



Het beperken van insectenplagen in gewassen door het aanleggen van barrières rond of in het perceel: een literatuurstudie

Functionele
Agro
Biodiversiteit



© 2009 ZLTO Projecten

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze opgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enig andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van ZLTO Projecten.

ZLTO Projecten is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Uitgevoerd in opdracht van de stuurgroep LTO FAB II

ZLTO Projecten
p/a Henny van Gurp
Postbus 91, 5000 MA Tilburg (tel: 013-583 62 16)

Het beperken van insectenplagen in gewassen door het aanleggen van barrières rond of in het perceel: een literatuurstudie

B.G. Meerburg, J. Elderson, E. den Belder

Wageningen UR, Plant Research International, Wageningen

F.A.N. van Alebeek

Wageningen UR, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad

Juni 2009

Het project LTO FAB II is mede mogelijk gemaakt door financiering vanuit het Ministerie van LNV, Ministerie van VROM, Productschap Akkerbouw, Productschap Tuinbouw, Provincie Zuid-Holland en Rabobank.



landbouw, natuur en
voedselkwaliteit



Rabobank



PRODUCTSCHAP AKKERBOUW



provincie
ZUID HOLLAND



Productschap
Tuinbouw

Inhoudsopgave

1.	INLEIDING	4
2.	DE FYSIEKE EN/OF BIOBARRIÈRE	4
3.	VANGGEWASSEN ("LURE CROPS" OF "TRAP CROPS")	9
4.	AANPASSEN VAN HET TEELTSYSTEEM (INTERCROPPING)	10
5.	DISCUSSIE	11
6.	CONCLUSIES	13
	LITERATUUR	14

1. Inleiding

Insecten zijn voor een belangrijk deel verantwoordelijk voor het ontstaan van schade aan het gewas. Nu worden nog vaak breedwerkende gewasbeschermingsmiddelen ingezet. Echter, om diverse redenen wordt van ondernemers verwacht dat zij steeds duurzamer gaan werken. Het inzetten van een natuurlijke vorm van plaagbeheersing past binnen dit streven. In het FAB II-project in de Hoeksche Waard krijgen nuttige insecten (predatoren en parasieten) de leefruimte (op en in de omgeving van het bedrijf) om de plaaginsecten te verslaan. Dit is een natuurlijke vorm van gewasbescherming waarbij de biodiversiteit wordt benut. Binnen het FAB II project wordt bestaande kennis over planten en combinaties van planten die natuurlijke beheersing van plagen stimuleren gekoppeld aan de aanwezige landschapselementen. Deze landschapselementen (bijvoorbeeld dijken, bosjes etc.) kunnen dienen als een leefgebied en overwinteringsplek voor roofinsecten. Zo hoopt men plagen in de toekomst het hoofd te kunnen bieden.

Er bestaan ook andere methoden die ervoor zorgen dat plaaginsecten zich minder gemakkelijk naar nieuwe gewassen of binnen bestaande teelten kunnen verspreiden. Dit zijn bijvoorbeeld:

1. fysieke - of biobarrières;
2. het toepassen van vanggewassen ("trap crops" of "lure crops") rond het perceel;
3. het aanpassen van het teeltsysteem door het combineren van twee gewassen in het perceel, waardoor barrières voor plaagsoorten ontstaan.

In dit document wordt een overzicht gegeven van de literatuur over dit soort maatregelen. Bij het vaststellen van een effectief maatregelenpakket op het bedrijf zal steeds kritisch gekeken moeten worden naar de (economische en bedrijfsmatige) haalbaarheid van verschillende maatregelen.

2. De fysieke en/of biobarrière

Veel landbouwgewassen zijn eenjarige teelten in een roulerend bouwplan. Insectenplagen moeten dus elk voorjaar opnieuw hun voorkeursgewassen opsporen en koloniseren. De meeste plaaginsecten bereiken vliegend de nieuwe percelen waar zij een gewas koloniseren. De keuze van plaaginsecten om in een bepaald gewas te landen wordt door een complex van factoren bepaald. Naast planteigenschappen (kleur, grootte, vorm, geur) spelen de vorm van het gewas, windrichting en het microklimaat en de omliggende vegetatie een rol. Eerdere studies hebben aangetoond dat constructies van kunststof of opgaande gewassen een barrière kunnen vormen die de kolonisatie en verspreiding van plagen in die gewassen beïnvloedt.



Figuur 1. Een fysieke barrière: fijne netten van polyethyleen met het doel om bladluis buiten het gewas te houden (foto: www.agralan.co.uk)

Fysieke barrières

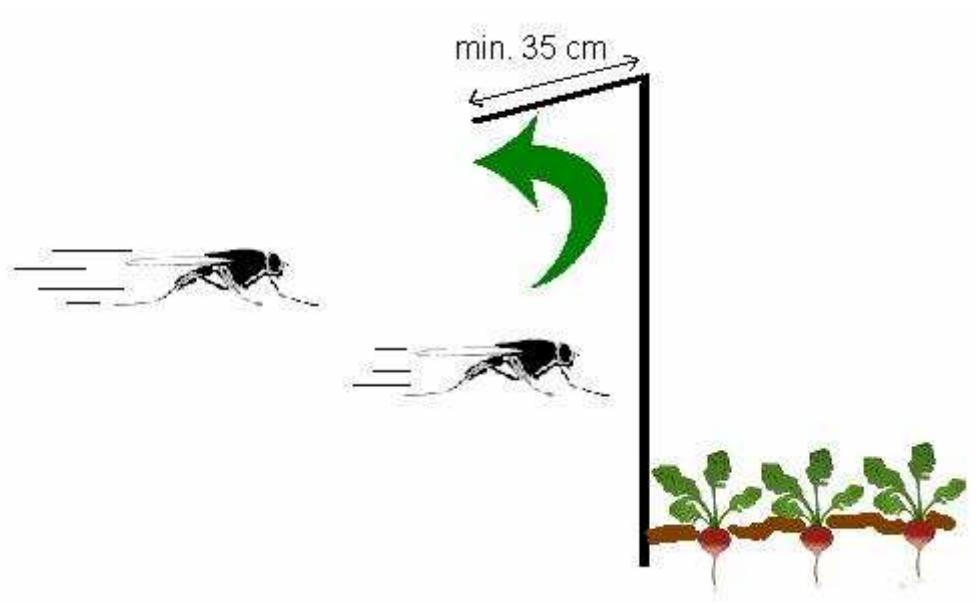
Insecten kunnen door middel van een horizontale barrière (zie figuur 1), maar soms ook door een verticale barrière beperkt worden in hun verspreiding. Uit een Poolse studie naar de effectiviteit van horizontale barrières (van nylon of polyethyleen plastic) in de broccoliteelt blijkt dat er 3-4 dagen eerder kon worden geoogst omdat er minder schade door de koolvlieg *Delia brassicae* aan de planten werd toegebracht. Nylon bleek meer geschikt als afdekking dan polyethyleen, aangezien de planten daarmee uiteindelijk meer vitamine C bevatten (Kunicki *et al.*, 1996). Een oude methode in de koolteelt, die nog steeds door hobbytuinders wordt toegepast, zijn de zogenaamde koolkragen als barrière tegen eileg van de koolvlieg (www.plantaardig.com/groenteninfo).

Verticale barrières hebben als groot voordeel boven de horizontale barrières dat ze geen licht tegenhouden en niet het microklimaat onder de bedekking beïnvloeden. Dat heeft soms negatieve gevolgen voor de kwaliteit van de oogst. Verticale barrières hoeven (in tegenstelling tot horizontale afdekkingen) niet verwijderd te worden voordat veldwerk kan worden uitgevoerd.

Aangetoond is (in Noors onderzoek) dat een verticaal scherm van 180 cm bestaande uit insectennetten, met aan de buitenkant een naar beneden gevouwen uitstulping van 50 cm, een vermindering kan geven van de schade door koolvlieg in *Brassica* teelten (Meadow, 2008). De reden hiervoor blijkt te zijn dat de vrouwtjes van de koolvliegen laag bij de grond vliegen op zoek naar een waardplant. De barrière belemmert hen hierbij (Meadow, 2008).

Uit Duitse proeven blijkt dat staande insectennetten van 170 cm hoog effectief waren tegen de wortelvlieg *Delia radicum* in radijs, maar niet tegen de wortelvlieg *Psila rosae* in peen (Siekmann & Hommes, 2005). De lengte van het overhangende deel van het insectennet speelt een rol bij de effectiviteit: als de overhang meer dan 35 centimeter was, werd het effect pas zichtbaar (Figuur 2) en daalde de schade in radijs met 55%. Tot de conclusie dat overhang belangrijk is komen ook Canadese onderzoekers, die met nylon afscheidingen van 130 cm hoog en 25 cm overhang in het veld 85% minder *Delia radicum* vrouwtjes vonden dan in veldjes zonder afscheidingen (Bomford, 2000).

Vliegpatronen van de plaaginsecten zijn dus van belang en bepalen de effectiviteit van een fysieke barrière. Opvallend was dat de fysieke barrière met name invloed had op de populatiegrootte van de overwinterende wortelvlieg *Delia radicum* en dat in het jaar nadat de afscheidingen waren geplaatst er minder van deze wortelvliegen werden aangetroffen (Siekmann & Hommes, 2005).



Figuur 2. Insectennetten van 170 cm hoog met een overhang voorkomen dat wortelvliegen in de radijsjes belanden.

Er is nog wel discussie over de vraag tot welke afstanden een verticale barrière effectief is. Veel onderzoek is gedaan op relatief kleine onderzoekspercelen. De vraag is op welke afstand vliegen die opstijgen en over een barrière heen zijn gevlogen weer afdalen om te landen.

Biobarrières

Naast fysieke barrières tegen plagen, zijn ook biobarrières mogelijk.

Een biobarrière definiëren wij als een niet-waardplantgewas dat door zijn groeiwijze in staat is om de toegang van schadelijke insecten tot een perceel te beperken (1) en/of de overdracht van het virus te beperken waardoor de kans op aantasting van het te beschermen gewas afneemt (2).

Bovenstaande definitie sluit aan bij eerdere literatuur (Alegbejo and Uvah, 1986; Difonzo et al, 1996; Fereres, 2000). Op dit moment worden biobarrières vaak ingezet tegen bladluizen. Deze insecten veroorzaken oogstverliezen door zuigschade en brengen ongeveer de helft van alle 600 bekende plantenvirussen over (Hull, 2002; Hooks en Fereres, 2006).

Onderzoek naar biobarrières heeft onder meer plaatsgevonden in Azië, Noord- en Zuid-Amerika. In India (Dhanju et al., 1995) is gevonden dat met name maïs goed in staat is om het productieperceel te beschermen. In een met maïs omringd perceel met sperziebonen nam de incidentie (= het aantal *nieuwe* gevallen van een aantasting/ziekte per tijdseenheid, per aantal van de populatie) van de mozaïekziekte (een virus overgedragen door bladluizen) maar liefst met 46% af, waardoor de oogst met een kwart steeg. Ook bleek dat maïs beter voor dit doel geschikt is dan zonnebloemen, amaranthus, sorghum (= kafferkoren) of okra (= vruchtgroentegewas). Overigens werd de maïs dichtbij het te beschermen gewas geplant: de afstand tot de bonen was slechts 50 centimeter.

In andere studies in India werden pigeon pea-struiken (*Cajanus cajan*) gebruikt om aardnoten (Ghewande en Nandagopal, 1997) en cassave (= eetbare wortelknol van een verhoutende, overblijvende heester in Afrika) (Prasad en Kudada, 2005) te beschermen tegen verschillende soorten insecten. Ook hiermee werden goede resultaten geboekt, zo nam onder meer de incidentie van het Papaya ringspot virus (PRSV) in de papaja (= de vrucht van een **meloenboom**) af.

In Costa Rica werden verschillende manieren om een tomatenveld te beschermen tegen de tabakswittevlieg (*Bemisia tabaci*) vergeleken (Salas, 2004). Tomaat met komkommer als veggewas gaf de hoogste tomatenoogst per hectare, gevolgd door de toepassing van rijtschilletjes als bodembedekker en het inzetten van een barrière van maïs. De auteur concludeert dat het inzetten van deze drie maatregelen goedkope en daardoor geschikte methoden zijn voor boeren om hun gewas tegen de tabakswittevlieg te beschermen (Salas, 2004).

In een proef in Florida (Smith & McSorley, 2000) werd maïs getest als biobarrière voor het beheer van de tabakswittevlieg (*Bemisia argentifolii*) op bonen (*Phaseolus vulgaris* L.). Wittevliegen zijn slechte vliegers, die sterk van luchtstromen afhankelijk zijn voor hun verspreiding (Byrne & Bellows, 1991). Uit dit onderzoek bleek dat bij benedenwindse velden minder tabakswittevliesen werden aangetroffen. De rij maïs rechtstandig op de windrichting had enig effect op de verspreiding van volwassen wittevliesen in het perceel (Smith & McSorley, 2000). Echter, dit effect was beperkt; windrichting bepaalde veel meer de verspreiding. De auteurs verwachten bovendien dat de bijdrage die de maïs levert afhankelijk kan zijn van de grootte van de populatie tabakswittevlieg (Smith & McSorley, 2000).

In Spanje is onderzoek gedaan naar de effectiviteit van verschillende soorten biobarrières voor de vermindering van de verspreiding van het aardappel Y virus en het komkommermozaïekvirus in pepers. Het bleek dat de biobarrières minder effectief waren dan vooraf vanuit de literatuur naar voren was gekomen: er belandden evenveel bladluizen (perzikluis *M. persicae*, katoenluis, *A. gossypii*) in het te beschermen gewas als zonder de biobarrières (Feres, 2000). Desondanks nam de virusdruk significant af en de oogst toe in 2 van de 4 onderzochte jaren: in één jaar nam de incidentie met 13% af dankzij een rand met sorghum. Kennelijk verloren de luizen hun virusinfectie door eerst op de biobarrière te landen en daar zich te voeden.

Belangrijk uit dit onderzoek is dat de effectiviteit van de biobarrière met name afhangt van: 1. het patroon van de virusverspreiding, 2. de hoogte van de biobarrière op het hoogtepunt van mogelijke infectie en 3. de mate van competitie tussen de biobarrière en het te beschermen gewas (Feres, 2000). Deze auteur suggereert dat als virussen monocyclisch zijn (dat wil zeggen dat bladluizen alleen het eerste gewas besmetten en daarna vrij zijn van de virusinfectie) door toepassing van een biobarrière er een vermindering van besmettingen kan optreden. Overigens lag er bij de experimenten van Feres (2000) tussen de biobarrière en het te beschermen gewas een brede strook braakliggende grond.

In een andere studie werd onderzoek gedaan naar het effect van een biobarrière op de introductiepatronen van het Bean Yellow Mosaic virus (BYMV-N) in lupine (Jones, 2005). Er was een duidelijk effect bij aanwezigheid van tarwe rond het lupineperceel: bij BYMV-N lag de besmettingsgradiënt over het perceel lager dankzij de aanwezigheid van zo'n barrière (Jones, 2005).

Uit een onderzoek in India is gebleken dat maïs wel een goede biobarrière kan vormen voor de verspreiding van trips (*Thrips tabaci* L.) in uien. Maar liefst 77% van de volwassen trips werd geblokkeerd (Srinivas & Lawande, 2006). Maïs van 100 cm hoog was in dit opzicht veel effectiever dan een barrière van tarwe. Deze laatste barrière blokkeerde slechts ongeveer 45%. De auteurs merken echter wel op dat het belangrijk is om tussen de maïs en de uien een redelijke afstand te houden, aangezien anders de oogst negatief wordt beïnvloed (Srinivas & Lawande, 2006).

Hooks en Feres (2006) geven een uitgebreid overzicht van de resultaten van diverse

studies naar het effect van plaatsing van verschillende soorten biobarrières op virusoverdracht door bladluis. Dit overzicht staat deels in Tabel 1.

Tabel 1. Overzicht van een aantal mogelijke biobarrières tegen bladluizen en thrips (deels naar Fereres, 2000 & Hooks en Fereres, 2006)

<i>Beschermd gewas</i>	<i>Biobarrière</i>	<i>Type insect</i>	<i>Virus</i>	<i>Referentie</i>
Broccoli	Boerenkool, gerst	Bladluis	CaMV	Jenkinson, 1955
Peper	Zonnebloem	Bladluis	PVY	Simons, 1957
Kalebas, siermeloen	Tarwe	Bladluis	WMV-2, WMV-1	Toba et al., 1977
Faba boon	Gerst	Bladluis	BYMV	Jayasena & Randles, 1985
Peper	Maïs, okra, sorghum, katoen	Bladluis	PVMV	Alegbejo & Uvah, 1986
Sojaboon	Sorghum	Bladluis	SMV	Bottenberg & Irwin, 1992
Lupine	Tarwe, haver	Bladluis	BYMV	Jones, 1993; Jones, 2005
Peper	Marigold	Bladluis	CMV, TEV	Chew-Madinateitia et al., 1995
Pootaardappel	Soja, sorghum, tarwe, aardappel	Bladluis	PVY	Difonzo et al., 1996
Peper	Maïs, zonnebloem, sorghum, wikke	Bladluis	PVY, CMV	Avilla et al., 1996; Fereres, 2000
Sla	Kool	Trips	Tospovirussen	Coutts et al., 2004
Uien	Maïs	Trips	niet benoemd	Srinivas & Lawande, 2006

Ook voor de bescherming van de aardappel kan een biobarrière interessant zijn, zo blijkt uit tabel 2. Virusziekten spelen in ons land met name een rol bij pootaardappelen, minder bij consumptieaardappelen.

Tabel 2. Effecten van biobarrières op virusziekten in aardappel (naar Hooks en Fereres, 2006)

<i>Virus</i>	<i>Biobarrière soort</i>	<i>Response</i>	<i>Factoren</i>	<i>Referentie & land</i>
PVY (aardappel Y virus)	Sorghum, aardappel, soja, tarwe	# bladluizen in gewas gelijk, maar virusincidentie in gewas neemt af	Biobarrières fungeren als gootsteen (bladluizen raken virus kwijt voor de landing op aardappel)	Difonzo et al., 1996 (USA)
PVY	Tarwe strooisel	Het strooisel vermindert de virusincidentie, maar geen invloed op oogstopbrengst	Verminderd optisch contrast tussen plant en bodem	Saucke and Döring, 2004 (Duitsland)
PLRV (bladrolvirus)	Tarwe, mosterd	Oogst het grootst in beschermde plot, tarwe zorgt voor grootste oogst	Tarwe vormt een mechanische barrière tegen bladluis	Mannan, 2003 (Bangladesh)

Er zijn kennelijk dus een aantal voorwaarden waaraan een goede biobarrière moet voldoen.

Een goede biobarrière:

1. mag de teelt van het hoofdgewas niet negatief beïnvloeden;
2. dient zijn werende werking te hebben op het moment dat een insectenplaag kan optreden;
3. dient de plaag zo goed mogelijk te weren;
4. is gemakkelijk te telen;
5. past in het landschap;
6. vormt liefst geen barrière voor natuurlijke vijanden van plaaginsecten;
7. kan daarnaast liefst ook de verspreiding van bijv. schadelijke bacteriën en schimmels vanuit opstuivende grond (wind) van aangrenzende teelten voorkomen.

3. Vanggewassen ("Lure crops" of "trap crops")

Veel onderzoekers hebben geprobeerd om door middel van vanggewassen (in het Engels: lure crops of trap crops) plagen te bestrijden (Hokkanen 1991). Essentieel is dat de plant die de plaaginsecten weg moet lokken door dat soort insect aantrekkelijker moet worden gevonden dan het te beschermen gewas en ook dan gewassen in de buurt. Zo wordt het te beschermen gewas gespaard van kolonisatie van de plaaginsecten en daarmee samenhangende schade. Soms wordt de strook met het vanggewas dan bespoten met een gewasbeschermingsmiddel.

Echter, er kleven mogelijk ook nadelen aan het toepassen van vanggewassen als strategie om het plaaginsect weg te lokken van de oogst. Het belangrijkste bezwaar is dat de vanggewassen kunnen fungeren als een waardplant voor de reproductie van plaaginsecten, en dus de infectie in nabijgelegen percelen kunnen vergroten.

Eerder is vanuit het project FAB-I een lijst opgesteld van criteria waaraan een vanggewas moet voldoen:

1. Aantrekkelijk voor het volwassen insect om eieren op af te zetten (trap);
2. Geen bron van andere plagen van het te beschermen gewas;
3. Gemakkelijk te telen;
4. Slecht voedsel voor de larven (dead-end) of, als dat niet opgaat;
5. Geschikt om lokaal de plaag te bestrijden.

Met de werking van vanggewassen is nog relatief weinig ervaring. In een proef in een aardappelveld bleek dat Coloradokevers zich niet meer aangetrokken voelden tot het vanggewas vergeleken met de rest van het veld als het vanggewas uit volwassen aardappelplanten bestond (Hoy et al., 2000). Deze auteurs vonden weinig mogelijkheden om de keverpopulatie d.m.v. vanggewassen te beperken (Hoy et al., 2000).

Uit onderzoek in Canada bleek dat veldmosterd (*Brassica rapa*) die tegelijkertijd werd geplant met het hoofdgewas koolzaad (*Brassica napus*) op de perimeter (=instrument voor het bepalen van het gezichtsveld) één week eerder bloeide en ervoor zorgde dat koolzaadsnuitkeverpopulaties zich effectief concentreerden op het vanggewas (Carcamo et al., 2007). Wel moet worden opgemerkt dat dit met name gebeurde op grote en vierkante percelen. Of het effect ook op kleine en smalle percelen (<400 meter breed) vergelijkbaar sterk is, is niet onderzocht.

Bij de strategie Perimeter Trap Cropping (PTC) worden aantrekkelijke plantensoorten als een soort defensieve muren om alle randen van het hoofdgewas geplant. In feite wordt zo de biobarrière gecombineerd met een vanggewas. Zo gebruikten sommige onderzoekers (Boucher et al., 2000) een rand of strook van "cherry pepper" (=Hongaarse hete paprika) om de pepper maggot (=een gele boorvlieg van 8 mm lang, *Zonosemata electa*), tegen te gaan.

Deze barrière werd ook bespoten met insecticide waarna de resultaten goed waren. Ook bij proeven in komkommer werd deze methode gebruikt (zie Figuur 3). Deze methode levert weliswaar een sterke besparing op van insecticide (niet het hele perceel hoeft meer te worden bespoten, maar slechts een deel), maar inzet van gewasbeschermingsmiddelen is toch nog steeds noodzakelijk.



Figuur 3. Positieve gevolgen van de inzet van vanggewassen in de Verenigde Staten: bij het gebruik van de pompoen Blue Hubbard als "Perimeter Trapping Crop" (PTC) wordt de komkommeroogst veel beter omdat de komkommerkever geen kans meer krijgt. (Foto's: Universiteit van Connecticut). Overigens werd het vanggewas (de trap crop) hier wel met insecticide bespoten.

In uitzonderlijke gevallen is in het vanggewas geen bespuiting nodig, zoals bij Barbarakruid (*Barbarea vulgaris*). De eitjes die door het vrouwtje van de koolmot (*Plutella xylostella*) op deze plant worden afgezet, komen wel uit, maar de rupsen groeien slecht op deze plant en sterven (Shelton & Nault, 2004). Hierdoor dooft de plaag uit (dit wordt ook wel "dead-end" genoemd).

Aanvullend onderzoek is nodig om Barbarakruid als vanggewas te kunnen toepassen. De eveneens uitgeteste bruine mosterd (*Brassica juncea*) was minder geschikt als *Barbarea vulgaris*: er worden vaak poppen en rupsen van de koolmot op gevonden, wat een reden vormde om deze plant niet als vanggewas te gebruiken (Badenes-Perez et al., 2004).

Tijdens onderzoek in Florida bleek dat de aubergine (*Solanum melongena* L.) niet geschikt was als vanggewas voor de tabakswittevlieg bij de bonenteelt (Smith & McSorley, 2000).

4. Aanpassen van het teeltsysteem (intercropping)

Bij intercropping wordt de dichtheid van plaaginsecten in een gewas sterk verstoord door de aanwezigheid van een tweede gewas. Onder andere komt dat doordat het hoofdgewas visueel minder aantrekkelijk is (Finch en Collier, 2000), of zelfs niet herkend wordt (wijziging contact), of door afwerende of afschrikwekkende geurstoffen in de niet-gastheerplanten (Khan et al., 2000, Kimani et al., 2000). Dus door de teelt van meerdere gewassen op eenzelfde perceel zijn er veel factoren die zorgen dat een potentiële plaag het gewas niet bereikt. Een goed overzicht van de mogelijkheden en beperkingen van intercropping wordt gegeven in de literatuurstudie van Van Zuilichem (2006).

In maïs-bonen intercropping systemen vormen de bonen (die op zich een stuk lager zijn dan de maïs) een barrière voor de rupsen van de maïsboorder (*Spodoptera frugiperda*). Zowel het aantal aangetaste maïsplanten tussen de rij als in de rij was vier keer zo laag in vergelijking met de monocultuur door de aanwezigheid van bonen tussen de rijen maïsplanten (Van Huis, 1981).

Uit onderzoek in o.a. Nederland blijkt dat ook in spruitkool/klaver intercropping de plaagdruk

van een aantal soorten zoals de koolwitjes en de kooluil beduidend lager ligt. Onder andere werd duidelijk dat de verspreiding van jonge rupsen in het spruitkoolgewas negatief beïnvloed wordt door de aanwezigheid van klaver tussen de koolrijen. De sterfte onder de rupsen lag twee keer zo hoog (Den Belder & Meerman, 1981). Probleem voor de praktische toepassing kan de concurrentie om voedsel tussen hoofdgewas en tussengewas zijn. Uit een proef die in Nederland is uitgevoerd bleek dat het gewicht van de kolen uit het perceel waar dat als enig gewas stond hoger was dan het gewicht van kolen uit het perceel waar ook een tussengewas stond (Theunissen et al., 1995). Selectie van de juiste klaversoort is in dit kader belangrijk: het beste gebruikt men een laagblijvende soort om concurrentie om voedsel, licht en water zoveel mogelijk te beperken. Met ondergrondse klaver (*T. subterraneum* cv. Geraltan) zijn gunstige resultaten bekend (Theunissen et al., 1995; Theunissen & Schelling, 1996).

In een studie uit Zweden waarin het ei-leggend gedrag van de grote koolvlieg (*Delia floralis* Fall.) werd onderzocht op het grensvlak van een koolmonocultuur (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) en een rode klaver-intercropping systeem (*Trifolium pratense* L.) bleek dat intercropping de eileg met maar liefst 42-55% verminderde (Björkman et al., 2007). Met name dichtbij de delen waar de klaver stond was het effect het grootste, daar werden 68% minder eitjes aangetroffen (Björkman et al., 2007). De auteurs claimen dat koolvliegen waarschijnlijk sterk verward raken door de aanwezigheid van klaver en daarom hun eileg verplaatsen naar nabijgelegen monoculturen (Björkman et al., 2007).

Een groot probleem van het intercropping systeem is de praktische uitvoerbaarheid in grootschalige landbouwsystemen. Dat betreft o.a. de concurrentie om water en nutriënten tussen hoofdgewas en tussenteelt, en de mechanisatie van de gewasbewerkingen, oogst, etc.

Soms wordt aanpassing van het teeltsysteem door intercropping gecombineerd met het toepassen van een biobarrière. Uit onderzoek naar de teelt van maïs in Kenya en Zuid-Afrika is gebleken dat door het toepassen van intercropping (met *Desmodium*) tegelijk met een vanggewas (Napier gras) aan de rand van het teeltsysteem de schade die wordt veroorzaakt door de maïsstengelboorder kan worden teruggebracht. Er werden veel minder larven en poppen aangetroffen en de uiteindelijke oogst was hoger dan in de percelen waar alleen maïs stond (Midega et al., 2005).

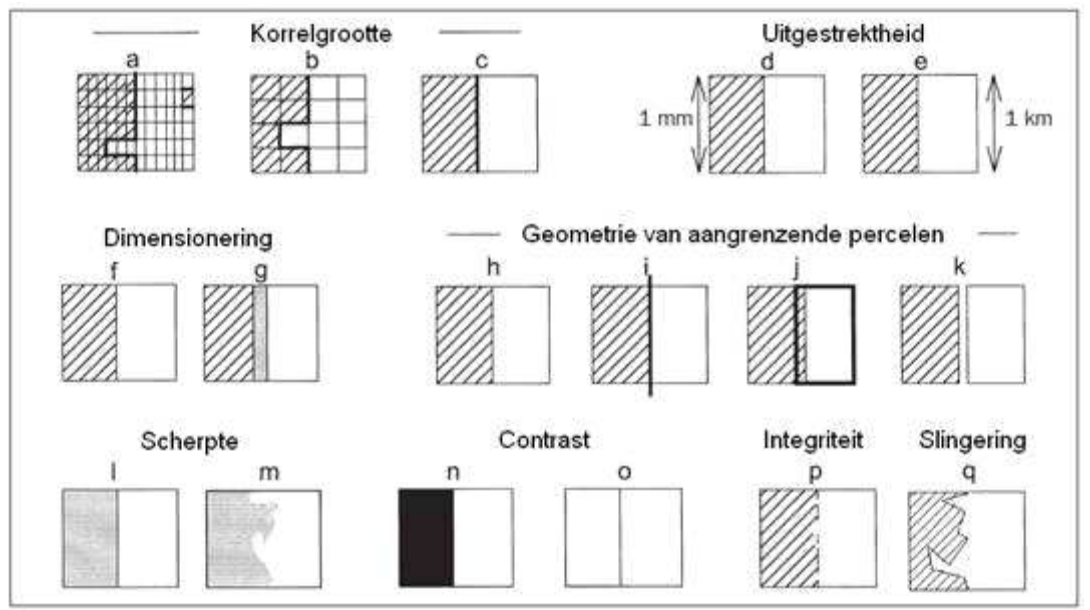
5. Discussie

Het grensvlak van de akker en het omringend landschap speelt een belangrijke rol bij de bescherming van het gewas tegen plagen. Over dit grensvlak is veel te zeggen, zoals ook wordt opgemerkt in een artikel van Strayer et al. (2003), want het is met name op dit soort gebieden dat de omstandigheden de toe- en afname van een soort en de verspreiding sterk kunnen bepalen (zie Figuur 4).

Het zijn dan ook met name dit soort locaties waar maatregelen zinnig kunnen zijn. Het toepassen van functionele agrobiodiversiteit (FAB) op percelen in de Hoeksche Waard heeft tot gevolg dat er een verandering optreedt hoe we met dit grensvlak / de rand omgaan.

Naast agronomische waarde heeft een grensvlak ook vaak in ecologische en sociale zin waarde. Het zorgt er bijvoorbeeld voor dat duidelijk is voor mensen waar het veld eindigt. Een grensvlak kan als windbreker fungeren voor het gewas. Ook kan het de bodemerrosie door wind of water beperken, of een bijdrage leveren aan de diversiteit van het landschap of het behoud van historische karakteristieken (Marshall, 2004). Belangrijk is dat daarom wordt gekozen voor een oplossing die past binnen de context van het landbouwsysteem.

Fysieke barrières (verticaal of horizontaal gaas) lijken in de Hoeksche Waard niet wenselijk, mede vanwege de hoge kosten en de uitstraling die dit soort barrières hebben op het landschap. Biobarrières zouden deze problemen deels kunnen ondervangen.

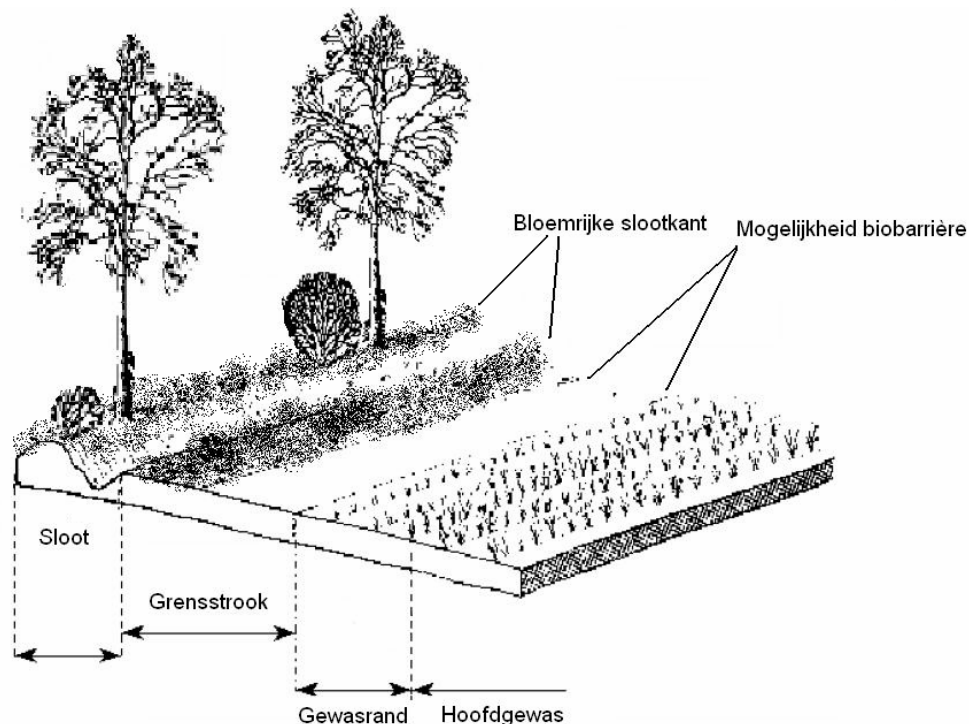


Figuur 4. Een overzichtsschema van verschillende soorten grensvlakken. (a) een grens (dikke lijn) met een kleine korrelgrootte, (b) een grens met een grotere korrelgrootte, (c) dezelfde grens met een grove korrelgrootte, (d) een weinig uitgestrekte grens, (e) een zeer uitgestrekte grens, (f) een zeer dunne grens, (g) een dikkere grens, (h) een grens tussen 2 aangrenzende percelen, (i) een grens die wordt gevormd door een verschillende structuur (dikke lijn), (j) een grens tussen 2 elkaar overlappende percelen, (k) een grens tussen 2 onverbonden percelen, (l) een scherpe grens, (m) een geleidelijke grens, (n) een grens tussen 2 zeer contrasterende percelen, (o) een grens tussen 2 weinig contrasterende percelen, (p) een geperforeerd grens, en (q) een ingewikkelde grens (naar Strayer et al., 2003).

Uit deze literatuurstudie blijkt dat voor een aantal gewassen (waaronder ui en aardappel) de toepassing van een biobarrière zinvol kan zijn. Maïs lijkt op dit moment het meest zinnige gewas om te gebruiken om insectenplagen buiten de deur te houden. Uit de literatuur blijkt dat hier meestal goede resultaten mee gehaald zijn. Echter, de maïs moet zijn werende functie wel hebben op het moment dat dit vanuit de plaagsoort wordt vereist.

In de Hoeksche Waard is in principe de ruimte aanwezig om op de akkers biobarrières te implementeren (zie Figuur 5). De landbouwpercelen zijn grootschalig en dat is een positief punt. Echter, door de hoge kosten van landbouwgrond in deze regio (60-70 k€ per hectare) is het twijfelachtig of het nut van biobarrières opweegt tegen de kosten: het is wellicht beter om deze strook te benutten voor productiegewassen. Ook vanuit landschappelijk oogpunt is de toepassing van verticale biobarrières wellicht ongewenst. De Hoeksche Waard staat bekend als een open landschap en heeft daarom ook de titel Nationaal Landschap verworven.

Toch zijn biobarrières in combinatie met bloemrijke randen een mooie manier om aan de ene kant de natuurlijke vijanden te stimuleren, en aan de andere kant de plaaginsecten te weren. De vraag is wel of de biobarrière niet ook de natuurlijke vijanden tegenhoudt om zich in het gewas te verspreiden en daar op rooftocht te gaan. Dit zou ongewenst zijn, en kan een punt van verder onderzoek vormen.



Figuur 5: Mogelijke inpassing van bio-barrières in het FAB-landschap van de Hoeksche Waard. (Overgenomen in aangepaste vorm van Greaves & Marshall, 1987)

6. Conclusies

Het meest bruikbaar in het FAB-gebied in de Hoeksche Waard lijken de systemen waarin bij de uienteelt maïs als bio-barrière wordt geplaatst tegen trips. Het loont de moeite om de werking van een rij zonnebloemen uit te testen tegen bladluis, aangezien zonnebloemen een positieve werking hadden als bio-barrière bij de peperteelt. Bij de teelt van poot aardappelen is het plaatsen van zonnebloemen of tarwe als bio-barrière tegen bladluis een poging waard. In combinatie met een bloemrijke slootkant kan zo een verdere bijdrage worden geleverd aan het beperken van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen.

De landschappelijke invloed van bio-barrières, de hoge kosten van productiegrond, en mogelijke invloed op de verspreiding van natuurlijke vijanden zijn nadelen van de toepassing van bio-barrières.

Inzet van vanggewassen biedt ook kansen in Nederland, met name in het soort systemen waar wordt gestreefd naar een vermindering van gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. Aangezien het streven van de boeren in het FAB-gebied is om in het geheel geen gewasbescherming toe te passen, is de inzet van vanggewassen hier van beperkte waarde.

Het gebruik van intercropping systemen is een waardevolle methode in met name kleinschalige teelten. In de Hoeksche Waard is dit niet het geval, en daarom moet het gebruik van intercropping worden afgeraden.

Concluderend kan worden gesteld dat van de in deze literatuurstudie genoemde maatregelen alleen bio-barrières in beperkte mate bruikbaar zouden kunnen zijn in de Hoeksche Waard. Echter, voordat hiertoe wordt overgegaan is meer onderzoek nodig naar de bruikbaarheid van bio-barrières tegen de insectenplagen waarmee men in deze regio te kampen heeft.

Literatuur

Alegbejo, M.D., Uvah, I., 1986. Effect of intercropping pepper with tall crops on the incidence of pepper vein mottle virus disease on pepper. *Nigerian J. Entomol.* 7, 82–87.

Avilla, C., J.L. Collar, M. Duque, P. Hernáiz, B. Martín and A. Fereres, Cultivos barrera como método de control de virus no persistentes en pimiento, *Bol. San. Veg. Plagas* 22: 301–307.

Badenes-Perez, F.R., Shelton, A.M., Nault, B.A. 2004. Evaluating Trap Crops for Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Journal of Economic Entomology* 97(4):1365-1372.

Belder, den E. & Meerman. F. 1981. Effecten van tussenteelt met klaver op het optreden van Lepidoptere plagen in de spruitkool. *Doctoraalscriptie* pp111.

Björkman, M., Hambäck, P.A., Rämert, B. 2007. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 124: 319–326, 2007.

Bomford, M.K., Vernon, R.S., Päts, P. 2000. Importance of Collection Overhangs on the Efficacy of Exclusion Fences for Managing Cabbage Flies (Diptera: Anthomyiidae). *Environmental Entomology.* 29 (4): 794-799.

Bottenberg, H., Irwin, M.E. 1992. Using mixed cropping to limit seed mottling induced by soybean mosaic virus, *Plant. Dis.* 76 (1992), pp. 304–306.

Byrne, D.N., Bellows Jr., T.S. 1991. Whitefly biology. *Ann. Rev. Entomol.* 36: 431-57.

Cárcamo H.A., Dunn R, Dosdall L M, Olfert O. 2007. Managing cabbage seedpod weevil in canola using a trap crop - a commercial field scale study in western Canada. *Crop Protection* 26 (2007) 1325–1334.

Coutts, B.A., M.L. Thomas-Carroll and R.A.C. Jones. 2004. Patterns of spread of Tomato spotted wilt virus in field crops of lettuce and pepper: spatial dynamics and validation of control measures, *Ann. Appl. Biol.* 145: 231–245

Difonzo, C.D., Ragsdale, D.W., Radcliffe, E.B., Gudmestad, N.C., Secor, G.A., 1996. Crop borders reduce potato virus Y incidence in seed potato. *Ann. Appl. Biol.* 129, 289–302.

Fereres, A, 2000. Barrier crops as a cultural control measure of non-persistently transmitted aphid-borne viruses. *Virus Research* 71 (2000) 221–231

Finch S, Collier RH. 2000. Host-plant selection by insects—a theory based on ‘appropriate/inappropriate landings’ by pest insects of cruciferous plants. *Entomol. Exp. Appl.* 96:91–102

Ghewande, M.P. and Nandagopal, V. 1997. Integrated pest management in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) in India. *Integrated Pest Management Reviews* 2: 1–15.

Greaves, M. P., E. J. P. Marshall. (1987). Field margins: Definitions and statistics. In *Field Margins*. Monograph No. 35, ed. J. M. Way and P. J. Greig-Smith, British Crop Protection Council, Thornton Heath, Surrey: 3-10.

Hooks, C.R.R., Fereres, A. 2006. Protecting crops from non-persistently aphid-transmitted viruses: A review on the use of barrier plants as a management tool. *Virus Research* 120 (1-2): 1-16.

Hoy C W, Vaughn TT, East DA. 2000. Increasing the effectiveness of spring trap crops for *Leptinotarsa decemlineata*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 96: 193–204, 2000.

Hull, R., 2002. *Matthews' Plant Virology*. Academic Press, San Diego, California, p. 1001.

Jayasena, K.W., Randles J.W. 1985. The effect of insecticides and a plant barrier row on aphid populations and the spread of bean yellow mosaic potyvirus and subterranean clover red leaf luteovirus in *Vicia faba* in South Australia, *Ann. Appl. Biol.* 107 (1985), pp. 355–364.

Jude Boucher T., Ashley, R, Durgy R, Sciabarrasi, M, Calderwood, W. 2003. Managing the Pepper Maggot (Diptera: Tephritidae) Using Perimeter Trap Cropping Cooperative Extension System, University of Connecticut, Storrs, CT 06269-4036 *J. Econ. Entomol.* 96(2): 420-432 (2003)

Jones, R.A.C. 1993. Effects of cereal borders, admixture with cereals and plant density on the spread of bean yellow mosaic potyvirus into narrow-leaved lupins (*Lupinus angustifolius*), *Ann. Appl. Biol.* 122: 501–518.

Jones, R.A.C. 2005. Patterns of spread of two non-persistently aphid-borne viruses in lupin stands under four different infection scenarios. *Annals of Applied Biology* (2005), 146:337–350

Khan ZR, Pickett JA, van den Berg J, Wadhams LJ, Woodcock CM. 2000. Exploiting chemical ecology and species diversity: stem borer and striga control for maize and sorghum in Africa. *Pest Manag. Sci.* 56:957–62

Kimani SM, Chhabra SC, Lwande W, Khan ZR, Hassanali A, Pickett JA. 2000. Airborne volatiles from *Melinis minutiflora* P. Beauv., a non-host plant of the spotted stem borer. *J. Essent. Oil Res.* 12:221–24

Kunicki, E., Cebula, S., Libik, A., Siwek, P. 1996. The influence of row cover on the development and yield of broccoli in spring production. *Acta Horticulturae* 407: 377-383.

Mannan, M.A., 2003. Some aspects of integrated management of potato aphid, *Myzus persicae* (Sulz.) (Homoptera: Aphididae). *Thai J. Agric. Sci.* 36, 97–103.

Marshall, E. J. P, 2004. Agricultural Landscapes: Field Margin Habitats and Their Interaction with Crop Production. *Journal of Crop Improvement* 12, (1/2): 365-404.

Meadow, R. 2008. Controlling Root-flies in Brassica Vegetables Using Exclusion Fences. In: *Brassica 2008, the 5th ISHS International Symposium on Brassicas and the 16th Crucifer Genetics Workshop*, 8 - 12 September 2008, Lillehammer, Norway. p44.

Midega, C.A.O., Khan, Z.R., Van den Berg, J., Ogot, C.K.P.O. 2005. Habitat management and its impact on maize stemborer colonization and crop damage levels in Kenya and South Africa. *African Entomology* 13(2): 333–340 (2005).

- Prasad, S. M., Kudada, N. 2005. Effect of barrier and inter crops on natural incidence of Papaya ringspot virus disease and fruit yield of papaya. *Indian Journal of Virology* 16 (1-2).
- Salas, J. 2004. Evaluación de prácticas agrícolas para el manejo de Bemisia tabaci en tomate. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)* 71: 34-40
- Saucke, H., Döring, T.F., 2004. Potato virus Y reduction by straw mulch in organic potatoes. *Ann. Appl. Biol.* 144, 347–355.
- Shelton, A.M., Nault, B.A. 2004. Dead-end trap cropping: a technique to improve management of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Crop Protection* 23 (6) 497-503.
- Siekmann, G., Hommes, M. 2005. Controlling root flies with exclusion fences? Rapport, Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft.
- Simons, J. 1957. Effects of insecticides and physical barriers on field spread of pepper veinbanding mosaic virus, *Phytopathology* 47: 139–145.
- Smith, H.A. & McSorley, R., 2000. Trap and Barrier Crops for Whitefly. *The Florida Entomologist*, Vol. 83, No. 2, (Jun., 2000), pp. 145-158.
- Srinivas, P.S. & Lawande, K.E., 2006. Maize (*Zea mays*) barrier as a cultural method for management of thrips in onion (*Allium Cepa*). *Indian Journal of Agricultural Sciences* 76(3): 167-171.
- Strayer, D.L., Power, M.E., Fagan, W.F., Pickett, S.T.A., Belnap, J., 2003. A Classification of Ecological Boundaries. *Bioscience*, 53 (8): 723-239.
- Theunissen, J., Booij, C.J.H., Lotz, L.A.P., 1995. Effects of intercropping white cabbage with clovers on pest infestation and yield. *Entomologia experimentalis et applicata* 74 (1): 7-16.
- Theunissen, J., Schelling, G. 1996. Undersowing crops of white cabbage with strawberry clover and spurrey. *IOBS/WPRS Bulletin* 19 (11): 128-135.
- Toba H.H., A.N. Kishaba, G.W. Bohn and H. Hield, Protecting muskmelon against aphid-borne viruses, *Phytopathology* 67: 1418–1423.
- Van Huis, A. 1981. Integrated pest management in the small farmer's maize crop in Nicaragua. Thesis. 222.pp.
- Van Zuilichem, 2006. Diversiteit voor stabiliteit. Handreikingen voor inpassing van diversiteit binnen productieperceel ter onderdrukking van ziekten en plagen in akkerbouw en groenteteelt. PPO rapport nr. 346
- <http://www.plantaardig.com/groenteninfo/berichten/de-koolvlieg-ontwaakt-vroeg/> (09-06-2009)