

Lieveheersbeestjes: heersers van de akkers?

Suzanne T.E. Lommen
Jan G.M. Cuppen

TREFWOORDEN

natuurlijke bestrijding, biologische bestrijding, bladluizen, predator-prooidynamiek

Entomologische Berichten 67 (6): 260-263

Aphidofage lieveheersbeestjes zijn predatoren die voornamelijk leven van bladluizen. Deze lieveheersbeestjes worden regelmatig aangetroffen op akkers die geplaagd worden door bladluizen. Over hun effectiviteit als natuurlijke bestrijders van deze plaagsoorten bestaan wisselende rapporten. Een theoretisch model, ondersteund door veldwaarnemingen en laboratoriumstudies, laat zien dat de biologie van lieveheersbeestjes niet is gericht op het uitroeien van de prooi. Dit maakt het moeilijk om bladluizen via natuurlijke bestrijding met aphidofage lieveheersbeestjes tot onder een economisch acceptabel niveau terug te brengen. Vormen van biologische bestrijding waarbij exotische of inheemse lieveheersbeestjes worden geïntroduceerd zijn soms op korte termijn effectief, maar hebben allebei belangrijke nadelen.

Inleiding

Lieveheersbeestjes (Coccinellidae) zijn bij het brede publiek misschien wel de meest bekende insecten. Van de 61 soorten in Nederland (Brakman 1966, Ziegler & Teunissen 1992, Cuppen et al. 2004) leeft het merendeel als predator en heeft daardoor de potentie om een bijdrage te leveren aan de bestrijding van plaagorganismen. Carnivore lieveheersbeestjes jagen actief op levende ongewervelde prooien en kunnen worden verdeeld in aphidofage lieveheersbeestjes (die voornamelijk bladluizen (Aphididae) eten; figuur 1), coccidofage lieveheersbeestjes (die zich vooral richten op de minder mobiele schildluizen (Coccidae)) en een kleine groep die zich heeft gespecialiseerd in andere prooien zoals wittevlieg (Aleyrodidae), bladvlooiën (Psyllidae) of mijten (Acari) (Hodek & Honěk 1996). Van deze prooien zijn met name bladluizen geduchte plaagorganismen op akkers in West- en Midden-Europa. Wij bespreken hier vooral de rol van aphidofage lieveheersbeestjes in de bladluizenbestrijding op akkers.

Van ei tot adult

Vrouwtjes van lieveheersbeestjes paren met meerdere mannetjes en leggen meestal dagelijks clusters van eitjes. De larven vervellen drie keer voordat zij zich tot pop en vervolgens tot imago ontwikkelen. Alleen in het volwassen stadium hebben lieveheersbeestjes vleugels. De meeste soorten hebben een of twee generaties per jaar, maar sommige soorten, zoals *Adalia bipunctata* en *Harmonia axyridis*, kennen drie of vier generaties (Bazzocchi et al. 2004). Na de zomer dwingen lage temperaturen en afwezigheid van voedsel lieveheersbeestjes tot een winterslaap. De adulten overwinteren door zich vijf tot acht maanden terug te trekken op een beschutte plek boven de grond (Majerus 1994).

Akkerhoppen

Akkers met bladluizen op het gewas vormen een uitstekende

broedplaats voor lieveheersbeestjes. Vrouwtjes zetten hun eieren in clusters af in de buurt van bladluiskolonies, die voedsel voor hun nakomelingen verschaffen. Omdat bladluiskolonies in korte tijd exponentieel groeien en daarna van nature weer snel afnemen, is de aanwezigheid van bladluiskolonies op een specifieke akker vaak maar van korte duur en slechts voldoende voor de ontwikkeling van één generatie van lieveheersbeestjes (Dixon 2000). Zonder bladluizen kunnen lieveheersbeestjes een tijdje overleven op alternatieve voedselbronnen: larven gaan dan over op kannibalisme, het prederen van larven en poppen van andere soorten lieveheersbeestjes, schimmelsporen (Triltsch 1997) en/of stuifmeel (pollen) (Lundgren et al. 2005). Volwassen lieveheersbeestjes hebben een uitgebreider assortiment aan geschikte prooien dan larven en voeden zich daarnaast met nectar, schimmelsporen en pollen (Pemberton & Vandenberg 1993, Ricci et al. 2005). Bij voedselgebrek zijn zij echter geneigd de akker te verlaten en, anders dan de larven, kun-



1. *Coccinella septempunctata* eet een bladluis. Foto: Th. Heijerman
Coccinella septempunctata eats an aphid.

Tabel 1. Voornaamste soorten lieveheersbeestjes die in West- en Midden-Europa op akkers voorkomen. Species of ladybird beetles that are most frequently found on cropped fields in West- and Central-Europe.

Nederlandse naam	wetenschappelijke naam	voorkomen op akkers	bijzonderheden
zevenstippelig	<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus	meest frequent	
tweestippelig	<i>Adalia bipunctata</i> (Linnaeus)	zeer frequent	
veertienstippelig	<i>Propylea quatuordecimpunctata</i> (Linnaeus)	zeer frequent	
veelkleurig Aziatisch	<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas)	zeer frequent	sinds 2002
vijfstippelig	<i>Coccinella quinquepunctata</i> Linnaeus	minder frequent	
elfstippelig	<i>Coccinella undecimpunctata</i> Linnaeus	minder frequent	
tienstippelig	<i>Adalia decempunctata</i> (Linnaeus)	minder frequent	

nen zij grote afstanden afleggen. Bij grote hongersnood kan dit leiden tot zwermen lieveheersbeestjes (Ricci et al. 2005). Daarnaast komt het ook voor dat adulten tijdelijk in zomerdiapauze gaan (Takahashi 1993).

Lieveheersbeestjes die volwassen zijn geworden op een akker, zullen zich als adult dus vaak naar een andere plek moeten verplaatsen. Dit verklaart dat populaties van lieveheersbeestjes gedurende het broedseizoen achtereenvolgens zijn aan te treffen op diverse locaties. Dit is goed gedocumenteerd in een veldstudie naar *A. bipunctata* in natuurlijke habitats: van april tot september werden adulten en hun nakomelingen achtereenvolgens op zeven verschillende plantensoorten en bijbehorende bladluispopulaties gevonden (Pruszyński & Lipa 1970).

Akkers vormen geen geschikte habitat om op te overwinteren. Daarvoor migreren de adulten vaak naar soortspecifieke plekken, soms over grote afstanden (Hodek et al. 1993). Naast de natuurlijke overwinteringsplekken zoals bossen, overwinteren veel lieveheersbeestjes in houtwallen, heggen, of gebouwen (Majerus 1994). Dit betekent dat de akkers na de winter opnieuw gekoloniseerd moeten worden. Er is weinig bekend over de manier waarop lieveheersbeestjes geschikte akkers op grote afstand lokaliseren. Mogelijk maken ze voor hun oriëntatie gebruik van geometrische vormen in het landschap (Dixon 2000).

Lieveheersbeestjessoorten op akkers

De soorten lieveheersbeestjes die op akkers worden aangetroffen zijn afkomstig van niet-bosbiotopen zoals graslanden, ruigten en heideterreinen. Het betreft zeer algemene aphidofage

soorten (tabel 1) met een brede 'ecologische amplitude': ze stellen geen strenge eisen aan milieu of menu (Chambers et al. 1983, Denys & Tschardtke 2002, Gasteels et al. 2005).

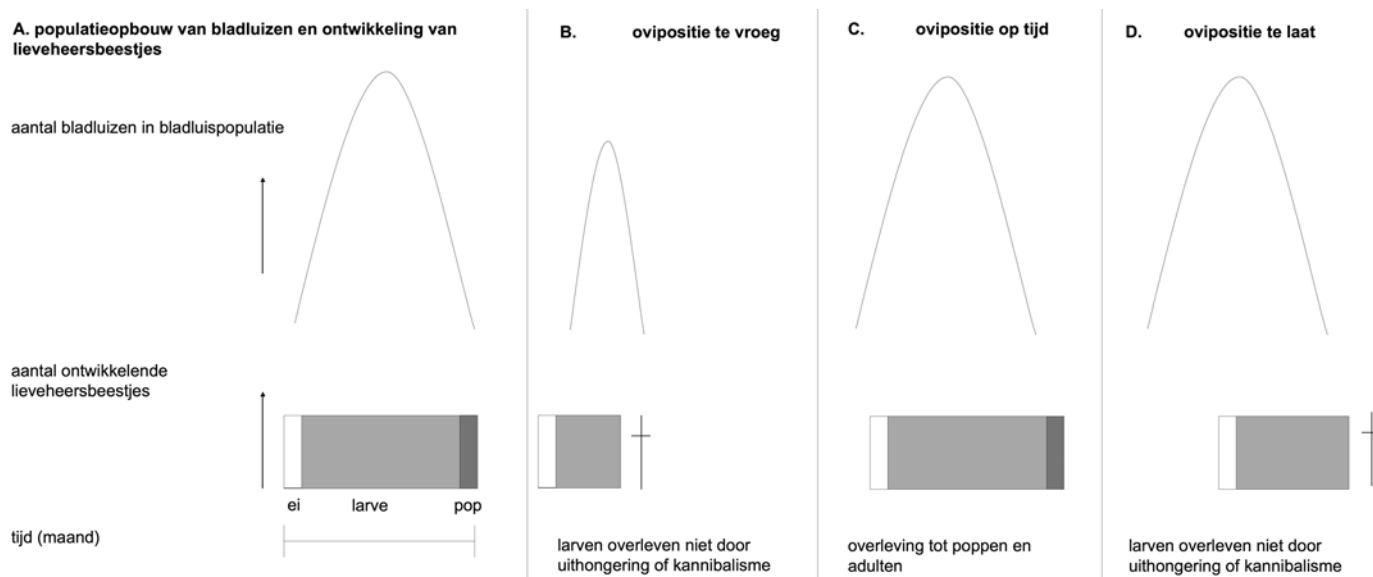
Het aantal lieveheersbeestjes in een gewas wordt positief beïnvloed door de aanwezigheid van onbespoten akkerranden met andere plantensoorten (Denys & Tschardtke 2002), en ook door het

sproeien van suikeroplossingen op delen van het perceel (Evans & Richards 1997). Maatregelen om plaaginsecten op akkers te verminderen, kunnen echter ongewenste neveneffecten hebben op lieveheersbeestjes: sommige pesticiden werken bijvoorbeeld afstotend of zelfs toxisch, waardoor aantallen lieveheersbeestjes in het veld afnemen (Obrycki & Kring 1998). Van genetisch gemodificeerde gewassen met een verhoogde resistentie tegen herbivoren zijn tot nu toe geen negatieve effecten gevonden op de talrijkheid van lieveheersbeestjes (bijvoorbeeld Bt-graan, Ahmad et al. 2006).

Natuurlijke plaagbestrijding

Aphidofage lieveheersbeestjes eten niet alleen vooral bladluizen, ze worden ook in alle ontwikkelingsstadia frequent aangetroffen op akkers. Over het algemeen wordt daarom aangenomen dat van nature voorkomende lieveheersbeestjes een belangrijke bijdrage leveren aan het verminderen van bladluisaantallen op akkers (Hagen & Van den Bosch 1968, Majerus 1994). Het aantal bladluizen dat in het veld geconsumeerd wordt door een bepaalde soort is echter afhankelijk van veel factoren, zoals grootte en dichtheid van de prooi en temperatuur. Het effect van een bepaalde predator is empirisch lastig vast te stellen (Hagen & Van den Bosch 1968) en er zijn slechts enkele studies die het positieve effect van lieveheersbeestjes daadwerkelijk bevestigen (zie referenties in Majerus 1994; Obrycki & Kring 1998). Er is nauwelijks bewijs dat lieveheersbeestjes bladluispopulaties kunnen reguleren tot economisch acceptabele dichtheden.

Modellen die de dynamica van predatoren en prooien simu-



2. Timing van eileg van een lieveheersbeestje in een groeiende bladluispopulatie en de gevolgen voor overleving van haar nakomelingen. **A** Opbouw van bladluispopulatie en ontwikkeling van lieveheersbeestjes in het veld, uitgezet tegen de tijd. Effect op de overleving van larven wanneer ovipositie **B** te vroeg of **D** te laat is en **C** optimale timing voor ovipositie. Vrij naar Fig. 5.15 in Dixon (2000).

Timing of oviposition by a ladybird beetle in a growing population of aphids and the consequences for the survival of her offspring. **A** Growth of the aphid population and development of the ladybird beetles in a field situation plotted against time. The effect of **B** early and **D** late oviposition on the survival of the offspring, and **C** optimal timing of oviposition. After Fig. 5.15 of Dixon (2000).

leren, voorspellen dat het effect van predatoren op prooien klein is wanneer de generatietijd van de predator langer is dan die van zijn prooi, zoals bij aphidofage lieveheersbeestjes (Kindlmann & Dixon 1999, Houdkova & Kindlmann 2006). Om de kans te vergroten dat de nakomelingen gedurende hun hele ontwikkeling tot adult voldoende voedsel hebben, moet de predator zijn levenscyclus synchroniseren met de groei van de prooipopulatie. Figuur 2a demonstreert dit voor aphidofage lieveheersbeestjes en hun prooi: de ontwikkeling van ei tot adult in het veld duurt ongeveer een maand (Obrycki & Tauber 1981) en deze periode komt overeen met de duur van de aanwezigheid van de meeste bladluispopulaties op akkers (Dixon 2000). Het moment waarop een vrouwtje haar eieren afzet (ovipositie) luistert nauw. Omdat larven zich maar beperkt kunnen verplaatsen en beperkt gebruik kunnen maken van alternatieve voedselbronnen, is hun overleving afhankelijk van het lokale voedselaanbod. Legt het vrouwtje haar eieren in een beginnende bladluiskolonie, dan loopt ze het risico dat haar nakomelingen alle voedsel consumeren voordat zij zich hebben verpopt (figuur 2b). Wanneer zij haar eieren in een volgroeide bladluispopulatie legt, dan loopt ze het risico dat de bladluispopulatie is ingestort voordat haar larven verpopt zijn (figuur 2d). In beide situaties zal kannibalisme ontstaan, waardoor weinig nakomelingen overleven (Kindlmann & Dixon 1993). Het kiezen van de juiste plaats en tijd voor ovipositie zal dus onderhevig zijn aan sterke natuurlijke selectie (Dixon 2000). Theorie voorspelt dat een vrouwtje voor het maximaliseren van de overlevingskans van haar nakomelingen het beste een kleine hoeveelheid eieren in een beginnende bladluiskolonie kan afzetten (figuur 2c) (Kindlmann & Dixon 1993). Voorwaarde is wel dat de larven door kannibalisme voorkomen dat eieren die later door andere lieveheersbeestjes in dezelfde bladluiskolonie zijn gelegd kunnen overleven. Deze latere larven zouden namelijk de 'prudente' strategie kunnen ondermijnen.

Een veldstudie naar *A. bipunctata* laat zien dat vrouwtjes inderdaad hun eieren in de optimale periode legden: eieren werden gedurende twee weken afgezet in een graanveld met groeiende aantallen bladluizen, gemiddeld twee weken voor de piek van de bladluispopulatie in dat veld. Ervoor en erna werden andere locaties gekozen (Hemptinne et al. 1992). Laboratoriumproeven en veldstudies suggereren dat lieveheersbeestjes het moment van ovipositie bepalen door de aanwezigheid van soortgenoten en prooien te meten: ze zetten hun eieren pas af wanneer bladluizen een bepaalde minimale dichtheid hebben bereikt en ze stoppen met leggen zodra de eerste larven daaruit zijn gekomen (Dixon 2000). De aanwezigheid van larven kunnen ze signaleren op basis van soortspecifieke geurstoffen die deze achterlaten op de planten (Dolumbia et al. 1998).

Volgens bovenstaande theorie zou de biologie van lieveheersbeestjes er dus op gericht zijn om de bladluispopulaties in stand te houden tot alle nakomelingen zich tot adult hebben ontwikkeld. Om de economische schade door plagen te beperken wordt juist vaak naar snelle uitroeiing van de prooi gestreefd. Deze tegengestelde belangen suggereren dat het reguleren van bladluizen via natuurlijke bestrijding niet kan worden overgelaten aan lieveheersbeestjes. In gewassen die grote aan-

tallen bladluizen tolereren voordat schade aan het product wordt veroorzaakt, kunnen ze wel een bijdrage leveren door de groei van de bladluispopulaties in te perken. In gewassen die grote aantallen bladluizen tolereren voordat schade aan het product wordt veroorzaakt, kunnen ze wel een bijdrage leveren door de groei van de bladluispopulaties in te perken.

Biologische plaagbestrijding: succes of bedreiging?

Mensen proberen toch al eeuwen gebruik te maken van lieveheersbeestjes voor het bestrijden van bladluizen. De klassieke methode, waarbij exotische soorten worden ingezet tegen plagen, kent enkele succesverhalen die de vele mislukkingen overschaduwen (Obrycki & Kring 1998). *Coccinella undecimpunctata* werd bijvoorbeeld in 1874 vanuit Groot-Brittannië succesvol geïntroduceerd in Nieuw-Zeeland (Majerus 1994). Dit succes wordt meestal verklaard door de afwezigheid van natuurlijke predatoren en pathogenen. Introductie van exoten brengt echter ook gevaren met zich mee. Sinds de introductie vanuit Azië van *H. axyridis* in kasteelten, heeft deze soort zich onverwacht succesvol gevestigd in Noord-Amerika (Koch 2003) en, sinds 2002, in Europa. Deze soort lijkt zelfs een gevaar te vormen voor lokale lieveheersbeestjes (Cuppen et al. 2004, Majerus et al. 2006).

Een veiliger methode is het introduceren van grote aantallen inheemse soorten lieveheersbeestjes in met bladluis besmette akkers. Deze kunnen worden verzameld op overwinteringsplaatsen waar adulten aggregeren en worden opgeslagen tot gebruik, of ze kunnen in laboratoria worden gekweekt (Majerus 1994). Dit kan op korte termijn een positief effect sorteren (bijvoorbeeld *A. bipunctata*-larven in Zwitserse appelboomgaarden, Kehrli & Wyss 2001). Omdat adulten de neiging hebben de akker snel te verlaten, wordt de kans op succes vergroot door gebruik te maken van de minder mobiele larven of van adulten die niet kunnen vliegen (Ferran et al. 1998; Obrycki & Kring 1998). Niet-vliegende adulten worden soms in het wild gevonden, zoals vormen van *A. bipunctata* waarvan de vleugels en dekschilden zijn gereduceerd (Marples et al. 1993), maar zijn ook in het laboratorium ontwikkeld, zoals bij *H. axyridis* waarbij genmutaties zijn gegenereerd die de ontwikkeling van de vliegspieren verstoorden (Ferran et al. 1998). Veldstudies laten echter zien dat het effect van het uitzetten van lieveheersbeestjes onvoorspelbaar is en zelden voldoende om plagen onder een economische grens te houden (Obrycki & Kring 1998). Het opslaan of kweken van lieveheersbeestjes is bovendien zo kostbaar, dat het nauwelijks rendabel is.

Conclusie

Lieveheersbeestjes zijn belangrijke natuurlijke vijanden van bladluizen. Hoewel ze door predatie de groei van bladluispopulaties in akkers kunnen verminderen, lijken ze ongeschikt om bladluisplagen op oproep te reduceren tot een economisch toelaatbare drempel. Zolang men zich echter beperkt tot het aantrekken of uitzetten van inheemse soorten in akkers, geldt 'baat het niet, dan schaadt het niet' en kan af en toe een succesje worden geboekt.

Literatuur

- Ahmad A, Wilde GE, Whitworth RJ & Zolnerowich G 2006. Effect of corn hybrids expressing the coleopteran-specific Cry3Bb1 protein for corn rootworm control on aboveground insect predators. *Journal of Economic Entomology* 99: 1085-1095.
- Bazzocchi C, Lanzoni A, Accinelli G & Burgio G 2004. Overwintering, phenology and fecundity of *Harmonia axyridis* in comparison with native coccinellid species in Italy. *BioControl* 49: 245-260.
- Brakman PJ 1966. Lijst van Coleoptera uit Nederland en het omliggend gebied. *Monographieën van de Nederlandsche Entomologische Vereniging* 2: 1-219.
- Casteels H, Witters J, Bondt G de & Desamblanx J 2005. Natuurlijke vijanden van plaaginsecten in witlofwortelteelt. *Landbouw & Techniek* 18: 42-44.
- Chambers RJ, Sunderland KD, Stacey DL & Wyatt IJ 1983. A survey of cereal aphids and their natural enemies in winter wheat in 1980. *Annals of Applied Biology* 101: 175-178.
- Cuppen JGM, Heijerman Th, Wielink P van & Loomans AJM 2004. Het lieveheersbeestje *Harmonia axyridis* in Nederland: een aanwinst voor onze fauna of een ongewenste indringer (Coleoptera: Coccinellidae)? *Ne-*

- derlandse Faunistische Mededelingen 20: 1-12.
- Denys C & Tscharrnke T 2002. Plant-insect communities and predator-prey ratios in field margin strips, adjacent crop fields, and fallows. *Oecologia* 130: 315-324.
- Dixon AFG 2000. Insect predator-prey dynamics - Ladybird beetles & biological control. Cambridge University Press.
- Doumbia M, Hemptinne JL & Dixon AFG 1998. assessment of patch quality by ladybirds: role of larval tracks. *Oecologia* 113: 197-202.
- Evans EW & Richards DR 1997. Managing dispersal of ladybird beetles (Col: Coccinellidae): use of artificial honeydew to manipulate spatial distributions. *Entomophaga* 42: 93-102.
- Ferran A, Giuge L, Tourniaire R & Gambier J 1998. An artificial non-flying mutation to improve the efficiency of the ladybird *Harmonia axyridis* in biological control of aphids. *BioControl* 43: 53-64.
- Hagen KS & Van den Bosch R 1968. Impact of pathogens, parasites, and predators on aphids. *Annual Review of Entomology* 13: 325-384.
- Hodek I & Honěk A 1996. Ecology of Coccinellidae. Series Entomologica 54. Kluwer Academic Publishers.
- Hodek I, Iperti G & Hodková M 1993. Long-distance flights in Coccinellidae (Coleoptera). *European Journal of Entomology* 90: 403-414.
- Hemptinne JL, Dixon AFG & Coffin J 1992. Attack strategies of ladybird beetles (Coccinellidae) – factors shaping their numerical response. *Oecologia* 90: 238-245.
- Houdkova K & Kindlmann P 2006. Scaling up population dynamic processes in a ladybird-aphid system. *Population Ecology* 48: 323-332.
- Kehrli P & Wyss E 2001. Effects of augmentative releases of the coccinellid, *Adalia bipunctata*, and of insecticide treatments on the spring population of aphids of the genus *Dysaphis* in apple orchards. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 99: 245-252.
- Kindlmann P & Dixon AFG 1993. Optimal foraging in ladybird beetles (Coleoptera: Coccinellidae) and its consequences for their use in biological control. *European Journal of Entomology* 90: 443-450.
- Kindlmann P & Dixon AFG 1999. Strategies of aphidophagous predators: lessons for modelling insect predator-prey dynamics. *Journal of Applied Entomology* 123: 397-399.
- Koch RL 2003. The multicolored Asian lady beetle *Harmonia axyridis*. A review of its biology, uses in biological control, and non-target impacts. *Journal of Insect Science* 3: 1-16.
- Majerus MEN 1994. Ladybirds. HarperCollins.
- Majerus M, Strawson V & Roy H 2006. The potential impacts of the arrival of the harlequin ladybird *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae), in Britain. *Ecological Entomology* 31: 207-215.
- Marples NM, Jong PW de, Ottenheim MM, Verhoog MD & Brakefield PM 1993. The inheritance of a wingless character in the 2spot ladybird (*Adalia bipunctata*). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 69: 69-73.
- Lundgren JG, Huber A & Wiedenmann RN 2005. Quantification of corn pollen by the predator *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) during anthesis in an Illinois cornfield. *Agricultural and Forest Entomology* 7: 53-60.
- Obrycki JJ & Tauber MJ 1981. Phenology of three coccinellid species: thermal requirements for development. *Annals of the Entomological Society of America* 74: 31-36.
- Obrycki JJ & Kring TJ 1998. Predaceous Coccinellidae in biological control. *Annual Review of Entomology* 43: 295-321.
- Pruszyński S & Lipa JJ 1970. Observations on life cycle and food specialization of *Adalia bipunctata* (L.) (Coleoptera, Coccinellidae). *Prace Naukowe Instytutu Ochrony Roslin* 12: 99-116.
- Pemberton RW & Vandenberg NJ 1993. Extrafloral nectar feeding by ladybird beetles (Coleoptera, Coccinellidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 95: 139-151.
- Ricci C, Ponti L & Pires A 2005. Migratory flight and pre-diapause feeding of *Coccinella septempunctata* (Coleoptera) adults in agricultural and mountain ecosystems of Central Italy. *European Journal of Entomology* 102: 531-538.
- Takahashi K 1993. Overwintering and estivation sites of *Coccinella septempunctata brucki* Mulsant (Coleoptera, Coccinellidae) and its migration to alfalfa fields. *Applied Entomology and Zoology* 28: 473-478.
- Triltsch H 1997. Gut contents in field sampled adults of *Coccinella septempunctata* (Col.: Coccinellidae). *Entomophaga* 42: 125-131.
- Ziegler HW & Teunissen APJA 1992. *Oenopia impustulata*, eine für die Niederlande neue Coccinellide (Coleoptera: Coccinellidae). *Entomologische Berichten* 52: 19-21.

Summary

Ladybird beetles: rulers of the fields?

Aphidophagous ladybird beetles mainly prey on aphids and are frequently found on aphid-infested cropped fields. There are mixed reports about their effectiveness as natural control agents of those pests. A theoretical model, supported by field observations and laboratory studies, suggests that the egg-laying behaviour of ladybird beetles is not focused on exterminating their prey. Therefore, they are not suitable to be used to naturally suppress aphid populations below economic thresholds. Methods of biological control that introduce high numbers of exotic or native ladybird beetles may have immediate impacts. However, they may be less effective in the long run and have other important drawbacks.

Suzanne T.E. Lommen

Evolutiebiologie, Instituut voor Biologie Leiden
Universiteit Leiden
Kaiserstraat 63
2311 GP Leiden
S.T.E.Lommen@biology.leidenuniv.nl

Jan G.M. Cuppen

Leerstoelgroep Aquatische Oecologie en Waterkwaliteitsbeheer
Wageningen Universiteit
Droevendaalsesteeg 3a
6708 PB Wageningen

