

Late inzaai van groenbemesters, en inzet van vanggewassen na veldboon

Burret Schurer
Willemijn Cuijpers
Marianne Hoogmoed



© 2022 Louis Bolk Instituut

Late inzaai van groenbemesters, en inzet van vanggewassen
na veldboon

Burret Schurer, Willemijn Cuijpers & Marianne Hoogmoed

Trefwoorden: bodembedekker, veldboon, groenbemester,
vanggewas, Veenkoloniën, stikstof, nitraat, uitspoeling, volg-
gewas

Publicatienummer: 2022-042-LbP

40 pagina's

Deze publicatie is beschikbaar via
www.louisbolk.nl/publicaties

www.louisbolk.nl

info@louisbolk.nl

T 0343 523 860

Kosterijland 3-5

3981 AJ Bunnik

 @LouisBolk

Louis Bolk Instituut: Onderzoek en advies ter bevordering van
duurzame landbouw, voeding en gezondheid



Inhoud

Voorwoord	4
Samenvatting	5
Summary	6
1 Inleiding	7
2 Vraagstelling en onderzoeksdoel	8
2.1 Bodembedekkers	8
2.2 Vanggewassen na zomerveldboon	8
3 Onderzoeksopzet	10
3.1 Bodembedekkers	11
3.2 Vanggewassen na zomerveldboon	12
4 Materiaal en methode	13
4.1 Bodembedekkers	13
4.2 Vanggewassen na zomerveldboon	14
5 Resultaten	18
5.1 Bodembedekkers	18
5.2 Vanggewassen na zomerveldboon	29
6 Conclusies	34
6.1 Bodembedekkers	34
6.2 Vanggewassen na zomerveldboon	34
6.3 Discussie en aanbevelingen	36
7 Referenties	37
Bijlage 1 Aaltjesschema bouwplan en groenbemesters	38

Voorwoord

Voor u ligt de eindrapportage van twee praktijkproeven die deel uitmaken van het project *Regeneratieve Landbouw Veenkoloniën*. In deze praktijkproeven hebben we gekeken naar de mogelijkheden en resultaten van het inzetten van groenbemesters bij een laat zaaimoment, en naar het effect van verschillende soorten groenbemesters als vanggewas na veldboon. Dit project is uitgevoerd in opdracht van Stichting Regeneratieve Landbouw Veenkoloniën en De Priorij Advies. De Stichting bestaat uit een groep van zeven enthousiaste akkerbouwers die de mogelijkheden van een regeneratief teeltsysteem onderzoeken op hun bedrijf. Penvoerder van het project is de Agrarische Natuurvereniging Oost Groningen. Het project is gefinancierd uit het Programma voor Plattelandsontwikkeling 2014-2020 (POP3). Dit programma wordt gefinancierd door het Europees Landbouwfonds voor Plattelandsontwikkeling (ELFPO). De groenbemesterproeven vonden plaats op het akkerbouwbedrijf van Siebo Leeuwerik in Wildervank. Bij deze willen we Siebo hartelijk bedanken voor de praktische uitvoering! De groep betrokken akkerbouwers was een goede sparringpartner bij de opzet en uitvoering van het onderzoek, en Wouter Zonneberg willen we bedanken als aanjager en ondersteuner van de groep. Tenslotte willen we Zwanet Herbert, Paul van Hulst en Sharon Groenwold bedanken voor hun hulp bij de uitvoering van het veld- en labwerk.

Samenvatting

Op een akkerbouwbedrijf in de Veenkoloniën zijn twee praktijkproeven uitgevoerd met de inzet van verschillende mengsels van groenbemesters. In de eerste proef is gekeken naar het effect van late zaai van bodembedekkers op zowel de bovengrondse biomassa ontwikkeling van de groenbemesters, als de ontwikkeling van de aaltjespopulatie gedurende de wintermaanden. Met name het geteste mengsel van winterharde soorten: Bladrogge en Italiaans raaigras, kwam er qua biomassa ontwikkeling gunstig uit. De aaltjespopulatie blijkt zich ook bij een slecht-ontwikkelde groenbemester toch nog sterk te kunnen vermeerderen. Met name *Meloidogyne chitwoodi/hapla* en *Pratylenchus neglectus* werden in deze proef vermeerderd door een mengsel met Japanse haver, Winterwikke en Alexandrijnse klaver. In de braak namen deze aaltjes af. Ook in het mengsel van Triticale, Japanse haver en Voedererwt nam *Pratylenchus neglectus* af.

In de tweede proef is gekeken naar de nalevering van stikstof uit gewasresten van veldboon, en het vermogen van vanggewassen om de stikstof over te dragen naar het volggewas. In de bovengrondse gewasresten van veldboon, was 70-80 kg N/ha aanwezig. In de groenbemester mengsels die direct na de oogst zijn gezaaid, was begin december bovengronds zo'n 80-90 kg N/ha aanwezig. In de groenbemesters die vorstgevoelig zijn, zoals Japanse haver, en in mindere mate bladrammenas, treden na het doodvriezen in de winter echter vervolgens ook weer stikstofverliezen op. Waarschijnlijk gaat daarmee tot aan het begin van de aardappelteelt eind april, een groot deel van de stikstof weer verloren. Een winterharde groenbemester zoals Bladrogge, heeft daarom na de teelt van veldboon de voorkeur, wanneer het aspect van stikstofoverdracht naar het volggewas op de voorgrond staat. Wanneer echter ook aaltjesproblematiek speelt op het perceel, moeten er mogelijk andere keuzes gemaakt worden.

Summary

Two field trials were carried out on an arable farm in the "Veenkoloniën" area of the Netherlands, aimed at the application of mixtures of green manures. In the first trial, the effect of the late sowing of green manures on both the above-ground biomass development of the cover crops, as well as the development of the nematode population during the winter months was followed. The tested mixture of winterhardy species: Cereal rye (*Secale cereale*) and Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum*) resulted in the highest biomass development. The nematode population showed a strong reproduction, despite the lack of development of the green manures. Especially *Meloidogyne chitwoodi/hapla* and *Pratylenchus neglectus* were propagated in the plots with a mixture of Bristle oat (*Avena strigosa*), Hairy vetch (*Vicia villosa*) and Egyptian clover (*Trifolium alexandrinum*). In the fallow plots a reduction of both nematodes was measured. Also in the mixture of Triticale, Winter pea (*Pisum sativum var. arvense*) and Bristle oat a reduction of *Pratylenchus neglectus* occurred.

In a second trial the nitrogen transfer from crop residues of Faba bean to catch crops and the following potato crop was investigated. The above-ground crop residues of Faba bean contained 70-80 kg N/ha, and the following green manures contained 80-90 kg N/ha in the above-ground plant parts, by the beginning of winter. The winterhardy catch crops were able to transfer this nitrogen to the following spring, but the frost sensitive crops, especially Bristle oat and to a lesser extent Fodder radish (*Raphanus sativus*), lost a large part of this nitrogen from the end of the winter period until spring. The preferred choice after Faba bean, is a winterhardy cover crop, which is well able to transfer nitrogen to the following crop. However, when there are specific pathogenic nematodes present in the soil, other choices may be necessary.

1 Inleiding

Een groep van zeven akkerbouwers uit het Westerwoldse deel van de Veenkoloniën komt sinds 2017 ongeveer vijf keer per jaar samen aan de keukentafel en in het veld, om met elkaar mogelijkheden te verkennen voor een regeneratief teeltsysteem. In 2020 heeft ANOG (penvoerder) mede namens stichting Regeneratieve Landbouw Veenkoloniën (RLV) een POP3 subsidie aangevraagd, waarmee de akkerbouwers hun ideeën en kennisvragen over regeneratieve landbouw verder kunnen onderzoeken. In mei 2021 werd deze aanvraag goedgekeurd. Het Louis Bolk Instituut is gevraagd om twee praktijkproeven uit te voeren. Beide proeven gaan over groenbemesters, ingezet als late bodembedekkers en als vanggewas na veldboon.

In de Veenkoloniën worden veel zetmeelaardappelen (vaak in een 1:2 rotatie) en suikerbieten (1:3 of 1:4) geteeld. Deze gewassen worden relatief laat geoogst, in oktober of zelfs begin november. Het groeiseizoen van een groenbemester is daardoor heel kort, zo snel mogelijk na de oogst moet deze worden ingezaaid, voordat het land onberijdbaar wordt en het te koud wordt voor de groenbemester om zich te ontwikkelen. Het onderdeel Bodembedekkers van deze proef is een herhaling van eenzelfde proef die in 2020 is uitgevoerd. Deze keer ligt de proef op een ander perceel, maar de groenbemester komt ook na een zetmeelaardappelteelt. De focus in dit onderdeel ligt op biomassaproductie, aaltjesvermeerdering en stikstofbinding door vlinderbloemigen.

De teelt van eiwitgewassen is relatief nieuw in de Veenkoloniën. De telers in de projectgroep zijn hierin geïnteresseerd als mogelijkheid om hun bouwplan te verruimen. Zomerveldboon is een interessant eiwitgewas, dat door middel van gewasresten stikstof kan leveren aan het volggewas. Om deze stikstof over te dragen naar het volggewas is een vanggewas nodig. De focus in dit onderdeel ligt op de vraag hoeveel stikstof er achterblijft in de gewasresten van zomerveldboon, hoe snel deze mineraliseert, en hoe de opname is bij de inzet van verschillende soorten groenbemesters in vergelijking met braak.

2 Vraagstelling en onderzoeksdoel

Deze studie bestaat uit twee onderdelen. Het eerste onderdeel 'Bodembedekkers' onderzoekt, en gaat verder door op eerder onderzoek naar, de effecten van bodembedekkers na een late teelt. Het tweede deel 'Vanggewassen na zomerveldboon' gaat in op de nalevering van stikstof door de (bovengrondse) gewasresten van zomerveldboon, en de effectiviteit van verschillende groenbemesters in het overdragen van de stikstof naar het volgende aardappel.

2.1 Bodembedekkers

De proef 'bodembedekkers' is een vervolg van de in 2020-2021 uitgevoerde gelijknamige proef in opdracht van het POP3 project Innovatie Biodiversiteit Veenkoloniën (Bodembedekking, 2021). Het doel van deze proef is om meer kennis te verkrijgen over de effecten van laat ingezaaide bodembedekkers (groenbemesters) op de bodem en volgteelt. Bij een late inzaai zijn de omstandigheden voor bijvoorbeeld biomassa productie minder optimaal, maar de omstandigheden voor aaltjesvermeerdering ook beperkt. Voor veel stikstofbindende gewassen geldt dat het vermogen om wortelknolletjes te vormen afneemt bij lage temperaturen.

Concreet proberen we de volgende vragen te beantwoorden:

- Hoeveel biomassa wordt er bij een late zaaidatum nog geproduceerd? Welke soorten uit de mengsels sterven af in de winter, en welke soorten groeien terug?
- Is er substantiële aaltjesvermeerdering (zowel pathogene als de overige vrijlevende aaltjes) tijdens de teelt van de groenbemester, in vergelijking met braak?
- Zijn de stikstofbindende plantensoorten in de groenbemester mengsels bij late inzaai nog in staat om wortelknolletjes te maken?

2.2 Vanggewassen na zomerveldboon

Veldboon is in Nederland al een oud gewas. In 1851 werd er in Nederland op 34.000 ha veldboon geteeld, met een gemiddelde opbrengst van 1.7 ton/ha. In 1960 was het areaal teruggelopen tot 1000 ha, maar lag de gemiddelde opbrengst rond de 4.0 ton/ha (CBS). De laatste jaren neemt het areaal snel toe, en in 2022 is er voor het eerst weer meer dan 2000 ha veldbonen in Nederland geteeld. Voor veel telers is veldboon echter nog een onbekend gewas. Van alle "nieuwe" eiwitgewassen, heeft het de meeste potentie qua opbrengst en eiwitgehalte. Door veredeling zijn er nu zowel zomer- als winterrassen op de markt, en zijn in een goed jaar opbrengsten van 6-8 ton/ha mogelijk. Telers in de RLV-projectgroep zijn geïnteresseerd in deze gewassen als mogelijkheid om hun bouwplan te verruimen met een stikstofbindend en bodemverzorgend gewas. De RLV-projectgroep heeft verschillende vragen rondom stikstofnalevering bij de teelt van veldbonen:

- Hoeveel stikstof blijft er achter in de gewasresten van de zomerveldbonen en hoe snel komt deze stikstof weer vrij?
- Welke vanggewassen zijn het effectiefst in het opnemen van zo veel mogelijk stikstof om verlies van de vrijkomende stikstof tegen te gaan?

3 Onderzoeksopzet

Het project is uitgevoerd in het najaar van 2021 tot voorjaar 2022 op een akkerbouwbedrijf in Wildervank, Groningen. Het bedrijf heeft een karakteristiek Veenkoloniaal bouwplan met 1:2 zetmeelaardappel, 1:4 suikerbieten, aangevuld met graan, brouwgerst en hennep. De teler is actief bezig met de bodem op zijn bedrijf. Er wordt al zo'n 20 jaar niet-kerende groundbewerking toegepast. Er wordt gewoeld en de ambitie is om ondieper te gaan woe- len (20 cm). Op een aantal percelen heeft de teler na een Bladrammenas groenbemester een verhoging van aaltjesschade door het wortellesieaaltje *Pratylenchus penetrans* gecon- stateerd en is op zoek naar alternatieve groenbemesters. Met Winterrogge als overwinte- rende groenbemester heeft hij de ervaring dat in droge voorjaren de Winterrogge te veel vocht opneemt, waardoor er te weinig vocht overblijft voor een goede start van het volg- gewas. Het niet-kerend inwerken van overwinterende groenbemesters is vooral voor de bie- tenteelt uitdagend. Hier is het van belang dat de kiemplantjes niet in hun groei belemmerd worden door gewasresten. Figuur 3-1 hieronder geeft de ligging van de twee proeven weer.



Figuur 3-1 Ligging van de twee proeven

3.1 Bodembedekkers



Figuur 3-2 Indeling proef bodembedekkers, met drie groenbemesters en een braak ter referentie.

De bodembedekkersproef is in brede stroken gezaaid op 7-10-2021. Omdat in het perceel geen braakstrook is vrijgehouden zijn de braakstrookmetingen in het aangrenzende perceel uitgevoerd, waar sinds 2017 dezelfde gewasrotatie is aangehouden (zie Tabel 3-1). In de tabel staan de groenbemesters aangegeven vanaf 2018. In 2018 is er Japanse haver na de Hennep gezaaid, om de besmetting met het wortellesie-aaltje *Pratylenchus penetrans* terug te dringen. In 2020 is er na de gerst het Warm Season mengsel van DSV Terralife ingezaaid, met Alexandrijnse klaver, Saffloer, Niger, Zomerwikke, Sorghum en Ethiopische mosterd.

Tabel 3-1 Gewasrotatie (hoofdgewassen en groenbemesters vanaf 2018) voorafgaand aan de proef met late inzaai van groenbemesters.

	subplot 1-3	subplot 4	vanggewas plot
2021	Aardappelen	Aardappelen	Veldboon
	GB 20-21 DSV TerraLife® WarmSeason	DSV TerraLife® WarmSeason	DSV TerraLife® WarmSeason
2020	Gerst	Gerst	Gerst
2019	Aardappelen	Aardappelen	Aardappelen
	GB 18-19 Japanse haver	Japanse haver	Japanse haver
2018	Hennep	Hennep	Hennep
2017	Aardappelen	Aardappelen	Aardappelen
2016	Gerst	Bieten	Bieten
2015	Aardappelen	Aardappelen	Aardappelen
2014	Gerst	Gerst	Gerst
2013	Aardappelen	Aardappelen	Aardappelen
2012	Aardappelen	Aardappelen	Aardappelen

3.2 Vanggewassen na zomerveldboon



Figuur 3-3 Indeling proef zomerveldbonen en vanggewassen, met drie groenbemesters en een braak ter referentie

De zomerveldbonen (LG Cartouche) zijn begin mei gezaaid. Ze zijn gezaaid met een precisiezaaimachine op een rijafstand van 50 cm en een afstand van 4 à 5 cm in de rij. Voorafgaand aan de veldbonenoogst, zijn op 3 september gewasmonsters genomen om de stikstofinhoud van het gewas te bepalen. De zomerveldboon is geoogst op 5 september, met een opbrengst van 5 t/ha.

Op 15 september zijn 4 groenbemesters ingezaaid op het zomerveldboon perceel: Bladrammenas, Japanse haver, en Easy Green Winter (een mengsel op basis van 75% rogge en 25% Italiaans raaigras). Op 24 september zijn stikstofmonsters in het perceel genomen op 0-30 en 30-60 cm. In elke groenbemester zijn 3 subplots van 20 meter lengte uitgezet, waarin om de 3-4 weken op N-mineraal bemonsterd zal worden.

4 Materiaal en methode

4.1 Bodembedekkers

In de bodembedekker proef zijn drie groenbemester combinaties gebruikt en een braakstrook ter referentie: Feed Cover, Easy Green Winter en Meteil (Figuur 4-1). In de vorige rapportage Bodembedekkers (Hoogmoed en Schurer, 2021) zijn deze mengsels al uitgebreider beschreven. De groenbemesters zijn ingezaaid op 7 oktober 2021.

Feed Cover

50% Japanse haver
25% Alexandrijnse klaver
25% Winterwikke



Easy Green Winter

74% Bladrogge
26% Italiaans raaigras



Meteil

65% Triticale
20% Voedererwt
15% Japanse haver



Figuur 4-1 Samenstelling van de uitgeteste groenbemestermengsels in het onderdeel Bodembedekkers. NB: plaatjes voor algemeen beeld, niet uit deze proef

Hieronder staat een korte omschrijving van de gebruikte meetmethoden in de bodembedekker proef.

Aaltjesmetingen

Een week na het inzaaien van de bodembedekkers zijn de eerste aaltjesmonsters genomen (14-10-2021). De monsters zijn in vier herhalingen genomen in plots van 3x3 meter. Elk monster bestaat uit 30 stekes met een smalle guts (13 mm) uit de 0-20 cm bodemlaag. De monsters zijn geanalyseerd op vrijlevende alen door HLB. De positie van de plots is met behulp van GPS vastgelegd. Hierdoor konden de plotjes weer worden teruggevonden na het inwerken van de groenbemesters, op het tweede meetmoment (25-4-2022).

Bovengrondse biomassa

Op twee meetmomenten zijn er bovengrondse biomassa monsters genomen. Dit is gedaan om iets over de kwantiteit en kwaliteit van de groenbemesters te kunnen zeggen. Het eerste meetmoment was voor de eerste vorst op 6-12-2021 en het tweede op 28-2-2022, voordat er geklepeld ging worden. Bij het eerste meetmoment is een frame met een oppervlakte van 1 x 1 meter gebruikt. Vanwege de grote hoeveelheden biomassa die dit opleverde zijn bij het tweede meetmoment monsters genomen met een oppervlakte van 0,5 x 0,5 meter, waarna de uitkomsten zijn omgerekend. In elke groenbemesterstrook is driemaal een monster geno-

men. Per groenbemester mengsel is de biomassa verdeling van de verschillende plantensoorten in het mengsel bepaald. De monsters zijn opgestuurd naar Eurofins voor een droge stof en C-totaal bepaling. Met behulp van een profielkuil is de bewortelingsdiepte van de groenbemesters vastgesteld (Figuur 4-2).



Figuur 4-2: Visuele beoordeling van bewortelingsdiepte door middel van profielkuil.

Temperatuursensoren

Per groenbemester zijn er op 2 plekken temperatuursensoren ingegraven. Op elke plek lag de sensor op 2 cm en 10 cm diepte. Omdat in de eerdere proef op 15 cm diepte er weinig verschillen in temperatuur werden gemeten, zijn de sensoren nu ondieper geplaatst. De sensoren zijn op 14-10-2021 gelegd, de sensoren zijn op 6 december uitgelezen en opnieuw ingesteld, daarna zijn ze op 28-2-2022 weer uitgegraven.

Stikstofknolletjes

Tijdens het veldwerk is de vorming van stikstofknolletjes door de vlinderbloemige soorten gemonitord. Vlinderbloemige soorten werden uitgegraven en de aanwezigheid van wortelknolletjes werd beoordeeld.

4.2 Vanggewassen na zomerveldboon

Nadat de zomerveldbonen (LG Cartouche) begin september geoogst zijn, zijn hier op 15 september drie varianten groenbemesters als vanggewas ingezaaid.

Japane haver

100%



Easy Green Winter

74% Bladrogge
26% Italiaans raaigras



Bladrammenas

100%



Figuur 4-3: Samenstelling van de uitgeteste groenbemesters in het onderdeel Zomerveldbonen en vanggewassen. NB: plaatjes voor algemeen beeld, niet uit deze proef

Zomerveldboon

Het zomerveldboon ras LG Cartouche is een ras dat hoog is in tannine en de bitterstoffen vicine en convicine. In vergelijkende rassenproeven scoort het ras in het algemeen hoog wat betreft eiwitgehalte en opbrengst, maar lijkt het ook wat vatbaarder te zijn voor met schimmelzieken zoals chocoladevlekkenziekte en bruine roest. (Cuijpers *et al.*, 2021) In het algemeen is veldboon een droogtegevoelig gewas. Het is gevoelig voor aantasting door zwarte bonenluis, bladrandkever en bonenkever. Voor de opbrengst is veldboon afhankelijk van bestuiving.

Vanggewassen

De gebruikte groenbemesters zijn Japane haver, Bladrammenas en Easy Green Winter, een mengsel van 75% Bladrogge en 25% Italiaans raaigras. Onderstaande gewasinformatie is een korte samenvatting uit het Handboek groenbemesters (Haagsma *et al.*, 2019).

Japane haver (*Avena strigosa*) Deze groenbemester kan in relatief korte tijd veel organische stof produceren, en kan op alle grondsoorten worden geteeld. Japane haver heeft een intensieve beworteling tot 80 cm, ontkiemt en ontwikkelt snel, en is een officieel stikstof vanggewas. De soort is vorstgevoelig. Japane haver is geen waardplant voor wortelzie-aaltjes (*Pratylenchus penetrans*), en vermeerdert geen aardappelcysteaaltjes en bietencysteaaltjes. Het maiswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne chitwoodi*) en waarschijnlijk ook *M. fallax*, worden er echter sterk door vermeerdert. Japane haver vermeerdert Fusarium bolrot (*F. oxysporum* f.sp. *cepae*) sterk. De droge stofopbrengst van de bovengrondse biomassa varieerde in Nederland tussen 7.5 ton DS/ha (zaai eind juli) tot 1 ton DS/ha (zaai eind september).

Bladrammenas (*Raphanus sativus*) Dit is een weinig knolvormende vorm van rammenas, die geschikt is voor alle grondsoorten. Bladrammenas is een vlotte groeier die gemakkelijk onkruid onderdrukt. Het heeft een relatief lage gevoeligheid voor nachtvorst, waardoor het nog vrij lang kan doorgroeien en ook bij late zaai nog voldoende biomassa vormt. Bladrammenas is een sterk stikstofbehoefstig gewas (40-80 kg N/ha) en zeer geschikt als N-vanggewas. Het is een slechte tot matige waardplant voor het maiswortelknobbelaaltje (*M. chitwoodi*), het bedrieglijke maiswortelknobbelaaltje (*M. fallax*), het noordelijke wortelknobbelaaltje (*M. hapla*) en wortellesieaaltjes (*Pratylenchus penetrans*). Bladrammenas had in eerder onderzoek van WUR-OT een droge stofproductie die varieerde van 8 ton/ha (zaai half juli) tot ruim 3 ton/ha (zaai rond 1 september). Daarbij bevindt zich zo'n 80% van de droge stofproductie bovengronds.

Winterrogge (*Secale cereale*) Deze groenbemester past op vrijwel alle grondsoorten, is alleen minder geschikt voor natte slempgevoelige gronden. Bij teelt als groenbemester wordt Winterrogge vaak "bladrogge" genoemd. Bladrogge heeft een zeer goede beworteling en is niet vorstgevoelig. Het groeit snel en kan laat worden gezaaid, onkruidbestrijding is meestal niet nodig. Rogge vermeerdert geen aardappelcysteaaltjes of bietencysteaaltjes, maar wel de wortelknobbelaaltjes *Meloidogyne chitwoodi* en *M. fallax* en een aantal trichodoride aaltjes. *Pratylenchus penetrans* wordt matig vermeerdert. Rogge kan vermeerdering van naaktslakken veroorzaken. Als groenbemester kan winterrogge voor de winter ca. 1.6 ton droge stof per hectare opleveren, en na de winter zo'n 4.5 ton droge stof/ha. Dit omvat zowel boven- als ondergrondse delen.

Italiaans raaigras (*Lolium multiflorum*) Deze groenbemester groeit snel, en heeft een goede biomassa productie. Italiaans raaigras is geschikt voor alle grondsoorten, maar iets minder op veen. Het heeft een intensieve beworteling, met name in de bovenste 10 cm, en is weinig vorstgevoelig. Het vraagt een N bemesting 50-60 kg/ha, en is daarmee geschikt als vanggewas na een stikstofrijke voorvrucht. Onkruidbestrijding is niet nodig door snelle groei. Italiaans raaigras vermeerdert geen aardappelcysteaaltjes en bietencysteaaltjes, maar is een waard voor zowel *Meloidogyne chitwoodi*, *M. fallax* en *M. naasi*, als voor een aantal trichodoride aaltjes. Ook *Pratylenchus penetrans* wordt er sterk door vermeerdert. Naaktslakken kunnen zich ook sterk vermeederen. In een mono-teelt kan Italiaans raaigras een droge stofproductie halen van 7,5 ton/ha bij zaai rond half juli, en 3 ton/ha bij zaai rond eind augustus. Ongeveer 50% van de droge stof bevindt zich bovengronds.

Meetmethoden

Stikstofinhoud veldboongewas

De stikstofinhoud van het veldboongewas is bepaald door aan het einde van het groeiseizoen te meten hoeveel stikstof er aanwezig was in de bovengrondse (grotendeels afgestorven) gewasresten in 4 subplots van 1 m². Van de ondergrondse gewasresten is een schatting gemaakt op basis van de penwortel die nog (onverteerd) op dat moment aanwezig was. Een kanttekening bij deze methode is dat de veldboon op dat moment zijn bladapparaat al heeft laten vallen, en dat ook een groot gedeelte van het fijne wortelstelsel al in de bodem aan het verteren is. Dit is niet direct meetbaar door een N-mineraalbepaling in de bodem, omdat deze stikstof gedeeltelijk nog in de fijne gewasresten en haarwortels aanwezig is. Om de organische stof en stikstof in de bladresten te bepalen, zou het gevallen blad verzameld moeten worden. Hiervoor is echter een meetmoment eerder in het groeiseizoen nodig. Om de stikstof in de ondergrondse gewasresten te bepalen, zijn arbeidsintensieve (en dus kostbare) methoden nodig zijn (bodemkolommen uitsteken en fijne wortels eruit spoelen). De stikstofinhoud bepalen op de hier beschreven manier is eenvoudig, maar zal ook een onderschatting geven van de geleverde stikstof door het veldboongewas.

N-mineraal metingen

In elke vanggewas strook en in de braak zijn na het inzaaien van de stroken 3 subplots uitgezet van 20 meter lengte. Voor alle metingen zijn telkens dezelfde subplots gebruikt. De minerale stikstof in de bodem is aan het begin van de proef bemonsterd op 0-30 en 30-60 cm diepte, door minimaal 30 steken met een smalle guts te nemen. Vervolgens is de ontwikkeling van het N-mineraal gehalte gevolgd, door in ieder van de vanggewassen en in het braakperceel, om de 3-4 weken te bemonsteren.

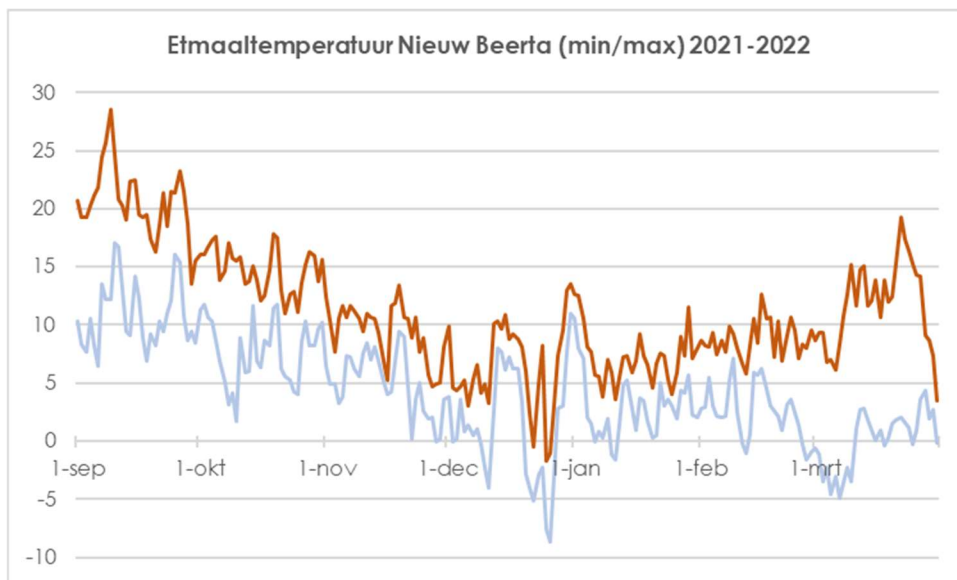
Bovengrondse biomassa

De bovengrondse biomassa is op dezelfde manier bepaald als beschreven in het bodembedekker onderdeel van de proef. Bij de eerste bepaling op 6 december 2021 zijn zowel het droge stofgehalte, de hoeveelheid C-totaal en N-totaal van de vanggewassen mengsels bepaald aan de geoogste gewasdelen.

5 Resultaten

5.1 Bodembedekkers

De winter van 2021/2022 kende een paar vorstperiodes. De eerste periode vond rond eind december 2021 plaats, met temperaturen tot -8°C (Figuur 3-1). Daarna vond er nog een tweede vorstperiode plaats begin maart. Een deel van de vorstgevoelige groenbemesters (met name Japanse haver en Bladrammenas) is in de eerste vorstperiode doodgevroren. De groenbemesters werden door natte omstandigheden uiteindelijk pas ingewerkt op 22 april 2022. De mengsels met winterharde groenbemesters hebben na de laatste biomassa-bemonstering op 28 februari tot het moment van inwerken op 22 april, nog biomassa kunnen vormen. Omdat er tussendoor geklepeld is, is deze hoeveelheid echter niet gekwantificeerd.



Figuur 5-1: Minimum en maximum luchttemperatuur (etmaalgegevens) Nieuw Beerta van september 2021 t/m eind april 2022 (KNMI station).

Bovengrondse biomassa

De bovengrondse biomassa-productie van de verschillende groenbemestermengsels staat weergegeven in Tabel 5-2 t/m Tabel 5-4. Er zijn behoorlijke verschillen tussen de mengsels. Vanaf het inzaaien was het mengsel Bladrogge en Italiaans raaigras (Easy Green Winter) degene die zich het snelste en met de meeste biomassa ontwikkelde. Met name de Bladrogge heeft zich, ondanks de late zaai, relatief sterk ontwikkeld (Figuur 5-2).

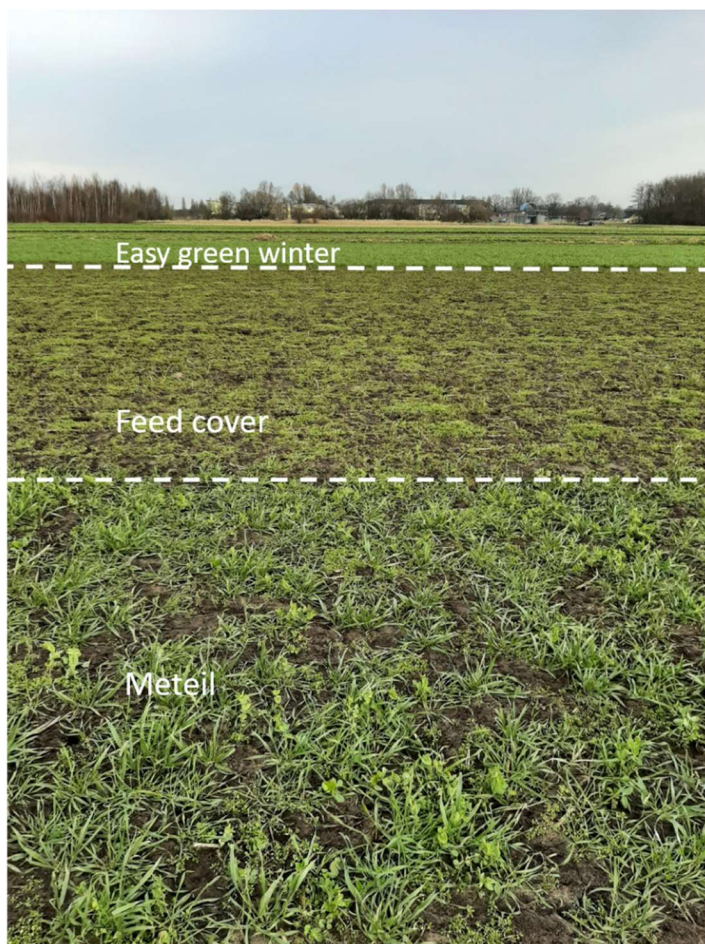


Figuur 5-2: Links; beworteling Easy Green Winter (Italiaans raaigras links, bladrogge rechts) op 6 december 2021 (7 weken na zaai). Rechts: Winterwikke, Japanse haver en Alexandrijnse klaver.

Bij de laatste biomassa meting op 28-2-2022 is de Japanse haver in de Feed Cover geheel afgestorven terwijl de Winterwikke en Alexandrijnse klaver zich nog verder hebben ontwikkeld. Daarnaast is er ook veel Vogelmuur opgekomen op de lege plekken. In de Meteil zijn Triticale en Voedererwt beide redelijk in biomassa toegenomen, terwijl de Japanse haver ook hier is afgestorven. In de Easy Green Winter is met name de Bladrogge na de winter nog sterk doorontwikkeld.

Tabel 5-1 Bodembedekking en beworteling van groenbemester(mengsels) op 6 december.

Groenbemester	Samenstelling	Bodem bedekking	Diepte beworteling	Intensiteit beworteling
Easy Green Winter	Bladrogge, Italiaans raaigras	30%	20 cm	heel laag
Feed Cover	Japanse haver, Winterwikke, Alexandrijnse klaver	25%	15 cm	laag
Meteil	Triticale, Voedererwt, Japanse haver	45%	14 cm, vnl tot 10	



Figuur 5-3 Beeld van groenbemesters op 28-2-2022

Easy Green Winter

De Easy Green Winter groenbemester heeft in deze proef de hoogste bovengrondse biomassa productie. Op beide meetmomenten stond er zeker twee keer zoveel bladmassa in vergelijking met de andere groenbemesters. Op het laatste meetmoment was er sprake van een vrij dichte zode (Figuur 5-4). In Tabel 5-2 staat de biomassa productie van de individuele soorten en de totale droge stofproductie per ha. In vergelijking met de andere twee groenbemesters heeft Easy Green Winter vooral na de winter nog een enorme groei laten zien. De uiteindelijke droge stofproductie was 1186 kg droge stof/ha.



Figuur 5-4 Bodembedekking Easy Green Winter na de winter, op 28-2-2022

Tabel 5-2: gemiddeld versgewicht Easy Green Winter op het 1^e en 2^e meetmoment (g/m²)

Meetdatum	Bladrogge (g/m ²)	Italiaans raai-gras (g/m ²)	Totaal vers (g/m ²)	Totaal vers (ton/ha)	Totaal DS (kg/ha)	Totaal C (kg/ha)
6-12-2021	61	16	77	0,8	159	64
28-2-2022	504	73	577	5,8	1186	409

Feed Cover

De Feed Cover heeft zich in deze proef niet goed ontwikkeld. De Japanse haver is voor de winter redelijk opgekomen, maar is door de sterke vorstgevoeligheid na de winter volledig verdwenen. De Alexandrijnse klaver en Winterwikke hebben zich langzamer ontwikkeld, groeiden tot in het voorjaar door, maar hebben niet veel biomassa geproduceerd. Door de open plekken is veel veronkruiding met Vogelmuur ontstaan. In Tabel 5-3 is de biomassa op de twee meetmomenten weergegeven. Voor de winter produceerde de Japanse haver ca. 59 kg droge stof/ha. Na de winter kwam hier nog 110 kg droge stof/ha aan Winterwikke en Alexandrijnse klaver bij. In totaal is de droge stofproductie van deze groenbemester echter maar 169 kg droge stof/ha geweest.



Figuur 5-5: Bodembedekking Feed Cover na de winter, op 28-2-2022

Tabel 5-3: gemiddeld versgewicht Feed Cover van de individuele soorten op het 1e en 2e meetmoment (g/m²)

meetdatum	Japane Haver (g/m ²)	Alexan- drijnse Kla- ver (g/m ²)	Winterwikke (g/m ²)	Totaal vers (g/m ²)	Totaal vers (ton/ha)	Totaal DS (kg/ha)	Totaal C (kg/ha)
6-12-2021	34	1	3	37	0,4	64	24
28-2-2022	0	21	40	61	0,6	110	40

Meteil

In de Meteil hebben de Triticale en de Voedererwt zich goed ontwikkeld. De Japanse haver is nauwelijks tot ontwikkeling gekomen voor de eerste vorst (Tabel 5-4). Op 28 februari is de totale bovengrondse biomassa productie 603 kg droge stof/ha. Doordat de Japanse haver is afgestorven zijn ook hier vrij veel open plekken zichtbaar. Dit heeft ruimte gegeven aan Vogelmuur om zich te ontwikkelen.



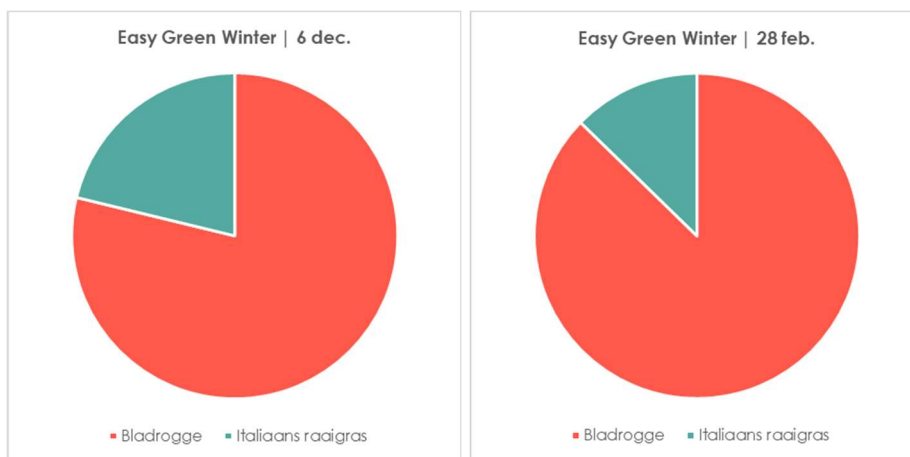
Figuur 5-6: Bodembedekking door Meteil op 28-2-2022

Tabel 5-4: gemiddeld versgewicht van de verschillende soorten groenbemesters in Meteil op het 1e en 2e meetmoment (g/m²), en totale bovengrondse droge stof- en koolstofproductie.

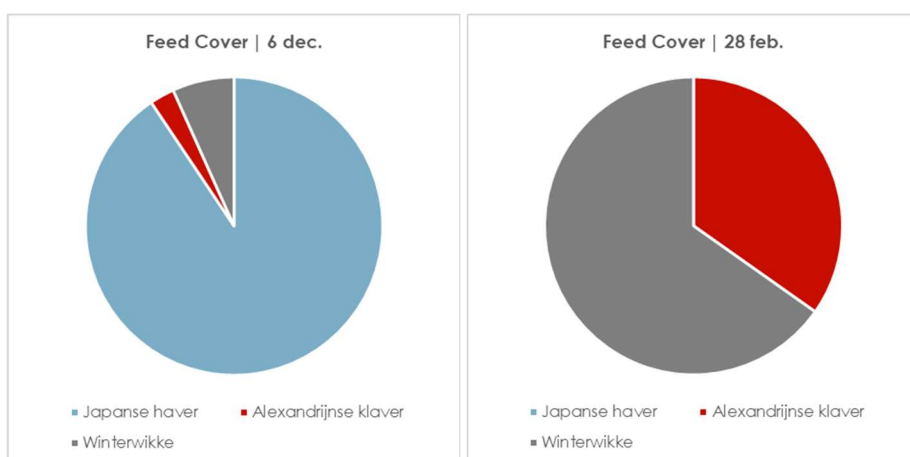
meetdatum	Triticale (g/m ²)	Japanse Haver (g/m ²)	Voedererwt (g/m ²)	Totaal (g/m ²)	Totaal vers (ton/ha)	DS (kg/ha)	C (kg/ha)
6-12-2021	18	4	7	29	0,3	66	19
28-2-2022	151	0	104	255	2,5	603	177

Relatief aandeel van de soorten in het mengsel

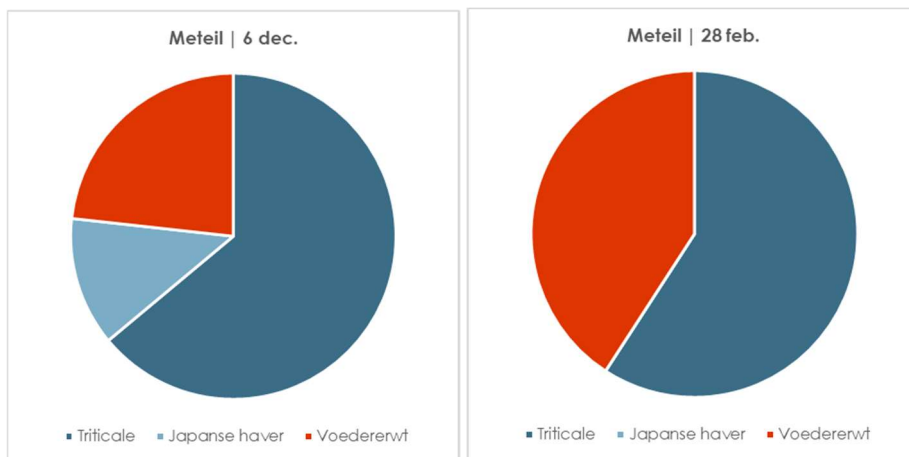
In de onderstaande figuren wordt zichtbaar hoe de biomassa van de verschillende groenbemesters relatief verandert. In de Easy Green Winter neemt de bladrogge toe ten opzichte van het Italiaans raaigras. In de Feed Cover is een opvallende verschuiving te zien vanwege de afgestorven Japanse haver. In de Meteil is de Japanse haver ook afgestorven, maar deze maakte hier maar een relatief klein deel van het mengsel uit.



Figuur 5-7: Verhouding tussen de plantensoorten in Easy Green Winter op 6 december en 28 februari.



Figuur 5-8: Verhouding tussen de plantensoorten in Feed Cover op 6 december en 28 februari.



Figuur 5-9: Verhouding tussen de plantensoorten in Meteil op 6 december en 28 februari.

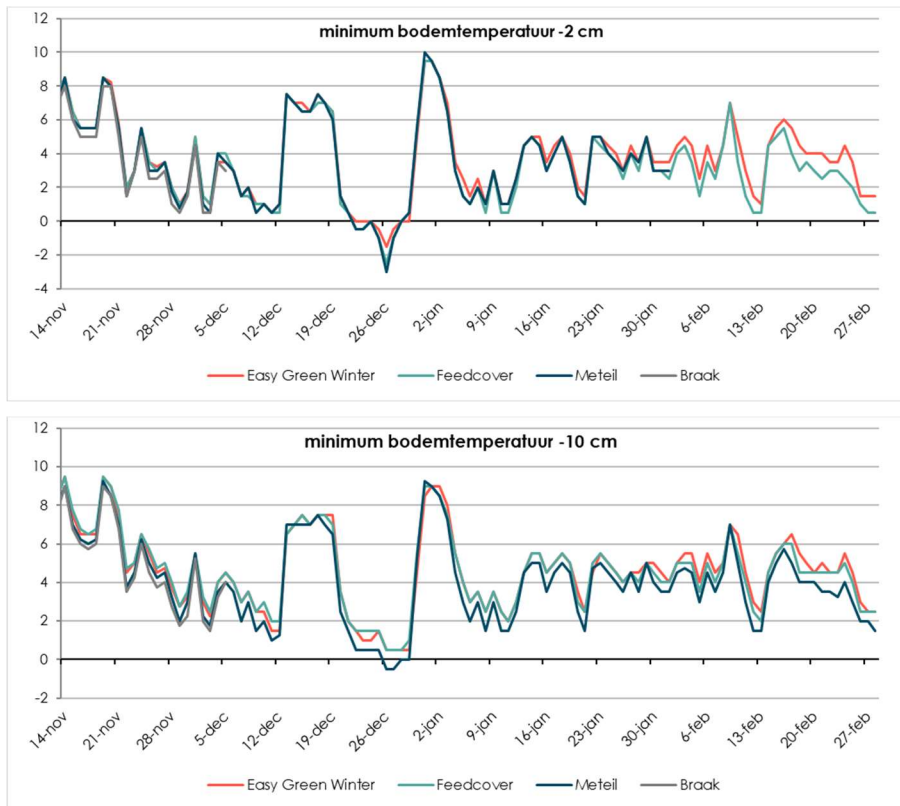
Stikstofknolletjes

In beide onderdelen is tijdens veldwerk naar aanwezigheid van wortelknolletjes gekeken. In de bodembedekkers proef werden half november nog stikstofknolletjes aangetroffen op Voedererwt in de Meteil groenbemester. Het aantal planten was echter zo laag dat de stikstofbinding te verwaarlozen zal zijn geweest. In het Feed Cover mengsel zaten Alexandrijnse klaver en Winterwikke. In december 2021 hadden beide soorten zich nog nauwelijks ontwikkeld, en bij de meting eind februari waren er nog geen stikstofknolletjes aanwezig.

Bodemtemperatuur

Om te kijken wat het effect is van de bodembedekking met groenbemesters op de bodemtemperatuur, zijn er temperatuurloggers ingegraven op 2 en 10 cm diepte. De ontwikkeling van de bodemtemperatuur is met name van belang voor het doodvriezen van verliesknollen van de aardappeloogst. In het braakperceel is de tweede periode niet gemonitord, omdat eind februari de loggers niet meer teruggevonden konden worden. Op 2 cm diepte lijkt de bedekking met Easy Green Winter tijdens de vorstperiode eind december (-8 °C luchttemperatuur) inderdaad de temperatuurdaling wat meer te dempen dan de slecht ontwikkelde mengsels Meteil en Feed Cover. Op 10 cm diep zijn de verschillen met of zonder bedekking van groenbemesters echter al veel minder uitgesproken. Bij het plaatsen van de temperatuursensoren kwamen we verliesknollen tegen op 9 cm diepte (Figuur 5-11). We hebben de diepte van de aardappels echter niet systematisch bepaald. De nachtvorst op 26 december, met een luchttemperatuur van -8.7 °C zorgde op 10 cm diepte voor een temperatuur van -0.5 °C in de Meteil, terwijl in de Easy Green Winter de minimumtemperatuur toen +0.5 °C werd. Op 2 cm diepte werd het in de Meteil groenbemester -3 °C, terwijl het in de Easy Green Winter toen -1.5 °C was. De betere bodembedekking in het Easy Green Winter mengsel kan dus wel een wat minder sterk effect hebben op het doodvriezen van verliesknollen, maar het is de vraag of het in deze relatief milde winter voor veel verschil

heeft gezorgd. Zeker als de verliesknollen op een wat grotere diepte zitten, wordt de temperatuurdaling sowieso flink gedempt.



Figuur 5-10: Bodemtemperatuur op 2 en 10 cm diepte in de verschillende groenbemestermengsels en in de braak. In de braak zijn er geen gegevens meer na 6 december.



Figuur 5-11: Verliesknol op 9 cm diepte, aangetroffen bij de plaatsing van de temperatuursensoren.

Ontwikkeling plantpathogene aaltjes

Op twee meetmomenten (14-10-2021 en 25-4-2022) zijn er aaltjesmonsters in de braak- en groenbemesterstroken genomen. De 4 herhalingen in de stroken zijn op de twee meetmomenten in dezelfde subplots genomen. In Tabel 5-5 worden de resultaten hiervan per groenbemester weergegeven.

Tabel 5-5: Metingen van plantpathogene en saprotrofe aaltjes voor en na toepassing van groenbemesters in stroken. De weergegeven getallen zijn de gemiddelden van 4 herhalingen (aantallen aaltjes / 100 gram grond).

	Feed Cover		Easy Green Winter		Meteil		Braak	
	voor	na	voor	na	voor	na	voor	na
<i>Pratylenchus crenatus</i>	303	61	464	532	174	423	135	263
<i>Pratylenchus neglectus</i>	22	329	9	0	46	0	218	37
<i>Pratylenchus</i> spp	0	25	0	0	0	0	3	10
<i>Meloidogyne hapla</i>	19	21	0	0	8	0	9	22
<i>Meloidogyne chitwoodi/fallax</i>	6	352	0	0	3	0	784	18
<i>Tylenchorhynchus</i>	133	80	83	37	180	83	90	133
<i>Rotylenchus</i>	0	30	3	23	3	33	13	20
<i>Helicotylenchus</i>	8	0	30	30	30	10	3	15
<i>Trichodorus</i> spp	5	0	8	0	55	0	10	0
<i>Trichodorus similis</i>	0	7	0	25	10	0	20	31
<i>Trichodorus viruliferus</i>	8	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paratrichodorus pachydermus</i>	0	56	0	0	0	0	5	28
(Para)Trichodoridae	0	0	0	30	0	20	0	0
Saprotrofe aaltjes	1965	5080	2145	7750	1845	3980	2000	6715

Omdat de aaltjesmetingen zijn uitgevoerd in 4 subplots in dezelfde stroken, is er geen sprake van echte herhalingen en kan er geen uitgebreide statistische analyse worden uitgevoerd. Daarnaast verschilde de braakstrook (in het naastgelegen perceel met dezelfde vruchtwisseling) in samenstelling vanaf de eerste meting al duidelijk van de 3 andere stroken in het perceel. In de volgende gevallen verschillen de voor- en nameting dusdanig sterk, dat er een vermoeden zou kunnen zijn dat deze door de groenbemester veroorzaakt zijn:

- Een toename van *Meloidogyne chitwoodi/fallax* in de Feed Cover
- Een afname van *Meloidogyne chitwoodi/fallax* in de braak
- Een toename van *Pratylenchus neglectus* in de Feed Cover
- Een afname van *Pratylenchus neglectus* in de braak
- Een afname van *Pratylenchus neglectus* in de Meteil

Hieronder worden de resultaten van de belangrijkste aangetroffen aaltjes verder toegelicht.

Wortellesieaaltjes

***Pratylenchus crenatus* - graanwortellesieaaltje** In alle plots is zowel voor als na de toepassing van braak of groenbemesters *Pratylenchus crenatus* aanwezig. *P. crenatus* is een soort die voor het eerst is beschreven in Nederland, en kan schade veroorzaken in granen en

grassen. Op zuurdere gronden kan het aaltjes schade veroorzaken in gerst. Volgens het aaltjesschema veroorzaakt dit aaltje ook lichte schade in Italiaans raaigras, en vermeerderd het goed in granen en grassen. In de literatuur is weinig achtergrondinformatie te vinden over schadedrempels en opbrengstverliezen door dit aaltje. (Hollaway et al, 2008) Onderzoek naar vlinderbloemigen en *P. crenatus* heeft laten zien dat het geen schade aanricht en niet vermeerderd op Luzerne, Rode klaver en Gewone rolklaver (Willis et al, 1982). In de strokenproef zien we geen duidelijke trends die op een toe- of afname van dit aaltjes wijzen onder invloed van de braak of groenbemesters.

Pratylenchus neglectus - bietenwortellesieaaltje In het aaltjesschema van WUR-OT ontbreekt informatie over *Pratylenchus neglectus*, zowel wat betreft waardplantstatus, als wat betreft schadelijkheid van het aaltje voor verschillende gewassen. Wel staat vermeld dat – in combinatie met de bodemschimmel *Verticillium dahliae* – het aaltje schade kan veroorzaken in aardappel. Opvallend in de proefstroken is de toename van *Pratylenchus neglectus* in de Feed Cover (50% Japanse haver, 25% Alexandrijnse klaver en 25% Voederwikke). Volgens literatuurbronnen kan *P. neglectus* in gevoelige tarwerassen opbrengstverliezen van 8-36% veroorzaken (Smiley et al., 2005). Ook in aardappel zou *P. neglectus* schade kunnen veroorzaken, waarbij een beginpopulatie van 12 aaltjes / 100 gram grond al een opbrengst-reductie van 12% zou geven, en een dichtheid van 188 aaltjes / 100 gram grond een reductie van 22% (Olthof, 1990). De schadedrempel van *P. neglectus* zou zelfs lager kunnen liggen dan die van *Pratylenchus penetrans*. De gemiddelde beginhoeveelheid aaltjes in het braakperceel (218 aaltjes / 100 gram grond) zou dus in aardappel opbrengstverliezen kunnen veroorzaken. Ditzelfde geldt voor de hoeveelheid aaltjes aan het einde van de teelt van de groenbemester Feed Cover (329 aaltjes / 100 gram grond). In een waardplantstudie van Taylor et al. (2000) waren tarwe, gerst, haver, rupsklaver en wikke goede waardplanten. Erwt, veldboon en triticale waren slechte waardplanten, die zorgden voor een vermindering van de aaltjespopulatie. In veldboon lijken er echter rasverschillen te bestaan in de vermeerdering van *Pratylenchus neglectus*. Eén van de eerste veldboonrassen in Australië, Fiord, stond bekend als een 'schoonmaak gewas', dat zorgde voor een sterke afname in besmetting (Stoddard et al, 2010). Er zijn echter ook onderzoeken met andere rassen, die juist een vermeerdering van dit aaltje laten zien (Troccoli en Di Vito, 2002), Smallbladige (blauwe) lupine zou mogelijk ook de ontwikkeling van *P. neglectus* kunnen beperken (Vanstone, 1991). In eerder onderzoek op bedrijven met mengteelten van granen en eiwitgewassen, vonden we hoge aantallen *Pratylenchus neglectus* op (zure) zandgronden (ReMIX Deliverable 3.5). Het ontbreekt echter aan informatie over de schadelijkheid van dit aaltje voor de in Nederland geteelde aardappel- en tarwerassen. Uit onze proef kunnen we niet afleiden of de toename van *P. neglectus* in de proefstrook met Feed Cover wordt veroorzaakt door de Japanse haver, Alexandrijnse klaver of voederwikke in het mengsel.

Wortelknobbelaaltjes

Meloidogyne chitwoodi/fallax In de analyse maakt HLB geen onderscheid tussen Meloidogyne chitwoodi en M. fallax. We weten dus niet of het om één of allebei deze soorten aaltjes gaat. Beiden zijn quarantaine aaltjes, waarvoor vermeerderingsmateriaal vrij moet zijn van symptomen. Beide soorten kunnen ook zware schade veroorzaken in aardappel, matige schade in suikerbieten en weinig schade in zomergerst. Volgens het aaltjesschema zouden Meloidogyne chitwoodi en fallax beide sterk vermeerderen in Italiaans raaigras, Japanse haver en Rogge, maar iets minder sterk in Triticale. Daarnaast worden beiden ook sterk vermeerderd in Alexandrijnse klaver. M. fallax zou sterk worden vermeerderd in Voederwikke, maar M. chitwoodi maar weinig, en afhankelijk van het ras wikke dat gebruikt wordt.

Het is opvallend dat wij de toename van M. chitwoodi/fallax niet zien in de Easy Green Winter (74% rogge en 26% Italiaans raaigras), en ook niet in de Meteil ((65% Triticale, 15% Japanse haver en 20% erwt), maar wel in de Feed Cover (50% Japanse haver, 25% Alexandrijnse klaver en 25% Voederwikke). Het kan echter zijn dat M. chitwoodi/fallax in alle grassen zich sterk ontwikkeld heeft, maar dat dit alleen zichtbaar wordt in de strook met Japanse haver. De Japanse haver is namelijk aan het begin van de winter al doodgevroren, wat mogelijk betekent dat er geen waardplant meer aanwezig is (mits de vlinderbloemigen geen waard zijn). De winterrogge, het Italiaans raaigras en de Triticale zijn in het voorjaar echter nog verder doorgroeid. Dit kan betekenen dat de aaltjes nog aanwezig waren in de wortels van de planten. De periode tussen onderwerken van de groenbemester (klepelen en schijveneggen begin april) en de aaltjesbemonstering (25 april) is om zo lang mogelijk geweest, maar mogelijk niet lang genoeg om uit te sluiten dat de wortels al voldoende verteerd waren. Het is bekend dat zwarte braak de aantallen M. chitwoodi/fallax sterk kan terugbrengen, wat we ook bevestigd zien in onze proef.

Meloidogyne hapla – Noordelijk wortelknobbelaaltje In de proefstroken zien we geen duidelijke ontwikkelingen in aantallen van het Noordelijke wortelknobbelaaltje. De schadedrempel voor M. hapla ligt rond de 20 aaltjes per 100 gram grond.

Vrijlevende aaltjes

Paratrichodorus pachydermus In de aantallen vrijlevende aaltjes (Rotylenchus, Trichodorus, Paratrichodorus) zien we geen duidelijke trends in de stroken. De enige uitzondering is Paratrichodorus pachydermus, waar in de Feed Cover na afloop van de teelt in alle 4 de subplots aaltjes aanwezig zijn, waar voorafgaand aan de teelt geen aaltjes gevonden werden. Paratrichodorus pachydermus kan volgens het aaltjesschema zware schade veroorzaken in suikerbieten, matige schade in aardappel, en lichte schade in zomergerst. Het is onbekend hoe dit aaltje zich vermeerderd op zowel Japanse haver, als op de twee vlinderbloemigen in

Feed Cover (Alexandrijnse klaver en Voederwikke). Van de vrijlevende aaltjes is echter bekend dat ze ook sterk reageren op factoren als droogte. Ook dit kan een rol gespeeld hebben in de stroken, los van de gevoeligheid van potentiële waardplanten in de groenbemestermengsels.

Saprotrofe aaltjes

Saprotrofe aaltjes leven van dood organisch materiaal. Hun aantallen worden sterk beïnvloed door de aanwezigheid van voedsel, maar ze worden ook gestimuleerd door bijvoorbeeld een bemesting met organische mest of door grondbewerking, waarbij de omzetting van organisch materiaal gestimuleerd wordt. In alle stroken zien we wel een toename van het aantal saprotrofe aaltjes voor en na de toepassing van braak en groenbemester, waarbij het klepelen en schijveneggen van het Bladrogge/Italiaans raigras mengsel begin april voor extra aanvoer van organisch materiaal, en daarmee voor extra bacteriële activiteit en een toename van de saprotrofe aaltjes gezorgd heeft. De aaltjesbemonstering is uitgevoerd op 25 april. De bemesting en grondbewerking voor de aardappel zijn pas begin mei uitgevoerd, en hebben geen effect gehad op deze bemonstering.

5.2 Vanggewassen na zomerveldboon

Stikstofinhoud zomerveldboon

De gewasinhoud van de veldbonen is bepaald door in het veld 4x een oppervlakte van 1 m² te bemonsteren. De gemiddelde plantdichtheid in deze monsters was 25.8 planten/m². In totaal hebben we op deze manier een productie aan bonen gemeten van 9.8 ton/ha (15% vocht), met een gemiddeld eiwitgehalte van 30.0 % in de droge stof. Dit wijkt echter sterk af van de gemiddelde opbrengst op het bedrijf, die rond de 5 ton/ha lag. De bemonstering is dus waarschijnlijk gebeurd in een hoog-productief gedeelte van het perceel, en niet representatief voor de gemiddelde situatie op het bedrijf. Om deze reden is de stikstofinhoud van de bonen en de peuldoppen ook teruggerekend naar de bedrijfsopbrengst van 5 ton/ha. De stikstofinhoud van peuldoppen en stengels is samen 81 kg N/ha (69 kg N/ha teruggerekend naar een opbrengst van 5 ton/ha). Deze worden na de oogst teruggevoerd naar de bodem. De aanwezige stikstof in de bonen wordt van het perceel afgevoerd. In de bemonsterde plots is de eiwitproductie (bonen) 2.5 ton/ha. Bij een gemiddelde opbrengst van 5 ton/ha op het hele bedrijf, ligt de eiwitproductie van de veldbonen op 1.3 ton/ha. De schatting van de aanwezige stikstof in de (pen)wortel is zeer beperkt, omdat aan het einde van de teelt deze wortel al grotendeels aan het verteren is, en alleen het restant van de hoofdwortel nog geanalyseerd kan worden. De bulk van de stikstof bevindt zich echter in de fijnere haarwortels en in het (oplosbare) deel van de bodemorganische stof. Deze kunnen met de gevolgde meetmethode niet bepaald worden. Een grove inschatting is dus een terugvoer van in totaal 86 kg N/ha, of 74 kg N/ha teruggerekend naar 5 ton/ha bonen. Hierbij ontbreekt echter een belangrijk (ondergronds) deel van de stikstofnalevering.

Tabel 5-6 Gewasinhoud van bovengrondse delen van veldboon (begin september).

	DS (ton/ha)	DS (t/ha) 12% vocht	C (t/ha)	N (kg/ha)	eiwit (kg/ha)
bonen	8.3	9.8 (5.0)	3.7	400 (205)	2498 (1280)
peuldoppen	1.9		0.9	24 (12)	
stengels	5.0		2.3	57	
(pen)wortel	0.6*			5*	

* schatting van aanwezige stikstof in (grotendeels verteerde) penwortel aan het einde van de teelt

Ontwikkeling groenbemesters

De Japanse haver, Bladrammenas en Easy Green Winter ontwikkelen voor de winter een behoorlijke hoeveelheid biomassa. Met name in de Japanse haver en de Easy Green Winter is er relatief veel opslag van veldboon. In de meting op 6 december bestaat de bedekking in de strook met Japanse haver voor 35% uit veldbonenopslag, en in de Easy Green Winter voor 16% (zie ook Tabel 5-7 en Tabel 5-9). Ook in de braakstrook is er relatief veel veldbonen opslag, die begin oktober is ondergewerkt. Deze bodembewerking heeft mogelijk wel extra stikstof vrijgemaakt in de braakstrook, maar de veldbonen laten staan zou geen goed beeld geven van de afwezigheid van een vanggewas. In de Bladrammenas is nauwelijks sprake van veldboon opslag.



Figuur 5-12 Easy Green Winter links, rechts Bladrammenas, uiterst rechts braak en Japanse haver. Gewasontwikkeling op 14 oktober.



Figuur 5-13 Opslag van veldbonen in de Japanse haver (14 oktober).

Biomassa en stikstofinhoud vanggewassen

Op 6 december en 28 februari is de bovengrondse biomassa bepaald van de vanggewassen in de verschillende stroken. De totale droge stofproductie van de Japanse haver is met 3.6 ton DS/ha fors. De productie van de Bladrammenas met 2.6 ton/ha (bij zaai op 15 september) ligt in de lijn van eerder onderzoek van WUR-OT. Het mengsel van Bladrogge en Italiaans raaigras produceerde voor de winter al 2.5 ton/ha, waarvan het grootste gedeelte op het conto van de Bladrogge komt. Dit is een forse productie, die waarschijnlijk nog verder is toegenomen in het voorjaar (na onze laatste meting op 28 februari). De Japanse haver is aan het einde van de winter vrijwel helemaal doodgevroren, van de Bladrammenas is een groter percentage blijven staan. Het Easy Green Wintermengsel is aan het einde van de winter nog met 16% toegenomen, terwijl in de strook met Japanse haver nog maar 17% en in de Bladrammenas 37% van de biomassa staat die er begin december aanwezig was. Begin december is ook de stikstofinhoud gemeten van de 3 stroken met vanggewassen. In de Easy Green Winterstrook is in totaal (bovengronds) 82 kg N/ha vastgelegd, in de Bladrammenas strook 88 kg N/ha en in de Japanse haverstrook 93 kg N/ha. Aangezien een groot deel van de stikstofvastlegging ook in ondergrondse delen plaatsvindt, is dit maar een gedeelte van de door de vanggewassen vastgelegde stikstof. Opvallend is dat dit ongeveer dezelfde hoeveelheid stikstof is, als door de bovengrondse gewasdelen van de veldboon is achtergelaten aan het einde van de teelt.

Tabel 5-7 Gemiddelde vers- en droge stofproductie, koolstoftoevoer en opgenomen stikstof in de bovengrondse biomassa van Easy Green Winter op 6 december en 28 februari. (zaai 15 sept.)

Meetdatum	Bladrogge (g/m ²)	Italiaans raaigras (g/m ²)	Opslag veldboon / onkruid (g/m ²)	Totaal vers (g/m ²)	Totaal vers (ton/ha)	Totaal DS (kg/ha)	Totaal C (kg/ha)	Totaal N (kg/ha)
6-12-2021	1240	89	249	1578	15.8	2497	813	82
28-2-2022	1517	212	101	1831	18.3	n.b.	n.b.	n.b.

Tabel 5-8 Gemiddelde vers- en droge stofproductie, koolstofproductie en opgenomen stikstof in de bovengrondse biomassa van de Bladrammenas op 6 december en 28 februari. (zaai 15 sept.)

Meetdatum	Bladrammenas (g/m ²)	Totaal vers (ton/ha)	Totaal DS (kg/ha)	Totaal C (kg/ha)	Totaal N (kg/ha)
6-12-2021	2274	22.7	2606	731	88
28-2-2022	839	8.4	n.b.	n.b.	n.b.

Tabel 5-9 Gemiddelde vers- en droge stofproductie, koolstofproductie en opgenomen stikstof in de bovengrondse biomassa van de Bladrammenas op 6 december en 28 februari. (zaai 15 sept.)

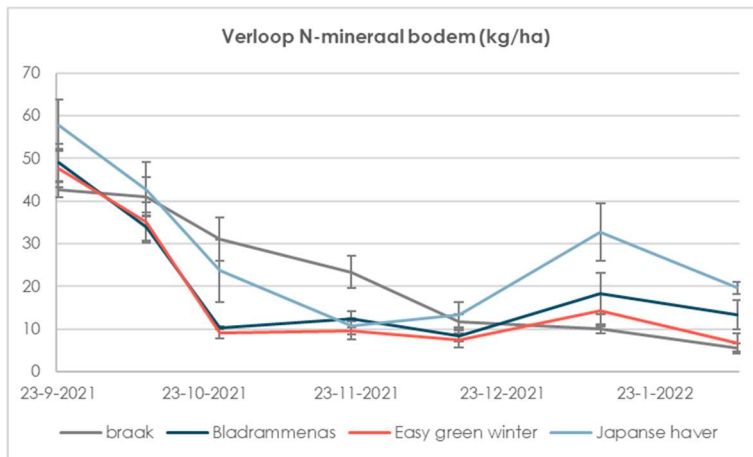
Meetdatum	Japane haver	Opslag veldboon (g/m ²)	Totaal vers (g/m ²)	Totaal vers (ton/ha)	Totaal DS (kg/ha)	Totaal C (kg/ha)	Totaal N (kg/ha)
6-12-2021	1830	977	2807	28.1	3629	1050	93
28-2-2022	475	0	475	4.8	n.b.	n.b.	n.b.

Onderwerken groenbemesters en volgteelt aardappel

De groenbemesters zijn begin april geklepeld en het plantmateriaal is door middel van schijveneggen verkleind en oppervlakkig ingewerkt. Op 10 mei is er bemest met vleesvarkensdrijfmest en rundveemest. Op 13 mei is er gewoeld met een Imans woelpoot, en op 15 mei is de grond klaargelegd met een Karat Lemken cultivator, waarna het zetmeelras Sarin is gepoot. In de teelt van zetmeelaardappel was het opvallend dat de aardappel het slechter heeft gedaan op het gedeelte waar de veldboon het afgelopen jaar is geteeld. Er zijn op dit perceel echter geen aaltjesmetingen uitgevoerd om te kijken of er tijdens de veldbonenteelt en/of in de daaropvolgende groenbemesters vermeerdering van schadelijke aaltjes heeft plaatsgevonden. Gezien de aanwezigheid van *Meloidogyne chitwoodi/fallax* en *Pratylenchus penetrans* op het bedrijf, is hier wel een risico op aaltjesvermeerdering in de veldboon aanwezig.

N-mineraal verloop bodem

In Figuur 5-14 is het verloop van het N-mineraal gehalte (0-30 cm) in de 3 groenbemesters weergegeven. De uitgangssituatie was niet helemaal gelijk voor de drie stroken waarin de groenbemesters gezaaid zijn. In de strook waar Japanse haver is ingezaaid, is eind september ca. 10 kg stikstof meer in de bodem aanwezig dan in de stroken met Bladrammenas en Easy Green Winter, en ca. 15 kg meer dan in de braak.



Figuur 5-14 Verloop van N-mineraal in de 3 groenbemesters die na veldboon gezaaid zijn, in vergelijking met braak.

Tot begin december dalen de stikstofgehalten in alle stroken met vanggewassen. Tussen december en januari stijgen de gehalten echter weer, vooral in de strook met Japanse haver, waar het gewas volledig doodgevroren is. Omdat Japanse haver vezelrijk is, zou het langzaam afbreken en daardoor zelfs een stikstoftekort in het volggewas kunnen veroorzaken (Haagsma et al., 2019). Mogelijk heeft ook de veldbonenopslag (35%) eraan bijgedragen dat er in deze strook veel stikstof is vrijgekomen, die de afbraak van de Japanse haver heeft versneld. De Bladrammenas en Easy Green Winter stijgen in deze periode licht in N-mineraal, wat een gevolg kan zijn van het afsterven van de Bladrammenas zelf, en van de opslag van de veldbonen in de Easy Green Winter. Aannemende dat er nog nauwelijks gewasgroei optreedt in de periode tussen 19 januari en 8 februari (met uitzondering van mogelijk de Bladrogge), worden de dalende gehalten in die periode waarschijnlijk veroorzaakt door uitspoeling van stikstof. Het is waarschijnlijk dat die uitspoeling nog verder doorgaat tot aan het begin van de aardappelteelt eind april. In de braak is het gehalte aan N-mineraal met 37 kg N/ha gedaald tussen september en februari. De verliezen zijn waarschijnlijk groter, omdat in de tussentijd ook stikstof uit de gewasresten is gemineraliseerd. Dit is zichtbaar aan de totale opname van 80-90 kg N door de groenbemesters tot eind december.

6 Conclusies

6.1 Bodembedekkers

In de bodembedekker proef is duidelijk geworden dat vooral Easy Green Winter het potentieel heeft om ook bij latere zaai nog flink wat biomassa te produceren. De beide andere groenbemesters produceerden weinig biomassa, en gaven na de winter veel open plekken waar onkruid kon kiemen. Ondanks de relatief korte groeiduur, heeft er toch vermeerdering van aaltjes plaatsgevonden in de proef. We hebben een vermeerdering van *M. chitwoodi/fallax* gemeten in de Feed Cover, maar omdat er mogelijk ook aaltjes in de wortels van de Bladrogge, Italiaans raaigras en Triticale zijn overgebleven, kunnen we geen uitspraak te doen over de andere twee groenbemesters m.b.t. *M. chitwoodi/fallax*. *Pratylenchus penetrans* was niet in het proefperceel aanwezig, maar *Pratylenchus neglectus* werd vermeerderd door Feed Cover, en onderdrukt door het Meteil mengsel. In de braak liepen zowel de aantallen *M. chitwoodi/fallax*, als die van *P. neglectus* terug. Wanneer er alleen *M. chitwoodi/fallax* in het perceel aanwezig zou zijn, is een multiresistente bladrammenas een goede keuze om deze te onderdrukken. In het verleden heeft de akkerbouwer echter een verhoogde aaltjesschade opgemerkt na de teelt van Bladrammenas. Het is dus belangrijk om te weten of er in het perceel *Pratylenchus penetrans* aanwezig is. Daarnaast zou het ook zinvol zijn om een indruk te hebben hoe schadelijk de aanwezigheid van *P. neglectus* voor de geteelde gewassen is.

Tabel 6-1: Score van de groenbemesters op verschillende aspecten zoals gemeten in dit project. Legenda: ++ goed ; + redelijk; +/- neutraal; - slecht; -- zeer slecht. In geval van aaltjesvermeerdering is + vermeerdering; 0 = geen vermeerdering; - = afname.

	Feed Cover	Easy Green Winter	Meteil	Braak
Biomassa productie	-	+	-	--
Bodembedekking	-	+	-	--
Bewortelingsdiepte	-	+	-	--
Onkruidonderdrukking	-	+	-	--
Vorstgevoeligheid groenbemester	++	-	+	
Vermeerdering <i>M. chitwoodi/fallax</i>	+	?	?	-
Vermeerdering <i>P. neglectus</i>	+	0	-	-

6.2 Vanggewassen na zomerveldboon

De bovengrondse delen van de zomerveldboon laten ongeveer 80 kg N per hectare achter aan het einde van de teelt. Dit is ook ongeveer de hoeveelheid stikstof die door de 3 typen vanggewassen opgenomen wordt voor het begin van de winter. De opslag van zomerveldbonen in combinatie met Japanse haver, die beide doodvriezen in de winter, is niet succesvol in het vasthouden van de stikstof. We zien dat vooral bij deze combinatie de N-mineraalgehalten aan het einde van de winter stijgen, wat voor uitspoeling kan zorgen als er een neerslagoverschot is, en er relatief laat in het voorjaar een nieuw gewas ingezaaid wordt.

Bladrammenas is ook in staat om veel stikstof op te nemen, en een hoge biomassa productie te geven voor de winter. In deze groenbemester proef hebben we in de bladrammenas minder opslag van veldbonen gezien. Het doodvriezen van de bladrammenas vormt ook hier een risico dat de stikstof voortijdig aan de bodem teruggevoerd wordt. Bladrogge lijkt in deze proef de beste resultaten te geven als vanggewas. In de combinatie met Italiaans raaigras voerde de Bladrogge de boventoon. Er was een forse biomassa productie, al voor de winter, die werd voortgezet in het voorjaar. Er zijn geen problemen opgetreden met het onderwerken van deze hoeveelheid biomassa in het voorjaar.

7 Discussie en aanbevelingen

In de proef met de vanggewassen na zomerveldboon zijn geen aaltjesbemonsteringen uitgevoerd. In de volgteelt zijn de aardappelen echter eerder afgestorven in het perceel waar veldboon gestaan heeft. Dit zou – naast veel andere factoren – mogelijk ook kunnen duiden op aaltjesschade. Zeker gezien de aanwezigheid van *Meloidogyne chitwoodi*/hapla in het aangrenzende perceel, en de aanwezigheid van *Pratylenchus penetrans* op andere percelen op het bedrijf, is dit een mogelijk effect van de veldbonenteelt. Uit eerder onderzoek van het Louis Bolk Instituut in het EU project Protein-2-Food, bleek dat veldboon *M. chitwoodi* en ook *Pratylenchus penetrans* sterk kan vermeerderen, maar ook dat er rasverschillen bestaan binnen de geteste veldbonerassen. Het zou interessant kunnen zijn om te zien of een multiresistente bladrammenas na een veldbonenteelt, de besmetting met *M. chitwoodi* weer op een voldoende laag niveau kan brengen om geen probleem op te leveren in de vervolgteelt. Wanneer er echter daarnaast ook nog een besmetting met *Pratylenchus penetrans* aanwezig is, wordt de keuze van een groenbemester lastig, aangezien bladrammenas een waard is voor *P. penetrans*.

In dit project was er geen mogelijkheid om te kwantificeren wat er onder de grond gebeurt, zowel qua biomassa ontwikkeling van de groenbemers als qua vastlegging van stikstof. De ondergrondse vastlegging van koolstof en stikstof is echter zowel voor groenbemers, als voor stikstofbindende gewassen een belangrijke factor bij het beoordelen van de waarde van een gewas. De aanbeveling is dan ook om dit in een vervolgproject wel te kwantificeren. Dit zou onder andere kunnen door het gebruik van bemonstering van wortels door middel van soil cores, waarna de wortels uitgespoeld worden en hier C-totaal en N-totaal metingen aan verricht worden. Hiermee wordt inzicht verkregen in de totale ondergrondse biomassa, de koolstoftoevoer door de ondergrondse gewasresten en de stikstoftoevoer. Voor het kwantificeren van stikstofvastlegging zou ook een isotopenanalyse ($N-15$) gebruikt kunnen worden. Hiermee kan inzicht verkregen worden in de verdeling tussen stikstof die een vlinderbloemige uit de (mineraliserende) bodem opneemt, en de stikstof die daadwerkelijk uit de lucht gebonden wordt.

8 Referenties

- Cuijpers, W., P. Keijzer en D. Heupink (2021) **Flevoveldboon. Eindrapportage 2020**. Louis Bolk Instituut, Bunnik
- Haagsma, W., H. Hoek en L. Molendijk (2019) **Handboek Groenbemesters**. Wageningen University & Research, Open Teelten, Lelystad
- Hollaway, G.J., V.A. Vanstone, J. Nobbs, J.G. Smith and J.S. Brown (2008) **Pathogenic nematodes of cereal crops in south-west Victoria, Australia**. Australasian Plant Pathology 37:505-510
- Hoogmoed, M. en B. Schurer (2021) **Bodembedekking: Innovatie Biodiversiteit Veenkoloniën**. 2021-015 LbP. Louis Bolk Instituut.
- Olthof, H.A. (1990) **Reproduction and parasitism of *Pratylenchus neglectus* on potato**. Journal of Nematology 22(3):303-308
- PPO-AGV Aaltjesschema. <https://aaltjesschema.nl>
- Prins, U., W. Cuijpers en R. Timmer. (2019) **Kansrijke eiwitgewassen. Eindrapportage veldproeven 2018**. Louis Bolk Instituut, Bunnik
- Smiley, R.W., R.G. Whittake, J.A. Gourlie and S.A. Easley (2005) **Suppression of Wheat Growth and Yield by *Pratylenchus neglectus* in the Pacific Northwest**. Plant Disease 89:958-968
- Stoddard, F.L., A.H. Nicholas, D. Rubiales, J.Thomas and A.M. Villegas-Fernández (2010) **Integrated pest management in faba bean**. Field Crops Research 115:308-318
- Taylor, S.P., G.J. Hollaway and C.H. Hunt (2000) **Effect of Field Crops on Population Densities of *Pratylenchus neglectus* and *P. thornei* in Southeastern Australia; Part 1: *P. neglectus***. Journal of Nematology 32(4S):591-599
- Trocconi, A. and M. di Vito (2002) **Root lesion and stem nematodes associated with Faba bean in North Africa**. Nematol. mediterr. 30:79-81
- Vanstone, V.A. (1991) **The role of fungi and the root lesion nematode *Pratylenchus neglectus* in damaging wheat roots in South Australia**. PhD thesis, University of Adelaide, Australia.

Bijlage 1 Aaltjesschema bouwplan en groenbemesters

Onderstaand aaltjesschema is gebaseerd op het aaltjesschema dat door WUR-Open Teelten ontwikkeld is, op basis van het bouwplan op het akkerbouwbedrijf waar de proeven zijn uitgevoerd, en de mengsels van groenbemesters die zijn toegepast.

	Feed Cover	Easy Green Winter	Meteil	Pratylenchus crenatus	Pratylenchus neglectus	Meloidogyne hapla	Meloidogyne chitwoodi	Meloidogyne fallax	Tylenchorhynchus dubius	Rotylenchus uniformis	Helicotylenchus spp.	Trichodorus similis	Pratrichodorus pachydermus	
Hoofdgewassen														
Aardappel				• • ?		• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	
Zomergerst				• • • ?		-	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	
Suikerbiet				• • • ?		• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	
Hennep				? ?		?	-	•	? ?	? ?	? ?	? ?	? ?	
Groenbemesters														
Italiaans raigras		26%		• • ?		-	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	
Japanse haver		50%	15%	? ?		-	• • •	• • •	? ?	? ?	? ?	? ?	? ?	
Rogge		74%		• • • ?		-	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	
Triticale			65%	• • • ?		-	• • •	• • •	? ?	? ?	? ?	? ?	? ?	
Erwt			20%	• ?		• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	
Alexandrijnse klaver		25%		? ?		• • •	• • •	• • •	? ?	? ?	? ?	? ?	? ?	
Voederwikke		25%		? ?		• • •	• R	• • •	? ?	? ?	? ?	? ?	? ?	
legenda schade				legenda vermeerdering										
onbekend													natuurlijke afname	-
geen													weinig	•
weinig 0-15%													matig	• •
matig 16-35%													sterk	• • •
zwaar 36-100%													rasafhankelijk	R
													enige informatie	