

# Deskstudie verbetering mogelijkheden groenbemesters + nieuwe groenbemesters

In opdracht van en gefinancierd door:



PRODUCTSCHAP AKKERBOUW

Dit project is uitgevoerd door:

Auteur(s):

Cor Eldering  
Christoffel den Herder  
Paul Hooijman  
Laurens Persoon  
Jan Salomons  
Eric Visser  
Johan Wander

Organisatie:

DLV Plant  
DLV Plant  
DLV Plant  
DLV Plant  
DLV Plant  
Radboud Universiteit Nijmegen  
DLV Plant

Projectnummer: 438341

Dit project maakt deel uit van het Masterplan Mineralenmanagement (MMM). Het MMM is een initiatief van LTO Nederland, de Nederlandse Akkerbouw Vakbond en het Productschap Akkerbouw. Binnen het MMM voeren diverse partijen gezamenlijk onderzoeks- en voorlichtingsprojecten uit op het gebied van bodem, bemesting en water.

Dit rapport is eveneens terug te vinden op [www.kennisakker.nl](http://www.kennisakker.nl).



Dit rapport is een uitgave van:

DLV Plant  
Agro Businesspark 65  
6708 PV Wageningen

Radboud Universiteit  
Heijendaalseweg 135  
6525 AJ Nijmegen



### **De auteurs**

Cor Eldering, Christoffel den Herder, Paul Hooijman (marktgroepmanager), Laurens Persoon en Jan Salomons zijn werkzaam als bedrijfsadviseur bij de marktgroep Akkerbouw en Vollegrondsgroente Noordwest van DLV Plant.

Johan Wander is werkzaam als senior projectmanager open teelten bij de marktgroep onderzoek van DLV Plant.

Dr Eric J.W. Visser is werkzaam als universitair docent bij de leerstoelgroep Experimentele Plantenecologie van de Radboud Universiteit .

Voor uw vragen, op- en aanmerkingen over het MMM kunt u zich wenden tot Tjitse Bouwkamp (PA).

Stadhoudersplantsoen 12 • Postbus 29739 • 2502 LS Den Haag  
 070 370 84 26 •  mmm@hpa.agro.nl • [www.kennisakker.nl](http://www.kennisakker.nl)

## INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>Samenvatting</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Inleiding en doel</b>	<b>4</b>
2.1	Inleiding	4
2.2	Doel van deze deskstudie	5
2.3	Inhoud verslag	5
<b>3</b>	<b>Materiaal en methoden</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Zaaizaadhoeveelheid en zaaitijdstip</b>	<b>7</b>
4.1	Zaaitijd algemeen	7
4.2	Zaaitijdstip groenbemesters	7
4.3	Zaaien onder dekvrucht	8
4.4	Zaaizaadhoeveelheid	9
4.5	Beschrijving van de verschillende gewassen	9
4.6	Onkruidonderdrukking	13
<b>5</b>	<b>Bemesting</b>	<b>14</b>
5.1	Stikstofbemesting	14
5.2	Overige aspecten bemesting	17
<b>6</b>	<b>Mineralenbinding en uitspoeling</b>	<b>19</b>
6.1	Algemeen	19
6.2	Fosfaat	19
6.3	Stikstof	19
6.4	Ongewenste nalevering van stikstof	22
6.5	Nalevering stikstof volggewas	23
<b>7</b>	<b>Organische stof productie</b>	<b>25</b>
7.1	Algemeen	25
7.2	Gewassen	26
7.3	Effectieve organische stof toevoer	28
<b>8</b>	<b>Effecten op bodemstructuur</b>	<b>29</b>
8.1	Algemeen	29
8.2	Opmerkingen per groenbemester	30
<b>9</b>	<b>Effecten op bodembiota (bodemleven divers)</b>	<b>35</b>
9.1	Algemeen	35
9.2	Opmerkingen per groenbemester	35
<b>10</b>	<b>Effecten op nematoden</b>	<b>38</b>
10.1	Algemeen	38
10.2	Opmerkingen per groenbemester	40
<b>11</b>	<b>Effecten op bodemziekten</b>	<b>48</b>
11.1	Algemeen	48
11.2	Opmerkingen per groenbemester	48
<b>12</b>	<b>Aanbevelingen voor vervolgonderzoek</b>	<b>51</b>
12.1	Algemeen	51
12.2	Bemesting en nalevering van mineralen	51
12.3	Organische stof levering	51

12.4	Aaltjes .....	51
<b>13</b>	<b>Overzicht witte vlekken.....</b>	<b>53</b>
<b>14</b>	<b>Literatuur .....</b>	<b>54</b>
<b>Bijlage 1.....</b>		<b>58</b>
<b>Bijlage 2.....</b>		<b>59</b>

## 1 SAMENVATTING

In deze literatuurstudie komen tal van praktische zaken rondom het telen van groenbemesters aan bod. Gekozen is voor de meest geteelde groenbemesters in Nederland. Chronologisch aan het seizoen komen o.a. aan bod de optimale zaaitijd en zaaizaadhoeveelheid, bewortelingsdiepte en -intensiteit, de optimale stikstofgift. Daarnaast zijn cijfers vermeld van de nalevering van stikstof aan het volggewas en de productie van effectieve organische stof. Ook wordt stilgestaan bij de effecten op de structuur van de bodem en bodembiota. Uiteraard ontbreekt het effect op aaltjes en andere bodemziekten niet.

Hiermee is dit rapport een handleiding om keuzes te maken in welke groenbemester het beste past in de verschillende situaties.

Omdat het een literatuurstudie is, is de toelichting op enkele feiten wel eens beperkt. Om er een soepel leesbaar verhaal van te maken, is er nog wat praktische inbreng nodig.

Uit dit rapport komen diverse zaken naar voren die niet bekend zijn vanuit de literatuur. Mogelijk zijn dit onderwerpen die in aanmerking komen voor vervolgonderzoek.

## 2 INLEIDING EN DOEL

### 2.1 Inleiding

De teelt van groenbemesters binnen de vruchtwisseling is om diverse redenen van belang. Groenbemesters dragen bij aan de organische stofvoorziening en de bodemstructuur. Bij actieve lokking kan de nematodendichtheid van bepaalde soorten verlaagd worden. Groenbemesters binden stikstof uit de bodem en vlinderbloemige groenbemesters ook uit de lucht zodat een bijdrage geleverd wordt aan de stikstofvoorziening van het volggewas. Door beïnvloeding van de bodembiota ontstaat een andere nutriëntenverdeling. De wortels spelen bij deze processen een groot belang. Het gaat daarbij om doorworteling, de opname van nutriënten door de wortels en de snelheid waarmee wortels aangemaakt en afgebroken worden.

Het mineralenbeleid geeft op termijn verlies aan organische stof. Om te komen tot een neutrale organische stofbalans (output = input) moet het verminderd gebruik van dierlijke mest en daardoor organische stof toevoer gecompenseerd worden. Daarvoor is inzet van groenbemesters pure noodzaak. Nu wordt er veel gezaaid omdat het moet: op zand na maïs en voor de stikstofruimte. Omdat de organische stof balans niet in evenwicht is in aan- en afvoer van organische stof van het hoofdgewas bij hoogproductieve gronden kunnen ernstige tekorten ontstaan. Daarnaast zijn er veel vragen, maar gaat er ook nog veel fout (zaaitijdstip, zaaizaadhoeveelheid, grondbewerking, ontwatering etc.). Het lijkt daarom zeer nuttig om telers onafhankelijk grondig te informeren om meer rendement te halen uit groenbemesters. Naast positieve bijdragen kunnen groenbemesters ook een negatief effect hebben zoals het vermeederen van nematoden of bodemziekten.

Om het rendement van groenbemesters te verhogen moet het doel duidelijk zijn. Elk doel heeft zijn specifieke aanpak. Gaat het om nematodenbestrijding, organische stofvoorziening, stikstofbinding, stikstofvoorziening volggewas, verbetering bodemstructuur, bestrijding water- of winderosie, voederwinning, etc.

Voorts is het van belang om rekening te houden met diverse aspecten:

- zaaitijd;
- besmetting perceel met nematoden;
- grondsoort;
- hoeveelheden zaadzaad;
- rassen en soorten;
- tijdstip en manier van onderwerken groenbemester (hierbij wordt aangesloten bij het MMM project “flexibilisering gebruiksnormen”).

Door telers worden groenbemesters meestal gezien als iets wat wel nuttig is, maar wat niet te veel mag kosten. De effecten van groenbemesters staan niet scherp op het netvlies. Vandaar dat de teelt van groenbemesters niet optimaal wordt uitgevoerd omdat bezuinigd wordt op zaaidichtheid en bemesting. Ook leven er veel vragen bij telers rondom de teelt van groenbemesters. Dit leidt er toe dat de keuze van soort, ras en teeltwijze vaak niet optimaal zijn.

## 2.2 Doel van deze deskstudie

Het verzamelen en beschrijven van de kennis over optimale teelt en effect van groenbemesters en het in beeld brengen van de witte vlekken. Hiertoe worden de Nederlandse, Duitse en Vlaamse kwekers geïnterviewd, wordt een literatuurstudie uitgevoerd en wordt de kennis en ervaring van adviseurs beschreven. Ook wordt een plan opgesteld voor vervolgonderzoek.

## 2.3 Inhoud verslag

Dit verslag gaat over de praktisch toepasbare feiten van de meest voorkomende groenbemesters, en enkele veelbelovende nieuwe soorten. Hiermee is het geen complete lijst met alle gewassen die mogelijk als groenbemester geteeld kunnen worden in onze omgeving. Er is duidelijk een keuze gemaakt in de gewassen die nu veelal worden gezaaid. Omdat er een aantal nieuwe ontwikkelingen zijn, met name op het gebied van aaltjesmanagement, hebben we de veelbelovende groenbemesters er ook in meegenomen.

In dit verslag komen aan bod:

Engels raaigras	<i>Lolium perenne</i>
Italiaans raaigras	<i>Lolium multiflorum</i>
Rietzwenk gras	<i>Festuca arundinaceae</i>
Winterrogge	<i>Poaceae secale</i>
Japane haver	<i>Avena strigosa</i>
Afrikaantje	<i>Tagetes patula</i>
Klaver divers	<i>Trifolium spp</i>
Raketblad	<i>Solanum sisymbriifolium</i>
Bladrammenas	<i>Raphanus sativus</i>
Gele Mosterd	<i>Sinapsis alba</i>
Biofumigatie blends	Diverse soorten mosterd (bv Caliente mosterd).
Zwaardherik	<i>Eruca sativa</i>
Bengaalse hennep	<i>Crotalaria juncea</i>

Het rapport is gebaseerd op een uitgebreide literatuurstudie en berust dus hoofdzakelijk op wetenschappelijke feiten. Een aantal zaken zijn niet onderzocht, of er is geen literatuur van gepubliceerd. Ook is een afweging gemaakt wat te doen met buitenlandse informatie afkomstig uit totaal andere teeltgebieden en dus andere omstandigheden dan de Noordwest Europese omstandigheden. Het moet wel toepasbaar zijn in onze streken.

Daar waar mogelijk is de informatie samengevat in tabellen, om het overzichtelijk te houden.

Om enige spraakverwarring te voorkomen; Caliente mosterd is een merknaam. Beter is hier te spreken over een mengsel van verschillende soorten mosterd, die ingezet wordt voor biofumigatie. We hebben dit dat ook biofumigatie blends genoemd.

### 3 MATERIAAL EN METHODEN

Uitgebreide literatuurstudie is de basis voor dit rapport. Daarvoor zijn diverse bronnen aangeboord. Een aantal feiten is niet onderzocht, of niet gepubliceerd. Om dit document toch zo compleet mogelijk te maken, zijn er met verschillende personen interviews gehouden. Personen die veel ervaring en kennis hebben van de verschillende gewassen en werkzaam zijn bij o.a. leveranciers van zaaizaden, adviesbureaus of onderzoeksinstituten. Deze aanvullingen zijn apart in de bronvermelding weergegeven, als 'persoonlijke mededeling'.

Met de indeling in hoofdstukken is enigszins rekening gehouden met de groei van de gewassen, vandaar dat begonnen wordt met zaaitijden ed.

Uiteraard blijft het enigszins lastig te lezen, en ontbreekt er soms een praktische invulling van teeltmaatregelen. Omdat het een literatuurstudie is, is het niet altijd mogelijk alles te vermelden wat speelt bij de te maken keuzes.



## 4 ZAAZAADHOEVEELHEID EN ZAAITIJDS TIP

In dit eerste hoofdstuk wordt toegelicht welke hoeveelheden zaaizaad er gezaaid kunnen worden, en wat de beste tijd is om te zaaien.

### 4.1 Zaaitijd algemeen

Voor de meeste groenbemesters geldt dat ze goed gezaaid kunnen worden tot half augustus, daarna is er niet genoeg tijd om voldoende te ontwikkelen. Op tijd zaaien geeft vaak een vlotte beginontwikkeling, goed voor onkruid onderdrukking. Vooral kruisbloemigen starten snel. Te vroeg zaaien van groenbemesters kan leiden tot bloei (niet wenselijk), vorstschade en opslag (Timmer et al 2003).

Het tijdstip waarop er gezaaid kan gaan worden, bepaald in sterke mate de keuze van de groenbemester. Elk groenbemestingsgewas heeft namelijk een (soms korte) periode waarin het gezaaid moet worden om tot een goede groei en ontwikkeling te komen. Zaaien in de stoppel, na een hoofdgewas, komt in Nederland het meeste voor. En hierbij geldt heel duidelijk: hoe vroeger gezaaid, hoe effectiever (Boer et al 2003).

### 4.2 Zaaitijdstip groenbemesters

	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Augustus	September	Oktober
Bladrammenas								
Gele mosterd								
Bladkool								
Engels raaigras								
Italiaans raaigras								
Westerwolds raaigras								
Winterrogge								
Soedangras								
Rode klaver								
Witte klaver								
Perzische klaver								
Wikke								
Facelia								
Afrikaantjes								
Raketblad								
Spurrie								

geel = zaaien onder dekvruucht (maart - half mei)

groen = zaaien op braak land (mei - juni)

rood = zaaien in vroege stoppel (juli - half aug.)

paars = late stoppel (half aug. - half sept.)

blauw = N-vanggewas (half sept. - okt.)

**Figuur 1. Zaaitijdstip groenbemesters (Timmer et al 2004)**

Wat betreft Alexandrijnse klaver, rietzwenkgras, Japanse haver, biofumigatie blends, zwaardherik en Bengaalse hennep zijn geen gegevens gevonden. Volgens Hellendoorn, (Vandijke Semo bv, persoonlijke mededeling) kunnen biofumigatie blends en zwaardherik als gele mosterd worden gezaaid.

Groenbemesters hebben deels ten doel om mineralen op te vangen, die anders zouden wegspoelen naar het grondwater. Voor dat doel moeten de gewassen zich wel kunnen ontwikkelen. Een uiterste zaaidatum is uiteraard afhankelijk van het seizoen, en het gewas, maar

algemeen kan worden gesteld dat na 15 september zaaien de kans wel groot is dat de vrije mineralen uit kunnen spoelen. Praktisch gezien is in dit verband een uiterste datum van 1 september meer geschikt (van Dijk et al 2005).

### 4.3 Zaaien onder dekvrucht

Groenbemesters kunnen na een hoofdteelt worden ingezaaid, onder dekvrucht (tarwe) in het voorjaar, of op braakland als hoofdgewas. Onder dekvrucht zaaien heeft als voordeel dat het groeiseizoen verlengd wordt, er meer vocht aanwezig is waardoor er meer slagingskans is. Niet alle groenbemesters zijn hiervoor geschikt. Vooral degenen die kort blijven, en niet teveel breedbladig blad hebben, maken een goede kans. Lange, 'dunne' gewassen zijn minder of niet geschikt. Voorbeelden zijn snel en hoog opgroeiende klaver, Italiaans en Westerwolds raaigras. Niet te bladrijke wintertarwe is een geschikte plant om een groenbemester onder te zaaien, er is dan altijd licht op de grond. Biologische granen zijn ook geschikt, omdat deze teeltwijze veelal gewassen voortbrengt die minder zwaar zijn (Timmer et al 2003).

**Tabel 1. Onderzaai tabel (Boer et al 2003)**

<b>Dekvrucht</b>	<b>Groenbemester in onderzaai</b>	<b>Zaaitijd groenbemester</b>
Wintertarwe	Italiaans raaigras Rietzwenkgras Engels raaigras	Half maart tot begin mei December tot februari Half februari tot half april. Bij zeer bladrijke tarwerassen: begin februari tot eind maart
	Rode/witte klaver Perzische klaver	Begin maart tot half april Tot half april
Wintergerst, bladarme tarwerassen	Rietzwenkgras Engels raaigras Rode klaver Perzische klaver Italiaans raaigras	December tot februari Eind februari tot half april Begin maart tot half april Tot half april Begin maart tot half mei
Zomertarwe	Engels raaigras Rode klaver Perzische klaver Italiaans raaigras	Gelijk met de tarwe Begin maart tot half april Begin april tot begin mei Begin april tot half mei
Zomergerst of haver	Engels raaigras Grootbladige witte klaver Perzische klaver Italiaans raaigras	Gelijk met gerst of haver Begin maart tot half april Begin maart tot begin mei Half april tot half mei
Vlas	Engels raaigras Rietzwenkgras Witte cultuurklaver	Gelijk met het vlas Gelijk met het vlas Gelijk met het vlas
Erwten en veldbonen	Engels raaigras Rietzwenkgras Witte cultuurklaver Engels raaigras	Gelijk met de dekvrucht Gelijk met de dekvrucht Gelijk met de dekvrucht Begin april tot half april

#### 4.4 Zaaizaadhoeveelheid

Zie onderstaande tabel. Hierin staan de algemene adviezen vermeld.

**Tabel 2. Overzicht teeltmaatregelen groenbemesters**

Gewas	1000-korrel gewicht (gr)	Zaaizaad (kg/ha) <sup>1</sup>	Zaaidiepte (cm)	N-gift (kg/ha)	Onder dekvrucht
Bladrammenas	10-20	20-50	2-3	40-80	Nee
Gele mosterd	5-10	15-25	2-3	30-50	Nee
Bladkool	3-4	8-12	2-3	50-80	Nee
Engels raaigras	2-3	15-30	1-2	40-60	Ja
Italiaans raaigras	2-4	20-35	1-2	40-60	Ja
Westerwolds raaigras	3-4	30-45	1-2	40-60	Nee
Winterrogge	30-40	120-180	2-4	40-60	Nee
Soedangras	3-4	30-40	1-2	30-50	Nee
Rode klaver	2	10-20	1-1.5	0?	Ja
Witte klaver	1	5-10	1-1.5	0?	Ja
Perzische klaver	1-2	10-15	1.1.5	0?	Ja
Voederwikke	40-80	90-120	2-3	0-25	Nee
Facelia	2-3	6-14	1-2	40-60	Nee
Tagetes	2-3	5-8	0.5-1	50-80	Nee
Raketblad	2-3	3	1-2	40+40	Nee
Spurrie	1-2	12-30	1-2	0-25	Nee
Rietzwenkgras		15	1-2		Ja
Alexandrijnse klaver		15-25			Ja
Japanse haver		50-80	2-4*	80*	Nee*
Biofumigatie blends			2-3*	120 *	Nee*
Zwaardherik			2-3*	120*	Nee*
Bengaalse hennep		100			

<sup>1</sup> zaaiohoeveelheid hangt af van o.a. duizendkorrelgewicht, zaaitijdstip, onderzaai/open land etc. (Timmer et al 2003)

\* (Hellendoorn, Vandijke Semo bv, persoonlijke mededeling).

#### 4.5 Beschrijving van de verschillende gewassen

Hieronder worden de specifieke eigenschappen t.a.v. zaaitijdstippen en hoeveelheden van de verschillende groenbemesters belicht.

##### 4.5.1 Bladrammenas

Vanaf 1 mei kan dit gewas ingezaaid worden op braakland. Hiermee mag er effect verwacht worden op bieten cysten aaltjes. Tot 1 augustus kan bladrammenas goed na een hoofdteelt ingezaaid worden, zodanig, dat er in een normale zomer ook enig effect is te verwachten tav onderdrukking van het bietencyste aaltje. Zaaïen in de maand augustus betekent nog wel een vlotte start en een redelijke massa productie, maar effect op het bieten cyste aaltje is veelal verwaarloosbaar. Op tijd zaaïen betekent wel veelal dat er geklepeld moet worden, om opslag te voorkomen. Ook de laat gezaaide kan kiemkrachtig zaad geven, maar na 1 augustus neemt die kans wel af.

Bij zaai na 1 augustus is de teeltduur echter te kort om voor een sterke afname van de populatie te zorgen (Actieplan aaltjes 2010).

Veelal is 20 tot 25 kg zaaizaad voldoende. Het duizendkorrelgewicht kan variëren van 8 tot 20 gram. Dat betekent dat er tussen de 20 en 50 kg per hectare verzaaid kan worden voor een goede standdichtheid. Voldoende planten per vierkante meter geven een optimale intensieve doorworteling, zodat vele bietencysteaaltjes in contact kunnen komen met dit gewas. Bij te weinig planten blijven er dus stukjes grond 'onontgonnen'. Rijafstand is 10 – 25 cm, diepte 2 tot 3 cm (Timmer et al 2003).

#### **4.5.2 Gele mosterd**

Kan iets langer worden gezaaid dan bladrammenas, optimaal is augustus – september. Afhankelijk van DKG is 15 – 25 kg normaal. Rijafstand 10 – 25 cm, diepte is 2 tot 3 cm. Het kan wel slechter tegen verdichte lagen dan bladrammenas. Niet geschikt voor inzaai op braakland, omdat het te vroeg bloeit, wat kan leiden tot opslag problemen. Alleen de vroeg gezaaide, voor 1 augustus, kan kiemkrachtig zaad geven (Timmer et al 2003).

#### **4.5.3 Bladkool**

Juli is de beste periode om te zaaien, maar na 15 augustus neemt de productie wel erg hard af. Veelal wordt 8 tot 12 kg gezaaid, afhankelijk van tijdstip en DKG (3 tot 4 gram). Dit kan breedwerpig en dan inwerken, of net zoals bijvoorbeeld bladrammenas. Het zaaitijdstip heeft geen invloed op zaadvorming. (Timmer et al 2003). Geschikte zaaidiepte is ongeveer 2,5 cm. Bladkool gezaaid op 5cm diepte komt niet boven (Duke 1983). Bladkool moet snel kiemen om de onkruiden voor te blijven. Kiemomstandigheden moeten dan ook goed zijn (Duke 1983).

#### **4.5.4 Witte klaver**

Kan goed tussen begin maart en half april onder een niet te zware dekvruucht gezaaid worden op een diepte van 1 a 1,5 cm. 7kg zaad is voldoende. Veelal speelt bloei geen rol. Witte klaver groeit zomaar niet te hoog onder een dekvruucht. Goede dekvruchten zijn vlas, zomergerst, haver erwten en veldbonen. In de stoppel zaaien voor augustus, omdat de ontwikkeling later in het seizoen gewoon stopt (Timmer et al 2003).

Witte klaver kan gezaaid worden als groene grondbedekker onder de teelt van tweejarige vruchtbomen. Zowel in het najaar gezaaid, als direct na planten in het voorjaar lukt het om het onkruid grotendeels te onderdrukken (Pronk et al 2010).

#### **4.5.5 Rode klaver**

Wordt tegenwoordig alleen nog onder een dekvruucht gezaaid. Is de dekvruucht te zwaar, dan ontwikkelt de klaver zich niet goed, is ze te licht, dan kan rode klaver het hoofdgewas overgroeien. Vlas is geen goede dekvruucht. 10 tot 20 kg zaaizaad is voldoende, maar zaai niet te vroeg (na half maart) om te voorkomen dat hij te snel hoog doorgroeit. (DKG = ca. 2 gram) (Timmer et al 2003).

#### **4.5.6 Perzische klaver**

Is een betrouwbare klaver onder dekvruucht (vlas uitgezonderd). Zaai niet te vroeg 10 tot 15 kg (DKG 1,3gram). Een niet te zware wintertarwe is zeer geschikt, echter kijk uit met vroeg zaaien in een kort gewas, deze klaversoort kan het gewas dan overgroeien. Het gewas slaat snel aan. Bij uitzaai in de stoppel is meer zaaizaad nodig: 15 -20 kg (Timmer et al 2003).

#### **4.5.7 Alexandrijnse klaver**

Alexandrijnse klaver wordt voornamelijk uitgezaaid in mengsels, soms in combinatie met Japanse haver. Als mengsel heeft het een sterk onkruidonderdrukkend effect. Het zorgt voor een activatie van het bodemleven en levert een bevredigende biomassaproductie. Alexandrijnse klaver kan zeer goed tegen nattere omstandigheden. Alexandrijnse klaver is een vorstgevoelige klaversoort en groeit zeer snel (Inagro 2011).

In mengsels is 15 kg/ha nodig. Wanneer Alexandrijnse klaver alleen wordt uitgezaaid, is 25 kg/ha nodig. Alexandrijnse klaver vertoont naast een snelle groei ook een bevredigende bodembedekking en een goede doorworteling. Er zijn één- en meersnedige onderrassen. Eénsnedige Alexandrijnse klaver is het meest gevoelig voor vorst. Alexandrijnse klaver is goed te mengen met snelgroeiende grassen of granen. Zaaïen kan tot eind augustus (Timmer et al 2003).

#### **4.5.8 Engels raaigras**

Is de meest betrouwbare grassoort voor inzaai onder dekvruucht in het voorjaar. Het overgroeit het gewas niet zomaar, ook niet bij vroege zaai half februari. Veelal 15 tot 20 kg zaad voldoende, gemengd met bijvoorbeeld zomergranen, vlas en erwten. Door wintertarwe heen zaaïen verwacht iets meer zaaizaad; 20 – 25 kg. Tot eind juli kan het goed in de stoppel gezaaid worden na een hoofdgewas. Zaaï van tetraploïde rassen de meeste kilo's (Timmer et al 2003).

Engels raaigras kan ook gecombineerd verzaaid worden met klavers. Advies is dan 12 tot 28 kg zaaizaad te gebruiken (Duke 1983).

#### **4.5.9 Italiaans raaigras**

Groeit een stuk sneller dan Engels. Het kan dan ook wel onder dekvruucht (na half april, 20-30 kg), maar komt het best tot zijn recht in de stoppel (25-35 kg), liefst tot begin augustus. Diepte 2 cm rijafstand ca 10 cm (Timmer et al 2003).

Italiaans raaigras kan ook onder maïs worden gezaaid. Het tijdstip is daarbij van groot belang. Het beste tijdstip is wanneer de maïs 40 tot 50 cm hoog is en bijna gesloten. Er is dan 25 tot 30 kg zaaizaad nodig. Vroeger zaaïen geeft de kans dat het gras over de maïs groeit. Van belang is dan wel om de onkruidbestrijding af te stemmen op de onderzaai (van Schooten et al 2010).

#### **4.5.10 Westerwolds raaigras**

Ontwikkelt zich nog sneller dan Italiaans, en is derhalve ongeschikt als gewas onder dekvruucht. In de stoppel doet hij het uitstekend, wanneer er 30 tot 45 kg gezaaid wordt op 10 cm rijafstand en 2 cm diep. Grootste voordeel tov Italiaans raaigras is dat de grondbedekking sneller is. Tetraploïde soorten verlangen de hoogste hoeveelheden zaaizaad (Timmer et al 2003).

#### **4.5.11 Rietzwenkgras**

Rietzwenk kan goed in wintertarwe ingezaaid worden in het najaar. Om de slagingskans van rietzwenk zo groot mogelijk te houden, dient de wintertarwe echter niet te ver ontwikkeld te zijn. Het inzaai van rietzwenk kan ook gelijktijdig met het zaaïen van tarwe of zomergerst. Kies voor laatbloeiende rassen om zaadstengelvorming zoveel mogelijk te voorkomen. Gebruik ca. 15 kg zaaizaad per ha (Willemse 2010).

#### **4.5.12 Winterrogge**

Rogge voor groenbemesting kan ingezaaid worden vanaf augustus tot eind oktober. Het wordt daarom veel toegepast na gewassen die laat het veld verlaten. De zaaïdichtheid bedraagt 75 tot

100 kg/ha. Onkruiden vormen weinig problemen. De vezelige wortels zorgen voor een zeer goede doorworteling van de bouwvoor (Inagro 2011).

Meestal gaat de voorkeur naar winterrogge. Deze kan later worden gezaaid en is niet vorstgevoelig. Op een afstand van 12,5 tot 25 cm wordt ca 2 tot 3 cm diep roggezaad verzaaid. Een kleine rijafstand is het meest wenselijk, om een zo goed en snel mogelijke bedekking te geven. Veelal wordt dit gemengd verzaaid met Italiaans raaigras of triticale (Timmer et al 2003).

#### **4.5.13 Tagetes**

Advies is Tagetes niet eerder te zaaien dan juni/juli. Te vroeg zaaien geeft op lichte gronden (waar hij het meest wordt gezaaid) gemakkelijk problemen met stuiven. Het is een trage groeier. Het duurt dan ook 6 tot 8 weken voordat de grond volledig bedekt is. Daarnaast is hij erg gevoelig voor vorst. De teelt moet minimaal 3 maanden duren voor een goede aaltjeslokking, dus de beste zaaitijd is tussen half mei en half juli.

Van sommige cultivars is het zaad licht harig, dus verzaaien gaat soms wat moeizaam. (Planten is ook mogelijk). Om de aaltjeslokking te laten slagen, is een rijafstand van 10 tot 15 cm wenselijk, echter nooit wijder dan 25 cm. Breedwerpig zaaien kan met dit gewas ook zeker, de grondbedekking is dan optimaal.

De hoeveelheid zaaizaad voor *T. patula* en *T. erecta* is 5 tot 10 kg. Belangrijk voor een regelmatige en voldoende kieming is ondiep te zaaien. Een klein beetje grond op het zaad is al voldoende, zeg 0,5 tot 1cm. Kijk echter uit voor verdroging (Timmer et al 2003).

#### **4.5.14 Raketblad**

Het zaad kiemt pas bij een bodemtemperatuur van 10 °C, dat wordt in onze omgeving veelal pas begin mei gehaald. Optimale zaaitijd is dan ook half mei tot half juli, 1,5 tot 3 kg zaad (DKG 2,5) ongeveer 2 cm diep, rijafstand 12,5 cm. Dan staan er na opkomst ongeveer 100 planten per m<sup>2</sup>. Bij goede omstandigheden kan met 1,5 kg zaaizaad worden volstaan, maar in de praktijk zit er meestal wel wat tegen. Gebruik genoeg zaad, om te voorkomen dat de zaak snel veronkruid, gezien de trage beginontwikkeling van het gewas (Hartsema 2005). Vroege zaai kan door besvorming leiden tot kiemkrachtig zaad, net als bij de aardappel (Timmer et al 2003).

#### **4.5.15 Japanse haver**

Japanse haver, geteeld als groenbemester, kan uitgezaaid worden vanaf juli tot in oktober. Afhankelijk van het doel van de zaai worden verschillende zaaidichtheden toegepast (nl. 50 kg/ha als bodembedekker, 80 kg/ha met het oog op de aaltjesbestrijding). Vanwege de snelle start en de goede bodembedekking is het gewas sterk onkruidonderdrukkend. Japanse haver ontwikkelt zich in quasi alle (weers-)omstandigheden.

Japanse haver zou een onderdrukkende werking hebben voor het wortellessieaaltje *Pratylenchus penetrans* en kan daarom een alternatief voor Tagetes vormen. In tegenstelling tot Tagetes kan Japanse haver later ingezaaid worden, waardoor hij beter inpasbaar is in het teeltplan. De plant heeft een hoog opbrengstvermogen en een sterke impact op de opname van reststikstof.

Japanse haver is vorstgevoelig. Na het afsterven is er nog altijd een goede bodembedekking. Inwerken van de strooisellaag na de winter levert weinig problemen op (Inagro 2011).

#### **4.5.16 Bengaalse Hennep**

Wordt in verschillende seizoenen en hoeveelheden gezaaid, afhankelijk van de regio en de toepassing. In India wordt er geteeld voor de vezels, en men zaait dan 96 kg per hectare, onder 'dry growing' condities, dwz niet geïrrigeerd. Op geïrrigeerde percelen zaait men minder. In Pakistan wordt 120 tot 240 kg zaaizaad gebruikt per hectare. Bij hogere zaaidichtheden ontstaat

een rechte stengel, wat de onkruiden onderdrukt. Daarnaast is de vezel fijner en de opbrengst dan hoger.  
In Afrika zaait met laat in november en december, tot eind januari aan toe (James A. Duke 1983).

#### **4.5.17 Zwaardherik**

Er is geen informatie beschikbaar over de specifieke eigenschappen t.a.v. zaaitijdstippen en hoeveelheden.

#### **4.5.18 Biofumigatie blends**

Er is geen informatie beschikbaar over de specifieke eigenschappen t.a.v. zaaitijdstippen en hoeveelheden.

### **4.6 Onkruidonderdrukking**

Door Kruidhof (et al 2008) zijn enkele groenbemesters en gewassen vergeleken wat betreft het onkruidonderdrukkend vermogen. Gebleken is dat bij zaai in de herfst bladrammenas, winterkoolzaad en winterrogge het sterkste competitieve vermogen hadden. Italiaans raaigras was medium en witte lupine en lucerne hadden een zwak competitief vermogen. Verdubbeling van de zaaizaadhoeveelheid verbeterde het onkruidonderdrukkend vermogen niet. Bij voorjaarszaai was het competitieve vermogen van lucerne het beste, gevolgd door winterkoolzaad en witte lupine. Winterrogge en bladrammenas gaven geen onkruidonderdrukking.

## 5 BEMESTING

### 5.1 Stikstofbemesting

In dit hoofdstuk wordt stil gestaan bij de stikstofbehoefte van de verschillende groenbemesters, met de invloed van teveel of te weinig stikstof op de ontwikkeling van het gewas. Daarnaast worden ook enkele andere mineraaltechnische zaken benoemd.

In het algemeen geldt dat de verhouding bovengrondse/ondergrondse biomassa in sterke mate beïnvloed wordt door de bemesting. Hoe meer voedingsstoffen aanwezig zijn in de bodem, hoe minder wortels er relatief gezien gemaakt worden. Omdat het effect van groenbemesting vaak afhankelijk is van de interactie tussen wortelstelsel en de bodem, dient hier nader onderzoek naar te gebeuren. Bij welke concentratie voedingsstoffen is de interactie tussen wortels en bodem ideaal voor het doel wat nagestreefd wordt. In voorkomende gevallen kan het dan zinvol zijn om suboptimaal te bemesten.

#### 5.1.1 Bladkool

Bladkool is een sterk stikstofbehoefstig gewas, en afhankelijk van de voorvrucht en de vruchtbaarheid van de bodem is een startgift van 50-80 kg N per ha nodig. Het is een uitstekend gewas wanneer na de oogst van het cultuurgewas dierlijke mest wordt uitgereden. Bladkool heeft namelijk de mogelijkheid veel stikstof op te nemen en dit voor een groot deel de winter over te dragen, zodat het ter beschikking kan komen aan een volggewas. Vanwege een relatief hoog C/N- coëfficiënt is er een trage vertering en komt de stikstof langzaam vrij (Timmer et al 2004).

#### 5.1.2 Bladrammenas

Bladrammenas is een sterk stikstofbehoefstig gewas, en afhankelijk van de voorvrucht en de vruchtbaarheid van de bodem is een startgift van 40-80 kg N per ha nodig. Door de praktijk wordt over het algemeen minder toegediend. Het is een uitstekend gewas wanneer in de stoppel dierlijke mest wordt uitgereden. Bladrammenas heeft namelijk de mogelijkheid veel stikstof op te nemen en dit voor een groot deel de winter over te dragen, zodat het ter beschikking kan komen aan een volggewas. Bladrammenas laat in het najaar weinig stikstof achter in de bouwvoor. Het is derhalve prima geschikt als N-vanggewas. Omdat de C/N-verhouding echter vrij laag is komt de vertering snel op gang en kan een (groot) deel van de vastgelegde stikstof gedurende de winter en vroege voorjaar vrijkomen en verloren gaan (Timmer et al 2004).

#### 5.1.3 Biofumigatie blends (Caliënte mosterd)

Deze wordt geteeld vanwege de goede reductie op aaltjes. Het mengsel van mosterdsoorten voor deze teelt heeft een N-behoefte van 125–140 kg stikstof (N) en heeft behoefte aan 30-35 kg zwavel (S) De verhouding N:S is 4:1. Over de N-nalevering zijn geen officiële gegevens bekend. De praktijk rekent met een N-nalevering gelijk aan gele mosterd. Afhankelijk van de hoogte van het gewas kan gerekend worden op een N nalevering van 40-50 kg/ha (Hellendoorn, Vandijke Semo bv, persoonlijke mededeling).

#### 5.1.4 Gele mosterd

De N-bemesting kan beperkt blijven tot een startgift van 30-50 kg per ha, al naar gelang de voorvrucht, zaaitijdstop en bodemvruchtbaarheid. Gele mosterd is geschikt als N-vanggewas, het gewas neemt de beschikbare stikstof gemakkelijk op. Omdat de vertering van het gewas echter heel snel op gang komt na het afsterven of onderploegen, kan een groot deel van de vastgelegde stikstof gedurende de winter en vroege voorjaar verloren gaan. Hierdoor kan de stikstofbesparing



op het volggewas lager zijn dan de benodigde stikstofgift voor de gele mosterd, en de stikstofbalans negatief uitvallen (Timmer et al 2004).

### **5.1.5 Italiaans raaigras**

Italiaans raaigras is net als de andere raaigrassen een stikstofbehoefstig gewas. De bemesting en de effecten op een volggewas zijn ongeveer gelijk aan die van Engels raaigras. Een startgift van 40-60 kg N volstaat. Wanneer het gewas bestemd is voor het winnen van een snede gras of het beweiden met schapen of jongvee moet de stikstofgift verhoogd worden. Een (organische) mestgift tot circa 100 kg minerale N per ha kan door het gewas worden vastgelegd en (gedeeltelijk) ter beschikking komen aan het volggewas (Timmer et al 2004).

### **5.1.6 Engels raaigras**

Na de oogst van de dekvrucht is het noodzakelijk om aan een grasgroenbemester een stikstofbemesting te geven voor het stimuleren van de groei. Dit geldt ook voor groenbemesters die in de stoppel worden gezaaid. De hoogte van de stikstofgift hangt af van het doel waarvoor u de groenbemester teelt. Meer stikstof betekent meer blad en (in verhouding) minder wortels. Teelt u de grasgroenbemester vooral om de wortels (op slempgevoelige grond) dan moet de stikstofgift beperkt worden tot 50 kg N per ha. Na een voorvrucht die veel stikstof achterlaat (erwten, pootaardappelen) is meestal geen stikstof nodig. Bij het onderwerken van stro moet de gift wat hoger zijn. Stro legt per ton circa 7 kg N vast. De stikstof die door de grasgroenbemester wordt opgenomen komt voor een belangrijk deel beschikbaar aan het volggewas. Door de vrij hoge C/N- verhouding verloopt de vertering traag en gaat relatief weinig stikstof verloren door uitspoeling in de winter (Timmer et al 2004).

### **5.1.7 Facelia**

De structuur van de grond mag niet al te slecht zijn, maar vooral de bemestingstoestand moet in orde zijn. Facelia reageert zeer positief op een N-bemesting door een hoge opbrengst; hierbij kan gedacht worden aan 40-60 kg N per ha. Ook kan er drijfmest na de oogst van het cultuurgewas worden toegediend. Hiermee kan tevens aan de behoefte aan fosfor (40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha) en kali (80 kg K<sub>2</sub>O per ha) voldaan worden. Enige aandacht voor de magnesiumvoorziening van de grond is gewenst. Het gewas onttrekt zeer veel kalk aan de grond maar doet dit vrijwel ongeacht het gehalte aan kalk in de grond (Timmer et al 2004).

### **5.1.8 Alexandrijnse klaver**

Net als alle andere klaversoorten is een startgift N aan Alexandrijnse klaver niet nodig door het stikstofbindend vermogen.

### **5.1.9 Klaver, rode**

Vanwege het stikstofbindend vermogen is het niet nodig rode klaver (net als de meeste andere vlinderbloemige groenbemesters) van stikstof te voorzien. Bemesting van het gewas met stikstof heeft geen effect op de (droge)stof opbrengst. Rode klaver neemt deze stikstof weliswaar op, maar dit gaat ten koste van de symbiotische N-binding. Hierbij wordt wel uitgegaan dat de juiste Rhizobium-soort (*Rhizobium trifolii*) in voldoende mate aanwezig is. Rode klaver stelt wel hoge eisen aan de kali -, fosfaat-, en kalktoestand. Vooral op zandgronden kan een kalibemesting de opbrengst van rode klaver verhogen (Timmer et al 2004).

#### **5.1.10 Klaver, witte**

Witte klaver voorziet in zijn eigen stikstofbehoefte en heeft geen N-bemesting nodig. De stikstofbinding van witte klaver is zelfs zeer hoog, hoger dan bij de andere vlinderbloemigen. Het is bekend dat het gewas, waar witte klaver in de onderzaai staat, vaak meer opbrengt dan gewassen zonder onderzaai of met een andere groenbemester zoals bijvoorbeeld rode klaver. De dekvrucht heeft wel een N-bemesting nodig, maar deze kan in het voorjaar het beste aan de krappe kant gehouden worden. Hierdoor krijgt de klaver meer kans zich te vestigen. Dit kan echter wel ten koste gaan van de opbrengst van de dekvrucht. Zoals de meeste klavers heeft witte klaver wel behoefte aan een flinke hoeveelheid fosfaat en kali (Timmer et al 2004).

#### **5.1.11 Klaver, Perzische**

Via het stikstofbindend vermogen voorziet deze klaver in zijn eigen stikstof behoefte (Timmer et al 2004).

#### **5.1.12 Voederwikke**

Wikke behoort tot de familie van de vlinderbloemigen. Zoals bekend binden de planten uit deze familie stikstof via wortelknolletjes. Zodoende vraagt het gewas nagenoeg geen stikstof. Alleen gezaaid in een stoppel die veel stikstof vraagt, is een startgift van 25-30 kg aan te bevelen. Doordat wikke de grond verrijkt met stikstof heeft het een gunstige invloed op de vertering van organische stof en speciaal van een gras(zaad)zode. Dit maakt het erg geschikt na de teelt van roodzwenk- en veldbeemdgras, die bovendien vroeg het veld ruimen. Wikke is een N-rijk gewas dat na onderploegen een aanzienlijke hoeveelheid stikstof kan leveren aan het volggewas. Omdat het echter een weinig houtig gewas is (lage C/N-verhouding) komt de vertering snel op gang. Hierdoor bestaat de kans dat een gedeelte van de stikstof uit het gewas al gedurende de winter en het vroege voorjaar vrijkomt en verloren gaat (Timmer et al 2004).

#### **5.1.13 Winterrogge**

Rogge hoeft slechts licht bemest te worden en heeft voldoende aan 50-80 kg N per ha. Bij gewassen die vrij veel stikstof achterlaten is een stikstofbemesting niet nodig en kan rogge als N-vanggewas dienen. De opgenomen stikstof kan dan weer ten goede komen aan het volggewas. Rogge kan prima gezaaid worden na een drijfmestgift in de nazomer/herfst (Timmer et al 2004). Ook als vanggewas na de maïsteelt wordt wel winterrogge ingezet. Vanuit onderzoek in 2007 is bekend dat winterrogge een goede N bindend vermogen heeft. Er is in het genoemde onderzoek niet gekeken naar de N-nalevering van winterrogge (van Geel en Verstegen 2007).

#### **5.1.14 Raketblad**

Raketblad is een stikstofbehoefstig gewas. Bij of na de inzaai dient als startgift 40 kg N per hectare te worden gegeven. Vanwege de trage beginontwikkeling van het gewas is een tweede gift (van 40-60 kg N/ha) niet eerder dan half juli nodig. Naarmate later wordt gezaaid kan er, zowel vanwege een hogere N-bodemvoorraad als de kortere resterende groeiduur, evenredig op de N-giften worden gekort.

Raketblad neemt de gegeven stikstof goed op. Voor een optimale gewasproductie wordt 70-80 kg N/ha onttrokken, de overige stikstof wordt als luxe consumptie in nitraatvorm opgeslagen (Timmer et al 2004).

#### **5.1.15 Rietzwenkgras**

Rietzwenkgras wordt meegezaaid met de tarwe. De startgift N na de oogst is 50 kg N. Uit officieel onderzoek zijn verder geen gegevens bekend over de N-nalevering.

### 5.1.16 Soedangras

Soedangras wordt in Nederland vrijwel niet geteeld. Het gewas kan in warme jaren 2 tot 3 meter hoog worden. Een startgift van 30-50 kg N is gewenst (Timmer et al 2004). Over de N-nalevering zijn geen officiële cijfers bekend.

### 5.1.17 Tagetes (afrikaantjes)

Tagetes kan grote hoeveelheden stikstof consumeren. Een half mei gezaaid en goed ontwikkeld *Tagetes patula* gewas dat het hele seizoen blijft staan, onttrekt ongeveer 150 kg N per ha aan de grond; voor *T. erecta* is dit rond de 200 kg N per ha. Tagetes heeft daarom een flinke (start)gift nodig, zo'n 50-75 kg N per ha, afhankelijk van voorvrucht, N-min en periode van zaaien. Ook kan er gekozen worden voor een lagere startgift (30 kg N per ha) waarna er 1 á 2 keer een bijbemesting wordt uitgevoerd met zo'n 20-30 kg N per ha. Deze stikstof kan weer ten goede komen aan het volggewas. Na een Tagetesgewas dat zich voldoende heeft ontwikkeld, wordt in de bodemlaag van 0-90 cm weinig stikstof meer aangetroffen. Tagetes is derhalve te beschouwen als een vanggewas voor stikstof.

Behalve stikstof onttrekt Tagetes ook grote hoeveelheden kalium. Daarom dient ook voor een voldoende kalivoorziening gezorgd te worden (Timmer et al 2004).

### 5.1.18 Japanse haver

Japanse haver heeft een startgift nodig van 60 – 80 kg N per hectare. Het gewas kan tot 1 meter hoog worden en is gevoelig voor vorst. Door de hoge productie van Japanse haver wordt in België gerekend met een N binding van 120 kg (Coopman, Frankie 2010), waarvan 60 kg ter beschikking komt van het volggewas. Dit is op basis van praktijkervaring. Officiële Nederlandse cijfers zijn niet bekend ([www.innoseeds.nl](http://www.innoseeds.nl))

### 5.1.19 Zwaardherik

Zwaardherik heeft een N behoefte van 100-120 kg stikstof (N). Daarnaast is er een behoefte aan 20-25 kg zwavel (S). De verhouding N:S is 4:1. Zwaardherik wordt vaak ingezet in mengsels voor biofumigatie. Wat betreft de N-nalevering zijn geen Nederlandse cijfers bekend. De praktijk rekent met een N-nalevering 20-35 kg N/ha (Hellendoorn, Vandijke Semo bv, persoonlijke mededeling).

## 5.2 Overige aspecten bemesting

De aanvullende behoeften anders dan stikstof worden per gewas, indien bekend, benoemd. Voor alle groenbemesters geldt meestal dat een fosfaat of kali gift niet nodig is. Deze zijn in de regel voldoende aanwezig vanuit de giften aan de hoofdteelt. Er zijn geen gegevens bekend over een opbrengstverhogend effect van een gift met fosfaat. Wel lijken de biofumigatiemengsels, gele mosterd en bladrammenas en betere beworteling te geven bij een gift van 30 kg fosfaat (Hellendoorn, Vandijke Semo bv, persoonlijke mededeling).

### 5.2.1 Tagetes

Behalve stikstof onttrekt Tagetes ook grote hoeveelheden kalium. Daarom dient ook voor een voldoende kalivoorziening gezorgd te worden.

### **5.2.2 Biofumigatie blends**

Naast een N behoefte van 125–140 kg Stikstof (N) heeft Caliënte mosterd behoefte aan 30-35 kg zwavel (S). De verhouding N:S is 4:1.

### **5.2.3 Facelia**

Enige aandacht voor de magnesiumvoorziening van de grond is gewenst. Het gewas onttrekt zeer veel kalk aan de grond maar doet dit vrijwel ongeacht het gehalte aan kalk in de grond.

### **5.2.4 Rode klaver**

Rode klaver heeft behoefte aan fosfaat en kali.

### **5.2.5 Witte klaver**

Zoals de meeste klavers heeft witte klaver wel behoefte aan een flinke hoeveelheid fosfaat en kali.

### **5.2.6 Zwaardherik**

Zwaardherik heeft een behoefte aan 20-25 kg zwavel (S). De verhouding N:S is 4:1. N behoefte 100-120 kg stikstof (N).

## **6 MINERALENBINDING EN UITSPOELING**

### **6.1 Algemeen**

Door steeds groter wordende milieubelangen en mestwetgeving is het noodzakelijk om het verlies van mineralen, met name N, zoveel mogelijk te beperken. De functie van de groenbemester is dan niet alleen een structuurverbeterende, maar ook een mineralen vasthoudende. De groenbemester zal de N opnemen die het hoofdgewas heeft achtergelaten en heeft zo de functie van vanggewas voor stikstof. Ook hierom is het nuttig om na te gaan of een lichte deficiëntie in stikstof (geldt ook voor fosfaat) leidt tot betere binding van in de bodem aanwezig stikstof. Planten die enigszins tekort aan deze nutriënten hebben, zullen beter foerageergedrag tonen, met meer wortellengte per volume bodem, en daardoor meer stikstof onderscheppen. Ook "patches" (plekken met meer nutriënten dan op andere plaatsen) worden beter benut door deze planten.

Vooraf vlinderbloemigen spelen een bijzondere rol. Ze hebben het vermogen om stikstof uit de lucht op te nemen en voor de plant om te zetten naar opneembare stikstof.

### **6.2 Fosfaat**

Door het toepassen van groenbemesters kan buiten de hoofdteelt om fosfaat aan de bodem worden onttrokken. Na vertering van de ondergewerkte groenbemester komt (een deel van) de opgenomen fosfaat in de groenbemester vrij voor opname door het gewas. Het is nog onbekend wat de waarde is voor het toepassen van een geslaagde teelt van een groenbemesters op de fosfaatbeschikbaarheid in de bodem voor de volgteelt. Mogelijk dat hierdoor naast de N-gift de fosfaataanvoer op percelen verlaagd kan worden (Russchen et al 2011).

Van Cruciferen en vlinderbloemigen is bekend dat zij efficiënt fosfaat uit de bodem kunnen opnemen ook bij een lage fosfaattoestand. De plantenfamilie Cruciferen (bladrammenas, gele mosterd) en Phacelia kunnen door hun uitgebreide wortelstelsel een groot volume van de bodem exploreren. Vlinderbloemigen (leguminosen) kunnen door een hoge stofwisselingsactiviteit in en rondom de wortels fosfaat in de wortelzone vrijmaken.

Het nadeel van de leguminosen als luzerne, klaver en lupine is dat zij enkel geschikt zijn als hoofdteelt. Het toepassen van groenbemesters als bladrammenas en gele mosterd zou de voorraad beschikbaar fosfaat voor het volggewas kunnen vergroten (Russchen et al 2011).

### **6.3 Stikstof**

De stikstof die achterblijft in de bodem of vrijkomt uit de vertering van gewasresten wordt door groenbemesters vastgelegd en komt na de winter weer geleidelijk beschikbaar voor een gewas. Hierdoor zal er in de winter minder uitspoelen. Hoe meer ondergrondse delen een groenbemester heeft, des te meer N er vastgelegd wordt en niet zal uitspoelen. Als regel geldt dat hoe lager de C/N verhouding ligt, des te meer uitspoeling er plaats vindt. Hiermee zal voor een teelt rekening moeten worden gehouden met de N bemesting. De hoeveelheid N die beschikbaar komt is ondermeer afhankelijk van het wel of niet geven van een startgift. Vooral in een N arme stoppel zoals graan/graszaad is een beperkte startgift nodig.

Wanneer er mest is gegeven is een startgift niet zinvol, mits er voldoende vocht aanwezig is. Een groenbemester zal de N uit de mest vasthouden en is zo goed in staat om de stikstof te "vangen". Hoeveel stikstof er ter beschikking komt van het volggewas hangt af van de verteringssnelheid van het gewas, de grondsoort, vorstgevoeligheid van de groenbemester, het inwerktijdstip en het volggewas. Meestal wordt aangenomen dat bij inwerken in het najaar 25 tot 50 procent van de opgenomen stikstof ter beschikking komt voor het volggewas en bij inwerken in het voorjaar maximaal 50 procent. Zie tabel 3.

Het inwerken in het voorjaar dient voor half maart te gebeuren om de vrijgekomen stikstof maximaal te benutten, omdat vanaf dat moment de bodemtemperatuur voldoende hoog is voor een hoge microbiële activiteit. De totale hoeveelheid vastgelegde stikstof in de groenbemester kan uiteenlopen van 150 kg per ha bij een heel goed geslaagd gewas tot minder dan 20 kg ha bij een slecht geslaagd gewas. Gecombineerd met het percentage werkzame stikstof, kan de hoeveelheid beschikbare stikstof voor het volggewas dan ook variëren van 80 slechts enkele kg N per ha (Timmer et al 2004).

**Tabel 3. Vuistregel voor N-nawerking van groenbemesters (van Leeuwen-Haagsma en Schröder 2002)**

Type Groenbemester	% Werkzame N bij inwerken	
	voor de winter	na de winter
Kruisbloemigen	25	50
Grassen	40	50
Vinderbloemige + gras/graanstoppel	50	50
Vlinderbloemigen	25	50

In de adviesbasis voor de bemesting van akkerbouwgewassen-stikstof (Dijk van W. en Geel van W. 2010) wordt een betere onderbouwing gegeven (tabel 4)

**Tabel 4. Korting op de N-gift na onderwerken van een groenbemester\* (kg/ha).**

Type Groenbemester**	Onderwerken/afsterving in de herfst***		Onderwerken in het voorjaar****
	Zonder Nmin-meting in het voorjaar	Met Nmin-meting in het voorjaar	
Kruisbloemigen	30	0	40
Vlinderbloemigen	60	40	60
Graszachtigen en overige	30	20	40

\*: De korting geldt voor een goed ontwikkelde groenbemester met een N-opname in de bovengrondse delen van circa 80 kg N per ha. Dit wordt bereikt bij een vroege zaai van de groenbemester (2<sup>e</sup> helft augustus) of oogst van de dekvrucht en gunstige groeiomstandigheden in de nazomer en herfst.

Voor een licht ontwikkelde groenbemester kan de helft van de in de tabel genoemde N-korting worden genomen, uitgaande van een N-opname in bovengrondse delen van circa 40 kg N per ha. Dit wordt bereikt bij een late zaai van de groenbemester of oogst van de dekvrucht en/of ongunstige groeiomstandigheden in nazomer en herfst.

\*\* : Kruisbloemigen: bladrammenas, gele mosterd en bladkool

Vlinderbloemigen: klaversoorten en wikke

Grasachtigen: raaigrassen en winterrogge

\*\*\*: Voor in de herfst afgevroren groenbemesters die pas in het voorjaar worden ondergewerkt, kan het beste worden uitgegaan van een korting behorend bij onderwerken in de herfst.

\*\*\*\*: Bij onderwerken vóór half maart.

Bij niet-vlinderbloemige groenbemesters is er vanuit gegaan dat 40 en 50% van de N in de bovengrondse delen bij resp. in de herfst en in het voorjaar onderwerken ter beschikking komt aan het volggewas. Bij vlinderbloemigen is gerekend met een bemestende waarde van 75% van de N in bovengrondse delen bij zowel in de herfst als in het voorjaar onderwerken. Dit hogere

percentage komt omdat bij vlinderbloemigen met name de ondergrondse delen in verhouding veel N naleveren.

De bovengrondse N-opname van een groenbemester kan bij een aantal soorten ook worden geschat met de lengte van het gewas. Hierbij gelden de volgende relaties:

Grassen/granen: 1 dm = 25 kg N/ha

Gele mosterd: 1 dm = 10 kg N/ha

Wanneer wordt bemest op basis van een N<sub>min</sub>-monster in voorjaar, zal bij onderwerken in de herfst al een deel van de N worden teruggevonden in de N<sub>min</sub>. Hierbij kan er van worden uitgegaan dat bij niet-kruisbloemige groenbemers (o.a. Italiaans raaigras en winterrogge) circa 1/3<sup>e</sup> van de bemestende waarde tot uiting komt in een hogere N<sub>min</sub>-voorraad in het voorjaar terwijl 2/3<sup>e</sup> gedurende het groeiseizoen tot beschikking komt voor het gewas. Bij kruisbloemigen (o.a. gele mosterd en bladrammenas) komt alle N al in de winter vrij.

Bij teelten waar in de N-bemestingsrichtlijn een vermenigvuldigingsfactor voor de N<sub>min</sub> staat die groter is dan 1 (bijvoorbeeld 1,7 in geval van suikerbiet), moet na een in de herfst ondergewerkte of in de winter afgevroren groenbemester rekening worden gehouden met een overschatting van de N-korting indien de verhoogde N<sub>min</sub>-waarde na de winter wordt ingevuld in de formule van de richtlijn. In dat geval kan men beter eerst de N gift volgens de richtlijn berekenen op basis van de (geschatte) N<sub>min</sub>-voorraad die zou zijn aangetroffen zonder een groenbemester (gemeten N<sub>min</sub> minus 1/3 van de bemestende waarde van niet-kruisbloemige groenbemers dan wel de volledige bemestende waarde van kruisbloemigen) en vervolgens de volledige bemestende waarde van de groenbemester (zie tabel 8) in mindering brengen op de gift.

De N-nawerking in tabel 3 is afgeleid bij volggewassen waarbij tot 1 augustus actief N wordt opgenomen (o.a. aardappelen, mais).

Tabel 4 geeft een beter inzicht in de nalevering van de groenbemers. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de N nalevering van biofumigatie blends, zwaardherik en Japanse haver niet bekend is uit Nederlands onderzoek. De praktijk werkt met aannames. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de N-nalevering door o.a. Sarepta mosterd gelijk is aan gele mosterd. Voor Japanse haver wordt in België aangenomen dat deze een N nalevering geeft van 120 kg / ha (Coopman, Frankie 2010).

De ontwikkeling/hoogte van de groenbemester heeft invloed op de N-nalevering aan de volgteelt. Tabel 5 geeft een overzicht met welke N werking gerekend kan worden. In de praktijk is er een verschillende interpretatie wat een zwaar of licht ontwikkeld gewas is, waardoor er aanzienlijke verschillen in mee te rekenen N voor de volgteelt worden vastgesteld.

**Tabel 5. N korting na onderwerken van groenbemesters en oogstresten**

Type groenbemester	Ontwikkeling		Tijdstip	N-nawerking kg/ha
	Groenbemester1	Onderwerken2		
Niet-vlinderbloemige	Licht	Herfst		15
		Voorjaar <sup>3</sup>		20
	Zwaar	Herfst		30
		Voorjaar <sup>3</sup>		40
Vlinderbloemige	Licht	Herfst		30
		Voorjaar <sup>3</sup>		30
	Zwaar	Herfst		60
		Voorjaar <sup>3</sup>		60

1. Zwaar gewas: N-opname in bovengrondse delen circa 80 en 40 kg per ha voor resp. niet-vlinderbloemigen en vlinderbloemigen. Dit wordt bereikt bij een vroege zaai van de groenbemester of oogst van de dekvrucht en gunstige groeiomstandigheden in nazomer en herfst.

2. Licht gewas: N-opname in bovengrondse delen circa 40 en 20 kg per ha voor resp. niet-vlinderbloemigen en vlinderbloemigen. Dit wordt bereikt bij een late zaai van de groenbemester of oogst van de dekvrucht en/of ongunstige groeiomstandigheden in nazomer en herfst.

3. Voor in de herfst afgevroren groenbemesters die pas in het voorjaar worden ondergewerkt kan het beste worden uitgegaan van een korting behoren bij onderwerken in de herfst.

4. Bij onderwerken voor half maart.

(van Dijk 2003). Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen Publicatie op [www.kennisakker.nl](http://www.kennisakker.nl)

#### 6.4 Ongewenste nalevering van stikstof

Uit de verterende groenbemester komt (veel) stikstof vrij. Hiermee moet rekening gehouden worden bij het vaststellen van de N-gift aan het volggewas. De hoeveelheid stikstof die vrijkomt en het tijdstip waarop is moeilijk te voorspellen. De N-mineralisatie is afhankelijk van het type groenbemester en het weer tijdens de winter en het voorjaar. Bladrijke gewassen met een laag C/N- quotiënt verteren snel en de vrijkomende stikstof zal gedurende de winter voor een deel verloren gaan. Gewassen met een hoger drogestofgehalte en een hoger C/N-quotiënt daarentegen verteren langzamer en zullen voor een groter deel beschikbaar komen aan het volggewas. Soms komt de stikstof echter zo laat vrij dat het gewas het volggewas dit niet meer nodig heeft en de stikstof ten koste gaat van de kwaliteit (brouwergerst, suikerbieten) of de afrijping vertraagt (Timmer et al 2004).



De nalevering van N kan ook ingedeeld worden naar bovengrondse opname. Dit geeft inzicht in de hoeveelheid N die via de bovengrondse gewasresten wordt gerealiseerd. In tabel 6 wordt hierover een overzicht gegeven.

**Tabel 6. Groenbemesters als N-vanggewas en/of N-leverancier**

Gewas	%-N	Bovengrondse N opname	C/N verhouding	N-gift (kg/ha)
Alexandrijnse klaver				
Bladrammenas	2,3 (2-3)	50 (30-150)	18 (15-25)	40-80
Bladkool	2,1 (2-2,5)	100 (50-120)	21	50-80
Biofumigatie blends				100-120
Engels raaigras	2,8 (2,0-3,5)	45 (30-60)	17 (10-20)	40-60
Gele mosterd	2,1 (2,0-3,0)	40 (30-80)	18 (15-25)	30-50
Japane haver				60-80
Italiaans raaigras	2,2 (1,5-2,5)	45 (20-80)	17 (15-25)	30-50
Perzische klaver	3 (2,5-3,5)	120 (100-175)	16 (15-20)	-
Raketblad	1,8	90	24	40+40
Rietzwenkgras				30-50
Rode klaver	3,2 (3-3,5)	100 (60-140)	14 (10-15)	-
Soedangras				30-50
Tagetes	1,9 (1,5-2,0)	140 (70-170)	19 (15-25)	50-80
Winterrogge	3,2 (2,0-4,0)	100 (50-130)	15	40-60
Witte klaver	3,5 (3-4)	80 (50-120)	12 (10-15)	
Zwaardherik				100-120

Noot: De bovengrondse N opname dient nog vermenigvuldigd worden met het % werking uit tabel 3. (Timmer, Korthals, Molendijk 2003)

#### Aanbevelingen voor vervolgstudie

De N-startgift en N-nalevering van Japanse haver, biofumigatie blends en zwaardherik is in Nederland niet officieel vastgesteld. Ook gegevens van Alexandrijnse klaver, Bengaalse hennep en rietzwenk ontbreken. Betrouwbare gegevens zijn niet voorhanden.

De mate van ontwikkeling van een groenbemester voor het inschatten van de N-nalevering is niet duidelijk omschreven of gestandaardiseerd. Hierdoor kan niet goed worden ingeschat hoeveel mineralen mee worden gerekend voor de volgteelt. Een meetmatrix kan duidelijkheid scheppen.

### 6.5 Nalevering stikstof volggewas

Groenbemesters zijn in staat de vrijkomende stikstof in de bodem te vangen en te binden. Hierdoor wordt de uitspoeling naar de ondergrond beperkt. Het volggewas kan hier dan weer van profiteren. In de bemesting moet er echter wel rekening worden gehouden met het vrijkomen hiervan, anders zal er alsnog uitspoeling plaatsvinden.

De hoeveelheid stikstof die gebonden kan worden door groenbemesters is sterk afhankelijk van soort, zaaitijdstip, weersomstandigheden, en aan groeidagen.

Bij zaai kan er op een N-arme stoppel (graan) een startgift met (dierlijke) mest nodig zijn voor een geslaagde teelt. De "effectieve N-overdracht" is vervolgens afhankelijk van de verteringssnelheid van de betreffende groenbemester, inwerktijdstip, grondsoort en volggewas. Immers: graan heeft een kortere periode van N-opname dan suikerbieten.

Over het algemeen wordt aangenomen dat er bij inwerken in het najaar 25-50% van de gebonden stikstof ter beschikking komt van het volggewas, bij inwerken in het voorjaar is dit ongeveer 50%. Inwerken in het voorjaar dient dan wel vóór half maart te gebeuren (Timmer 2004).

Een nieuwe ontwikkeling is om de vlinderbloemige soorten te oogsten en het eiwit (=stikstof) toe te dienen in andere gewassen. Hierdoor blijft de stikstof behouden binnen het bedrijf waardoor er minder stikstofinput van buitenaf nodig is. Uit onderzoek (LBI 2010) blijken op meerdere bedrijven dat deze z.g. maaimeststoffen een volwaardig alternatief voor een reguliere stikstofbemesting (LBI 2010).

**Tabel 7. Vuistregel voor N-nawerking van groenbemesters (van Leeuwen-Haagsma en Schröder, 2002)**

Type Groenbemester	% Werkzame N bij inwerken	
	voor de winter	na de winter
Kruisbloemigen	25	50
Grassen	40	50
Vinderbloemige + gras/graanstoppel	50	50
Vlinderbloemigen	25	50

Een ander belangrijk aspect bij de keuze en teelt van groenbemesters is het de aanwezigheid van koolstof (C). Door de aanwezigheid van C verteerd het gewas langzamer en komt dientengevolge ook de N langzamer beschikbaar aan het volggewas.

De C wordt ook wel in een C/N-quotiënt weergegeven. Deze geeft aan hoeveel C en N aanwezig is in de plant.

**Tabel 8. Overzicht eigenschappen groenbemesters als N-vanggewas en/of N-leverancier**

Gewas	%-N	bovengrondse N-opname	C/N-verhouding
Bladrammenas	2,3 (2,0-3,0)	50 (30-150)	18 (15-25)
Gele mosterd	2,1 (2,0-3,0)	40 (30-80)	18 (15-25)
Bladkool	2,1 (2-2,5)	100 (50-120)	21
Engels raaigras	2,8 (2,0-3,5)	45 (30-60)	17 (10-20)
Italiaans raaigras	2,2 (1,5-2,5)	45 (20-80)	17 (15-25)
Winterrogge	3,2 (2,0-4,0)	100 (50-130)	15
Rode klaver	3,2 (3-3,5)	100 (60-140)	14 (10-15)
Witte klaver	3,5 (3-4)	80 (50-120)	12 (10-15)
Perzische klaver	3 (2,5-3,5)	120 (100-175)	16 (15-20)
Voederwikke	4 (3-4,5)	120 (90-200)	11 (10-15)
Facelia	3,1 (2,5-4,0)	120 (60-200)	17(15-20)
Afrikaantjes (T. patula)	1,9 (1,5-2,5)	140 (70-170)	19 (15-25)
Raketblad	1,8	90	24
Japanse haver	onbekend	50-80	
Biofumigatie blends	onbekend		60*
Zwaardherik	onbekend		40*
Bengaalse hennep		150-160	19-1

(Rotar en Joy 1983, Timmer 2004, Hellendoorn, Vandijke Semo bv, persoonlijke mededeling)

## 7 ORGANISCHE STOF PRODUCTIE

### 7.1 Algemeen

Gewassen dragen op meerdere manieren bij in de aanvoer van organische stof aan de bodem. Slechts een klein gedeelte van deze aanvoer is z.g.n. "effectieve organische stof", eos, die ten goede kan komen aan de humusopbouw in de bodem. Effectieve organische stof is achtergebleven organische stof die na één jaar nog terug te vinden is in de bodem.

Enkele voorbeelden van organische stofaanvoer zijn:

- Groene massa van planten (20% eos)
- Stro (30% eos)
- Plantenwortels (35% eos)

Tussen kilogrammen organische stof en effectieve organische zitten per gewas grote verschillen. Dit hangt vooral af van:

- soort
- C/N ratio
- moment van onderwerken gewas
- wortel/spruitverhouding

Daarnaast is het tijdstip van zaai van belang omdat dit bepalend is voor de keuze van groenbemester en aantal mogelijke groeidagen hiervan.

Ook onderzaai in hoofdgewassen van groenbemesters is soms goed mogelijk. Uit onderzoek blijkt dat Italiaans raaigras als onderzaai in maïs minder organische stof (en stikstof) kan binden dan een nateelt hiervan. In dit onderzoek (winter 2006/2007) zijn op tien percelen op vier locaties op zandgrond waarnemingen gedaan aan de opbrengst van vier typen vanggewassen. Doel van het onderzoek was om een indruk te krijgen van de opbrengst van een vanggewas. Alleen het Italiaans raaigras najaarszaai en de bladkool zijn op dezelfde percelen geteeld, dus onder dezelfde bemestingsomstandigheden en bij dezelfde maïsopbrengst. Dit maakt alleen bij deze gewassen in dat seizoen een goed vergelijk van de opbrengst mogelijk.

De droge stofopbrengst varieerde van 1235 kg/ha voor de rogge tot 2103 kg/ha voor het Italiaans raaigras najaarszaai. De opbrengst van de gewassen Italiaans raaigras onderzaai en de bladkool zit hier tussenin.

Bij alle gewassen zit ongeveer de helft van de droge stofopbrengst in wortels en stoppels en de andere helft in de bovengrondse delen. De uitzondering hierop is de rogge; hier zit ruim 30% van de opbrengst in de wortels en stoppels. Vooral meerjarige gewassen (bijv. raaigras) zullen gemiddeld meer biomassa in de wortels en wortelstokken steken; dat is de reden waarom een soort als rogge zeker tegen het einde van het groeiseizoen niet veel meer investeert in de wortels, maar alle nieuwe biomassa in de bloeiwijze en zaadvorming steekt.

Op hetzelfde perceel produceert het Italiaans raaigras 40% droge stof meer dan de bladkool. Hierbij merken we op dat het Italiaans raaigras is gezaaid met de bedoeling dit in het voorjaar te oogsten. Er is dus de nodige aandacht besteed aan zaaibedbereiding en zaaizaadhoeveelheid. In een situatie dat gewas in het voorjaar niet geoogst wordt, gebruikt men minder zaaizaad en de opbrengst zal als vanggewas lager zijn. Bladkool wordt alleen gezaaid als vanggewas om het in het voorjaar onder de grond te werken. In het algemeen is er dan sprake van een minder dichte bodembedekking (Hilhorst (ASG), Verloop (PRI) 2009).

## 7.2 Gewassen

### 7.2.1 Engels raaigras

Een geslaagd gewas Engels raaigras, gezaaid onder dekvrucht, levert een totale droge stof opbrengst van circa 4200 kg per ha. En circa 1000 eos (Timmer et al 2004).

### 7.2.2 Italiaans raaigras

Italiaans raaigras geeft een hogere drogestofopbrengst en vooral een hogere verse opbrengst dan Engels raaigras bij een gelijke zaaitijd. Het verschil in opbrengst tussen Engels raaigras onder dekvrucht en Italiaans raaigras als stoppelgewas is niet erg groot. Bij beide gewassen kan voor de winter een opbrengst van ruim 4000 kg droge stof geproduceerd worden. Daarvan is ongeveer 1100 kg eos (Timmer et al 2004, Hilhorst, 2009).

### 7.2.3 Rietzwenkgras

Hiervan is geen informatie bekend.

### 7.2.4 Winterrogge

Als groenbemester kan rogge (uiteraard afhankelijk van de zaaidatum) voor de winter ca. 1.600 kg droge stof per ha opleveren. Dit omvat zowel boven- als ondergrondse delen. Van winterrogge geoogst (gemaaid) in het voorjaar komt 25 ton verse massa per ha, waarvan 4.500 kg droge stof. Er blijft circa 400 kg eos (Timmer et al 2004).

### 7.2.5 Japanse haver

Hiervan is geen informatie bekend.

### 7.2.6 Tagetes

Tagetes bestrijdt niet alleen aaltjes, maar kan ook een belangrijke bijdrage aan de organische stof voorziening van de grond leveren. De verschillen in gewasgrootte zijn terug te vinden in de droge stof opbrengsten. Een volledig geslaagde teelt van *T. patula* kan een droge stof opbrengst leveren van ca. 7,5 ton. Ervan uitgaande dat een kwart van de droge stof na een jaar nog in de bouwvoor aanwezig is bedraagt de effectieve organische stof 1875 kg per ha. Bij het ras 'Single Gold' ligt de productie ongeveer op het dubbele. *T. erecta* en *T. minuta* produceren resp. zo'n 15 tot 25 ton drogestof per ha (aan bovengrondse en ondergrondse delen) (Timmer et al 2004).

### 7.2.7 Raketblad

Raketblad komt in proeven op zand en kleigrond, bij inzaai half mei en oogst in september waarbij zich een volgroeid gewas heeft gevormd, tot een productie van 7 ton droge stof per ha. Bij inzaai twee maanden later (half juli) en een oogst in oktober worden slechts halfvolgroeide gewassen geoogst met een droge stof opbrengst van 3 ton/ha. De toevoer van eos is onbekend (Timmer et al 2004).

### 7.2.8 Witte klaver

De drogestofopbrengst is niet de sterkste eigenschap van witte klaver. Er zijn verschillende andere vlinderbloemige groenbemesters, waaronder rode, Perzische en Alexandrijnse klaver, die een hogere drogestofopbrengst hebben. Een gemiddeld gewas levert 2.000 kg droge stof aan

bovengrondse delen en daarnaast nog zo'n 1.300 kg droge stof aan wortels en gewasresten. Vers is de opbrengst zo'n 27.500 kg. Hiervan blijft ongeveer 850 kg eos over (Timmer et al 2004).

### **7.2.9 Rode klaver**

De rode klaver levert bijna 20 ton aan verse massa, waarvan 2.600 kg drogestof. Rode klaver is daarmee een van de productiefste vlinderbloemige groenbemesters als het gaat om voederwaarde. Daarvan blijft voor de bodem ongeveer 1100 kg eos beschikbaar voor de bodem (Timmer et al 2004).

### **7.2.10 Perzische klaver**

Hiervan is geen informatie bekend.

### **7.2.11 Alexandrijnse klaver**

Hiervan is geen informatie bekend.

### **7.2.12 Bladrammenas**

De drogestofopbrengst van bladrammenas kan vooral bij een ruime stikstofbemesting hoog zijn. Bij een goed geslaagd gewas bedraagt dit circa 4.500 kg per ha. Daarvan blijft 850 kg eos over voor de bodem (Timmer et al,2004). Tussen de rassen van bladrammenas bestaat een groot verschil de vorming van bloeistengels. Vooral bij zaai in augustus gaan enkele rassen nog wel over tot vorming van bloeistengels en andere rassen niet. Dit zal de hoeveelheid eos sterk beïnvloeden, maar de mate waarin is niet bekend (DLV Plant, Wander, persoonlijke mededeling).

### **7.2.13 Gele mosterd**

Gele mosterd (*Sinapis alba*) behoort, evenals bladrammenas, tot de kruisbloemigen. Onder gunstige groeiomstandigheden kan het gewas in korte tijd veel organische stof produceren. Een geslaagd gele mosterdgewas brengt ca. 4.500 kg per ha aan droge stof op. De aanvoer van eos aan de bodem bedraagt 850 kg (Timmer et al 2004).

### **7.2.14 Bladkool**

Mits er tijdig wordt gezaaid en er voldoende stikstof beschikbaar is (na erwten, of in combinatie met organische mest) kan het gewas een enorme verse (30 ton) en droge (3,5 ton) massa vormen. Het is daarmee een belangrijke bron van organische stof en heeft daarbij de mogelijkheid stikstof vast te leggen voor een volggewas. De (totale) drogestofopbrengst bedraagt bij een goed geslaagd gewas ruim 4.000 kg per ha. De opbrengst eos bedraagt 850 kg./ha (Timmer et al 2004).

### **7.2.15 Biofumigatie blends**

Niet bekend. Er is indicatie dat de productie op 90% van die van gele mosterd ligt. 3-3,5 ton droge stof lijkt mogelijk te zijn (Hellendoorn, Vandijke Semo bv, persoonlijke mededeling).

### **7.2.16 Zwaardherik**

Hiervan is geen informatie bekend.

### 7.2.17 Bengaalse hennep

Bengaalse hennep kan ongeveer 7 ton aan droge organische stof produceren (Rotar en Joy 1983).

### 7.3 Effectieve organische stof toevoer

Tabel 9. Effectieve organische stoftoevoer

Type groenbemester:	Toevoer effectieve org.stof (kg/Ha/jaar)
Engels raaigras	1000
Italiaans raaigras	1100
Winterrogge	400
Tagetes	850
Raketblad	Nb.
Klaver wit	850
Klaver rood	1100
Bladrammenas	850
Gele mosterd	850
Bladkool	850
Zwaardherik	N.b.
Rietzwenkgras	N.b.
Japanse haver	N.b.
Bengaalse hennep	N.b.
Biofumigatie blends	N.b.

Bron: Groenbemers, van teelttechniek tot ziekten en plagen (Timmer, Korthals, Molendijk, 2003).

## 8 EFFECTEN OP BODEMSTRUCTUUR

### 8.1 Algemeen

De mate waarin een groenbemester bijdraagt aan de bodemvruchtbaarheid heeft te maken met verschillende aspecten. Deze aspecten zijn stikstofbeheer, bodemleven en bodemstructuur.

Het aspect bodemstructuur is onder te verdelen in drie onderdelen; organische stof toevoer, doorworteling en grondstabiliteit.

Het effect van groenbemester op de structuur heeft in eerste plaats te maken met aard en hoeveelheid van het achtergelaten organisch materiaal en diepte en intensiteit van de beworteling. Hoe langer de groeiperiode, des te langer de gewassen kans krijgen hun wortelstelsel te ontwikkelen. Onder gunstige omstandigheden kunnen wortels drie centimeter per dag groeien. De diepte en de intensiteit van beworteling zijn afhankelijk van het gewas, de aanwezigheid van voedingsstoffen en de bodemstructuur. De hoeveelheid bovengrondse massa is niet altijd een goede maat voor de hoeveelheid ondergronds geproduceerde wortels (Wijnands & Holwerda 2003), zoals ook aangegeven in § 5.1.

De beworteling van groenbemers kan mede bepalend zijn voor de keuze welke soort uit te zaaien. Grassen hebben in zijn algemeenheid sneller last van verdichte grond (hogere deeltjes dichtheid) dan breedbladige groenbemers. Verschillen in vlinderbloemigen en niet-vlinderbloemigen is er in dit verband nauwelijks (Rosolem et al 2001). Grassen bewortelen veel ondieper. Hierdoor hebben ze vooral effect in de bovenste 10 cm van de bouwvoor. Hogere gewassen wortelen meestal veel dieper (Radboud Universiteit, Visser, persoonlijke mededeling).

Groenbemers kunnen de grondstabiliteit verbeteren wat erosiepreventie geeft en vermindering van slomp. De erosiepreventie komt met name door het bijhouden en vormen van macro-aggregaten en kluitjes. Ook na (ondiep) inwerken houden de wortels de bodemdeeltjes nog enige tijd bij elkaar.

Het verminderen van slomp komt door het feit dat groenbemers zorgen voor een goede grondbedekking. Hierdoor is de oppervlakte beschermd tegen regeninslag en daarmee samenhangende verslumping. Regendruppels kunnen kluitjes uiteen slaan. De fijne kleideeltjes gaan dan vervloeien, en vullen de poriën tussen de grovere deeltjes op. Hierdoor ontstaat een verdichte harde korstlaag, waardoor water en lucht slechter de bodem in kunnen dringen. De slompkorst bemoeilijkt ook de opkomst van kiemplantjes. Groenbemers die winterhard zijn of die na doodvriezen een mulchlaag vormen bieden ook gedurende de winter en in het voorjaar bescherming (Bussink, 2008).

In het hoofdstuk 'Organische stof productie' zal ingegaan worden op de hoeveelheid organische stof die een groenbemester kan achterlaten. In dit hoofdstuk zal daarom met name gekeken worden naar de beworteling van de verschillende groenbemers en hun grondbedekking.

De beworteling van groenbemers is zeer verschillend. In het algemeen wortelen grassen ondiep maar hebben een zeer uitgebreid wortelstelsel. In de bouwvoor zit de meeste wortelintensiteit. Vlinderbloemigen hebben ook een relatief groot wortelstelsel, met name in de bouwvoor. De kruisbloemigen zoals bladrammenas en gele mosterd staan bekend om hun penwortel. Deze groeien daarom veel dieper maar wortelen minder intensief vanwege het beperkt aantal zijwortels aan de grotere penwortel.

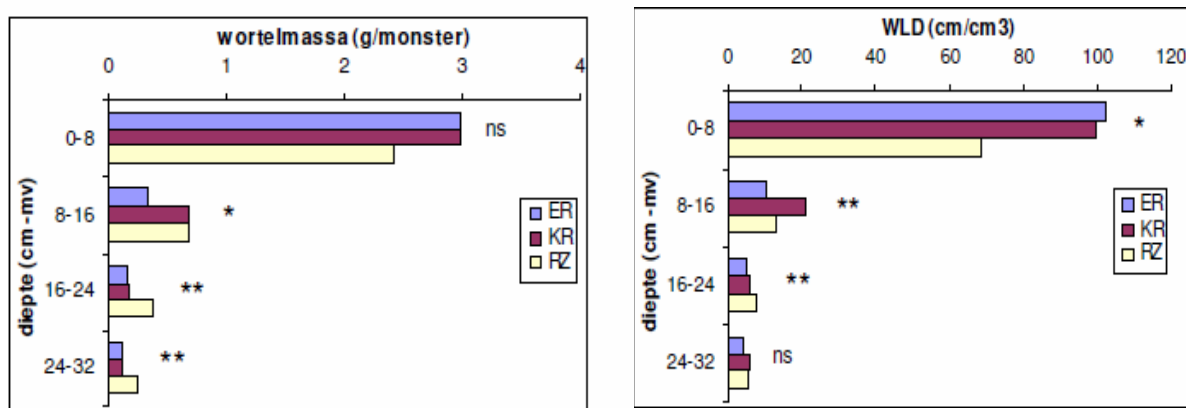
## 8.2 Opmerkingen per groenbemester

### 8.2.1 Rietzwenkgras

Over het algemeen hebben grassen een intensief wortelstelsel maar wortelen minder diep dan kruisbloemigen. Rietzwenkgras heeft een sterke diepe doorworteling (Rassenlijst 2009).

Er is geen groot verschil in de totale wortelmassa tussen Engels raaigras en rietzwenk. Wel heeft rietzwenk meer wortelmassa onderin zitten dan Engels raaigras. Ook de gemiddelde worteldiameter en het aandeel dunnen wortels is niet significant verschillend. Er is wel effect van stikstof bemesting en wortelvolumen. Deze neemt bij een gift van 400 kg stikstof zuiver wat af tov 200 kg zuiver, en dan met name in de diepere lagen (Deru et al 2011).

In een veldproef dat uitgevoerd is door het Louis Bolk Instituut en Wageningen UR in het kader van het project 'Dieper wortelen, beter benutten, minder verliezen' is onder andere gekeken naar de beworteling van grasland op zandgrond. Voor de grassoorten Engels raaigras, Kropaar en Rietzwenkgras is gekeken naar bewortelingsdiepte en wortelmassa. Uit deze proef blijkt dat Rietzwenkgras in het eerste jaar de meeste wortelintensiteit heeft in de bovenste grondlaag tot 16 cm diepte (Deru et al 2011).



**Figuur 2: Wortelmassa en wortellengtedichtheid (WLD) van Engels raaigras (ER), Kropaar (KR) en Rietzwenkgras (RZ) per bodemdiepte, gemiddeld over de bemestingstrappen.** Sterretjes geven de mate van significantie aan van het raseffect per dieptelaag (\*:  $0,05 < P < 0,10$ ; \*\*:  $0,001 < P < 0,05$ ; ns: niet significant).

Rietzwenkgras heeft een redelijke grondbedekking. Het gewas is winterhard en zorgt daarom in het voorjaar ook nog voor een goede grondbedekking (Rassenlijst 2011).

### 8.2.2 Engels raaigras

Engels raaigras heeft een intensieve beworteling. Het heeft een goede doorworteling van de bovengrond, maar niet diepwortelend. (Zeeland et al 2009)

In 2005 zijn op een proefveld te Lelystad eind juli twee groenbemers gezaaid met een verschillend bewortelingspatroon: bladrammenas en Engels raaigras. In november had het Engels raaigras zeer goed ontwikkeld en had respectievelijk 70 cm diepte geworteld (Geel et al 2007)



**Tabel 10: Beschrijving structuur en beworteling te Lelystad op 2-11-05 bij het Engels raaigras**

Diepte cm	Structuurbeschrijving	Structuurgraad	Poriën	Worteldichtheid (dieptemeting)	Wortel beschrijving
0-5	Granulaire structuur (gr) 0-5 cm groot (1) = zaaibed gras	30-70% (matig)	50-10%	Meer dan 30 per dm <sup>2</sup> (hoofdmasse)	Kluitens zijn beperkt geworteld
5-35	40% granulaire structuren, 60% afgeronde kluiten > 20 mm, geen natuurlijke breukvlakken	40% matig, 60% geen structuur	In granulaire materiaal 2-5%: Poriën in afgeronde kluiten 1%	Resp. 14/17 en 24/26 wortels per dm <sup>2</sup> in kluiten en granulaire structuren	
35-45	Sedimentaire gelaagdheid (af en toe (<10% fysisch gestoord) doorbroken): geen structurelementen		Zandige laag, weinig poriën, kleiige delen meer (1%)	6/10/9 wortels per dm <sup>2</sup>	Zandige plekken bevatten minder kleiige plekken bevatten meer beworteling
45-70	Weinig gestoorde sedimentaire gelaagdheid: biogene verstoring: wortels en wortelgangen vormen zichtbare poriën; initiële macrostructuur: verticale scheurvorming a.g.v. ontwatering; zichtbaar door vlakken met roestcoating		2%	18/17/16 wortels per dm <sup>2</sup> tot max. 70 cm.	Verticale scheuren vormen wortelwandjes; homogeen beworteld, maar preferent langs oude poreusiteit: langs fossiele wortelgangen (riet) en scheurwanden roestig, maar ook nieuwe wortelgangen makend.
70-110	Geen initiële macrostructuur; weinig gestoorde sedimentaire gelaagdheid		1%	Geen wortels	

Engels raaigras is (zeer) wintervast. Het heeft een redelijk tot goede grondbedekking. Afhankelijk van het zaaitijdstip is het in de winterperiode een vrij open gewas (Timmer et al 2003) (Rassenlijst 2011).

### 8.2.3 Italiaans raaigras

De beworteling van Italiaans raaigras is intensief. Het wortelt sneller en dieper dan Engels raaigras omdat de ontwikkeling van Italiaans raaigras sneller is dan van Engels raaigras. Goede doorworteling van de bovengrond, maar niet diepwortelend (Zeeland et al 2009). Italiaans raaigras heeft een goede grondbedekking. De vorstgevoeligheid is redelijk, iets minder dan van Engels raaigras.

### 8.2.4 Westerwolds raaigras

Intensieve beworteling, sneller en dieper dan Engels en Italiaans raaigras. Goede doorworteling van de bovengrond, maar niet heel diepwortelend (Van Zeeland et al 2009).

### 8.2.5 Winterrogge

Winterrogge heeft een zeer goede doorworteling van de bouwvoor (Zeeland et al 2009). Rogge is goed winterhard maar heeft een matige grondbedekking. Als rogge uitgestoeld de winter ingaat, treedt zelden vorstschade op omdat temperaturen tot -25°C goed kunnen worden verdragen (Zeeland et al 2009, Rassenlijst 2011, Darwinkel, 1999)

### 8.2.6 Japanse haver

Er zijn geen gegevens bekend over de beworteling en –diepte van Japanse haver. Bewortelingsdiepte 80 cm (Hellendoorn, Vandijke Semo bv, persoonlijke mededeling). Van gewone haver, *Avena sativa*, is wel bekend dat deze een vrij intensieve beworteling heeft van de bouwvoor. Wellicht is geldt dit ook voor Japanse haver (Zeeland et al 2009.)

Van Japanse haver is nog onvoldoende bekend over de winterhardheid (de eerste indicaties is dat Japanse haver niet erg winterhard is) (Hoek 2009).

### **8.2.7 Tagetes**

Tagetes hebben een goede en intensieve wortelontwikkeling (Bussink, 2009).

Het gewas is erg gevoelig voor vorst. Door een sterke beworteling en de mulchlaag die het overlaat laat Tagetes ook na veel neerslag een mooie structuur na in het voorjaar (Timmer et al 2003).

### **8.2.8 Raketblad**

Over beworteling zijn geen onderzoeksgegevens gevonden. De bewortelingsdiepte is 60-80 cm, afhankelijk van de lengte van de groeiperiode. (Hellendoorn, Vandijke Semo bv, persoonlijke mededeling)

Raketblad is vorstgevoelig en kan makkelijk afvriezen in de winter. De gewashoogte is dan beperkt. (Timmer et al, 2003)

### **8.2.9 Klavers**

Klaver heeft een kortere dikkere wortel lengte heeft dan gras. De totale wortelhoeveelheid van klaver is ook kleiner dan bij klaver. Witte klaver wortelt niet diep maar door vorming van uitlopers kan witte klaver de bovengrond zeer goed doorwortelen. Rode klaver wortelt in de bovengrond, maar ook in diepere lagen (Zeeland et al 2009). Rode klaver kan geen uitlopers vormen (Heeres 2002).

Perzische en Alexandrijnse klaver hebben een goede beworteling van de bouwvoor. Hop-klaver kenmerkt zich door een dunne, spindel-vormige penwortel, enkele takken van middelmatie diepte (Zeeland et al 2009), (Timmer et al 2003), ( I.K. Landwirtschaftskammer Osterreich). Voor een goede beworteling geldt dat met name Alexandrijnse klaver op tijd gezaaid moet worden (Zeeland et al 2009).

Naast hun beworteling bevorderen klavers de aggregaatstabiliteit door stimuleren schimmelgroei. Klavers zijn vrij gevoelig voor nachtvorst. Het gewas heeft een redelijke grondbedekking (Bussink, 2009).

### **8.2.10 Bladrammenas**

Bladrammenas staat bekend om zijn penwortel. Het heeft weinig zijwortels en kan diep wortelen (Zeeland et al 2009).

In 2005 zijn op een proefveld te Lelystad eind juli twee groenbemesters gezaaid met een verschillend bewortelingspatroon: bladrammenas en Engels raaigras. In november was de bladrammenas zeer goed ontwikkeld en had respectievelijk 110 cm diepte geworteld ( Geel et al 2007).

**Tabel 11: Beschrijving Structuur en beworteling te Lelystad op 2-11-05 bij bladrammenas**

Diepte cm	Structuurbeschrijving	Structuurgraad	Poriën	Worteldichtheid (dieptemeting)	Wortel beschrijving
0-5	Granulaire structuur (gr) 0-5 cm groot (1) Agrond blokkig (klein(1))	30-70% (matig)		40,28,42 wortels per dm <sup>2</sup> (telling foto 0-10 cm –mv)	Penwortel, vertakt 0-18 cm, beperkt zich tot bouwvoor, kluiten zijn beperkt beworteld.
5-35	40% granulaire structuren (2) 60% bokkige kluiten > 20 mm, (3) geen natuurlijke breukvlakken	40% granulairen zwak/ 60% kluiten: geen structuur	In granulair materiaal 2-5%: Poriën in afgeronde kluiten 1%	14,17,26 wortels per dm <sup>2</sup>	
35-45	Sedimentaire gelaagdheid (af en toe(<10% fysisch gestoord) doorbroken): geen structuurelementen		Zandige laag, weinig poriën (1), kleiige delen meer (2)	17,13,14 wortels per dm <sup>2</sup>	Zandige plekken bevatten minder kleiige plekken bevatten meer beworteling
45-70	Weinig gestoorde sedimentaire gelaagdheid: biogene verstoring: wortels en wortelgangen vormen zichtbare poriën; initiële macrostructuur: verticale scheurvorming a.g.v. ontwatering; zichtbaar door vlakken met roestcoating			19,20,25 wortels per dm <sup>2</sup> (telling foto 50-60 cm –mv)	Verticale scheuren vormen wortelwandjes; homogeen beworteld, maar preferent langs oude poreusiteit: langs fossiele wortelgangen (riet) en scheurwanden roestig, maar ook nieuwe wortelgangen makend.
70-110	Geen initiële macrostructuur; weinig gestoorde sedimentaire gelaagdheid			3,12,11 wortels per dm <sup>2</sup> (telling foto 70-80 cm –mv) max. tot 110 beworteld	Geleidelijke verloop naar minder beworteling: 2-5 /dm <sup>2</sup> alleen door bestaande poriën

Het kan enige vorst verdragen. Het kan bij vroege zaai een grote massa vormen wat na vorst ook nog goed de grond kan beschermen ( Timmer et al 2003 ).

Tussen de rassen van bladrammenas bestaat een groot verschil in laatheid bloei (Anoniem 2011). Vroeg bloeiende rassen wortelen vermoedelijk minder intensief dan laat bloeiende rassen, maar de mate waarin is niet bekend (DLV Plant, Wander, persoonlijke mededeling).

### 8.2.11 Gele mosterd

Gele mosterd heeft een penwortel die zich niet verdikt. In zes weken tijd kan de grond tot 70 cm doorworteld zijn (Zeeland et al 2009).

Gele mosterd is sterk (nacht)vorstgevoelig. Bij tijdige zaai ontwikkelt zich een lang en masaal gewas maar zal na vorst volledig afsterven (Timmer et al 2003).

### 8.2.12 Bladkool

De beworteling van bladkool is niet intensief, maar beter dan bladrammenas en gele mosterd (Zeeland et al 2009).

Het gewas is matig gevoelig voor vorst (Timmer et al 2003).

### 8.2.13 Biofumigatie blends

Over deze blends is geen informatie bekend over beworteling en winterhardheid vanuit de literatuur. De bewortelingsdiepte is 40-60 cm (Hellendoorn, Vandijke Semo bv, persoonlijke mededeling). Waarschijnlijk zijn de kenmerken van gele mosterd ook van toepassing bij dit mengsel.

### 8.2.14 Zwaardherik

Over zwaardherik is geen informatie bekend over beworteling en winterhardheid.

### **8.2.15 Bengaalse hennep**

Over Bengaalse hennep is weinig informatie beschikbaar over de beworteling. In een rapport van PPO staat vermeld dat Bengaalse hennep het bewortelingstype 'Rhizobia' heeft (Thoden, Korthals 2011).

Geeft op gronden met een hoge dichtheid net zoveel wortelvolumen in totale lengte en dikte als op gronden met een lage dichtheid en/of een hoge grond weerstand (Rosolem et al 2001).

Over winterhardheid is geen informatie beschikbaar. Wellicht dat Bengaalse hennep vorstgevoelig is omdat een tropische of subtropische plant is die de sterkste groei heeft in het desbetreffende tropische klimaat.

## 9 EFFECTEN OP BODEMBIOTA (BODEMLEVEN DIVERS)

### 9.1 Algemeen

Groenbemesters zijn een voedingsbron voor het bodemleven. Om het bodemleven te stimuleren is namelijk zowel stabiele organische stof als makkelijk afbreekbare organische stof nodig. Gewasresten van groenbemesters bestaan voornamelijk uit makkelijk afbreekbare organische stof. Een gewas met een goede doorworteling geeft meer ruimte en voedsel voor het bodemleven. De hoofdstukken 'Organische stof productie' en 'Effecten bodemstructuur' hebben daarom ook invloed op de aanwezigheid en het effect van het bodemleven. Het bodemleven moet daarnaast uit groenbemesters de voedingsstoffen vrijmaken die onmisbaar zijn voor de plant. Stimulering van het bodemleven kan beter de ziekten en plagen, zoals ziekteverwekkende bodemschimmels en aaltjes onderdrukken.

Het bodemleven bestaat uit wormen, aaltjes, bacteriën en schimmels. In de hoofdstukken 'Effect Nematoden' en 'Effect bodemziekten divers' wordt ingegaan op het effect van groenbemesters op het 'negatieve' bodemleven. In dit hoofdstuk zal worden ingegaan op het effect van groenbemesters op het 'positieve' bodemleven.

### 9.2 Opmerkingen per groenbemester

#### 9.2.1 Rietzwenkgras

Op dit moment zijn er over de effecten op bodembiota (anders dan nematoden en algemene bodemziekten) geen (Nederlandse) onafhankelijke onderzoeksgegevens beschikbaar.

#### 9.2.2 Engels raaigras

Op dit moment zijn er over de effecten op bodembiota (anders dan nematoden en algemene bodemziekten) geen (Nederlandse) onafhankelijke onderzoeksgegevens beschikbaar.

#### 9.2.3 Italiaans raaigras

Op dit moment zijn er over de effecten op bodembiota (anders dan nematoden en algemene bodemziekten) geen (Nederlandse) onafhankelijke onderzoeksgegevens beschikbaar.

#### 9.2.4 Winterrogge

Op dit moment zijn er over de effecten op bodembiota (anders dan nematoden en algemene bodemziekten) geen (Nederlandse) onafhankelijke onderzoeksgegevens beschikbaar.

#### 9.2.5 Japanse haver

In 2009 is een proef uitgevoerd waarin is gekeken naar de invloed van compost en de teelt van groenbemesters op de bodemweerbaarheid tegen *Pythium*, *Rhizoctonia solani* en *Pratylenchus penetrans*. Om de bodemweerbaarheid tegen *Pythium* te bepalen zijn er objecten aangelegd met verschillende groenbemester en verschillende hoeveelheden compost in de teelt van Hyacinten. Uit deze proef blijkt dat een dosering van 60 ton compost in combinatie met Japanse haver een lagere aantasting van *Pythium* veroorzaakte tegen over alleen 60 ton compost. Hieruit blijkt dat Japanse haver het bodemleven extra stimuleert waardoor de bodemweerbaarheid is verbeterd (van Os 2010).

### 9.2.6 Tagetes

Op dit moment zijn er over de effecten op bodembiota (anders dan nematoden en algemene bodemziekten) geen (Nederlandse) onafhankelijke onderzoeksgegevens beschikbaar.

### 9.2.7 Raketblad

Op dit moment zijn er over de effecten op bodembiota (anders dan nematoden en algemene bodemziekten) geen (Nederlandse) onafhankelijke onderzoeksgegevens beschikbaar. Raketblad is een slechte waardplant voor *Verticillium*. Wel is raketblad iets gevoelig voor *Pythium* in kiemplantstadium (Hellendoorn, Vandijke Semo bv, persoonlijke mededeling).

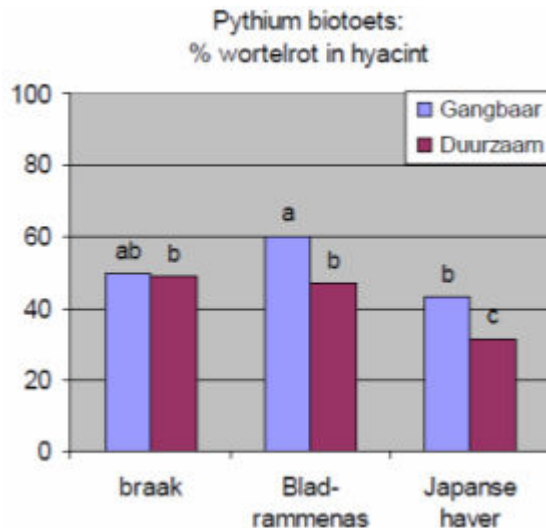
### 9.2.8 Klavers

De belangrijkste eigenschap van de vlinderbloemigen is namelijk het stikstofbindend vermogen. Dit komt doordat vlinderbloemigen in symbiose leven met bepaalde bacteriën (*Rhizobium*-bacteriën), en deze bacteriën zijn er de oorzaak van dat aan de wortels knolletjes ontstaan. Met deze zogenaamde stikstofknolletjes is de plant in staat stikstof uit de lucht te binden. Vlinderbloemigen verrijken op deze manier de grond met stikstof en ze leveren bovendien een hoogwaardige, stikstofrijke humussoort op (Timmer et al 2003).

### 9.2.9 Bladrammenas / Gele mosterd / Bladkool / biofumigatie blends

Kruisbloemigen bevatten glucosinolaten die bij vertering kunnen worden omgezet in voor aaltjes en schimmels giftige stoffen. Glucosinolaten zijn er in zeer veel vormen en er kunnen zeer verschillende afbraakproducten worden gevormd met meer of minder dodende werking. Bij de huidige stand van kennis is nog onduidelijk welke rassen op welk moment de juiste inhoudsstoffen bevatten en hoe en wanneer ze moeten ingewerkt om gebruik te kunnen maken van deze op zich positieve eigenschap.

Op dit moment zijn er weinig betrouwbare onderzoeksresultaten over in invloed glucosinolaten uit groenbemesters op de doding van aaltjes- en schimmels. Omdat bijv. rapzaad isothiocyaten bevat die wel degelijk tegen aaltjes werken, (Chitwood, 2002) zit hier wel potentie. Daarbij is ook de invloed op het overige bodemleven onbekend (Timmer et al 2003). Volgens Chitwood (2002) werken de isothiocyaten uit kruisbloemigen tegen nematoden, zoals *Xiphinema americanum* (vrijlevend wortelaaltje), *Heterodera schachtii* (BCA) en *Globodera rostochiensis* (AM). De betreffende isothiocyaten zijn niet vluchtig, zodat de verdeling door de grond zeer belangrijk is voor de effectiviteit.



Figuur 3: Percentage wortelrot in hyacint(0%is gezond; 100% is alle wortels verrot)  
In de biotoets naar de bodemweerbaarheid tegen *Pythium*. Resultaten in grondmonsters met natuurlijk bodemleven (ongestoomd) en toevoeging van kunstmatige *Pythium*besmetting (LSD =11)

#### 9.2.10 Zwaardherik

Op dit moment zijn er over de effecten op bodembiota (anders dan nematoden en algemene bodemziekten) geen (Nederlandse) onafhankelijke onderzoeksgegevens beschikbaar.

#### 9.2.11 Bengaalse hennep

Op dit moment zijn er over de effecten op bodembiota (anders dan nematoden en algemene bodemziekten) geen (Nederlandse) onafhankelijke onderzoeksgegevens beschikbaar.

## 10 EFFECTEN OP NEMATODEN

### 10.1 Algemeen

Groenbemesters kunnen het besmettingsniveau van diverse aaltjessoorten verlagen of juist verhogen.

In dit hoofdstuk worden de effecten van de gekozen groenbemesters in deze deskstudie nader beschreven. Als uitgangspunt is daarbij de beschikbare kennis op de websites “aaltjesschema.nl” en “kennisakker.nl” genomen. Voor ontbrekende informatie is gezocht in nationale en internationale literatuur.

Een aantal algemene effecten van de groenbemesters op nematoden worden eerst beschreven via verschillende groepen van aaltjes, daarna worden per groenbemester aanvullende opmerkingen gedaan.

Op basis van hun levenswijze en de symptomen die ze veroorzaken worden plantparasitaire aaltjes ingedeeld in:

- Cysteaaltjes
- Wortelknobbelaaltjes
- Wortellesieaaltjes
- Vrijlevende wortelaaltjes
- Stengelaaltjes

De bijlagen 1 en 2 geven een overzicht van de huidige informatie. In bijlage 1 worden de effecten van zomerbraak met diverse groenbemesters weergegeven. Bijlage 2 geeft inzicht in de effecten van herfstbraak met diverse groenbemesters.

#### 10.1.1 Cysteaaltjes

Cysteaaltjes hebben beperkte waardplantenreeksen en vertonen in verhouding een geringe natuurlijke sterfte wanneer er geen waardplant wordt geteeld.

Voor bietencysteaaltjes zijn in principe alle kruisbloemigen een waardplant, dit geldt ook voor de ganzevoetachtigen. Bij gele mosterd en bladrammenas zijn kwekers er echter in geslaagd resistente rassen te ontwikkelen. Door de teelt van deze resistente rassen gedurende een vol seizoen (groene braak) kan een bestrijdingseffect van ruim 80% worden gerealiseerd. Zaai in de herfstbraak na half augustus zal een bestrijding opleveren die, afhankelijk van het weer in het najaar, op circa 30 % extra doding bovenop de natuurlijke sterfte zal blijven steken (Timmer et al 2004).

Uit IRS-onderzoek blijkt dat bladrammenas- en gele mosterdassen die resistent zijn tegen het witte bietencysteaaltje, dit ook lijken te zijn tegen het gele bietencysteaaltje (Raaijmakers, 2009). Bij de klavers blijkt de waardplantstatus voor het gele bietencysteaaltje afhankelijk van de klaversoort.

Ten aanzien van aardappelcysteaaltjes kan de laatste jaren ook raketblad ingezet worden. Deze bestrijdingsmaatregel wordt ook door de nVWA erkend. Dit van oorsprong tropische onkruid produceert de lokstoffen waardoor de eieren gelokt worden, de larven de wortels aantasten maar geen vermeerdering optreedt. De bestrijding is sterk afhankelijk van de uiteindelijke doorworteling van de bouwvoor (Hoek 2011).



Van het havercysteaaltje is bekend dat deze zich kan vermeerderen op grasgroenbemesters. Dit aaltje kan veel schade veroorzaken bij haver en zomertarwe (Timmer et al 2004).

### 10.1.2 Wortelknobbelaaltjes

Deze aaltjesgroep heeft in tegenstelling tot de cysteaaltjes juist een zeer brede waardplantenreeks. De teelt van veel gewassen leidt tot een toename van de populatie. Daar staat tegenover dat de natuurlijke sterfte in gewasloze perioden op kan lopen tot ruim 90%. Bij een besmetting met het noordelijk wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne hapla*) bieden grasachtigen de oplossing. Zowel granen en grassen als cultuurgewas, als ook grasgroenbemesters doen de besmetting met dit wortelknobbelaaltje sterk afnemen.

De probleemsoorten in deze aaltjesgroep zijn de quarantaine soorten *Meloidogyne chitwoodi* en *Meloidogyne fallax*. Tot voor kort was zwarte braak het enige zekere advies. Van bladrammenas was bekend dat het een slechte waardplant is en daarmee het minst slechte alternatief voor zwarte braak (Timmer et al 2004).

Ten aanzien van het maïswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne chitwoodi*) zijn er de laatste jaren een aantal rassen bladrammenas ontwikkeld met resistentie tegen dit aaltje. Bij de teelt van deze rassen kan de besmetting van *M. chitwoodi* nog sterker dalen dan bij zwarte braak (Been 2011).

### 10.1.3 Wortellesieaaltjes

Wortellesieaaltjes (*Pratylenchus spp.*) dringen de plant binnen en beschadigen de wortels. De beschadigde plekken op de wortels zijn vaak bruin van kleur en worden ook wel lesies genoemd. Wortellesieaaltjes hebben een brede waardplantenreeks.

Ten aanzien van groenbemesters geeft de teelt van Tagetes, van het type *Tagetes patula*, tot nu toe de beste bestrijdende effecten. Er is daarbij ook sprake van een meerjarige werking, maar voor het maximale effect moet het gewas niet later dan half juli gezaaid worden (Hoek 2011).

Inmiddels zijn er ook ontwikkelingen ten aanzien van de teelt van Japanse haver (*Avena strigosa*) tegen *Pratylenchus penetrans*. Het gewas is geen waardplant voor dit type aaltje. Hierdoor zal de besmetting van dit aaltje ongeveer evenveel afnemen als bij zwarte braak (Hoek, 2011).

Als de teelt van Tagetes of Japanse haver niet mogelijk is, heeft bij hoge besmettingen van het wortellesieaaltje braak de voorkeur boven een groenbemester, omdat alle andere gangbare groenbemesters het aaltje vermeerderen. Is een groenbemester toch noodzakelijk, dan is Engels raaigras nog de beste keuze (Beers 2008).

### 10.1.4 Vrijlevende wortelaaltjes

Vrijlevende wortelaaltjes bevinden zich altijd buiten de plant en prikken de wortels aan.

*Trichodorus* en *Paratrichodorus* zijn enkele soorten enkele alensoorten die tot deze groep worden gerekend. Net als bij de wortellesieaaltjes is er sprake van een brede waardplantenreeks. Vrijlevende aaltjes kunnen zich o.a. op grasachtigen vaak sterk vermeerderen.

Uit het onderzoek van de afgelopen jaren is gebleken dat bij bladrammenas en gele mosterd de effecten op Trichodoride-aaltjes verschillen per soort aaltje. Bij *Paratrichodorus teres* wordt de keuze beperkt tot bladrammenas of gele mosterd. Zij vermeerderen dit aaltje niet of zeer weinig. Indien het tabaksratelvirus, dat door deze aaltjes worden overgebracht, tot kwaliteitsproblemen zou kunnen leiden, gaat de voorkeur uit naar bladrammenas, wat het virus bestrijdt.

Van *Paratrichodorus pachydermus* en *Trichodorus similis* is inmiddels echter bekend dat deze zich sterker dan *Paratrichodorus teres* op bladrammenas vermeerderen. Voor *Trichodorus primitivus* is bladrammenas zelfs een goede waardplant. De besmetting met tabaksratelvirus wordt wel verlaagd (Beers 2008).

### 10.1.5 Stengelaaltjes

Stengelaaltjes verkeren het grootste deel van hun leven bovengronds in de plant. Niet alleen stengels, maar ook bloemknoppen en bladscheden zijn favoriete verblijfplaatsen van dit aaltje. Bij aantasting van een plant ontstaan o.a. bladmisvormingen en verdikte bladstelen.

Stengelaaltjes kunnen zich in korte tijd vaak snel vermeerderen. Hierdoor kunnen zeer lage besmettingsniveaus gedurende het groeiseizoen oplopen tot zware besmettingen.

Er zijn meer dan 20 verschillende rassen van het stengelaaltje bekend, met kleine verschillen in waardplantreeks. Voor de akkerbouw is het uien/roggeras het belangrijkste. Uiterlijk zijn de soorten niet van elkaar te onderscheiden. De lange overleving in de grond zonder waardplant en de moeilijkheden bij de identificatie van de soort maken een concrete advisering op het gebied vruchtwisseling praktisch onmogelijk.

Bij de groenbemesters staan vooral witte klaver en rogge bekend als goede waardplant voor diverse rassen stengelaaltjes. Uit het aaltjesschema blijkt dat raaigrassen weinig vermeerdering geven.

## 10.2 Opmerkingen per groenbemester

### 10.2.1 Rietzwenkgras

Over de effecten van rietzwenkgras op de diverse aaltjessoorten is weinig specifieke informatie beschikbaar. In het algemeen kan gesteld worden dat grasachtigen goede tot zeer goede waardplanten zijn voor Trichodoriden. Over de invloed van rietzwenkgras op o.a. *Meloidogyne chitwoodi* of *Meloidogyne fallax* zijn geen Nederlandse onafhankelijke onderzoeksgegevens beschikbaar.

### 10.2.2 Engels raaigras

Uit de tabellen van aaltjesschema 2011 blijkt dat er veel informatie bekend is over de effecten van Engels raaigras op diverse aaltjessoorten.

Engels raaigras is geen waardplant voor aardappel- en bietencysteaaltjes en ook niet voor het Noordelijk wortelknobbelaaltje. Engels raaigras vermeerderd het maïswortelknobbelaaltje, het wortellesieaaltje en stengelaaltjes slecht, maar trichodoriden en het bedrieglijk maïswortelknobbelaaltje worden sterk vermeerderd. Tabaksratelvirus wordt door Engels raaigras matig vermeerderd (Hoek 2011).

### 10.2.3 Italiaans raaigras

Net als bij Engels raaigras is er veel informatie bekend over Italiaans raaigras. De effecten zijn ook voor een groot deel vergelijkbaar. Italiaans raaigras vermeerderd *Meloidogyne chitwoodi* en *Pratylenchus penetrans* echter sterker.

De vermeerdering van het tabaksratelvirus is bij Italiaans raaigras afhankelijk van het serotype. Het virustype dat overgebracht wordt door *Trichodorus similis* vermeerderd sterk, dat van *Paratrichodorus pachydermus* vermeerderd matig en dat van *Trichodorus primitivus* vermeerderd niet op Italiaans raaigras (Hoek 2011).

### 10.2.4 Winterrogge

Ook voor winterrogge zijn veel effecten inmiddels bekend. Het is geen waardplant voor aardappel- en bietencysteaaltjes en ook niet voor het Noordelijk wortelknobbelaaltje. Rogge vermeerderd het maïswortelknobbelaaltje, het wortellesieaaltje en de meeste trichodoriden sterk. Het bedrieglijk maïswortelknobbelaaltje en tabaksratelvirus worden matig vermeerderd (Hoek 2011).

Het effect op *Trichodorus primitivus* wordt echter niet vermeld in het meest recente aaltjesschema.

Rogge als groenbemester staat daarnaast in het aaltjesschema vermeld als een goede waardplant voor *Paratrichodorus pachydermus*. Uit PPO onderzoek komen echter aanwijzingen dat de teelt van rogge in het najaar als groenbemester niet altijd leidt tot een (sterke) toename van het aantal *P. pachydermus* aaltjes. De waardplantstatus van rogge als groenbemester voor deze aaltjessoort is daarom onzeker en moet dan ook (beter) vastgesteld worden (Hoek 2010).

### 10.2.5 Japanse haver

Japanse haver (*Avena strigosa*) is geen waardplant voor het wortellesieaaltje *Pratylenchus penetrans*. Hierdoor zal de besmetting van dit aaltje ongeveer evenveel afnemen als bij zwarte braak (Hoek 2011).

Uit gegevens van de kwekers blijkt wel dat er rasverschillen zijn. Rassen als Astrigosa, Luxerial en Pratex geven een beter eindresultaat als zwarte braak (bron: [www.topseeds.com](http://www.topseeds.com)).

Omdat Japanse haver tot de grassen behoort, zal het Noordelijk wortelknobbelaaltje zich op dit gewas waarschijnlijk niet vermeerderen. Het is op dit moment niet bekend of Japanse haver andere schadelijke aaltjes vermeerdert, wel zijn er sterke aanwijzingen dat Japanse haver het maïswortelknobbelaaltje vermeerdert (Hoek 2011).

Uit onderzoek van PPO bloembollen naar de waardplantstatus van o.a. enkele groenbemesters voor drie populaties stengelaaltjes bleek dat Japanse haver geen waardplant is voor stengelaaltjes van het narcissenras. Voor de waardplantstatus voor het tulpenras blijft onderzoek noodzakelijk (Dees et al 2011).

Het is onvoldoende bekend wat het effect op chitwoodi is als Japanse haver tot in februari blijft staan. Wellicht dat afklepelen op het moment van aarvorming al voldoende is. Hier is geen officieel onderzoek van bekend (Hellendoorn, Vandijke Semo bv, persoonlijke mededeling).

### 10.2.6 Tagetes

De teelt van *Tagetes* (*Tagetes spp.*) als groenbemester staat vooral bekend om het bestrijdend effect op wortellesieaaltjes. Het gewas moet dan wel uiterlijk half juli gezaaid worden. Bij *Tagetes* zijn er vele soorten te onderscheiden. De praktijk staan drie soorten afrikaantjes ter beschikking: *Tagetes patula*, *Tagetes erecta* en *Tagetes minuta*. Deze soorten verschillen in hun snelheid van beginontwikkeling, gewas lengte, droge stofproductie en aaltjesbestrijding. *Tagetes* bestrijdt echter alleen wortellesieaaltjes (*Pratylenchus*-soorten). Van de verschillende *Tagetes*-soorten geeft *T. patula* de beste aaltjesbestrijding, *T. minuta* heeft geen actieve werking tegen wortellesieaaltjes en is alleen geschikt voor organische stof productie (Timmer et al 2004).

Door een goed geslaagde teelt van *Tagetes patula* worden wortellesieaaltjes heel goed bestreden (bestrijding van 95 procent of meer). Na de teelt van *Tagetes* blijft de (resterende) besmetting van wortellesieaaltjes ook enkele jaren laag. Om een goede bestrijding van wortellesieaaltjes te bereiken, is het wel zaak om onkruidgroei in de *Tagetes* zoveel mogelijk te voorkomen (Hoek 2011).

Om tot een effectieve aaltjesbestrijding te komen, dient de teelt van *Tagetes* 3-5 maanden te duren, het liefst in de zomermaanden. In deze periode kan *Tagetes* een fors wortelstelsel ontwikkelen en de populatie van het *Pratylenchus*-aaltje doen afnemen. De aaltjesdodende werking van *Tagetes* berust op het feit dat binnenin de wortels van de plant na het binnendringen van de aaltjes, onder invloed van thiofenen, zuurstofradicalen worden gevormd welke dodelijk zijn voor aaltjes. Vanuit de boomkwekerij wordt gemeld dat het bestrijdend effect op *Pratylenchus vulnus* soms lijkt tegen te vallen (Timmer et al 2004).

Voor cysteaaltjes en wortelknobbelaaltjes is Tagetes geen waardplant, van deze aaltjes neemt de besmetting evenveel af als bij braak.

Voor de verschillende trichodoriden is de waardplantstatus van Tagetes niet goed bekend. Er zijn echter wel aanwijzingen dat trichodoriden zich op Tagetes in meer of mindere mate kunnen vermeerderen. Tabaksratelvirus kan zich op Tagetes vermeerderen, maar er zijn verschillen in vermeerdering tussen de typen van tabaksratelvirus. Het virustype dat overgebracht wordt door *Paratrichodorus teres* vermeerdert sterk, het virustype van *T. primitivus* vermeerdert slecht op Tagetes. Van de virustypen die overgebracht worden door *T. similis* of *P. pachydermus* is de vermeerdering op Tagetes niet bekend (Hoek 2011).

Uit onderzoek van PPO bloembollen naar de waardplantstatus van o.a. enkele groenbemesters voor drie populaties stengelaaltjes bleek dat Tagetes geen waardplant is voor stengelaaltjes van het narcissenras. Voor de waardplantstatus voor het tulpenras blijft onderzoek noodzakelijk (Dees et al 2011).

### 10.2.7 Raketblad

Het effect van raketblad op aardappelcysteaaltjes (*Globodera sp.*) is beschreven in een onderzoeksrapport van PPO-AGV (Hartsema et al 2005). In de PPO proeven liep de lokking van aardappelcysteaaltjes bij raketblad uiteen van 15 tot 72 procent en bedroeg gemiddeld 52 procent. Dit is méér dan braak, waarbij de lokking gemiddeld 23 procent was, maar minder dan de 80 procent lokking bij aardappels.

De lokking van aardappelcysteaaltjes door raketblad is sterk afhankelijk van de uiteindelijke doorworteling van de bouwvoor. Voor een goed bestrijdingseffect moet raketblad in mei of begin juni worden gezaaid, zich voldoende ontwikkelen en weinig of geen concurrentie ondervinden van onkruiden (Hoek 2011).

In betreffend PPO onderzoeksrapport uit 2005 worden ook effecten op een aantal overige nematoden genoemd. Voor het noordelijk wortelknobbelaaltje werd via een kasproef de conclusie getrokken dat raketblad resistent is tegen *Meloidogyne hapla*. Naar aanleiding van de resultaten van een veldproef in 2002, concludeerde het PPO dat raketblad (ras Sharp) een matige waardplant is voor het Maïswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne chitwoodi*).

Voor het Wortellessieaaltje (*Pratylenchus penetrans*) was de conclusie dat raketblad een matig tot slechte waardplant is.

Ook voor Trichodoriden heeft het PPO via diverse potproeven de waardplantstatus onderzocht. Gezien de resultaten van de kasproeven lijkt raketblad een matig tot slechte waardplant voor *Paratrichodorus teres* en *Trichodorus primitivus*, een matige waardplant voor *Trichodorus similis* en een zeer goede waardplant voor *Paratrichodorus pachydermis*.

In proeven is gekeken naar het effect op cystenaaltjes. Er is onvoldoende bekend over de verzwakkende werking van raketblad op de cysten. Het effect kan ook over een periode langer dan een jaar liggen. Hier kan nog meer inzicht mogelijk zijn (Hellendoorn, Vandijke Semo bv, persoonlijke mededeling).

### 10.2.8 Klavers

De aaltjesinformatie die beschikbaar is over vlinderbloemigen, is vooral afkomstig van witte klaver (*trifolium repens*). Witte klaver vermeerdert het aardappel- en witte bietencysteaaltje niet. De informatie ten aanzien van het gele bietencysteaaltje is divers. In de tabellen van aaltjesschema 2011 staat bij witte klaver een vraagteken. Het IRS heeft in 2008 onderzoek gedaan naar de effecten van Perzische klaver en Alexandrijnse klaver op het gele bietencysteaaltje. Daaruit bleek dat Perzische klaver dit aaltje matig vermeerdert, Alexandrijnse klaver vermeerdert het aaltje slecht (Raaijmakers 2009).

Witte klaver vermeerderd het klavercysteeltje, het Noordelijk wortelknobbelaeltje, het maïswortelknobbelaeltje en het bedrieglijk maïswortelknobbelaeltje matig, maar er zijn verschillen tussen rassen van witte klaver in de mate van vermeerdering van de wortelknobbelaeltjes. Uit onderzoek van PPO-AGV Lelystad (Van Beers et al 2003) bleek bij witte klaver het ras 'Aran' relatief weinig vermeerdering te geven van *Meloidogyne hapla*, *M. chitwoodi* en *M. fallax*.

Het wortellesieaeltje wordt door witte klaver sterk vermeerderd. Ook stengelaeltjes worden door witte klaver sterk vermeerderd en bovendien kan witte klaver heel veel schade leiden van stengelaeltjes, waardoor de groei sterk achterblijft.

Van de vrijlevende aeltjes is alleen de vermeerdering van *Paratrichodorus teres* bekend; dit aeltje wordt door witte klaver sterk vermeerderd. Ook tabaksratelvirus wordt door witte klaver sterk vermeerderd (Hoek 2011).

Rode klaver kan worden aangetast door stengelaeltjes (*Ditylenchus dipsaci*) en het klavercysteeltje. Verder is er geen informatie bekend (Timmer et al 2004).

Zoals hierboven beschreven vermeerderen klavers diverse soorten aeltjes. Voor Trichodoriden geldt echter voor zowel Perzische klaver als Alexandrijnse klaver een positieve uitzondering. *Paratrichodorus teres* worden door beide typen slecht vermeerderd. Het tabaksratelvirus wordt echter wel vermeerderd (Timmer et al 2004).

Voor andere vrijlevende aeltjes als *Trichodorus similis* of *T. primitivus* wordt in het aeltjesschema 2011 geen informatie gegeven.

### 10.2.9 Bladrammenas

Uit de tabellen van aeltjesschema 2011 blijkt dat er veel informatie bekend is over de effecten van bladrammenas op diverse aeltjessoorten.

Kruisbloemigen als bladrammenas en gele mosterd zijn in principe een waardplant voor bietencysteeltjes. Kwekers zijn er echter in geslaagd rassen te ontwikkelen met resistentie tegen het witte bietencysteeltje. Op de huidige rassenlijst van bladrammenas staan alleen rassen met resistentie tegen het witte bietencysteeltje. Daarbij hebben BCA 1 rassen een hogere resistentie tegen bietencysteeltjes dan BCA 2 rassen.

Op basis van IRS-onderzoek kan worden geconcludeerd dat de bladrammenas- en gele mosterdassen die resistent zijn tegen het witte bietencysteeltje, dit ook lijken te zijn tegen het gele bietencysteeltje (Raaijmakers 2009). Op dit moment wordt aangenomen dat dergelijke rassen geen waardplant zijn voor het gele bietencysteeltje, en dat de status in het aeltjesschema eerder 'geen vermeerdering' dan 'actieve afname' is (Raaijmakers, persoonlijke mededeling).

Voor een goede lokking van de bietencysteeltjes is een intensieve doorworteling van de grond nodig en moet nauw worden gezaaid (op 10 of 12,5 cm). Bij voldoende bodemtemperaturen (temperatuursom minimaal 500°C) én voldoende ontwikkeling van de bewortelingsmassa kan een populatie bietencysteeltjes met 80% worden verminderd. Dit geldt dus vooral bij een zomerteelt van een resistente bladrammenas.

Om de voordelen zo goed mogelijk te benutten, geldt als advies het gewas bij kans op zaadvorming te maaien op minimaal 20 cm hoogte. Hiervoor is bladrammenas het meest geschikte gewas, omdat daarbij een goede hergroei optreedt. Dit heeft een extra lokking tot gevolg (Raaijmakers 2009).

Hoe later de bladrammenas wordt gezaaid, en hoe slechter de doorworteling, des te slechter wordt het bestrijdingseffect.

Ook ten aanzien van het maïswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne chitwoodi*) zijn er inmiddels een aantal rassen bladrammenas ontwikkeld met resistentie tegen dit aaltje. Bij de teelt van deze rassen daalt de besmetting van *M. chitwoodi* minimaal net zo sterk als bij braak.

Uit recent onderzoek van PRI Wageningen is gebleken dat bij een geslaagde teelt van een resistent ras bladrammenas de besmettingsdichtheid van *M. chitwoodi* verder terugloopt in vergelijking met zwarte braak. Bij een teeltduur van 11 weken werd een reductie van meer dan 99% bereikt. De verschillen tussen de geteste rassen waren niet erg groot (Been 2011).

Ook de vermeerdering van het bedrieglijk maïswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne fallax*) is afhankelijk van het ras bladrammenas; bij de beste rassen is de vermeerdering van dit aaltje slecht (Hoek 2011). Qua resistentie-eigenschappen lijkt dit goed vergelijkbaar met de resistentiegraad tegen *M. Chitwoodi* (de Vries, Joordens zaden, persoonlijke mededeling).

Bij de vrijlevende aaltjes zijn er bij bladrammenas opvallende verschillen ten aanzien van de vermeerdering. De aaltjessoort *Paratrichodorus teres* wordt door bladrammenas bijvoorbeeld slecht vermeerderd, maar *Trichodorus primitivus* wordt sterk vermeerderd.

Bladrammenas is geen waardplant voor het tabaksratelvirus. Door de teelt van bladrammenas neemt de infectiedruk van dit virus dan ook sterk af. Dit is gunstig voor aardappelen, tulp en gladiool die veel schade kunnen ondervinden van tabaksratelvirus (in aardappelen veroorzaakt tabaksratelvirus in de knollen "kringerigheid", in tulpen "ratel" en in gladiolen "kartelrand").

Bladrammenas kan het wortellesieaaltje (*Pratylenchus penetrans*) sterk vermeerderen. Dit geldt vooral als het gewas voor langere tijd op het veld staat.

De vermeerdering van stengelaaltjes door bladrammenas is onduidelijk. In Duitsland is onderzoek uitgevoerd met stengelaaltjes in twee rassen bladrammenas. 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 (Hoek en Paauw 2009).

Uit onderzoek van PPO bloembollen naar de waardplantstatus van o.a. enkele groenbemesters voor drie populaties stengelaaltjes bleek dat bladrammenas mogelijk een (slechte) waardplant is voor stengelaaltjes uit bloembollen. Voor de waardplantstatus voor het tulpenras blijft onderzoek noodzakelijk (Dees et al 2011).

#### **10.2.10 Gele mosterd**

Net als bij bladrammenas is al veel informatie bekend over gele mosterd. Evenals bladrammenas is gele mosterd in principe een waardplant voor het witte en het gele bietencysteaaltje. Alle rassen op de huidige rassenlijst zijn echter resistent tegen het witte bietencysteaaltje.

Vergelijkbaar met de situatie bij bladrammenas zijn rassen gele mosterd met resistentie tegen het witte bietencysteaaltjes geen waardplant voor het gele bietencysteaaltje. Omdat gele mosterd vrijwel uitsluitend na begin augustus gezaaid wordt, mag van deze aaltjesbestrijding dan echter niet veel verwacht worden.

Vergeleken met bladrammenas is gele mosterd een betere waardplant voor het maïswortelknobbelaaltje. Het Noordelijk wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne hapla*) wordt door gele mosterd slecht vermeerderd. Bij een besmetting met dit type aaltje is gele mosterd gunstiger dan bladrammenas.

Voor het vrijlevende aaltje *Paratrichodorus teres* geldt dat deze soort, net als bij bladrammenas, weinig vermeerderd op gele mosterd. Andere *Trichodorus*-soorten kunnen zich juist goed op gele mosterd vermeerderen.

Gele mosterd is, in tegenstelling tot bladrammenas, een goede waardplant voor het tabaksratelvirus.

Net als bij bladrammenas kan gele mosterd het wortellesieaaltje (*Pratylenchus penetrans*) sterk vermeerderen (Hoek 2011).

Uit het onderzoek van PPO bloembollen bleek dat gele mosterd mogelijk een waardplant is voor stengelaaltjes uit de bloembollen (Dees et al 2011).

### 10.2.11 Bladkool

Uit de tabellen van aaltjesschema 2011 blijkt dat er weinig specifieke informatie bekend is over de invloed van bladkool (*Brassica napus*) op de diverse aaltjessoorten.

Ten aanzien van het witte bietencysteaaltje is al langer bekend dat bladkool deze sterk vermeerderd. Het IRS heeft in 2008 de effecten van diverse groenbemesters op de vermeerdering van het gele bietencysteaaltje onderzocht. Daaruit bleek dat bladkool ook het gele bietencysteaaltje sterk vermeerderd (Raaijmakers 2009).

Bij bladkool wordt gezien oudere informatie aangenomen dat stengelaaltjes zich slecht kunnen vermeerderen. Over de effecten van bladkool op andere aaltjessoorten is geen concrete informatie beschikbaar. Omdat bladkool een directe selectie is uit winterkoolzaad kan wellicht een vergelijking gemaakt worden met de beschikbare gegevens van dit gewas. Daarbij moet echter bedacht worden dat de teeltperiode van beide gewassen verschillen (Hoek en Paauw 2009).

### 10.2.12 Biofumigatie blends

De laatste jaren staat de teelt van een aantal brassica-soorten in de belangstelling in het kader van biofumigatie. Bij biofumigatie komen door middel van het inwerken van een gewasmassa een aantal gasvormige stoffen vrij, die bodemziekten en bodemplagen kunnen onderdrukken.

Het gaat daarbij vooral om de reactie van in planten aanwezige glucosinolaten met het ook in de plant aanwezige enzym myrosinase, waarbij isothiocyanaten worden gevormd. Voor de omzettingsprocessen is voldoende bodemvocht noodzakelijk. De isothiocyanaten hebben onder andere een nematicide-werking, maar kunnen ook enkele bodemschimmels bestrijden. Onder praktijkomstandigheden zijn de resultaten tot nu toe vaak echter sterk wisselend. Zo zijn benodigde bodemtemperaturen en juist eerst vermeerdering van schadelijke aaltjes vaak belemmerende factoren (Hallmann et al 2010).

Door het ISCI in Italië zijn o.a. speciale lijnen van sarepta mosterd (*Brassica juncea*) gekweekt, die veel glucosinolaten bevatten. Sarepta mosterd wordt ook wel bruine mosterd genoemd. In Nederland wordt als biofumigatie blend o.a. het product 'Caliënte mosterd' op de markt gebracht. Dit product bevat zowel een variëteit sarepta mosterd als gele mosterd (*Sinapsis alba*). Volgens de informatie van o.a. Plant Health Care is de verhouding 84% sarepta mosterd en 16% gele mosterd.

Bij mosterdplanten zitten glucosinolaten en myrosinase gescheiden in de (bovengrondse) plantencellen. De stoffen komen na beschadiging (o.a. via verhakselen gewasmassa) bij elkaar. Om vervluchtiging van de direct gevormde isothiocyanaten te voorkomen is het bij biofumigatie blends belangrijk dat de biomassa zo snel mogelijk na het hakselen wordt ingewerkt in de bouwvoor, met een goede afdichting van de toplaag. Het voldoende dichtrollen van de toplaag is vaak alleen mogelijk op de lichtere grondsoorten. Een alternatief is het afdichten met plastic. Daarnaast is beregening vlak voor of na het inwerken vaak zinvol voor een voldoende bevochtiging.

Een belangrijk aandachtspunt bij de teelt van biofumigatie-gewassen is dat deze tijdens het teeltseizoen diverse aaltjessoorten juist kunnen vermeerderen.

Uit proeven bij PPO Vredepeel bleek dat sarepta mosterd tijdens de teelt het wortellesieaaltje (*Pratylenchus penetrans*) sterk kan vermeerderen. Het biofumigatie-effect van sarepta mosterd leidde weliswaar tot een verlaging van de aaltjes, maar dit woog niet op tegen de vermeerdering eerder in het seizoen (Lamers en Korthals 2011).

Over de waardplantstatus van sarepta mosterd voor de overige diverse aaltjessoorten zijn op dit moment geen Nederlandse onafhankelijke onderzoeksgegevens beschikbaar.

Omdat sarepta mosterd tot de familie van de kruisbloemigen (*Brassicaceae*) behoort, is deze waarschijnlijk ook waardplant van o.a. bietencysteaaltjes, het maïswortelknobbelaaltje en diverse vrijlevende aaltjes.

Caliënte mosterd bevat ook een deel gele mosterd. Voor de effecten op aaltjes tijdens de groeiperiode van Caliënte mosterd zal dus voor een deel ook gekeken moeten worden naar de voorgaand beschreven effecten van gele mosterd.

### 10.2.13 Zwaardherik

Naast de interesse voor biofumigatie blends staat de laatste jaren ook een variëteit van zwaardherik in de belangstelling vanwege de hoge gehalten glucosinolaten in de plant. Enkele bedrijven brengen een variëteit op de markt onder de productnaam Nemat. Het betreft een oliehoudende variëteit (*Eruca sativa* spp. *Oleifera*). Door Joordens zaden wordt het product Trio gevoerd.

Zwaardherik is familie van de slasoort rucola. Bij zwaardherik zitten de glucosinolaten vooral in de wortels van de planten. Zodra o.a. nematoden de wortel aanpakken en de cellen beschadigen, treedt de reactie met het enzym myrosinase in werking. Hierdoor zouden aaltjes direct en zeer lokaal bestreden kunnen worden. Ook bij de vertering van de wortels zal vermoedelijk isothiocyanaat gevormd worden.

Volgens de productbeschrijving heeft het gewas tijdens de groeifase een lokkend en dodend effect op een aantal wortelknobbelaaltjes en cysteaaltjes. De zwaardherik variëteit Trio heeft resistentie tegen bietencysteaaltjes, *M. chitwoodi* en *M. hapla* (de Vries, Joordens zaden, persoonlijke mededeling).

Op dit moment zijn er over de effecten op aaltjes echter geen Nederlandse onafhankelijke onderzoeksgegevens beschikbaar.

### 10.2.14 Bengaalse hennep

Bengaalse hennep is een vlinderbloemachtige plant die in de tropen en subtropen vaak gebruikt wordt om wortelknobbelaaltjes te bestrijden. Naast Bengaalse hennep zijn er ook andere soorten *Crotalaria* die in de genoemde regio's o.a. als groenbemesters geteeld worden.

Uit een recente deskstudie van PPO-AGV blijkt dat er veel onderzoek is gedaan naar de effecten van Bengaalse hennep op wortelknobbelaaltjes. Juvenielen van wortelknobbelaaltjes, en andere sedentaire aaltjes, infecteren vaak het wortelstelsel van desbetreffende planten, maar ontwikkelen zich vervolgens niet tot volwassenen. Dit leidde vaak tot een directe afname van aaltjes die sterker was dan de afname bij een zwarte braak (Thoden en Korthals 2011). Daarnaast werd gevonden dat dit soort onderzoek tot nu toe alleen met tropische soorten van wortelknobbelaaltjes is uitgevoerd zoals *Meloidogyne incognita*, *M. arenaria* of *M. javanica*, en dat er geen systematisch onderzoek naar de effecten van Bengaalse hennep op het Noordelijk wortelknobbelaaltje (*M. hapla*) of het maïswortelknobbelaaltje (*M. chitwoodi*) is uitgevoerd.

Uit de voorgaand genoemde deskstudie blijkt dat er tot nu toe geen proeven te vinden zijn waarin Bengaalse hennep onder het Midden-Europees klimaat geteeld is. Qua temperatuur zal dit wel mogelijk zijn omdat er een gemiddelde temperatuur van 8,4 graden Celsius nodig is om dit gewas te kunnen laten groeien.

Bengaalse hennep heeft echter een bijzondere bodembacterie nodig om rhizobien te kunnen vormen. De desbetreffende bacterie is, zo ver bekend, niet in de Nederlandse bodem te vinden, maar kan eventueel in de vorm van een zaadcoating toegevoegd worden.



Volgens een studie van Wang (2002) heeft *Crotalaria* een nematicide werking tegen specifiek benoemde soorten van geslachten die ook in Nederland aanwezig zijn, zoals *Meloidogyne*, *Rotylenchulus* (verwant aan *Rotylenchus*) en *Heterodera*. Anderzijds is *Crotalaria* gevoelig voor *Pratylenchus* spp.

Omdat de nematicide werking van *Crotalaria* soorten vermoedelijk met een soort plantenhoudstof (pyrrolizidine alkaloiden, PA) te maken heeft, zal ook de mogelijkheid bestaan om andere planten, die dezelfde stof bevatten, voor de bestrijding van wortelknobbelaaltjes in te zetten. Dit kan verschillende voordelen opleveren. Zo zijn diverse PA-bevattende planten bekend die qua oorsprong uit Midden Europa komen (o.a. *Senecio* of *Ageratum*). Deze zullen qua klimaat en bodem makkelijker ingezet kunnen worden als *Crotalaria* soorten (Thoden en Korthals 2011).

## 11 EFFECTEN OP BODEMZIEKTEN

### 11.1 Algemeen

Naast de waardplantstatus van groenbemesters voor diverse aaltjessoorten kunnen deze ook waardplant zijn van verschillende schimmels, insecten en andere plagen (o.a. slakken, muizen). Wanneer de verkeerde groenbemester wordt geteeld kunnen er (extra) ziekteproblemen optreden in het volggewas.

Zo kunnen op zwaardere gronden slakken een probleem vormen. In verschillende groenbemesters kunnen slakkenpopulaties zich vermeerderen, waardoor het slakkenprobleem sterk kan toenemen.

Ook kan de groenbemester zelf worden aangetast door bepaalde ziekten en plagen die vanuit de voorvrucht (gewasresten) worden overgedragen. Zo kan een vlinderbloemige groenbemester in een erwtenstoppel ernstig worden aangetast door de bladrandkever. De kruisbloemigen gele mosterd en bladkool zijn erg gevoelig voor knolvoet, zodat ze beter niet geteeld kunnen worden in een bouwplan met koolsoorten (Timmer et al 2004).

Daarnaast zijn diverse gewassen een waardplant voor *Sclerotinia* (*Sclerotinia sclerotiorum*). Dit geldt bij de groenbemesters o.a. voor klavers, bladrammenas, gele mosterd en bladkool. Bij rode klaver is *Sclerotinia* een belangrijke ziekteveroorzaker. Ook bladrammenas en gele mosterd kunnen *Sclerotinia* vermeerderen. Grasgroenbemesters worden niet aangetast door *Sclerotinia* (Wander et al 2011).

### 11.2 Opmerkingen per groenbemester

#### 11.2.1 Rietzwenkgras, Italiaans en Engels raigras

Grasgroenbemesters kunnen in een bouwplan met veel granen het optreden van voetziekten bevorderen. Wintergranen zijn gevoeliger voor voetziekten dan zomergranen.

Een aantal grassoorten is ook gevoelig voor tarwehalmdoder (*Gaeumannomyces graminis*).

Deze schimmel blijft niet lang (ongeveer een jaar) over in de grond. Wanneer een aantal jaren waardplanten worden geteeld kan een tarwegewas plotseling flinke schade oplopen door tarwehalmdoder. Het opnemen van grassen in het bouwplan kan een brug gaan vormen tussen twee graangewassen.

Daarnaast geeft het zaaien van tarwe direct na het onderploegen van een grasgroenbemester een verhoogde kans op fritvliegenschade (Timmer et al 2004).

Wanneer gras als zomerbraak of onder dekvrucht wordt geteeld kan de kniptor (*Agriotus liniatus*) zijn eieren afzetten in de groenbemester. De larven kunnen als ritnaalden problemen geven in de volgvrucht aardappels, bieten of maïs. Problemen bij een volggewas komen voornamelijk voor na het scheuren van een oudere zode (Timmer et al 2004).

#### 11.2.2 Winterrogge, Japanse haver

Voor de graanachtige groenbemesters winterrogge en Japanse haver gelden ten aanzien van bodemziekten of -plagen dezelfde opmerkingen als bij grasgroenbemesters.

#### 11.2.3 Tagetes

Kiemplanten van *Tagetes* kunnen aangetast worden door *Pythium*; na een *Tagetes* teelt is er meer schade door *Pythium* in o.a. gevoelige bolgewassen geconstateerd.

In een dicht gewas *Tagetes minuta* kan ook *Sclerotinia sclerotiorum* voorkomen hetgeen consequenties zou kunnen hebben voor volgteelten die ook door deze schimmel aangetast worden (o.a. witlof). Over het effect van een Tagetes-gewas op verschillende ziekten in volgteelten is echter nog weinig bekend (Timmer et al 2004).

#### 11.2.4 Raketblad

Raketblad is als Solanum-soort een waardplant voor de quarantaineziekte bruinrot. Het gewas is daarom opgenomen in de wettelijke regelgeving (regeling bruin- en ringrot). In de verbodsgebieden voor beregening mag ook dit gewas niet beregend worden en op bruinrot besmette percelen mag het niet geteeld worden.

Raketblad kan aangetast worden door *Phytophthora infestans*. Potentieel kan deze aantasting van raketblad gevolgen hebben voor de ontwikkeling van een (late) epidemie van Phytophthora. Gevormde oösporen kunnen bovendien fungeren als inoculum voor een aardappelgewas in een volgend teeltseizoen. Voorlopig is het advies om raketblad vóór 1 september onder te werken om de vorming van oösporen in het najaar zoveel mogelijk te voorkomen (Hartsema et al 2005).

Ten aanzien van Rhizoctonia, Verticillium, wratziekte en virusziekten zijn er nog weinig kwantitatieve gegevens bekend.

#### 11.2.5 Klavers

Witte klaver is een waardplant voor de schimmel *Verticillium dahliae*. Aardappelen en aardbei zijn gevoelig voor deze schimmelziekte en het is dan ook beter witte klaver niet als voorvrucht van deze gewassen te telen (Hoek 2011). Ook andere soorten als rode klaver en Perzische klaver zijn waardplant hiervoor.

Het belangrijkste insectenprobleem vormt de bladrandkever (*Silvonia liniatus*); naast bladvraat door de volwassen insecten vreten de larven aan de stikstofknolletjes van de wortels.

Ook in klavers kunnen zeer hoge dichtheden naaktslakken (*Deroceras reticulatum*) worden opgebouwd. Dit leidt tot problemen in de volgteelt maar kan ook schade veroorzaken in belendende percelen (Timmer et al 2004).

#### 11.2.6 Bladrammenas

Bladrammenas is een van de weinige kruisbloemigen die niet vatbaar is voor knolvoet. Het gewas kan daarom zonder knolvoetproblemen worden geteeld in een bouwplan met koolsoorten. Bladrammenas is ook ongevoelig voor Pythium en voor *Rhizoctonia solani*. In een bouwplan waarin problemen met Rhizoctonia optreden in bijvoorbeeld suikerbiet, peen of schorseneren kunnen deze gewassen daarom beter door bladrammenas worden voorafgegaan (Timmer et al 2004).

Bladrammenas is wel een waardplant voor Sclerotinia.

#### 11.2.7 Gele mosterd

Gele mosterd is sterk vatbaar voor knolvoet (*Plasmodiophora brassicae*). Aangezien deze schimmelziekte in de grond kan overblijven, kunnen er problemen ontstaan in gevoelige cultuurgewassen. Gele mosterd is dan ook niet geschikt in een bouwplan met koolsoorten. Gele mosterd is net als bladrammenas ongevoelig voor Pythium. Het gewas is wel een waardplant voor Sclerotinia.

### 11.2.8 Bladkool

Net als gele mosterd is bladkool zeer vatbaar voor knolvoet. Het gewas zelf ondervindt vaak weinig schade van een knolvoetaantasting, maar bij volggewassen die vatbaar zijn voor knolvoet kan dit tot problemen leiden. Net als bladrammenas en gele mosterd is bladkool een waardplant van *Sclerotinia*.

### 11.2.9 Biofumigatie blends

Het Caliënte mosterdmengsel bevat zowel een variëteit sarepta mosterd als gele mosterd. Ten aanzien van bodemziekten gelden de aandachtspunten van mosterdvariëteiten in het algemeen. Dit betekent met name de waardplantstatus voor knolvoet en *Sclerotinia*. Ook blijkt sarepta mosterd (*Brassica juncea*) een goede waardplant voor *Fusarium avenaceum* (Wurff et al 2010)

Het PPO-AGV heeft vanaf 2006 onderzoek opgestart naar de effecten van biofumigatiegewassen. Uit onderzoek op locatie Vredepeel bleek dat biofumigatie met Caliënte mosterd geen effect had op de aaltjesbesmetting en de gewasopbrengsten. Bij één van de twee toepassingen was er wel een onderdrukkend effect op *Verticillium dahliae* (Korthals et al 2010)

Er zijn waarschijnlijk verschillen binnen de rassen die in de biofumigatie blends gebruikt worden. De praktijk is niet erg alert op deze verschillen. Binnen het officiële onderzoek kan hier meer aandacht aan gegeven worden (Hellendoorn, Vandijke Semo bv, persoonlijke mededeling).

### 11.2.10 Zwaardherik

Zwaardherik is als plant familie van de cruciferen en van de slasoort rucola. Vanwege de relatie met cruciferen is zwaardherik waarschijnlijk een goede waardplant voor knolvoet en *Sclerotinia*. Op dit moment zijn er echter over de effecten op bodemziekten geen Nederlandse onafhankelijke onderzoeksgegevens beschikbaar.

### 11.2.11 Bengaalse hennep

Bengaalse hennep (*Crotalaria juncea*) behoort tot de vlinderbloemigen. Er zijn dit moment geen Nederlandse of Noord Europese gegevens beschikbaar over de waardplantstatus van het gewas voor bodemziekten.

### 11.2.12 Kruisbloemigen

In een laboratoriumonderzoek werd door Charron en Sams (1999) nagegaan wat het effect is van een aantal kruisbloemigen op *Pythium ultimum* en *Rhizoctonia solani*. Daartoe werd het jongvolgroeide blad van broccoli, Chinese kool en 2 rassen *Brassica juncea* (Indische mosterd en 'Florida Broadleaf' mosterd), vermalen en toegediend aan een petrischaal met *Pythium* of met *Rhizoctonia*. Bij de Indische mosterd groeide de *Pythium* in het geheel niet en werd de groei van de *Rhizoctonia* sterk geremd. Het effect van het andere ras was veel minder en wat betreft *Rhizoctonia* even beperkt als de overige soorten en wat betreft *Pythium* iets beter dan de overige soorten. De aanwezige isothiocyanaaten bestonden vooral uit allyl-isothiocyanaat.

## **12 AANBEVELINGEN VOOR VERVOLGONDERZOEK**

### **12.1 Algemeen**

Het is onvoldoende bekend wat het effect is van de zaaizaadhoeveelheid op de ontwikkeling en onkruidonderdrukking, de bloei, de beworteling en op nematoden als doelorganisme.

### **12.2 Bemesting en nalevering van mineralen**

De N-startgift en N-nalevering van Japanse haver, Caliënte mosterd en zwaardherik is in Nederland niet officieel vastgesteld. Ook gegevens van Bengaalse hennep en rietzwenkgras ontbreken.

Ook over het opbrengstverhogend effect van een startgift fosfaat is onvoldoende bekend.

De mate van ontwikkeling van een groenbemester voor het inschatten van de N-nalevering is niet duidelijk omschreven of gestandaardiseerd. Hierdoor kan niet goed worden ingeschat hoeveel mineralen mee worden gerekend voor de volgteelt. Een verbeterde meetmatrix kan duidelijkheid scheppen.

Binnen het onderzoek wordt vaak 1 ras als referentie genomen, terwijl er indicaties zijn dat binnen de rassen van Japanse haver, biofumigatie blends en raketblad veel verschillen zijn.

Voor biofumigatie blends, zwaardherik en Japanse haver ontbreken de gegevens over de bovengrondse N-opname en de C/N verhouding.

Omdat het effect van groenbemesting vaak afhankelijk is van de interactie tussen wortelstelsel en de bodem, dient hier nader onderzoek naar te gebeuren. Bij welke concentratie voedingsstoffen is de interactie tussen wortels en bodem ideaal voor het doel wat nagestreefd wordt. In voorkomende gevallen kan het dan zinvol zijn om suboptimaal te bemesten.

Het is nuttig om na te gaan of een lichte deficiëntie in stikstof (geldt ook voor fosfaat) leidt tot betere binding van in de bodem aanwezig stikstof. Planten die enigszins tekort aan deze nutriënten hebben, zullen beter foerageergedrag tonen, met meer wortellengte per volume bodem, en daardoor meer stikstof onderscheppen.

Het is voor veel groenbemesters niet bekend of een fosfaatbemesting bij een normale fosfaattoestand van de bodem nut heeft; er zijn wel aanwijzingen dat dit soms het geval is. Vermoedelijk hangt dit sterk af van de fosfaatgift van het voorafgaande hoofdgewas.

### **12.3 Organische stof levering**

Van rietzwenkgras, Japanse haver, Perzische klaver, Alexandrijnse klaver, biofumigatie blends en zwaardherik zijn de organische stof en effectieve organische stof aanvoer niet bekend. Het is onvoldoende bekend hoe groot het effect is van het bloeitijdstip van bladrammenas op de productie organische stof en op de beworteling.

### **12.4 Aaltjes**

Onderzocht kan worden of en op welke moment Japanse haver afgeklepeld dient te worden en welke invloed dit moment heeft op de ontwikkeling van chitwoodi aaltjes.

Onafhankelijk onderzoek naar het effect van glucosinolaten uit kruisbloemigen op doding van diverse soorten nematoden.

Wat betreft nematoden is er voor veel groenbemesters nog veel onbekend. In een nieuw project van PPO krijgen een aantal groenbemesters aandacht. Daarom is het niet opportuun om nu nieuw onderzoek aan te bevelen.

### 13 OVERZICHT WITTE VLEKKEN

Hieronder volgt een overzicht van witte vlekken die niet in hoofdstuk 12 benoemd zijn als aanbevolen voor onderzoek.

- Zaaitijd Alexandrijnse klaver, rietzwenkgras, Japanse haver, biofumigatie blends, zwaardherik en Bengaalse hennep.
- Zaaizaadhoeveelheid biofumigatie blends, zwaardherik.
- Zaaidiepte Alexandrijnse klaver, Bengaalse hennep.
- Optimale stikstofgift rode, witte, Perzische, Alexandrijnse klaver, rietzwenkgras, Bengaalse hennep, Japanse haver.
- Inzaai onder dekvrucht Bengaalse hennep.
- Winterhardheid Japanse haver.
- Beworteling zwaardherik.
- Winterhardheid zwaardherik.
- Effect op bodembiota van rietzwenkgras, Engels raaigras, Italiaans raaigras, winterrogge.
- Effect op bodembiota van Tagetes, zwaardherik, Bengaalse hennep; alleen nematoden is bekend.
- Van de meeste groenbemesters is onvoldoende bekend welke vermeerdering ze geven van diverse nematoden.
- Voor diverse groenbemesters is het onvoldoende bekend wat het effect is van de zaaidatum en ras op de effectiviteit wat betreft vermindering van nematoden waarop er effect is.
- Van de meeste groenbemesters is onvoldoende bekend wat het effect is op diverse bodemziekten, bijv.:
  - Tagetes;
  - Raketblad: effect op Rhizoctonia, Verticillium, wratziekte, virusziekten;
  - Biofumigatie blends: effect samenstelling wat betreft rassen;
  - Zwaardherik: effect op knolvoet en Sclerotinia;
  - Bengaalse hennep;
- Een suboptimale stikstofbemesting kan gunstig zijn om de beworteling te stimuleren. In kader van de mestwetgeving is het ook handig om aan een groenbemester weinig stikstof te geven. Mogelijk dat een bemesting met kali, magnesium of zwavel bij een suboptimaal stikstofniveau een positief effect heeft.
- Een ureumbemesting geeft een gewas meer wortels dan een nitraatbemesting. Voor een nematodenbestrijdend effect van groenbemesters kan hiermee mogelijk gestimuleerd worden.
- Naast biofumigatie blends wordt vooral in de biologische landbouw met mengsels van soorten groenbemesters gewerkt. Het is onvoldoende bekend wat de functionele mogelijkheden zijn en wat het effect is op productie organische stof en beworteling.

## 14 LITERATUUR

- Aanbevelende rassenlijst Akkerbouw 2009 – 2011;
- Actieplan Aaltjes. Aaltjesmanagement in de akkerbouw, 2010;
- Amer J., Soc. Hort. Sci. 124 (5), p. 462-467;
- Anoniem, 2011. 86<sup>e</sup> jaargang Rassenlijst 2011; akkerbouw. CSAR, 86 pp;
- Been, T. (2011).  
Groenbemester velt Chitwoodi. Boerderij nr. 37 (2011), p. 38;
- Beers, T. van (2008).  
Aaltjes en groenbemesters. Publicatie op [www.kennisakker.nl](http://www.kennisakker.nl), versie juli 2008;
- 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.  
Ondernemen met biodiversiteit, Wageningen 2003;
- Burgt, G.J. van der, Bart Timmermans, Sjef Staps, Wiepie Haagsma.  
LBI Minder en Anders Bemesten 2010. Resultaten van een vierjarig project over innovatieve bemesting;
- Bussink, D.W. , L. van Schöll, H. van der Draai, W.H. van Riemsdijk (2008).  
Beter waterbeheer en -kwaliteitsmanagement begint op de akker. Rapport nr. 1150;
- Charron, C.S., C.E. Sams, 1999.  
Inhibition of *Phytophthora ultimum* and *Rhizoctonia solani* leaves of *Brassica* species;
- Chitwood, D.J., 2002.  
Phytochemical based strategies for nematode control. Annual review of phytopathology, vol:40 (1), p 221-249;
- Coopman, Frankie (2010).  
Groenbedekkers; n-opname en nalevering. Publicatie presentatie op [www.povtl.be](http://www.povtl.be);
- Darwinkel, A. (2003).  
Teelthandleiding Winterrogge;
- Dees, R., P. Vreeburg, J. van Doorn (2011).  
Waardplanten van stengelaaltjes. Veldonderzoek naar de waardplantstatus van akkerbouwgewassen, groenbemesters, vaste planten, voorjaarsbloemen en zomerbloemen voor *Ditylechus dipsaci* rassen uit bloembollen. PPO Projectrapport nr. 3234053900;
- Deru, J., N. van Eeckeren, J. de Wit, H. de Boer.  
Effect van grassoort en N-bemestingsniveau op productie, beworteling en N-mineraal in de herfst. LBI juni 2011, 29 pp;



- Dijk van, et al. Onderbouwing N gebruiksnormen in de akker - en tuinbouw PPO 2005;
- Geel, W.C.A. en Verstegen H.A. G. (2007).  
Wintergerst als groenbemester en stikstofvanggewas;
- Geel, W.C.A., P.H.M. Dekker, W.J.M. de Groot, J.J.H. van den Akker, H.W.G. Froot.  
Structuurherstellen vermogen van groenbemesters. Verslag veldproeven in 2005-2006 te Lelystad en Kollumerwaard. PPO-projectrapport nr. 510492.
- Hallmann, J., J. Keßler, R. Grosch, M. Schlathöller, F. Rau, W. Schütze, M. Daub (2010).  
Biofumigation als Pflanzenschutzverfahren: Chancen und Grenzen. Beiträge des Fachgespräches vom 5.Mai 2010 in Bonn-Roleber. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut 155;
- Hartsema, O., H. van der Mheen, W. van den Berg, W. van Gastel, L. Molendijk, H. Hoek (2005).  
Raketblad (*solanum sisymbriifolium*) Teeltaspecten en sanerende werking op aardappelcysteaaaltjes (*Globodera sp.*) 2001-2004. PPO Projectrapport nr. 5233343;
- Heeres, E. (2002).  
Vlugschriften Louis Bolk Instituut - Hoe diep wortelt gras(klaver)land?Nr. 113. 78
- Hilhorst, G.J., (ASG) J. Verloop (PRI)  
Januari 2009. Opbrengst vanggewas na maïs;
- Hoek, H. (2011).  
Aaltjes en groenbemesters. Publicatie op [www.kennisakker.nl](http://www.kennisakker.nl), versie augustus 2011;
- Hoek, H. en G. Korthals (2009).  
Afrikaantje bestrijdt wortellesieaaltje best. Boerderij nr. 47 (2009), editie akkerbouw, p. E22-E23
- Hoek, H., J. Paauw (2009).  
Perspectieven van verschillende gewassen als stikstofvanggewas ná de oogst van maïs. Projectnr. 3250143300;
- Hoek, H., L.P.G. Molendijk (2010).  
Beheersing trichodoriden. Eindrapport van onderzoek naar beheersing van het aaltje *P. pachydermus* in Valthermond vanaf 2006 tot en met 2009. Projectnr. 3250051600;
- <http://www.aaltjesschema.nl>;
- <http://www.top-seeds.com>;
- I.K. Landwirtschaftskammer Österreich (jaartal onbekend).  
Begrünung;
- Inagro, Landbouw en Visserij,.Gids demoveldbezoeken najaar 2011 Groenbedekkers,  
een brongerichte maatregel;
- Korthals, G., M. de Boer, J. Visser, L. Molendijk (2010).  
Bodemgezondheid binnen bedrijfssystemen. Gewasbescherming, jaargang 41, nr. 6, p. 281-284;
- Kruidhof, H.M., L. Bastiaans, M.L. Kropff, 2008.

- Ecological weed management by cover cropping: effects on weed growth in autumn and weed establishment in spring. *Weed Research* 48, p. 492–502;
- Lamers, J. en G. Korthals (2011).  
Biofumigatie bestrijdt niet alle belagers; *Groente & Fruit Actueel*, 2, p. 13;
- Os, G. van, J. van der Bent (2010).  
Bodemweerbaarheid in duurzame en gangbare bollenteelt PPO nr. 3234097002;
- Pronk, A. en R. Groeneveld.  
Groene grondbedekking in de biologische boomkwekerij, 2010 Wageningen;
- Raaijmaker, E.E.M. (2009).  
Waardplantrelaties geel bietencysteeltje voor groenbemesters. Projectnr. 08-10-04.01;
- Rosolem C.A., J.S.S. Foloni, C.A. Tiritan.  
Root growth and nutrient accumulation in cover crops as affected by soil compaction. Brazil 2001;
- Rotar en Joy 1983.  
“Tropic Sun” *Crotalaria Juncea*, university of Hawaiï;
- Russchen, H.J., J. Wander, J.T. Malda, 2011.  
Benutting van fosfaat in landbouwgronden. Projectrapport DLV Plant, 61 pp;
- Schooten, H. van, B. Philipsen, J. Groten,  
Handboek Snijmaïs 2010 deel 19, Wageningen;
- Thoden, T., G. Korthals (2011).  
Effecten van *Crotalaria juncea* (Bengaalse hennep) op wortelknobbelaaltjes. Projectnr. 3250201100
- Timmer et al 2004, James A. Duke 1983.  
Handbook of Energy Crops;
- Timmer, R.D., G.W. Korthals en L.P.G. Molendijk (2003).  
Groenbemesters. Van teelttechniek tot ziekten en plagen. Brochure PPO-316;
- Timmer, R.D., G.W. Korthals en L.P.G. Molendijk (2004).  
Teelthandleiding groenbemesters. Publicatie op [www.kennisakker.nl](http://www.kennisakker.nl), versie mei 2004;
- Wander, J., H.J. Russchen, C. Eldering, J. van Hamont, R. Naber, J. Remijn, J. Rongen, A. van der Velde, H. Schepers, J. Lamers, 2011.  
Kennisinventarisatie Sclerotinia problematiek; Inventarisatie bestaande kennis m.b.t. Sclerotinia in het bouwplan. Projectrapport DLV Plant, 62 pp;
- Wang, K.-H., B. S. Sipes, D. P. Schmitt, 2002.  
*Crotalaria* as a cover crop for nematode management: A review. *Nematropica* 32, p. 35-57;
- Wijnands, F.G., J. Holwerda (2003).  
Op weg naar goede biologische praktijk – resultaten en ervaringen uit BIOM PPO 317;

Willemse, J. (2010)

Kennisakker: Inzaai rietzwenk als groenbemester.

Zeeland, M. van, J. Paauw, R.D. Timmer (2009).

Literatuurstudie 'Teelt van groenbemesters in combinatie met niet-kerende  
grondbewerking' PPO nr. 3250134408;

# BIJLAGE 1 Effecten herfstbraak diverse groenbemers

Versie: 03.047		Aaltjesschema 2011																		
		Cysteaaltjes			Wortelknobbelaaltjes				Wortelsteelaaltjes		Stengelaaltjes		Vrijlevende wortelaaltjes			Virusen				
		<i>Heterodera schachtli</i>	<i>Heterodera betae</i>	<i>Heterodera avenae</i>	<i>Heterodera trifolii</i> sp. <i>trifolium</i>	<i>Meloidogyne hapla</i>	<i>Meloidogyne naasi</i>	<i>Meloidogyne chitwoodi</i>	<i>Meloidogyne fallax</i>	<i>Pratylenchus penetrans</i>	<i>Pratylenchus crenatus</i>	<i>Ditylenchus dipsaci</i>	<i>Ditylenchus destructor</i>	<i>Tylenchorhynchus dubius</i>	<i>Rotylenchus uniformis</i>	<i>Trichodorus primitivus</i>	<i>Trichodorus similis</i>	<i>Paratrichodorus pachydermus</i>	<i>Paratrichodorus teres</i>	<i>Tabakskraalvirus</i>
		ZD ZAK	ZD	ZD ZAK	ZD ZAK	ZD	ZD ZAK	ZD	ZD	ZD ZAK	ZD ZAK	ZD ZAK	ZD ZAK	Z	Z	ZD ZAK	ZD ZAK	ZD ZAK	ZD ZAK	ZD ZAK
Engels raaigras onder dekvruucht		-	-	•••	-	-	•••	•	•••	•••	•••	•	-	•••	••	•••	•••	•••	•••	•••
Italiaans raaigras onder dekvruucht		-	-	•••	-	-	•••	•	•••	•••	•••	•	-	•••	••	•••	•••	•••	•••	•••
Perzische klaver onder dekvruucht		?	•••	?	?	•••	?	?	•••	•••	•••	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Rode klaver onder dekvruucht		-	?	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Witte klaver onder dekvruucht		-	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Bladkool in late stoppel		•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Bladrammenas in late stoppel		•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Gele Mosterd in late stoppel		•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Rogge in late stoppel		•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Westervoldis raaigras in late stoppel		?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

Legenda Vermeerdering	
?	volledig onbekend
-	actieve afname
•	natuurlijke afname
••	weinig
•••	matig
••••	sterk
R	rasafhankelijk
S	erotype afhankelijk
? i	? enige informatie

Legenda Schade	
•	Onbekend
••	geen
•••	weinig
••••	matig
•••••	sterk

Legenda Grondsoorten	
D	Dalgrond
K	Klei
Z	Zand
ZA	Zavel

**BIJLAGE 2 Effecten zomerbraak diverse groenbemesters**

Aaltjesschema 2011																									
Versie: 03.047	Cysteaaltjes			Wortelknobbelaaltjes			Wortelzieaaltjes		Stengelaaftjes			Vrijlevende wortelaaltjes						Virussen							
	<i>Globodera rostochensis / G. pallida</i>	<i>Heterodera schachtii</i>	<i>Heterodera betae</i>	<i>Heterodera avenae</i>	<i>Heterodera trifolii f. sp. trifolium</i>	<i>Klavernysteaaltje</i>	<i>Meiodogone hapsa</i>	<i>Meiodogone nasti</i>	<i>Meiodogone chitwoodi</i>	<i>Meiodogone fallax</i>	<i>Bedreiglijk matswortelknobbelaaltje</i>	<i>Ratylenchus penans</i>	<i>Ratylenchus crenatus</i>	<i>Ditylenchus dipsaci</i>	<i>Ditylenchus destructor</i>	<i>Tylenchorhynchus dubius</i>	<i>Rotylenchus uniformis</i>		<i>Trichodorus primtivus</i>	<i>Trichodorus similis</i>	<i>Trichodorus similis</i>	<i>Paratrichodorus pachydermus</i>	<i>Paratrichodorus teres</i>	<i>Tabaksraateivirus</i>	
	ZDZAK	ZDZAK	ZD	ZDZAK	ZDZAK	ZDZAK	ZD	ZDZAK	ZD	ZD	Z	ZDZA	ZDZA	ZDZAK	ZDZAK	Z	Z	ZDZA	ZDZA	ZDZA	ZDZA	ZDZA	ZDZA	ZDZA	ZDZA
Alexandrijsse klaver op braak land																									
Bladrammenas op braak land																									
Engels raai gras op braak land																									
Facelia op braak land																									
Gierst parel- op braak land																									
Italiaans raai gras op braak land																									
Japanse haver																									
Klaver op braak land																									
Lupine op braak land																									
Perzische klaver op braak land																									
Raketblad op braak land																									
Rode klaver op braak land																									
Rogge op braak land																									
Soedangras op braak land																									
Tagetes op braak land																									
Voederwikkie op braak land																									
Witte klaver op braak land																									

Legenda Grondsoorten

D	Dalgrond
K	Klei
Z	Zand
ZA	Zavel

Legenda Schade

	Onbekend
	geen
	weinig
	matig
	sterk

Legenda Vermeerdering

?	volledig onbekend
-	actieve afname
-	natuurlijke afname
●	weinig
●●	matig
●●●	sterk
R	rasafhankelijk
S	serotype afhankelijk
? I.	? enige informatie