

Op 2 juni 1997 verdedigde J.Y. Xia aan de Landbouwniversiteit zijn proefschrift, getiteld: *Biologische bestrijding van katoenluis (Aphis gossypii) in katoen (meng)teeltsystemen in China; een simulatiestudie.*

In dit artikel wordt de context van zijn onderzoek weergegeven en wordt de bijdrage van het promotie-onderzoek aan een beter inzicht in de biologische bestrijding en de ontwikkeling van toekomstige teeltsystemen belicht.

Katoenteelt in China

China produceert en consumeert ongeveer een kwart van alle katoen in de wereld. De katoen wordt voornamelijk verbouwd in de noordoostelijke laagvlakte in het gebied langs en tussen de Gele Rivier en de Jangtse, tussen de dertigste en veertigste breedtegraad. Het areaal in dit gebied is drie en een half miljoen hectare en de hectare-opbrengst bedraagt ongeveer achthonderd kilogram lint (zaadpluis). Andere belangrijke gewassen in deze regio zijn tarwe en maïs. Gedurende de laatste twintig jaar is een groot deel van de katoenteelt in monocultuur vervangen door een mengteelt met tarwe (Figuur 1).

Mengteelt

De tarwe wordt in oktober gezaaid en in juni geoogst. De tarwe wordt gezaaid in strips van drie of vier rijen met kale grond ertussen. De strips zijn ongeveer een halve tot een meter breed. De katoen wordt in april gezaaid in de kale grond

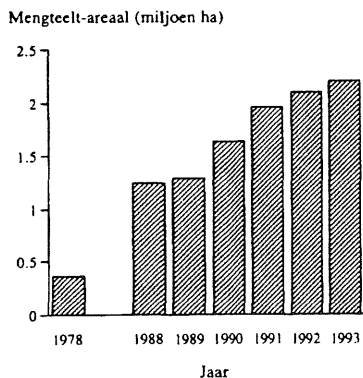


Fig. 1: *Chinees katoen-areaal waarop mengteelt wordt toegepast; 1978-1993.*



Fig. 2: *Mengteelt met afwisselend drie rijen tarwe en twee rijen katoen in juni als de tarwe in de afrijpingsfase en de katoen in de kiemplantfase is.*

tussen de tarwe strips (Figuur 2). In smalle strips zaait men een rij katoen, in brede strips twee rijen. Na de oogst van de tarwe groeit de katoen uit tot een volledig gesloten gewas. Voordeel van dit systeem is dat op het land waar men katoen zaait tevens de teelt van tarwe mogelijk is, zij het met een onvolledige grondbedekking en een opbrengst die lager is naarmate de bodembedekking door tarwe geringer is. De opbrengst van de katoen benadert die van de monocultuur maar is iets lager omdat men katoen in mengteelt iets later zaait en omdat de begingroei van de katoen in de mengteelt langzamer is door competitie met de afrijpende tarwe.

Bevordering van biologische bestrijding door mengteelt

De mengteelt heeft grote consequenties voor het optreden van insectenplagen. In de mengteelt is katoenluis, *Aphis gossypii*, nauwelijks een probleem, terwijl dit insect in monocultures zeer snel schadelijke populatiegroottes kan opbouwen (Figuur 3). Daarom wordt er in monocultures chemisch bestreden, met meerdere bespuitingen per week in de zaailingfase. De intensieve en eenzijdige chemische bestrijding in monocultures heeft tot een onhoudbare situatie geleid, door de ontwikkeling van resistentie tegen pesticiden (Xia, 1995). De mengteelt biedt een oplossing voor dit probleem.

Het gunstige effect van mengteelt berust op een combinatie van me-

chanismen. Het belangrijkste mechanisme wordt gevormd door 'excursies' van generalistische natuurlijke vijanden, die zich ontwikkeld hebben op graanluizen in de tarwe, naar de naburige katoen zaailingen. Zo worden op katoen in mengteelt reeds in een vroeg stadium larven en adulten van het zevenstippelig lieveheersbeestje aange troffen (hetzelfde beestje dat in Nederland zo algemeen is; Figuur 3). In katoenmonocultures komen deze predatoren ook voor, maar later dan in de mengteelt-katoen en in lagere aantallen. Door modelbouw wordt aangetoond dat deze vroege predatie van grote invloed is op de populatie-opbouw van bladluizen (Box). Later, als de tarwe is afgerijpt en er geen graanluizen meer beschikbaar zijn als voedsel, gaan predatoren massaal migreren. Er worden dan zowel in mono- als mengcultures van katoen grote aantallen lieveheersbeestjes aange troffen, die katoenluispopulaties van elke omvang kunnen opruimen. Het is dan echter al te laat om schade in katoen-monocultures te voorkomen.

Een tweede mechanisme van ecologische plaagbestrijding door mengteelt is vermindering van de primaire infestatie door katoenluizen in mengteelt. Deze ligt in de mengteelt wel 90% lager. Het merendeel van immigrerende bladluizen landt waarschijnlijk op de niet-waardplant tarwe, die ver boven de katoenplantjes uitsteekt. Herverdeling van bladluizen tussen katoen-

PROMOTIES

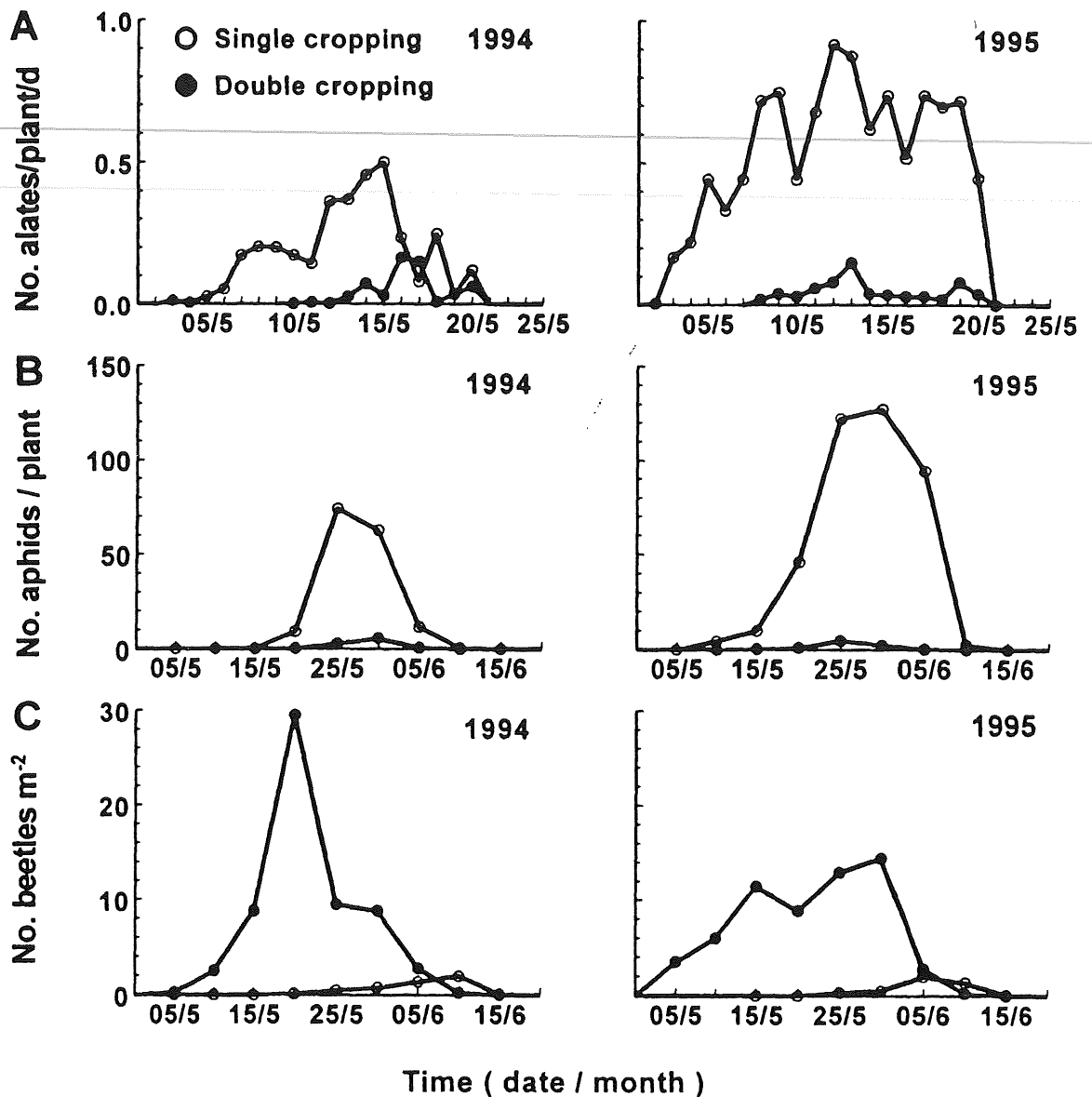


Fig. 3: Populatiedynamica van katoenluis en lieveheersbeestjes (*Coccinella septempunctata*) in katoen geteeld in monocultuur (○) of mengteelt met tarwe (●) in veldproeven in 1994 (links) en 1995 (rechts). Van boven naar beneden is te zien: immigratie van katoenluis (geringer in mengteelt), aantalsontwikkeling van katoenluis (geringer in mengteelt), en aantalsontwikkeling van zevenstippelig lieveheersbeestje (talrijker in mengteelt).

planten wordt ook bemoeid door de aanwezigheid van 'tarwebarrières' tussen de katoenrijen.

Nadelen van mengteelt

Heel anders is het effect van mengteelt op het noctuide motje *Heliothis armigera*, de gevreesde 'cotton bollworm'. Mengteelt bevordert namelijk niet alleen het overstappen van generalistische predatoren maar ook van generalistische plagen, zoals *Heliothis*, die vier generaties in een jaar heeft. De vierde generatie is zeer schadelijk omdat vraat van rupsen aan en in de vruchten (bolls) van de katoen, met daarin het waardevolle zaadpluis,

leidt tot vruchtval en totaal opbrengstverlies. Beheersing van de populatieopbouw van dit insect gedurende het teeltseizoen is daarom van groot belang. De mengteelt bevordert aanvankelijk de aantasting van katoen door *Heliothis*, doordat de overstap van de eerste generatie (op tarwe) naar de tweede generatie (op katoen) in de mengteelt gemakkelijker is dan bij teelt in monocultures, waarbij een migratie van veld tot veld nodig is. Het in dit opzicht plaagbevorderend effect van de mengteelt wordt grotendeels gecompenseerd door het talrijker voorkomen van natuurlijke vijanden in de mengteelt. Het net-

to-effect op *Heliothis* kan zowel positief als negatief uitvallen.

De bijdrage van het proefschrift en de rol van systeem-analyse en modellen

Het proefschrift richt zich op het verkrijgen van meer inzicht in de mechanismen die ten grondslag liggen aan de biologische bestrijding in de mengteelt. De levenscyclus van katoenluis en het zevenstippelig lieveheersbeestje worden in detail gekwantificeerd, en er wordt ook op detailniveau gekeken naar de predatiesnelheid van de vijf actieve stadia van het lieveheersbeestje ten opzichte van verschil-

lende grootteklassen van katoenluis. De verwachte populatie-interacties tussen katoenluis en zevenstippelig lieveheersbeestje worden vervolgens gesimuleerd in simulatiemodellen waarin deze detailgegevens worden geïntegreerd. De modellen worden getoetst in een reeks van steeds complexere situaties, beginnend in het laboratorium en eindigend via veldkooien in het open veld. De modellen geven een adequate beschrijving van de populatiedynamica in het veld, op basis van de onderliggende levenscyclus en predatieprocessen. Wel worden in steeds complexere situaties de afwijkingen tussen veldwaarnemingen en simulatie-uitkomsten groter. De modellen worden vervolgens gebruikt om het belang van bepaalde componenten van het systeem te schatten. Door bepaalde mechanismen in het model uit te schakelen, en het effect op de populatiedynamica in het veld te berekenen, kan het belang van een biologisch bestrijdingsmechanisme worden gekwantificeerd. Bijvoorbeeld, het weglaten van predatie door zevenstippelig lieveheersbeestje is funest voor de biologische bestrijding. De andere waargenomen natuurlijke vijanden, zoals parasitaire mijten, sluipwespen en een andere lieveheersbeestjessoort (*Propylea japonica*), kunnen in afwezigheid van zevenstippelig lieveheersbeestje niet voor biologische bestrijding zorgen. Verder blijkt uit simulatiestudies dat de reductie van kolonisatie door katoenluis in de mengteelt wel van belang is, maar ook weer niet op zichzelf afdoende. Behalve voor analyse van hoe het huidige mengteeltsysteem werkt, kunnen modellen ook worden ingezet om toekomstmogelijkheden te verkennen. Simulatiestudies waarin intermediaire situaties tussen monocultuur en mengteelt werden gesimuleerd, wat betreft kolonisatie door katoenluis en mate van dispersie van zevenstippelig lieveheersbeestje, suggereren dat de mengteelt zo'n grote capaciteit aan biologische bestrijding herbergt dat met een iets grootschaliger systeem ook gewasbeschermingstechnisch goede resultaten te behalen zouden zijn. Deze verkenningen zullen in praktijkonderzoek worden beproefd.

De toekomst

Al met al kan gesteld worden dat de mengteelt van katoen en tarwe past in een teeltbenadering waarbij minder met chemie gewerkt wordt en meer met 'gratis' en milieuvriendelijke biologische mechanismen. Tegenover voordelen van mengteelt staan echter ook nadelen. Genoemd is al de cotton bollworm. Verder levert een continue mengteelt op één en hetzelfde perceel problemen op met bodemgebonden ziekten, zoals *Verticillium* verwelkingsziekte. En een mengteelt met afwisselend een paar rijen tarwe en een paar rijen katoen is arbeidsintensief. Daarom wordt er gezocht naar een compromisoplossing. De met modellen aange-toonde ruime overcapaciteit aan biologische bestrijding in de mengteelt geeft aan dat ook in een compromis, met strip intercropping, biologische bestrijding nog een ruime kans van slagen heeft. De praktijk zal het leren.

Literatuur

Xia, J.Y., 1995. An integrated cotton insect pest management system for cotton-wheat intercropping in North China. In: Proceedings International Cotton Research Conference, Brisbane, Australia, 13-17 Februari 1994.

De 'waarde' van vroege predatie

Vroege predatie heeft een grotere 'waarde' dan late predatie. Dit kan geïllustreerd worden met een kwantitatief gedachtenexperiment. We nemen aan dat de bladluispopulatie dagelijks met een vaste fractie f groeit. Na n dagen heeft men dan een populatie verkregen die een factor $(1+f)^n$ groter is geworden. Als we er nu vanuit gaan dat we kunnen kiezen tussen twee teeltsystemen waarbij de biologische bestrijding in het ene systeem (de mengteelt) n dagen vroeger optreedt dan in het andere systeem (de monocultuur), dan kunnen we - om de bladluizen met predatoren 'op te ruimen' in het eerste systeem met een factor $(1+f)^n$ minder predatoren volstaan, dit onder de veronderstelling dat in beide systemen de predatoren evenveel prooidieren eten. Een realistische proportie dagelijkse toename voor bladluizen is 0,3 (30%), en een redelijke schatting voor de mate van vervroeging is tien tot twintig dagen (Figuur 3). De factor waar we het over hebben bedraagt dan:

$$10 \text{ dagen vroeger: } (1+0,3)^{10} = 13,8$$

$$20 \text{ dagen vroeger: } (1+0,3)^{20} = 190$$

Elke individuele predator is - als het ware - in de mengteelt een factor 14 tot 190 effectiever dan in de monocultuur. Dat is een groot verschil, en dat verklaart het enorme effect van mengteelt op de biologische bestrijding.

Mengteelt maakt predatoren pro-actief.

PROMOTIES

