

# Het functionele landschap: de invloed van landschap en bedrijfsvoering op natuurlijke plaagonderdrukking in spruitkool

E. den Belder  
J. Elderson  
G. Schelling  
J.A. Guldemond

## TREFWOORDEN

biodiversiteit, ruimtelijke schaal, klein koolwitje, koolmot, groene dooradering

Entomologische Berichten 67 (6): 209-212

Speelt de groene dooradering van het landschap een rol bij de natuurlijke plaagregulatie? Op 22 biologische spruitkoolbedrijven verdeeld over diverse landschappen in heel Nederland zijn tellingen gedaan van het klein koolwitje en de koolmot. Het omringende landschap varieerde sterk in de hoeveelheid opgaande begroeiing, zoals hagen, houtwallen en bomenrijen, en in het tuinbouwareaal. Voor deze studie hebben we een indeling gemaakt in vier ruimtelijk schalen, te weten cirkels rond een betreffend perceel met een middellijn van 0,3, 1, 2 en 10 km. We vonden een verband tussen de ruimtelijke structuur van de omgeving en de plaagdichtheid op de akker: de aantallen rupsen van het klein koolwitje en de koolmot waren kleiner bij een sterkere dooradering van het landschap met heggen (op de schaal van 2 km diameter) en bij een kleiner areaal van tuinbouwgewassen in de omgeving. Dit onderzoek suggereert dat natuurlijke plaagregulatie op een akker beter kan verlopen als er meer heggen en andere lijnvormige landschapselementen staan in het omringende landschap en als daar de tuinbouwgewassen meer ruimtelijk worden gescheiden.

## Introductie

Biodiversiteit in de natuur beïnvloedt de biodiversiteit in cultuurlandschap en vice versa (Van Zoest 1998). De natuurlijke vijanden van plaaginsecten hebben hun leefgebied zowel op productieperceelen als in de (half)natuurlijke vegetaties in de omgeving. Het is evident dat door het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen op het productieperceel de diversiteit aan insectensoorten afneemt. Ook nuttige soorten (op perceel, bedrijf of in de omgeving) kunnen schade lijden, waardoor stabiliserende processen zoals natuurlijke plaagregulatie afzwakken (Cumming & Spiesman 2006). Om de natuurlijke plaagregulatie te bevorderen en de biodiversiteit op bedrijven in stand te houden is het van groot belang het gebruik van niet-selectieve bestrijdingsmiddelen te verminderen. Daarnaast is verweving van landbouw, bosbouw en natuur belangrijk – een netwerk van landschapselementen kan een belangrijke rol spelen bij de natuurlijke plaagregulatie (Altieri 1999, Burel et al. 2000).

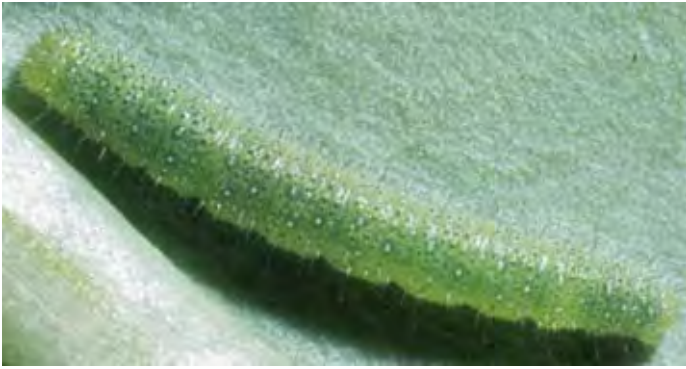
Uit onderzoek wordt ook steeds duidelijker dat dichtheid en fluctuatie van plagen en hun natuurlijke vijanden op een akker kunnen afhangen van processen die zich op een grotere ruimtelijke schaal afspelen (Tschamntke & Brandl 2004, Den Belder et al. 2006). Lijnvormige elementen in het landschap, zoals houtwallen, heggen, hagen en bomenrijen, vormen een bron van natuurlijke vijanden (Marino & Landis 1996, Bianchi et al. 2006) en kunnen voor plagen een barrière vormen bij het zoeken naar waardplanten (Taylor 2000). Welke landschapselementen van belang zijn, hangt af van de

voedselkeuze, het zoekgedrag en het verspreidingsvermogen van de betreffende insectensoort (Burel et al. 2000).

Een aantal jaren hebben we in spruitkool (*Brassica oleracea* var. *gemmifera*) plaagpopulaties en hun natuurlijke vijanden bemonsterd. Hier presenteren we de resultaten van klein koolwitje (*Pieris rapae* Linnaeus) en koolmot (*Plutella xylostella* Linnaeus). We hebben geprobeerd vast te stellen of groene dooradering (opgaande begroeiing zoals heggen, hagen, houtwallen en bomenrijen) en bedrijfsvoering invloed hebben op de dichtheden van deze soorten. Het klein koolwitje is een relatieve specialist en zeer mobiel: het vliegt langs lijnvormige elementen in het landschap en het vrouwtje legt haar eieren vooral op kruisbloemigen (figuur 1). Ook de koolmot kan zich over grote afstanden verplaatsen en het is de afgelopen jaren een van de meest destructieve plagen in spruitkool in Nederland (figuur 2).

## Methoden

Tijdens de zomer van 2002 zijn op 22 biologische bedrijven (alle gecertificeerd volgens de Skal-richtlijnen, zie [www.skal.com](http://www.skal.com)) waarnemingen gedaan aan de insecten in spruitkool. De bedrijven lagen verspreid over heel Nederland. De grootte van de bemonsterde spruitkoolpercelen lag tussen de 0,2 en 5,1 ha. Het omringende landschap bij deze bedrijven was sterk wisselend, zowel in verscheidenheid als in oppervlakte van tuin- en akkerbouwgewassen,



1. Vierde-larvenstadium van het klein koolwitje (*Pieris rapae*). De eieren worden los afgezet op de bladeren. Uit de een tot hooguit drie eieren per plant komen heldergroene rupsjes. Ze zitten vaak zo stil langs een nerf of bladrand dat ze moeilijk te zien zijn. Als ze groter worden verandert hun kleur naar donker blauwgroen en zien ze er door hun beharing fluwelig uit. Foto: Plant Research International BV  
Fourth-instar larva of small white butterfly (*Pieris rapae*). The eggs are laid singularly on food plant leaves. Light green larvae develop from the eggs (between one and at most three eggs per plant). The caterpillars are well camouflaged when they sit still along the leaf veins. The bigger larvae are darker green, with a velvety appearance.



2. Vijfde-larvenstadium van het koolmotje (*Plutella xylostella*). De eieren worden los of met enkele bij elkaar afgezet op de stengel of langs de bladnerven. Ze zijn met het blote oog vrijwel onzichtbaar. De rupsen verspreiden zich makkelijk. Ze zijn zeer beweeglijk en laten zich bij verstoring vaak aan een draadje van het blad vallen. Foto: Plant Research International BV

Fifth-instar larva of diamond back moth (*Plutella xylostella*). Eggs are glued to the upper and lower leaf surfaces singly or in groups of two or three, usually along the stem or the veins. The caterpillars spread easily. If disturbed while feeding, caterpillars will wriggle backwards rapidly across the leaf surface and may drop to the ground on silken threads.

grasland, bos en andere natuurlijke vegetatie. Ook het netwerk van groene dooradering in de omgeving was zeer gevarieerd.

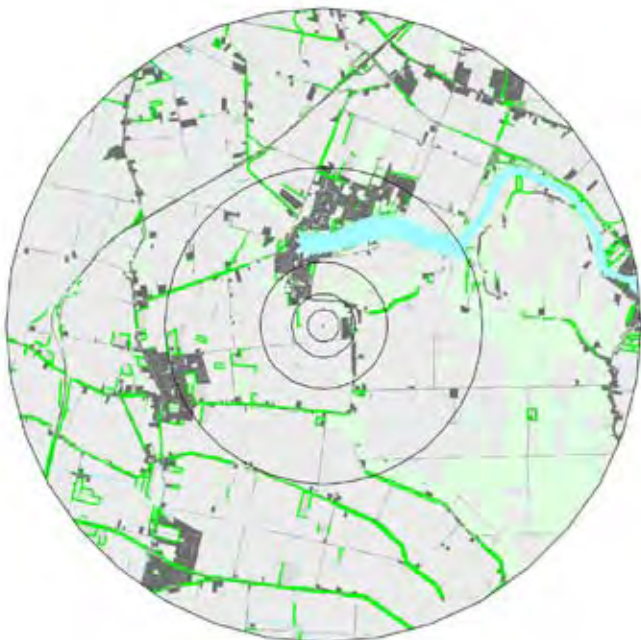
Tijdens het groeiseizoen zijn alle spruitkoolpercelen vier keer bemonsterd, telkens binnen een periode van vijf dagen in juli, augustus, september en oktober. Per perceel zijn langs vier transecten op vier door het lot bepaalde planten jonge (L1-L3) en oude (L4-L5) rupsen van klein koolwitje en koolmot geteld.

Door middel van twee Geografische InformatieSystemen (GIS), te weten LGN4 en Top10Vector, is het omringende landschap van elk bemonsterd perceel gekarakteriseerd op elk van vier ruimtelijke schalen, namelijk in cirkels rond het perceel met 0,3, 1, 2 en 10 kilometer middellijn (figuur 3). Er is een schatting gemaakt van het totale oppervlak aan land- en tuinbouwgewassen en gras, de natuurlijke elementen (bos, heide, open stuifzand, natuur zonder bomen) en de lengte van lijnvormige elementen in het landschap (houtwallen, bomenrijen, sloten en dijken). Interviews met de telers vulden

de bedrijfsgegevens aan: zo is informatie ingewonnen over perceelsgrootte, rotatie en de aanwezigheid van andere kruisbloemige gewassen binnen een straal van een kilometer. Fragmentatie van bossen en landbouwarealen (gedefinieerd als: totale lengte van een rand / totale oppervlakte) is ook meegenomen als verklarende variabele in de analyse (voor details zie Den Belder et al. 2002).

## Resultaten

Maximale dichtheden van *P. rapae* (1,1 rupsen/plant) en *P. xylostella* (2,1 rupsen/plant) vonden we in juli. Gemiddelde bedroegen de rupsdichtheden (aantal/plant) tijdens de vier opeenvolgende maanden respectievelijk 0,18, 0,16, 0,17 en 0,02 voor *P. rapae* en 0,43, 0,21, 0,04 en 0,01 voor *P. xylostella*. De analyse van de factoren die deze aantallen zouden kunnen verklaren gaf voor de twee vlinders een verschillend patroon.



3. Twee voorbeelden van ruimtelijke analyse van een landschap met gegevens uit de digitale topografische kaart. Een spruitkoolperceel met daaromheen cirkels met diameters van 0,3, 1, 2, 5 en 10 km. Links een perceel met alleen heggen en akkers in de omgeving, rechts een perceel met veel bos in de omgeving.

Two examples of spatial analysis of a landscape using a GIS-framework. The sampled Brussels sprout field is in the centre, with circles of 0.3, 1, 2, 5 and 10 km diameter. Left, a Brussels sprout field surrounded by a network of hedges and agricultural area. Right, a Brussels sprout field surrounded by much woodland.

**Tabel 1.** Resultaten van de regressie-analyse. De responsvariabelen zijn (ln-getransformeerde) cumulatieve aantallen van het klein koolwitje (*Pieris rapae*) en de koolmot (*Plutella xylostella*), waargenomen op 22 biologische bedrijven in diverse landschappen in 2002 (zie ook Den Belder et al. 2002). Alleen de variabelen die een statistisch significant deel van de gevonden variatie verklaren zijn opgenomen (Top10Vector). De RSELECT procedure in het Genstat 6 programma is gebruikt in de selectie voor multiple regressie (Oude Voshaar 1994). Beste subsets van de verklarende variabelen zijn geselecteerd volgens het Mallows' Cp-criterium in combinatie met de waarden van de aangepaste verklaarde variantie (adjusted R<sup>2</sup>). Results of the regression analysis. The response variables are (ln-transformed) cumulative numbers of *Pieris rapae* and *Plutella xylostella*, measured on 22 organic farms in different landscapes in 2002 (see also Den Belder et al. 2002). Only variables with a significant contribution to the observed explained variance are included (Top10Vector). The RSELECT procedure of Genstat 6 programme was used in model selection for multiple regression analysis (Oude Voshaar 1994). Best subsets of the predictor variables were selected combining Mallows' Cp-criterium and adjusted R<sup>2</sup>.

verklarende variabelen	df	SS	F -waarde	P-waarde	coëfficiënt
<b><i>Pieris rapae</i></b>					
jonge rupsen, 2 km diameter (Adj. R <sup>2</sup> = 45,6)					
constante					2,460
afstand tussen Brassica-percelen (m)	1	1,97	5,11	0,036	-0,0007
lengte heggen (km)	1	3,46	8,97	0,008	-0,1305
natuurlijke habitats zonder bomen (ha)	1	3,46	8,97	0,008	-0,1306
rest	18	6,94			
totaal	21	14,86			
oude rupsen, 2 km diameter (Adj. R <sup>2</sup> = 37,2)					
constante					0,344
tuinbouwareaal (ha)	1	4,60	7,52	0,013	0,0147
lengte heggen (km)	1	3,36	5,49	0,031	-0,1367
lengte sloten (km)	1	5,48	8,95	0,008	0,0477
rest	18	11,02			
totaal	21	20,47			
totaal aantal rupsen, alle diameters (Adj. R <sup>2</sup> = 46,8)					
constante					2,834
bosareaal, 0,3 km diameter (ha)	1	5,51	15,25	<0,001	-0,495
lengte heggen, 2 km diameter (km)	1	2,47	6,82	0,017	-0,110
rest	19	6,87			
totaal	21	14,28			
<b><i>Plutella xylostella</i></b>					
jonge rupsen, 2 km diameter (Adj. R <sup>2</sup> = 65,1)					
constante					0,0010
tuinbouwareaal (ha)	1	6,02	9,62	0,006	0,0016
vrijstaande bomen (aantal)	1	15,88	25,40	<0,001	0,0263
fragmentatie bos (km-1)	1	9,17	14,65	0,001	0,0041
rest	18	11,26			
totaal	21	37,69			
oude rupsen, 2 km diameter (Adj. R <sup>2</sup> = 45,5)					
constante					1,441
lengte heggen (km)	1	2,06	4,08	0,058	-0,0997
vrijstaande bomen (aantal)	1	4,51	8,97	0,008	0,0142
lengte bosrand (km)	1	6,23	12,37	0,002	-0,0599
rest	18	9,06			
totaal	21	19,41			
totaal aantal rupsen, alle diameters (Adj. R <sup>2</sup> = 44,2)					
constante					1,014
tuinbouwareaal, 1 km diameter (ha)	1	8,00	8,76	0,008	0,0545
vrijstaande bomen, 1 km diameter (aantal)	1	13,82	15,14	<0,001	0,0816
rest	19	17,35			
totaal	21	34,35			

Zie voor de verklarende variabelen ook de sectie 'Methoden'. df = aantal vrijheidsgraden, SS = kwadraatsom, F = toetsingsgrootte, P = overschrijdingskans.

### Klein koolwitje (*Pieris rapae*)

Het totaal aantal rupsen (de cumulatieve rupsdruk) van het klein koolwitje was lager in landschappen met een uitgebreid netwerk van heggen dan in landschappen met minder heggen (hegglengte varieerde van 0-12,5 kilometer binnen de cirkels van twee kilometer diameter). Op alle vier de schalen (0,3, 1, 2, 10 kilometer diameter) nam het aantal rupsen af naarmate de totale lengte van de heggen groter was (tabel 1). Het totaal aantal rupsen van het klein koolwitje nam ook af met een toename van het bosareaal (schaal 0,3 kilometer) en het aantal jonge rupsen nam af naarmate er meer 'natuur zonder bomen' in de omgeving was en naarmate de afstand tussen koolpercelen groeide (schaal 2 kilometer). Het aantal oude rupsen steeg met een toenemend totaal aan tuinbouwareaal (schaal twee kilometer).

### Koolmot (*Plutella xylostella*)

De aantallen rupsen van de koolmot (jonge, oude en totaal) namen toe naarmate er meer bomen in het landschap stonden (tabel 1). Op alle ruimtelijke schalen nam met een toename van het tuinbouwareaal het totaal aantal rupsen toe, op een schaal van twee kilometer diameter ook het aantal jonge rupsen (tabel 1). Het aantal oude rupsen nam af met het langer worden van de bosrand (schaal 2 kilometer).

### Discussie

Plaaipopulaties zijn kleiner in landschappen met meer groene dooradering, concludeerden Bianchi et al. (2006) op basis van een literatuurstudie en onze resultaten komen daar mooi mee overeen:



als er meer heggen in het landschap staan, vinden we minder rupsen van *P. rapae* en *P. xylostella*. Deze resultaten zijn ook te vergelijken met die van Bergman *et al.* (2004), die een afname van *P. rapae* vonden bij een toename van het bosareaal. Bosschages kunnen voor vlinders als een barrière werken: ze kunnen zich moeilijker verplaatsen en raken de weg kwijt, waardoor ze een perceel met waardplanten niet bereiken (Dover 1997). De groene dooradering kan de rupsen ook indirect beïnvloeden door stimulering van hun natuurlijke vijanden (Marino & Landis 1996).

Het aantal koolmotrupsen nam toe met het aantal vrijstaande bomen in de omgeving op verschillende schaalniveaus. Dit is tegengesteld aan de lagere dichtheden van de melige koolluis *Brevicoryne brassicae* Linnaeus die we in dezelfde percelen vonden (Den Belder, ongepubliceerd). Er is weinig bekend over het effect van solitaire bomen op vlinderplaagsoorten. Solitaire bomen zouden een direct effect kunnen hebben op bijvoorbeeld kolonisatie van vlinders door als oriëntatiepunt te fungeren (Marino & Landis 1996).

Op basis van eerder onderzoek naar tripsen in uienvelden verwachtten we dat de plaagdichtheden hoger zouden zijn wanneer percelen met koolgewassen verder uiteen liggen en het tuinbouwareaal in de omgeving toeneemt (Den Belder *et al.* 2002). We vonden inderdaad voor beide koolplagen een toename in het aantal rupsen bij toename in het tuinbouwareaal. Alleen voor klein koolwitje von-

den we bij een grotere afstand tussen koolpercelen een afname in aantal rupsen. Mogelijk houdt dit verband met verschillen in zoekgedrag tussen de soorten (Bukovinszky *et al.* 2005) en/of met verschillen in verspreidingsvermogen (Krawchuk & Taylor 2003).

Dit onderzoek suggereert dat landschappen met een dichter netwerk aan heggen en een kleiner areaal aan tuinbouwgewassen een grotere potentie hebben in de natuurlijke plaagregulatie van *P. rapae* en *P. xylostella*. Niet alleen het netwerk aan heggen maar ook de ruimtelijke ligging van de koolgewassen vormen een sleutelfactor voor reductie van plagen. Op dit moment wordt gekeken in welke mate we een reductie kunnen verwachten door een vergelijking van de diverse landschappen. Ontwikkeling van natuurlijke plaagregulatie in geïntegreerde productiesystemen is hard nodig willen we minder afhankelijk worden van chemische bestrijdingsmiddelen. De totale verscheidenheid en dynamiek van soorten en de ruimtelijke processen in ecosystemen van zowel natuurlijke als cultuurlandschappen, kunnen een rol spelen in het voorkomen en reguleren van gewasbelagers (Den Belder 1999). Het is essentieel te bepalen op welke ruimtelijke schaal de processen plaatsvinden die samenhangen met deze natuurlijke aantalsregulatie. De uitdaging is om geïntegreerde gewasbescherming op bedrijfsniveau en landschapsbeheer op regionaal niveau te combineren om tot een functioneel landschap voor gewasbescherming te komen.

## Literatuur

- Altieri MA 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 74: 19-31.
- Belder E den 1999. Gewasbescherming en biodiversiteit, een functionele relatie. *Gewasbescherming* 30: 165-169.
- Belder E den, Elderson J, Brink WJ van den & Schelling G 2002. Effect of woodlots on thrips density in leek fields: a landscape analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 91: 139-145.
- Belder E den, Elderson J, Schelling G & Brink WJ van den 2006. Landscape effects on the abundance of Lepidopteran pests in Brussels sprouts. *Landscape management for functional biodiversity*. IOBC/WPRS Bulletin 29: 25-28.
- Bergman K, Askling J, Ekberg O, Ignell H, Wahlman H & Milberg P 2004. Landscape effects on butterfly assemblages in an agricultural region. *Ecography* 27: 145-150.
- Bianchi FJJA, Booij CJH & Tscharntke T 2006. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 273: 1715-1727.
- Bukovinszky T, Potting RPJ, Clough Y, Lenteren JC van & Vet LEM 2005. The role of pre- and post-alighting detection mechanisms in the responses to patch size by specialist herbivores. *Oikos* 109: 435-446.
- Burel F, Baudry J, Delettre Y, Petit S & Morvan N 2000. Relating insect movement to farming systems in dynamic landscapes. In: *Interchanges of insects between agricultural and surrounding landscapes* (Ekbohm B, Irwin ME & Robert Y eds): 5-32. Kluwer Academic Publishers.
- Cumming GS & Spiesman BJ 2006. Regional problems need integrated solutions: pest management and conservation biology and agroecosystems. *Biological Conservation* 131: 533-543.
- Dover JW 1997. Conservation headlands: effects on butterfly distribution and behaviour. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 63: 31-49.
- Krawchuk MA & Taylor PD 2003. Changing importance of habitat structure across multiple spatial scales for three species of insects. *Oikos* 103: 153-161.
- Marino PC & Landis DL 1996. Effect of landscape structure on parasitoid diversity and parasitism in agroecosystems. *Ecological Applications* 6: 276-284.
- Oude Voshaar JH 1994. *Statistiek voor onderzoekers*. Wageningen Pers.
- Taylor PD 2000. Landscape connectivity: linking fine-scale movements and large-scale patterns of distributions of damselflies. In: *Interchanges of insects between agricultural and surrounding landscapes* (Ekbohm B, Irwin ME & Robert Y eds): 109-122. Kluwer Academic Publishers.
- Tscharntke T & Brandl R 2004. Plant-insect interactions in fragmented landscapes. *Annual Review of Entomology* 49: 405-430.
- Zoest J van 1998. *Biodiversiteit*. Stichting Uitgeverij van de Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht.

## Summary

### The functional landscape: the influence of landscape and management on natural pest suppression in Brussels sprout

This study investigates the effect of green veins in the landscape on the natural control of small white butterfly *Pieris rapae* Linnaeus and diamondback moth *Plutella xylostella* Linnaeus in Brussels sprout fields. The abundance of the two herbivores was compared at 22 organic farms in various landscape plots throughout The Netherlands, at four spatial scales, i.e. circles of 0.3, 1, 2 and 10 km diameter around the fields. In the surrounding landscape the network of line features as hedgerows and trees and the total horticultural area varied strongly. We found that abundance of larvae from both species was negatively correlated with the length of hedgerows in the landscape (scale of 2 km diameter). Numbers of larvae of both species were higher in Brussels sprout fields in agricultural landscapes with a larger total horticultural area. The results suggest that landscapes with dense networks of hedgerows and a limited horticultural area may have potential for pest control.

