup>25</sup> Heisey, 1996.

<sup>26</sup> Blok, 1996.

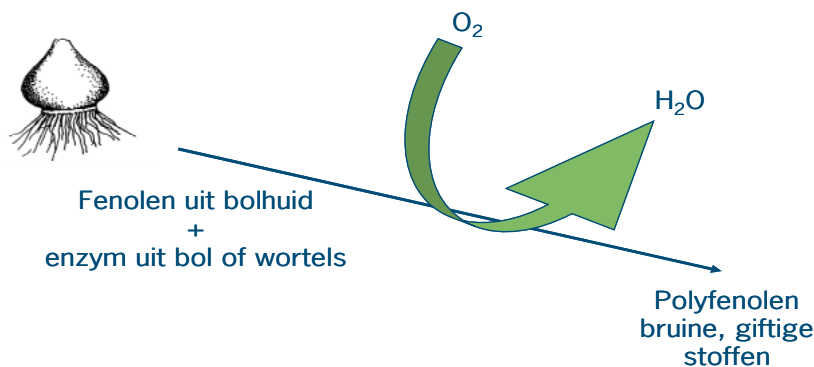
<sup>27</sup> Eom.

## 8.7.2 Praktijkonderzoek

Onderzoek naar allelopathie is vooral in Azië en de VS veel gedaan. In vooral Azië en de Verenigde Staten is veel onderzoek naar allelopathie uitgevoerd. Er zijn echter ook in Nederland verschillende onderzoeken gedaan die leerzaam zijn. Hieronder worden kort enkele onderzoeken toegelicht uit voornamelijk Nederlands en een enkel internationaal onderzoek in de praktijk.

### 1. Bruine wortels bij waterbroei van tulp

Een goed voorbeeld van autotoxiciteit is het verschijnsel van bruine wortels bij broei op water van tulp. Recent onderzoek heeft aangetoond dat fenolen in de bolhuid een belangrijke rol spelen. Dit sluit aan op kennis uit de praktijk waarbij men van sommige cultivars de bolhuid verwijderd voor het planten. Men spreekt in de praktijk over schadelijke looistoffen uit de bolhuid. Er blijkt uit proeven verschil tussen cultivar in de aanmaak van fenolen. PPO heeft in samenwerking met Wageningen Universiteit (prof. Van der Plas) het mechanisme achter de schadelijke werking van fenolen uit de tulpenbolhuid achterhaald. Het mechanisme is hieronder vereenvoudigd weergegeven.



De verwachting van de onderzoekers is dat fenolen uit de bolhuid niet alleen problemen met bruine wortels bij waterbroei veroorzaken, maar dat ook in het veld de groei van tulpen beïnvloed wordt door fenolen uit de bolhuid. Op basis van grillige resultaten bij het ontstaan van *Pythium* wordt vermoed dat *Pythium* en fenolen samen voor problemen kunnen zorgen.

Inzicht in het ontstaansmechanisme van schade als gevolg van fenolen en afgeleide stoffen heeft in het geval van bruine wortels bij tulp ook inzicht gegeven in oplossingsrichtingen voor dit probleem. Oplossingen worden gezocht in methoden om het ontstaansproces van schadelijke stoffen uit fenolen te onderbreken.

(Persoonlijke communicatie Henk Gude.

### 2. Schadelijke rol van metabolieten bij de teelt van roos op substraat

Op een rozenbedrijf is een voedingsoplossing uit een kas waarin steeds volledig gerecicleerd werd vergeleken met een voedingsoplossing uit een kas waar de voedingsoplossing steeds éénmalig gebruikt werd. Op het drainwater werden in het lab tuinkers (*Lepidium sativum*), koolrabi en sla gekiemd en gekweekt. De proef is twee keer uitgevoerd. De eerste keer vertoonde koolrabi een aantoonbaar mindere groei bij gebruik van gerecicleerd drainwater. De tweede keer was er geen verschil.

Ook is de voedingsoplossing geanalyseerd op aanwezigheid van metabolieten die mogelijk schade konden geven aan het gewas. Van alle onderzochte stoffen zijn slechts 4 stoffen gevonden in concentraties boven de detectiegrens. Het gaat hierbij om benzoëzuur, para-hydroxy-benzoëzuur, 2,4-dichlorobenzoëzuur en salicylzuur. Overige stoffen (fumarine zuur, chlorogeenzuur, ferulazuur, gallic acid, coumarine zuur, protocatechuic acid en vanillezuur hadden steeds een concentratie lager dan 0,01 Tmol/l. Er is bij de eerste analyse ook een weekmaker gevonden.

De concentraties waarin de metabolieten gevonden zijn lag ver beneden de schadegrens. De conclusie van de onderzoekers was dat metabolieten in deze situatie geen rol speelde bij mindere gewasgroei.<sup>28</sup>

### 3. Autotoxiciteit bij Lisianthus

Bij de Lisianthus-teelt was het afsterven van de planten in de tweede helft van de teelt al een aantal jaren een groot probleem. In 2002 is er onderzoek naar gedaan. Als mogelijke oorzaak werd onder andere gedacht aan het effect van autotoxiciteit door onderwerken van resten van het oude Lisianthus gewas. Ook werd gedacht aan het onvoldoende effectief stomen waardoor *Myrothecium* en *Fusarium* zouden kunnen overleven in de grond om in een vervolgteelt toe te slaan.

In de periode van augustus 2001 tot maart 2002 vond op drie praktijkbedrijven in het Westland een onderzoek plaats naar de uitval bij Lisianthus. Bij de 2 teelten werden op totaal 82 proefveldjes (circa 4,5 m<sup>2</sup> per veldje) 13 verschillende behandelingen neergelegd. Een belangrijke behandeling was het onderwerken van zieke gewasresten. Bij teelt 1 werd op bedrijf 1 veel uitval gevonden; tot 30% van de planten. De meeste uitval werd gevonden op de veldjes waar gewasresten waren ondergewerkt of veldjes in de buurt van deze veldjes. Stomen mét onderdruk, vóór de tweede teelt gaf aanzienlijke verbetering op dit bedrijf. Op bedrijf 2, waar voor beide teelten met onderdruk werd gestoomd werd nagenoeg geen uitval gevonden. Op bedrijf 3 gaf bij teelt 1 het onderwerken van extra restmateriaal wel veel uitval maar bij de tweede teelt niet. Hier werd in beide teelten niet met onderdruk gestoomd maar er werd bij de tweede teelt wel zwaarder gestoomd.

Op de dode planten werden sporen van *Myrothecium* en *Fusarium* gevonden. Aangenomen werd dat deze plantpathogenen de veroorzakers waren van het afsterven van de planten. Aan het eind van het onderzoek werden grond- en drainagewatermonsters getest op voorkomen van *Fusarium*soorten. Op bedrijf 3 werd in een teeltvak waar veel zieke planten werden aangetroffen in de grondmonsters *Fusarium* gevonden, ook in de laag 50 tot 75 cm van het pas gestoomde deel van de kas.; blijkbaar is er onvoldoende gestoomd. Op bedrijf 2, zonder uitval werd in de grond geen *Fusarium* gevonden. Bij drie van de vier isolaten bleek het om *F. oxysporum* te gaan. Aan de hand van de productieresultaten van bedrijf 2 werd nagegaan of groeiremming optreedt bij onderwerken van extra restmateriaal; bij onderwerken van 4,5 kg/m<sup>2</sup> versgewicht (1,4 kg droge stof) gaf een vermindering van de versgewicht productie van circa 7%. Mogelijk was dit toe te schrijven aan autotoxiciteit. (verkorte samenvatting<sup>29</sup>).

De hoeveelheid ondergewerkt gewas waarbij een effect is waargenomen was veel hoger dan de hoeveelheid die normaal gesproken na een teelt ondergewerkt wordt. Bij een normale hoeveelheid ondergewerkt gewas verwacht de onderzoeker geen invloed op een volggewas Lisianthus als er geen ziekteverwekkers in het spel zijn. Op een biologisch bedrijf blijkt dat Lisianthus niet groeit als er niet gestoomd is. De planten vertonen echter in eerste instantie geen specifiek ziektebeeld. Bij analyse van de bodem zijn geen toxische stoffen gevonden.

### 4. Herinplantziekte bij asperge

Herinplantziekte is een bekend verschijnsel bij aspergeteelt. In onderzoek met jonge zaailingen op concentraat van oude aspergeplanten is allelopatische onderdrukking op zaailingen van asperge en enkele andere gewassen aangetoond. Autotoxische stoffen zijn terug gevonden tot in 11 jaar oude gewasresten.

De rol van allelopathie bij herinplantziekte in asperge is jarenlang onderwerp van discussie geweest. Jaren van onderzoek door Blok en Bollen begin jaren 90 heeft duidelijk aangetoond dat bodemmoeheid in Nederland veroorzaakt wordt door *Fusarium oxysporum f.sp. asparagi* (Foa) uit wortelresten. Om aan te tonen dat Foa de belangrijkste oorzaak was voor herinplantziekte bij asperge zijn verschillende proeven gedaan. Er is een verdunningsreeks gemaakt. Doordat de hoeveelheid zieke planten gelijk bleef bij verdunning van de hoeveelheid grond met aspergehistorie met schone grond, is het aannemelijker dat een pathogeen de oorzaak is.

Daarnaast werd door verhitting bij 5°C meer dan 50°C?? de hoeveelheid zieke planten in één keer sterk verlaagd. De stoffen die vermoedelijk een rol spelen bij autotoxiciteit bij asperge zijn hitte tolerant. *Fusarium* overleeft 55°C niet of nauwelijks. Ook dit maakte het waarschijnlijk dat Foa de oorzaak is van herinplantziekte bij asperge.

Ten slotte reduceerde fungicide behandeling het aantal aangetaste planten ook zeer sterk. Met deze proeven is aangetoond dat de oorzaak van herinplantziekte bij asperge primair het gevolg is van een bodemschimmel.

<sup>28</sup> De Kreij, 2002.

<sup>29</sup> Van Burg & De Kreij, 2003.

Om de vraag te beantwoorden of autotoxiciteit dan wellicht een kleine versterkende rol speelt bij herinplantziekte in asperge is vervolg onderzoek uitgevoerd. In een serie van 9 experimenten is aangetoond dat autotoxiciteit in laboratoriumproeven is aan te tonen, maar dat dit in het veld geen rol van enige betekenis speelt bij herinplantziekte. (zeer korte samenvatting)<sup>30</sup>

## 5. Herinplantziekte bij luzerne (*Medicago sativae*)

Autotoxiciteit wordt in veel internationaal onderzoek beschreven bij luzerne. In een proef werd gevonden, dat zaaien van luzerne kort na het ploegen van een vorig luzerne teelt, leidde tot autotoxiciteit. Echter als er 12 of 19 dagen na het ploegen werd gezaaid, dan kwam het niet voor. Als luzerne werd afgewisseld met maïs of sojabonen, kwam er geen autotoxiciteit voor. Als er twee jaar geen luzerne was geteeld waren de opbrengsten het beste. Er is in onderzoek soms wel en soms geen verschil tussen luzerne rassen gevonden. Over de stoffen die allelopathie veroorzaken zijn verschillende artikelen verschenen die een andere stof als oorzaak aangeven. Volgens Hall and Henderlong<sup>31</sup> is een wateroplosbare stof, die lijkt op een fenolische verbinding, verantwoordelijk voor de autotoxiciteit. Volgens Chung<sup>32</sup> is deze toxische stof chlorogeenzuur.

Hedge<sup>33</sup> vond, dat de generatieve delen van de plant gemend door grond een sterkere autotoxiciteit op het vervolggewas hadden dan de vegetatieve delen. De stoffen, de verantwoordelijke stoffen zijn volgens hem waarschijnlijk chalcones en flavones.

In een ander onderzoek bleek dat extracten uit een zandgrond luzerne meer remde dan extracten uit een kleigrond. Dit deed de onderzoekers veronderstellen dat adsorptie van de toxische stof en uitspoeling door regen twee effecten zijn, die invloed hebben op de concentratie. Er is ook verschil in werking tussen plantdelen gevonden. Bladextracten remden de groei meer dan stengelextracten. Het maakte ook uit in welke concentratie de bladextracten werden gemaakt en van welke cultivars de extracten werden gemaakt.

Autotoxiciteit van luzerne kan worden voorkomen door

- na ploegen minstens 14 dagen te wachten met zaaien van een vervolggewas
- de grond (vooral ook de ondergrond) vochtig houden (de concentratie van de toxische stof is dan lager)
- de stof uitregenen
- vruchtwisseling
- resistente cultivars telen
- de pH van de grond in orde houden

(Bron; interne literatuurstudie PPO door C de Kreij)

## Onkruidonderdrukking met groenbemesters

Recent onderzoek naar allelopathie is gedaan door Marjolein Kruidhof. Uit haar onderzoek is naar voren gekomen dat gewasresten van luzerne, koolsoorten en rogge tot 3 weken na het onderwerken effect kunnen hebben op gezaaide gewassen. De zaadgrootte bleek hierbij een factor die invloed had op de gevoeligheid van het gewas voor allelochemische stoffen. Hoe kleiner het zaad, hoe gevoeliger het gewas. Opvallend was dat het verschijnsel sterker werd na een regenbui. De vermoedelijke oorzaak hiervoor is het oplossen en verspreiden van de allelochemische stoffen door het water. Een praktische toepassing van het doorwerken van gewasresten als strategie voor onkruidbestrijding is nog niet voorhanden. (Persoonlijke communicatie M. Kruidhof)

## 8.8 Inventarisatie van allelopathie bij verwanten van zomerbloemen

Er is in zomerbloemen zelf nagenoeg geen onderzoek gedaan naar de rol van allelopathie. Alleen *Helianthus* wordt in de literatuur betrekkelijk vaak genoemd in relatie tot allelopathie.

<sup>30</sup> Blok en Bollen, 1996 en interview met Wim Blok.

<sup>31</sup> Hall, M.H. & P.R. Henderlong, 1989.

<sup>32</sup> Chung *et al.*, 2000.

<sup>33</sup> Hedge, R.S., 1992.

Er is echter wel veel onderzoek gedaan naar allelopathie bij onkruiden. Verwanten van deze onkruiden worden ook als zomerbloem geteeld. Deze informatie is zeker niet direct naar de zomerbloem te vertalen. Er is kan zelfs binnen een soort verschil zijn in de aanmaak van allelochemische stoffen tussen cultivars. Echter het geeft wellicht wel een indicatie, daarom is een lijst gemaakt van onkruiden die verwant zijn aan zomerbloemen waarbij sprake is van allelopathische onderdrukking.

Tabel 5. Aan zomerbloemen verwante onkruiden waarvan in de literatuur wordt gemeld dat zij allelochemische stoffen kunnen bevatten.

Geslacht	Soorten	Stoffen	Effect	Bron
<i>Allium</i>	<i>vineale, fistulosum, cepa, flavum</i>	Vanillic acid en beta-sitosterol		Narwal, 2005; Choi, 1998; Solymosi, 1996
<i>Amaranthus</i>	<i>dubius, retroflexus en spinosus</i>	Flavanoiden,	Groeiremming, kiemremming	Narwal, 2005; Seigler, 2006; Beres, 2000
<i>Artemisia</i>	<i>absinthum, vulgaris, alba, pontica</i>	Terpenen		Narwal, 2005; Solymosi, 1996
<i>Asclepias</i>	<i>syriaca</i>			Narwal, 2005; Beres, 2000
<i>Brassica</i>	<i>nigra, napus, rapa</i>	glucosinolaten		Narwal, 2005
<i>Campanula</i>	<i>rapunculoides</i>	Coumarine, Vanillic acid	Stoffen gevonden, geen effect aangetoond	Withehead, 1982
<i>Celosia</i>	<i>argentea</i>	Fenolen	Groeiremming, remming van N fixatie bij vlinderbloemigen, ook groeistimulering	Narwal, 2005; Agbagwa, 2003
<i>Centaurea</i>	<i>diffusa, maculosa, cyanus, arenaria, diffusa en repens e.a.</i>	Sesquiterpene, lactones	remming chlorofylsynthese door wortelxudaten	Narwal, 2005; Karoly, 1999; Solymosi, 1996
<i>Chenopodium</i>	<i>album, murale</i>	Terpenen	Kiemremming, groeiremming	Narwal, 2005; Solymosi, 1996
<i>Cirsium</i>	<i>arvense, discolor</i>			Narwal, 2005
<i>Eleusine</i>	<i>indica</i>			Narwal, 2005
<i>Euphorbia</i>	<i>corollata, esula, granulata, prostrata, lathyris, virgata en supine</i>			Narwal, 2005; Solymosi, 1996
<i>Helianthus</i>	<i>Annuus</i>	coumarine		Narwal, 2005; Seigler, 2006
<i>Kochia</i>	<i>scoparia</i>			Narwal, 2005
<i>Matricaria</i>	<i>Inodora</i>			Narwal, 2005
<i>Panicum</i>	<i>Dichotomiflorum</i>		Remming van het hypocotyl	Narwal, 2005
<i>Setaria</i>	<i>faberi, glauca en viridis</i>			Narwal, 2005
<i>Solidago</i>	<i>canadiensis, gigantea</i>		Kiemremming	Narwal, 2005;

Geslacht	Soorten	Stoffen	Effect	Bron
				Sun, 2006; Victoria, Beres, 2000
<i>Tagetes</i>	<i>patula</i>			Narwal, 2005
<i>Alchemilla</i>	<i>mollis</i>			Seok, 2005
<i>Phlox</i>	<i>subulata</i>			Seok, 2005
<i>Oxalis</i>	<i>tuberosa, corniculata</i>			Seigler, 2006; Solymosi, 1996
<i>Eucalyptus</i>		Terpenen		Seigler, 2006
<i>Hydrangea</i>		Stilbenes		Seigler, 2006
<i>Ranunculus</i>	<i>silerifolius, japonicus, acris, arvensis, repens, auricomus, bulbosus e.a.</i>	Shkimine zuur, fenolen		Seigler, 2006; Solymosi, 1996
<i>Tanacetum</i>	<i>balsamita</i>		kiemremming	Cheng, 2002
<i>Eupatorium</i>	<i>adenophorum, geniculata</i>	Cadinenes, beta- sitosterol	Kiemremming, scheidgroei	Journal of ecology 1994, Vilai, 1992
<i>Aconitum</i>	<i>sinomontanum, gymnandrum</i>		Kiemremming	China, 2006
<i>Datura</i>	<i>stramonium</i>		kiemremming	Beres, 2000
<i>Chrysanthemum</i>	<i>vulgare</i>		kiemremming	Beres, 2000; Solymosi, 1996
<i>Ammi</i>	<i>majus, visnaga</i>	coumarine uit zaad	Kiemremming	Garcia, 2002; Qasem, 1995
<i>Aster</i>	<i>tataricus, kantoensis</i>		Kiem en groeiremming, sterfte	Mu-Xiao, 2003; Uraguchi, 2003; Haney, 1969

In Tabel 6 wordt is het overzicht samengevat en is een indeling gemaakt op naar plantenfamilie.



Tabel 6. Plantengeslachten van zomerbloemen waarvan bij wilde soorten allelopathie is aangetoond in laboratorium of veldproeven.

Orde	Familie	Geslacht
Asterales	Asteraceae	<i>Artemisia</i> <i>Aster</i> <i>Centaurea</i> <i>Eupatorium</i> <i>Helianthus</i> <i>Solidago</i> <i>Tanacetum</i>
	Campanulaceae	<i>Campanula</i>
Asparagales	Alliaceae	<i>Allium</i>
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>
Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i> <i>Celosia</i>
Solanales	Polemoniaceae	<i>Phlox</i>
Ranunciales	Ranunculaceae	<i>Aconitum</i>
Poales	Poaceae	<i>Panicum</i> <i>Setaria</i>
Gentiales	Apocynaceae	<i>Asclepias</i>
Cornales	Hydrangeaceae	<i>Hydrangea</i>
Apiales	Apiaceae	<i>Ammi</i>
Brassicales	Brassicaceae	<i>Brassica</i>
Rosales	Rosaceae	<i>Alchemilla</i>

Veel zomerbloemengeslachten waarvan verwante soorten allelopathie kunnen vertonen behoren tot de Asteraceae. De Asteraceae is wel ook de grootste familie van zomerbloemen. Opvallend is verder dat in de familie van de Amaranthaceae en de Poaceae meerdere geslachten voorkomen, waarbij verwante soorten allelopathie kunnen vertonen.

## 8.9 Verwachting allelopathie als oorzaak van problemen bij de teelt van zomerbloemen

### 8.9.1 Algemeen

Allelopathie is een algemeen verschijnsel bij onderlinge interactie tussen planten onderling en hun omgeving. Allelopathie zal dus ook bij de groei en ontwikkeling van zomerbloemen een rol spelen. Het is daarbij niet ondenkbaar dat verschillende soorten zomerbloemen allelochemische stoffen aanmaken die andere gewassen negatief kunnen beïnvloeden.

Voor zomerbloemen zijn de inhoudsstoffen nauwelijks in kaart gebracht. Wel is voor een groot aantal aan zomerbloemen verwante onkruiden onderzoek gedaan naar allelopathische onderdrukking. Het doel van dit onderzoek was dan vaak stoffen te vinden die kunnen bijdragen aan onkruidbestrijding. Hieruit blijkt dat deze aan zomerbloemen verwante onkruiden allelopathische onderdrukking van 1 of meerdere specifieke doelplanten kunnen veroorzaken. Veel zomerbloemen waarvan verwante soorten allelopathie kunnen vertonen behoren tot de Asteraceae, Amaranthaceae en Poaceae. In totaal zijn er 12 families waarbij aan zomerbloemen verwante soorten allelopathie kunnen vertonen.

Het lijkt waarschijnlijk dat in de concurrentiestrijd tussen onkruid en zomerbloemen allelopathie ook een rol kan spelen.

Veel gevallen van allelopathie zijn alleen in laboratoriumproeven aangetoond. Het is de vraag of de concentratie van stoffen, waarbij dan effect aantoonbaar is, een concentratie is die reëel in de bodem of het substraat kan ontstaan. Bekeken vanuit het perspectief van de zomerbloementeel is het wel de verwachting dat aan een aantal voorwaarden moet worden voldaan wil allelopathie leiden tot een negatief effect bij vruchtopvolging

- De donorplant laat een voldoende hoge concentratie van allelochemische stoffen in de bodem achter. Dit kan wellicht het geval zijn bij o.a.:
  - lange teeltduur met veel ophoping van plantenresten in de bodem,
  - monocultuur met snelle vruchtopvolging,
  - houtig gewas.
  - Donorgewas maakt persistente stoffen of stoffen zitten ingekapseld in persistente organische structuren.
- Indien de stoffen bij vertering vrijkomen is de aanwezigheid van (soms specifiek) bodemleven nodig. Bodemleven kan ook juist voor een snelle afbraak van de allelochemische stoffen zorgen.
- De stoffen worden niet gebonden aan klei of organische stof
- De teelt van een gevoelige doelplant na een donorplant.
- Er is geen diepe grondbewerking uitgevoerd.
- Donorplant en doelplant gelijktijdig bij elkaar in de buurt staan of autotoxiciteit.

Het aantonen van allelopathie in een praktijksituatie is erg lastig. Er is onderzoek gedaan bij o.a. roos, tomaat en Lisianthus, maar de gemeten concentraties van allelochemische stoffen was in deze onderzoeken steeds te laag om schade te veroorzaken. Bij bolgewassen lijkt bij het ontstaan van bruine wortels allelopathie wel een rol te spelen en bij de teeltwisseling van Luzerne is autotoxiciteit ook een aangetoond probleem.

## 8.9.2 Open teelten

De kans op echte allelopathische onderdrukking in open teelten lijkt het minst groot en slechts waarschijnlijk indien:

- het donorgewas allelochemische stoffen aanmaakt die redelijk lang in de bodem blijven of vrijkomen met de vertering van gewasresten.
- Het donorgewas een voldoende hoge concentratie van de allelochemische stoffen op kan bouwen.
- Een volwassen gewas direct invloed kan uitoefenen op een pas gezaaid of geplant gewas staat.
- Er snel na de oogst of rooien van planten weer opnieuw geplant of gezaaid wordt. Met name met klein plantmateriaal of zaad.

Wanneer bij de open teelten tussen 2 gewassen een winterperiode zit is de kans op allelopathische onderdrukking erg klein. Er is geen onderzoek gevonden waarin de werking over zo'n lange tijd in een praktijksituatie is aangetoond.

Problemen waarbij allelopathie de gevolgen van een microbiële ziekteverwekker versterkt of initieert en problemen tijdens de teelt zijn daarmee ook niet uitgesloten. Het is mijn verwachting dat allelopathie hooguit ondersteunend/versterkend kan zijn bij andere negatieve effecten van een verkeerde keuze bij vruchtopvolging. Bijvoorbeeld bij problemen met bodemschimmels, bodeminsecten, gebrekverschijnselen of structuurproblemen.

Een mogelijk probleem als gevolg van allelopathie kan zijn dat een jong gewas onderdrukt wordt door een volwassen gewas van dezelfde of andere soort die ernaast staat. Dit kan ook bij hergroei spelen en kan pleksgewijs zijn, waarbij de groei aan de randen beter is dan midden in het bed. Soortgelijke symptomen kunnen echter ook ontstaan bij uitputting van voedingstoffen of water of voedingstoffenconcurrentie. Bij problemen met inboeten/herzaaien kan allelopathie ook een rol spelen, zoals ook door Miller is beschreven in *Luzerne*<sup>34</sup>.

## 8.9.3 Kasteelten

Bij kasteelten is de vruchtopvolging vrijwel altijd direct. Ook is men vaker dan bij de open teelten gespecialiseerd in 1 of enkele gewassen. De kans dat problemen met allelopathie en/of autotoxiciteit spelen is hierdoor groter. Het is wel de vraag of het altijd duidelijk is dat allelopathie problemen veroorzaakt of versterkt. Een probleem zal zich naar verwachting in de tijd opbouwen en zich dus pas op langere termijn en langzaam uiten, waarbij wellicht secundair of synergetisch ziekten en plagen een rol gaan spelen.

<sup>34</sup> Miller, D.A. 1996. Allelopathy in forage crop systems. *Agron. J.* 88(6): 854-859.

Stomen is een veel toegepaste methode om bodemgebonden problemen aan te pakken. Voor sommige teelten is jaarlijks stomen een voorwaarde om de teelt gespecialiseerd uit te kunnen voeren. Er zijn bedrijven waarbij ondanks jaarlijks stomen nog steeds problemen ontstaan. Stomen schakelt het bodemleven uit, hierdoor verdwijnt ook de ziektevering van de bodem en de mogelijkheid om stoffen af te breken. Hierdoor kan een probleem zich snel weer manifesteren. Wellicht dat stomen ook direct invloed heeft op de verbindingen die allelopathie veroorzaken. Er zijn hitte resistente allelopathische stoffen, zoals bijv. in asperge<sup>35</sup>.

Ook het telen op substraat is soms een oplossing bij bodemgebonden problemen. Bij recirculatie van drainwater kunnen wortellexudaten en metabolieten wellicht een negatieve rol gaan spelen. In roos zijn allelochemische stoffen wel gevonden, maar slechts in concentraties waarbij problemen niet voor kunnen komen. In tulp is wel een schadelijke rol van fenolen uit de bolhuid gevonden. Deze veroorzaken bruine wortels bij waterbroei.

In de kas kan slechte hergroei of pleksgewijze slechte groei als gevolg van allelopathie spelen. Soortgelijke symptomen kunnen echter ook ontstaan bij uitputting van voedingsstoffen, waterconcurrentie is bij glastuinbouw minder waarschijnlijk.

## 8.10 Conclusie en aanbevelingen

Het is niet volledig ondenkbaar dat allelopathie een rol speelt bij problemen in de teelt van zomerbloemen. Er zijn echter geen beschreven gevallen gevonden bij de teelt van zomerbloemen, maar wel bij aan zomerbloemen verwante onkruiden. Bij echte herinplantproblemen is het veel waarschijnlijker dat een pathogeen organisme de belangrijkste rol speelt.

Bij een korte opvolging van een donorplant en een doelplant of als donorplant en doelplant gelijktijdig op het veld bij elkaar in de buurt staan is de kans dat allelopathie deze groei storing veroorzaakt in theorie aanwezig.

Doordat allelopathie in een combinatie van oorzaken voor kan komen of secundaire pathogenen een door allelopathie verzwakte plant alsnog ziek maken is de rol van allelopathie vaak moeilijk te doorgronden.

Uit de literatuur is vooral informatie bekend over onkruiden die verwant zijn aan zomerbloemen. Door onderzoek naar natuurlijke herbiciden is veel kennis opgedaan naar allelopathische stoffen in diverse onkruiden. Alleen van *Helianthus* is echt bekend dat het gewas voor een sterke onderdrukking van een groot aantal planten uit zaad kan zorgen.

Kleinzadige gewassen zijn waarschijnlijk gevoeliger dan grootzadige gewassen.

Verder kan bij substraatteelt autotoxiciteit voorkomen. De aanwezigheid van bruine plantendelen kunnen een aanwijzing zijn dat fenolen daarbij een schadelijke rol spelen.

Het snel verzamelen van meer kennis over allelopathische werking van gewassen is mogelijk met laboratoriumproeven. Een gevonden effect kan echter niet zondermeer vertaald worden naar een effect op veld niveau. In het veld is allelopathie een zeer complex mechanisme en is een grote onderzoeksinspanning nodig om dit aan te tonen. Kennis over potentiële allelopathische eigenschappen van zomerbloemen is evengoed wel nuttig om te hebben bij het doorgronden van specifieke problemen, zoals herinplantziekte bij Pioenroos en groeiproblemen bij o.a. *Campanula* en *Delphinium*. Indien allelopathie een rol kan spelen kunnen er mogelijkheden ontstaan om het probleem aan te pakken zoals bij bruine wortels in tulp. Indien niet allelopathie, maar een ziekteverwekker de hoofdrol speelt vraagt dit om een andere oplossing.

---

<sup>35</sup> Blok, 1996.



## 9 Gebrek aan voedingsstoffen

### 9.1 Inleiding

Een mogelijke oorzaak van problemen bij vruchtopvolging kan uitputting van de grond zijn. Ook kan voedselconcurrentie een rol spelen in de onderlinge strijd tussen planten van verschillende soort (onkruiden). Als gevolg van een tekort aan voedingselementen kan de groei afnemen. In extreme gevallen kunnen gebreksverschijnselen ontstaan. Het meest waarschijnlijk is dan een gebrek aan hoofdelementen N,P,K, S, Ca en Mg. Bij gebrek aan spoelementen (Fe, Zn, Cu, B, Mn, Si, Mo, Na, Co, Cl) is de diagnose vaak heel moeilijk te stellen. In de meeste gronden zullen gebreksverschijnselen door spoelementen niet snel optreden, maar in duinzandgrond (hoge pH, gering bindend vermogen) en anorganische substraten zijn gebreksverschijnselen bij ongebalanceerde bemesting wel mogelijk.

Eerst wordt kort basis informatie met betrekking tot plantenvoeding samengevat. Met een goede gebalanceerde bemesting kunnen veel problemen opgelost en voorkomen worden. In het tweede deel is op basis van kennis over de voedingselementen behoefte van planten een indicatie opgesteld of er voor wat betreft hoofdelementen een verhoogd risico op tekort is voor een gewas.

### 9.2 Basiskennis plantenvoeding

#### 9.2.1 Gebreksverschijnselen

Het vaststellen van gebreksverschijnselen is specialistenwerk. In de meeste gevallen is er een tekort aan meerdere voedingsstoffen waardoor de oorzaak moeilijk is aan te geven. Echter, bij ernstige gebreksziekten kan op basis van symptomen wel een grove indicatie verkregen worden. De juistheid van de diagnose kan met bemesting met dit element getoetst worden. Gebrek ontstaat bij gemakkelijk verplaatsbare elementen in het oude blad en bij moeilijk verplaatsbare elementen in het jonge blad. Van der Pol<sup>36</sup> heeft een beknopte indeling gemaakt van gebreksverschijnselen op basis van symptomen in het jonge blad en in het oude blad. Dit overzicht is slechts zeer beknopt en geeft een beschrijving van gebreksverschijnselen die in het veld het meest voorkomen.

Tabel 7. Gebreksverschijnselen waarneembaar in de oudste bladeren het onderste blad of in de hele plant.

Verschijnsel	Gebrek	Bijzonderheden
Egale verkleuring		
• Lichte verkleuring	N	Egale gele bladkleur
• Donkere verkleuring	P	Rood tot paars of te donker groen, vaak geen duidelijke groeiremming en stugge stand van het gewas
Gekleurde plekken		
• Begin aan de rand	K	Randjesziekte
• In het bladmoes	Mg	De nerf is soms nog groen, grove chlorose
Necrose van bladmoes en kleine blaadjes	Zn	

<sup>36</sup> Van der Pol, 1995.

Tabel 8. Gebrekverschijnselen waarneembaar in het jonge blad<sup>37</sup>

Verschijnsel	Gebrek	Bijzonderheden
Egale lichte verkleuring	S	Alleen in substraatteelt
Afsterven van eindknop of groeipunt	Ca B	Begint bij top van het jongste blad: zwarte verkleuring Begint bij de voet van het jongste blad: zwarte verkleuring (groeipunt)
Gekleurde plekken		
• Fijne chlorose	Fe	De nerven zijn nog groen, vooral in de top van scheuten
• Grove chlorose	Mn	De nerven en omgeving zijn nog groen, vooral onderin de scheut
• Randchlorose	Mo	
• Chlorose en onvolledige vrucht	Cu	

## 9.2.2 Opneembaarheid

Uiteraard speelt de aanwezigheid van het element in de bodem een belangrijke rol. Met behulp van een bodemanalyse is hier zo goed als mogelijk inzicht in te krijgen. Voldoende aanwezigheid wil echter niet zeggen dat er geen gebrek op kan treden.

In de meeste bodemanalyses wordt de beschikbare hoeveelheid bepaald. Hiermee is de totale hoeveelheid van een voedingselement die op de lange termijn kan vrijkomen niet bekend. Indien de totale hoeveelheid van een element wordt bepaald heb je nog geen indicatie voor de hoeveelheid die beschikbaar is of kan komen. Er zijn veel factoren die het beschikbaar komen van voedingselementen beïnvloeden. Voldoende beschikbaarheid wil dan nog steeds niet zeggen dat er geen gebrek op kan treden. De plant moet het element ook goed op kunnen nemen. De opname wordt o.a. door bodemstructuur, temperatuur, chemische processen en bodemleven beïnvloed.

### 9.2.2.1 Invloed van fysische factoren op de opname van voedingselementen

De bodemstructuur bepaalt mede in hoeverre het wortelgestel zich kan uitbreiden. Ook heeft de structuur invloed op de hoeveelheid lucht in de grond en daarmee invloed op de afbraak van organisch materiaal en de groei en activiteit van de wortels (in combinatie met temperatuur). Een goede verhouding tussen vocht, vaste delen en lucht zorgt voor een goede opname van voedingselementen. Met name op zware grond en onder natte omstandigheden kan een slechte bodemstructuur ontstaan. Het op peil houden van het organische stofgehalte en het voorkomen van te zware belasting en intensieve bewerking van de bodem onder natte omstandigheden zijn de belangrijkste zaken voor het goed houden van de bodemstructuur.

Een lage bodemtemperatuur kan de opname van sommige voedingselementen (P en Mg) verminderen (minder wortelgroei). Als de groei slecht is vanwege fysische omstandigheden dan spelen spore elementen een ondergeschikte rol.

### 9.2.2.2 Invloed van chemische processen op de opneembaarheid

Er wordt hieronder kort elementaire algemene informatie gegeven met betrekking tot chemische processen in de bodem en de plant die de opname van voedingselementen voor de plant beïnvloeden. De informatie is sterk samengevat.

<sup>37</sup> Van der Pol, 1995.

### *Binding aan minerale bodemdeeltjes en organische stof*

De samenstelling van de bodem bepaalt of deze een meer of minder bufferende werking heeft. Een overzicht van eigenschappen van de belangrijkste bodembestanddelen met bufferende werking is opgesteld door van der Pol<sup>38</sup>.

Bodembestanddeel	S* in m <sup>2</sup> /g	Lading	Adsorbtie		
			kationen	anionen	ongeladen moleculen
Zand	0,01	0	Geen	Geen	Geen
Klei	200 – 500	Veel – Bijna geen +	Veel	Bijna geen	Weinig
Humus	1000	Veel – Weinig +	Veel	Weinig	Veel
Al-, Fe-, Mn-oxiden	0,1-1,0	+	geen	weinig	Geen

\* S = specifieke oppervlakte

### *Zoutgehalte*

Een hoge zoutconcentratie geeft is de opname van water en voedingsstoffen moeilijker en met versnelde veroudering van het wortelgestel tot gevolg. Bij een erg hoog zoutgehalte kan verbranding ontstaan. Met name Ca gebrek kan toenemen.

### *Mobiliteit in de bodem*

De ionen van N, S en B zijn mobiel in de bodem. De meststoffen verspreiden zich gemakkelijk in de bodem. De ionen van met name P, Mg en in mindere mate K worden sterker gebonden in de bodem. Ze zijn niet tot minder mobiel in de bodem en voor de opname is een groot wortelgestel gunstig. Meststoffen moeten voor de teelt goed door de grond gewerkt worden. Bijsturen tijdens de teelt is moeilijk en daarom moet voor de teelt goed bekeken worden of en welke bemesting nodig is.

### *pH*

De pH van de bodem is van invloed op de opneembaarheid van voedingsstoffen. Als de pH van de grondsoort relatief hoog (>7) of laag (<5,5) is dan dient men alert te zijn op verhoogde kans op gebrek.

pH is laag.

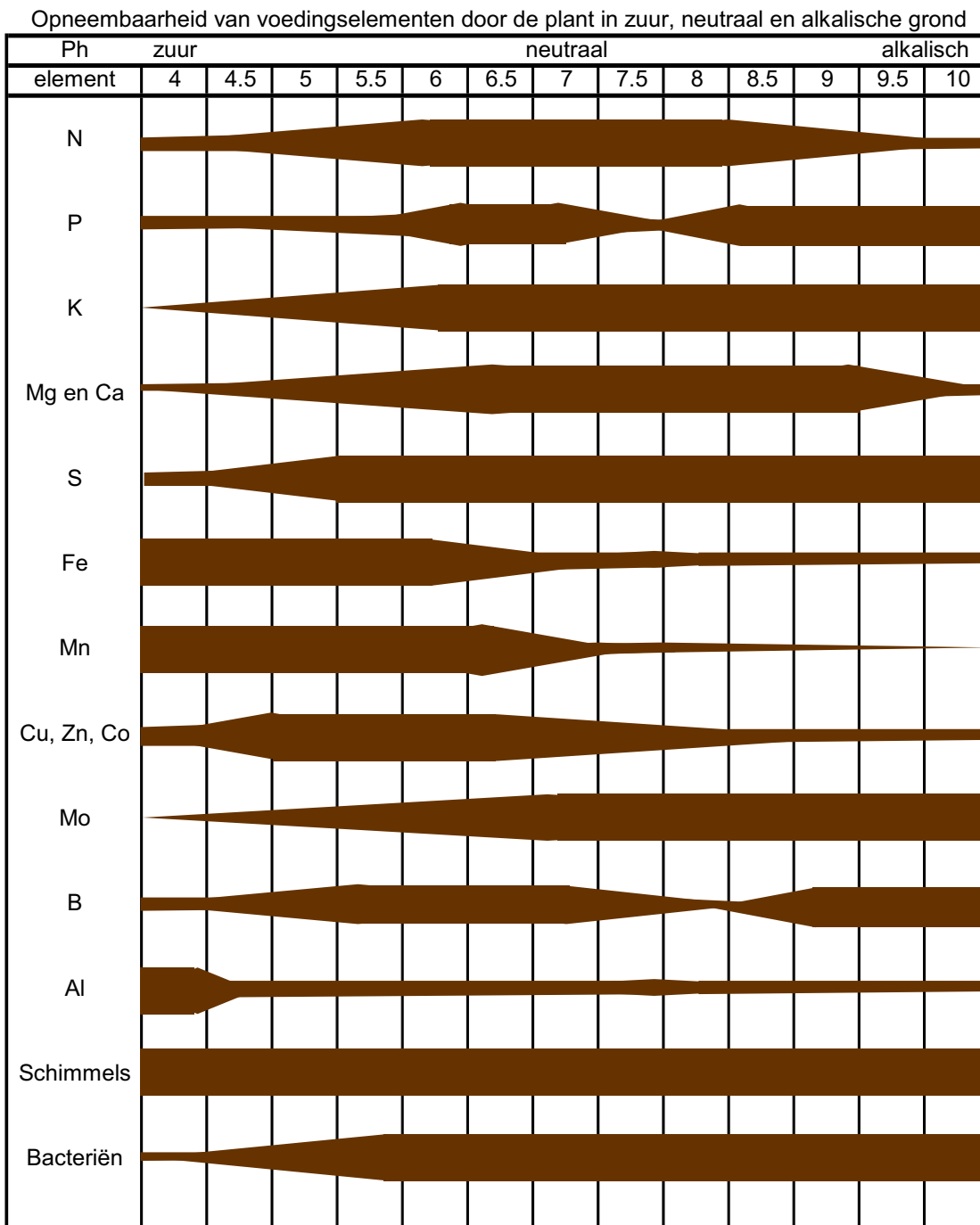
- ionen van zware metalen zeer goed beschikbaar; risico bijv. Mn overmaat.
- Mg, Mo en P slecht beschikbaar
- Mineralisatie is langzamer (nitrificatie door bacteriën neemt af)

pH is hoog

- Fe, Zn, Cu, B en Mn slecht beschikbaar, vooral in natte koude grond (nat en koud is iets anders dan pH, in natte/koude grond groeien wortels slecht)
- Afbraak organische stof is sneller

Een volledig overzicht van de pH op de opneembaarheid van voedingselementen is weergegeven in Figuur 4.

<sup>38</sup> Van Pol, 1995.



Gebaseerd op Truog (1948) en Brady (1984)

Figuur 4.

Door het gebruik van chelaten kunnen Fe, Zn, Cu en Mn toch goed worden opgenomen bij een ongunstige pH.

#### Antagonisme

Antagonisme kan ontstaan door concurrentie tussen verschillende voedingselementen bij de opname. Bij de opname wisselt de plant kat ionen (positief geladen) en anionen (negatief geladen) uit. Sterker geladen ionen kunnen in minder grote hoeveelheden opgenomen worden dan minder sterk geladen ionen. Antagonisme kan ook ontstaan doordat biochemische reacties die noodzakelijk zijn voor de opname van een element niet meer goed kunnen



verlopen. Ook kunnen negatief geladen elementen sterk aan metaalionen gebonden worden zoals bijvoorbeeld fosfaat zeer sterk aan Al, Ca of Fe. Enkele voorbeelden<sup>39</sup> van antagonisme volgen hieronder:

Hoge concentratie	Slechte opname van
K <sup>+</sup>	Fe, Mn, Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup>
H <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cu <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup> , MoO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Zn <sup>2+</sup> , Fe <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup>
Ca <sup>2+</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , H <sub>2</sub> BO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Fe <sup>2+</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , Mn <sup>2+</sup>

Verskillende elementen kunnen elkaar niet alleen negatief beïnvloeden. De opname kan ook versterkt worden. Een voorbeeld is dat H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> de opname van MoO<sub>4</sub><sup>2-</sup> kan verbeteren<sup>40</sup>.

### 9.2.2.3 Invloed van bodemleven op de opneembaarheid

Het bodemleven speelt met name een rol in het beschikbaar maken van voedingselementen in een voor de plant goed opneembare vorm. Bij de afbraak van organische stof komen voedingstoffen voor de plant vrij. Plant en bodemorganisme kunnen soms een symbiose aangaan. Een voorbeeld hiervan is het de samenwerking tussen vlinderbloemigen en Rhizobium bacteriën die stikstof binden waar de plant tegen uitwisseling van suikers profijt van heeft. Ook Mycorrhiza kunnen de plant in arme gronden helpen bij de opname van voedingstoffen. Een negatieve invloed kan ontstaan door wortelbeschadiging door vraat of ziekte. Secundair kan dan gebrek ontstaan, anderzijds kan gebrek ook de kans op een ziekte vergroten. Tijdelijke vastlegging van stikstof door organische materialen met een hoog C:N quotiënt kan een tijdelijk gebrek aan stikstof veroorzaken.

## 9.3 Bemesting in relatie tot vruchtopvolging

De voedingstoestand van de bodem is een complex samenspel van fysische, biologische en chemische processen. Deze processen beïnvloeden de plantengroei maar planten hebben visa versa ook invloed op deze processen. Een groot vertakt en actief wortelstelsel, een bewerking bij het rooien van de planten en achtergebleven wortel en gewasresten kunnen invloed op de structuur en het bodemleven hebben. Nutriëntenopname tijdens de groei en afvoer van het geoogst product hebben o.a. invloed op de chemische samenstelling van de bodem. Op humusarme zandgronden kan een sterke invloed direct zichtbaar zijn bij een volggewas. Een sterk K behoeftig gewas kan ervoor zorgen dat de K toestand voor het volggewas zeer laag is. De K toestand moet verbeterd worden om problemen bij een volggewas te voorkomen.

De bemesting adviesbasis buitenbloemen geeft een indeling op basis van stikstof behoefte in 4 klassen. De gewassen die in deze tabel een zeer hoge N, P, K en Mg behoefte hebben (klasse 4) zijn weergegeven in Tabel 9. Voor stikstof is de informatie aangevuld met kennis die nadien is vrijgekomen uit onderzoek naar stikstofbehoefte van zomerbloemen<sup>41</sup>.

<sup>39</sup> Brady, 1984; van Pol, 1995 en Landon, 1984.

<sup>40</sup> Brady, 1984.

<sup>41</sup> Baars *et al.*, 2005.

Tabel 9. Groepsgewijs overzicht van zomerbloemen met een sterke behoefte aan N, P, K of Mg.<sup>42</sup>

N-minnend	<i>Astilbe, Alchemilla, Carthamus, Dendranthema, Dianthus, Gypsophila, Hypericum, Kniphofia (zeer sterk), Limonium, Lysimachia, Paeonia, Solidago, Solidaster, Veronica, Veronicastrum</i>
P-minnend	<i>Celosia, Phlox</i>
K-minnend	<i>Achillea, Aconitum, Aconitum, Anemone, Aquilegia, Astilbe, Dahlia, Delphinium, Dianthus, Echinops, Eryngium, Gladiolus, Helleborus, Helianthus, Hypericum, Kniphofia, Lavatera, Limonium, Lysimachia, Mentha, Paeonia, Tanacetum, Trollius, Zantedeschia</i>
Mg-minnend	<i>Asclepias, Bupleurum, Helianthus, Lysimachia, Physalis, Solidago, Solidaster</i>

Bij de opvolgende teelt van twee gewassen die beide een sterke behoefte hebben aan hetzelfde voedingselement is extra aandacht voor de bemesting nodig.

## 9.4 Vruchtwisseling en organische bemesting

Vruchtwisseling speelt een belangrijke rol bij het behoud en de verbetering van bodemvruchtbaarheid. Bodemvruchtbaarheid kan onderverdeeld worden in fysische, chemische en biologische aspecten. De bodemvruchtbaarheid wordt beïnvloed door gewassen, grondsoort, organische stof, grondbewerking, bemesting en klimaat. Gewassen verschillen in de eisen die ze stellen aan bodemvruchtbaarheid en in de invloed die ze zelf uitoefenen. Een goed vruchtwisselings- en bemestingsplan met organische stof kan de bodemvruchtbaarheid behouden of verbeteren. Het is belangrijk bemesting met organische meststoffen en vruchtwisseling goed op elkaar af te stemmen. Bemesten met organische stof is het beheren van organischestofstromen. Dit is niet alleen het gebruik van organische mest (compost, stalmest etc.) maar ook de keuze van de gewassen en het management van de gewasresten. Allen zijn bepalend voor de mate waarin en het tijdstip waarop voedingsstoffen vrijkomen. Indien dit niet goed gepland wordt gaan veel voedingsstoffen voor de teelt verloren door uitspoeling.

Organische meststoffen bevatten vaak nutriënten in verhoudingen die niet overeenkomen met de gewasafvoer. Bovendien is het gebruik ervan beperkt mogelijk. De wet stelt vast dat niet meer dan 85 kg fosfaat per ha per jaar aangevoerd mag worden. Ook voor stikstof stelt de wet beperkingen om ongewenste verliezen te voorkomen. Er kan dus niet onbeperkt met organische meststoffen bemest worden. De timing is belangrijk en daarmee het moment waarop organische meststoffen ingezet worden. Dit alles vraagt om een uitgekiende bemesting die goed afgestemd is op de vruchtwisseling. Door de volgorde van gewassen, het toedieningstijdstip van mest en de inzet van groenbemesters goed te plannen worden de mogelijkheden voor organische bemesting optimaal benut. Dit zal voor ieder bedrijf anders zijn.

<sup>42</sup> Bemestingsadviesbasis buitenbloemen en stelsel van gebruiksnormen.

## 10 Praktijkinventarisatie

### 10.1 Startbijeenkomst

#### 10.1.1 Gewasinventarisatie

Voor het onderzoek was een bijeenkomst gepland in het vroege voorjaar. Als gevolg van het goedkeuringstraject is het onderzoek later van start gegaan dan gepland. Dit heeft ertoe geleid dat een bijeenkomst met een voldoende groot aantal deelnemers speciaal voor het onderzoek in het vroege voorjaar niet meer te organiseren was. Als vervanging hiervoor is tijdens 3 excursies op zomerbloemen bedrijven de aandacht gevestigd op dit onderzoek. Op 1 bedrijf is tijdens een excursie met meer dan 40 kwekers een discussie gevoerd. Tijdens deze excursie waren ook speciaal deskundigen en voorlichters uitgenodigd.

Tijdens de discussie zijn enkele gewassen genoemd die je nooit twee keer op hetzelfde land kunt telen: Pioenroos, Lysimachia, Campanula, Veronica, Eryngium, Forsythia en Callistephus. Daarnaast zijn enkele gewassen opgegeven die een slechte voorvrucht zijn voor veel gewassen: Carthamus, Aconitum, Cynara., Limonium en Papaver. Als slechte voorvrucht specifiek voor Brassica zijn genoemd: Papaver, Pioen en Astilbe. Een specifieke combinatie die niet goed gaat is ook Aconitum en Eremurus. De kwekers spreken over de rol van een schimmel.

Van Delphinium (Volkenfrieden) is gezegd dat het na 4 a 5 jaar niet meer wil groeien. Dit geldt ook voor Chelone en Alchemilla. Bij Alchemilla gaat op zandgrond na 3 jaar de groei uit het gewas en op kleigrond na 4 tot 5 jaar.

Kastelers hebben Lisianthus en Freesia opgegeven als gewassen die slechts door na iedere teelt te stomen meerdere keren na elkaar op dezelfde grond te telen zijn.

#### 10.1.2 Analyse van de gewasinventarisatie

De volgende eigenschappen van zomerbloemen zijn in een digitaal informatiesysteem gezet:

- Familieverbanden.
- Waardplantstatus aaltjes.
- Waardplantstatus schimmels.
- Verwanten die allelochemische stoffen aanmaken.
- Specifiek hoge behoefte aan N, P, K of Mg.
- Gemiddelde prijs.

Met deze informatie kan een vergelijkend overzicht gemaakt worden tussen 2 gewassen. Als voorbeeld is hieronder een vergelijking tussen Aconitum en Eremurus weergegeven (Fig. 5).

Het valt op dat deze 2 zomerbloemen duidelijk veel overeenkomstige waardplant status hebben voor bodemschimmels. De data is nu nog algemeen en het is moeilijk conclusies te kunnen trekken. Bodemschimmels kunnen specifiek zijn en de twee zomerbloemen behoren niet tot dezelfde familie. Van de bodemgebonden schimmels waar beide vatbaar voor zijn is de kans het grootst dat *Sclerotinia rolfsii* voor de meeste problemen zorgt. Bij de aaltjes kan *Pratylenchus penetrans* een oorzaak zijn. .

	orde	familie	geslacht	probleem bij opvolging	Overleving	Waardplant reeks	Specifieke soorten	Verspreiding bovengronds	Type
	Liliales	Ranunculales							
	Liliaceae	Ranunculaceae							
Gegevens	Eremurus	Aconitum							
<b>Bodemgebonden schimmels</b>									
Pythium	1	1		2	> 3 jr	Zeer breed	Nee	Ja	1,3
Rhizoctonia solani	0	1		1	< 2 jr	Breed (groepen)	Nee	Niet	2
Rhizoctonia tuliparum	0	0		0	< 2 jr	bol gewassen	Nee	Niet	2
Colletotrichum sp	0	0		0	?	Smal	Ja	Ja	2
Fusarium sp	1	1		2	> 8 jr	breed	Ja	beperkt	2
Valse meeldauw sp.	0	0		0	> 10 jr	breed	Ja	ja	2
Plasmiodiophora brassica	0	0		0	> 10 jr	Smal	Nee	Niet	1,2
Myrothecium roridum	0	0		0	> 3 jr ?	Smal	?	Ja	2,4
Phytophthora sp	1	1		2	> 5 jr?	Breed of smal	Nee	soms	2,1
Verticillium dahliae	0	1		1	> 10 jr	Matig Breed	Nee	Beperkt?	1,2
Verticillium albo-atrum	0	1		1	> 10 jr	Matig Breed	Nee	Beperkt?	1,2
Sclerotinia sclerotiorum	0	1		1	>10 jr	Matig Breed	Nee?	Beperkt	1,2
Sclerotium rolfsii	1	1		2	>10 jr	Smal	Nvt	Beperkt	2
<b>Niet bodemgebonden schimmels</b>									
Alternaria	1	0		1	< 1 jr	Matig breed	Ja	Ja	4,3
Phoma	0	0		0	< 1 jr	Matigbreed	Ja	Ja	4,3
Septoria sp	0	0		0	< 1 jr	Smal	Ja	Ja	4
Botrytis cinerea	1	1		2	< 1 jr	Zeer breed	enkele	Ja	3
Cercospora	0	0		0	< 1 jr	Smal	Ja	Ja	4
Echte meeldauw sp.	0	0		0	< 1 jr	Matig breed	Ja	Ja	4,3
Roest sp.	0	1		1	< 1 jr	Matig breed	Ja	Ja	4
<b>Specifiek hoge voedingsbehoefte</b>									
N minnend				0					
P minnend				0					
K minnend				0					
Mg minnend				0					
<b>Aaltjes</b>									
Meloidogyne hapla	0	1		1	< 2 jr	Zeer breed	Nee	Beperkt	3
Meloidogyne incognita	0	0		0	< 2 jr	Breed	Nee	Beperkt	4,3
Meloidogyne javanica	0	0		0	< 2 jr	Matig breed ?	Nee	Beperkt	4
Meloidogyne arenaria	0	0		0	< 2 jr	Matig breed ?	Nee	Beperkt	4
Pratylenchus penetrans	1	1		2	< 1,5 jr	Zeer breed	Nee	Beperkt	3
Aphelenchoides sp.	1	1		2	<1,5 jr	Matig breed	Ja	Beperkt	4
Aphelenchoides ritzemabosii	0	0		0	<1,5 jr	Asteraceae	Ja	Beperkt	4
Ditylenchus dipsaci	0	0		0	>15 jr	Smal	Ja	Ja	2
<b>allelopathie in verwanten</b>									
		1		1					
<b>Gemiddelde prijs</b>	39,7	20,3		60					

Figuur 5. Vergelijking Eremurus en Aconitum in het Digitaal informatiesysteem (DIS).

Meer specifieke informatie kan nu opgezocht worden in dit rapport dat als naslagwerk dient. In de toekomst zou het informatie systeem steeds verder uitgebreid kunnen worden. Een manco is nu ook nog dat voor veel gewassen de waardplantenstatus niet bekend is.

### 10.1.3 Conclusie en vervolg

De discussie heeft niet de hoeveelheid informatie opgeleverd die voor een goede praktijkinventarisatie noodzakelijk is. Er is daarom de kwekers gelegenheid geboden om via een korte enquête per fax informatie door te geven. Deze enquête is met begeleidende informatie ook via internet te downloaden geweest. Via artikelen in Groeiflits en de Nieuwe oogst is ook aandacht gevestigd op dit onderzoek en expliciet om medewerking gevraagd. Dit alles heeft niet geleid tot reactie vanuit de sector gedurende het seizoen.

Er zijn gedurende het seizoen 2 meldingen geweest van onbekende groeiproblemen. De eerste was in het gewas *Carthamus* dat na 2 jaar weer op hetzelfde perceel geteeld werd. Onderzoek heeft uitgewezen dat de oorzaak van het probleem *Fusarium* was.

De tweede was een pioenrozenplantenkweker met onbekende zwarte vlekken op de wortels. De pioenen werden gekweekt op een perceel waar al eerder pioenrozen gestaan hadden. Uit de vlekjes is *Cylindrocarpon* geïsoleerd. Het is niet zeker, maar wel waarschijnlijk dat dit de oorzaak van de zwarte vlekjes is.



*Uit deze zieke Carthamus is Fusarium geïsoleerd.*

### 10.1.4 Persistente herbiciden

Bij de vermeende negatieve invloed op de groei van het volggewas is het idee geopperd dat het gebruik van persistente bodemherbiciden tijdens de voorteelt van *Papaver* invloed kan hebben op het volggewas. In *Papaver* voor de teelt van blauw maanzaad kunnen de meeste herbiciden gebruikt worden. De hieronder vermelde werkzame stoffen kunnen in de teelt van *Papaver* gebruikt worden. In de laatste kolom wordt aangegeven of op basis van de eigenschappen van de herbiciden een werking op een volggewas tot de mogelijkheden behoort.

Werkzame stof	Halfwaarde tijd	Binding aan bodem	Werking	Mogelijk risico op gevoelige volgteelt
Asulam	Lang voor metaboliet	Zwak	Bodem/contactherbicide	Matig/klein
Bentazon	Lang	Zwak	Contactherbicide	Onwaarschijnlijk
Diquat dibromide	lang	Sterk	Afbrandmiddel, matig systemisch	Onwaarschijnlijk
Fluazifop-p-butyl	Redelijk kort	Sterk	Contactherbicide	Onwaarschijnlijk
Glufosinaat-ammonium	Redelijk kort	Zwak	Afbrandmiddel/weinig systemisch	Onwaarschijnlijk
Glyfosaat	kort	Zwak	Afbrandmiddel/systemisch	Onwaarschijnlijk
Paraquat-dichloride	lang	Sterk	Afbrandmiddel/weinig systemisch	Onwaarschijnlijk
Prosulfocarb	Matig lang	Sterk	bodemherbicide	Matig/klein

Er is weinig informatie gevonden over schade van herbicidegebruik in een volggewas. In onderzoek wordt vaak alleen de fytotoxiciteit in het direct geteelde en bespoten gewas bepaald.

## 10.2 Slotbijeekkomst

### 10.2.1 Gewasinventarisatie

Bij slotbijeekkomst zijn 9 kwekers en 4 voorlichters aanwezig geweest. Het programma is afgewerkt zoals gepland (hoofdstuk 1). De presentatie over allelopathie nodigde uit tot discussie. Kwekers vonden in de nieuwe kennis een vermoeden voor de oorzaak van problemen die zij in het veld ervaren. Zoals bij problemen bij pioenroos, Delphinium en Campanula. Er zijn enkele groepsopdrachten uitgevoerd. Het resultaat is weergegeven in de onderstaande serie tabellen.

Tabel 10. Gewassen die belangrijk zijn voor de kwekers en voorlichters zijn aangegeven met een kruisje. (xp = probleem als voorvrucht en xg = geen probleem).

Gewas	Knelpunt bij de teelt	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8	k9	v1	v2	v3	v4
Achillea									x					
Aconitum	<i>Pratylenchus, Verticillium, Fusarium, Sclerotinia</i>									xp				
Alchemilla	Aaltjes ( <i>Pratylenchus</i> )		xg		xp			x	x		x		x	
Amaranthus			xp											
Aquelgia														x
Astilbe	Rizoctonia, Longidorus aaltjes				xp						xp	x	x	
Astrantia	aaltjes									x				
Brassica					xp		x				x			
Callisthephus			xpg				xg							
Campanula	<i>Pratylenchus</i> , bodemstructuur, allelopathie				xp	xp		x						
Carthamus			xp				x							
Chelone						x			xp					
Delphinium	allelopathie													x
Dicentra	schimmels												x	
Eremurus	<i>Pratylenchus, Pythium, Sclerotinia</i>									x				
Graan							xg							
Hemerocalis	aaltjes												x	
Hosta	aaltjes												x	
Hypericum	roest		xg	x										x
Ilex				x						x				
Lysimachia						x								
Monarda	<i>Pratylenchus</i>					x								
Paeonia	aaltjes, wortelboorder, moeheid, allelopathie	xp		x	xp		x				xp	x		
Panicum										xg				
Phlox									x					

Gewas	Knelpunt bij de teelt	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8	k9	v1	v2	v3	v4
Photinia											x			
Rozenbottel				xp										
Sedum		x												
Solidago	allelopathie				xg			x						
Symphoricarpos	<i>Fusarium</i>			x						x				
Veronica	aaltjes							xp			xp			
Zantdeschia						xg								
Zonnebloem	valse meeldauw (3x)		xp				xp						x	

Sommige gewassen, zoals Veronica worden door beide kwekers voor wie het gewas belangrijk is als problematisch gezien. Bij andere gewassen is er soms wat meer soms wat minder overeenstemming. Enige tegenspraak is er alleen bij Callistephus dat door dezelfde kweker zowel als probleem en als geen probleem gewas wordt ervaren.

In de groepsdiscussies zijn verschillende combinaties benoemd die positief of negatief uitpakken. Een belangrijk punt dat naar voren is gekomen is dat positieve of negatieve opvolging niet wederkerig hoeft te zijn. Als gewas B een slechte voorvrucht is voor gewas A, dan is gewas A niet ook een slechte voorvrucht voor gewas B. Zoals in de akkerbouw bekend is dat suikerbiet na kool problemen geeft, maar andersom niet. In tabel x staan de besproken combinaties. Voor de combinaties zijn overeenkomstige waardplant status opgezocht in het digitaal informatie systeem (DIS zomerbloemen).

Combinatie of opvolging	Omschrijving door kwekers	Informatie uit DIS zomerbloemen
Alchemilla en Veronica	Aaltjes	Wortelknobbel- en wortellesieaaltje
Alchemilla en Chelone	Ziekten	Wortellesieaaltje
Veronica en Solidago	Geen probleem	<i>Sclerotinia</i> , <i>Phoma</i> en wortellesieaaltje
Veronica na Astrantia	Aaltjes	Wortelknobbel- en wortellesieaaltje
Campanula na Alchemilla	Aaltjes	Wortelknobbel-, wortellesieaaltje en allelopathie in verwanten
Astilbe na Alchemilla	Aaltjes en uitputting	Wortelknobbel- en wortellesieaaltje
Campanula voor Astilbe	Aaltjes en bodemstructuur (harde ondergrond)	Wortelknobbel-, blad- en wortellesieaaltje, <i>Rhizoctonia</i> , <i>Verticillium</i> en <i>Botrytis</i>
Campanula en Monarda	<i>Pratylenchus</i>	Geen overeenkomsten
Eremurus na Aconitum	<i>Sclerotinia</i>	Wortellesie-, en bladaaltjes, <i>Sclerotinia</i> , <i>Pythium</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Fusarium</i> en <i>Botrytis</i>
Paeonia na Aconitum	Probleem/geen probleem	Wortelknobbel-, blad- en wortellesieaaltje, <i>Rhizoctonia</i> , <i>Verticillium</i> , <i>Phytophthora</i> , Roest en <i>Botrytis</i>
Eremurus en Eremurus	Geen probleem	Wortellesie-, en bladaaltjes, <i>Sclerotinia</i> , <i>Pythium</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Fusarium</i> en <i>Botrytis</i>
Eremurus en Dicentra	Geen probleem	Wortellesieaaltjes en <i>Phytophthora</i>
Paeonia en Paeonia	Aaltjes, allelopathie	Wortelknobbel-, blad- en wortellesieaaltje, <i>Rhizoctonia</i> , <i>Verticillium</i> , <i>Phytophthora</i> , Roest en <i>Botrytis</i>

Van de volgende gewassen is aangegeven dat zij vrijwel altijd een goede voorvrucht zijn:

Gewas	Informatie uit DIS zomerbloemen
Callisthephus	Wortelknobbelaaltje, <i>Rhizoctonia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Botrytis</i> , Roest en echte meeldauw
Panicum (siergras)	Allelopathie in verwanten
Grassen en granen	Niet in systeem
Bieten	Niet in systeem
Heesters	Niet in systeem
Helenium	Echte meeldauw, roest



Van de volgende gewassen is aangegeven dat zij vrijwel altijd een slechte voorvrucht zijn:

Gewas	Informatie uit DIS zomerbloemen
Veronica	Div. wortelknobbelaaltjes, wortellesieaaltjes, <i>Sclerotinia</i> , valse meeldauw, <i>Phoma</i> , <i>Septoria</i> en echte meeldauw
Alchemilla	Wortelknobbel- en wortellesieaaltje en allelopathie in verwanten
Liatris	Wortellesie-, en bladaaltjes, <i>Fusarium</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Verticillium</i> , <i>Sclerotinia</i> , <i>Botrytis</i> en roest

## 10.2.2 Vergelijking Inventarisatie met DIS zomerbloemen

Zowel kwekers als voorlichters waren enthousiast over de informatie en de presentatie van de overzichten. Als de informatie over bekende gevoeligheid voor ziekten wordt vergeleken met wat de kwekers aangeven als oorzaak of als goede en minder goede combinaties kunnen de volgende constatering gedaan worden.

- Als problemen met aaltjes genoemd worden zijn dit waarschijnlijk vaak wortellesieaaltjes
- Van de aangegeven probleemgewassen is een relatief lange lijst met mogelijke problemen op te vragen in het DIS zomerbloemen.
- Van de lijst met gemakkelijke gewassen is *Callistephus* een vreemde eend in de bijt. De overige gewassen zijn geen zomerbloem, of eenzaadlobbig, waardoor er minder verwantschap is.
- Voor *Eremurus* en *Dicentra* zijn inderdaad minder overeenkomstige ziekten bekend dan *Eremurus* en *Aconitum*. Het is wel opvallend dat bij meerdere kwekers *Eremurus* na *Eremurus* geen problemen geeft.
- De combinatie *Solidago* en *Veronica* is wellicht geen probleem door de relatief wat lagere gevoeligheid van *Solidago* voor wortellesieaaltje.
- Voor *Alchemilla* stond voor geen schimmelziekte als waardplant in DIS zomerbloemen. Dit is dieper uitgezocht en in de bekende literatuur wordt ook nauwelijks over schimmelziekten gesproken. Alleen *Botrytis* in de bloem is gevonden en een enkele vermelding van gevoeligheid voor *Rhizoctonia*.

Het is duidelijk dat de database van DIS zomerbloemen nog niet compleet is en waarschijnlijk ook wel nooit compleet zal zijn. Wel geeft het een overzicht van wat er bekend is. Al kan met name voor schimmels waarschijnlijk nog informatie aangevuld worden. Voor een werkend systeem is een goed beheer en feedback en informatievoorziening vanuit de sector belangrijk voor het succes. Aan deze informatievoorziening moet wel een goede diagnostiek ten grondslag liggen.

De kwekers kunnen het dan als hulpmiddel inzetten. De kennis is alleen van waarde in combinatie met kennis van het eigen bedrijf en de eigen grond. Het feit dat twee opvolgende gewassen waardplant zijn voor dezelfde ziekte nog niet zeggen dat er ook problemen in het veld ontstaan. Er moet in de eerste plaats al sprake zijn van een besmetting.

De kwekers gaven aan dat de aanvulling met informatie uit de hoek van akkerbouw, groenbemesters, bollenteelt en sierheesters zeer welkom is. Veel bedrijven hebben zomerbloemen in combinatie met een gewas uit deze sectoren. Je kunt met het huidige systeem niet zien of een gewas ook schade ondervindt of alleen waardplant is. Hierdoor is de door de kwekers genoemde wederkerigheid niet te bepalen. Dit is wel nodig om goed inzicht te krijgen in de mogelijkheden bij vruchtwisseling.

### Opmerking

Vanuit de kwekers kwam de opmerking dat men het jammer vond dat de invloed van gewassen op de bodemstructuur niet is meegenomen. Dit kan een belangrijke factor zijn is bekend uit de akkerbouw. Ook over de invloed op onkruidontwikkeling wil men wel meer weten. Dit zijn allen verbeterpunten waarin wellicht in de toekomst een vervolg gegeven kan worden.

### **10.3 Conclusie praktijkinventarisatie**

Het is erg moeilijk om eenduidige en betrouwbare informatie uit de praktijk te verzamelen. De slotbijeenkomst heeft laten zien dat groepsdiscussie en samenwerking tussen voorlichting en praktijk hiervoor het beste middel zijn. Het discussiëren tijdens een excursie en het schriftelijk inventariseren hebben minder goed gewerkt. Deze methoden kunnen op deze manier beter niet meer toegepast worden. Het sortiment van zomerbloemen is zo breed dat alle informatie die is verzameld nog steeds maar een brokje is van het geheel.

Er zijn wel enkele problemen benoemd die in de sector een belangrijke rol spelen. De onmogelijkheid om pioenroos meerdere keren op hetzelfde land te telen is hier een voorbeeld van. Andere voorbeelden van problemen die door meerdere kwekers ervaren worden zijn valse meeldauw in zonnebloemen en de schade en vermeerdering van worteltesieaaltjes in zeer veel gewassen; met name Veronica en Alchemilla.

Doordat de diagnostiek bij problemen versnipperd is en niet collectief wordt bijgehouden is er geen overzicht van heersende problemen. De oorzaak van waargenomen ziekten en plagen kan daardoor lange tijd onbekend blijven.

Ook kunnen ooit verkeerd vastgestelde diagnoses soms lang rond blijven zingen. Een centrale bron voor de organisatie van informatie over ziekten en plagen die in zomerbloemen voor kunnen komen is daarom gewenst.

## 11 Slotconclusie

Een zomerbloemenbedrijf is vaak een zeer gemengd bedrijf. Vooral voor buitenbloemen zal dit de toekomst niet zo heel snel veranderen. Vruchtwisseling is daarom een goed toepasbare methode om de bodemvruchtbaarheid optimaal te houden. Het snel verkennen van een nieuw gewas om het op de juiste manier in de vruchtwisseling te plaatsen is zeer belangrijk.

Er zijn echter niet alleen veel verschillende soorten zomerbloemen, er zijn ook veel verschillende soorten ziekten. Niet alle ziekten zijn met vruchtwisseling te beheersen, Met name die ziekten die middellang in de bodem overleven en zich niet snel bovengronds verspreiden.

Wortellesieaaltjes en wortelknobbelaaltjes kunnen zeer veel soorten aantasten. Bij deze gewassen is het strategisch inpassen van niet waardplanten een effectieve methode. Er zijn echter op dit moment nog onvoldoende gewassen bekend waarvan is aangetoond dat het geen waardplant is.

Allelopathie is het verschijnsel waarbij planten elkaar beïnvloeden door het uitscheiden van chemische stoffen. Het is waarschijnlijk dat allelopathie bij de groei en ontwikkeling van zomerbloemen een rol speelt. In hoeverre allelopathie een rol speelt bij specifieke groei en ontwikkelingsproblemen is niet bekend. De kwekers geven in de slotbijeenkomst wel aan dat zij bij enkele gewassen en rol van allelochemische stoffen vermoeden. Dit is onderwerp van een vervolgonderzoek.

Voor het organiseren van de complexe informatiestroom die gepaard gaat met vruchtwisseling in zomerbloemen lijkt een digitaal informatiesysteem een goed werkbaar instrument. Dit instrument kan alleen werken in combinatie met kennis van de situatie op het eigen bedrijf. Vruchtwisseling is ten slotte geen oplossing voor alle problemen. Het kan wel een onderdeel zijn van een goede landbouwpraktijk, een basis voor een gezond bedrijf.



# Literatuur

- Alsanius, B.W. *et al.*  
Organic compounds and their fate in closed hydroponic greenhouse systems.
- Anonymus, 2002.  
Aaltjesbeheersing vaste planten en houtige gewassen.
- Balkema-Boomstra, A.G., 2001.  
Veredeling op onkruidonderdrukkend vermogen van tarwe door middel van allelopathie.
- Batish, D.R. *et al.*, 2001.  
Crop allelopathy and its role in ecological agriculture.
- Bing Yao, S. *et al.*, 2006.  
Allelopathic effects of extracts from *Solidago canadensis* L. against seed germination and seedling growth of some plants.
- Blok, W.J., 1997.  
Early decline of asparagus in the Netherlands.
- Blok, W.J. & G.J. Bollen, 1995.  
Etiology of asparagus replant-bound early decline.
- Brady, N.C., 1984.  
The nature and properties of soils.
- Burg, A.M.M. van der *et al.*, 2003.  
Voorkomen uitval bij Lisianthus.
- Butcko, V.M. *et al.*, 2001.  
Evidence of tissue-specific allelopathic activity in *Euthamia graminifolia* and *Solidago canadensis* (Asteraceae).
- Chick, T.A. *et al.*, 1998.  
Allelopathy as an inhibition factor in ornamental tree growth: implications from the literature.
- Chung, *et al.*, 2000.  
J.Chem. Ec. 26(1) 315-327.
- Einhellig, F.A. *et al.*, 1988.  
Potentials for exploiting allelopathy to enhance crop production.
- Hall, M.H. & P.R. Henderlong, 1989.  
Crop Sc. 29(2):425-428.
- Hartung, A.C. *et al.*, 1989.  
Isolation and characterization of phytotoxic compounds from Asparagus (*asparagus officinalis* L) roots.
- Hedge, R.S., 1992.  
Dissertatie.
- Jafari, L. *et al.*, 2002.  
Allelopathic effects of *Chenopodium album* L. extracts on nitrification.
- Kreij, C. de *et al.*, 2002.  
Onderzoek naar de mogelijke ophoping van metabolieten en hun schadelijkheid in een gesloten teeltsysteem bij roos.
- Krijger, D., 2000.  
*Tagetes* en *Helenium* zijn heilzaam tegen aaltjes.
- Kruse, M. *et al.*, 2000.  
Ecological effects of allelopathic plants- a review.
- Landon, J.R., 1984.  
Tropical soil manual.
- Leather, G.R. *et al.*, 1988.  
Bioassay of naturally occurring allelochemicals for phytotoxicity.
- Mamolos, A.P. *et al.*, 2001.  
Significance of allelopathy in crop rotation.

- Miller, D.A., 1996.  
Allelopathy in forage crop systems.
- Narwal, S.S. *et al.*, 2005.  
Role of allelopathy in crop production.
- Pol, H.W. van, 1995.  
Bemestingsleer in de tuinbouw.
- Sanchez-Moreiras, A.M. *et al.*, 2004.  
Allelopathic evidence in the Poaceae.
- Schreuder *et al.*, 2005.  
Van gedeelde visie tot gezamenlijke actie.
- Seigler, D.S., 2006.  
Basic pathways for the origins of allelopathic compounds.
- Singh, H.P. *et al.*, 1999.  
Autotoxicity: Concept, Organisms, and Ecological Significance.
- Sinkkonen, A., 2006.  
Ecological relationships and allelopathy.
- Stamp, N. *et al.*, 2003.  
Out of the quagmire of plant defense hypotheses.
- Weir, T.L. *et al.*, 2003.  
Intraspecific and interspecific interactions mediated by phytotoxin (-)-Catechin, secreted by roots of *Centaurea maculosa* (spotted knapweed).
- Weston, L.A. *et al.*, 2003.  
Weed and crop allelopathy.
- Weston, L.A., 2005.  
History and current trends in the use of allelopathy for weed management.
- Whitehead D.C. *et al.*, 1982.  
Phenolic compounds in soil as influenced by the growth of different plant species.
- Wu, H. *et al.*, 2007.  
Autotoxicity of wheat (*Triticum aestivum* L.) as determined by laboratory bioassays.