

*Great tits (Parus major) foraging for caterpillars contribute to biological control in apple orchards.*

## ***SAMENVATTING***

ir. Christel Mols

### *Achtergrond van het onderzoek*

Plaaginsekten kunnen in (fruit)boomgaarden veel schade veroorzaken. Vaak wordt het optreden van plaaginsekten in boomgaarden tegengegaan door meer of minder intensief gebruik van insecticiden. In Nederland wordt door een grote meerderheid van fruittelers, de zogenaamde *geïntegreerde bestrijding* (IPM) toegepast. Bij deze vorm van gewasbescherming wordt gebruik gemaakt van bestrijdingsdrempels. Dit betekent dat er geen bestrijding wordt toegepast tenzij het aantal plaaginsekten van een bepaalde soort boven een vastgestelde drempelwaarde uitstijgt. Daarnaast worden voornamelijk selectieve bestrijdingsmiddelen gebruikt, die alleen het plaaginsekt aanpakken en andere organismen zoals de natuurlijke vijanden van plagen niet doden.

Sinds de zeventiger jaren wordt ook steeds meer aandacht besteed aan het gebruik van biologische bestrijdingsmiddelen, zoals bestanddelen uit planten, natuurlijke vijanden (waaronder virussen en bacteria) en feromoonverwarring. De laatste jaren is de belangstelling voor biologische bestrijding verder toegenomen. De strengere regelgeving omtrent de toelating en het gebruik van bestrijdingsmiddelen, maar ook de ontwikkeling van resistentie van plagen voor veel gebruikte bestrijdingsmiddelen maken alternatieve methoden noodzakelijk. Verder heeft de consument steeds meer aandacht voor milieu en voedselveiligheid. Consumenten willen steeds vaker producten, die niet alleen goed smaken en er mooi uitzien, maar die tegelijkertijd op een veilige en milieuvriendelijk manier geteeld zijn. In ongeveer 10 procent van de appelboomgaarden vindt op dit moment *biologische bestrijding* (EKO) plaats. Bij deze vorm van gewasbescherming mogen geen synthetische pesticiden of herbiciden gebruikt worden.

Eén van de hoofdplagen in zowel IPM als EKO appelboomgaarden zijn rupsen. Door natuurlijke vijanden van rupsen in de boomgaard te stimuleren, zou een fruitteler het gebruik van insecticiden (biologisch dan wel conventioneel) verder kunnen beperken. Insekten-etende vogels, zoals koolmezen, zouden hiervoor in aanmerking kunnen komen. Uit onderzoek is bekend dat koolmezen in hun broedperiode grote hoeveelheden rupsen aan hun jongen voeren en daardoor zijn koolmezen voor rupsen een natuurlijke vijand bij uitstek. Bovendien kunnen koolmezen, door het ophangen van nestkasten, relatief eenvoudig gestimuleerd worden om in de boomgaard te broeden.

### *Het onderzoek*

De vraagstelling in dit onderzoek is of koolmezen de schade die door rupsen aan appels wordt veroorzaakt, zodanig kunnen verminderen dat hierdoor de huidige bestrijdingsdrempel verhoogd kan worden. Dit betekent dat de teler minder vaak bestrijdingsmiddelen hoeft te gebruiken. Deze vraagstelling is op drie, elkaar aanvullende, manieren onderzocht. Aan de hand van experimenteel werk in proefboomgaard “de Schuilenburg” is bij een relatief hoge rupsendichtheid bepaald of en gedurende welke periode koolmezen rupsenschade kunnen verminderen. Daarnaast is in een aantal IPM en EKO boomgaarden het aantalsverloop van rupsen gedurende het broedseizoen en het percentage rupsenschade in de oogst bepaald op percelen met en zonder broedende koolmezen bij relatief lage rupsendichtheden. Omdat de

onderzochte situaties in de experimentele boomgaard en de IPM en EKO boomgaarden slechts informatie geven over schadevermindering door koolmezen voor de gevonden hoge en lage dichtheden, is tevens een theoretisch model ontwikkeld om de effecten voor de tussenliggende dichtheden te berekenen. Ook is het model gebruikt om te bepalen of de huidige bestrijdingsdrempel verhoogd kan worden in de aanwezigheid van koolmezen. In de ontwikkeling van het model bleek dat essentiële informatie over het zoekgedrag niet bekend was. De relatie tussen zoektijd en rupsendichtheid werd daarom in een experiment gemeten.

### *Experimentele boomgaard*

De vraag of koolmezen, door het verwijderen van rupsen, schade aan appels kunnen verminderen is onderzocht met behulp van een experiment in proefboomgaard “de Schuilenburg”. In dit experiment is bepaald gedurende welke periode koolmezen schade kunnen verminderen. Op verschillende tijdstippen in het groeiseizoen zijn bomen afgedekt met netten, waardoor koolmezen buitengesloten werden (hoofdstuk 2). Zo is er aangetoond, dat koolmezen schade kunnen verminderen vanaf het moment waarop zij beginnen met het bebroeden van hun eieren tot het moment waarop de jongen het nest verlaten. Gedurende deze periode werd niet alleen de rupsenschade aan appels verminderd, maar werd ook de opbrengst per boom vergroot. Dit opbrengst effect moet echter nog onder normale productie omstandigheden (IPM en EKO) onderzocht worden.

Koolmezen kunnen rupsenschade alleen verminderen als de periode waarin koolmezen hun jongen voeren en dus de meeste rupsen weghalen, samenvalt met de periode dat rupsen schade aan appels toebrengen. In het experiment in de proefboomgaard is daarom bekeken in welke periode rupsen schade aan appels toebrengen. Hiervoor zijn op verschillende tijdstippen in het groeiseizoen alle rupsen van de betreffende appelbomen verwijderd (hoofdstuk 2). Dit experiment laat zien, dat naarmate rupsen langer op de boom blijven, er meer schade aan appels wordt toegebracht. De schade aan appels neemt toe vanaf het moment, waarop de appels gaan zetten, totdat de rupsen zich verpoppen. Deze resultaten tonen duidelijk aan, dat de vermindering van rupsenschade door koolmezen, het grootste zal zijn wanneer koolmezen de rupsen zo vroeg mogelijk in het seizoen verwijderen. Als gevolg hiervan zullen nesten, waarvan de eieren vroeg uitkomen ten opzichte van het verschijnen van de rupsen in de boomgaard, meer schade kunnen voorkomen dan nesten met eieren, die laat uitkomen (hoofdstuk 4). Koolmezen, die vroeg in het seizoen al jongen hebben, beginnen eerder met het zoeken en verwijderen van rupsen uit de boomgaard, waardoor rupsen minder tijd hebben schade toe te brengen aan het fruit. Daarnaast is het aandeel rupsen in het dieet van jonge koolmezen hoger in het begin van het groeiseizoen (hoofdstuk 5), waardoor er per nest waarschijnlijk meer rupsen verwijderd worden door koolmezen met vroeg uitgekomen jongen.

### *IPM en EKO boomgaarden*

Dat koolmezen rupsenschade kunnen verminderen is aangetoond in een proefboomgaard met hoge rupsendichtheden. Deze dichtheden waren veel hoger dan de dichthe-

den, die in commerciële IPM en EKO boomgaarden gevonden zijn. De resterende rupsenschade aan appels was in de proefboomgaard, vanuit een economisch standpunt bekeken, te hoog. Om bij te dragen aan biologische bestrijding moeten koolmezen ook bij lagere rupsendichtheden schade aan appels kunnen verminderen. De bijdrage van koolmezen wordt met name belangrijk als de rupsendichtheid in de buurt ligt van de huidige spuitdrempel, dus het moment waarop de teler besluit om bestrijdingsmiddelen te gaan gebruiken.

Er is daarom ook bij bedrijven naar de vermindering van rupsenschade aan appels door koolmezen gekeken. In zowel IPM als EKO boomgaarden zijn 2 gelijkwaardige percelen van 2 ha uitgezocht. In één van deze 2 percelen zijn nestkasten opgehangen om koolmezen aan te trekken, het andere fungeerde als controle perceel. De fruittelers voerden hun normale werkzaamheden uit zonder beperkingen in de onderzoekspercelen. In de herfst is het percentage rupsenschade in de oogst bepaald op de percelen met en zonder broedende koolmezen. Op de percelen met broedende koolmezen was het percentage rupsenschade gemiddeld 25% lager, een vermindering van 6% naar 4.5% (hoofdstuk 4).

### *Theoretisch model*

Er is zowel voor de hoge dichtheden in de experimentele boomgaard (hoofdstuk 2) als voor de lagere dichtheden in de IPM en EKO boomgaarden (hoofdstuk 4) aangetoond dat koolmezen rupsenschade kunnen verminderen. De informatie, die nog ontbreekt, is hoeveel rupsenschade koolmezen kunnen verminderen voor de tussenliggende dichtheden. Voorspellingen over de mate van schade vermindering voor deze tussenliggende dichtheden kunnen belangrijk worden, omdat rupsendichtheden in de toekomst wellicht gaan toenemen, doordat steeds meer insecticiden verboden worden (Anonymous, 2001). Daarnaast kan het schade percentage bij deze tussenliggende rupsendichtheden in de aanwezigheid van koolmezen resulteren in eenzelfde schade percentage in de oogst als bij lagere dichtheden zonder koolmezen. Wanneer dit het geval is, kan de huidige bestrijdingsdrempel in de aanwezigheid van koolmezen verhoogd worden. Omdat deze dichtheden niet voorkwamen tijdens de onderzoeksperiode is de vermindering van rupsenschade door koolmezen in een theoretisch model berekend (hoofdstuk 4).

Het model voorspelde hoeveel rupsen koolmezen verwijderen uit de boomgaard voor verschillende rupsendichtheden en koppelde deze gegevens aan de uiteindelijke schade in de appel-oogst. In het model werden verschillende waarden ingevoerd voor een aantal factoren, zodat het effect op de appelschade kon worden bepaald. De mate waarin rupsenschade verminderd werd, was met name afhankelijk van het aantal broedparen koolmezen en het moment waarop de jongen uit het ei kwamen (hoofdstuk 4). Meer broedparen in de boomgaard betekent dat er meer rupsen worden verwijderd. De toename van het aantal verwijderde rupsen is niet in dezelfde verhouding als de toename van het aantal nesten, want koolmezen moeten steeds langer zoeken naarmate er meer rupsen uit de boomgaard verwijderd zijn. Als de jongen eerder uit het ei komen, zullen de koolmezen vroeger rupsen uit de boomgaard verwijderen. De periode, dat rupsen schade kunnen toebrengen aan appels, is daardoor

korter. Daarnaast zijn de rupsen in het begin van het groeiseizoen kleiner. Koolmezen moeten dan meer rupsen aan de jongen voeren om in hun voedselbehoefte te voorzien.

Om in het model uit te kunnen rekenen hoeveel rupsen door koolmezen verwijderd worden, moeten een aantal factoren bekend zijn. Zo kon uit de literatuur worden gehaald wat de energie behoefte per dag is van koolmeesjongen. Ook kon worden berekend hoeveel meer energie een gemiddelde rups bevat bij elke mm die een rups in het seizoen groeit. Verder moest aangegeven worden hoeveel tijd een koolmees nodig heeft om een rups te vinden afhankelijk van de rupsendichtheid. Dit was nog niet eerder onderzocht en daarom is er een experiment uitgevoerd waarin de relatie tussen zoektijd en rupsendichtheid is bepaald (hoofdstuk 3).

Het experiment toonde aan dat de zoektijd, om één rups te vinden, toeneemt naarmate de dichtheid aan rupsen afneemt. Tevens is de toename in zoektijd sterker naarmate de begin-dichtheid verder afneemt, doordat er al rupsen zijn weggegeten. Dit wijst op een verschil in vindbaarheid van rupsen op een boom. De rupsen, die gemakkelijk te vinden zijn, worden als eerste weggegeten en daardoor neemt de zoektijd van koolmezen toe, naarmate er meer rupsen verwijderd zijn. Dit leidt tot de paradoxale situatie dat koolmezen eerder een rups kunnen vinden in een boom met een lage dichtheid die nog niet eerder door koolmezen is bezocht, dan in bomen met een hogere rupsendichtheid waar de gemakkelijk vindbare rupsen al zijn verwijderd.

Omdat zoektijd niet alleen bepaald wordt door de heersende rupsendichtheid in een boom, maar ook door het aantal rupsen dat al weggegeten is, zijn deze beide factoren in het model verwerkt.

### *Controle van het model met praktijk gegevens*

Het model voorspelt dat de vermindering van rupsenschade hoofdzakelijk beïnvloed wordt door het aantal broedparen en het tijdstip waarop de jongen uit het ei komen. Daarom is er in hoofdstuk 5 gekeken of deze factoren ook bepalend zijn voor het aantal verwijderde rupsen in de praktijk situatie. Dit is een manier om de voorspellingen van het model te controleren, omdat het aantal verwijderde rupsen en het tijdstip waarop de rupsen verwijderd worden de mate van schade vermindering bepalen. Er is met video camera's bekeken hoeveel rupsen, ten opzichte van andere insecten, een paartje koolmezen aan hun jongen voeren. Vroeg in het seizoen werden er naar verhouding meer rupsen aan de jongen gevoerd. Later in het seizoen nam de verhouding rupsen in het dieet van de jongen af en werden er meer andere insecten gevoerd. Met tellers is gekeken hoe vaak per uur de koolmezen een prooi binnenbrengen. Door de jongen om de dag te wegen is bepaald hoeveel prooien de koolmezen binnengebracht moeten hebben om deze groei te bewerkstelligen. Met deze gegevens hebben we niet aan kunnen tonen dat de vroege nesten meer rupsen naar het nest brachten dan de late nesten (zoals voorspeld door het model in hoofdstuk 4). Hierbij speelt mee dat het verschil in het uitkomen van de jongen tussen vroege en late nesten niet meer dan een week betrof. Daarnaast selecteren koolmezen in het begin van het seizoen rupsen die groter zijn dan de gemiddelde grootte van alle rupsen die in de boomgaard zijn. Hierdoor is het verschil in energie-opbrengst tussen de gevoerde rupsen vroeg en later in het broedseizoen waarschijnlijk kleiner dan verwacht.

Met behulp van deze gegevens is er wel aangetoond dat bij een gemiddelde dichtheid van 3 broedparen koolmezen per hectare in boomgaarden, 23 % van de rupsen uit de boomgaard werd verwijderd en dit percentage kan toenemen tot 49%, wanneer koolmezen alleen in de boomgaard en niet daarbuiten naar voedsel zouden zoeken.

### *Praktische toepassing*

De resultaten uit dit onderzoek geven aan dat de huidige bestrijdingsdrempel voor rupsen verhoogd kan worden, wanneer er broedende koolmezen in de boomgaard aanwezig zijn. Zowel de gegevens, die zijn verzameld in de IPM en EKO boomgaarden, als de voorspellingen van het model geven aan dat voor gelijke rupsendichtheden de uiteindelijke rupsenschade in de oogst lager is als er koolmezen aanwezig zijn. Bij een vaste schadedrempel voor rupsen kunnen er in de aanwezigheid van koolmezen dus hogere dichtheden toegestaan worden voordat bespuitingen uitgevoerd dienen te worden.

Op dit moment wordt geadviseerd om rupsen te bestrijden als er voor de bloei meer dan 8 tot 10 rupsen per 100 bloemclusters gevonden worden. In 4 IPM en 4 EKO boomgaarden zijn in 1999 het aantal bloemclusters per boom geteld. Het gemiddeld aantal bloemknoppen per boom was 159 (s.d.  $\pm$  146). Dit betekent dat er op een gemiddelde boom 13 tot 16 rupsen gevonden kunnen worden, voordat er een bespuiting uitgevoerd hoeft te worden. Wanneer we uitgaan van een spuitdrempel van 14 rupsen per boom voor de bloei dan is de voorspelde schade door het model 5.1% (inclusief rupsenschade kleiner dan 0.25 cm<sup>2</sup>) in afwezigheid van koolmezen. Echter, wanneer er een, twee of vier paartjes koolmezen in de boomgaard broeden, wordt dit schade percentage pas bereikt wanneer de begindichtheid van rupsen respectievelijk 16, 18 en 21 rupsen per boom bedraagt. Afhankelijk van het aantal broedparen en de uitkomst-datum van de jongen kan de spuitdrempel verhoogd worden met 2 to 7 rupsen per boom. De schade reductie van 25% (van 6% naar 4.5%) in IPM en EKO werd waargenomen met een gemiddeld aantal broedparen van 3.5 (SD $\pm$  1.3) zonder dat de fruittelers hun normale bedrijfsvoering hebben aangepast in de onderzochte gebieden.

Fruittelers moeten vertrouwen hebben in de vermindering van rupsenschade door koolmezen, voordat zij koolmezen zullen opnemen in hun bedrijfsvoering. Wanneer zij overtuigd zijn van het feit, dat het verhogen van de bestrijdingsdrempel voor rupsen als er broedende koolmezen in de boomgaard voorkomen niet leidt tot een verhoging van de rupsenschade aan de oogst, dan zullen zij hun bedrijfsvoering aanpassen en daarmee het gebruik van insecticiden verminderen. Met name omdat het ophangen van nestkasten (minimaal 2 per ha) een goedkope en arbeids-extensive maatregel is in vergelijking met het uitvoeren van bespuitingen.