

Nature Based Solutions voor lange-termijn vastlegging van koolstof in de landbouw

Samenvatting

Bodemgebonden ziekten zoals plant parasitaire aaltjes en pathogene bodemschimmels kunnen aanzienlijke schade veroorzaken in veel vollegrondsgewassen. Met een goed doordachte vruchtwisseling kan schade door bodemziekten worden beperkt of zelfs worden voorkomen. Als bekend is met welke bodemziekten een perceel besmet is kan een gerichte rotatie worden opgesteld, waarmee de ziektedruk (populatie-dichtheid) wordt teruggedrongen voorafgaand aan de teelt van een gevoelig gewas. Omgekeerd kan een “foute” keuze in de gewasvolgorde leiden tot aanzienlijke schade.

Om de meest optimale vruchtopvolging met het geringste risico op schade samen te kunnen stellen is het noodzakelijk om te weten met welke bodemziekten het perceel is besmet en is betrouwbare informatie over waardplantgeschiktheid (hoe sterk kan een bodemziekte zich op dit gewas vermeerderen) en schadegevoeligheid (bij welk besmettingsniveau is het gewas nog zonder onacceptabel verlies aan opbrengst of kwaliteit te telen) van de gewassen noodzakelijk. Wanneer er “nieuwe” gewassen in de gewasrotatie worden opgenomen is het van groot belang deze gewaseigenschappen voor deze gewassen te kennen.

Vezelgewassen als vezelvlas en vezelhennep zijn geen gangbaar onderdeel van de akkerbouwrotatie. Vraag is welke risico's op schade door bodemgebonden ziekten (aaltjes en bodemschimmels) kunnen ontstaan of toenemen wanneer deze vezelgewassen worden opgenomen in een rotatie met aardappel, suikerbiet, granen en zaaiuien.

Om een inschatting te kunnen maken op het risico op schade door bodemgebonden ziekten wanneer vezelgewassen in de gewasrotatie worden opgenomen is het noodzakelijk om de uitgangssituatie van een perceel te kennen. Pas als bekend is met welke plant parasitaire nematoden en bodemschimmels een perceel besmet is wordt duidelijk wat de impact van de teelt van deze gewassen is op de bodemgezondheid en de risico's op schade in een volgteelt.

Aardappel- en bietencysteaaltjes en ook wortelknobbelaaltjes (*M. chitwoodi*, *M. fallax*, *M. hapla* en *M. naasi*) kunnen zich niet of maar zeer slecht op hennep en vlas vermeerderen. Door de teelt van deze gewassen zal een besmetting (door natuurlijke sterfte) worden teruggedrongen en neemt het risico op schade door deze aaltjessoorten in een volgteelt af. Het is niet duidelijk wat het effect is van de teelt van vlas en hennep op percelen die besmet zijn met stengelaaltjes en/of trichodoride aaltjes omdat betrouwbare informatie over de waardplantstatus van vlas en hennep voor deze aaltjessoorten ontbreekt. Vlas is een matige en hennep een zeer goede waard voor het wortellesieaaltje. Op percelen die besmet zijn met het wortellesieaaltje neemt het risico op schade in de volgteelt na een teelt van hennep, sterk toe. Ook bij een hennep teelt die al vrij vroeg (begin augustus) wordt geoogst kan de besmetting al zeer sterk toenemen.

Door de teelt van tagetes (afrikaantjes), als hoofdteelt of als groenbemester na graan, kan een te hoog opgelopen besmetting met wortellesieaaltjes sterk worden teruggedrongen.

Hennep en vlas zijn waardgewassen voor *S. sclerotiorum* (rattenkeutelziekte) en *V. dahliae* (verwelkingsziekte). Door de teelt van deze gewassen neemt het risico op een aantasting in een volgteelt van gevoelige gewassen als aardappel (*Verticillium*) en zaaiuien (*Sclerotinia*) toe.

Het bovenstaande geeft in het kort aan welke uitdagingen er voor boeren liggen in het telen van vlas en hennep als onderdeel van een bredere gewasrotatie. Verder onderzoek is nodig om de witte vlekken in kennis over waardplantstatus in te vullen en moet aangeven of er manieren zijn om het risico's op schade door bodemziekten terug te dringen.

Inleiding

Bodemgebonden ziekten zoals plant parasitaire aaltjes en pathogene bodemschimmels kunnen aanzienlijke schade veroorzaken in veel vollegrondsgewassen. Met een goed doordachte vruchtwisseling kan schade door bodemziekten worden beperkt of zelfs worden voorkomen. Als bekend is met welke bodemziekten een perceel besmet is kan een gerichte rotatie worden opgesteld, waarmee de ziektedruk (populatie-dichtheid) wordt teruggedrongen voorafgaand aan de teelt van een gevoelig gewas. Omgekeerd kan een "foute" keuze in de gewasvolgorde leiden tot aanzienlijke schade.

Om de meest optimale vruchtopvolging met het geringste risico op schade samen te kunnen stellen is het noodzakelijk om te weten met welke bodemziekten het perceel is besmet en is betrouwbare informatie over waardplantgeschiktheid (hoe sterk kan een bodemziekte zich op dit gewas vermeerderen) en schadegevoeligheid (bij welk besmettingsniveau is het gewas nog zonder onacceptabel verlies aan opbrengst of kwaliteit te telen) van de gewassen noodzakelijk. Wanneer er "nieuwe" gewassen in de gewasrotatie worden opgenomen is het van groot belang deze gewaseigenschappen voor deze gewassen te kennen. Vezelgewassen als vezelvlas en vezelhennep zijn geen gangbaar onderdeel van de akkerbouwrotatie. Vraag is welke risico's op schade door bodemgebonden ziekten (aaltjes en bodemschimmels) kunnen ontstaan of toenemen wanneer deze vezelgewassen worden opgenomen in een rotatie met aardappel, suikerbiet, granen en zaaiuien.

Waardplantgeschiktheid en schadegevoeligheid

Nematoden

Aaltjes of nematoden zijn minuscule wormpjes. In een handjevol grond kunnen al wel enkele duizenden aaltjes zitten en ze vormen een belangrijk onderdeel van het hele bodemvoedselweb. De meeste soorten leven van bacteriën, schimmels of dood organisch materiaal in de bodem. Een beperkt aantal soorten, de plant parasitaire aaltjes, leeft van planten (plantenwortels) en kunnen schadelijk zijn voor de gewassen die we telen.

Op zand-, dal- en lichte zavelgronden komen we de meeste aaltjessoorten tegen. Aardappel- en bietencysteaaaltjes, verschillende soorten wortelknobbel- wortellesie-, trichodoride- en stengelaaltjes. Op zwaardere gronden zijn de aardappel- en bietencysteaaaltjes en de stengelaaltjes de belangrijkste soorten. Trichodoride- wortellesie- en wortelknobbelaaltjes komen op zwaardere gronden bijna nooit voor, met uitzondering van het graswortelknobbelaaltje.

In figuur 1 uit Best4Soil is de waardplantgeschiktheid en schadegevoeligheid van hennep en vlas voor de belangrijkste aaltjessoorten weergegeven. Met name voor hennep ontbreekt kennis over waardplantstatus en schadegevoeligheid en bevat dit schema nog vrij veel witte vlekken. Waar in het schema de informatie ontbreekt is in de (wetenschappelijke) literatuur naar aanvullende informatie gezocht.

	Cysteaaltjes			Wortelknobbelaaltjes				Stengelknobbelaaltjes	Stengelaaltjes	Vrijlevende wortelaaltjes					
	<i>Globodera rostochiensis</i> / <i>G. pallida</i> Aardappelcysteaaltje	<i>Heterodera betae</i> Geel bietencysteaaltje	<i>Heterodera schachtii</i> Witte bietencysteaaltje	<i>Meloidogyne chitwoodi</i> Maïswortelknobbelaaltje	<i>Meloidogyne fallax</i> Bedrieglijk maïswortelknobbelaaltje	<i>Meloidogyne hapla</i> Noordelijk wortelknobbelaaltje	<i>Meloidogyne naasi</i> Graswortelknobbelaaltje			<i>Pratylenchus penetrans</i> Wortelsteelaaltje	<i>Ditylenchus dipsaci</i> Stengelaaltje	<i>Paratrichodorus pachydermus</i>	<i>Paratrichodorus teres</i>	<i>Trichodorus primitivus</i>	<i>Trichodorus similis</i>
	12345	12345	12345	12345	12345	12345	12345			12345	12345	12345	12345	12345	12345
Hennep	-	-	-	?	•	••	?	•••	?	?	?	?	?		
Vlas	-	-	-	-	•	•	-	••	-	?	•	?	?		

©2024. Dit aaltjesschema is een product van Wageningen University & Research | Open Teelten, Lelystad

Legenda schade		Legenda waardplantstatus		Legenda grondsoort	
	onbekend	--	actieve afname	1	zand
	geen	?	onbekend	2	dalgrond
	weinig (0-15%)	-	natuurlijke afname	3	zavel
	matig (16-35%)	•	weinig	4	klei
	zwaar (36-100%)	••	matig	5	löss
		•••	sterk		
		R	rasafhankelijk		
		S	serotypeafhankelijk		
		i	enige informatie		

Figuur 1 Waardplantstatus en schadegevoeligheid van hennep en vlas voor een aantal belangrijke plantparasitaire aaltjessoorten (www.Best4soil.eu).

Bodemschimmels

Verticillium dahliae (*Verticillium* verwelking), *Rhizoctonia solani* (*Rhizoctonia* rot) en *Sclerotinia sclerotiorum* (*rattenkeutelziekte*) zijn voor aardappel en/of suikerbiet belangrijke bodemschimmels.

Voor zaaiuien zijn *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cepae* (bolrot) en *Sclerotium cepivorum* (witrot) belangrijke soorten. Ook voor granen zijn een aantal belangrijke bodemschimmels te noemen maar deze schimmels zijn specifiek voor granen en spelen alleen een rol van betekenis in bouwplannen waarin zeer intensief granen worden verbouwd.

Zowel hennep als vlas zijn geen waard voor *Rhizoctonia solani* AG-3, de anastomose groep (AG) die in aardappel schade veroorzaakt. Het is niet bekend of vlas en hennep waard zijn voor *Rhizoctonia solani* AG-2-2. De AG-groep die onder andere schadelijk is voor suikerbiet. *Sclerotium cepivorum* (witrot) kan zich, zoals verwacht, niet vermeerderen op hennep en vlas. Dit pathogeen is vrij specifiek voor ui. Ook *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* (bolrot) kan zich niet vermeerderen op vlas. Voor hennep is de waardplantstatus niet bekend, maar ook deze bodemschimmel is vrij specifiek voor ui- en uiachtige. De verwachting is dat ook hennep geen, of hooguit een zeer slechte waard is voor deze bodemschimmel.

Vlas en hennep zijn waardgewassen voor *Sclerotinia sclerotiorum* (*rattenkeutelziekte*). Onduidelijk is hoe sterk deze bodemschimmel zich op vlas en hennep kan vermeerderen. Wel is bekend dat deze bodemschimmel aanzienlijke schade in hennep kan veroorzaken. Ook *Verticillium dahlia* (*verwelkingsziekte*) kan zich op beide gewassen vermeerderen. Hennep is een matige waard voor *Verticillium*. In welke mate *Verticillium* zich op vlas kan vermeerderen is niet bekend.

	Fusarium oxysporum					Rhizoctonia solani					Sclerotinia					Andere bodempathogenen															
	Fusarium oxysporum f. sp. cepae					Rhizoctonia solani AG-2-2					Rhizoctonia solani AG-3					Sclerotinia sclerotiorum					Sclerotium cepivorum					Verticillium dahliae					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
	>= 11					2 - 4					5 - 10					5 - 10					>= 11					5 - 10					
Hennep	?					?					-					■ B					-					●● C					Hennep
Vlas	-					?					-					■ B					-					■ C					Vlas

©2024. Dit schimmelschema is een product van Wageningen University & Research | Open Teelten, Lelystad

Legenda vermeerdering	
--	actieve afname
?	onbekend
-	geen
●	weinig
●●	matig
●●●	sterk
■	waard, geen kwantificering
R	rasafhankelijk
G	resistente onderstammen voor enten
A	overleving op gewasresten of verwelking
B	wortel- en knolinfectie of ruststructuren in de bodem
C	vaatinfectie
i	enige informatie

Legenda schade	
	onbekend
	geen
	weinig (0-15%)
	matig (16-35%)
	zwaar (36-100%)

Legenda levensduur	
<= 1	Na [] jaar telen van een niet-waardgewas is de schimmel slechts in zulke lage aantallen aanwezig dat dit nooit tot opbrengstverlies zal leiden.
2 - 4	
5 - 10	
>= 11	

Figuur 2 Waardplantstatus en schadegevoeligheid van hennep en vlas voor een aantal belangrijke pathogene bodemschimmels (www.Best4soil.eu).

Risico's binnen bouwplan

Voor de beheersing van bodemgebonden ziekten (voorkomen van schade) is het als eerste noodzakelijk om de uitgangssituatie van een perceel te kennen; welke aaltjes- en bodemschimmelsoorten komen voor en in welke dichtheden. Pas als bekend is met welke soorten een perceel besmet is en met de kennis van schadegevoeligheid en waardplantgeschiktheid van gewassen wordt duidelijk welke gewassen c.q. rassen geteeld kunnen worden en in welke vruchtopvolging, met het geringste risico op schade.

Nematoden

Hieronder is per gewas aangegeven welke aaltjessoorten het meest schadelijk zijn en wat het effect van de teelt van vlas en hennep is op een besmetting met deze aaltjessoort en daarmee op het risico op schade als deze gewassen in de rotatie worden opgenomen.

Aardappel

Aardappel is vrij gevoelig voor het aardappelcysteaaltjes en de verschillende wortelknobbelaaltjessoorten. Zowel vlas als hennep zijn een niet-waard (geen vermeerdering) voor aardappelcysteaaltjes. De wortelknobbelaaltjes *M. chitwoodi*, *M. fallax*, *M. hapla* en *M. naasi* vermeerderen zich niet of maar zeer slecht op vlas en hennep. Deze gewassen kunnen een bijdrage leveren aan de beheersing van deze aaltjessoorten. Wanneer vlas of hennep in de rotatie worden opgenomen zal de besmetting door natuurlijke sterfte (sterk) afnemen en daarmee ook het risico op schade. Ook trichodoriden kunnen schade in aardappel veroorzaken.

Omdat informatie over de vermeerdering van de verschillende trichodoride-soorten op vlas en hennep ontbreekt, is het onduidelijk of door de teelt van deze gewassen het risico op schade zal toenemen of juist wordt beperkt.

Aardappel is vrij gevoelig voor het wortellesieaaltje, een aaltjessoort die algemeen op de zandgronden voorkomt. Vlas is een matige- en hennep een zeer goede waard voor het wortellesieaaltje. Het is bekend dat door de teelt van hennep een wortellesieaaltjes besmetting zeer sterk kan toenemen, tot voor aardappel zeer schadelijke dichtheden. Wanneer hennep in de rotatie wordt opgenomen neemt het risico op schade door deze aaltjessoort dan ook sterk toe. Door de teelt van tagetes (afrikaantjes), als hoofdteelt of als groenbemester na graan, kan een besmetting met wortellesieaaltjes sterk worden teruggedrongen.

Suikerbiet

Bietencysteaaltjes en trichodoride-aaltjes zijn voor suikerbiet de meest schadelijke aaltjessoorten. Bietencysteaaltjes veroorzaken geen schade in vlas en hennep en kunnen zich op deze gewassen ook niet vermeerderen. Opnemen van deze gewassen in de rotatie zal bijdrage aan de beheersing van bietencysteaaltjes. Door de teelt van deze niet-waard gewassen zal een besmetting afnemen. Het effect van de teelt van vlas en hennep op een besmetting met trichodoride-aaltjes is onduidelijk omdat informatie over de waardplantstatus van deze gewassen voor trichodoride-aaltjes (grotendeels) ontbreekt.

Granen

Graangewassen zijn voor de meeste aaltjessoorten weinig gevoelig. Het graswortelknobbelaaltje *M. naasi* kan soms problemen veroorzaken. In het bijzonder zomergerst en zomertarwe kunnen op percelen met wat lagere pH schade ondervinden van dit graswortelknobbelaaltje.

Vlas en hennep lijken geen waard te zijn voor *M. naasi*. Wanneer deze gewassen in de rotatie worden opgenomen neemt de besmetting en daarmee ook het risico op schade door deze aaltjessoort af.

Zaaiuien

Zaaiuien is een gewas dat vrij gevoelig is voor een groot aantal aaltjessoorten. Het noordelijk wortelknobbelaaltje *M. hapla* en het graswortelknobbelaaltje *M. naasi* kunnen aanzienlijke schade veroorzaken in zaaiuien. Maar ook voor de maiswortelknobbelaaltjes *M. chitwoodi* en *M. fallax* is zaaiui vrij gevoelig. Deze wortelknobbelaaltjessoorten kunnen zich niet of maar zeer slecht vermeerderen op zowel vlas als hennep. Door de teelt van vlas of hennep kan een besmetting worden teruggedrongen en is het risico op de schade door deze aaltjessoorten in een volgteelt van een gevoelig gewas als zaaiuien gering. Door het ontbreken van kennis over de waardplantstatus voor trichodoriden kan geen uitspraak worden gedaan over het risico op schade door trichodoriden in een volgteelt na vlas of hennep.

Zaaiuien zijn zeer gevoeliger voor het wortellesieaaltje *P. penetrans*. Vlas is een matige waard voor *P. penetrans*. Hennep is een zeer goede waard voor deze aaltjessoort. De teelt van hennep laat zeer hoge dichtheden na. Dichtheden die in een volgteelt zaaiuien kunnen leiden tot een volledige misoogst.

Suikerbiet, zaaiuien en, in mindere mate ook aardappel zijn gevoelig voor stengelaaltjes. Ondanks dat deze gewassen gevoelig zijn is het aantal meldingen van schade door stengelaaltjes vanuit de praktijk vrij beperkt. Voor zover bekend kunnen stengelaaltjes zich niet op vlas vermeerderen. Hennep daarentegen lijkt wel een waard voor stengelaaltjes maar onduidelijk is welke stengelaaltjesrassen zich mogelijk op hennep kunnen vermeerderen. Hierdoor kan het risico op schade niet worden ingeschat.

	Cysteaaltjes					Wortelknobbelaaltjes					Wortelaaltjes		Stengelaaltjes		Vrijlevende wortelaaltjes																																																	
	Globodera rostochiensis / G. pallida Aardappelcysteaaltje					Heterodera betae Geel bietencysteaaltje					Heterodera schachtii Witte bietencysteaaltje					Meloidogyne chitwoodi Mais wortelknobbelaaltje					Meloidogyne fallax Bedruggelijk mais wortelknobbelaaltje					Meloidogyne hapla Noordelijk wortelknobbelaaltje					Meloidogyne naasi Gras wortelknobbelaaltje					Pratylenchus penetrans Wortelaaltje					Ditylenchus dipsaci Stengelaaltje					Paratrichodorus pachydermus					Paratrichodorus teres					Trichodorus primitivus					Trichodorus similis			
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
Hennep	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	?	●	●●	?	●●●	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?																			
Vlas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	●	●	●	●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●														
Aardappel	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●																			
Suikerbiet	-	●●● R	●●● R	●●● R	●●● R	●●● R	●●● R	●●● R	●●● R	●●● R	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●																			
Gerst	-	-	-	-	-	●	●	●	●	●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●																			
Tarwe	-	-	-	-	-	●●	●●	●●	●●	●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●																			
Ui	-	-	-	-	-	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●																			

©2024. Dit aaltjesschema is een product van Wageningen University & Research | Open Teelten, Lelystad

Legenda schade	
●	onbekend
●●	geen
●●●	weinig (0-15%)
●●●●	matig (16-35%)
●●●●●	zwaar (36-100%)

Legenda waardplantstatus	
●●	actieve afname
?	onbekend
-	natuurlijke afname
●	weinig
●●	matig
●●●	sterk
R	rasafhankelijk
S	serotypeafhankelijk
i	enige informatie

Legenda grondsoort	
1	zand
2	dalgrond
3	zavel
4	klei
5	löss

Figuur 3 Waardplantstatus en schadegevoeligheid van akkerbouwgewassen voor een aantal belangrijke plantparasitaire aaltjessorten (www.Best4spil.eu).

Bodemschimmels

Hieronder is per gewas aangegeven welke bodemschimmels het meest schadelijk zijn en wat het effect van de teelt van vlas en hennep is op een besmetting met deze bodemschimmel en daarmee op het risico op schade.

Aardappel

De voor aardappel belangrijkste bodemschimmels zijn R. solani AG 3, S. sclerotiorum en V. dahlia. Vlas en hennep zijn geen waard voor R. solani AG 3 en zijn met betrekking tot deze bodemschimmel een gunstige voorvrucht voor aardappel. S. sclerotiorum en V. dahliae kunnen respectievelijk matige en zware schade veroorzaken in aardappel. Zowel vlas als hennep vermeerderen beide schimmels in enige mate en(blijken daarmee op percelen met een besmetting met S. sclerotiorum of V. dahliae een minder gunstige voorvrucht.

Suikerbiet

Suikerbiet is vrij gevoelig voor R. solani AG 2-2. Het is niet bekend of R. solani AG 2-2 zich op vlas en hennep kan vermeerderen en wat het mogelijke risico op schade is wanneer deze gewassen worden opgenomen in een rotatie met suikerbiet. Van S. sclerotinia ondervindt suikerbiet weinig schade. V. dahliae kan zich op zowel vlas als hennep vermeerderen en matige schade in suikerbiet veroorzaken. Een aantasting van V. dahlia in suikerbiet komt echter in Nederland maar weinig voor. De verwachting is dat vlas en hennep, met betrekking tot het risico op schade door bodemschimmels in suikerbiet, geen ongunstige voorvruchten zijn.

Granen

Belangrijke bodemschimmels voor granen zijn *Gaeumannomyces graminis* (tarwehalmdoder), *Pseudocercospora herpotrichoides* (oogvlekkenziekte) en *Rhizoctonia cerealis* (scherpe oogvlekkenziekte). Deze bodemschimmels tasten alleen graangewassen aan en hebben ook alleen graangewassen als waard. Ook op vlas en hennep kunnen deze schimmels zich niet vermeerderen en zijn voor deze bodemschimmels een gunstige voorvrucht voor granen.

Zaaiuien

Zaaiuien zijn niet gevoelig voor *V. dahlia* en *R. solani* maar kunnen wel aanzienlijke schade ondervinden van *Sclerotium cepivorum* (witrot), *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* (bolrot) en *S. sclerotiorum*. Vlas is geen waard voor de bodemschimmels die witrot en bolrot in ui veroorzaken en is, met betrekking tot het risico op schade door deze schimmels, een gunstige voorvrucht. *Sclerotium cepivorum* kan zich ook op hennep niet vermeerderen. De waardplantstatus van hennep voor *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* is onbekend. De verwachting is dat hennep hooguit een slechte waard is voor deze bodemschimmel en daardoor geen ongunstige voorvrucht.

Vlas en hennep vermeerdering beide *S. sclerotinia* en zijn daardoor op percelen met een besmetting met deze bodemschimmel geen goede voorvruchten voor ui.

	Fusarium oxysporum						
	Rhizoctonia solani		Sclerotinia		Andere bodempathogenen		
	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cepae</i>	<i>Rhizoctonia solani</i> AG-2-2	<i>Rhizoctonia solani</i> AG-3	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>Sclerotium cepivorum</i>	<i>Verticillium dahliae</i>	
	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	
	>= 11	2-4	5-10	5-10	>= 11	5-10	
Hennep	?	?	-	■ B	-	●● C	Hennep
Vlas	-	?	-	■ B	-	■ C	Vlas
Aardappel	?	●●● B	●●● B	●● B	-	●●● C	Aardappel
Suikerbiet	● C	●●● B	-	● B	-	● C	Suikerbiet
Gerst	?	?	-	-	-	-	Gerst
Tarwe	● C	-	-	-	-	-	Tarwe
Ui	●● C	-	-	● B	■ B	● B	Ui

©2024. Dit schimmelschema is een product van Wageningen University & Research | Open Teelten, Lelystad

Legenda vermeerdering		Legenda schade	
--	actieve afname		onbekend
?	onbekend		geen
-	geen		weinig (0-15%)
●	weinig		matig (16-35%)
●●	matig		zwaar (36-100%)
●●●	sterk		
■	waard, geen kwantificering		
R	rasafhankelijk		
G	resistente onderstammen voor enten		
A	overleving op gewasresten of verwelking		
B	wortel- en knolinfectie of ruststructuren in de bodem		
C	vaatinfectie		
i	enige informatie		

Legenda levensduur	
<= 1	Na [] jaar telen van een niet-waardgewas is de schimmel slechts in zulke lage aantallen aanwezig dat dit nooit tot opbrengstverlies zal leiden.
2 - 4	
5 - 10	
>= 11	

Figuur 4 Waardplantstatus en schadegevoeligheid van akkerbouwgewassen voor een aantal belangrijke pathogene bodemschimmels (www.Best4soil.eu).

Conclusie

Om een inschatting te kunnen maken op het risico op schade door bodemgebonden ziekten wanneer vezelgewassen in de gewasrotatie worden opgenomen is het noodzakelijk om de uitgangssituatie van een perceel te kennen. Pas als bekend is met welke plant parasitaire nematoden en bodemschimmels een perceel besmet is wordt duidelijk wat de impact van de teelt van deze gewassen is op de bodemgezondheid en de risico's op schade in een volgteelt.

Aardappel- en bietencysteaaltjes en ook wortelknobbelaaltjes (*M. chitwoodi*, *M. fallax*, *M. hapla* en *M. naasi*) kunnen zich niet of maar zeer slecht op hennep en vlas vermeerderen. Door de teelt van deze gewassen zal een besmetting (door natuurlijke sterfte) worden terugdringen en neemt het risico op schade door deze aaltjessoorten in een volgteelt af. Het is niet duidelijk wat het effect is van de teelt van vlas en hennep op percelen die besmet zijn met stengelaaltjes en/of trichodoride aaltjes omdat betrouwbare informatie over de waardplantstatus van vlas en hennep voor deze aaltjessoorten ontbreekt. Vlas is een matige en hennep een zeer goede waard voor het wortellesieaaltje. Op percelen die besmet zijn met het wortellesieaaltje neemt het risico op schade na een teelt van hennep, sterk toe. Ook bij een teelt die al vrij vroeg wordt geoogst.

Hennep en vlas zijn waardgewassen voor *S. sclerotiorum* (rattenkeutelziekte) en *V. dahliae* (verwelkingsziekte). Door de teelt van deze gewassen neemt het risico op een aantasting in een volgteelt van gevoelige gewassen als aardappel (*Verticillium*) en zaaiuien (*Sclerotinia*) toe.

Literatuur

- Bernard, E. et al., 2022. Review of nematode interactions with hemp (*Cannabis sativa*), *Journal of Nematology*, DOI: 10.21307/jofnem-2022-002 e2022-2 | Vol. 54
- Dippenaar, M.C., C.L.N. du Toit and M.S. Botha-Greeff 1996. Response of hemp (*Cannabis sativa* L) varieties to conditions in Northwest Province, South Africa. *Journal of the International Hemp Association* 3(2): 63-66.
- Gooris, J., 1974 Bijdrage tot de studie van verspreiding, de biologie, de pathogeniteit en de populatiedynamica van de Gramineeënwortelknobbelnematode *Meloidogyne naasi*. Proefschrift, Rijksuniversiteit Gent (B)
- Hickman, P., L. Schulz, and L. M. Dandurand. 2023. Host status and hatching effect of hemp (*Cannabis sativa*) and teff (*Eragrostis tef*) on *Globodera pallida*. *Nematropica* 54:15-21.
- Kok, C. J., G. C. M. Coenen, and A. De Heij. 1994. The effect of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.) on selected soil-borne pathogens. *Journal of the International Hemp Association* 1:6-9.
- Kok, C. J. and Coenen, G. C. M. 1996. Host suitability of alternative oilseed and fiber crops to *Pratylenchus penetrans*. *Fundamental and Applied Nematology* 19:205-6.
- Meijer, E. P. M. de and Keizer, L. C. P. 1996. Patterns of diversity in *Cannabis*. *Genetic Resources and Crop Evolution* 43:41-52.
- Visser, J., Teklu, M.G., Brinkman, P. & Molendijk, L.P.G., 2022. Waardplantgeschiktheid van akkerbouwgewassen en groenbemesters voor het Maiswortelknobbelaaltje *Meloidogyne chitwoodi* projectrapport WPR-OT-974, <https://doi.org/10.18174/585736>
- Wijnholds, K.H., & Hoek, H., 2009. Effect van hennep op de populatiedichtheid van *Pratylenchus penetrans* PPO projectrapport nr. 3250150100, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. www.hempflax.com/wp-content/uploads/Hempflax-Handleiding-Hennepteelt.pdf
<http://nemaplex.ucdavis.edu/Nemabase2010/PlantHostStatusDDRResult.aspx?PgenusPspec=Cannabis>
www.best4soil.eu