

## Insecten in de Klas - Practicum 3

# Waardplantkeuzegedrag van rupsen

### Honger maakt niet alle bonen zoet

#### Samenvatting

Planten en insecten hebben intensieve onderlinge wisselwerkingen. Zo kunnen rupsen hun voedselplant vinden door te reageren op prikkels die de plant produceert. In deze proef wordt gekeken naar het waardplantkeuzegedrag van rupsen van *Mamestra brassicae*, de Kooluil en rupsen van *Pieris brassicae*, het Groot Koolwitje, geplaatst in een keuze-situatie tussen koolblad en bonenblad en in een geen-keuze- situatie met alleen bonenblad.

#### Inleiding

In deze proef bekijk je het foeragegedrag van twee soorten rupsen die verschillen in hun mate van waardplantspecialisatie. Door rechtstreeks te kijken naar het gedrag van de rupsen kun je inzicht krijgen in de manier waarop ze voedsel selecteren. Maken de rupsen onderscheid tussen verschillende plantensoorten en welke type informatie gebruiken ze daarbij?

#### Doel

De waarnemingen aan voedselkeuzeproeven zijn bedoeld om (1) vast stellen welke van de twee rupsensoorten een specialist is en (2) te bepalen welke typen zintuiglijke prikkels die planten produceren door de rupsen worden gebruikt om hun keuze te bepalen.

#### Theorie

Plantenetende insecten komen over de hele wereld voor. Plantenetende insecten kunnen onderscheid maken tussen de planten waarop ze zich voeden en alle andere planten in de omgeving. Hoe doen ze dat? Tijdens het foerageren nemen insecten beslissingen, zoals waar ze zoeken naar voedsel, hoe lang ze in een bepaalde omgeving blijven (zie ook Les 1) en of ze een bepaalde voedselbron accepteren of afwijzen. Zulke beslissingen zijn gebaseerd op informatie die ze vergaren over de planten in hun omgeving. Die informatie kan optisch van aard zijn (de vorm en kleur van de planten), mechanisch (beharing van de plant of stugheid van de bladeren) of chemisch (geur en smaak van de planten).

Insecten en planten zijn verbonden in complexe relaties: insect-plant interacties. Fossiel materiaal laat zien dat insect-plant relaties zo'n 400 miljoen jaar geleden reeds bestonden. Insecten kunnen niet leven in de afwezigheid van planten. Planten zijn de primaire bron van energierijke componenten voor zgn. heterotrofe organismen zoals insecten. Aan de andere kant heeft blootstelling aan dieren waarschijnlijk in belangrijke mate bijgedragen aan de ontwikkeling van diversiteit in de plantenwereld. Hoe komt het dat planten overvloedig aanwezig zijn, terwijl ze toch niet weg kunnen lopen voor gevaar? Insecten zijn waarschijnlijk een drijvende kracht achter de vorming en de diversiteit van de plantenwereld, met name in de interacties die bestuivende insecten hebben met bloemen.



Fig. 1 –Rups van het Groot Koolwitje in het vijfde larvestadium

Een opvallend kenmerk van insect-plant relaties is het feit dat de meeste insecten specialistische eters zijn. Meer dan 90% van de planteneterende insecten zijn specialisten en voeden zich met slechts één plantenfamilie of een klein aantal evolutionair nauw verwante families. Eén van de redenen hiervan is dat planten in staat zijn om zich te verdedigen tegen insectenvraat met behulp van chemische en morfologische/mechanische eigenschappen. Insectensoorten zijn

aangepast aan sommige van deze verdedigingsmechanismen van de planten. Tussen een bepaalde plantensoort en een insectensoort kan zo een ‘wapenwedloop’ ontstaan, waarbij de plant zich probeert te verdedigen tegen het insect, en het insect zich weer aanpast aan tegen die verdediging, enzovoort.

Plantenetters, ook wel herbivoren of fytofagen genoemd, kiezen vaak zeer nauwkeurig de planten waarvan ze eten en waarop ze eieren leggen. De plantenetters selecteren niet alleen bepaalde plantensoorten, maar ook bepaalde delen van een plant. Het selecteren van voedsel kan bovendien veranderen tijdens de verschillende ontwikkelingsfasen van het insect. Voedselselectie vereist dus een aanpassing van insecten waarbij zij planten, die van waarde zijn, kunnen herkennen en vinden. Plantenetters kunnen chemische en ook optische kenmerken van planten gebruiken om de juiste voedselbron te selecteren.



Fig. 2 –Rups van de Kooluil in het vijfde larvestadium

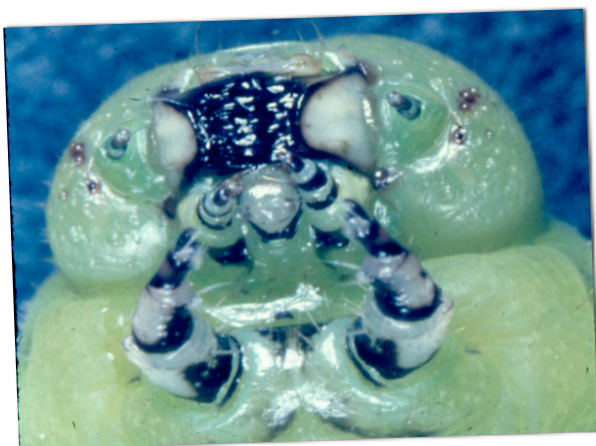
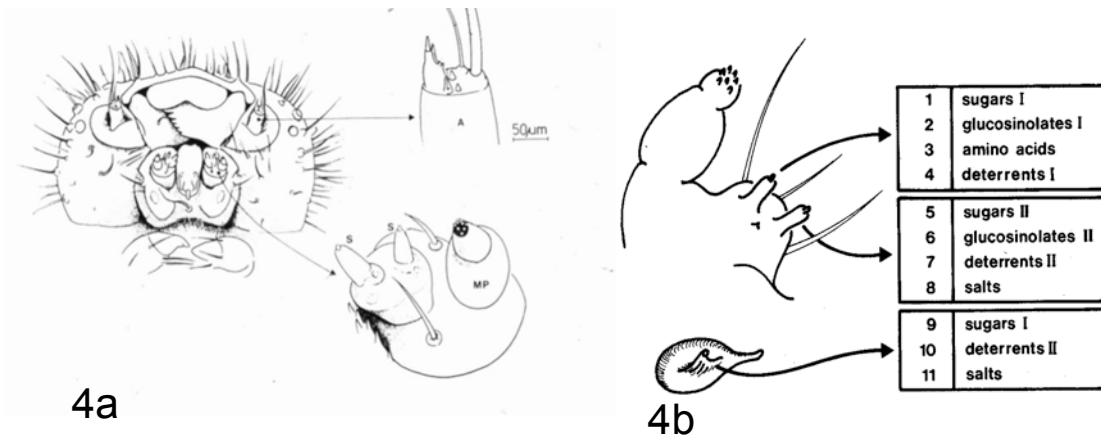


Fig. 3 onderzijde van de kop van de rups

Insecten die in de natuur op één of een paar nauw gerelateerde soorten voorkomen, worden monofagen genoemd. Oligofagen zijn insecten die zich op een aantal plantensoorten voeden, maar de plantensoorten behoren allemaal tot dezelfde plantenfamilie. Het Groot Koolwitje, *Pieris brassicae* is een voorbeeld van een oligofaag oftewel ‘specialistisch’ insect. Polyfagen ofwel ‘generalisten’ zijn insecten die zich voeden met planten uit verschillende families die evolutionair niet nauw verwant zijn.

leg de bladeren eerst op een laag filtreerpapier of op een stuk foam of Tempex.

Rupsen hebben maar weinig reuk- en smaakzintuigen vergeleken met volwassen insecten. Toch zijn ze uitstekend in staat om zelfs nauw-verwante planten te onderscheiden, op basis van informatie die hun smaakzintuigen doorgeven aan het centrale zenuwstelsel van de rups.



In Figuur 4a (links) zie je een foto van de onderzijde van de kop van een rups en in Fig. 4b (rechts) zie je een schematische tekening met daarin de verschillende smaakorganen aangegeven; in de lijst aan de rechterzijde zie je op welke plantenstoffen de 11 smaakcellen reageren met electrofysiologische activiteit. Elk van deze cellen is gevoelig voor een groep plantenstoffen: suikers (sugars), aminozuren (amino acids); beiden zijn belangrijke voedingsstoffen voor de rupsen; mosterdolieglucosiden (mustar oil glucosides), verdedigingsstoffen die alleen in de Mosterdfamilie (Brassicaceae of Cruciferae), waartoe de koolplant behoort, gevonden worden; deterrents, dat zijn allerlei 'bittere', smaakvergallende plantenstoffen, waaronder ook de paarse kleurstoffen die de rode kool zijn kleur geven en die de voedselopname remmen.

## Uitvoering

### Materialen (per leerling)

- 2 rupsen in het vierde - of vijfde stadium van het Groot Koolwitje; 2 rupsen in het vierde of vijfde stadium van de kooluil; voor verkrijgbaarheid zie verderop
- Petrischaaltjes, 4 stuks, diameter ca. 10 cm
- bladponsboor (metalen cylinder met aan een zijde een scherpgeslepen rand)
- rondjes van filtreerpapier, diameter ca. 9 cm
- bladmateriaal van kool, bijv. witte kool, spitskool.
- Bladmateriaal van boon, bijv. tuinboon of sperzieboon
- Rupsen van het Groot Koolwitje in het laatste (vijfde) larvestadium
- Rupsen van de Kooluil in het één-na-laatste (vijfde) stadium
- (veer)pincet
- Stopwatch of andere timer, bijv. op mobiele telefoon

## Proefbeschrijving

1. Leg de bladeren eerst op een dubbele laag filtreerpapier of op een stuk foam of Tempex. Maak bladponsjes met een gave rand met behulp van de ponsboor door de scherpe rand van de ponsboor op het bladoppervlak te zetten en een draaiende beweging te maken tot het ponsje uit het blad loskomt; als het ponsje in de opening van ponsboor blijft zitten kun je het met behulp van de penseel eruit halen. Leg 2 ponsjes van het bonenblad tegenover elkaar in de twee Petrischaaltjes op 0,5 cm afstand van de rand. Leg 2 ponsjes van het koolblad op dezelfde manier tussen de bonenblad ponsjes in, op gelijke afstanden en met de bovenkant van blad naar boven (Fig. 5) :



Markeer met behulp van een potloodstreepje langs de omtrek van het rondje welke ponsjes van kool afkomstig zijn.

Let er op dat je tussen het maken van ponsjes van kool en boon de ponsboor tussendoor goed afspoelt met warm water en afdroogt met papier, zodat er geen sappen van de ene op de andere plantensoort overgaan.

2. Start de tijd voor beide rupsen tegelijk.

3. Scoor om de 30 seconden wat elke rups doet en geef dit aan in de bijbehorende tabel (zie achterzijde). Zet na elk interval van 30 seconden een verticaal streepje in de regel achter het *op dat moment* waargenomen gedragselement in de Tabellen 1 en 2. De volgende gedragselementen worden onderscheiden:

1. beweegt en verkent de omgeving zonder contact te hebben met blad
2. heeft contact met het bladponsje van het bonenblad, maar eet niet.
3. heeft contact met het bladponsje van het koolblad, maar eet niet.
4. eet van het boon-bladponsje.
5. eet van het kool-bladponsje
6. zit stil

Het is het eenvoudigste om de tijd op de stopwatch te laten lopen en na verloop van 30 seconden een score te noteren. Begin bij een van de rupsen en wissel na elk 30 sec-interval interval af door naar de andere rups te kijken, 30 sec later weer naar de eerste rups etc. Vul na 20 minuten in de tabellen bij 'totale score' het totaal aantal streepjes per handeling in.

### Geen-keuze-proef

Leg 2 ponsjes van het bonenblad tegenover elkaar in elk van twee Petrischaaltjes op 0,5 cm afstand van de rand.

Zet nu voorzichtig met de pincet een Kooluil-rups in het midden van de schaal en doe binnen 30 seconden hetzelfde met een rups van het Groot Koolwitje. Deze proef wordt afgerond door een visuele schatting te maken van de hoeveelheid weggevreten bladoppervlak.

### Resultaten

Resultaten van de proeven kunnen in de tabellen hierna ingevuld worden. De uitkomsten worden over de hele groep verzameld, ingevoerd in een spreadsheet (bijv. Excel) op de computer en grafisch weergegeven in staafdiagrammen.

Er kan ook een statistische toets worden uitgevoerd, de zgn. Wilcoxon gepaarde steekproeven-toets, op de resultaten van de keuzeproef om na te gaan of er een significante voorkeur is waargenomen tussen de twee plantensoorten. Handleidingen voor deze toetsing en de benodigde tabel van de steekproefgrootte zijn beschikbaar op het internet en binnen statistiekprogramma's zoals SPSS.

### Vragen

1. Van welk type blad heeft elke rups het meeste gegeten? Wat kun je hieruit concluderen?
2. Beschrijf eventuele verschillen in het loop- en eetgedrag van beide rups-soorten. Wat is je het meest opgevallen?
3. Welke prikkels heeft de rups voornamelijk gebruikt bij zijn voedselkeuze?
4. Welke evolutionaire voor- en nadelen kun je bedenken voor de waardplantspecialisatie van een fytofaag insect?

### Suggesties voor vervolgonderzoek

In de gegeven beschrijving gaan we ervan uit dat je beide rupsensoorten bestudeert. De proef is echter ook goed uit te voeren met één van de rupsensoorten. Ook kun je andere rupsensoorten gebruiken die je zelf verzameld hebt van planten buiten; de plant waarop ze gevonden zijn wordt dan als een van de keuzes aangeboden. Er kunnen ook bladeren van andere planten getest worden. Boon kan bijvoorbeeld vervangen worden door sla; bladmateriaal van kool en sla kan het hele jaar door bij groenteboer en supermarkt gekocht worden. Was het bladmateriaal wel eerst voorzichtig af met lauw water en laat het drogen voordat er bladponsjes van worden gemaakt.

Deze proef kan gekoppeld worden aan waardplantkeuze door de moeders van de rupsen, vrouwelijke vlinders (Fig 6) en motten. Waarom kiezen de volwassen insecten bepaalde planten voor voedsel en voortplanting? Dergelijke vragen kunnen de basis vormen voor experimenten in het kader van een profielwerkstuk.

*Verkrijgbaarheid van de rupsen:*  
het Laboratorium voor  
Entomologie van Wageningen  
Universiteit kweekt beide



soorten. Per email ([leon.westerd@wur.nl](mailto:leon.westerd@wur.nl)) kan een verzoek gedaan worden om eipakketten toegestuurd te krijgen. Deze moeten op school zelf opgekweekt worden tot vierde of vijfde stadium-rupsen op koolplant-materiaal, opgepote planten of losse bladeren van sluitkolen die elke dag ververst worden (zie vorige alinea). Hiervoor worden verzendkosten in rekening gebracht.

## **Documentatie**

### *Boek*

Huigens, M.E. e.a. (2006). *Muggenzifters en Mierenneukers* - Insecten onder de Loep genomen. Boek, 288 pag. Geschreven door de medewerkers van het Laboratorium voor Entomologie van Wageningen Universiteit, met een voorwoord door Midas Dekkers. Over onderzoek aan insecten en over het belang van insecten voor mens en samenleving.

### *Internetbronnen*

<http://www.bioplek.org/kaarten/kaartengedrag.html>

<http://bwm.trefcon.nl/media/pdf/Biodiversiteit.pdf>

## RESULTATEN-formulier

### Keuze-proef

**Tabel 1:** Aantal gescoorde gedragshandelingen van de **Koolwitjes-rups**

Element	Scores	Totale score
1. beweegt, geen bladcontact		
2. beweegt over boonponsje		
3. beweegt over koolponsje		
4. eet van boon		
5. eet van kool		
6. zit stil		

**Tabel 2:** Aantal gescoorde gedragshandelingen van de **Kooluil-rups**

Element	Scores	Totale score
1. beweegt, geen bladcontact		
2. beweegt over boonponsje		
3. beweegt over koolponsje		
4. eet van boon		
5. eet van kool		
6. zit stil		

### Geen-keuze-proef:

Schatting van het percentage weggevreten bladoppervlak van de twee bonenblad-ponsjes:

Tijdsduur: ....minuten

Kooluil rups: ....%

Koolwitje-rups ....%