



Aaltjesresistentie in klaver

Perspectieven voor aaltjesresistente klaver als stikstofleverancier in biologische teelten

Leontine Colon





Aaltjesresistentie in klaver

Perspectieven voor aaltjesresistente klaver als stikstofleverancier in biologische teelten

Leontine Colon

© 2006 Wageningen, Plant Research International B.V.

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 Plant Research International B.V.

Exemplaren van dit rapport kunnen bij de (eerste) auteur worden besteld. Bij toezending wordt een factuur toegevoegd; de kosten (incl. verzend- en administratiekosten) bedragen € 50 per exemplaar.

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 47 70 00
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.pri.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
Voorwoord	3
1. Inleiding	5
1.1 Achtergrond	5
1.2 Het probleem	5
1.3 Vragen	5
2. Klaver in de biologische landbouw	7
2.1 Het belang van klaver	7
2.1.1 Gras-klavermengsels in de weidebouw	7
2.1.2 Akkerbouwmatige teelt van klavers als groenbemester of voedergewas	7
2.2 De verschillende klaversoorten	8
2.3 Rassen van klaver	9
2.4 Veredeling van klaver	11
3. Aaltjes in klaver	13
3.1 Problemen met aaltjes in de verschillende klavers	13
3.2 Beschrijving van de klaveraaltjes	13
3.2.1 Het stengelaaltje, <i>Ditylenchus dipsaci</i> (Kühn) Filipjev	14
3.2.2 Het klavercysteaaltje, <i>Heterodera trifolii</i> Goffart	14
3.2.3 Wortelknobbelaaltjes, <i>Meloidogyne</i> spp.	15
3.2.4 Het gewoon wortellesieaaltje, <i>Pratylenchus penetrans</i> (Cobb) Filipjev & Schuurmans	16
3.2.5 De vrijlevende aaltjes, <i>Trichodorus</i> en <i>Paratrichodorus</i> spp.	17
4. Aaltjesresistentie in klaver	19
4.1 Resistentie tegen het stengelaaltje, <i>D. dipsaci</i>	19
4.2 Resistentie tegen het klavercysteaaltje, <i>H. trifolii</i>	21
4.3 Resistentie tegen wortelknobbelaaltjes, <i>Meloidogyne</i>	22
4.4 Resistentie tegen het wortellesieaaltje <i>P. penetrans</i>	23
4.5 Resistentie tegen vrijlevende aaltjes	23
4.6 Perspectieven voor resistentieveredeling	23
5. Alternatieve gewassen	25
6. Conclusies en aanbevelingen	27
7. Referenties	29
Bijlage I. Beschreven resistentiebronnen in het geslacht <i>Trifolium</i>	2 pp.

Samenvatting

In de Nederlandse biologische landbouw spelen verschillende klaversoorten een belangrijke rol als voedergras en als groenbemester. Deze klaversoorten worden aangetast door verschillende soorten aaltjes die schade veroorzaken in de klaver zelf, maar ook in de gewassen die de klaver opvolgen in de rotatie. In dit rapport worden de mogelijkheden besproken om deze aaltjes te beheersen door middel van resistente klaverrassen. Ook worden kort de mogelijkheden besproken van andere vlinderbloemige plantensoorten die geen last hebben van deze aaltjes en ze ook niet vermeerderen, zodat ze geschikt zijn om klavers te vervangen als groenbemester of als voedergras. Beide oplossingsrichtingen blijken niet op korte termijn te kunnen bijdragen aan de beheersing van aaltjes.

Witte en rode klaver worden het meest gebruikt in de Nederlandse biologische landbouw. Witte klaver wordt op de veebedrijven ingezaaid in gras-klavermengsels omdat het als vlinderbloemige plant stikstof uit de lucht bindt en beschikbaar maakt als meststof voor zichzelf, en voor het gras in de zode. Het gewas heeft daarom alleen bij het inzaaien stikstofbemesting nodig. Daarnaast levert klaver een smakelijker gewas voor de dieren. Rode klaver wordt in toenemende mate naast de witte klaver toegevoegd aan de gras-klavermengsels om een hogere productie in de maaisnedes van de eerste jaren te bereiken. Witte en rode klaver worden ook wel apart gezaaid als voedergras. Klavers worden daarnaast in de biologische akkerbouw ingezet als groenbemester. Hiervoor worden vooral witte en rode klaver gebruikt, en in mindere mate ook bastaardklaver en Perzische klaver. Alexandrijnse klaver wordt toegepast als dekvrucht voor luzerne.

Vijf groepen aaltjes vermeerderen zich op klaver in Nederland. Het klavercysteaaltje (*Heterodera trifolii*) speelt alleen een rol in de weidebouw en veroorzaakt beperkte schade. Wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne hapla*, *M. chitwoodi* en *M. fallax*), het stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci*), het gewoon wortelstelselaaltje (*Pratylenchus penetrans*) en de vrijlevende aaltjes (*Trichodorida*) hebben een brede waardplantenreeks en kunnen daarom bij teelt van klaver als voedergras of groenbemester schade veroorzaken in veel belangrijke volggewassen zoals aardappel, peen en ui. De vrijlevende aaltjes kunnen daarnaast ook het tabaksrutelvirus overbrengen dat schadelijk is voor aardappel.

Er zijn geen resistente rassen van klaver voorhanden waarmee het aaltjesprobleem op korte termijn beheersbaar kan worden. Wel zijn er kansen voor veredeling om nieuwe resistente klaverrassen te ontwikkelen. Dit geldt voor het stengelaaltje, het klavercysteaaltje en de wortelknobbelaaltjes, maar is minder duidelijk voor het wortelstelselaaltje en de vrijlevende aaltjes. Deze resistente rassen zullen eerder minder vatbaar zijn dan volledig onvatbaar. Het is echter zeer de vraag of aaltjesresistentie in klaver voor veredelingsbedrijven zoveel prioriteit heeft dat deze resistente rassen ontwikkeld zullen gaan worden.

Alternatieve vlinderbloemige gewassen die geen goede vermeerdering geven van de verschillende aaltjes bieden ook perspectief. Op dit moment ontbreekt echter de informatie die nodig is om hiervoor een aanbeveling te doen. Er zijn zeer veel soorten vlinderbloemigen die mogelijk geschikt zijn. Deze dienen op hun mogelijkheden onderzocht te worden. Daarbij moet gekeken worden naar de mate waarin ze aaltjes vermeerderen (waardplantgeschiktheid) en naar hun geschiktheid als vlinderbloemige groenbemester of voederplant. De kans dat direct bruikbare soorten worden gevonden is aanwezig, zodat deze aanpak de voorkeur verdient boven de veredeling van nieuwe klaverrassen, die veel langer zou duren.

Teelt van groenbemers uit het huidige sortiment die geen aaltjesvermeerdering geven is op dit moment de enige strategie. De gewaskeuze voor de groenbemester moet worden afgestemd op de aaltjessoort die in het eerstvolgende schadegevoelige gewas de meeste problemen zal geven. Hiervoor kan Digi-aal (www.digiaal.nl) goede diensten bewijzen.

Voorwoord

Dit rapport, 'Aaltjesresistentie in klaver', werd geschreven eind 2005 in het kader van het DWK-programma 388-II 'Biologische veredeling'. De aanleiding was een vraag vanuit de Werkgroep Open Teelten van Biologica om in dit programma eens te kijken naar de aaltjesproblematiek in de biologische klaverteelt. Het was daarbij de bedoeling om op basis van de beschikbare wetenschappelijke informatie oplossingsrichtingen aan te geven.

De zoektocht naar internationale wetenschappelijke literatuur leverde een groot aantal publicaties op waarin aaltjesresistentie in klavers en andere vlinderbloemigen werd beschreven. Daarnaast leverde de 'grijze' literatuur op Internet, deels in de vorm van rapporten, een schat van praktische informatie op, waarmee de wetenschappelijke kennis in een Nederlands biologisch perspectief kon worden geplaatst en oplossingsrichtingen geschetst konden worden.

Er werd dankbaar gebruik gemaakt van de adviezen en commentaren van verschillende deskundigen op het gebied van biologische landbouw, klavers en plantparasitaire aaltjes, waaronder Oene Dolstra (Plant Research International), Nick van Eekeren (Louis Bolk Instituut), Stefan van der Heijden (Barenbrug), Leendert Molendijk (PPO-AGV), Wijnand Sukkel (PPO-AGV) en Ab de Vos (Plant Research International).

1. Inleiding

1.1 Achtergrond

De hoeveelheid nutriënten die binnen de biologische landbouw met externe bronnen aangevoerd kan worden is beperkt door wet- en regelgeving en door eisen die het keurmerk stelt. In biologische landbouw worden organische meststoffen ingezet, wat er in vele gevallen toe leidt dat een overmaat aan fosfaat en kali wordt gegeven (onbalans). Dit is uit oogpunt van duurzaamheid niet gewenst. Wanneer deze overmaat aan fosfaat en kali wordt vermeden, ontstaat een relatief tekort aan stikstof. Deze situatie wordt verscherpt door de nieuwe mestwetgeving, waarin per 1 januari 2006 het verliesnormensysteem Minas wordt vervangen door een stelsel van productie- en gebruiksnormen. Vlinderbloemigen zijn in staat atmosferische stikstof te binden en na te leveren aan volggewassen. Het relatieve tekort aan stikstof kan dus aangevuld worden met stikstof uit vlinderbloemigen, hetzij in de vorm van hoofdgewassen als erwt, boon, luzerne of gras-klover, hetzij door middel van groenbemesters als klavers of wikke. Biologische telers maken daarom meer gebruik van vlinderbloemigen als hoofdgewas en als groenbemester. Klover is de belangrijkste vertegenwoordiger van de vlinderbloemigen en wordt verreweg het meeste ingezet. Klover is echter weinig resistent tegen de meest voorkomende aaltjes op de lichtere gronden. Daarom is de inzetbaarheid van deze oplossingsrichting helaas beperkt.

De werkgroep Open Teelten van Biologica heeft dit probleem al enkele malen besproken.

1.2 Het probleem

Op zandgronden (vooral in Zuidoost Nederland) ondervinden biologische telers in de klaverteelt en de volgteelten in de rotatie veel problemen met aaltjes. Doordat boeren meer klover zullen gaan telen is te voorzien dat de aaltjespopulaties in grootte zullen toenemen en daarmee ook de problemen. Het gaat hier onder andere om het gewoon wortelstijg-aaltje (*Pratylenchus penetrans*) en vrijlevende aaltjes uit de genera *Trichodorus* en *Paratrichodorus*, maar ook het klavercysteaaltje (*Heterodera trifolii*) en wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne spp.*) geven problemen. Omdat deze aaltjes een brede waardplantenreeks kennen is het probleem niet of nauwelijks met vruchtwisseling te verminderen. Resistentie in klover zou een oplossing kunnen bieden voor het aaltjesprobleem in de biologische teelt. De verwachting is dat dit slechts tot een gedeeltelijke oplossing zal leiden, omdat resistentie tegen het ene aaltje niet automatisch leidt tot resistentie tegen het andere aaltje.

1.3 Vragen

1. Zijn er klaverrassen beschikbaar in Nederland of in het buitenland met aaltjesresistentie?
2. Als er rassen beschikbaar zijn in het buitenland kunnen deze rassen dan ook in Nederland worden geteeld?
3. Heeft klaververedeling op aaltjesresistentie perspectief?
4. Zijn er alternatieve gewassen denkbaar voor klover?
5. Welke aanbevelingen kunnen gedaan worden voor de toekomst?

2. Klaver in de biologische landbouw

2.1 Het belang van klaver

In de biologische en gangbare landbouw wordt klaver gebruikt in gras-klavermengsels voor weides, als groenbemester en op kleine schaal nog als voedergewas.

Klavers zijn vooral interessant door hun vermogen om atmosferische stikstof te binden, via symbiose met de bacterie *Rhizobium trifolii*, waarbij wortelknolletjes worden gevormd. Het is daarom niet nodig om ze met stikstof te bemesten. De stikstofbinding van witte klaver is zelfs zo effectief dat een eventuele dekvrucht of volgteelt ervan kan profiteren en dus minder stikstofbemesting nodig heeft. Bovendien is de grascomponent van een gras-klavermengsel minder vatbaar voor roest dan een grasmengsel zonder klaver (De Wit *et al.*, 2004a). Klavers hebben een relatief klein wortelstelsel en stellen daardoor wel hoge eisen aan de kali-, fosfaat- en kalktoestand van de bodem. Vooral op zandgronden kan een kalkbemesting de opbrengst verhogen (Timmer *et al.*, 2004). De oorzaak is waarschijnlijk dat de grond bij lage pH minder *Rhizobium*-bacteriën bevat, de *Rhizobium*-stammen mist die optimaal stikstof kunnen binden, en dat bij lage pH de infectie van de wortel door de *Rhizobium*-bacteriën ook minder goed verloopt (De Wit *et al.*, 2004a).

2.1.1 Gras-klavermengsels in de weidebouw

Het totale weideareaal in Nederland is circa 1 miljoen hectare groot, verdeeld over circa 60 000 bedrijven. Ongeveer driekwart is blijvend grasland. De rest is tijdelijk grasland, ook wel kunstweide genoemd. Er zijn geen statistieken over gras-klaverarealen beschikbaar, zodat niet bekend is hoeveel van het totale areaal uit gras-klaverweides bestaat. Veengronden, die naar schatting 20% van het areaal beslaan, zijn niet geschikt voor klaver. Ook andere omstandigheden zoals te droge of juist te natte grond maken een deel van het weideareaal ongeschikt voor klavers. Door deze beperkingen is in Nederland naar schatting 600 000 hectare geschikt voor gras-klavermengteelt. Het gangbare gras-klaverareaal in Nederland werd in 2000 geschat op 40 000 hectare (Corré & Pinxterhuis, 2000), maar zal inmiddels zijn toegenomen omdat door MINAS veel gangbare veehouders klavers hebben opgenomen in hun bouwplan.

Van het weideareaal is 25 100 hectare, ofwel 2,5 %, biologisch (Eko Monitor; Anonymus, 2004), verdeeld over circa 800 bedrijven (CBS cijfers 2004). Het merendeel, 18 200 hectare, is blijvend grasland (CBS cijfers 2004). Dit biologische areaal is zo veel mogelijk ingezaaid met gras-klavermengsels, maar hoeveel precies is niet bekend.

2.1.2 Akkerbouwmatige teelt van klavers als groenbemester of voedergewas

Het totale areaal biologische akkerbouw was in 2004 13 800 ha groot (EKO Monitor; Anonymus, 2004). Naar schatting wordt slechts 4%, ruim 600 hectare, gebruikt voor de vlinderbloemige groenbemesters rode klaver, witte klaver, Perzische klaver en wikke (Wijnands *et al.*, 2003). Het areaal gangbare klavers als groenbemesters in de akkerbouw wordt niet geregistreerd, maar is veel kleiner dan het gras/klaver-weideareaal. Timmer *et al.* (2004) schatten het op slechts 300 hectare.

Voor de teelt van voedergewassen worden in Nederland vooral luzerne en gras-klavermengsels gebruikt. Ongeveer 35 % van het bedrijfsoppervlak van biologische bedrijven in de akkerbouw en vollegrondsgroententeelt wordt gebruikt om voedergewassen te telen (Wijnands & Holwerda, 2003; Wijnands *et al.*, 2005). Dit zijn grotendeels voedergranen, zodat de vlinderbloemige voedergewassen naar schatting niet meer dan 12-16% beslaan (W. Sukkel, pers. med.). Het areaal klavers als voedergewas wordt niet geregistreerd.

2.2 De verschillende klaversoorten

In de biologische landbouw worden verschillende klaversoorten gebruikt voor verschillende doeleinden (Tabel 2.1). Witte klaver is verreweg de belangrijkste klaversoort; rode klaver komt op de tweede plaats. Naast witte en rode klaver worden nog 20 andere *Trifolium*-soorten als groenbemester en/of groenvoedergewas geteeld (Williams, 1987a). Naast deze klaversoorten zijn nog verschillende andere plantensoorten in gebruik, die vaak wel klaver heten, maar niet tot het geslacht *Trifolium* behoren. Dit zijn rolklaver (*Lotus corniculatus*), hopperupsklaver (*Medicago lupulina*), steenklaver (*Onobrychis sativa*), honingklaver (*Melilotus alba*) en hoornklaver (*Trigonella foenumgraecum*). In dit rapport blijven deze andere klaversoorten buiten beschouwing.

In gebieden met een ander klimaat vervullen andere vlinderbloemigen de rol van rode en witte klaver. Voorbeelden zijn luzerne (*Medicago sativa*) in Zuid-Europa, Alexandrijnse klaver (*Trifolium alexandrinum*) in Egypte en de melkwikke (*Astragalus adsurgens* en *A. sinicus*) in China en Japan (Zoebl, 1995).

Tabel 2.1. Klaversoorten die voor deze studie relevant zijn (Cie Samenstelling Rassenlijst Landbouwgewassen, 2004).

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Toepassing in Nederland	Engelse naam
Witte weideklaver	<i>Trifolium repens</i> L.	Grasklaver-mengsels in grasland	White clover
Witte cultuurklaver	<i>Trifolium repens</i> L.	Voedergewas, groenbemester	White clover
Grootbladige witte klaver	<i>Trifolium repens</i> L.	Voedergewas, groenbemester	Ladino clover
Rode klaver	<i>Trifolium pratense</i> L.	Voedergewas, groenbemester	Red clover
Bastaardklaver	<i>Trifolium hybridum</i> L.	Groenbemester	Alsike clover
Inkarnaatklaver	<i>Trifolium incarnatum</i> L.	Nagenoeg niet gebruikt	Crimson clover
Alexandrijnse klaver	<i>Trifolium alexandrinum</i> L.	Dekvrucht voor luzerne	
Perzische klaver	<i>Trifolium resupinatum</i> L.	Groenbemester	Persian clover
Ondergrondse klaver	<i>Trifolium subterraneum</i> L.	Niet gebruikt	Subterranean clover

Witte klaver (*Trifolium repens*) is in Nederland inheems. Het wordt in de biologische landbouw gebruikt in gras-klavermengsels en als groenbemester en voedergewas. Het kan op vrijwel alle grondsoorten worden verbouwd mits de pH minimaal 4,5 is. Het is geschikt voor inzaai onder dekvruucht. De uitlopers (stolonen) van witte klaver kruipen over de grond, zodat de gewashoogte beperkt is tot de lengte van de bladstelen. Witte klaver is in grasland vooral gewenst vanwege de levering van stikstof aan het gras. Voor biologische bedrijven is de aanwezigheid van klaver in het grasland van groot belang voor het verkrijgen van voldoende ruwvoer. Witte klaver is de beste stikstofbinder onder de klavers; de droge-stofproductie van deze soort blijft echter achter bij die van de andere klavers. Witte klaver levert 2 ton bovengrondse droge stof per hectare bij teelt als groenbemester (Timmer *et al.*, 2004), en 1-8 ton bovengrondse droge stof per hectare bij weidebouw (N. van Eekeren, pers. med.).

Witte klaver in het grasland bevordert ook de smakelijkheid van het gewas waardoor een hoge ruwvoeropname kan worden bereikt. Een te hoog aandeel witte klaver is echter ongunstig uit het oogpunt van een gelijkmatige graslandproductie over het seizoen, stikstofverliezen en diergezondheid. Een droge-stofaandeel van 30 tot 50% witte klaver in het gewas is optimaal voor een goede productie. Een evenwichtig aandeel, vooral ook gedurende een langere periode is vaak moeilijk te realiseren. Het effect van witte klaver op de opbrengst is het grootst bij een lage stikstofbemesting. Boven 250 kg N per hectare is het effect gering (Cie Samenstelling Rassenlijst Landbouwgewassen, 2004).

Rode klaver (*Trifolium pratense*) is een inheemse, grove, diepwortelende klaversoort met stevige opgaande stengels, grote bladeren, rode bloemen en grote zaden. De plant vormt geen uitlopers. De toepassingsmogelijkheden van rode klaver liggen vooral op de biologische bedrijven. In de gangbare landbouw wordt het nauwelijks

meer gebruikt als voedergras. Wel wordt het soms geteeld als stoppelgras voor groenbemesting. Rode klaver vestigt zich snel en wordt in toenemende mate toegevoegd aan gras-klavermengsels met witte klaver, om een voldoende groot klaveraandeel in de eerste jaren te garanderen (Van Eekeren, 2000a). Rode klaver stelt minder eisen aan de bodemvruchtbaarheid dan witte klaver (De Wit *et al.*, 2004a). Een geschikt mengsel is 5-6 kg rode klaver, 3 kg witte klaver en 25-35 kg graszaad (Van Eekeren, 2000b). Rode klaver kan daarnaast als hoofdgewas (voedergras), als stoppelgras (vroegbloeiende rassen) en onder dekvrucht (laatbloeiende rassen) gezaaid worden. Rode klaver heeft een hogere droge-stofproductie dan witte klaver, ruim 2,5 ton per hectare bij teelt als groenbemester (Timmer *et al.*, 2004) en tot 10 ton drogestof per hectare bij teelt als voedergras (N. van Eekeren, pers. med.), maar is aanzienlijk minder winterhard (Timmer *et al.*, 2004). Het is slechts matig bestand tegen begrazing en is na 1 tot 4 jaar meestal grotendeels verdwenen uit een weide (De Wit *et al.*, 2004a). Rode klaver is voor de meeste grondsoorten geschikt, met uitzondering van natte stugge klei en lichte zand- en dalgronden. Op zandgrond mag de pH niet lager zijn dan 5,0 (Timmer *et al.*, 2004).

Perzische klaver en Alexandrijnse klaver zijn soorten uit het Midden Oosten en het Middellandse Zeegebied en hebben een wat hogere temperatuurbehoefte dan witte en rode klaver.

Perzische klaver (*Trifolium resupinatum*) is een eenjarige soort met rozerode bloemen en dikke holle stengels. Perzische klaver wordt in de biologische akkerbouw wel gebruikt als groenbemester voor niet te vroege uitzaai onder wintertarwe. Het is een vorstgevoelig gewas (Timmer *et al.*, 2004). Bij vroeg zaaien onderdrukt deze klaver de groei van de dekvrucht; ook bij teelt van tarwerassen met kort stro kan deze klaver nadelig zijn. Het gewas kan op alle grondsoorten geteeld worden. Perzische klaver is na witte klaver de beste stikstofbinder onder de klavers; in combinatie met de droge-stofproductie van 4 ton per hectare bij teelt als groenbemester, kan de stikstofopbrengst van het gewas heel hoog zijn (Timmer *et al.*, 2004).

Alexandrijnse klaver (*Trifolium alexandrinum*) is een eenjarige, witbloeiende klaver die wat op luzerne lijkt. Het wordt wel gezien als het witbloeiende broertje van Perzische klaver. Er zijn rassen voor meersnedige en eensnedige teelt. Meersnedige rassen als 'Carmel' zijn trager en bloeien later dan eensnedige rassen zoals 'Tabor'; bij zaaien omstreeks half juli en niet te laat maaien geven ze een behoorlijke hergroei, terwijl eensnedige rassen geen hergroei hebben. Voor zand- en dalgronden worden eensnedige rassen aangeraden (Cie Samenstelling Rassenlijst Landbouwgewassen, 2004). In de biologische landbouw wordt bij een voorjaarsinzaai vooral 'Tabor' gebruikt als dekvrucht voor luzerne. Het geeft dan een snelle groei van de eerste snede waardoor onkruid beter onderdrukt wordt (De Wit *et al.*, 2004a).

Inkarnaatklaver (*Trifolium incarnatum*) is een eenjarige, roodbloeiende klaver die vorstbestendig is en in de biologische landbouw soms wordt ingezaaid in weidemengsels voor tijdelijk grasland. Het heeft een snelle beginontwikkeling en daardoor een goede onkruidonderdrukkende werking. Inkarnaatklaver is een goede drachtplant voor bijen.

Bastaardklaver (*Trifolium hybridum*) wordt in Nederland weinig meer gebruikt. Het kan worden gebruikt in plaats van rode klaver op gronden waar rode klaver niet wil groeien omdat de grond te nat en/of te zuur is, of een slechte structuur heeft.

Ondergrondse klaver (*Trifolium subterraneum*) wordt niet in Nederland toegepast. Men heeft ermee geëxperimenteerd in mengteelt met prei en met snijmaïs als dekvrucht, maar de groei was te langzaam en de onkruidonderdrukking was te gering.

2.3 Rassen van klaver

Klaver is geen 'actueel' gewas in de commerciële veredeling. Dat blijkt uit het feit dat er bij het Europese rassenregister geen lopende aanvragen zijn voor nieuwe toelatingen.

Binnen de soort **witte klaver** worden drie ondersoorten onderscheiden: witte weideklaver, een kort blijvend, uitstoelend type; witte cultuurklaver, een hoger opgaand, minder uitstoelend type en grootbladige witte klaver. Voor de biologische landbouw wordt witte cultuurklaver als meest bruikbaar type gezien (De Wit *et al.*, 2004a). Grootbladige witte klaver is minder standvastig en minder winterhard dan de andere twee ondersoorten (Cie Samenstelling Rassenlijst Landbouwgewassen, 2004). Witte cultuurklaver en grootbladige witte klaver worden voor groenbemesting en voederwinning geteeld, witte weideklaver in weidemengsels (Timmer *et al.*, 2004). De eigenschappen waarop nieuwe witte-klaverrassen voor gras-klavermengsels worden beoordeeld, zijn concurrentievermogen, standvastigheid, winterhardheid, blauwzuurvormend vermogen, resistentie tegen klaverkanker (*Sclerotinia trifoliorum*) en opbrengst. Resistentie tegen aaltjes komt in het rijtje niet voor (Cie Samenstelling Rassenlijst Landbouwgewassen, 2004).

In de Nederlandse rassenlijst¹ van 2005 staan zeven rassen voor witte cultuurklaver: 'Retor' (1966), 'Merwi' (1983), 'Alice' (1985), 'Riesling' (1995), 'Ramona' (1996) en de nieuwe rassen 'Alberta' en 'Tasman' die in 2004 voor het eerst waren opgenomen. Voor witte weideklaver zijn drie rassen beschreven: 'Pertina' (1940), 'Barbian' (1960) en 'Rivendel' (1993) en voor grootbladige witte klaver één ras: 'Aran' (1986).

Er zijn van **rode klaver** zowel diploïde als tetraploïde rassen. De tetraploïden hebben in het algemeen groot blad en vrij grove stengels. Ze geven een goede grondbedekking en zijn beter wintervast dan de diploïden. De diploïden daarentegen hebben een betere persistentie. Voor rode klaver als hoofdgewas zijn een vlugge ontwikkeling en voldoende winterhardheid en standvastigheid vereist (Cie Samenstelling Rassenlijst Landbouwgewassen, 2004). Rode klaver kent veel ondersoorten. De rassen die momenteel het meest worden ingezaaid behoren tot de ondersoort 'Europese cultuurklaver' (De Wit *et al.*, 2004b). De rassenlijst bevat twee tetraploïde rassen van rode klaver: 'Barfiola' (1972) en 'Rotra' (1974). Twee diploïde rassen die niet in de Nederlandse rassenlijst staan, maar toch veel worden gebruikt, zijn 'Violetta' en 'Merviot' (De Wit *et al.*, 2004b).

De andere klaversoorten komen niet in de nationale rassenlijst voor.

Slechts drie van de klaverrassen in de rassenlijst, de witte-klaverrassen 'Riesling', 'Alberta' en 'Tasman', zijn van recente datum en vallen nog onder het kwekersrecht. De andere rassen zijn niet meer beschermd, doordat het kwekersrecht inmiddels is vervallen.

In het Europese rassenregister² staan slechts enkele klaverrassen, vier van witte klaver, twee van rode klaver en één van inkarnaatklaver. De 'Gemeenschappelijke rassenlijst voor landbouwgewassen'³ (Europese Commissie, 2005a) bevat veel meer klaverrassen, waaronder ook veel rassen waarvoor het kwekersrecht is verlopen of nooit is aangevraagd, zoals sommige landrassen. De overgrote meerderheid van deze rassen wordt alleen lokaal gebruikt en is voor de Nederlandse landbouw niet relevant. Deze rassen kunnen wel interessant zijn als uitgangsmateriaal voor de ontwikkeling van nieuwe rassen. Per 11-8-2005 (Europese Commissie 2005 a-f) bevatte de Gemeenschappelijke rassenlijst 116 rassen van witte klaver (*T. repens*), 168 van rode klaver (*T. pratense*), 35 van Alexandrijnse klaver (*T. alexandrinum*), 16 van bastaardklaver (*T. hybridum*), 29 van inkarnaatklaver (*T. incarnatum*) en 26 van Perzische klaver (*T. resupinatum*).

Ondergrondse klaver (*T. subterraneum*) is in Europa (nog) niet van belang en komt dan ook niet voor in de Gemeenschappelijke rassenlijst.

De rassen die op dit moment kwekersrecht hebben en door het Europese rassenregister en/of de Nederlandse rassenlijst worden aanbevolen, zijn afkomstig van acht commerciële kweekbedrijven in Nederland (Barenbrug en Advanta/Limagrain), Duitsland (Euro Grass Breeding GMBH), Denemarken (DLF Trifolium/Cebeco Seeds), Zweden

¹ De Nederlandse rassenlijst bevat de 'Nationale lijst', waarin de *aanbevolen* rassen beschreven worden. Opname in deze lijst betekent dat zaai zaad van een ras in Nederland in de handel mag worden gebracht.

² In het Europees rassenregister (<http://www.cpvo.eu.int>) staan alle rassen die *kwekersrechtelijk beschermd* zijn, en het Europees cultuur- en gebruikswaardeonderzoek met goed gevolg hebben doorlopen.

³ Het Europese rassenregister vormt samen met de toelatingen in de lidstaten de 'Gemeenschappelijke rassenlijst voor landbouwgewassen' (Europese Commissie 2005a) waarin alle rassen staan die in Europa in de handel mogen worden gebracht.

(Svalöf-Weibull), Ierland (Germinal Holdings Ltd), het Verenigd Koninkrijk (PBISeeds/RAGT) en Nieuw Zeeland (Grasslanz Technology Ltd). Daarnaast zijn er rassen van drie publieke onderzoeksinstituten in Frankrijk (INRA), België (Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek (CLO) in Gent/Melle) en Nieuw Zeeland (AgResearch). Deze bedrijven en instellingen werken allemaal aan grassen en daarom ook aan klavers. Er zijn geen veredelingsbedrijven die zich uitsluitend op klaver richten.

Klaverrassen voor teelt in Nederland worden voor de gangbare sector veredeld. Er is nog geen sprake van biologische rassen, wel van biologisch zaad van gangbare rassen, die in de gangbare rassenlijst worden beschreven. De EU schrijft voor dat de biologische landbouw gebruik moet maken van biologische zaden indien hiervan voldoende beschikbaar is. Sinds 1 januari 2005 is dat het geval voor rode klaver. Skal geeft dus geen ontheffing meer om gangbaar zaad te gebruiken. Voor witte klaver is nog wel ontheffing mogelijk. Voor Alexandrijnse klaver en Perzische klaver geldt een algemene ontheffing. De rassen waarvan biologisch zaad beschikbaar is worden bijgehouden in de database www.biodatabase.nl.

Het Louis Bolk Instituut (LBI) heeft onderzoek gedaan naar toepassing van klavers in gras-klavermengsels onder biologische omstandigheden. De conclusie was dat de rassen van witte cultuurklaver die in de gangbare landbouw het meest worden gebruikt, 'Riesling' voor klei en 'Alice' voor zand/veen, ook onder biologische omstandigheden goed presteren (Van Eekeren, 2001). Ook het ras 'Aran' wordt geadviseerd (Van Eekeren, 2000b). Voor zand/veen komt ook 'Aberherald' in aanmerking; dit ras staat echter sinds 2005 niet meer in de Nederlandse rassenlijst. Rassen van witte weideklaver worden niet genoemd (Van Eekeren, 2001). Van rode klaver worden de rassen 'Barfiola', 'Rotra' of 'Merviot' aanbevolen (Van Eekeren, 2000b). Voor witte klaver worden in de biologische sector de rassen 'Alice', 'Aberherald' en 'Riesling' het meest gebruikt. Voor rode klaver zijn dat 'Rotra', 'Merviot', 'Violetta' en 'Barfiola' (De Wit *et al.*, 2004b).

Op het Praktijkcentrum Aver Heino heeft van 2001 tot 2004 een proef met witte-klaverrassen gelegen, met een biologisch beheer, dus zonder kunstmest. Mede op basis van deze gegevens zijn in 2004 twee nieuwe rassen van witte klaver op de rassenlijst geplaatst (Visscher, 2004): 'Alberta' en 'Tasman' (Cie Samenstelling Rassenlijst Landbouwgewassen, 2002 en 2004).

Op dit moment (december 2005) staan in www.biodatabase.nl zeven rassen rode klaver en een ras witte klaver. Dit zijn andere rassen dan door het LBI worden geadviseerd. Van Eekeren (2004) meldde dat in de markt echter vaak wel zaad van de geadviseerde rassen verkrijgbaar was. De database is namelijk niet altijd volledig. Eind 2004 betrof dit de witte-klaverrassen 'Alice', 'Riesling', 'Albert' en 'Retor' en de rode-klaverrassen 'Merviot', 'Maro', 'Rajah' en 'Titus'.

2.4 Veredeling van klaver

Klavers behoren binnen de vlinderbloemigen (Fabaceae, voorheen Papilionaceae of Leguminosae) tot het geslacht *Trifolium*, een groot en wereldwijd verspreid plantengeslacht met ruim 200 verschillende soorten. Het geslacht is oorspronkelijk afkomstig uit het Middellandse-Zeegebied en is nauw verwant aan *Medicago* en *Melilotus* (Williams, 1987a).

De vermeerdering van klaver kan zowel vegetatief, via de vorming van uitlopers of stolonen, als generatief verlopen. Rode klaver vormt geen stolonen en kan zich alleen via zaad vermeerderen. Klaverzaden kunnen jarenlang in de bodem in leven blijven

Klavers zijn kruisbevruchters waarvan de bestuiving plaatsvindt door insecten. Klavergenotypen zijn daardoor sterk heterozygoot. In de veredeling dient men inteelt te vermijden omdat dit erg nadelig is voor de groei van de planten. Rassen van klaver zijn daarom veelal synthetische populaties opgebouwd uit meerdere families en geen zuivere lijnen zoals bij erwten of bruine bonen (Williams, 1987b). Witte klaver heeft een gametofytisch systeem van zelfincompatibiliteit, dat echter bij temperaturen boven 30 °C niet meer werkt. Ook komen volledig zelfcompatibele

genotypen van nature voor. Het is daarom in principe mogelijk voor veredelingsdoeleinden inteeltlijnen te maken (Williams, 1983).

De meeste *Trifolium*-soorten hebben 16 vrij kleine chromosomen en in vergelijking met andere plantensoorten een klein genoom. Polyploidie komt maar weinig voor, maar wel zijn enkele belangrijke soorten polyploid, zoals witte klaver (*T. repens*) die tetraploid is en 32 chromosomen heeft (Williams, 1987a). Witte klaver gedraagt zich genetisch als een functionele diploid met een meiose met uitsluitend bivalentvorming en disome overerving (Williams, 1983).

De genenbank van het CGN in Wageningen beheert een klavercollectie van 147 ecotypes en rassen van *Trifolium pratense* en 55 van *Trifolium repens* uit Nederland en centraal Azië. Deze collectie is een goed uitgangspunt voor selectie van resistentie binnen witte en rode klaver. Diverse genenbanken elders beheren collecties van wilde *Trifolium*-soorten.

Tabel 4.1. Kruisbaarheid van wilde *Trifolium*-soorten met witte klaver (*T. repens*) en rode klaver (*T. pratense*). Uit Kazimierski et al., 1972.

	Kruisbaarheid met <i>repens</i>	Kruisbaarheid met <i>pratense</i>		Kruisbaarheid met <i>repens</i>	Kruisbaarheid met <i>pratense</i>
<i>alexandrinum</i>	onbekend	nee	<i>melchianum</i>	nee	nee
<i>alpestre</i>	nee	nee	<i>montanum</i>	nee	ja
<i>arvense</i>	nee	onbekend	<i>petriasovii</i>	nee	onbekend
<i>carmeli</i>	nee	nee	<i>pratense</i>	nee	ja
<i>clypeatum</i>	onbekend	nee	<i>purpureum</i>	onbekend	nee
<i>desvauxii</i>	nee	nee	<i>rubens</i>	nee	nee
<i>formosum</i>	onbekend	nee	<i>scabrum</i>	nee	onbekend
<i>hirtum</i>	nee	nee	<i>spumosum</i>	onbekend	nee
<i>hybridum</i>	nee	onbekend	<i>squarrosum</i>	onbekend	nee
<i>isthmocarpum</i>	ja	nee	<i>tumens</i>	nee	nee
<i>medium</i>	nee	ja	<i>xerocephalum</i>	ja	nee
<i>lappaceum</i>	onbekend	nee			

De kruisbaarheid van de verschillende soorten uit het geslacht *Trifolium* is over het algemeen slecht. Slechts weinig soorten zijn echt kruisbaar met de belangrijkste cultuurklavers. De verschillende soorten worden in de taxonomische literatuur ingedeeld in secties, waartussen nauwelijks kruisingen mogelijk zijn. Kazimierski et al. (1972) geven een tamelijk volledig overzicht. Witte klaver (*T. repens*) wordt in de sectie *Amoria* gegroepeerd met *T. ambiguum* en *T. hybridum*, terwijl rode klaver (*T. pratense*) samen met *T. medium* en *T. alexandrinum* tot de sectie *Trifolium* behoort (Mousset-Déclas, 1990).

Trifolium repens is niet kruisbaar met *T. alexandrinum*, *T. hybridum*, *T. incarnatum*, *T. pratense* en *T. subterraneum*, maar wel met *T. ambiguum* en *T. hybridum* (Williams, 1987a) en met *T. uniflorum*, *T. nigrescens* en *T. occidentale* (Williams, 1983). Vooral *T. ambiguum* x *T. repens* is een veelgebruikte kruising. *Trifolium pratense* is kruisbaar met *T. alpestre*, *T. diffusum*, *T. medium*, *T. pallidum* en *T. resupinatum* (Mousset-Déclas, 1990).

Door toepassing van technieken als embryocultuur en protoplastenfusie kunnen weliswaar meer soortbarrières worden doorbroken en kan ca. 10% van alle ca. 250 *Trifolium*-soorten met witte of rode klaver worden gekruist (Mousset-Déclas, 1990). Moeilijke kruisingen kunnen soms lukken wanneer men chromosoomverdubbeling toepast op de kruisingsouders (Williams, 1987a). Deze technieken worden in de biologische landbouw echter niet geaccepteerd en bieden in dit geval dus geen oplossing.

3. Aaltjes in klaver

3.1 Problemen met aaltjes in de verschillende klavers

Veel van de plantparasitaire aaltjessoorten vermeerderen zich sterk op klavers. Dit geeft veel problemen in de biologische landbouw (Wijnands & Kroonen-Backbier, 2002). Het lijkt er wel op dat op goed beheerde biologische gronden de aaltjesproblematiek vaak wat minder heftig is en extremen in aantasting en schade minder voorkomen (W. Sukkel, pers. med.).

Bij toepassing van klavers als vlinderbloemige groenbemesters veroorzaken de aaltjes problemen in de volgteelten. Die problemen zijn belangrijker dan de schade die de klavers zelf door de aaltjes lijden. Wanneer tijdelijke gras-klaverweides in rotatie worden gelegd met akkerbouwgewassen speelt ook de schade in volgteelten een rol (Wijnands & Kroonen-Backbier, 2002).

Op zand- en zavelgronden tot 20 % afslibbaar hebben vooral vrijlevende wortelaaltjes (Trichodoriden), wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne hapla* en *M. chitwoodi*) en het wortellesieaaltje (*Pratylenchus penetrans*) een negatieve invloed op opbrengst en kwaliteit. Op gronden zwaarder dan 30 % afslibbaar zijn vooral cysteaaltjes (*Heterodera trifolii*) en stengelaaltjes (*Ditylenchus dipsaci*) van belang (Molendijk, 2003). Vooral op zand- en zavelgronden is de keuze van groenbemesters maatwerk (Van Leeuwen-Haagsma & Schröder, 2003).

In de weidebouw zorgen aaltjes voor minder problemen dan in de akkerbouw. Hier is het klavercysteaaltje het belangrijkste en komt het stengelaaltje op de tweede plaats. De andere aaltjessoorten worden niet genoemd in de beschikbare publicaties over weidebouw.

Witte klaver is gevoelig voor schade veroorzaakt door het klavercysteaaltje (*Heterodera trifolii*) en in iets mindere mate door het gele bietencysteaaltje (*H. trifolii* f. sp. *beta*). De eerste komt vooral voor op bedrijven die langdurend grasland met klaver in rotatie hebben (Timmer *et al.*, 2004). Het gele bietencysteaaltje wordt vooral aangetroffen op de zandgronden en de lichtere zavelgronden. Ook wortellesieaaltjes (*Pratylenchus* spp.), waaronder het gewoon wortellesieaaltje (Van Beers *et al.*, 2003), kunnen tot groeiremming van witte klaver leiden. Vooral op de zandgronden kan dit problemen veroorzaken. Witte klavers bouwen hoge dichtheden op van verschillende wortelknobbelaaltjes, wortellesieaaltjes, vrijlevende wortelaaltjes en ook het tabaksratelvirus dat door deze aaltjes wordt overgebracht (Timmer *et al.*, 2004). De bovengrondse delen van witte klaver kunnen worden aangetast door het stengelaaltje.

Rode klaver kan evenals witte klaver worden aangetast door het klavercysteaaltje en het stengelaaltje. Van andere aaltjes in rode klaver, zoals wortelknobbelaaltjes, wortellesieaaltjes en Trichodoriden, is niets bekend (Timmer *et al.*, 2004).

Alexandrijnse klaver en Perzische klaver zijn goede waardplanten voor het gewoon wortellesieaaltje (*Pratylenchus penetrans*) en de wortelknobbelaaltjes *Meloidogyne chitwoodi*, *M. fallax* en *M. hapla*. (Van Beers *et al.*, 2003). Ze bouwen evenals witte klaver hoge dichtheden op van het noordelijk wortelknobbelaaltje en van wortellesieaaltjes, maar vermeerderen Trichodoriden slecht; wel vermeerderen ze het tabaksratelvirus (Timmer *et al.*, 2004).

3.2 Beschrijving van de klaveraaltjes

In deze paragraaf worden de verschillende aaltjessoorten beschreven die bij de biologische teelt van klaver in Nederland van belang zijn. Van iedere soort wordt een korte beschrijving gegeven, waarna de waardplantspecificiteit wordt belicht. De waardplantspecificiteit is relevant voor aaltjesresistentie omdat het voor aaltjes met een brede waardplantenreeks niet alleen belangrijker is om resistente rassen in te kunnen zetten, maar ook moeilijker is om goede resistenties te vinden. De aaltjes die door klavers worden vermeerderd verschillen nogal in specificiteit. De

cysteaaltjes zijn het meest specifiek, stengelaaltjes, wortelknobbelaaltjes, wortellesieaaltjes en vrijlevende aaltjes echter hebben veel bredere waardplantenreeksen. Waardplantenreeksen van aaltjes worden beschreven op www.digitaal.nl.

3.2.1 Het stengelaaltje, *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev

Het stengelaaltje *Ditylenchus dipsaci* is al bekend als parasiet van rode klaver sinds het begin van de 19^e eeuw. Het is een endoparasitair aaltje, wat wil zeggen dat het binnen in de waardplant leeft, in dit geval in stengelparenchym. Het volwassen aaltje is 1 tot 1,3 mm groot en bezit een voedingsstekel. De vermeerdering verloopt strikt geslachtelijk. Een vrouwtje kan tot 500 eieren leggen. De levenscyclus duurt bij 15 °C 19-23 dagen. De eieren worden in de plant gelegd en het aaltje verspreidt zich middels larven van het 4^e stadium, die onder natte omstandigheden de moederplant verlaten en zich via de grond naar andere planten verplaatsen. Ze scheiden een stof af die de huidmondjes van klaverzaailingen wijd open doen gaan, zodat ze kunnen binnendringen in de stengels. In het parenchym van de plant scheiden ze bepaalde enzymen (pectinases) af, waardoor de middenlamellen van de parenchymcellen oplossen en de parenchymcellen los van elkaar komen te liggen en een ronde vorm aannemen. De aaltjes kunnen zich tussen deze losse cellen vrijelijk verplaatsen. Aan de buitenkant van de plant wordt een zwelling zichtbaar aan de basis van de stengel. In een later stadium vertoont een geïnfecteerde plant bossige groei met verkorte stengels, kleinere blaadjes, opgezwollen en geribde bladstelen en stengelzwellingen onder de bloemhoofdjes (Skipp & Gaynor, 1987). In deze zwellingen kunnen zich bij 15-18 °C na 160 dagen, wanneer de populatie een maximum bereikt, per 3 cm stengel wel 10 000 aaltjes bevinden (Griffith *et al.*, 1997). Aangetaste planten vormen minder stolonen en gaan uiteindelijk dood, waardoor kale plekken ontstaan in het tweede of derde jaar na zaaien. Bij herfstzaai kunnen de zaailingen zwaar worden aangetast en daardoor worden verdrongen door de grascomponent van het gras-klavermengsel. Ook in gevestigde gras-klaverzodes kan het stengelaaltje de klaver zodanig verzwakken dat ze door de grascomponent wordt weggeconcentreerd (Skipp & Gaynor, 1987).

Onder ongunstige omstandigheden kunnen de larven van het vierde stadium in de grond of de dode moederplant in een ruststadium overgaan en zeker 20 jaar infectieus blijven. Ze kunnen worden verspreid door stromend water (hellingen) of met besmette grond en plantenresten die door de wind of via machines worden vervoerd. De larven kunnen zich ook aan klaverzaden hechten en daar in rust gaan, zodat zaadpartijen een bron van besmetting kunnen vormen (Skipp & Gaynor, 1987).

Het stengelaaltje heeft een zeer brede waardplantenreeks die minstens 450 soorten omvat, waaronder uien, knoflook, peen, erwten, veldboon, aardappel, biet, koolraap, rogge, haver, luzerne, rode en witte klaver en hybride klaver. De schadedrempel is afhankelijk van de waardplant en ligt voor uien en rogge bij een dichtheid van 10 larven per 500 gram grond (Skipp & Gaynor, 1987). Het stengelaaltje kent weliswaar 11 biotypen die elk hun eigen, kleinere waardreeksen hebben, zodat rotatie in principe een manier zou zijn om het stengelaaltje van klaver te onderdrukken. Dit zou vooral goed werken op lichtere gronden. Daarvoor is het echter noodzakelijk te weten welk biotype aanwezig is om geschikte soorten te kunnen kiezen, en hier zit het probleem. Het biotype kan alleen met bewerkelijke en onnauwkeurige biotoetsen worden bepaald. De waardplantenreeksen van de 11 biotypen vertonen flinke overlap en de biotypen kunnen ook onderling kruisen, wat het onderscheid tussen de biotypen extra bemoeilijkt. Luzerne, witte en rode klaver worden door verschillende biotypen aangetast.

Het enige advies dat nu in geval van besmetting wordt gegeven is geen vlinderbloemigen meer te telen en ook met schadegevoelige gewassen als uien weg te blijven (L. Molendijk, pers. med.).

3.2.2 Het klavercysteaaltje, *Heterodera trifolii* Goffart

Het klavercysteaaltje is voor het eerst beschreven op rode klaver maar wordt vooral beschouwd als plaag van witte klaver. De meeste Nederlandse gras-klaverweides zijn met dit aaltje besmet, maar de meningen over de mate van schade variëren. Cysteaaltjes infecteren de wortels van de plant, wat leidt tot groeiremming van de bovengrondse delen. Dit leidt tot opbrengstvermindering. Ook daalt het eiwitgehalte in het gewas. Aantastingen in gevestigde gras-

klavermengsels kunnen leiden tot het verdwijnen van de klavercomponent. Ook zaailingen van klaver kunnen afsterven na infectie door klavercysteaaltjes. Zaailingen zijn aanzienlijker gevoeliger voor schade door dit aaltje dan volwassen planten (Skipt & Gaynor, 1987). Een heringezaaide grasklaverweide op zandgrond zonder een klaver-historie bouwde in de loop van 3 tot 4 jaar een volledige besmetting op. In gevestigde klaverbestanden kan het klavercysteaaltje de productie nadelig beïnvloeden. In oudere graslanden kan de aanwezigheid van het klavercysteaaltje zichtbaar worden als zogenaamde heksenkringen van witte klaver. In het centrum van de heksenkring is de klaver door het aaltje volledig verdwenen; aan de randen is de klaver nog niet besmet (De Wit *et al.*, 2004a). Klavercysteaaltjes vormen in de akkerbouwrotatie geen probleem (L. Molendijk, pers. mededeling).

Van Eekeren (Van Eekeren & Bommelé, 2004; Van Eekeren *et al.*, 2004) schatten in dat de schade van het klavercysteaaltje in Nederlandse gras-klaverpercelen voornamelijk beperkt is, op basis van een steekproef van 48 biologische gras-klaverpercelen van 8 BIOVEEM-bedrijven op zandgrond. Bij matige besmettingen (300-900 eieren en/of larven per 100 g grond) en hoger moet rekening worden gehouden met schade aan klaver. In de steekproef was ongeveer een derde deel van de percelen matig tot zwaar besmet. Dit percentage verschilde nogal tussen de bedrijven. Op slechts 11% van de besmette percelen werd de schadedrempel voor klaverzaailingen van 2000 eieren en/of larven per 100 g grond (Plowright, 1985) overschreden. Pas bij dichtheden boven 4000 eieren en/of larven per 100 g grond veroorzaakt dit het afsterven van klaverzaailingen (Plowright, 1985). De voorlopige conclusies luiden dat de schade in blijvend grasland beperkt is, maar dat bij rotatie van 4-8 jaar grasklaver met 1-2 jaar bouwland de aaltjespopulatie zich mogelijk wel tot schadelijke dichtheden kan ontwikkelen.

Het klavercysteaaltje vermeerdt zich ongeslachtelijk, er zijn geen mannetjes. De vrouwtjes, die 0,9 mm lang zijn, vullen het eigen lichaam met eieren, waarna ze doodgaan en hun lichaam zich verhardt tot een beschermende cyste. Een klein deel van de eieren verlaat het lichaam van het vrouwtje voordat dit sterft en kan direct uitkomen en de plant infecteren, zodat het aaltje zich op een wortelstelsel zeer snel kan vermeerderen. De eieren ontwikkelen zich in de cyste tot larven van het tweede stadium. In dit stadium kunnen ze in de cyste in rust gaan en meerdere jaren in leven blijven. De larven worden door wortellexudaten gewekt en naar de worteltopjes gelokt, waar ze binnendringen. Ook oudere wortels, wortelknolletjes en bladeren kunnen worden geïnfecteerd. Eenmaal in de wortel injecteren de aaltjes hun speeksel in een geselecteerde cel waardoor de wanden van de cellen worden afgebroken en hun celinhoud versmelt, zodat een veelkernig syncytium of reuzencel wordt gevormd. Het aaltje blijft bij deze reuzencel en voltooit daar haar levenscyclus. De levenscyclus neemt bij 10-20 °C 56 dagen in beslag, maar bij hogere temperaturen aanzienlijk minder, tot 17 dagen bij 21-27 °C. In het veld worden doorgaans twee generaties per seizoen gevormd en vinden de meeste infecties plaats in het voorjaar of in de herfst (Skipt & Gaynor, 1987).

De waardplantenreeks van het klavercysteaaltje omvat witte en rode klaver en daarnaast boon, erwt, komkommer en pompoen, spinazie en snijbiet. De onkruiden zuring en melganzervoet (*Chenopodium*) zijn ook waardplant. Het klavercysteaaltje vermeerdt zich niet op rode biet, peen, ui, grassen, granen en koolsoorten, zodat een rotatie waarin het cysteaaltje wordt onderdrukt goed mogelijk is. Ook binnen het klavercysteaaltje worden biotypen onderscheiden, maar in Nederland lijkt slechts één biotype voor te komen. Cysten op klaver kunnen ook afkomstig zijn van andere *Heterodera*-soorten, *H. humuli*, *H. lespedezae* en *H. galeopsidis*, maar alleen *H. trifolii* wordt van praktisch belang geacht (Skipt & Gaynor, 1987).

3.2.3 Wortelknobbelaaltjes, *Meloidogyne* spp.

Witte klaver is waard voor zes soorten wortelknobbelaaltjes, *Meloidogyne arenaria* (Neal) Chitwood, *M. chitwoodi* Golden *et al.*, *M. fallax* Karssen, *M. hapla* Chitwood, *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood en *M. javanica* Chitwood. In Nederland is *M. hapla*, het noordelijk wortelknobbelaaltje, het belangrijkste; *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita* en *M. javanica* zijn warmteminnend en daardoor hier niet van belang (Skipt & Gaynor, 1987). Ook de pas recent ontdekte maïswortelknobbelaaltjes, die wel goed gedijen in het Nederlandse klimaat, vermeerderen zich op klaver. Het gaat om het maïswortelknobbelaaltje *M. chitwoodi*, in 1980 ontdekt, en om het bedrieglijk maïswortelknobbelaaltje *M. fallax*, dat pas in 1996 voor het eerst werd beschreven.

Wortelknobbelaaltjes ontleen hun naam aan de wortelgallen die worden gevormd in reactie op penetratie van de wortel door deze aaltjes. Deze wortelknobbels worden ook gevormd als het aaltje zich niet weet te vestigen. In één knobbel kunnen grote aantallen volwassen vrouwtjes worden gevonden, die eieren leggen in een gelatineus eikapsel dat op de wortel zichtbaar is. Door uitharding van de buitenste laag worden de eieren enigszins beschermd tegen droogte, maar niet zo goed als in de cysten van cysteaaltjes. De larven gaan niet in rust, zodat ze bij zwarte braak binnen een jaar vrijwel verdwenen zijn. De larven van het tweede stadium worden uit het ei gelokt door wortel-exudaten van waardplanten en door water. Ze dringen de wortel binnen in de zone vlak achter het worteltopje, waar celstrekking plaatsheeft. In het binnenste van de wortel prikken ze met hun stekel meerdere cellen aan, waarna de celwanden verdwijnen en de celinhoud samenvloeit tot een meerkernige reuzencel, omgeven door een verdikte celwand. De larven ontwikkelen zich in de gallen tot volwassen mannetjes en vrouwtjes, die zich voeden met de inhoud van de reuzencel. Hoewel er mannetjes voorkomen zijn het er maar weinig en is parthenogenetische voortplanting belangrijker dan geslachtelijke voortplanting. In Nederland zijn twee (Skipp & Gaynor, 1987), van *M. chitwoodi* en *M. fallax* mogelijk zelfs drie (L. Molendijk, pers. med.), generaties per jaar mogelijk.

In de reuzencellen is het watertransport door de vaatbundel verstoord en dit veroorzaakt groeiremming van de bovengrondse delen. Ook de stikstofbinding wordt verstoord (Skipp & Gaynor, 1987). De grootste schade ontstaat echter in volggewassen van klaver, zoals peen, schorseneer en aardappel, die door wortelknobbelaaltjes ernstige misvormingen kunnen vertonen (Kroonen-Backbier & Klein Swormink, 2002).

De waardplantenreeks van wortelknobbelaaltjes verschilt enigszins met de soort en wordt dan ook gebruikt om de soorten van elkaar te onderscheiden. De verschillende vlinderbloemige voedergewassen, inclusief luzerne en rolklaver zijn allemaal vatbaar. *Meloidogyne hapla* vermeerderd zich niet op maïs en de meeste granen, maar tast vrijwel alle dicotyle gewassen aan, waaronder de aardappel en de erwt die beide ernstige schade kunnen oplopen. Ook vele dicotyle onkruiden behoren tot de goede waardplanten van dit aaltje. Het aaltje komt voornamelijk voor in lichte gronden (Skipp & Gaynor, 1987). De waardreksen van *M. chitwoodi* en *M. fallax* lijken sterk op die van *M. hapla*, met als belangrijk verschil dat de maïswortelknobbelaaltjes granen aantasten (Kroonen-Backbier & Klein Swormink, 2002). Door het achterwege laten van granen en grassen in de vruchtwisseling wordt de kans op schade door *M. hapla* bevorderd (Skipp & Gaynor, 1987). *Meloidogyne fallax* vermeerderd niet op maïs en erwt (Molendijk & Kroonen-Backbier, 2002), maar wel op Italiaans raaigras, luzerne, aardappel, suikerbiet, peen, schorseneer, witlof, knolselderij, tarwe, gerst, rogge, bladrammenas, gele mosterd, Phacelia, boekweit, boon en tomaat (Den Nijs *et al.*, 2004).

Wortelknobbelaaltjes vermeerderen zich goed op Alexandrijnse klaver en Perzische klaver, maar minder sterk op witte klaver (Van Beers *et al.*, 2003).

3.2.4 Het gewoon wortellesieaaltje, *Pratylenchus penetrans* (Cobb) Filipjev & Schuurmans

Verschillende soorten wortellesieaaltjes worden op klaver gevonden. Daarvan is *Pratylenchus penetrans* in Nederland de belangrijkste. Zowel de larven als de volwassen aaltjes bewegen zich vrijelijk tussen wortels. Het aaltje vermeerderd zich op geslachtelijke wijze. Eieren worden een voor een afgezet in grond of in wortels. Ze komen uit als de larven in het tweede stadium verkeren. Deze larven en de zich eruit ontwikkelende latere stadia boren zich in wortels. De cellen die op hun pad komen worden hierbij beschadigd en sterven af, waarbij ze bruin kleuren en de karakteristieke wortellesies vormen, die zichtbaar zijn als bruine streepjes. De aaltjes voeden zich met de inhoud van de corticale cellen. Het gewoon wortellesieaaltje is uitstekend aangepast aan lagere temperaturen en bereikt in onze contreien vier generaties per jaar (Skipp & Gaynor, 1987).

De wortellesies remmen de bovengrondse productie van de klaverplanten, maar het is niet duidelijk hoe groot de schade is. In veel plantensoorten vormen de aaltjesgangen invalspoorten voor schimmels zoals *Verticillium dahliae* en bacteriën, die de wortels kunnen parasiteren (Skipp & Gaynor, 1987). Dit kan ook bij klavers een rol spelen (L. Molendijk, pers. med.).

Pratylenchus penetrans heeft een brede waardplantenreeks, vermeerderd zich sterk op snijmaïs (Kroonen-Backbier & Klein Swormink, 2002) en kan veel schade veroorzaken in aardappel (Skiip & Gaynor, 1987) en in peen (Kroonen-Backbier & Klein Swormink, 2002). Zowel witte klaver als Alexandrijnse klaver en Perzische klaver laten hoge dichtheden wortelstelselaaltjes achter (Van Beers *et al.*, 2003).

3.2.5 De vrijlevende aaltjes, *Trichodorus* en *Paratrichodorus* spp.

De vrijlevende aaltjes uit de geslachten *Trichodorus* en *Paratrichodorus* beperken hun voedselopname tot de buitenste wortelcellen. Ze komen voor op zandgrond en lichte zavel. Ze kunnen zich doorgaans goed vermeerderen op klavers en soms ook schade veroorzaken in de vorm van opbrengstderving (Skiip & Gaynor, 1987). Het belangrijkste probleem is echter dat ze het tabaksratelvirus overbrengen dat schadelijk is in aardappel.

De vrijlevende aaltjes hebben zeer veel waardplanten en zijn relatief mobiel (Molendijk, 2000). *Paratrichodorus teres* vermeerderd zich op Alexandrijnse klaver en Perzische klaver minder goed dan op witte klaver, maar deze klaversoorten vermeerderen alledrie het tabaksratelvirus zodat ze risicovol blijven (Van Beers *et al.*, 2003).

4. Aaltjesresistentie in klaver

Er is over het algemeen weinig informatie beschikbaar over aaltjesresistentie in Nederlandse klaverrassen. Het cultuur- en gebruikswaardeonderzoek voor de Nederlandse rassenlijst bevat geen systematische toets op aaltjesresistentie. In oude rassenlijsten wordt bij rode klaver soms een opmerking gemaakt over verminderde vatbaarheid voor stengelaaltjes van tetraploïde in vergelijking met diploïde rassen. De beschikbare informatie is afkomstig uit verspreide onderzoeksrapporten en publicaties. Ook over buitenlandse rassen is slechts mondjesmaat informatie met betrekking tot aaltjesresistentie voorhanden. De beschikbare informatie is in de volgende paragrafen per aaltjessoort weergegeven. Volledig resistente rassen komen niet voor; alle rassen, ook de resistente, geven vermeerdering van de vijf genoemde aaltjes.

Wanneer geen resistentie in commerciële rassen beschikbaar is, is de vraag of deze wellicht in de toekomst middels veredeling beschikbaar kunnen komen. Dit hangt af van een aantal belangrijke randvoorwaarden:

- Er moeten resistenties beschikbaar zijn in andere klaverrassen of verwante klaversoorten die werkzaam zijn tegen een voldoende breed spectrum van aaltjesgenotypen.
- De donorplanten moeten kruisbaar zijn met de cultuurklavers.
- De resistenties moeten voldoende overerven, waarmee bedoeld wordt dat een aanzienlijk deel van de nakomelingen van een kruising de resistentie moet bezitten.
- Er moet een resistentietoets bestaan die efficiënte selectie mogelijk maakt.

Over het algemeen was over elk van deze factoren wel het nodige te vinden in de wetenschappelijke literatuur. Ook dit is weergegeven in de volgende paragrafen. Het overzicht is mogelijk niet volledig, omdat het in het kader van dit rapport niet mogelijk was om elke literatuurverwijzing na te trekken. De mogelijkheden voor veredeling zijn echter beperkt, voornamelijk omdat de cultuurklavers zich slecht laten kruisen met wilde soorten zodat inkruisen van resistenties op een wijze die verenigbaar is met de uitgangspunten van de biologische landbouw niet altijd mogelijk is.

4.1 Resistentie tegen het stengelaaltje, *D. dipsaci*

Er zijn diverse rassen met een zekere mate van resistentie tegen het stengelaaltje, *Ditylenchus dipsaci*. Dit uit zich in een verhoogd percentage planten dat in toetsen niet wordt aangetast.

Dijkstra heeft in de jaren 1950-1970 bij de toenmalige Stichting Voor Plantenveredeling (SVP, later opgegaan in het Plant Research International) gewerkt aan resistentie in rode klaver tegen het stengelaaltje. Hij vergeleek in een zaailingentoets een aantal Nederlandse rode-klaverrassen met het resistente Zweedse ras 'Merkur', dat voor Nederlandse omstandigheden te laat is. De resistentie in 'Merkur' uit zich in een verhoogd percentage resistente zaailingen, 40-60% in vergelijking met 5-15% in een vatbaar ras. De aangetaste planten vertonen relatief kleine stengelzwellingen met bruine necrotische streepjes, waarschijnlijk een overgevoeligheidsreactie, en groeiremming. In extreme gevallen was de necrose zo sterk dat de plant afstierf (Dijkstra, 1957). In het veld groeien resistente families duidelijk beter dan vatbare, tenzij de bodem zwaar besmet is (Dijkstra & Koster, 1973). In resistente rassen kunnen de aaltjes wel binnendringen maar zich niet vermeerderen (Dijkstra, 1956). Dijkstra (1956) vond vergelijkbare resistentie in de Nederlandse landrassen 'Flandria', 'Red Meuse' en 'Maasbracht Red', terwijl 'Roosendaal' en 'Gendringen' vatbaar waren. Uit de diploïde 'Red Meuse' verkreeg hij na drie generaties onderlinge kruising en selectie een aantal tamelijk resistente selecties, waarin nog maar hooguit 15% van de zaailingen werd aangetast (Tabel 4.1). Deze waren vergelijkbaar met resistente selecties van IGER in Wales, het diploïde ras 'Saboron' (Tabel 4.2) en het tetraploïde ras 'Maris Leda' van het PBI in Cambridge (Caubel *et al.*, 1985). De beste hiervan werd na chromosoomverdubbeling in 1970 als nieuw ras aangemeld (Dijkstra & Koster, 1973). Dit ras is echter voorzover bekend nooit op de Nederlandse rassenlijst verschenen.

Tabel 4.1. *Vatbaarheid voor stengelaaltjes (Ditylenchus dipsaci) van 15 rode-klaverrassen en -lijnen (Dijkstra & Koster, 1973).*

	Totaal aantal planten	Gemiddeld % aangetaste planten	Gemiddeld % sterk aangetaste planten
SVP 4x ¹	227	7,0	0,0
Mom Tp2 ¹	183	8,2	0,0
SVP 2x	193	15,0	1,0
Rotra	188	68,6	9,0
Primus	182	74,7	4,4
Violetta	176	83,0	6,3
Triel	173	85,0	9,8
Hungaropoly	194	85,1	18,6
Kuhn	176	86,7	14,8
Taplani 120	184	89,7	13,6
Attila	177	90,4	9,6
Robina	183	92,9	14,8
Barfiola	188	93,6	29,3
Teroba	214	94,9	24,8
Tetri	194	97,4	30,4

¹verkregen uit SVP 2x

In de jaren tachtig waren 12 rode-klaverrassen bekend die resistent waren tegen het stengelaaltje en werden genoemd in de Europese rassenlijst van 1983: 'Britta', 'Perenta', 'Reko' en 'Disa' uit Zweden, 'Tero', 'Gollum' en 'Palna' uit Denemarken en 'Saboron', 'Norseman', 'Quin' en 'Maris Leda' uit Groot-Brittannië (Caubel *et al.*, 1985). Hiervan staat alleen 'Britta' op dit moment nog in de Europese rassenlijst. Caubel *et al.* (1985) noemen ook het ras 'Pearse' waarin een dominant overervende resistentie zou voorkomen. Ortega *et al.* (1997) toetsten 13 rode-klaverrassen (Tabel 4.2) en vonden eveneens dat 'Norseman' en 'Saboron' resistent waren. Het ras 'Britta' had in dit onderzoek 66% aangetaste planten en scoorde slechts matig. Het tamelijk resistente ras 'Quinequili' staat op dit moment nog in de Europese rassenlijst, evenals de vatbare rassen 'Merviot' en 'Atlaswede'. Er is geen informatie gevonden over stengelaaltjesresistentie in andere rassen die nu nog in deze rassenlijst staan. De resistentie van 'Norseman' en 'Saboron' wordt ook vermeld door Whitehead *et al.*, 1987. In resistente Zwitserse rode klavers (geen rassen genoemd) komen twee dominante resistentiegenen voor waarvan een gekoppeld met het S-locus van het incompatibiliteitssysteem (Nordenskiöld, 1971).

Tabel 4.2. Rode-klaverrassen getoetst tegen het stengelaaltje, *Ditylenchus dipsaci* (Ortega et al., 1997).

Ras	Land van herkomst	% vatbare planten
Norseman	Groot Brittannië	30
Sabtoron	Groot Brittannië	31
Milvus	Zwitserland	32
Quinequeli	Chili	43
Pawera	Nieuw Zeeland	45
Sabtoron High	Groot Brittannië	47
Britta	Zweden	66
Merviot	België	78
Atlaswede	Canada	94
Redhead	Nederland	100

In witte klaver komt aanzienlijk minder resistentie tegen het stengelaaltje voor. Mercer & Grant (1995) van AgResearch in Nieuw Zeeland noemen het ras 'G49' dat partiële resistentie bevat.

In wilde verwanten van klaver wordt wel volledige resistentie tegen stengelaaltjes gevonden. Whitehead (1992) toetste van 38 *Trifolium*-soorten 20 planten per soort en vond dat meer dan de helft van de soorten onvatbaar (13 soorten) of tamelijk resistent (13 soorten) was; de resistente soorten worden in Bijlage I weergegeven. Rode klaver, lijn S123 was in deze toets ook tamelijk resistent. Whitehead wijst erop dat sommige auteurs andere resultaten vinden en wijt dat aan pathotype-verschillen in de aaltjespopulaties.

In het Verenigd Koninkrijk werken IGER en het veredelingsbedrijf BSH (British Seed Houses, onderdeel van Germinal Holdings Ltd.) sinds enige tijd samen aan witte en rode klaver (www.iger.bbsrc.ac.uk), maar dit heeft nog geen nieuwe rassen opgeleverd. Interessant is wel dat zij op de website van IGER melding maken van de ontwikkeling van witte klaver met resistentie tegen het stengelaaltje. Cook *et al.* (1995) hebben een van de resistente IGER-populaties onderzocht. In de resistente planten werden veel minder aaltjes en eieren gevonden dan in de vatbare controle. Dit bleek gecorreleerd te zijn met het gehalte isoflavonoiden die werden geïnduceerd tijdens penetratie door de aaltjes. Haver-pathotypen van *D. dipsaci* kunnen niet op klaver vermeerderen en bleken geen isoflavonoiden te induceren, zodat geconcludeerd werd dat deze reactie waarschijnlijk pathotype-specifiek is.

4.2 Resistentie tegen het klavercysteaaltje, *H. trifolii*

Resistentie tegen klavercysteaaltjes komt zowel in rode als in witte klaver voor, maar niet in commerciële rassen (De Wit *et al.*, 2004a). Resistentie tegen het klavercysteaaltje is tussen 1950 en 1970 uitgebreid onderzocht op de toenmalige Stichting Voor Plantenveredeling (SVP) in Wageningen door J. Dijkstra. Hij slaagde erin witte klaver met partiële resistentie tegen klavercysteaaltjes te kweken uit de collectie witte klaver die op de SVP aanwezig was, uit materiaal uit Nieuw Zeeland en uit rassen uit Zweden en Italië: 'Kiwi' en 'Lodigiano'. De meest resistente families, ontstaan uit kruisingen tussen planten met resistentie, bevatten in zijn proeven nog ongeveer 30% zwaar besmette planten, terwijl de minst resistente families ongeveer 95% vatbare planten bevatten. Hoewel resistente geniteurs uit dit programma aan Nederlandse kweekbedrijven zijn uitgegeven, heeft dit toen niet geleid tot de introductie van nieuwe resistente rassen, mogelijk omdat klavers of klaveraaltjes toen minder belangrijk waren. Het is de vraag of dit materiaal bij de Nederlandse kweekbedrijven nog steeds voorhanden is (Dijkstra, 1966 & 1971).

Resistentie in Nieuw-Zeelandse veredelingslijnen van witte klaver zou berusten op slechts enkele genen die partiële resistentie geven en mogelijk pathotype-specifiek zijn (Mercer & Grant, 1993). Dijkstra (1971) gebruikte alleen Nederlandse aaltjespopulaties en vond daarmee geen specifieke interacties.

Er zijn geen wetenschappelijke publicaties gevonden over resistentie tegen klavercysteaaltjes in wilde *Trifolium*-soorten.

4.3 Resistentie tegen wortelknobbelaaltjes, *Meloidogyne*

Ook over wortelknobbelaaltjesresistentie in klaverrassen is erg weinig bekend. De beschikbare informatie laat geen hoogresistente rassen zien, maar hooguit beperkte verschillen in aaltjesvermeerdering. In wilde soorten wordt een bredere variatie gevonden.

In recent onderzoek van PPO-AGV Lelystad (Van Beers *et al.*, 2003) worden de resultaten beschreven van resistentietoetsen voor *Pratylenchus penetrans*, *Paratrichodorus teres* en wortelknobbelaaltjes waarin ook verschillende klaverrassen zijn opgenomen. Tabel 4.3 geeft een samenvatting. Er zijn verschillen in aaltjesvermeerdering tussen de rassen zichtbaar, maar van bruikbare resistentie is geen sprake. Het witte-klaverras 'Aran' geeft relatief weinig vermeerdering van *Meloidogyne hapla*, *M. chitwoodi* en *M. fallax* (Van Beers *et al.*, 2003)

Partiële resistentie in witte klaver tegen *M. incognita* vertoont een additieve chromosomale overerving (Pederson & Windham, 1992), zodat het resistentieniveau kan worden verhoogd door verschillende resistentiegenen met elkaar te combineren. Herhaalde kruising en selectie is daarom de aangewezen weg om binnen cultuurklaver hogere resistentieniveaus te realiseren.

Tabel 4.3. Toetsresultaten van enkele klaverrassen tegen enkele aaltjessoorten (Van Beers *et al.*, 2003).

Aaltjessoort		<i>Pratylenchus penetrans</i>	<i>Pratylenchus penetrans</i>	<i>Paratrichodorus teres</i>	<i>Paratrichodorus teres</i>	<i>Meloidogyne chitwoodi</i>	<i>Meloidogyne fallax</i>	<i>Meloidogyne hapla</i>
Klaversoort	Ras	Aaltjes per 100 ml grond	Aaltjes per 100 ml grond	Aaltjes per 100 ml grond	Tabaksratelvirus index	Aaltjes per 100 ml grond	Aaltjes per 100 ml grond	Aaltjes per 100 ml grond
Witte klaver	Aran	304 b	112 a	93	0.08	800 c	1951 b	2931 b
	Retor	351 bc		52	0.45	5067 de	7952 cd	6459 d
	Rivendel		126 a	62	0.62	3052 d	3920 bc	3850 bc
Alexandrijnse klaver	Tabor	511 d		31	0.56	24106 g	10959 d	5511 cd
	Lexa	454 cd		7	0.56	21064 g	9600 d	7457 d
	Carmel		207 bc	16	0.48	17912 fg	9628 d	6161 dc
Perzische klaver	Archibald	405 bcd		12	0.42	11528 fg	13536 d	7497 d
	Felix	444 cd		6	0.36	15392 fg	14647 d	8612 d

Wortelknobbelaaltjes zijn wel goed vertegenwoordigd in de literatuur over resistenties in *Trifolium*-soorten, vooral de warmteminnende aaltjessoorten.

In het zuiden de VS wordt veel gewerkt aan de warmteminnende soorten *Meloidogyne incognita*, *M. arenaria* en *M. javanica*, en daarnaast ook aan *M. hapla*. In Nieuw Zeeland is *M. tripholii* (letterlijk vertaald: het klaverminnende wortelknobbelaaltje) de belangrijkste *Meloidogyne*-soort in klaver. Aan *M. chitwoodi* en *M. fallax* wordt relatief weinig aandacht besteed. Er zijn geen publicaties bekend van Europese onderzoeksgroepen die werken aan resistentie in klaver tegen Europese populaties van wortelknobbelaaltjes.

Er zijn meerdere klaversoorten gevonden die geen wortelknobbelaaltjes vermeerderen, maar over het algemeen zijn deze niet kruisbaar met cultuurklaver. Bijlage I geeft een overzicht van de beschreven resistentiebronnen voor de verschillende wortelknobbelaaltjes. Een resistentie die werkzaam is tegen één *Meloidogyne*-soort is niet altijd ook

werkzaam tegen andere soorten. Ook binnen de soort is de resistentie niet altijd werkzaam tegen alle voorkomende aaltjespopulaties. De bevindingen uit de Amerikaanse en Nieuw-Zeelandse studies zijn daarom niet zonder meer te vertalen in perspectieven voor Nederland, hoewel ze wel een indicatie geven van het mogelijke bestaan van relevante resistentiegenen. Resistentiebronnen kunnen hier toch vatbaar blijken en omgekeerd kunnen *Trifolium*-soorten die vatbaar zijn voor de warmteminnende wortelknobbelaaltjes resistent zijn tegen *M. hapla*, *M. chitwoodi* of *M. fallax*.

4.4 Resistentie tegen het wortellesieaaltje *P. penetrans*

Over resistentie tegen wortellesieaaltjes in klavers is maar weinig bekend. Bij Agriculture and Agri-Food Canada in Prince Edward Island is sinds de jaren zeventig aan deze aaltjes gewerkt, wat enkele publicaties heeft opgeleverd maar geen aanwijzingen voor bruikbare resistentiegenen.

Thompson & Willis (1971) toetsten 50 verschillende *Trifolium*-soorten in een veldproef met 15 planten per soort en enkele daarvan ook in een kas. Zij vonden geen bruikbare resistentie, hoewel *T. alpinum* en *T. aureum* in een kastoets geen enkele aaltjesvermeerdering gaven (Bijlage I). In het veld werden wel tamelijk veel wortellesieaaltjes op deze planten gevonden, maar de planten stonden in de toets vrij dicht bij elkaar (30 cm), zodat deze aaltjes ook van andere, vatbare planten afkomstig kunnen zijn geweest.

In rode klaver is wel enige genetische variatie gevonden voor infectieresistentie (= de kans dat een plant wordt aangetast) en voor aaltjesvermeerdering. Vooral drie veredelingslijnen van Agriculture and Agri-Food Canada in Prince Edward Island, CRS 15, CR 5 en CRS 11 waren redelijk resistent (Papadopoulos *et al.*, 2002).

4.5 Resistentie tegen vrijlevende aaltjes

Over de vrijlevende aaltjes is met betrekking tot resistentie in klavers en wilde klavers nauwelijks informatie gevonden. De enige publicatie is die van Van Beers *et al.* (2003), die verschillende rassen van witte klaver, Alexandrijnse klaver en Perzische klaver toetsten op resistentie tegen *Paratrichodorus teres* en vermeerdering van het tabaksratelvirus. Ze vonden dat Alexandrijnse klaver en Perzische klaver geen goede waardplanten waren voor het aaltje, maar wel voor het virus. Van de witte klaverrassen leek 'Aran' een wat minder goede waard voor het tabaksratelvirus, maar wel een goede waard voor *P. teres*.

Er is niets bekend over resistentie tegen vrijlevende aaltjes in wilde klaversoorten.

4.6 Perspectieven voor resistentieveredeling

Genetische variatie binnen witte klaver voor resistentie tegen het stengelaaltje, het klavercysteaaltje en wortelknobbelaaltjes is duidelijk aanwezig, zodat een selectieprogramma vrij snel kan resulteren in rassen die minder vatbaar zijn. Hetzelfde geldt voor resistentie in rode klaver tegen het stengelaaltje, het klavercysteaaltje en wortellesieaaltjes.

Geen van deze resistenties is echter volledig, terwijl dat in groenbemesters voor wortelknobbelaaltjes en stengelaaltjes uit het oogpunt van schadedrempels in volggewassen wel gewenst is.

Genetische variatie binnen witte en rode klaver is minder duidelijk voor het wortellesieaaltje (*Pratylenchus penetrans*) en de vrijlevende aaltjes.

Resistenties in wilde klaversoorten bieden op de lange termijn enig perspectief. Voor rode klaver zijn hoge resistentieniveaus gevonden tegen *Meloidogyne hapla* in de kruisbare soorten *Trifolium alpestre* en *T. medium*. Voor witte klaver zijn redelijke resistentieniveaus gevonden tegen *Meloidogyne hapla* in de kruisbare soort *Trifolium*

ambiguum, maar het is de vraag of datzelfde niveau niet eenvoudiger bereikt kan worden middels selectie binnen witte klaver. Daarnaast is *T. isthmocarpum* een goede bron van resistente tegen het stengelaaltje.

Het is echter niet waarschijnlijk dat de veredelingsbedrijven een lastig soortkruisingsprogramma en bewerkelijke selectie op aaltjesresistentie in hun rassenveredeling zullen opnemen. Daarvoor heeft de veredeling van klavers mogelijk te weinig prioriteit. Een extra complicatie is dat de biologische landbouw geen rassen accepteert die afkomstig zijn van embryocultuur, terwijl die techniek in veel soortkruisingen van klaver onontbeerlijk is. Dit beperkt het aantal bruikbare resistente wilde soorten aanzienlijk.

Het verdient aanbeveling om de kruisbare soorten gericht te onderzoeken op resistentie tegen de vijf genoemde aaltjes. Een genetische analyse van soortspecifieke variatie voor aaltjesresistentie zou het mogelijk maken gericht resistentiegenen te gaan stapelen.

5. Alternatieve gewassen

Bij ontbreken van resistente klaverrassen doet zich de vraag voor of andere gewassen de rol van klaver over zouden kunnen nemen. Zulke gewassen zouden een rol kunnen spelen bij gebruik als groenbemesters, maar niet in de weidebouw. Voor aaltjesproblemen in klavers in de weidebouw is niet goed in te zien welke andere plantensoorten een oplossing kunnen bieden. Klavers worden daarin immers niet alleen gebruikt voor stikstofbinding, maar ook om hun voederwaarde, smakelijkheid voor het vee en natuurwaarde. Bij rotaties waarin gras-klavers zijn opgenomen, kunnen alternatieve gewassen eventueel wel de rol van lokgewas vervullen, mits ze worden opgeruimd voordat de aaltjes zich hebben vermeerderd.

Er zijn veel voederleguminosen die in een gematigd klimaat kunnen groeien. Frame (2005) noemt er 35. Ook leguminosen die niet geschikt zijn als voeder kunnen als groenbemester worden gebruikt. Helaas is erg weinig informatie beschikbaar over de vatbaarheid van andere vlinderbloemigen voor de verschillende aaltjes. De beste aanpak is om een reeks van geschikte vlinderbloemigen te selecteren en deze door te toetsen met de vijf genoemde aaltjes om resistente soorten en/of genotypen op te sporen.

Een aantal mogelijke klaververvangers wordt hieronder kort besproken. Binnen het bestek van dit rapport was het niet mogelijk om van alle mogelijke leguminosen de beschikbare informatie over geschiktheid voor teelt als groenbemester en aaltjesresistentie te verzamelen.

Voederwikke (*Vicia sativa*) is een niet-wintervaste vlinderbloemige die in de akkerbouw als groenbemester wordt gebruikt, eventueel in mengteelt met haver of Westerwolds raaigras. Vogelwikke (*Vicia villosa*) kan op dezelfde manier worden toegepast en kan een heel massaal gewas vormen (De Wit *et al.*, 2004a). Het voederwikkeras 'Hifa' leek in onderzoek van PPO Lelystad enig perspectief te bieden. Dit ras lijkt geen waardplant voor *M. chitwoodi* en een matige waard voor *M. fallax*, maar wel een goede waardplant voor *M. hapla* (Van Beers *et al.*, 2003). In ander onderzoek is echter gevonden dat deze soort wel vatbaar is voor *M. chitwoodi* (Griffin & Rumbaugh, 1996).

Luzerne (*Medicago sativa*) is zeer productief, vooral onder droge omstandigheden, en heeft een positief effect op de bodemstructuur. Beide hangen samen met de zeer lange penwortels, Luzerne kan na een zonnig groeiseizoen prima worden ingekuuld en wordt goed opgenomen en gewaardeerd als voer. Luzerne kan slecht tegen structuurschade en is niet geschikt voor natte gronden (De Wit *et al.*, 2004a). Luzerne geeft nauwelijks vermeerdering van het klavercysteaaltje maar wel van *M. hapla* (Townshend & Potter, 1976) en *Pratylenchus penetrans* (Thompson & Willis, 1971; Townshend & Potter, 1976; Willis *et al.*, 1982). Het ras 'Sanditi' heeft een goede resistentie tegen stengelaaltjes (www.barenbrug.com). De verwante soort sikkellklaver (*Medicago falcata*) is tamelijk resistent tegen *M. chitwoodi*, maar niet tegen *M. hapla* (Griffin & Rumbaugh, 1996).

Rolklaver (*Lotus corniculatus*) is veel te vinden op schrale slootkanten en groeit goed bij een lagere pH. De plant vormt een lange penwortel. Het gewas heeft weinig concurrentiekracht en experimenten in Nederland om het in te zaaien als weidemengsel gaven teleurstellende resultaten (De Wit *et al.*, 2004a). Rolklaver is geen goede waardplant voor het klavercysteaaltje maar wel voor *P. penetrans* (Townshend & Potter, 1976; Willis *et al.*, 1982), matig vatbaar voor *M. hapla* (Townshend & Potter, 1976) en tamelijk resistent tegen *M. chitwoodi* (Griffin & Rumbaugh, 1996).

Gele honingklaver (*Melilotus albus*) is een tweejarige plant die vooral als groenbemester wordt gebruikt. Als voederplant is ze niet geschikt vanwege de stof cumarine die het gewas onsmakelijk maakt en vlees en melk doet verkleuren. Gele honingklaver heeft een lange penwortel die lijkt op die van luzerne. De intensieve beworteling van deze plant laat een mooie bodemstructuur achter. Over aaltjesresistentie in deze soort is niets bekend. De verwante soort *Melilotus officinalis* (citroengele honingklaver) is een goede waardplant voor *M. chitwoodi* en *M. hapla* (Griffin & Rumbaugh, 1996).

Erwt en **veldboon** zijn minder goede waardplanten voor de verwante wortelstieeaaltjes *Pratylenchus neglectus* en *P. thornei*, terwijl **linzen** en *Medicago trunculata* niet worden aangetast door *P. thornei* (Taylor *et al.*, 2000; Hollaway *et al.*, 2000). **Veldboon** (*Vicia faba*) en **lupine** (*Lupinus albus*, *L. luteus* en *L. angustifolius*) zijn uit eerder onderzoek (Balkema-Boomstra, 2004) naar voren gekomen als gewassen met potentie als alternatief eiwitgewas ter vervanging van soja in de Nederlandse biologische veehouderij. Hierin is aaltjesresistentie echter niet meegewogen.

Melkwikke (*Astragalus*) die in China veel worden gebruikt (Zoebl, 1995) is in Europa vrijwel onbekend. De verwante soorten bergerwt (*Astragalus cicer*) en *Astragalus falcatus* zijn goede waardplanten voor *Meloidogyne hapla* en *M. chitwoodi* (Griffin & Rumbaugh, 1996).

Bont kroonkruid (*Securigera varia* (L.) Lassen; syn: *Coronilla varia*) is een klaverachtige plant die voorkomt in kalkgraslanden (Flora Databank, <http://flora.instat.be/flora/>). Deze soort is een goede waardplant voor *Meloidogyne hapla* en *M. chitwoodi* (Griffin & Rumbaugh, 1996).

Lathyrus werd niet aangetast door *Meloidogyne hapla* en *M. chitwoodi* (Griffin & Rumbaugh, 1996). Onbekend is welke *Lathyrus*soort gebruikt is, zodat niet bekend is of alle *Lathyrus*soorten onvatbaar zijn.

6. Conclusies en aanbevelingen

Aaltjes en vlinderbloemige stikstofbinders zijn een problematische combinatie. *Meloidogyne hapla* geeft in de akkerbouw de grootste problemen vanwege de schade in penvormige gewassen zoals peen en pastinaak die voor de biologische teelt van belang zijn. De praktijk lost dit nu op door aangetaste pennen eruit te selecteren. Klavercysteaaltjes spelen op alle grondsoorten maar vormen in de akkerbouwrotatie geen probleem.

Er zijn geen volledig resistente klaverrassen beschikbaar die het probleem kunnen verminderen. Er bestaat wel variatie voor de mate van vatbaarheid in witte en in rode klaver, waardoor het in principe mogelijk is minder vatbare rassen te ontwikkelen. Dit geldt voor het stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci*), het klavercysteaaltje (*Heterodera trifolii*) en de wortelknobbelaaltjes, maar is minder duidelijk voor het wortellesieaaltje (*Pratylenchus penetrans*) en de vrijlevende aaltjes.

Teelt van groenbemesters die geen vermeerdering geven is op dit moment de enige strategie, die wordt afgestemd op de aaltjessoort die in het eerstvolgende schadegevoelige gewas de meeste problemen zal geven. Bij een besmetting met *Pratylenchus penetrans* wordt met de teelt van Afrikaantjes (*Tagetes patula*) een actieve afname bereikt. Bij *Trichodorus* besmet met tabaksratelvirus is alleen bladrammenas geschikt (Molendijk, 2003; Boer *et al.*, 2003).

Het lijkt erop dat op goed beheerde biologische gronden de aaltjesproblematiek vaak wat minder heftig is en extremen in aantasting en schade minder voorkomen. Dit wijst op een verhoging van de bodemweerbaarheid en kan dus ook nog een bijdrage leveren.

Resistenties in wilde klaversoorten bieden op de lange termijn enig perspectief. Het is echter niet zeker dat veredelingsbedrijven een lastig soortkruisingsprogramma en bewerkelijke selectie op aaltjesresistentie in hun rassenveredeling zullen opnemen. Daarvoor heeft de veredeling van klavers mogelijk te weinig prioriteit. Een extra complicatie is dat de biologische landbouw geen rassen accepteert die afkomstig zijn van embryocultuur, terwijl die techniek in veel soortkruisingen van klaver onontbeerlijk is. Dit beperkt het aantal voor veredeling bruikbare resistente wilde soorten aanzienlijk. Voor rode klaver zijn hoge resistentieniveaus gevonden tegen *Meloidogyne hapla* in de kruisbare soorten *Trifolium alpestre* en *T. medium*. Voor witte klaver zijn redelijke resistentieniveaus gevonden tegen *Meloidogyne hapla* in de kruisbare soort *Trifolium ambiguum*, maar het is de vraag of datzelfde niveau niet eenvoudiger bereikt kan worden door middel van selectie binnen witte klaver. Daarnaast is *T. isthmocarpum* een goede bron van resistente tegen het stengelaaltje. Het verdient aanbeveling om de kruisbare soorten gericht te onderzoeken op resistentie tegen de vijf genoemde aaltjes. Een genetische analyse van soortspecifieke variatie voor aaltjesresistentie zou het mogelijk maken gericht resistentiegenen te gaan stapelen.

Alternatieve vlinderbloemige gewassen die geen goede waardplant zijn voor de verschillende aaltjes bieden op termijn ook perspectief. Op dit moment ontbreekt echter de informatie die nodig is om hiervoor een aanbeveling te doen. Er zijn zeer veel soorten vlinderbloemigen die mogelijk geschikt zijn en op hun mogelijkheden onderzocht dienen te worden, zowel wat betreft hun geschiktheid als vlinderbloemige groenbemester of voederplant, als wat betreft hun waardplantgeschiktheid. De kans dat direct bruikbare soorten worden gevonden is echter aanwezig, zodat deze aanpak de voorkeur verdient boven de veredeling van nieuwe klaverrassen, die veel langer zou duren.

Op de korte termijn is een zorgvuldige keuze van gewassen in de rotatie na bemonstering van de grond, zoals aanbevolen in Molendijk (2003), de enige weg om de aaltjesproblemen op de lichte gronden te beheersen.

7. Referenties

- Anonymus, 2004.
EKO Monitor. Cijfers en trends. Jaarrapport 2004. Biologica, Utrecht.
- Balkema-Boomstra, A., 2004.
Nieuwe eiwitgewassen voor de voeding van varkens in de biologische houderij. Nota 311, Plant Research International Wageningen.
- Beers, T.G. van, G.W. Korthals & O. Hartsema, 2003.
Waardplantgeschiktheid van vlinderbloemige groenbemesters voor aaltjes. Rapport maart 2003. PPO-AGV, Lelystad.
- Boer, M., F. Smeding, H. Kloen & J.A. Guldemon, 2003.
Ondernemen met biodiversiteit. Werkboek voor ondernemers in de landbouw. CLM, Louis Bolk Instituut en DLV Groene Ruimte, in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij.
- Bosch, J. van den & C.F. Mercer, 1989.
Breeding white clover for resistance to the root knot nematode. In: Association Francaise pour la Production Fourragere, Versailles (France). 16th International grassland congress. Section 3: Forage plant breeding. Nice (France). 4-11 Oct 1989, pp. 351-352.
- Call, N.M., K.H. Quesenberry, D.S. Wofford & R.A. Dunn, 1997.
Combining ability analysis of resistance to southern root-knot nematode in red clover. Crop Science 37: 121-124.
- Caubel, G., F. Charpentier & P. Guy, 1985.
Resistance varietale de legumineuses fourrageres a *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn) Fil. Comptes Rendus des Seances de l'Academie d'Agriculture de France 71: 719-728.
- Cie voor de Samenstelling van de Rassenlijst voor Landbouwgewassen, 2002.
78^e Rassenlijst voor Landbouwgewassen 2003. Stichting DLO, Wageningen.
- Cie voor de Samenstelling van de Rassenlijst voor Landbouwgewassen, 2004.
80^e Rassenlijst voor Landbouwgewassen 2005. Stichting DLO, Wageningen.
- Cook, R., S.A. Tiller, K.A. Mizen & R. Edwards, 1995.
Isoflavonoid metabolism in resistant and susceptible cultivars of white clover infected with the stem nematode *Ditylenchus dipsaci*. Journal of Plant Physiology 146: 348-354.
- Corré, W.J. & J.B. Pinxterhuis, 2000.
Beperking van lachgasemissie door gebruik van klaver in grasland. Een systeemanalyse. Rapport 114-4.doc. Alterra, Wageningen, 54 pp.
- Dijkstra, J., 1956.
Experiences with the breeding of red clover resistant to the stem eelworm. Euphytica 5: 298-307.
- Dijkstra, J., 1957.
Symptoms of susceptibility and resistance in seedlings of red clover attacked by the stem eelworm *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn) Filipjev. Nematologica 1957: 228-236.
- Dijkstra, J., 1966.
Nematoden in klavers. In: W. Lange, H. Lamberts & F. Wit (eds.), Ontwikkelingen in de plantenveredeling, pp. 165-171. Stichting voor Plantenveredeling, Wageningen.
- Dijkstra, J., 1971.
Breeding for resistance to *Heterodera* in white clover. Euphytica 20: 36-46.
- Dijkstra, J. & H. Koster, 1973.
Toetsing van rode klaver op resistentie tegen stengelaaletjes speciaal met betrekking tot de rassenregistratie. Zaadbelangen 27: 168-173.
- Eekeren, N. van, 2000a.
Ontwikkelingen op het gebied van maaimengsels. Vlugschriften Louis Bolk Instituut januari 2000: 20.
- Eekeren, N. van, 2000b.
Stel uw eigen maaimengsel samen. Vlugschriften Louis Bolk Instituut december 2000: 55-56.

- Eekeren, N. van, 2001.
Rassenkeuze witte klaver. Vlagschriften Louis Bolk Instituut april 2001: 59-60.
- Eekeren, N. van, 2004.
Biologisch zaaizaad 2005. Vlagschriften Louis Bolk Instituut december 2004: 191-192.
- Eekeren, N. van, 2005.
Eigen klaverzaad produceren. Vlagschriften Louis Bolk Instituut oktober 2005: 219.
- Eekeren, N. van & L. Bommelé, 2004.
Het klavercysteeltje. Wel of geen probleem voor biologische melkveebedrijven? Ekoland 11-2004: 18-19.
- Eekeren, N. van, L. Bommelé, & J.P. Wagenaar, 2004.
Is clover cyst nematode a problem for organic dairy farms? In: Frankow-Lindberg, B.E., R.P. Collins, A. Lüscher, M.T. Sébastia & A. Helgadóttir (eds.), pp. 231-234, Adaptation and management of forage legumes – Strategies for improved reliability in mixed swards, 20-22 september 2004, Ystad, Sweden.
- Europese Commissie, 2005a.
Gemeenschappelijke rassenlijst voor landbouwgewassen. Drieëntwintigste volledige uitgave. Publicatieblad van de Europese Unie C46A: 1-578.
- Europese Commissie, 2005b.
Gemeenschappelijke rassenlijst voor landbouwgewassen. 1^e aanvulling op de 23^e volledige uitgave. Publicatieblad van de Europese Unie C86A: 1-41.
- Europese Commissie, 2005c.
Gemeenschappelijke rassenlijst voor landbouwgewassen. 2^e aanvulling op de 23^e volledige uitgave. Publicatieblad van de Europese Unie C104A: 1-36.
- Europese Commissie, 2005d.
Gemeenschappelijke rassenlijst voor landbouwgewassen. 3^e aanvulling op de 23^e volledige uitgave. Publicatieblad van de Europese Unie C111A: 1-28.
- Europese Commissie, 2005e.
Gemeenschappelijke rassenlijst voor landbouwgewassen. 4^e aanvulling op de 23^e volledige uitgave. Publicatieblad van de Europese Unie C145A: 1-26.
- Europese Commissie, 2005f.
Gemeenschappelijke rassenlijst voor landbouwgewassen. 5^e aanvulling op de 23^e volledige uitgave. Publicatieblad van de Europese Unie C196A: 1-57.
- Frame, J., 2005.
Forage legumes for temperate grasslands. Co-publication FAO (FAO-92-5-105043) and Science Publishers Inc (SPI1-57808-358-3).
- Griffin, G.D. & M.D. Rumbaugh, 1996.
Host suitability of twelve Leguminosae species to populations of *Meloidogyne hapla* and *M. chitwoodi*. Journal of Nematology 28: 400-405.
- Griffith, G.S., R. Cook & K.A. Mizen, 1997.
Ditylenchus dipsaci infestation of *Trifolium repens*. II. Dynamics of infestation development. Journal of Nematology 29: 356-369.
- Hollaway, G.J. S.P. Taylor, R.F. Eastwood & C.H. Hunt, 2000.
Effect of field crops on density of *Pratylenchus* in southeastern Australia. 2. *P. thornei*. Journal of Nematology 32 (4S): 600-608.
- Kazimierski, T., E.M. Kazimierska & C. Strzyewska, 1972.
Species crossing in the genus *Trifolium* L. Genetica Polonica 13: 11-32.
- Kouamé, C.N., K.H. Quesenberry & R.A. Dunn, 1997.
Response to root-knot nematodes of a germplasm collection of red clover and related species. Genetic Resources and Crop Evolution 44: 439-445.
- Kouamé, C.N., K.H. Quesenberry, D.S. Wofford & R.A. Dunn, 1998.
Genetic diversity for root-knot nematode resistance in white clover and related species. Genetic Resources and Crop Evolution 45: 1-8.
- Kroonen-Backbier, B. & B. Klein Swormink, 2002.
Goede vruchtwisseling noodzakelijk om aaltjes te beheersen. In: Biologische akkerbouw. Zuidoost Nederland, pp. 28-32. PPO-Bedrijfssystemen 2002, nummer 2. PPO, Lelystad.

- Leeuwen-Haagsma, W.K. van & J.J. Schröder, 2003.
Groenbemesters en rustgewassen. In: Wijnands, F.G. & J. Holwerda (eds.), pp. 105-122, Op weg naar goede biologische praktijk. Resultaten en ervaringen uit BIOM. Rapport 317, PPO, Lelystad.
- Mercer, C.F., 2005.
Resistance in *Trifolium repens* and *T. semipilosum* to *Meloidogyne trifolii* (Nematoda : Tylenchida) is temperature sensitive. New Zealand Journal of Agricultural Research 48: 339-343.
- Mercer, C.F. & J.L. Grant, 1993.
Reproduction of *Meloidogyne hapla* and *Heterodera trifolii* from several sites in New Zealand on resistant and susceptible lines of white clover. Nematologica 39: 312-321.
- Mercer, C.F. & J.L. Grant, 1995.
Resistance of the white clover variety G49 and its parent lines to stem nematode (*Ditylenchus dipsaci*). New Zealand Journal of Agricultural Research 38: 495-499.
- Mercer, C.F. & K.J. Miller, 1997.
Evaluation of 15 *Trifolium* spp. and of *Medicago sativa* as hosts of four *Meloidogyne* spp. found in New Zealand. Journal of Nematology 29 (4,suppl.): 673-676.
- Mercer, C.F., J. van den Bosch & K.J. Miller, 2000.
Progress in recurrent selection and in crossing cultivars with white clover resistant to the clover root-knot nematode *Meloidogyne trifolii*. New Zealand Journal of Agricultural Research 43: 41-48.
- Molendijk, L.P.G., 2000.
Handleiding aaltjesmanagement in de akkerbouw. Achtergronden. Kennisakker handleidingen, http://dlg2.vertis.nl/pls/dlg/docs/FOLDER/KENNISAKKER_NEW/KENNISCENTRUM/HANDLEIDINGEN, nov 2005.
- Molendijk, L.P.G., 2003.
Aaltjes en biologische landbouw. In: Wijnands, F.G. & J. Holwerda (eds.). Op weg naar goede biologische praktijk, pp. 141-147. Resultaten en ervaringen uit BIOM. PPO rapport 317.
- Molendijk, L. & B. Kroonen-Backbier, 2002.
Met 'kennis' zijn aaltjes biologisch binnen de perken te houden. In: Biologische akkerbouw. Zuidoost Nederland, pp. 33-37. PPO-Bedrijfssystemen 2002 nummer 2. PPO, Lelystad.
- Mousset-Declas, C., 1990.
Revue bibliographique sur l' hybridation interspecificue chez les trefles. Fourrages 121: 79-87.
- Nijs, L.J.M.F. den, H. Brinkman & A.T.C. van der Sommen, 2004.
A Dutch contribution to knowledge on phytosanitary risk and host status of various crops for *Meloidogyne chitwoodi* Golden *et al.*, 1980 and *M. fallax* Karssen, 1996: an overview. Nematology 6: 303-312.
- Nordenskiöld, H., 1971.
The genetic background of the resistance to nematodes (*Ditylenchus dipsaci*) in red clover (*Trifolium pratense*). Abstract. Hereditas 69: 301-302.
- Ortega, F.M., K.A. Mizen & R. Cook, 1997.
Responses of red clover (*Trifolium pratense*) cultivars to stem nematode (*Ditylenchus dipsaci*). Tests of Agrochemicals and Cultivars 18: 38-39.
- Papadopoulos, Y.A., J. Kimpinski, K.B. McRae, B.R. Christie, C.E. Gallant & S.A.E. Fillmore, 2002.
Invasion and reproduction by root-lesion nematode (*Pratylenchus penetrans*) differs among selected lines of red clover (*Trifolium pratense*). Phytoprotection 83: 41-45.
- Pederson, G.A. & G.L. Windham, 1989.
Resistance to *Meloidogyne incognita* in *Trifolium* interspecific hybrids and species related to white clover. Plant Disease 73: 567-569.
- Pederson, G.A. & G.L. Windham, 1992.
Diallel analysis of resistance in white clover to southern root-knot nematode. Crop Science 32: 1160-1162.
- Plowright, R.A., 1985.
The host-parasite relationships of clovers and the clover cyst nematode (*Heterodera trifolii* Goffart). PhD Thesis University Wales.
- Quesenberry, K.H., D.D. Baltensperger & R.A. Dunn, 1986.
Screening *Trifolium* spp for response to *Meloidogyne* spp. Crop Science 26: 61-64.

- Quesenberry, K.H., D.D. Baltensperger, R.A. Dunn, C.J. Wilcox & S.R. Hardy, 1989.
Selection for tolerance to root-knot nematodes in red clover. *Crop Science* 29: 62-65.
- Quesenberry, K.H., N.M. Call, D.E. Moon & R.A. Dunn, 1997.
Response of native eastern North American *Trifolium* spp. to root-knot nematodes. *Crop Science* 37: 270-274.
- Skipp, R.A. & D.L. Gaynor, 1987.
Pests – Nematodes. In: Baker, M.J. & W.M. Williams (Eds.). *White clover*, pp. 493-512. CAB International, Wallingford UK.
- Strzyzewska, C., 1995.
Amphidiploid hybrids of *Trifolium pratense* L. (2n=14+2) with *T. diffusum* Ehrh. (2n=16). *Journal of Applied Genetics* 36: 147-154.
- Taylor, S.P., G.J. Hollaway & C.H. Hunt, 2000.
Effect of field crops on density of *Pratylenchus* in southeastern Australia. 1. *P. neglectus*. *Journal of Nematology* 32 (4S): 591-599.
- Thompson, L.S. & C.B. Willis, 1971.
Forage legumes preferred by the clover root curculio and preferences of the curculio and root lesion nematodes for species of *Trifolium* and *Medicago*. *Journal of Economic Entomology* 64: 1518-1520.
- Timmer, R.D., G.W. Korthals & L.P.G. Molendijk, 2004.
Teelthandleiding groenbemesters. Kennisakker handleidingen,
http://dlg2.vertis.nl/pls/dlg/docs/FOLDER/KENNISAKKER_NEW/KENNISCENTRUM/HANDLEIDINGEN,
nov 2005.
- Townshend, J.L. & J.W. Potter, 1976.
Evaluation of forage legumes, grasses, and cereals as hosts of forage nematodes. *Nematologica* 22: 196-201.
- Visscher, J., 2004.
Witte klaver. Gevoelig voor droge zomers en strenge winters. *V-focus* december 2004: 30-31.
- Whitehead, A.G., 1992.
Sources of resistance to stem nematode, *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn) Filipjev, in species of *Medicago* and *Trifolium*. *Annals of Applied Biology* 120: 73-81.
- Whitehead, A.G., J.E. Fraser & A.J.F. Nichols, 1987.
Variation in the development of stem nematodes, *Ditylenchus dipsaci*, in susceptible and resistant crop plants. *Annals of Applied Biology* 111: 373-383.
- Wijnands, F.G. & J. Holwerda, 2003.
Opzet van het BIOM-project. In: Wijnands, F.G. & J. Holwerda (eds.), pp. 17-22. *Op weg naar goede biologische praktijk. Resultaten en ervaringen uit BIOM. Rapport 317*. PPO, Lelystad.
- Wijnands, F.G. & B. Kroonen-Backbier, 2002.
Perspectieven en vooruitblik. In: *Biologische akkerbouw. Zuidoost Nederland*, pp. 44-47. PPO-Bedrijfssystemen 2002 nummer 2. PPO, Lelystad.
- Wijnands, F.G., W.K. van Leeuwen-Haagsma, C. van der Wel, A. Zwijnenburg & M.J. van Koesveld, 2003.
Op weg naar de Goede Biologische Praktijk, resultaten en ervaringen uit BIOM. In: Wijnands, F.G. & J. Holwerda (eds.), pp. 39-54. *Op weg naar goede biologische praktijk. Resultaten en ervaringen uit BIOM. Rapport 317*. PPO, Lelystad.
- Wijnands, F.G., M.J.G. Meeusen, T.A. Vogelenzang & C.P.A. van Wagenberg, 2005.
Visies op de biologische landbouw. *Verscheidenheid bij gelijke intentie*. Wageningen UR.
- Williams, W.M., 1983.
Exploitation of the genetic resource through breeding: *Trifolium repens*. In: J.G. McIvor en R.A. Bray (eds.), pp. 261-274. *Genetic resources of forage plants*. CSIRO East Melbourne, Australia.
- Williams, W.M., 1987a.
White clover taxonomy and biosystematics. In: Baker, M.J. & W.M. Williams (eds.), pp. 323-342. *White clover*. CAB International, Wallingford UK.
- Williams, W.M., 1987b.
Genetics and breeding. In: Baker, M.J. & W.M. Williams (eds.), pp. 343-419. *White clover*. CAB International, Wallingford UK.

- Willis, C.B., J. Kimpinski & L.S. Thompson, 1982.
Reproduction of *Pratylenchus crenatus* and *P. penetrans* on forage legumes and grasses and effect on forage yield. Canadian Journal of Plant Pathology 4: 169-174.
- Windham, G.L. & G.A. Pederson, 1991.
Reaction of *Trifolium repens* cultivars and germplasms to *Meloidogyne incognita*. Journal of Nematology 23 (4, suppl.): 593-597.
- Wit, J. de, M. van Dongen, N. van Eekeren & E. Heeres, 2004a.
Handboek grasklaver. Teelt en voeding van grasklaver onder biologische omstandigheden, Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Wit, J. de, M. van Dongen & E. Heeres, 2004b.
Handboek Koppelbedrijven: Samen werken aan een zelfstandige, regionale, biologische landbouw, Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Zoebl, D., 1995.
Bemesting met klaver. Natuur en Techniek 63(8).

Bijlage I.

Beschreven resistentiebronnen in het geslacht *Trifolium*

Trifolium-soort	Aaltjessoort										Op klassieke wijze kruisbaar met
	<i>Ditylenchus dipsaci</i>	<i>Heterodera trifolii</i>	<i>M. arenaria</i>	<i>M. incognita</i>	<i>M. javanica</i>	<i>M. hapla</i>	<i>M. trifoliophila</i>	<i>M. chitwoodi</i>	<i>M. fallax</i>	<i>Pratylenchus penetrans</i>	
<i>T. repens</i>	+/- ¹³		+/- ³	+/- ^{3,7,9,15}	+/- ³	+/- ^{3,8}	+ ^{1,2}				
<i>T. pratense</i> L.	+/- ¹²		+/- ⁶	+/- ^{5,6}	+/- ⁶	+ ¹⁰				+/- ¹⁷	
<i>T. alpestre</i> L.				+ ¹⁰	+ ¹⁰	+ ¹⁰					<i>T. pratense</i> ¹⁸
<i>T. alpinum</i>										+ ¹⁶	
<i>T. ambiguum</i> M.B.				+/- ¹¹		+/- ³					<i>T. repens</i> ¹⁸
<i>T. angustifolium</i> L.	+ ¹²										
<i>T. aureum</i>										+ ¹⁶	
<i>T. batmanicum</i> Katzn.	+ ¹²										
<i>T. bejariense</i>			+ ⁴	+ ⁴	+ ⁴						
<i>T. bocconeii</i> Savi	+ ¹²										
<i>T. calcaricum</i>			+/- ⁴	+/- ⁴	+/- ⁴						
<i>T. carolinianum</i>			+ ³ +/- ⁴	+ ³ +/- ⁴	+ ³ +/- ⁴	+ ³ +/- ⁴					
<i>T. clypeatum</i> L.	+ ¹²										
<i>T. dasyurum</i> C. Presl	+/- ¹²										
<i>T. diffusum</i> Ehrh.	+/- ¹²		+ ¹⁰								<i>T. pratense</i> ^{18,19}
<i>T. echinatum</i> M.B.	+ ¹²										
<i>T. globosum</i> L.	+/- ¹²										
<i>T. heldreichianum</i> (Gib. & Belli) Hausskn.			+ ¹⁰		+ ¹⁰						
<i>T. hirtum</i> All.	+/- ¹²										
<i>T. hybridum</i> L.	+/- ¹²			+/- ³							
<i>T. isthmocarpum</i> Brot.	+ ¹²										<i>T. repens</i> ¹⁸
<i>T. lappaceum</i> L.	+/- ¹²										
<i>T. ligusticum</i> Balb. Ex Loisel.	+ ¹²										
<i>T. medium</i> L.			+ ¹⁰	+ ¹⁰	+ ¹⁰	+ ¹⁰					<i>T. pratense</i> ¹⁸
<i>T. michelianum</i> Savi	+ ¹²										
<i>T. nigrescens</i>				+/- ¹¹							<i>T. repens</i> ¹⁸
<i>T. pallidum</i> Waldst. & Kit.				+ ¹⁰							<i>T. pratense</i> ¹⁸
<i>T. pauciflorum</i> D'Urv.	+ ¹²										
<i>T. pilulare</i> Boiss.	+ ¹²										
<i>T. purpureum</i> Loisel.	+/- ¹²										
<i>T. reflexum</i>				+/- ⁴		+ ⁴					
<i>T. resupinatum</i>			+/- ³								

<i>Trifolium</i> -soort	Aaltjessoort										Op klassieke wijze kruisbaar met
	<i>Ditylenchus dipsaci</i>	<i>Heterodera trifolii</i>	<i>M. arenaria</i>	<i>M. incognita</i>	<i>M. javanica</i>	<i>M. hapla</i>	<i>M. trifoliophila</i>	<i>M. chitwoodi</i>	<i>M. fallax</i>	<i>Pratylenchus penetrans</i>	
<i>T. sarosiense</i>			+ ¹⁰		+ ¹⁰						<i>T. pratense</i> ⁸
<i>T. scabrum</i> L.	+ ¹²										
<i>T. semipilosum</i> Fresen	+/- ¹²						+/- ¹				
<i>T. squamosum</i> L.	+/- ¹²										
<i>T. squarrosum</i> L.	+/- ¹²										
<i>T. stoloniferum</i>			+/- ⁴	+/- ⁴	+ ⁴						
<i>T. striatum</i> L.	+/- ¹²						+ ¹⁴				
<i>T. subterraneum</i> L.	+ ¹²										
<i>T. sylvaticum</i> Gerard ex Loisel.	+ ¹²										
<i>T. vesiculosum</i> Savi	+/- ¹²										

+ = volledige resistentie (onvatbaarheid, geen aaltjesvermeerdering)

+/- = verminderde vatbaarheid

Bronvermeldingen:

- ¹ Mercer, 2005;
- ² Mercer *et al.*, 2000
- ³ Kouamé *et al.*, 1998
- ⁴ Quesenberry *et al.*, 1997
- ⁵ Call *et al.*, 1997
- ⁶ Quesenberry *et al.*, 1989
- ⁷ Quesenberry *et al.*, 1986
- ⁸ Van den Bosch & Mercer, 1989
- ⁹ Windham en Pederson, 1991
- ¹⁰ Kouamé *et al.*, 1997
- ¹¹ Pederson & Windham, 1989
- ¹² Whitehead, 1992
- ¹³ Mercer & Grant, 1995
- ¹⁴ Mercer & Miller, 1997
- ¹⁵ Pederson & Windham, 1992
- ¹⁶ Thompson & Willis, 1971
- ¹⁷ Papadopoulos *et al.*, 2002
- ¹⁸ Mousset-Déclas, 1990
- ¹⁹ Strzyzewska, 1995