

Perspectieven van verschillende gewassen als stikstofvanggewas ná de oogst van maïs

Literatuurstudie naar de perspectieven van
groenbemesters en wintergranen als stikstofvanggewas
ná de oogst van maïs op zand- en lössgronden

Auteurs: **J. Hoek en J. Paauw**

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving

Projectnummer: 3250143300

Dit project maakt deel uit van het Actieplan Aaltjesbeheersing, een initiatief van het Productschap Akkerbouw, Productschap Tuinbouw en LTO Nederland. Binnen het Actieplan voeren diverse partijen gezamenlijk onderzoeks- en voorlichtingsprojecten uit op het gebied van aaltjesbeheersing om de continuïteit van teelten voor de Nederlandse land- en tuinbouw te waarborgen.

Informatie over het Actieplan Aaltjesbeheersing

Arjan Kuijstermans
Postbus 29739
2502 LS Den Haag
Telefoon: 070 - 370 84 26
Fax : 070 - 370 83 10
E-mail : aaltjesbeheersing@hpa.agro.nl
Internet : www.kennisakker.nl

Dit rapport is een uitgave van Praktijkonderzoek Plant en Omgeving
Sector Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroenten
Edelhertweg 1, 8219 PH Lelystad
Postbus 430
8200 AK Lelystad
Telefoon: 032 – 029 11 11
Fax: 032 – 023 04 79
E-mail: hans.hoek@wur.nl
Internet: www.ppo.wur.nl

© 2009, juni Lelystad, PPO - AGV.

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 PPO – AGV.

Hoewel de inhoud van deze uitgave met zorg is samengesteld, kunnen hieraan op geen enkele wijze rechten worden ontleend.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

PPO-agv

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad

Postbus : 430, 8200 AK Lelystad

Tel. : 0320 - 29 11 11

Fax : 0320 - 23 04 79

E-mail : info.ppo@wur.nl

Internet : www.ppo.wur.nl



INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	5
1 INLEIDING	7
2 ONDERZOEKSRESULTATEN TEELTKUNDIG ONDERZOEK	9
2.1 (On)mogelijkheden van stikstofvanggewassen na maïs op akkerbouwbedrijven	9
2.1.1 Snijmaïs	9
2.1.2 Korrelmaïs.....	10
2.1.3. Specifieke situaties	10
2.2 Wintergerst als groenbemester en stikstofvanggewas	10
2.2.1 Proefopzet en -uitvoering	10
2.2.2 Resultaten.....	11
2.2.3 Discussie en conclusies	15
2.3 Opbrengst van een vanggewas na maïs	16
2.3.1 Vanggewas als nateelt	16
2.3.2 Vanggewas als onderzaai (teelt onder dekvruucht)	16
2.3.3 Discussie en conclusies	16
2.4 Actualisatie kengetallen groenbemesters.....	17
2.4.1 Inleiding.....	17
2.4.2 Resultaten.....	17
2.4.3 Discussie en conclusies	20
3 TEELTASPECTEN VAN STIKSTOFVANGGEWASSEN	22
3.1 Geschiktheid voor late zaai	22
3.2 Winterhardheid	23
4 AALTJESINFORMATIE VAN STIKSTOFVANGGEWASSEN	24
4.1 Witte bietencysteaaltje (Heterodera schachtii)	25
4.2 Gele bietencysteaaltje (Heterodera betae).....	25
4.3 Noordelijk wortelknobbelaaltje (Meloidogyne hapla).....	25
4.4 Maïswortelknobbelaaltje (Meloidogyne chitwoodi)	26
4.5 Bedrieglijk maïswortelknobbelaaltje (Meloidogyne fallax).....	26
4.6 Wortellesieaaltje (Pratylenchus penetrans)	26
4.7 Stengelaaltje (Ditylenchus dipsaci)	27
4.8 Trichodorus primitivus.....	27
4.9 Trichodorus similis	27
4.10 Paratrichodorus pachydermus	28
4.11 Paratrichodorus teres.....	28
4.12 Tabaksratelvirus	28
5 CONCLUSIES	30
5.1 Teeltkundige aspecten.....	30
5.2 Waardplantstatus voor aaltjes.....	30
6 AANBEVELINGEN VOOR ONDERZOEK.....	33
6.1 Benodigd teeltkundig onderzoek	33
6.2 Benodigd aaltjesonderzoek.....	33
6.2.1 Waardplant- en schade onderzoek aaltjes algemeen	33
6.2.2 Benodigd aaltjesonderzoek bij stikstofvanggewassen	33
7 GERAADPLEEGDE INFORMATIEBRONNEN	35
BIJLAGE: TEELTINFORMATIE OVER JAPANSE HAVER	37





SAMENVATTING

Sinds 2006 heeft de overheid de teelt van groenbemesters na de oogst van maïs op zand- en lössgrond verplicht gesteld. De groenbemesters moeten geteeld worden als vanggewas voor stikstof, om de nitraatuitspoeling na de teelt van maïs te beperken. Momenteel zijn als stikstofvanggewas de volgende gewassen toegelaten: winterrogge, grassen, bladkool en bladrammenas. Vanuit de praktijk worden er veel vragen gesteld over andere gewassen die eventueel als stikstofvanggewas na maïs zouden kunnen dienen. Vooral wintertarwe, wintergerst en triticale worden in dit verband veelvuldig genoemd. Daarnaast is er veel behoefte aan informatie over de enkele jaren geleden in Nederland geïntroduceerde groenbemester *Avena strigosa* (ook wel bekend als "Japanse haver"). *Avena strigosa* vermeerdert wortellesieaaltjes niet en daarmee onderscheidt deze groenbemester zich gunstig van andere veel geteelde groenbemesters.

In deze literatuurstudie heeft het PPO-AGV teelttechnische en nematologische kennis verzameld over de volgende gewassen die momenteel (nog) geen toelating hebben als vanggewas voor stikstof na maïs: Japanse haver (*Avena strigosa*), wintertarwe, wintergerst en triticale. Deze gewassen zijn vergeleken met de al toegelaten vanggewassen winterrogge, bladrammenas, bladkool, Italiaans raaigras en Engels raaigras. De gegevens van de momenteel als stikstof vanggewas toegelaten groenbemesters fungeren daarbij als referentie voor de groenbemesters waarvoor deze toelating wordt bepleit. Dit is nodig omdat duidelijke criteria voor toelating van stikstofvanggewassen ontbreken.

Er is momenteel heel weinig informatie over droge stof productie en de stikstofopname van de huidige en potentiële stikstofvanggewassen beschikbaar. Gebaseerd op het weinige onderzoek dat op dit terrein is uitgevoerd, lijkt winterrogge bij zaai ná augustus meer droge stof te produceren en meer stikstof op te nemen dan bladrammenas, Italiaans raaigras en wintergerst. Gezien de oogstperiode van maïs (half september tot half november) en de informatie over uiterste zaaitijd in het najaar, lijken vooral winterrogge, wintertarwe, wintergerst en triticale en mogelijk ook bladkool, geschikt te zijn als stikstofvanggewas.

Wordt gekeken naar de winterhardheid, dan zijn winterrogge, wintertarwe, wintergerst en triticale goed geschikt als stikstofvanggewas. Ook Engels en Italiaans raaigras bezitten een redelijk tot goede winterhardheid. Bladkool en bladrammenas zijn vrij gevoelig voor vorst en lijken daarom (wat) minder geschikt te zijn als stikstofvanggewas omdat deze gewassen alleen in een zachte winter niet kapot vriezen. Van Japanse haver is nog onvoldoende bekend over de winterhardheid (de eerste indicaties is dat Japanse haver niet erg winterhard is).

Om de droge stof productie en de stikstofopname van de huidige en de potentiële stikstofvanggewassen (beter) te onderbouwen, dient teeltonderzoek met rogge, bladrammenas, bladkool, Italiaans raaigras en Engels raaigras, maar ook met wintertarwe, wintergerst, triticale en Japanse haver plaats te vinden. Dit onderzoek zou bij voorkeur uitgevoerd moeten worden met enkele zaaidata tussen half september en half oktober. Vanwege de variatie in weersomstandigheden is een herhaling in de jaren noodzakelijk. Verder zou er met Engels en Italiaans raaigras en met Japanse haver ook onderzoek moeten plaatsvinden bij inzaai in de maïs (teelt onder dekvrucht). Via dit teeltonderzoek zou tegelijkertijd ook de wintervastheid van Japanse haver beter bepaald kunnen worden en zou er meer duidelijkheid komen over de uiterste zaaidatum van deze groenbemester.



Er is, met uitzondering van Japanse haver en in wat mindere mate bladkool, voor stikstofvanggewassen veel informatie beschikbaar over de vermeerdering van en schadegevoeligheid voor belangrijke plantparasitaire aaltjes. Dit is in vrij veel gevallen echter informatie die of is vastgesteld bij een zomerteelt van het (groenbemesting)gewas (terwijl het bij stikstofvanggewassen om een teelt in de winter gaat) of afkomstig is uit kasproeven. Voor de belangrijkste plantparasitaire aaltjes in Nederland is daarom per stikstofvanggewas in tabel 1 aangegeven of nader (veld)onderzoek naar vermeerdering van aaltjes (bepaling van waardplantstatus) en schadegevoeligheid nodig is of niet.

Tabel 1: Overzicht van benodigd onderzoek ¹ voor de herfst en winter teelt van de verschillende stikstofvanggewassen en plantparasitaire aaltjes.

gewas	wit te bietencysteaatje	gele bietencysteaatje	Noordelijk wortelknobbelaatje	maïswortelknobbelaatje	bedrieglijk maïswortelknobbelaatje	wortellesieaatje	stengelaatje	T. primitivus	T. similis	P. pachydermus	P. teres	Tabaksratelvirus
bladrammenas	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-
bladkool	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-
rogge	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-
Italiaans raaigras	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-
Engels raaigras	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-
Japanse haver	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X
wintertarwe	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-
wintergerst	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-
Triticale	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X

1): X = onderzoek nodig, - : geen onderzoek nodig.

1 INLEIDING

Het gebruik van groenbemestinggewassen is in Nederland gedurende de laatste decennia aanzienlijk toegenomen. Naast veel voordelen (verbetering van de structuur, voorkomen van verslemping en verstuiving, bevordering van het bodemleven etc.) kent de teelt van groenbemestinggewassen echter ook enkele nadelen. Een belangrijk nadeel is de mogelijke vermeerdering van plantparasitaire aaltjes in het najaar en in de daaropvolgende winter. Vanuit de praktijk komen dan ook in toenemende mate vragen over de gevolgen van de teelt van groenbemesters voor de besmetting met plantparasitaire aaltjes. Dit onderwerp is de laatste jaren nog meer in de belangstelling gekomen omdat de overheid vanaf 2006 de teelt van groenbemesters na de oogst van maïs op zand- en lössgrond verplicht heeft gesteld. Deze groenbemesters moeten geteeld worden als vanggewas¹ voor stikstof, om daardoor de nitraatuitspoeling na de teelt van maïs te beperken. Daartoe zijn momenteel de volgende gewassen toegestaan als stikstofvanggewas: **winterrogge, grassen, bladkool en bladrammenas**. Tevens geldt de verplichting dat het stikstofvanggewas niet vóór 1 februari mag worden ondergewerkt.

Vanuit de praktijk worden er vaak vragen gesteld over de (on)mogelijkheden van andere stikstofvanggewassen dan de hiervoor genoemde. Vooral **wintertarwe, wintergerst** en **triticale** worden in dit verband veelvuldig genoemd. Als deze gewassen ook als vanggewas na maïs geteeld mogen worden, biedt dit de telers uiteraard meer keuze mogelijkheden. Daarnaast is er veel behoefte aan informatie over de enkele jaren geleden in Nederland geïntroduceerde groenbemester ***Avena strigosa*** (ook wel bekend als “**Japane haver**”). *Avena strigosa* vermeerderd *Pratylenchus penetrans* (het wortellesieaaltje) niet en daarmee onderscheidt deze groenbemester zich gunstig van andere veel geteelde groenbemesters (Engels en Italiaans raaigras, rogge, bladrammenas) omdat deze het wortellesieaaltje wel in meer of mindere mate vermeederen. Omdat *Avena strigosa* het wortellesieaaltje niet vermeerderd, neemt de besmetting van dit aaltje gedurende de teelt van deze groenbemester ongeveer even sterk af als bij zwarte braak. Vanuit de praktijk is er daarom veel belangstelling voor *Avena strigosa* en daardoor komen er steeds meer vragen over de teelt van deze groenbemester, over de verschillende rassen en over de waardplantstatus voor andere plantparasitaire aaltjes. De (teelt)informatie die momenteel bij PPO over Japanse haver bekend is, wordt kort weergegeven in de bijlage van dit rapport.

In deze literatuurstudie heeft het PPO-AGV teelttechnische en nematologische kennis geïnventariseerd over groenbemesters die in het najaar en in de winter (kunnen) worden geteeld.

Over de volgende gewassen c.q. groenbemesters die momenteel (nog) geen toelating hebben als vanggewas voor stikstof na maïs is informatie verzameld: Japanse haver (*Avena strigosa*), wintertarwe, wintergerst en triticale. Deze gewassen zijn vergeleken met de al toegelaten vanggewassen winterrogge, bladrammenas, bladkool, Italiaans raaigras en Engels raaigras. De gegevens van de momenteel als stikstof vanggewas toegelaten groenbemesters fungeren daarbij als referentie voor

¹ De term ‘vanggewas’ is niet eenduidig en wordt in het onderzoek, de voorlichting en in de praktijk zowel gebruikt voor het opnemen van stikstof, voor het lokken en doden van aaltjes als voor het wegvangen van gewasbeschermingsmiddelen (beperking van drift). In dit rapport wordt vanggewas gebruikt in de zin van stikstofvanggewas, tenzij anders is vermeld.

de groenbemesters waarvoor deze toelating wordt bepleit. Vergelijking met al toegelaten vanggewassen voor stikstof is nodig, omdat duidelijke criteria voor toelating (nog) ontbreken.

Er is in deze literatuurstudie gebruik gemaakt van informatie die momenteel binnen het PPO-AGV beschikbaar is en die in onafhankelijke schriftelijke bronnen voorhanden is (voor zover het gaat om literatuur over groenbemesters uit de West-Europese klimaatzone).

2 ONDERZOEKSRESULTATEN TEELTKUNDIG ONDERZOEK

In de literatuur is op beperkte schaal informatie beschikbaar over de zaaitijd, de droge stofproductie en de stikstofopname van groenbemestinggewassen. In hoofdstuk 2 zijn de resultaten samengevat van vier onderzoeksprojecten met basisinformatie over deze onderwerpen. De onderzoeksresultaten zijn samengevat in de paragrafen 2.1 t/m 2.4.

Deze informatie is in hoofdstuk 3 gebruikt om een uitspraak te doen over de potentiële mogelijkheden van wintertarwe, wintergerst, triticale en *Avena strigosa* (Japanse haver) als stikstofvanggewas na maïs.

2.1 (On)mogelijkheden van stikstofvanggewassen na maïs op akkerbouwbedrijven

In het rapport over stikstofvanggewassen na maïs (Dijk van W. et al, 2006) is bestaande kennis op een rij gezet met betrekking tot de inzet van stikstofvanggewassen na maïs op akkerbouwbedrijven. Deze rapportage is geschreven in het kader van het nieuwe mineralenbeleid om vanaf 2006 na maïs op zand- en lössgronden verplicht een stikstofvanggewas te telen om de nitraatuitspoeling te beperken. Uit het desbetreffende rapport is hier alleen informatie uit het hoofdstuk over stikstofopname overgenomen. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen de oogst van het gewas als snijmaïs en als korrelmaïs. Snijmaïs wordt meestal geoogst tussen half september en half oktober, voor korrelmaïs is dat meestal tussen half oktober en eind november.

2.1.1 Snijmaïs

Winterrogge en onderzaai van gras

Op proefbedrijf Heino is in de periode 1988 - 1994 gekeken naar de effecten van winterrogge (zaaitijd circa half september) en onderzaai² van gras (Italiaans raaigras) op de verliezen en benutting van stikstof bij continueelt van snijmaïs op zandgrond. De stikstofopname in de rogge en gras bleek sterk af te hangen van de wintertemperatuur. Uitgaande van het gevonden verband tussen de temperatuursom en de N-opname kan worden afgeleid dat na maïs in een winter met gemiddelde temperaturen in de periode tussen 20 september en 20 maart circa 35 - 40 kg N per ha kan worden vastgelegd in zowel bovengrondse als ondergrondse delen. Van de opgenomen N in vanggewassen werd 50 tot 70% herbenut door een volgend maïsgewas, mits bij de N-bemesting hiermee rekening werd gehouden. In dat geval werd ook de (gemeten) uitspoeling verminderd.

In dit onderzoek was er geen duidelijk verschil in N-opname tussen rogge en gras. Bij onderzaai van gras is er wel iets meer risico op concurrentie met de maïs. Bij lichte gewassen (laag bemestingsniveau, bladarme rassen) heeft gras het voordeel dat het tijdens de periode waarin de maïs afrijpt (ruwweg vanaf half augustus) al stikstof opneemt (terwijl rogge pas ná de maïsoogst gezaaid kan worden). Het nadeel van onderzaai van gras is dat het gras kapot gereden kan worden als de maïs onder ongunstige omstandigheden moet worden geoogst.

Bladkool en bladrammenas

Er is in Nederland geen onderzoek uitgevoerd naar de ontwikkelingsmogelijkheden van bladkool en bladrammenas na snijmaïs. Wel is er in 2004 en 2005 onderzoek uitgevoerd naar de invloed van zaaitijd op de ontwikkeling, drogestof productie en N-opname van diverse groenbemesters (Hoek et al., 2006), maar in dit onderzoek varieerden de zaaitijden van half juli tot begin september (zie paragraaf 2.4). Omdat snijmaïs doorgaans later wordt geoogst (meestal vanaf half september) kan hieruit

² Bij onderzaai wordt een groenbemester onder dekvrucht (in dit geval maïs) geteeld.



niet direct worden afgeleid wat de ontwikkelingsmogelijkheden zouden zijn van bladrammenas na snijmaïs. Uit onderzoek uit de jaren tachtig bleek bladrammenas bij zaai medio september nog circa 30 kg N per ha op te nemen (Van Enckevort et al., 1990). Hierbij moet wel worden benadrukt dat de groeiomstandigheden in de herfst van dat onderzoek relatief gunstig waren.

Winterrogge gaf in dat onderzoek bij zaai vanaf half september een betere ontwikkeling en een hogere productie dan bladrammenas.

2.1.2 Korrelmaïs

Op akkerbouwbedrijven wordt een deel van de maïs geoogst als korrelmaïs. In het algemeen zal men met het oog op droogkosten zo lang mogelijk wachten met oogsten. Door de late oogst van maïs zijn de ontwikkelingsmogelijkheden van de dan nog te zaaien groenbemesters minimaal. De kruisbloemigen bladrammenas en bladkool zullen dan helemaal geen ontwikkeling van betekenis geven. De beste mogelijkheid biedt waarschijnlijk nog grasonderzaai omdat deze zich al kan ontwikkelen gedurende de afrijping van de maïs. Door de afsterving van het blad zal er meer licht op de bodem vallen waardoor het gras zich kan ontwikkelen. Anderzijds blijft het stro na het dorsen achter op het land, waardoor het gras wordt bedekt wat verdere ontwikkeling zal belemmeren. Verder is het voor een goede vertering van het stro nodig dat deze wordt ingewerkt. Dat is echter niet mogelijk bij grasonderzaai omdat dan het gras wordt vernietigd (is pas toegestaan vanaf 1 februari). Als alternatief voor grasonderzaai zou nog kunnen worden gekozen voor winterrogge maar hoewel dit gewas laat gezaaid kan worden, mag er bij inzaai na half oktober niet veel meer van worden verwacht.

2.1.3. Specifieke situaties

Vruchtopvolgning

Als in de rotatie na maïs een hoofdgewas wordt geteeld dat al in de herfst wordt gezaaid (bijvoorbeeld wintertarwe, wintergerst of triticale) dan zijn de wettelijke regels rond vanggewassen niet meer uitvoerbaar. Deze graangewassen hebben momenteel namelijk geen toelating als stikstofvanggewas. Een ander praktisch probleem doet zich voor wanneer na maïs lelies worden geteeld. Het is dan gebruikelijk om een grondontsmetting toe te passen. Voor een goede werking moet er daarna circa 3 weken worden gewacht met de inzaai van een vanggewas. In deze situatie kan er dus direct na de maïs geen vanggewas worden gezaaid.

Ongunstige oogstomstandigheden

Wanneer de maïs onder natte omstandigheden is geoogst zijn de slagingskansen van een vanggewas gering. In die situaties is vaak een extra groundbewerking nodig die pas kan worden uitgevoerd als de grond weer enigszins is opgedroogd, waardoor de inzaai van een vanggewas verder wordt verlaat en de ontwikkeling minimaal zal zijn.

2.2 Wintergerst als groenbemester en stikstofvanggewas

In 2007 heeft er op ROC Vredepeel een onderzoek gelegen gericht op de zaaitijd van groenbemesters in relatie tot de droge stofproductie en stikstofopname (van Geel en Verstegen, 2007).

2.2.1 Proefopzet en -uitvoering

De groenbemesters zijn gezaaid op 12 september 2007 en op 1 oktober 2007. Per zaaimoment zijn de volgende objecten onderzocht: wintergerst, winterrogge en zwarte braak.

Voor het meten van de gewasgroei en stikstofopname zijn er op 27 november 2007 en 10 maart 2008 opbrengstbepalingen en gewasanalyses uitgevoerd. De



bodemvoorraad Nmin vóór zaai van de groenbemesters is weergegeven in tabel 2. De gemeten waarden vóór de 1^e zaai zijn van eenzelfde orde van grootte als de waarden die Van Enckevort et al. (2002) vonden als gemiddelde rest-Nmin op zandgrond na de teelt van maïs en consumptieaardappel bij bemesting volgens advies (tabel 3). De gemeten waarden vóór de 2^e zaai waren wat hoger dan die vóór de 1^e zaai.

Tabel 2: Nmin-voorraad vóór zaai van de groenbemesters.

zaai	datum monsternamen	Nmin (kg N/ha)			
		0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-90 cm
1 ^e zaai	12 september 2007	41	21	58	120
2 ^e zaai	1 oktober 2007	54	37	62	153

Tabel 3: Gemiddelde Nmin-voorraad in de bodem op zandgrond na de teelt van maïs of consumptie-aardappel (bron: Van Enckevort et al. (2002) en interne gegevens PPO-AGV)

gewas	Nmin (kg N/ha)			
	0-30 cm	30-60 cm	60-100 cm	0-100 cm
maïs	40	36	40	116
aardappel	35	33	27	95

2.2.2 Resultaten

2.2.2.1 Gewasgroei en stikstofopname

De winterrogge ontwikkelde zich voor de winter forser dan de wintergerst. Het verschil was bij de 1^e zaai groter dan bij de 2^e zaai (zie figuur 1).



winterrogge 1^e zaai (12 september)



wintergerst, 1^e zaai (12 september)



winterrogge 2^e zaai (1 oktober)



wintergerst, 2e zaai (1 oktober)

Figuur 1: Ontwikkeling van de groenbemesters op 23 oktober 2007.

Winterrogge produceerde bij beide zaaidata meer bovengrondse droge stof dan de wintergerst en nam meer stikstof op in de bovengrondse delen (tabellen 4 en 5). Dit waren statistisch significante verschillen, op beide meetmomenten (27 november en 10 maart). De drogestof productie van winterrogge verschilde weinig tussen de beide zaaidata. De stikstofopname was echter bij de 1^e zaai hoger dan bij de 2^e zaai.

Tussen 27 november en 10 maart veranderde de hoeveelheid gemeten droge stof nauwelijks. Bij wintergerst is merkwaardig dat de drogestof productie in november bij de 2^e zaai hoger was dan bij de 1^e zaai. Daarentegen werd in maart bij de 1^e zaai een hogere drogestof productie gemeten dan bij de 2^e zaai. De stikstofopname bij gerst verschilde weinig tussen de beide zaaidata. De verschillen in drogestof productie tussen de twee oogstmomenten waren niet significant (niet voor gerst, noch voor rogge). Daarom moet worden aangenomen dat de verschillen een gevolg zijn van veldvariatie c.q. op toeval berusten.

De gemiddelde drogestof productie op de beide oogstmomenten geeft in dit geval het verschil tussen winterrogge en wintergerst het beste weer (tabel 4). Het blijkt dat de drogestof productie van winterrogge bij beide zaaidata twee keer zo hoog was als die van wintergerst.

Opmerkelijk is dat bij alle objecten de stikstofopname op 10 maart was afgenomen ten opzichte van 27 november, bij rogge nog sterker dan bij gerst. De afname bij rogge was een significant verschil, bij gerst niet. Bij alle objecten was tussen 27 november en 10 maart het stikstofgehalte in de droge stof significant afgenomen.

Een goede verklaring hiervoor ontbreekt.

Zowel op 27 november als op 10 maart was de stikstofopname in de bovengrondse delen van winterrogge twee keer zo hoog als die van wintergerst bij zaai op 1 oktober en meer dan twee keer zo hoog bij zaai op 12 september.

Tabel 4: Bovengrondse drogestof productie van de groenbemesters (kg droge stof per ha) in november en maart.

zaai	27 november		10 maart		gemiddeld 27/11 en 10/3	
	winter-rogge	winter-gerst	winter-rogge	winter-gerst	winter-rogge	winter-gerst
12 september	1423	520	1371	919	1397	720
1 oktober	1312	731	1319	589	1316	660

Tabel 5: Stikstofopname van de groenbemesters (kg N per ha.) in november en maart

zaai	27 november		10 maart		verschil 27/11 en 10/3	
	winter-rogge	winter-gerst	winter-rogge	winter-gerst	winter-rogge	winter-gerst
12 september	29	10	20	9	--9	--1
1 oktober	23	12	14	7	--9	--5

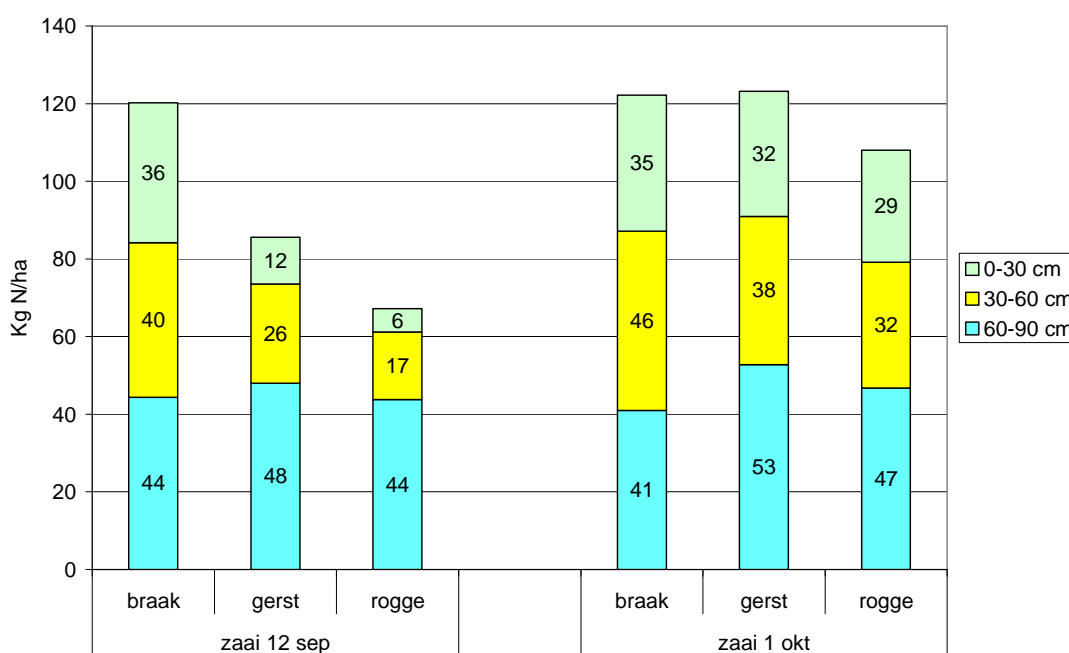
2.2.2.2 N_{min} in de bodem

De N_{min}-voorraad in de laag 0-90 cm op 8 november werd significant verlaagd door de teelt van de groenbemesters bij de 1^e zaai. Er was sprake van een verlaging in de lagen 0-30 en 30-60 cm, maar niet in 60-90 cm (figuur 2). Rogge verlaagde de N_{min}-voorraad sterker dan gerst.

Bij de 2^e zaai verlaagde wintergerst de N_{min} 0-90 cm niet en gaf winterrogge een kleine, niet-significante verlaging ten opzichte van braak. Gemiddeld over de beide zaaimomenten was de N_{min} 0-90 cm op 8 november bij winterrogge 17 kg N/ha lager dan bij wintergerst. Dit verschil was bijna significant.

De afname van N_{min} was bij de 1^e zaai hoger dan de stikstofopname in de bovengrondse delen van de groenbemesters, maar bij de 2^e zaai was de N_{min}-afname juist lager dan de N-opname in de bovengrondse delen (tabel 5). Een goede verklaring hiervoor ontbreekt. Mogelijk speelde de veldvariatie een belangrijke rol en berust het verschil op toeval.

In tabel 6 is ook de uitspoelingsreductie weergegeven volgens de relatie die in het project Sturen op Nitraat is gevonden tussen N_{min} najaar in de laag 0-90 cm en het nitraatgehalte in het grondwater (Hack-ten Broeke et al., 2004). Er is hierbij uitgegaan van het meest eenvoudige, opgestelde regressiemodel in dit project, dat aangeeft dat iedere kg extra nitraatstikstof begin november in de bodemlaag 0-90 cm het nitraatgehalte van het grondwater met 0,69 mg NO₃ per liter verhoogt. Volgens deze relatie zou winterrogge gemiddeld over de beide zaaimomenten een 12 mg/l lager nitraatgehalte hebben gegeven dan wintergerst.



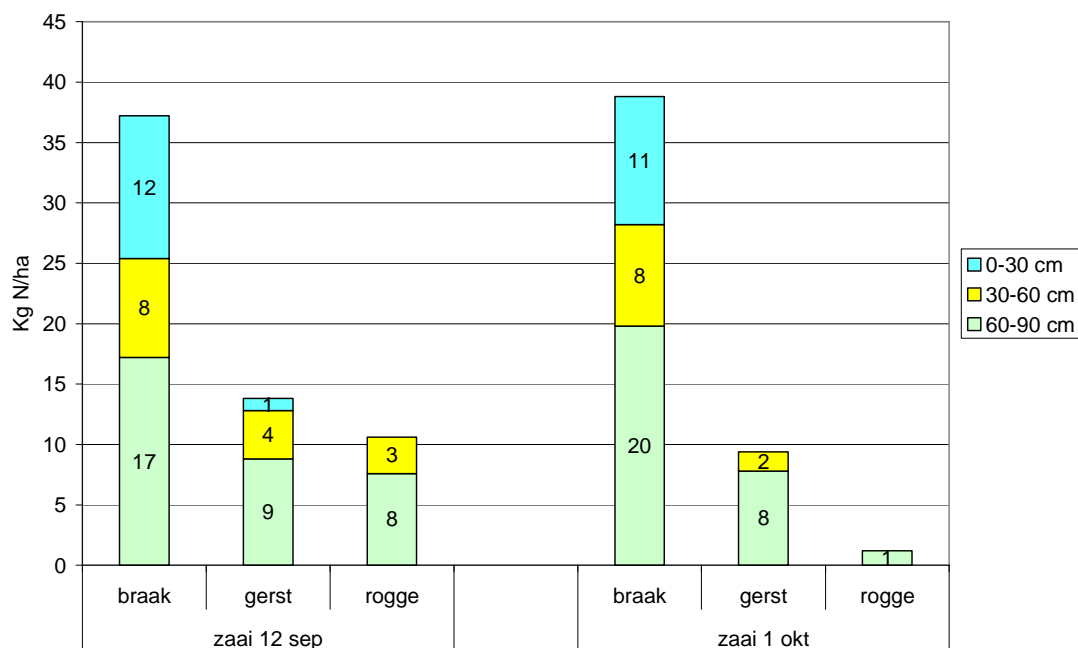
Figuur 2: Nmin-voorraad op 8 november 2007.

Tabel 6: Reductie Nmin-voorraad 0-90 cm op 8 november en van het nitraatgehalte in het grondwater op basis van de Sturen-op-Nitraat-relatie.

zaai	reductie Nmin (kg N/ha)		reductie nitraat (mg NO ₃ /l)	
	winter-rogge	winter-gerst	winter-rogge	winter-gerst
12 september	53	35	37	24
1 oktober	14	--1	10	--1

Op 11 maart was de Nmin-voorraad in de laag 0-90 cm bij de groenbemesters significant lager dan bij braak (figuur 3). Het verschil tussen rogge en gerst was niet significant. Dat gold voor beide zaaimomenten.

In tabel 7 is weergegeven met hoeveel kg N/ha de Nmin tussen 8 november en 11 maart was afgenomen. Bij de 1^e zaai was de afname bij de groenbemesters lager dan bij braak (niet significant), maar bij de 2^e zaai was de afname juist hoger dan bij braak (niet significant). Een goede verklaring hiervoor ontbreekt. Men kan hierover speculeren, maar mogelijk is het niet meer dan een gevolg van veldvariatie (toeval).



Figuur 3: Nmin-voorraad op 11 maart 2008.

Tabel 7: Afname Nmin in 0-90 cm tussen 8 november en 11 maart.

zaai	afname Nmin (kg N/ha)		
	braak	winterrogge	wintergerst
12 september	83	57	72
1 oktober	83	107	114

2.2.3 Discussie en conclusies

De meetresultaten van de proef waren grillig en werden vermoedelijk sterk beïnvloed door veldvariatie. Toch roepen ze ook vragen op over de stikstofhuishouding die in de herfst en in de winter in de bodem heeft plaatsgevonden. Om hier meer inzicht in te verkrijgen, is diepgaander onderzoek nodig.

Gelet op de vraagstelling van de proef, voldeed wintergerst minder goed als stikstofvanggewas dan winterrogge, gezien de gewasontwikkeling en stikstofopname in de bovengrondse delen. Relatief was het verschil tussen de gewassen in drogestof productie en stikstofopname groot. In absolute zin was het verschil in stikstofopname echter klein en moet de stikstofopname bij beide groenbemesters en beide zaaitijden worden gewaardeerd als slecht (De Ridder, 1992).

Verder leek wintergerst de Nmin najaar minder sterk te verlagen dan winterrogge.

Ook gaf de proef aan dat zaai van de groenbemesters op 12 september tot een verlaging leidde van de Nmin in het najaar, maar zaai op 1 oktober niet of nauwelijks. Hierbij moet worden opgemerkt dat op basis van de resultaten van een eenjarige proef geen harde conclusies kunnen worden getrokken. Daarvoor moet het onderzoek meerdere jaren worden uitgevoerd.

2.3 Opbrengst van een vanggewas na maïs

Een stikstofvanggewas kan in het voorjaar worden ondergeploegd of er kan een snede van geoogst worden. In het project Koeien&Kansen is onderzoek gedaan naar de groei en opbrengst van vanggewassen (Hilhorst G.J. ASG, Verloop J. PRI 2009). Naast het zaaien na de oogst (nateelt), kan het vanggewas ook onder de maïs worden gezaaid (onderzaai of teelt onder dekvrucht). Maar voor onderzaai is alleen gras geschikt. Het voordeel van onderzaai ten opzichte van nateelt is een langere periode van stikstofopname en daarmee een geringere kans op uitspoeling. Onderzaai kan vooral voordelen hebben ten opzichte van nateelt als de maïs laat wordt geoogst en het na de oogst niet meer mogelijk is een goed stikstofopnemend gewas te telen.

2.3.1 Vanggewas als nateelt

Bij de teelt van een vanggewas als nateelt wordt het gewas gezaaid na de oogst van de maïs.

Voor voorjaars oogst zijn alleen gras en rogge (of een combinatie van beide) geschikt. De geschiktheid voor een voorjaars oogst is van veel factoren afhankelijk. De beschikbaarheid van stikstof en het weer gedurende de winterperiode zijn de belangrijkste factoren. Bij een voldoende stikstofaanbod en een zachte winter ontwikkelt het gewas zich beter en heeft in het voorjaar een hogere droge stof productie dan bij een krap stikstofaanbod en een strenge winter. Vanuit milieutechnische overweging is een krap stikstofaanbod gewenst omdat dan het risico op stikstofuitspoeling beperkt is.

2.3.2 Vanggewas als onderzaai (teelt onder dekvrucht)

Het nadeel van een vanggewas zaaien na de oogst van de maïs, is dat gedurende een aantal weken zowel geen stikstofopname plaatsvindt door de maïs als door het vanggewas. Maïs stopt eind juli of begin augustus met de stikstofopname en het vanggewas begint pas nadat het voldoende ontwikkeld is met de opname. Om het risico van stikstofuitspoeling te verminderen kan het vanggewas als onderzaai worden geteeld. Het gewas wordt dan onder de maïs (tussen de rijen) gezaaid waar het voldoende licht krijgt om te kiemen. Daarna kan het niet verder groeien omdat het onvoldoende licht krijgt doordat de maïs dit belemmert. Hiervoor is het juiste zaaitijdstip belangrijk. Het vanggewas moet op een zodanig tijdstip gezaaid worden, dat binnen enkele dagen na opkomst ervan de maïs het perceel gesloten heeft. De maïs is dan ongeveer 40 tot 50 cm hoog en in de meeste gevallen is dat ongeveer 6 weken na het zaaien van de maïs. Omdat de kiemomstandigheden niet gunstig genoeg zijn voor andere gewassen, komt alleen gras in aanmerking voor onderzaai.

2.3.3 Discussie en conclusies

In de winter 2007/2008 zijn in het genoemde onderzoek Italiaans raaigras als onderzaai, Italiaans raaigras als nateelt en rogge als nateelt met elkaar vergeleken. Van deze gewassen is de opbrengst bepaald in december 2007 en in april 2008. Het Italiaans raaigras als onderzaai (zaaidatum 17 juni 2007) had in december 2007 al 965 kg droge stof per ha geproduceerd. Dit was 45% van de totale opbrengst van 2121 kg droge stof per ha in april 2008. Bij het Italiaans raaigras als nateelt (zaaidatum 6 oktober 2007) was dit in december 38 kg droge stof per ha (7% van de totale opbrengst) en in april 517 kg droge stof per ha. Bij de rogge als nateelt (zaaidatum 6 oktober 2007) waren deze hoeveelheden respectievelijk 108 (15% van het totaal) en 740 kg droge stof per ha. Van de totale droge stofopbrengst in april zat bij het Italiaans raaigras onderzaai ongeveer de helft in de bovengrondse delen en



de andere helft in ondergrondse delen. Bij het Italiaans raaigras als nateelt is dit resp. 77 en 23% en bij de rogge als nateelt was dit 90 en 10%.

Het Italiaansraaigras als onderzaai heeft in april de meeste stikstof vastgelegd, namelijk totaal 25 kg per ha. In december was hiervan al 60% vastgelegd in boven- en ondergrondse delen. Het Italiaansraaigras als nateelt legde in april maar 5 kg stikstof per ha vast en de rogge als nateelt 11 kg. De gewassen die in het najaar zijn gezaaid, hadden in december nog maar nauwelijks stikstof vastgelegd.

Bovengronds werd er door gewassen als nateelt zo weinig geproduceerd dat het niet interessant is om zonder een aanvullende bemesting dit gewas te oogsten. De te oogsten opbrengst en gewaskwaliteit zijn dusdanig laag dat de kosten voor de oogst van het gewas niet opwegen tegen de baten. De oogst van een vanggewas in het voorjaar is dus niet aan te bevelen. De nadelen zijn groter dan de voordelen ook als het vanggewas wordt bemest om een redelijke opbrengst te krijgen. Het beste is om te zorgen dat het vanggewas in maart stopt met de groei en het vervolgens door de bovengrond te mengen. De mineralisatie kan dan al beginnen. Het volgende maïsgewas kan dan het meeste profiteren van het vanggewas. Alle geproduceerde organische stof blijft op het land waar het bijdraagt aan het organische stofgehalte. Dit is zeker van belang in een systeem met continu teelt van maïs op lichte zandgronden.

Het voordeel van onderzaai is het eerder starten van de stikstof vastlegging waardoor er minder verliezen zullen optreden. Milieukundig gezien is dit het beste vanggewas en voor dit doel is nu juist de verplichting van het telen van een vanggewas in de wetgeving opgenomen. Mooi meegenomen is dan de hoeveelheid organische stof, die bij onderzaai groter is dan bij de gewassen die in het najaar zijn ingezaaid.

2.4 Actualisatie kengetallen groenbemesters

2.4.1 Inleiding

In dit onderzoek is gekeken naar de productiegegevens (o.a. droge stof productie en stikstofopname) van bladrammenas, gele mosterd, Italiaans raaigras, rogge en voederwikke in 2004 en 2005 (J. Hoek, R. D. Timmer en G. W. Korthals, 2006). In beide jaren waarin het onderzoek is uitgevoerd, waren de groeiomstandigheden in de nazomer en herfst goed en daarom zijn de productiecijfers waarschijnlijk hoger dan in een 'gemiddeld' groeiseizoen.

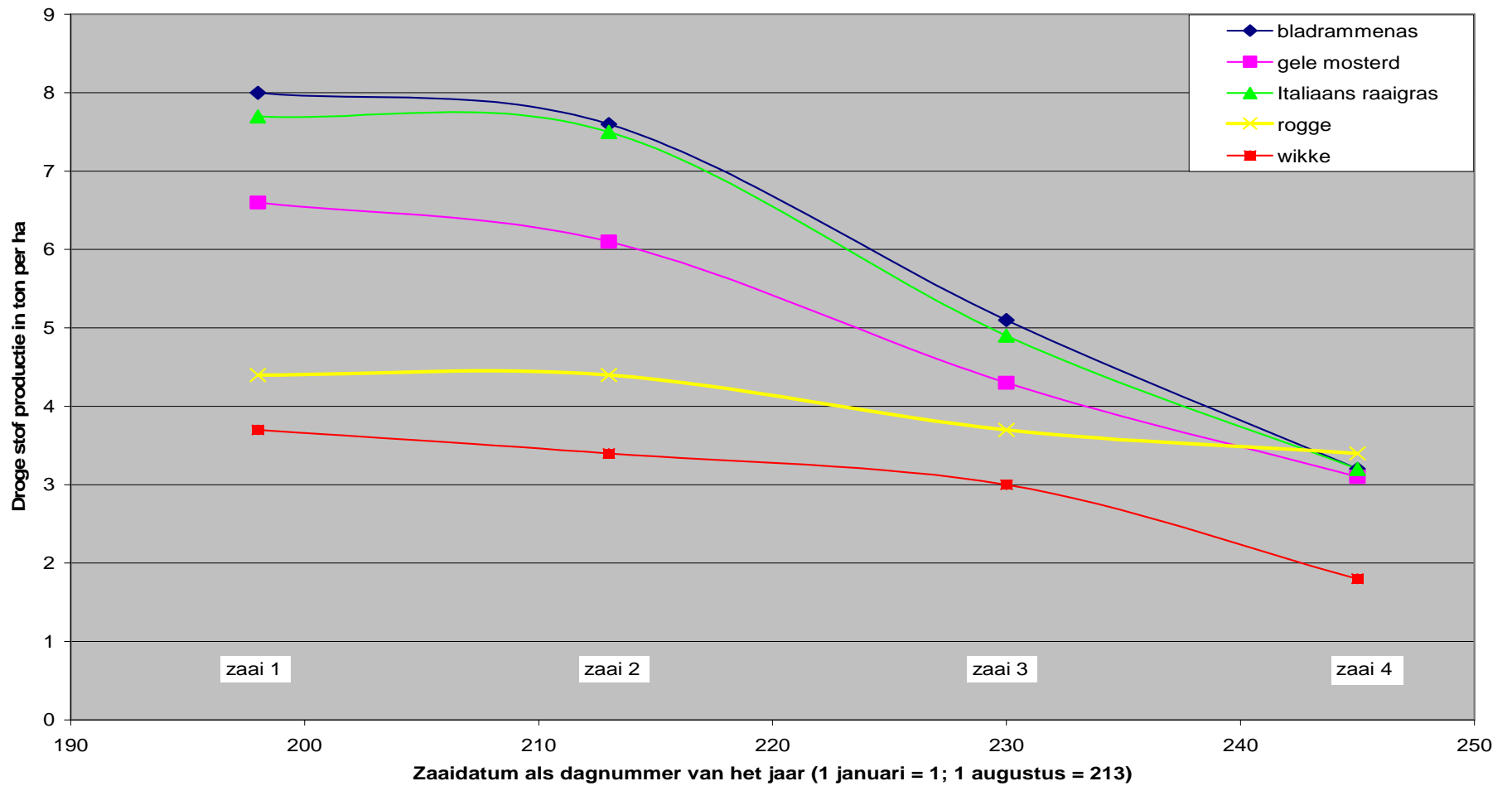
2.4.2 Resultaten

Figuur 4 geeft de productie van de totale droge stof weer van zowel boven als ondergrondse delen. Bladrammenas en Italiaans raaigras hebben bij de eerste zaai (rond half juli) en tweede zaai (rond begin augustus) de hoogste droge stof productie. Maar bij de derde zaai (rond half augustus) en de vierde zaai (rond eind augustus) daalt de droge stofproductie vrij snel. Dit is ook het geval bij gele mosterd en wikke, zij het dat de droge stofproductie van deze gewassen lager is dan van bladrammenas en Italiaans raaigras. Winterrogge heeft daarentegen een gelijkmatiger droge stofproductie. Vanaf de eerste zaai tot en met de vierde zaai neemt de droge stofproductie slechts geleidelijk af.

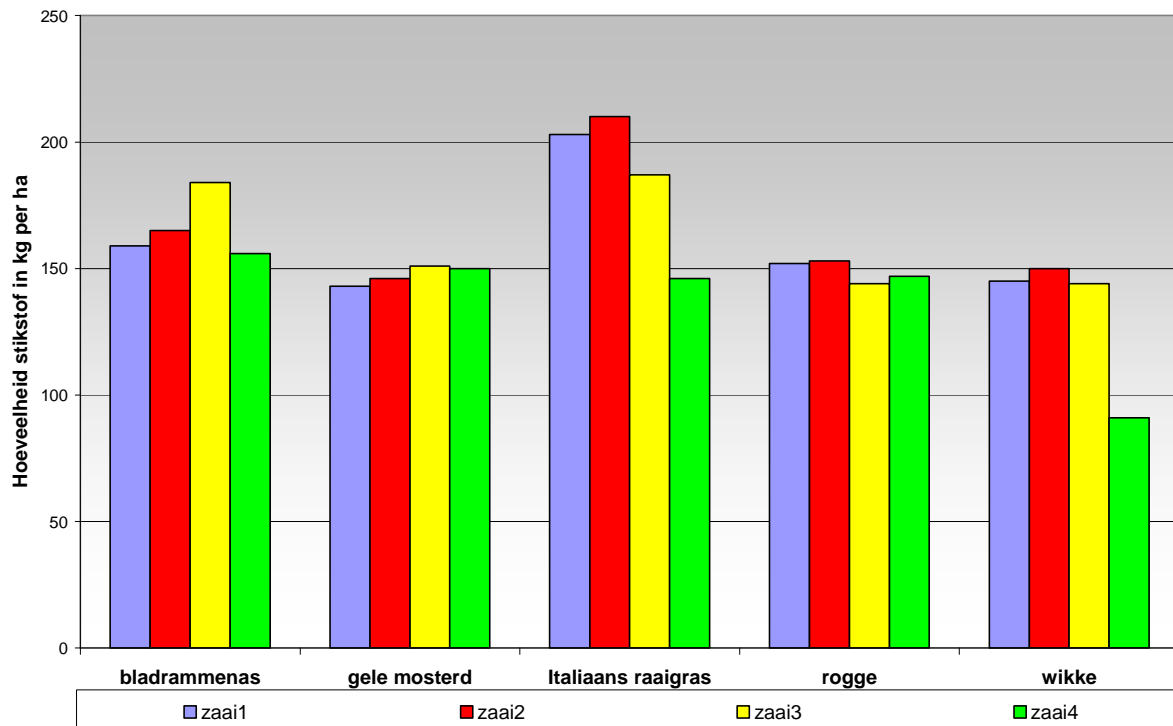
Met betrekking tot de effectiviteit van een stikstofvanggewas is vooral de stikstofopname van belang. Figuur 5 laat zien hoe de verschillende gewassen met hun stikstofopname reageren op de zaaitijd. De gewassen gele mosterd en rogge nemen over alle zaaitijden ongeveer evenveel stikstof op. Bladrammenas heeft bij de 3^e zaai een uitschieter naar boven, Italiaans raaigras laat bij de eerste twee zaaitijden

een hoge stikstofopname zien, maar bij de 3^e en 4^e zaai neemt die stikstofopname vrij snel af. Wikke kent bij de eerste drie zaaitijden een vrij constante stikstofopname, maar bij de vierde zaai daalt deze sterk. Het is opvallend dat bij latere zaaitijdstippen de droge stofproductie daalt (figuur 4), terwijl de stikstofopname gelijk blijft (figuur 5). Dat kan alleen als het percentage stikstof in de droge stof toeneemt en/of de verhouding tussen de boven- en ondergrondse delen verandert.





Figuur 4: Totale droge stof productie in de tijd boven- en ondergrondse hoeveelheid droge stof per gewas en zaaitijdstip, gemiddeld over 2004 en 2005.



Figuur 5: Hoeveelheid stikstof in kg per ha van 5 groenbemestinggewassen gemiddeld over 2004 en 2005

2.4.3 Discussie en conclusies

Het effect van gewas, zaaitijd en hun interactie op de droge stof productie was significant. Bladrammenas en Italiaans raaigras produceerden gemiddeld over de zaaitijden, proefplaatsen en jaren een vrijwel vergelijkbare hoeveelheid droge stof, namelijk respectievelijk 6.0 en 5.8 ton per ha. Bladrammenas had vooral bij de eerste zaaitijd de hoogste productie. De productie van gele mosterd was bij alle zaaitijden lager dan van bladrammenas en Italiaans raaigras, al werden de verschillen tussen deze gewassen bij latere zaaitijden steeds kleiner. De droge stof productie van rogge bleef eerst duidelijk achter op die van bladrammenas, Italiaans raaigras en gele mosterd, maar bij latere zaaitijden werd het verschil kleiner en bij zaaitijd 4 leek de droge stof productie van rogge het hoogste van alle onderzochte gewassen (al was het verschil in droge stof productie tussen rogge, bladrammenas, gele mosterd en Italiaans raaigras op deze zaaidatum niet significant). De productie van voederwikke was bij alle zaaitijden het laagst van alle onderzochte gewassen. Italiaans raaigras had de hoogste productie als het ging om stoppels en wortels (“ondergronds”). Ná Italiaans raaigras had rogge de hoogste productie aan stoppels en wortels. Stikstof die zich in de droge stof van de ondergrondse delen bevindt, zal over het algemeen minder snel verloren gaan.

De invloed van gewas en zaaitijd op de hoeveelheid stikstof die in het gewas was opgeslagen, was significant. Italiaans raaigras bevatte betrouwbaar de hoogste hoeveelheid stikstof, gevolgd door bladrammenas. De stikstofhoeveelheid in gele mosterd en rogge was lager dan die van bladrammenas. Voederwikke bevatte de laagste hoeveelheid stikstof. Tussen de eerste drie zaaitijden was er maar weinig verschil in de hoeveelheid opgenomen stikstof, maar bij zaaitijd 4 nam de hoeveelheid stikstof bij bladrammenas, Italiaans raaigras en wikke aanzienlijk af. Bij gele mosterd en rogge was dat niet het geval.

Bij de eerste drie zaaitijdstippen produceerde bladrammenas gemiddeld de meeste droge stof. Italiaans raaigras bleef in droge stof productie echter nauwelijks bij bladrammenas achter. Gele mosterd produceerde ongeveer een ton droge stof per ha minder dan deze twee gewassen. Bij een later zaaitijdstip daalde de droge stof productie bij alle gewassen. Deze afname was het sterkst bij bladrammenas en Italiaans raaigras en het minste bij rogge. De droge stof productie van gele mosterd liep bij een later zaaitijdstip minder snel terug dan bij bladrammenas en Italiaans raaigras. Daardoor was er bij het laatste zaaitijdstip (begin september) vrijwel geen verschil meer in droge stof productie tussen bladrammenas, Italiaans raaigras en gele mosterd. Bij zaai vanaf begin september leek de droge stof productie van rogge het hoogste van alle gewassen te zijn. Rogge en vooral Italiaans raaigras sloegen veel meer droge stof op in de wortels en stoppel (en daardoor veel minder in de bovengrondse delen) dan bladrammenas, gele mosterd en wikke.

3 TEELTASPECTEN VAN STIKSTOFVANGGEWASSEN

Omdat er geen criteria zijn beschreven waaraan een stikstofvanggewas moet voldoen, worden potentieel nieuwe stikstofvanggewassen in dit hoofdstuk vergeleken met de toegelaten stikstofvanggewassen.

3.1 *Geschiktheid voor late zaai*

Van de toegelaten stikstofvanggewassen is veel informatie bekend over de zaaitijd als groenbemestinggewas. Van de potentiële stikstofvanggewassen is hierover veel minder bekend. Daarom is in tabel 8 de zaaitijd soms ingevuld op basis van praktijkervaringen. In tabel 8 zijn globale gegevens vermeld die door de omstandigheden (het weer) en het gebruikte ras meer of minder sterk kunnen wisselen. Ook de regio bepaalt hoe deze stikstofvanggewassen zich ontwikkelen. Dit heeft dan vooral betrekking op de temperatuursverschillen tussen noord en zuid.

Tabel 8: Optimale zaaitijd van stikstofvanggewassen met een goede ontwikkeling als uitgangspunt.

vanggewas	optimale zaaitijd i.v.m. goede ontwikkeling en substantiële stikstofopname
Toegelaten stikstofvanggewassen	
Engels raaigras	tot 1 augustus 1)
Italiaans raaigras	tot eind augustus 1)
winterrogge	tot begin november 2)
bladkool	tot oktober 3)
bladrammenas	tot eind augustus 1)
Potentiële stikstofvanggewassen	
wintertarwe	tot eind oktober 2)
wintergerst	tot eind oktober 2)
Triticale	tot eind oktober 2)
Japane haver	niet bekend 2)

1) Informatie uit de rassenlijst (Anonymus, 2009)

2) op basis praktijkervaring

3) mondelinge informatie van veredelingsbedrijf Joordens

Uit tabel 8 blijkt dat van de **toegelaten** stikstofvanggewassen alleen winterrogge tot begin november gezaaid kan worden. Bladkool kan waarschijnlijk tot begin oktober worden gezaaid. Op basis van de beschikbare informatie lijken de andere toegelaten stikstofvanggewassen vóór september gezaaid te moeten worden om zich nog voldoende te ontwikkelen en redelijk wat stikstof vast te leggen. Er zijn van deze gewassen echter geen productiecijfers voorhanden met inzaai in september of oktober.

Tabel 8 geeft ook aan dat van de **potentiële** stikstofvanggewassen de wintergranen (wintertarwe, wintergerst en triticale) geschikt lijken te zijn als stikstofvanggewas omdat deze nog vrij laat gezaaid kunnen worden. Deze graangewassen geven bij zaai in oktober nog enige gewasontwikkeling en nemen dan ook stikstof op. Hoeveel stikstof dan opgenomen wordt, is echter niet bekend want er is tot op heden geen onderzoek naar gedaan, behalve de eenjarige proef op ROC Vredepeel in 2007 (zie paragraaf 2.2.). Van Japanse haver is niet bekend tot wanneer het gezaaid kan worden.

3.2 Winterhardheid

Als een stikstofvanggewas een vlotte najaarsontwikkeling heeft, zal het ook redelijk wat stikstof opnemen. Dit valt ook op te maken uit de resultaten van de proef op ROC Vredepeel (paragraaf 2.2). Maar als er veel stikstof is opgenomen door een stikstofvanggewas, wil dit niet altijd zeggen dat die stikstof niet uit kan spoelen of denitrificeren. Dit hangt o.a. af van de winterhardheid van het gewas. Is het stikstofvanggewas niet winterhard en komt er een vroege vorst, dan zal vooral de bovengrondse massa kapot kunnen vriezen.

De stikstof in de bovengrondse massa komt dan weer vrij en kan uitspoelen of denitrificeren. Komt de vorst pas na 1 januari en er volgt een droge winter, dan is het risico van uitspoeling en denitrificatie vrij klein.

Een goede wintervastheid is een belangrijke voorwaarde om de door het stikstofvanggewas opgenomen stikstof de winter over te dragen, zodat het beschikbaar komt voor het volggewas.

In tabel 9 is van de toegelaten en nieuwe stikstofvanggewassen de winterhardheid weergegeven. Deze waardering komt uit een rapport over een teeltsysteem zonder kerende grondbewerking (Zeeland van M., Paauw J., Timmer R.D., 2009).

Tabel 9: Waardering winterhardheid van bestaande en nieuwe stikstofvanggewassen voor systemen zonder kerende grondbewerking.

	winterhardheid	mate van vorstgevoeligheid 1)
Engels raaigras	8	vrij weinig
Italiaans raaigras	7	enigszins
winterrogge	9	zeer weinig
bladkool	5	matig
bladrammenas	4	sterk
wintertarwe	9	zeer weinig
wintergerst	8	weinig
triticale	9	zeer weinig
Japane haver	?	onbekend

1) Anonymus 2009 (rassenlijst): een hoger cijfer betekent meer wintervast (hogere "winterhardheid").

De graangewassen (winterrogge, wintertarwe, wintergerst en triticale) hebben een goede tot heel goede wintervastheid. De stikstof die deze gewassen voor de winter hebben opgenomen, wordt dan ook volledig de winter over gedragen. Gewassen als bladrammenas en bladkool met een wintervastheidscijfer van 4 of 5, vriezen bij nachtvorsten tot 5 graden onder nul voor een deel kapot, waardoor (een deel van) de opgenomen stikstof weer vrij komt in de bouwvoor (mondelinge mededeling, PPO proeftuin Noordbroek).

Overigens zijn er volgens veredelingsbedrijf Joordens bladkoolrassen die tot 8 graden vorst kunnen verdragen (mondelinge mededeling veredelingsbedrijf Joordens).

Hoe vroeger de vorst optreedt, hoe vroeger de opgenomen stikstof weer in de bouwvoor komt. Deze stikstof kan dan weer uitspoelen en denitrificeren. Van Japanse haver is geen wintervastheidscijfer bekend. Op basis van beperkte ervaringen in de praktijk lijkt dit gewas vrij vorstgevoelig te zijn. Een winter met alleen lichte vorst lijkt dit gewas te kunnen overleven. Maar bij 5 tot 10 graden vorst vriest dit gewas zover af, dat de opgenomen stikstof weer vrij komt.

4 AALTJESINFORMATIE VAN STIKSTOFVANGGEWASSEN

In onderstaand aaltjesschema is de huidige kennis op het gebied van plantparasitaire aaltjes van de eerder genoemde groenbemesters en wintergranen samengevat.

Aaltjesschema 2009												
	<i>Heterodera schachtii</i> Witte bietencysteeltje	<i>Heterodera betae</i> Gele bietencysteeltje	<i>Meloidogyne hapla</i> Noordelijk wortelknobbelaaltje	<i>Meloidogyne chitwoodi</i> Maïswortelknobbelaaltje	<i>Meloidogyne fallax</i> Bedrieglijk maïswortelknobbelaaltje	<i>Pratylenchus penetrans</i> Wortelzieaaltje	<i>Ditylenchus dipsaci</i> Stengelaaltje	<i>Trichodorus primitivus</i> Trichodorus primitivus	<i>Trichodorus similis</i> Trichodorus similis	<i>Paratrichodorus pachydermus</i> Paratrichodorus pachydermus	<i>Paratrichodorus teres</i> Paratrichodorus teres	Tabaksrateivirus Tabaksrateivirus
	Z D Z A K	Z D	Z D	Z D	Z	Z D Z A	Z D Z A K	Z D Z A	Z D Z A	Z D Z A	Z D Z A	Z D Z A
Bladrammenas	-	?	●●	- R	● R	●●	?	●●●	●●	●●	●	-
Bladkool	●●●	?	●	?	?	?	?	?	?	?	?	●●● S
Rogge	-	-	-	●●●	●●	●●	●●	?	●●●	●●●	●●●	●●
Italiaans raaigras	-	-	-	●●	●●●	●●●	●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●● S
Engels raaigras (onder dekrucht)	-	-	-	●	●●●	●●	●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●
Japanse haver	?	?	?	?	?	-	?	?	?	?	?	?
Wintertarwe	-	-	-	●●	●	●●	●	●●●	?	●●●	●●	●●● S
Wintergerst	-	-	-	●●	●	●●	-	?	?	?	●●	●●
Triticale	-	-	-	●●	●	●●	-	?	?	?	?	?

Legenda Vermeerdering	
?	Onbekend
- -	Actieve afname
-	niet
●	weinig
●●	matig
●●●	sterk
R	rasafhankelijk
S	Serotype

Legenda Schade	
	Onbekend
	niet
	weinig
	matig
	sterk

Legenda Grondsoorten	
D	Dalgrond
K	Klei
Z	Zand
ZA	Zavel

Figuur 6: Overzicht van de vermeerdering van en schadegevoeligheid voor plantparasitaire aaltje bij de huidige en potentiële stikstofvanggewassen (www.aaltjesschema.nl).

De vermeerdering van een aaltje op een gewas of groenbemester (en ook de schadegevoeligheid van een gewas voor een aaltje) zoals die in Aaltjesschema is weergegeven, kan gebaseerd zijn op verschillende informatiebronnen. Een aanzienlijk deel van de informatie is gebaseerd op resultaten van kas- en/of veldproeven van het PPO in de afgelopen decennia. Daarnaast is er in het aaltjesschema soms ook gebruik gemaakt van oudere informatie (uit de jaren zeventig of nog eerder). Veelal zijn de onderzoeksresultaten die daaraan ten grondslag liggen niet meer te achterhalen. Dit betekent niet dat de informatie onjuist is, maar wel dat ze (momenteel) niet goed is onderbouwd. Daarnaast is er soms informatie opgenomen die is afgeleid van een ander gewas. In dit rapport gaat het bij dit laatste vooral om bladkool. Bladkool is een selectie uit winterkoolzaad en als er bij winterkoolzaad gegevens over vermeerdering of schadegevoeligheid voorhanden zijn, dan zijn deze vaak overgenomen bij bladkool. Hierbij moet bedacht worden dat winterkoolzaad over het algemeen wat eerder wordt gezaaid (eind augustus, eerste week september) dan bladkool na maïs (zaai vanaf half september) en dat de teelt van winterkoolzaad doorloopt tot het oogstmoment in juli, terwijl de teelt van bladkool als stikstof vanggewas in februari of maart beëindigd zal worden.

In het vervolg van dit hoofdstuk wordt de vermeerdering van de verschillende belangrijke plantparasitaire aaltjes zoals die in het aaltjesschema is aangegeven, besproken. Daarbij wordt kort aangegeven waarop de informatie is gebaseerd.

4.1 Witte bietencysteeltje (*Heterodera schachtii*)

Bladkool kan het witte bietencysteeltje sterk vermeerderen. Deze informatie is overgenomen van winterkoolzaad. De huidige **bladrammenas** rassen zijn allemaal resistent tegen het witte bietencysteeltje waardoor er geen vermeerdering van deze aaltjes kan plaatsvinden. Door de teelt van bladrammenas kunnen witte bietencysteeltjes zelfs actief worden bestreden want (vooral) bij een zomerteelt (zaai in de periode mei tot juli) worden de larven van het witte bietencysteeltje door bladrammenas bij voldoende hoge bodemtemperaturen uit de cysten gelokt. De larven kunnen zich op bladrammenas echter niet voeden en sterven af. Bladrammenas fungeert dan als “vanggewas” voor deze aaltjes, waardoor de populatie veel sterker afneemt dan bij de teelt van een niet-waardplant of van zwarte braak. Als bladrammenas echter als stoppelgewas wordt gezaaid (zaaiperiode globaal na 1 augustus) dan is de lokking (en dus de bestrijding) van witte bietencysteeltjes veel lager dan bij een zomerteelt. De huidige informatie over bestrijding van witte bietencysteeltjes is gebaseerd op inzaai van bladrammenas vóór september. Bij inzaai na de oogst van maïs, dat wil zeggen na half september, mag niet verwacht worden dat de lokking van witte bietencysteeltjes nog van betekenis is. Het effect van de teelt van bladrammenas zal dan naar verwachting vergelijkbaar zijn aan dat van de teelt van een niet-waardplant of van zwarte braak.

Voor **Japanse haver** is de vermeerdering van witte bietencysteeltjes niet bekend, maar aangezien het om een grasachtig gewas gaat mag aangenomen worden dat er geen vermeerdering plaatsvindt. Bij de overig groenbemesters en gewassen is gezien oudere informatie aangenomen dat er geen vermeerdering van witte bietencysteeltjes plaatsvindt.

4.2 Gele bietencysteeltje (*Heterodera betae*)

Aaltjesschema geeft aan dat het bij **bladkool** en **bladrammenas** niet bekend is of het gele bietencysteeltje zich er op kan vermeerderen. Zeer recent is uit onderzoek van het IRS (Raaijmakers, 2009) echter gebleken dat bladkool dit aaltje sterk kan vermeerderen. In datzelfde onderzoek bleek ook dat bij bladrammenas de vermeerdering van het gele bietencysteeltje rasafhankelijk is (dit geldt overigens ook voor gele mosterd). Rassen die resistent zijn tegen het witte bietencysteeltje, lijken dat ook te zijn tegen het gele bietencysteeltje. Ook resultaten van eerder onderzoek in Italië wezen in deze richting (Abrogioni et al, 2002). Voor **Japanse haver** is de vermeerdering van gele bietencysteeltjes niet bekend, maar omdat het om een grasachtig gewas gaat mag aangenomen worden dat er geen vermeerdering optreedt. Van de overige groenbemesters en gewassen wordt gezien oudere informatie aangenomen dat er geen vermeerdering van het gele bietencysteeltjes kan plaatsvinden.

4.3 Noordelijk wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne hapla*)

Gebaseerd op oudere informatie wordt aangenomen dat **bladrammenas** *M. hapla* matig vermeerdert. **Bladkool** vermeerdert dit aaltje slecht, maar deze informatie is overgenomen van winterkoolzaad.

Van **Japanse haver** is de vermeerdering van *M. hapla* niet bekend, maar omdat het om een grasachtig gewas gaat, mag aangenomen worden dat dit gewas *M. hapla* niet zal vermeerderen. De overige gewassen en groenbemesters behoren allemaal tot de granen en grassen en deze vermeerderen *M. hapla* niet.

4.4 **Maiswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne chitwoodi*)**

De vermeerdering van *M. chitwoodi* door **bladrammenas** is rasafhankelijk. Door het PPO is in veldproeven vastgesteld dat enkele nieuwere rassen (Defender, Terranova, Doublet) *M. chitwoodi* niet of zeer slecht vermeerderen. Andere, veelal oudere, bladrammenas rassen vermeerderen deze aaltjes wel wat. Van **bladkool** en **Japane haver** is niet bekend of *M. chitwoodi* zich er op kan vermeerderen. Voor **rogge** wordt op basis van oudere informatie aangenomen dat *M. chitwoodi* er sterk door wordt vermeerderd. Dit wordt ondersteund door een veldproef van PPO met een zomerteelt, maar de vermeerdering van *M. chitwoodi* door zaai van rogge in het (late) najaar is niet onderzocht. Gebaseerd op oudere informatie werd bij **Italiaans raaigras** aangenomen dat het *M. chitwoodi* matig wordt vermeerderd. Uit PPO onderzoek komt echter naar voren dat vermeerdering van *M. chitwoodi* door Italiaans raaigras rasafhankelijk is en varieert van matig tot goed (Visser, Molendijk en Korthals, 2005). Van **Engels raaigras** wordt aangenomen dat het *M. chitwoodi* slecht vermeerderd. Omdat Engels raaigras niet laat gezaaid kan worden, is een onderzaai (teelt onder dekvrucht) van deze groenbemester de enige reële optie. Er zijn gegevens van *M. chitwoodi* uit een veldproef met een zomerteelt van Engels raaigras, maar geen gegevens van een zaai onder dekvrucht. Van de wintergranen **wintertarwe**, **wintergerst** en **triticale** wordt gebaseerd op oudere informatie aangenomen dat ze dit aaltje matig vermeerderen. Van wintertarwe en wintergerst zijn daarover verder geen proefveldgegevens aanwezig. Met triticale is één jaar veldonderzoek gedaan met een zomerteelt.

4.5 **Bedrieglijk maiswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne fallax*)**

De vermeerdering van *M. fallax* door **bladrammenas** is rasafhankelijk. In de jaren negentig heeft het PPO in veldonderzoek vastgesteld dat sommige rassen *M. fallax* matig tot goed kunnen vermeerderen. Van de nieuwere rassen Defender, Terranova en Doublet is enkele jaren geleden door PPO in veldonderzoek vastgesteld dat deze rassen *M. fallax* slecht vermeerderen. Deze informatie is echter verkregen via een zomerteelt, er is geen informatie over vermeerdering van *M. fallax* bij een late zaai van bladrammenas. Van **bladkool** en **Japane haver** is niet bekend of *M. fallax* zich er op kan vermeerderen. Bij **rogge** bleken er rasverschillen in vermeerdering van *M. fallax* te zijn. Bij een zomerteelt van rogge bleken sommige rassen dit aaltje goed te vermeerderen, maar het ras Mercator vermeerderde *M. fallax* toen matig. Er is geen informatie over vermeerdering bij een late(re) roggeteelt. In veldonderzoek in de jaren negentig is door het PPO in een zomerteelt vastgesteld dat **Italiaans raaigras** *M. fallax* sterk vermeerdert, maar informatie over vermeerdering bij een herfstteelt is er niet. Van **Engels raaigras** wordt vanuit oudere informatie aangenomen dat het *M. fallax* sterk kan vermeerderen, maar gegevens over dit aaltje uit veldonderzoek zijn niet beschikbaar. Van **wintertarwe**, **wintergerst** en **triticale** wordt op basis van oudere informatie aangenomen dat deze gewassen *M. fallax* slecht vermeerderen. Dat wordt ondersteund door PPO veldonderzoek in de jaren negentig met een zomerteelt van deze gewassen, maar gegevens van de 'normale' teelt van deze wintergranen (met zaai in het najaar) ontbreken.

4.6 **Wortellesieaaltje (*Pratylenchus penetrans*)**

PPO heeft eind jaren negentig via kas- en veldproeven bij een groot aantal gewassen en enkele groenbemesters onderzoek gedaan naar de waardplantstatus voor *P. penetrans* (Beers, Brommer en Molendijk, 2001). De veldproeven in dit onderzoek zijn uitgevoerd als een zomerteelt. Op basis van dit onderzoek is voor een herfstteelt van **bladrammenas** aangenomen dat *P. penetrans* matig wordt vermeerderd. Van **bladkool** is geen informatie over de vermeerdering van *P. penetrans* bekend. Gebaseerd op het veldonderzoek van PPO met een zomerteelt van **rogge**, wordt aangenomen dat een herfstteelt van rogge *P. penetrans* matig vermeerdert.

In hetzelfde onderzoek werd *P. penetrans* door een zomerteelt van **Italiaans raaigras** sterk en door een zomerteelt van **Engels raaigras** matig vermeerderd. Van beide raaigrassen is de vermeerdering bij respectievelijk een teelt in de (late) herfst echter niet onderzocht. **Wintertarwe, wintergerst** en **triticale** wordt gebaseerd op oudere informatie aangenomen dat deze gewassen *P. penetrans* matig vermeederen. Van wintertarwe en wintergerst zijn verder geen gegevens beschikbaar, van triticale zijn er alleen resultaten van een kasproef. Uit veldonderzoek van het PPO van enkele jaren geleden is gebleken dat **Japanse haver** geen waardplant is voor *P. penetrans*. Tijdens de teelt van deze groenbemester zal de populatie van dit aaltje dan ook even sterk afnemen als bij zwarte braak. Hierbij dient opgemerkt te worden dat het PPO onderzoek met Japanse haver destijds is uitgevoerd met het enige toen beschikbare ras (Pratex). Gezien recente (nog niet gepubliceerde informatie) van het veredelings-bedrijf Petersen Saatzucht, zijn er aanzienlijke verschillen tussen (potentiële) rassen van Japanse haver in vermeerdering van *P. penetrans*.

4.7 Stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci*)

Van **bladrammenas** en **Japanse haver** wordt in Aaltjesschema aangegeven dat er geen informatie is over de vermeerdering van stengelaaltjes. In Duitsland is onderzoek uitgevoerd met stengelaaltjes in twee bladrammenasrassen (Knuth, 1992). In dat onderzoek vond geen vermeerdering van stengelaaltjes plaats en daarom werd geconcludeerd dat bladrammenas geen waardplant voor stengelaaltjes zou zijn. Het gaat in Duitsland om het zogenaamde “bietenras” van het stengelaaltje. Het is niet bekend of dit “aaltjesras” ook in Nederland voorkomt. Vanwege de rassenproblematiek van stengelaaltjes is het niet mogelijk eenduidige informatie te verschaffen. Bij **bladkool, Italiaans raaigras, Engels raaigras** en **wintertarwe** wordt gezien oudere informatie aangenomen dat ze stengelaaltjes slecht vermeederen, maar hiervan zijn geen resultaten van veldonderzoek aanwezig. **Wintergerst** en **triticale** vermeederen dit aaltje niet, maar van deze gewassen is geen informatie uit veldproeven voorhanden. Van **rogge** wordt aangenomen dat het stengelaaltjes matig vermeerdert, maar ook van dit gewas zijn er geen proefveldgegevens.

4.8 *Trichodorus primitivus*

Van **bladrammenas** wordt aangenomen dat het *T. primitivus* sterk vermeerdert. Dit wordt ondersteund door een kasproef en door een veldproef met bladrammenas, maar deze laatste is uitgevoerd in een zomerteelt (Brommer en Molendijk, 2005). De vermeerdering van dit aaltje in een herfstteelt van bladrammenas is niet onderzocht. **Italiaans raaigras** en **wintertarwe** vermeederen *T. primitivus* sterk, maar deze informatie is bij beide gewassen alleen gebaseerd op kasproeven (Brommer, van Gastel en Hoek, 2006). Ook **Engels raaigras** vermeerdert *T. primitivus* sterk. Deze informatie is gebaseerd op kasproeven en op één veldproef met een zomerteelt van Engels raaigras (Brommer en Molendijk, 2005) en dus voor een zaai onder dekvruucht niet goed onderbouwd. Over de vermeerdering van *T. primitivus* door **bladkool, rogge, Japanse haver, wintergerst** en **triticale** zijn geen gegevens bekend. De schadegevoeligheid van bladkool voor dit aaltje is overgenomen van winterkoolzaad.

4.9 *Trichodorus similis*

Bladrammenas vermeerdert *T. similis* matig, maar deze informatie komt van een veldproef waarbij begin september is gezaaid (Hoek, Brommer en Molendijk, projectrapport 520081, 2006) en uit kasproeven. **Rogge** vermeerdert *T. similis* sterk. Deze informatie is gebaseerd op veldproeven met rogge, waarbij begin september is gezaaid. Er is geen informatie van rogge van een later zaaitijdstip. **Italiaans raaigras** en **Engels raaigras** vermeederen *T. similis* sterk. Deze informatie is echter alleen gebaseerd op kasproeven met deze beide raaigrassen.

Van **bladkool**, **Japane haver**, **wintertarwe**, **wintergerst** en **triticale** is geen informatie over vermeerdering van *T. similis* beschikbaar. De schadegevoeligheid van bladkool voor dit aaltje is overgenomen van winterkoolzaad.

4.10 *Paratrichodorus pachydermus*

Bladrammenas vermeerderd dit aaltje matig. Deze informatie is gebaseerd op veldproeven, waarbij is gezaaid in april of mei (Brommer en Molendijk, 2005) en begin september (Hoek, Brommer en Molendijk, projectrapport 520081 en projectrapport 500140, beide 2006). Over vermeerdering bij latere zaaitijden is geen informatie beschikbaar. **Rogge** vermeerderd *P. pachydermus* sterk. Deze informatie is net als die van rogge gebaseerd op veldproeven die begin september zijn gezaaid. **Italiaans raaigras** lijkt *P. pachydermus* sterk te vermeerderen, maar deze informatie is alleen gebaseerd op kasproeven.

Engels raaigras vermeerderd *P. pachydermus* sterk, maar ook deze informatie is gebaseerd op kasproeven en op veldproeven met een zomerteelt waarbij eind april of begin mei is gezaaid (Brommer en Molendijk, 2005). **Wintertarwe** lijkt *P. pachydermus* sterk te vermeerderen, maar deze informatie is uitsluitend gebaseerd op kasproeven. Van **bladkool**, **Japane haver**, **wintergerst** en **triticale** is er geen informatie over de van vermeerdering van *P. penetrans* bekend. Bij bladkool is de schadegevoeligheid overgenomen van winterkoolzaad.

4.11 *Paratrichodorus teres*

Bladrammenas vermeerderd *P. teres* slecht. Deze informatie is gebaseerd op onderzoek in het veld waarbij is gezaaid in mei (Koot en Molendijk, 1995) of juli of augustus (Hartsema en anderen, 2005) en niet bij een later zaaitijdstip. **Rogge** vermeerderd *P. teres* sterk, maar deze informatie is afkomstig uit kasproeven en van veldonderzoek met een zomerteelt waarbij in mei is gezaaid (Koot en Molendijk, 1995). Wat de vermeerdering door rogge is bij een late zaai is niet onderzocht. **Italiaans raaigras** vermeerderd *P. teres* sterk. De informatie is verkregen uit kasonderzoek en veldonderzoek (Hartsema en anderen, 2005) waarbij in juli of augustus is gezaaid. Ook **Engels raaigras** lijkt *P. teres* sterk te vermeerderen, maar hiervan is alleen informatie uit kasproeven beschikbaar. Uit veldonderzoek met **wintertarwe** bleek dat dit gewas *P. teres* matig kan vermeerderen (Hartsema en anderen, 2005). Deze vermeerdering is vastgesteld bij een 'normale' teelt van wintertarwe waarbij de vermeerdering is vastgesteld over de periode kort voor het zaaien van de tarwe in oktober tot eind van de zomer van het daaropvolgende jaar. Voor de (korte) teelt als vanggewas voor stikstof zijn echter geen gegevens van vermeerdering van *P. teres* door wintertarwe beschikbaar. Voor **wintergerst** is aangenomen dat dit gewas *P. teres* matig vermeerderd, maar deze informatie is overgenomen van zomergerst. Van **bladkool**, **Japane haver** en **Triticale** is de vermeerdering van *P. teres* niet bekend. De schadegevoeligheid van bladkool voor dit aaltje is overgenomen van winterkoolzaad.

4.12 *Tabaksratelvirus*

Tabaksratelvirus (TRV) wordt overgebracht door trichodoride aaltjes en wordt daarom in deze studie meegenomen. Er zijn veel (sero)typen en stammen van dit virus bekend. Een trichodoride soort, kan slechts enkele serotypen van het virus overbrengen. De vermeerdering van het virus door een bepaald gewas of groenbemester, kan voor de verschillende virustypen uiteenlopen. Daardoor kan de vermeerdering van tabaksratelvirus verschillen afhankelijk van het trichodoride aaltje dat de besmetting heeft overgebracht. Als in het Aaltjesschema bij tabaksratelvirus de letter S voorkomt, dan geeft dat aan dat de vermeerdering door dat gewas voor de verschillende serotypen uiteenloopt. In het schema is de meest ongunstige variant opgenomen, namelijk die met de sterkste vermeerdering.

Het aantal gewassen dat schade kan ondervinden van tabaksratelvirus is beperkt tot aardappelen, tulp en gladiool. Deze drie gewassen zijn allemaal zeer schadegevoelig omdat aantasting kan leiden tot afkeuring of tot declassering. Veel gewassen en ook groenbemesters kunnen dit virus echter vermeerderen (zonder er overigens zelf schade van te ondervinden).

Uit meerdere veldproeven is gebleken dat **bladrammenas** TRV niet vermeerdert. Bij **bladkool** is de informatie van winterkoolzaad overgenomen. De vermeerdering van TRV is afhankelijk van het serotype en loopt uiteen van niet tot sterk. **Rogge** lijkt TRV sterk te vermeerderen, maar proefveldresultaten zijn hiervan niet voorhanden. **Italiaans raaigras** kan TRV sterk vermeerderen, maar dit is afhankelijk van het serotype. Deze vermeerdering van TRV is vastgesteld in potproeven. In een veldproef met **Engels raaigras** werd TRV matig vermeerderd. In potproeven met **wintertarwe** was de vermeerdering van TRV afhankelijk van het serotype en liep uiteen van niet tot sterk. **Wintergerst** lijkt TRV matig te vermeerderen, hiervan zijn geen onderzoeksgegevens voorhanden. Van **Triticale** en **Japanse haver** is niet bekend of ze TRV kunnen vermeerderen.

5 CONCLUSIES

In dit hoofdstuk zijn de conclusies van de teeltkundige en nematologische informatie van de verschillende stikstofvanggewassen weergegeven. Wat betreft de nematologische informatie, is daarbij het aaltje als ingang gekozen.

5.1 *Teeltkundige aspecten*

Winterrogge lijkt op basis van het onderzoek naar de kengetallen van groenbemesters (paragraaf 2.4.) bij een zaaitijd ná augustus meer droge stof te produceren en waarschijnlijk ook meer stikstof op te nemen dan bladrammenas en Italiaans raaigras. Ook wintergerst lijkt (aanzienlijk) minder droge stof te produceren en minder stikstof op te nemen dan winterrogge (paragraaf 2.2.). Op basis van de zaaitijd lijken alleen de graangewassen winterrogge, wintertarwe, wintergerst en triticale en mogelijk ook bladkool geschikt als stikstofvanggewas. Als stikstofvanggewas lijken winterrogge, wintertarwe, wintergerst en triticale nog tot eind oktober gezaaid te kunnen worden. De inschatting op basis van praktijkervaring, is dat wintertarwe, wintergerst en triticale bij zaai in de tweede helft van oktober niet meer dan 500 kg droge stof per ha produceren, maar hiervan zijn geen proefresultaten voorhanden. Uit onderzoek naar de mogelijkheid om het stikstofvanggewas ná de winter te oogsten als veevoer (paragraaf 2.3.), bleek dat dit niet zinvol is, omdat de opbrengst daarvoor te laag is.

Wordt er gekeken naar de winterhardheid, dan zijn de graangewassen winterrogge, wintertarwe, wintergerst en triticale geschikt als stikstofvanggewas. Ook Engels en Italiaans raaigras bezitten een redelijk tot goede winterhardheid. Bladkool en bladrammenas zijn vrij gevoelig voor vorst, zodat de bovengrondse groene massa bij matig of strenge vorst kapot kan vriezen. De door deze gewassen opgenomen stikstof komt dan weer vrij in de bouwvoor en kan dan uitspoelen of denitrificeren.

Gezien zaaitijd, winterhardheid, droge stof productie (en stikstof opname) lijkt winterrogge het meest geschikte stikstofvanggewas na maïs te zijn. Momenteel wordt aangenomen dat rogge verschillende belangrijke plantparasitaire aaltjes matig tot sterk kan vermeerderen. In hoofdstuk 4 is echter aangegeven dat deze informatie veelal is gebaseerd op onderzoek waarbij de rogge vroeg is gezaaid (zomerteelt of zaai begin september). Bij zaai na de oogst van maïs kan de vermeerdering van plantparasitaire aaltjes (aanzienlijk) lager zijn. Dit pleit voor waardplantonderzoek met rogge en de andere stikstofvanggewassen in de teeltperiode van oktober tot maart.

5.2 *Waardplantstatus voor aaltjes*

Witte bietencysteaaaltje (*H. schachtii*)

Met uitzondering van bladkool vermeerdert geen van de in dit rapport genoemde stikstofvanggewassen het witte bietencysteaaaltje. De vermeerdering van witte bietencysteaaaltjes door bladkool is gebaseerd op die van winterkoolzaad. Winterkoolzaad wordt echter eerder gezaaid dan bladkool als stikstofvanggewas na maïs. Bovendien loopt de teelt van winterkoolzaad door tot de oogst in juli, terwijl die van bladkool als stikstofvanggewas veelal in februari of maart wordt beëindigd. De teeltduur van bladkool is dus veel korter dan die van winterkoolzaad en vindt bovendien vrijwel geheel plaats in een periode waarin vermeerdering van witte bietencysteaaaltjes gezien de lage temperaturen naar verwachting zeer gering zal zijn (alleen bij bodemtemperaturen boven 8 graden C komen de eieren in de cysten uit). De vermeerdering van witte bietencysteaaaltjes door bladkool als stikstofvanggewas na maïs dient daarom door onderzoek onderbouwd te worden.

Geel bietencysteeltje (*H. betae*)

Gezien de resultaten van recent uitgevoerd onderzoek van het IRS, kan bladkool het gele bietencysteeltje sterk vermeerderen. Bij bladrammenas lijkt de vermeerdering van dit aaltje rasafhankelijk te zijn. Rassen die het witte bietencysteeltje niet vermeerderen, vermeerderen ook het gele bietencysteeltje niet. De overige in dit rapport genoemde stikstofvanggewassen vermeerderen het gele bietencysteeltje niet. Onderzoek naar de waardplantstatus van deze gewassen voor het gele bietencysteeltje is dan ook niet nodig.

Noordelijk wortelknobbelaaltje (*M. hapla*).

Omdat granen en grassen geen waardplant voor dit aaltje zijn, vormen de wintergranen en de beide raaigrassen wat betreft *M. hapla* geen probleem. De waardplantstatus van bladrammenas voor *M. hapla* zou beter onderbouwd dienen te worden omdat de huidige informatie is gebaseerd op een zomerteelt terwijl het bij de teelt als stikstofvanggewas om een geheel andere teeltperiode gaat (oktober – maart). Ook de waardplantstatus van bladkool zou beter onderbouwd moeten worden want deze is nu afgeleid van winterkoolzaad.

Maïswortelknobbelaaltje (*M. chitwoodi*)

Het maïswortelknobbelaaltje is door de EU benoemd tot quarantaine organisme en mag daarom niet aanwezig zijn in vermeerderingsmateriaal (zoals bijvoorbeeld aardappelpootgoed en ander plantmateriaal).

Daarnaast kunnen gewassen als suikerbiet, spinazie, peen, schorseneer, erwt, gladiool en dahlia veel opbrengstverlies leiden door de aantasting van *M. chitwoodi*. Maïs vermeerdert *M. chitwoodi* matig, zodat er na de maïsoogst een kans een behoorlijk hoge besmetting van dit aaltje aanwezig kan zijn. Om een besmetting terug te dringen of op zijn minst te voorkomen dat deze oploopt, is de keuze van het stikstofvanggewas van groot belang. Van bladrammenas is betrouwbare informatie uit PPO onderzoek aanwezig, al betreft dit wel onderzoek met een zomerteelt. Van alle overige huidige of nieuwe stikstofvanggewassen is er geen informatie beschikbaar of is de huidige informatie niet onderbouwd met gegevens uit de juiste teeltperiode (oktober – maart). De vermeerdering van *M. chitwoodi* voor de in dit rapport genoemde stikstofvanggewassen dient dan ook door onderzoek beter vastgesteld te worden.

Bedrieglijk maïswortelknobbelaaltje (*M. fallax*)

Ook *M. fallax* is door de EU benoemd tot quarantaine organisme en mag dus niet aanwezig zijn in vermeerderingsmateriaal. Daarom is ook bij dit aaltje het terugdringen van een eventuele besmetting of het voorkomen van het oplopen van de besmetting van groot belang. Van bladrammenas is betrouwbare informatie uit PPO onderzoek aanwezig, al betreft dit wel steeds onderzoek met een zomerteelt. Van alle overige huidige of nieuwe stikstofvanggewassen is er geen informatie beschikbaar of is de huidige informatie niet onderbouwd met gegevens uit de goede teeltperiode (oktober – maart). De vermeerdering van *M. fallax* bij de stikstofvanggewassen die in dit rapport worden genoemd moet daarom door onderzoek worden vastgesteld.

Wortellesieaaltje (*P. penetrans*)

Maïs vermeerdert het wortellesie aaltje (*P. penetrans*) sterk en kan dus hoge besmettingen nalaten. Maïs is overigens ook (matig) schadegevoelig voor dit aaltje. Bij hoge besmettingen kunnen er bij een continue teelt van maïs dus behoorlijke opbrengstdervingen in dit gewas optreden door aantasting van dit aaltje. Ook veel andere gewassen (aardappel, peen, schorseneer, erwt, boon, aardbei, tulp, gladiool, lelie etc.) kunnen veel opbrengstverlies leiden door de aantasting van *P. penetrans*. Van bladkool is geen informatie over vermeerdering van *P. penetrans* bekend.

Van de overige stikstofvanggewassen is de informatie niet onderbouwd met gegevens uit veldproeven of het onderzoek heeft plaatsgevonden via een zomerteelt of er zijn alleen kasproeven uitgevoerd. De vermeerdering van *P. penetrans* door de stikstofvanggewassen moet daarom door onderzoek worden vastgesteld.

Stengelaaltjes (*D. dipsaci*)

Maïs vermeerdert *D. dipsaci* matig en bij een besmetting met dit aaltje kan er dus na de maïsteelt een behoorlijke besmetting aanwezig zijn. Voor de stikstofvanggewassen geldt dat er (onder Nederlandse omstandigheden) geen informatie over vermeerdering van stengelaaltjes is of dat deze niet is onderbouwd met proefveldgegevens. De vermeerdering van stengelaaltjes door de genoemde stikstofvanggewassen zou daarom via onderzoek vastgesteld moeten worden. Gezien de “rasproblematiek” van deze aaltjessoort zijn er momenteel echter nog geen aanknopingspunten hoe dit onderzoek vorm te geven.

Trichodoriden (*P. teres*, *P. pachydermus*, *T. similis*, *T. primitivus*)

Van *T. similis* en *P. teres* is de waardplantstatus van maïs bekend. Van deze aaltjes kunnen (vrij) hoge besmettingen ná de teelt van maïs voorkomen. Voor alle vier genoemde trichodoriden geldt, dat er voor de in dit rapport genoemde stikstofvanggewassen geen informatie over vermeerdering is of dat deze slechts is onderbouwd met gegevens uit kasproeven of uit veldproeven in een zomerteelt. In een enkel geval is de vermeerdering afgeleid van een ander gewas. De vermeerdering van de vier trichodoriden door de stikstofvanggewassen dient daarom door onderzoek vastgesteld te worden.

Tabaksratelvirus (TRV)

De vermeerdering van TRV door Japanse haver en Triticale is nog niet bekend. Als er onderzoek zou plaatsvinden met trichodoriden, dan zou de vermeerdering van TRV bij deze gewassen wellicht tegelijkertijd meegenomen kunnen worden.

6 AANBEVELINGEN VOOR ONDERZOEK

6.1 *Benodigd teeltkundig onderzoek*

Om de droge stof productie en stikstof opname van de huidige (toegelaten) en de potentiële stikstofvanggewassen (beter) te onderbouwen dient teeltonderzoek met rogge, bladrammenas, bladkool, Italiaans raaigras en Engels raaigras, maar ook met wintertarwe, wintergerst, triticale en Japanse haver plaats te vinden.

6.2 *Benodigd aaltjesonderzoek*

6.2.1 **Waardplant- en schade onderzoek aaltjes algemeen**

Om goede, betrouwbare informatie te verkrijgen, dienen per combinatie van te onderzoeken gewas en aaltje resultaten van twee veldproeven en van twee kasproeven beschikbaar te zijn. Het onderzoek met kasproeven dient om de waardplantstatus van de plant te bepalen. Daarbij wordt de vermeerdering gedurende de periode van één generatie van de aaltjes vastgesteld. Daarnaast kunnen in kasproeven indien nodig meerdere rassen worden onderzocht. De veldproeven zijn nodig om vast te kunnen stellen wat de waardplantstatus van het gewas is, met alle bijkomende factoren, zoals: meerdere aaltjesgeneraties gedurende de teeltduur van het gewas en de mate van aaltjessterfte in de periode ná de oogst van het gewas en voorafgaand aan de teelt van het volgende gewas.

6.2.2 **Benodigd aaltjesonderzoek bij stikstofvanggewassen**

De veldproeven dienen uitgevoerd te worden op percelen die besmet zijn met het te onderzoeken (doel)aaltje en niet of nauwelijks met andere plantparasitaire aaltjes. De teeltperiode van de gewassen moet daarbij zoveel mogelijk overeen komen met die van stikstofvanggewassen na snijmaïs. Bij een 'nateelt' (inzaai na de maïsoogst) wordt gezaaid tussen half september en half oktober. Gewassen die (ook) als onderzaai (onder dekvrucht) kunnen worden geteeld (Italiaan raaigras, Engels raaigras, Japanse haver) moeten bij deze teeltwijze echter (veel) eerder worden gezaaid (inzaai in juni). De teelt van de gewassen loopt in principe tot maart en wordt dan beëindigd. Voor wintergranen als wintertarwe, wintergerst en triticale kan er (ook) een teeltwijze zijn waar het als akkerbouwgewas wordt geoogst, in dat geval loopt de teeltperiode van deze gewassen tot eind augustus. Gezien de conclusies uit het vorige hoofdstuk, dient er bij met huidige en potentiële stikstofvanggewassen onderzoek plaats te vinden om de waardplantstatus van deze gewassen voor een aantal aaltjes (beter) vast te stellen. Voor welke aaltjes-gewas combinaties verder onderzoek nodig is, wordt samengevat in tabel 10.

Tabel 10: Overzicht van benodigd onderzoek ¹ voor de herfst en winterteelt van de verschillende stikstofvanggewassen en plantparasitaire aaltjes.

gewas	wit te bietencysteaatje	gele bietencysteaatje	Noordelijk wortelknobbelaatje	maïswortelknobbelaatje	bedrieglijk maïswortelknobbelaatje	wortellesieaatje	stengelaaatje	T primitivus	T. similis	P. pachydermus	P. teres	Tabaksratelvirus
bladrammenas	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-
bladkool	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-
rogge	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-
Italiaans raaigras	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-
Engels raaigras	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-
Japanse haver	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X
wintertarwe	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-
wintergerst	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-
Triticale	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X

1): X = onderzoek nodig, - : geen onderzoek nodig.

Van het onderzoek heeft dat met *M. chitwoodi*, *P. penetrans* en trichodoriden de hoogste prioriteit. Van alle trichodoriden komt *T. similis* het meeste voor en bovendien is dit aaltje vaak aanwezig op zandgrond waar veel maïs wordt geteeld. Als er een keuze moet worden gemaakt tussen de verschillende trichodoriden, dan is het daarom het meest zinvol om te beginnen met onderzoek aan *T. similis*.

7 GERAADPLEEGDE INFORMATIEBRONNEN

- Ambrogioni, L., S. Caroppo, A. Cotroneo, F. Moretti, 2002.
Field test on the effect of a spring sown field oil radish (*Raphanus sativus* L. ssp *oleiformis*) on a population of *Heterodera betae*. Redia 85.
- Anonymus, 2009.
Aanbevelende Rassenlijst 2009 voor Akkerbouwgewassen (Arable Crops).
- Beers, T. G. van, E. Brommer, L. P. G. Molendijk, 2001.
Waardplantgeschiktheid *Pratylenchus penetrans*. PPO projectrapport 1233319.
- Brommer, E., L. P. G. Molendijk, 2005.
Beheersing van *Paratrachodorus* en *Trichodorus* spp. en de overdracht van tabaksratelvirus op dekzandgonden. PPO projectrapport 5233335.
- Brommer, E., A. W. W. van Gastel en J. Hoek, 2006.
Trichodorus primitivus in Noord-Nederland. PPO projectrapport 3252035000.
- Dijk, W. van, E. Brommer, G. Korthals, 2006.
(On)mogelijkheden van stikstofvanggewassen na maïs op akkerbouwbedrijven. PPO projectrapport 3250022900.
- Enckevort, P.L.A. van, J.R. van der Schoot & W. van den Berg, 2002.
Relatie tussen N-overschot en N-uitspoeling. Projectrapport 1125234, PPO-AGV, Lelystad, 50 p. + bijlagen.
- Geel, W.C.A. van en Verstegen H.A.G., 2007.
Wintergerst als groenbemester en stikstofvanggewas. PPO projectrapport 3253013350.
- Hack-ten Broeke, M.J.D., S.L.G. Burgers, A. Smit, H.F.M. ten Berge, J.J. de Gruijter, I.E. Hoving, M. Knotters, S. Radersma & G.L. Velthof, 2004.
Ontwikkeling van een indicator om te sturen op nitraat: gegevens en regressieanalyse op basis van drie eerste meetseizoenen (2000-2001, 2001-2002 en 2002-2003). Reeks Sturen op Nitraat 12, Alterra, Wageningen. 117 p.
- Hartsema, O. H., P. Koot, L. P. G. Molendijk, W. van den Berg, M. C. Plentinger, J. Hoek (eds), 2005.
Rotatie-onderzoek *Paratrachodorus teres* (1991-2000). PPO projectrapport 5233321.
- Hilhorst G.J. (ASG), Verloop J. (PRI), 2009.
Opbrengst vanggewas na maïs. Rapportnr. 51
- Hoek, J., E. Brommer en L. P. G. Molendijk, 2006.
Gevoeligheid aardappelrassen voor Trichodoriden 2005. PPO projectrapport 500140.
- Hoek, J., E. Brommer en L. P. G. Molendijk, 2006.
Groenbemesters als voorvrucht van zetmeelaardappelen 2005, PPO projectrapport 520081.
- Hoek, J., R. D. Timmer en G. W. Korthals, 2005.
Actualisatie kengetallen groenbemesters. PPO-rapport 32520106.
- <http://www.aaltjesschema.nl>
- Knuth, P. 1995.
Einfluß der Zwischenfrucht auf die Vermehrung von Stengelälchen (*Ditylenchus dipsaci*) und den daraus resultierenden Befall der Folgekultur. Gesunde Pflanzen, 47 Jahrgang, Heft 2.
- Koot, P. en L. P. G. Molendijk, 1995.
Groenbemesters onderzoek, *Paratrachodorus teres* 1991-1994. PPO projectrapport 33312.
- Raaijmakers, E. E. M., 2009
Waardplantrelaties geel bietencysteaaltje voor groenbemesters. IRS projectrapport 08-10-04.01.

- Ridder, D. de, 1992.
Bewust omgaan met mineralen. Akkerbouw. IKC Akker- en Tuinbouw, Ede, 39 p.
- Timmer, R.D., G. W. Korthals, L. P. G. Molendijk, 2003.
Groenbemesters: van teelttechniek tot ziekten en plagen. PPO brochure, 59 p.
- Visser, J. H. M., L. P. G. Molendijk en G. W. Korthals, 2005
Waardplantgeschiktheid van bladrammenas-, Italiaans raaigras- en wilde Solanum – genotypen voor de wortelknobbelaaltjes *Meloidogyne chitwoodi* en *M. fallax*. PPO projectrapport 5233326.
- Zeeland, M. van, Paauw J., Timmer R.D., 2009.
Literatuurstudie “Teelt van groenbemesters in combinatie met niet-kerende grondbewerking”.

BIJLAGE: TEELTINFORMATIE OVER JAPANESE HAVER

Aaltjes

Japane haver is geen waardplant voor het wortellesieaaltje (*Pratylenchus penetrans*) en heeft op dit aaltje dus een vergelijkbaar effect als 'zwarte braak'. Wat betreft andere plantparasitaire aaltjes is er echter geen informatie beschikbaar over de waardplantstatus en de schadegevoeligheid.

Zaaitijd

Japane haver is een hoog opgroeiend gewas. Het is dan de vraag of het onder dekvrucht gezaaid kan worden. Hiermee zij tot heden geen ervaringen opgedaan. In Nederland zijn wel ervaringen met zaaien als stoppelgewas. Eén informatiebron geeft aan dat zaaien tot 1 oktober mogelijk is. Dan ontwikkelt zich ook nog een gewas wat stikstof opneemt. Uiteraard hangt dit af van de groeiomstandigheden in het najaar.

Een andere informatiebron adviseert Japane haver te zaaien na de oogst van (vrij) vroege ruimende gewassen zoals graan, vroege aardappelen, pootgoed, plantuien, conservenerwten, tulpen etc.

Er is ook ervaring met zaaien rond half november. Door strenge vorst is dat gewas toen echter afgevroren.

Beworteling

Er zijn bij PPO geen gegevens bekend over de bewortelingsdiepte en ook niet over de hoeveelheid droge stof die onder- en bovengronds wordt geproduceerd.

Vorstgevoeligheid

Het inschatten van de vorstgevoeligheid onder Nederlandse omstandigheden is gebeurd op basis van ervaring. Zoals bij de zaaitijd al is opgemerkt, voor een gewas dat half november was gezaaid, geheel af bij 20 graden vorst. De ervaring met Japane haver heeft geleerd dat het vorstgevoelig is. Dat wil echter nog niet zeggen dat het al afvriest bij de eerste beste nachtvorst. Met de huidige rassen lijkt 6 graden vorst de grens te zijn.

Stikstofopname

Er is in onderzoek een bovengrondse droge stofproductie bepaald van 15 ton per ha bij tijdige zaai. Er zijn geen stikstofgehalten gemeten in de droge stof omdat dat niet het doel van het onderzoek was.

Onkruidonderdrukking

Bij een goed ontwikkeld gewas lijkt het onkruid goed onderdrukt te worden. Het is niet bekend hoeveel planten per m² er moeten staan om tot een goed ontwikkeld gewas te komen voor een optimale onkruidonderdrukking. Waarschijnlijk zijn er potentieel wel herbiciden beschikbaar (vanuit granen)

Rassen

Het PPO-AGV heeft er enkele jaren geleden voor gezorgd dat het ras Pratex (van de firma Petersen) in Nederland (door PPO) is onderzocht wat betreft de waardplantstatus van het wortellesieaaltje. De huidige PPO-informatie is alleen maar gebaseerd op het ras Pratex. Dit ras is nu ook beschikbaar op de Nederlandse markt. Inmiddels zijn (en komen) er echter ook andere rassen van Japane haver beschikbaar van andere kweekbedrijven. Over andere rassen of selecties is bij PPO momenteel echter geen informatie bekend.