



Literatuuronderzoek Koolgalmug

Samenvatting van onderzoekresultaten

Marian Vlaswinkel en Gijs van Kruistum

© 2003 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit projectrapport (vertrouwelijk) geeft de resultaten weer van het onderzoek dat het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving heeft uitgevoerd in opdracht van:

Productschap Tuinbouw
Postbus 280
2700 AG ZOETERMEER

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Adres : Groeneweg 3, 3273 LP Westmaas
Tel. : 0186 - 57 99 30
Fax : 0186 - 57 14 66
E-mail : info@ppo.dlo.nl
Internet : www.ppo.dlo.nl

Inhoudsopgave

pagina

AMENVATTING	5
1. INLEIDING.....	6
2. IGNALEMENT EN LEVENSCYCLUS KOOLGALMUG.....	7
2.1 Signalement	7
2.2 Levenscyclus	7
2.2.1 Eieren.....	8
2.2.2 Larven.....	9
2.2.3 Poppen.....	11
2.2.4 Muggen.....	12
2.3 Verzamelen van coconnetjes en kweek koolgalmug	13
3. SCHADESYMPTOMEN.....	14
3.1 Beschadiging	15
4. VOORSPELLINGSMODELLEN.....	16
4.1 Contapré (<u>Contarinia prediction</u>).....	16
4.2 Ontwikkeling koolgalmug volgens Readshaw, 1965.....	17
4.3 Resultaten onderzoek met voorspellingsmodellen.....	17
5. BESTRIJDING	20
5.1 Chemische mogelijkheden.....	20
5.2 Resultaten middelenproeven	20
5.3 Zaadcoating	21
5.4 Buitenlands onderzoek.....	21
5.5 Natuurlijke vijanden en parasieten	22
5.6 Oude waarschuwingsberichten PD.....	22
6. VANGSYSTEMEN.....	23
6.1 Vangbakken en platen.....	23
6.2 Sexferomonen.....	23
6.3 Enquête	24
7. MATE EN TIJDSTIP WAAROP PLAAGVORMING OPTREEDT	25
8. AANBEVELINGEN VOOR NADER ONDERZOEK	25
9. LITERATUUR.....	26

amenvatting

De koolgalmug (*Contarinia nasturtii*) veroorzaakt in de laatste tien jaren een toenemende schade in koolgewassen. Dit insect is moeilijk te herkennen en vanwege de beperkingen in het middelengebruik ook steeds minder effectief te bestrijden.

Voor de Nederlandse koolteelt is geleide bestrijding een realistisch alternatief voor preventieve (conventionele) bestrijding. Bepaling van het moment waarop het plaaginsect aanwezig is en in welke mate, door middel van monitoring en bemonstering, is één van de basiselementen van geleide bestrijding en één van de essentiële invoerwaarden voor modellen die de ontwikkeling van een populatie voorspellen, op grond waarvan beslissingen kunnen worden genomen over gewasbeschermingsmaatregelen. Vooral in het geval van de koolgalmug is een nauwkeurige voorspellingsmethode c.q. signaleringsmethode van groot belang. Aan de bestaande methoden en modellen kan nog het nodige worden verbeterd door onder andere het effect van het bodemvocht als parameter in het model op te nemen. Wanneer het vrouwelijk feromoon aan een val kan worden toegevoegd komt wellicht een veel effectievere vangstmethode beschikbaar waardoor het bestrijdingstijdstip veel nauwkeuriger kan worden vastgesteld.

De hele levenswijze van de koolgalmug wordt sterk beïnvloed door het weer, vooral door de bodemtemperatuur, relatieve luchtvochtigheid en vochtigheid van de grond. De cyclus van ei tot mug duurt 26-35 dagen. Bij 19-20 graden C duurt de eiontwikkeling 4-5 dagen; de larveontwikkeling 7-8 dagen en de rust in de grond tot uitkomst mug 11-12 dagen.

De meest gunstige omstandigheden voor de koolgalmug zijn een droge april-meimaand, gevolgd door een korte warme periode met regen (mug verschijnt 10-20 dagen later) en als de zomer verder relatief warm en droog is, met af en toe een korte periode van regen samenvallend met de tijd dat de meeste larven zich in de grond bevinden (dit beperkt het aantal in rust gaande larven).

In Nederland zijn op dit moment de volgende middelen toegelaten tegen koolgalmug: Orthene (niet in broccoli) en de synthetische pyrethroiden: Baytroïd (niet in Chinese kool), Agrichem Deltametrin, Decis, Sumicidin Super (niet in boerenkool) en Karate. In Europa worden goede resultaten van Karate gemeld. Het probleem van deze middelen is de vrij korte werkingsduur waardoor een juist toepassingstijdstip zeer nauw luistert. In Duitsland en Zwitserland wordt in 2003 onderzoek uitgevoerd met enkele nieuwe chemische middelen waarbij Nederland aan zou kunnen sluiten. Verder wordt in Zwitserland de nodige aandacht besteed aan de bespuitingstechniek en de ontwikkeling van een feromoonval voor de koolgalmug.

1. Inleiding

De koolgalmug (*Contarinia nasturtii*) kan veel schade veroorzaken in vooral koolgewassen. Dit insect is moeilijk te determineren. Voor een juiste determinatie zijn de grootte, de kleur, de lengte van de poten en vooral de aderen in de vleugels en de antennes van belang.

Het is opvallend dat de levenswijze van de koolgalmug zeer sterk beïnvloed wordt door de temperatuur, de relatieve luchtvochtigheid en de bodemvochtigheid. Hierdoor kan de koolgalmug in het ene jaar voor grote problemen zorgen, terwijl in het andere jaar er nauwelijks koolgalmuggen aanwezig zijn.

Er is al heel wat onderzoek naar de koolgalmug gedaan. In opdracht van het productschap Tuinbouw zijn diverse gegevens over de koolgalmug bij elkaar gezet. Hierin is tevens het overleg met onderzoekers uit Duitsland, Zwitserland en België meegenomen.

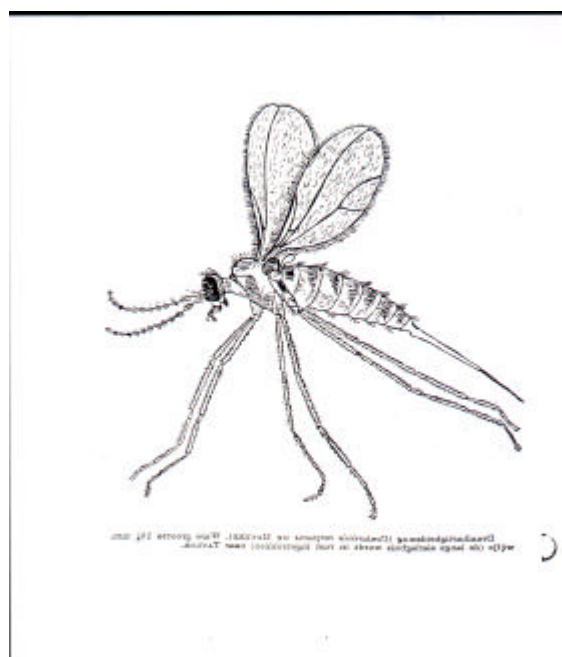
De gastheren van de koolgalmug zijn o.a.: broccoli, bloemkool, kool en radijs. Er komen ook wilde gastheren voor zoals wilde radijs en waterkers (6).

De koolgalmug is gesignaleerd in Azië (o.a. Turkije), Europa (veel landen) en Noord Amerika (o.a. Canada). De Engelse naam voor koolgalmug is : the swede midge of cabbage gallmidge. De Franse naam is La cecidomyie du navet. In het Duits heet het beestje (Kohl)Drehherzmuecke.

De grootschalige toepassing van chemische bestrijdingsmiddelen heeft een aantal bekende nadelen, waarvan de belangrijkste de milieuverontreiniging en resistentie-ontwikkeling zijn. Dit heeft geleid tot de ontwikkeling van nieuwe gewasbeschermingsmethoden, die minder nadelige effecten hebben, zoals geleide, biologische en geïntegreerde bestrijding. Nieuwe methoden moeten inpasbaar zijn in de bestaande bedrijfsvoering en worden mede bepaald door randvoorwaarden van economische en ecologische aard. Eén van de belangrijkste voorwaarden is dat de opbrengst van het gewas per ha niet minder mag zijn dan bij gebruik van conventionele gewasbescherming. In dit kader is voor de Nederlandse koolteelt de geleide bestrijding een realistisch alternatief voor preventieve (conventionele) bestrijding. Bepaling van het moment waarop het plaaginsect aanwezig is en in welke mate, d.m.v. monitoring en bemonstering, is één van de basiselementen van geleide bestrijding en één van de essentiële invoerwaarden voor modellen die de ontwikkeling van een populatie voorspellen, op grond waarvan beslissingen kunnen worden genomen over gewasbeschermingsmaatregelen (5).



Schade in spruiten door koolgalmug
koolgalmug



Tekening met kenmerken vrouwelijke

2. ignalement en levenscyclus koolgalmug

2.1 Signalement

Signalement koolgalmug (volgens Kieff) (3)

Mannetje: kop met zwarte ogen, breder bij de kop, aangrenzend, lager deel van gezicht, zuigorgaan en voelers bleek; antenne 1,7 mm lang, 2+12 segmenten simpel met één krans, eerste zonder steel, de volgende segmenten bolvormig met stelen die wat langer zijn dan de segmenten, het laatste segment met 2 kransen, nek geel, borst citroengeel, voorborst en scutellum leigrijs, op de laatstgenoemde zijn twee glanzende zwarte gleuven zichtbaar, in de lengterichting twee rijen met grijze haren, tussen de eerste en tweede costa in een schuine vlek die zich aan de zijkant uitstrekt, zover als het opperarmbeen; vleugels 1,6 mm lang, sterk kleurloos en vastgezet aan de basis, achterlijf citroen-geel met enkele onduidelijke kruislingse strepen.

Vrouwte: antenne: 0,8 mm lang, 2+12 segmenten, het eerste segment is versmald in het midden en is 2x de lengte van de volgende, die cilindrisch is met korte stelen; eilegboor is wit en in staat tot aanzienlijke uitwerping, het eind lijkt op een naald, 1,6 mm lang.

Larven: bleekgeel van kleur, zonder poten, met de kracht om te springen, lengte 2-2,5 mm.

2.2 Levenscyclus

In de winter houdt de mug een soort winterslaap in de grond als larve die in een gesponnen coconnetje in de grond zit. Dit coconnetje is zo groot als een zandkorrel en dus niet te herkennen met het blote oog. Aan het eind van het voorjaar, ongeveer eind mei/begin juni komt de mug uit de grond en zoekt zo snel mogelijk een koolplant op. Over het algemeen komen de mannetjes iets eerder dan de vrouwtjes (7). Na bevruchting gaan de vrouwtjes eitjes afzetten in het hart van de jonge koolplanten. Beneden de 15 graden C zijn de vrouwtjes weinig actief. De vrouwtjes leggen eieren op de eerst beschikbare plant en de eieren worden in strengen of clusters van 15-20 eieren op de jongste delen van de plant afgezet. Er worden veel eitjes afgezet, ongeveer 95 per vrouwtjesmug, waarvan er gemiddeld 75 tot 80 uitkomen. Deze eieren worden op verschillende planten afgezet. De eitjes zijn doorzichtig en met het blote oog nauwelijks te zien (0,3 mm lang). De snelheid van het uitkomen is sterk temperatuurafhankelijk, hoe warmer hoe sneller en kan variëren van 1 tot 6 dagen. In de periode dat de eieren uitkomen moet de relatieve luchtvochtigheid hoog (95-100%) zijn. Zodra de larven uit de eitjes komen, kruipen ze naar het groeipunt van de koolplant en beginnen ze te eten. Larven kunnen leven op elk deel van de plant, als het maar vochtig is. Eigenlijk eten ze niet echt, ze schrapen de bladhuid enigszins kapot en het speeksel dat ze produceren doet de rest. Dit speeksel lost de cellen op en in deze waterige omgeving van opgelost plantenmateriaal en speeksel bedden ze zich in en eten hiervan. Het is duidelijk dat dit ten koste gaat van een goede ontwikkeling van de plant. Door het speeksel worden celstructuren aangetast en vaak ook het groeipunt. Dit vertoont dan een afwijking (draaihartigheid) of in een groot aantal gevallen verdwijnt het geheel (hartloosheid). De duur van het larvestadium is sterk temperatuursafhankelijk. Is de larve volledig ontwikkeld (deze is dan ook met het blote oog te zien en citroengeel van kleur) dan springt hij van de plant en komt dicht bij de plant op de grond terecht. Dit gebeurt tijdens perioden met een erg hoge RV of tijdens regen. Op de grond gekomen graaft de larve zich zo snel mogelijk in, spint zich in een cocon in de grond waar zij verpopt (0-5 cm diepte).

Onder de grond gaat de ontwikkeling verder. Ook hierbij is de snelheid gekoppeld aan de temperatuur. Verder is ook het vochtgehalte van de grond (pF) van belang. De ontwikkeling in de grond duurt, als de grond normaal vochtig is 2,5 tot 3,5 weken. De larven zitten in deze periode samengevouwen in een gesponnen coconnetje, aan het eind van deze periode kruipt de larve uit dit coconnetje en gaat over in een schijnpop die net onder het grondoppervlak zit. Na een paar dagen komt dan de mug uit deze schijnpop en de cyclus begint weer opnieuw. De muggen hebben een hoge RV nodig. De muggen gedijen het beste bij warm, vochtig en windstil weer.

De hele levenswijze van de koolgalmug wordt dus sterk beïnvloed door het weer, en dan voornamelijk met betrekking tot temperatuur, relatieve luchtvochtigheid en vochtigheid van de grond. Bodil Jonsson

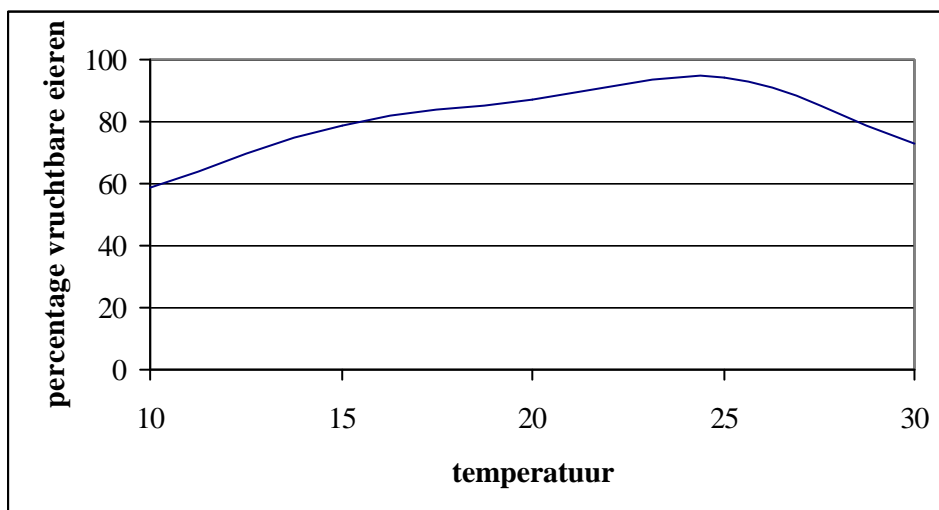
(Zweden) geeft aan dat eistadium 7 dagen duurt, larvale stadium 10-12 dagen en popstadium 14 dagen. Van ei tot larve duurt 3-5 dagen. Na 2-5 dagen van aanwezigheid wordt schade door larven zichtbaar. Het larveleven duurt 15-24 dagen (gedeeltelijk in de grond). Als de larven verpopt zijn komt na 6-7 dagen de mug. Van ei tot mug duurt dus 26-35 dagen. Bij 22 graden C duurt de hele cyclus gemiddeld 26 dagen. Bij 19-20 graden C (7) duurt de eiontwikkeling 4-5 dagen; de larve-ontwikkeling 7-8 dagen en de rust in de grond tot uitkomst mug 11-12 dagen.

De meest gunstige omstandigheden voor de koolgalmug zijn een droge april-mei, gevolgd door een korte warme periode met regen (mug verschijnt 10-20 dagen later). Zomer relatief warm en droog, met af en toe een korte periode van regen samenvallend met de tijd dat de meeste larven zich in de grond bevinden (dit beperkt het aantal in rust gaande larven).

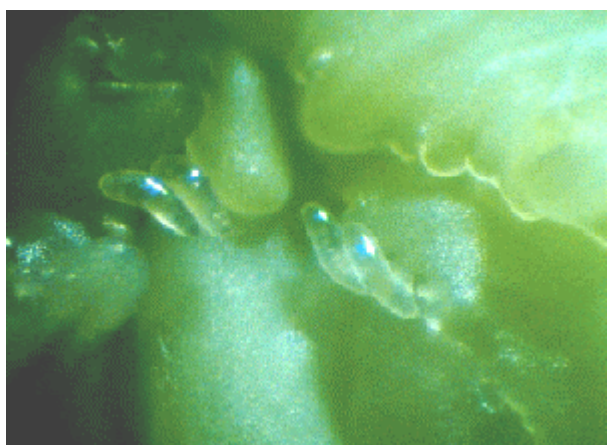
2.2.1 Eieren

Bij 20 graden C komt 50 % uit bij een RV van 95%, 86% bij een RV van 100% en bij een RV van 85% of minder komen geen eieren uit. De meeste eieren worden gelegd in het hart van de plant (daar is het het langst nat). Ze zijn dan ook goed beschermt tegen regenval (8).

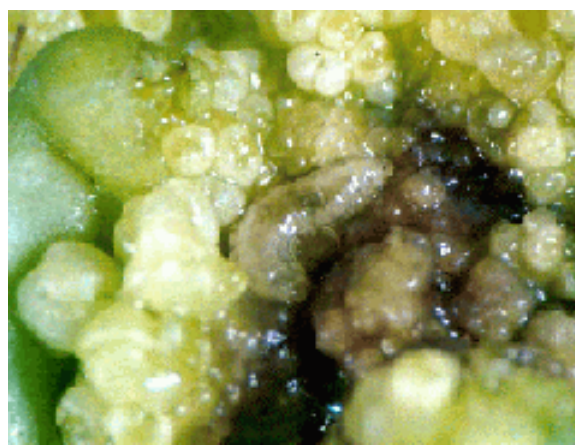
Eitjes worden gelegd op: jonge hartbladeren, groeipunt of ongeopende bloemknoppen. De eieren worden afgedekt met een 'cement' laagje, wat voorkomt dat ze eraf regenen bij regendruppels. Dit laagje is in water oplosbaar.



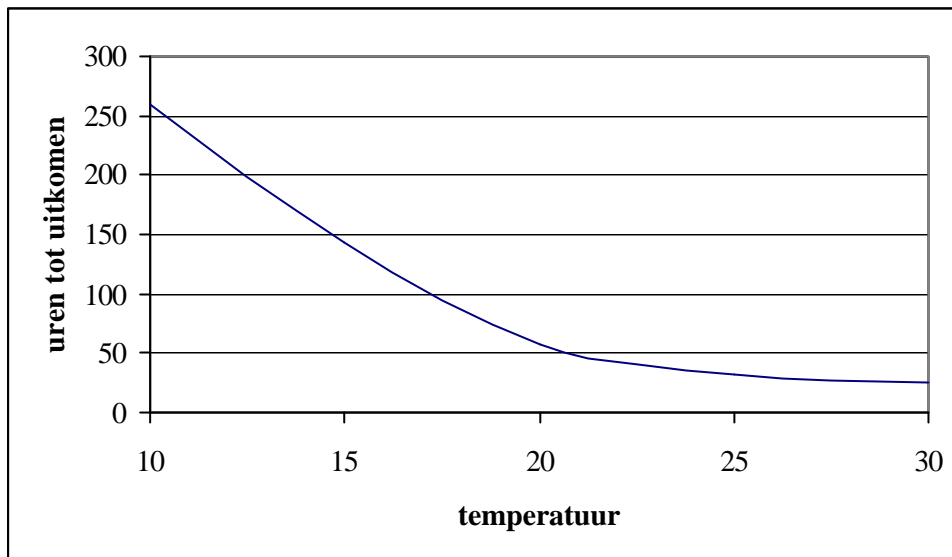
Figuur 1. Vruchtbaarheidspercentage eieren van de koolgalmug in relatie tot de temperatuur



Eieren van de koolgalmug



Larven van de koolgalmug



Figuur 2: Invloed van de temperatuur op het uitkomen van de eieren.

2.2.2 Larven

Bij het uitkomen van de eieren moet er een hoge RV, voldoende voedsel en bescherming tegen regen zijn. De snelheid van ontwikkelen is temperatuurafhankelijk. Bij 15 graden duurt de ontwikkeling 28 dagen, bij 20 graden 12 dagen en bij 25 graden 7 dagen. Er zijn vier stadia, de daglengte is van belang, in een vochtige periode 'springen' ze van de plant. De volwassen larve kruipt weg van het glibberige oppervlak van zijn gal naar een open blad. Soms valt de larve meteen op de grond. In de meeste gevallen springt de larve zich opkrullend naar beneden en plotseling strekt het zich uit, zodat het in de lucht valt. Dit proces wordt zo vaak als nodig is herhaald. Eenmaal op de grond verdwijnt de larve meteen uit het zicht.

De verdere ontwikkeling na volgroeing van de larve vindt plaats in de grond en is afhankelijk van :

- temperatuur
- vochtbeschikbaarheid in de bodem
- het wel of niet in diapauze gaan van de larve

Afhankelijk van de vochtbeschikbaarheid (pF) is er een verschil in verdere ontwikkeling:

- bij een hoge vochtbeschikbaarheid verpoppen de meeste larven in ovale cocons, na 10-14 dagen (bij 25-20 graden) verschijnen de adulten
- bij een lage vochtbeschikbaarheid vormen veel larven ronde cocons en gaan in rust. Het ruststadium is morfologisch hetzelfde als de diapauze, maar onderscheidt zich daarvan doordat het wordt beëindigd zodra water beschikbaar is.
- het percentage larven dat in diapauze gaat neemt toe bij:
 - afnemende daglengte
 - dalende temperatuur

Larven ondergedompeld in water ontwikkelen zich niet, maar zij overleven diverse maanden op voorwaarde dat het water vaak verversd wordt. Er is geen ontwikkeling in verzadigde grond of in petrischalen die verzadigd filtreerpapier bevatten. Echter, zodra larven verplaatst werden van extreme natte omstandigheden naar vochtige grond, bouwden ze ovale cocons en verpoppen bijna meteen.

Misschien hebben ze even natte omstandigheden nodig om goed te kunnen verpoppen.

In periodes van droogte gaan larven in diapauze (rusttoestand), maar de ontwikkeling begint opnieuw na regenval of beregening. Voorpoppen van de laatste zomergeneratie overwinteren in cocons in de grond en verpoppen in de volgende lente; echter enkele individuen kunnen overwinteren tot in het tweede seizoen voordat ze volwassen worden.



Ontwikkelde larve van de koolgalmug

Na het ingraven maken de larven een coconnetje (ovaal), diapauze neemt toe bij korte dag (< 14 uur), er zijn twee soorten cocons – sferisch en ovaal, de ontwikkeling is temperatuurafhankelijk, er is een zomerontwikkeling en een diapauze-ontwikkeling.

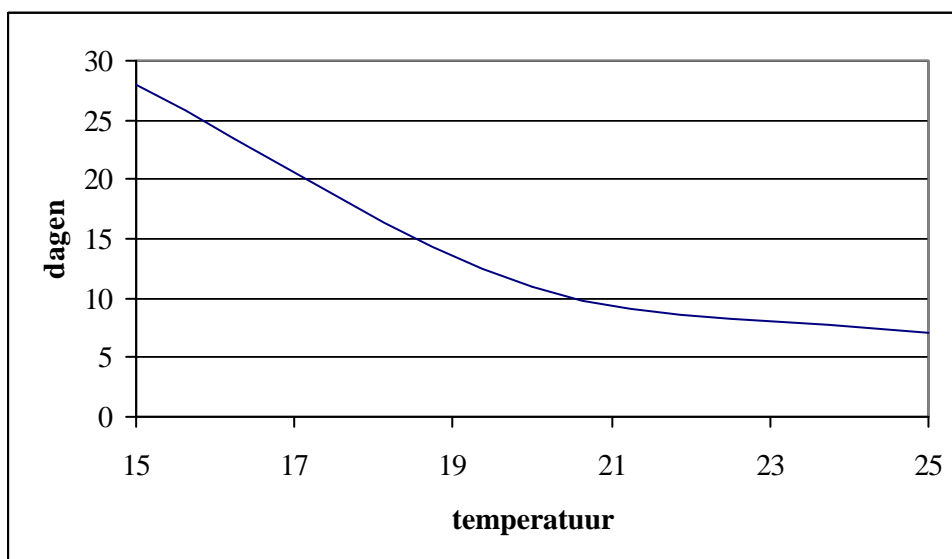
De pF-waarde beïnvloedt het coconbouwgedrag.

pF < 3,7: larven bouwen ovale cocons

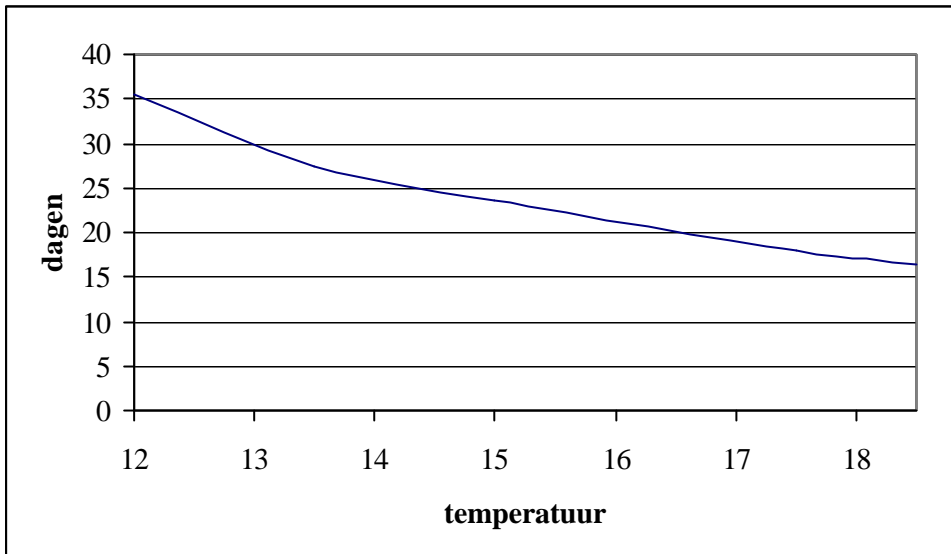
pF > 3,7: bolvormige cocons

Omdat rustende larven zich nooit verpoppen in bolvormige cocons, zelfs als de grond vochtig wordt, lijkt het waarschijnlijk dat een hoge luchtvochtigheid direct de metamorfose remt.

Bij 10 graden C gaan de larven in diapauze. De hoofdfactor van diapauze is niet de temperatuur, maar vooral de daglengte. Als de daglengte gedurende de voedingsfase beneden 14 uur per dag komt, wordt de diapauze gestimuleerd. Lage temperatuur is dan gunstig voor diapauze. Diapauze ontwikkeling is het snelst bij 0-5 graden C. Boven 15 graden C is geen diapauze mogelijk.



Figuur 3: Snelheid van ontwikkeling van de larve bij constante temperatuur.



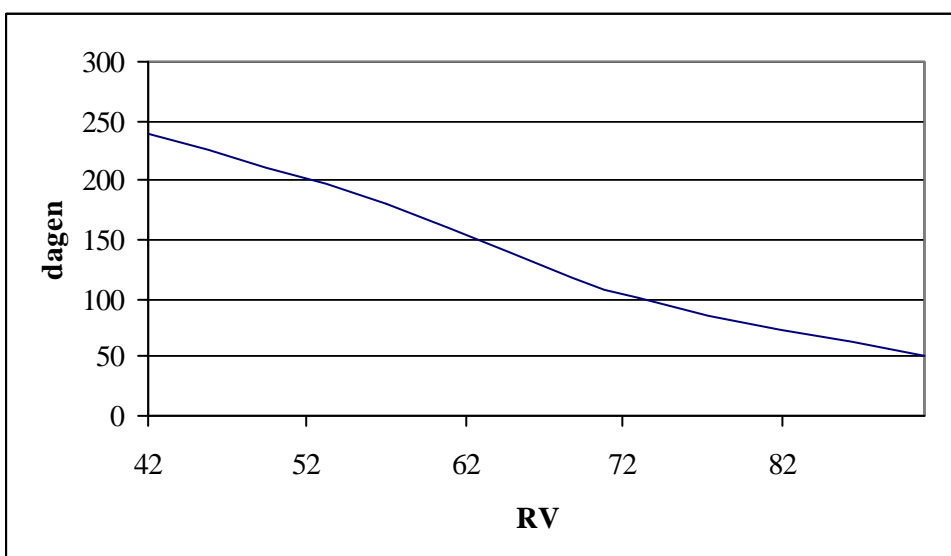
Figuur 4: Ontwikkelingssnelheid van larven in het veld.

2.2.3 Poppen

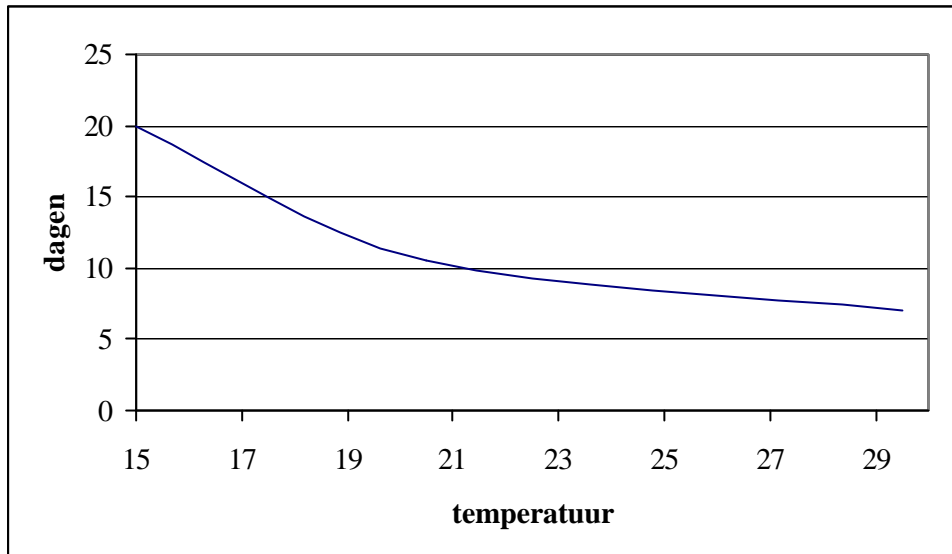
Aan het eind van de popstadium, wat 8 dagen duurt bij 32,5 graden C en 33 dagen bij 10 graden C (boven 32,5 graden C gaan alle poppen dood), verlaat de pop de cocon en gaat naar de oppervlakte, waar de adult uit de pophuid kruipt en een lege pophuis achterlaat. Naarmate de poppen dieper in de grond liggen, wordt de kans groter dat de poppen sterven. De pop moet uit zijn cocon zich een weg omhoog kruipen. Meestal geven lichte zandige gronden een eerdere uitkomst van de koolgalmug dan zwaardere gronden (7).

Larven die in diapauze gaan vormen een bolvormige cocon. Diapauze is niet op te heffen door de grond te bevochtigen. De larve moet hier eerst een periode van kou ondergaan, voordat de morfogenese voltooid kan worden. De larve kan in diapauze gaan voor 1 of meerdere jaren.

Overwinterende larven komen in de lente vrij uit hun eerste cocon en verpoppen zich in een tweede cocon bij het grondoppervlak. Het aantal diapauze larven neemt toe aan het eind van het seizoen en is het hoogst in de derde generatie.



Figuur 5: Invloed van RV op het overleven van larven



Figuur 6. Invloed van temperatuur op ontwikkeling van larven en poppen (7).

2.2.4 Muggen

In Europa zijn er maximaal 4 overlappende generaties per jaar; het aantal generaties varieert met het klimaat. In Ontario zijn drie generaties per jaar waargenomen. Volwassenen van de overwinterende generatie verschijnen van eind mei tot begin juli met een piek in juni. Er is een grote variatie wat betreft het tijdstip waarop de eerste muggen verschijnen (10 mei – 14 juni) en de periode waarin zij aanwezig zijn.

De tweede generatie verschijnt van midden juli tot het eerste deel van augustus. De derde generatie verschijnt van eind augustus tot de eerste helft van september. Soms is er een gedeelde vierde vlucht. Beneden 15 graden C zijn muggen weinig beweeglijk en leggen ze weinig eieren. De larven zijn gevoelig voor droogte, doch de muggen zelf hebben behoefte aan een zekere luchtvochtigheid.

De koolgalmug is een slechte vlieger en de snelheid van natuurlijke spreiding is relatief langzaam. Ze zijn wel in staat om van een oud veld naar een nieuw veld te gaan.

Een vrouwtje legt gemiddeld ongeveer 95 eieren, waar gemiddeld 79 larven uit voortkomen die leiden tot gemiddeld 53 volwassen muggen tijdens de volgende vlucht. Een generatie later zijn dit meer dan 2000 larven die schade kunnen veroorzaken.

Vrouwtjes moeten minstens 6-8 uur oud zijn voor paring, anders zijn ze niet aantrekkelijk voor mannetjes. Ook al bevruchte vrouwtjes zijn niet aantrekkelijk voor mannetjes. Geurstoffen spelen hierbij waarschijnlijk een rol. De bevruchting duurt kort (11-19 sec.), waarbij de vrouwtjes blijven zitten en de mannetjes wegvliegen. Mannetjes leven ongeveer 1 dag, vrouwtjes langer. Hierop hebben de temperatuur, RV en lichtintensiteit een grote invloed. Eieren worden afgezet 's morgens of 's avonds bij hoge RV. De optimum temperatuur is 22 graden C (8). Het temperatuuroptimum is 10-30 graden C. De mannetjes komen 12-24 uur vroeger dan de vrouwtjes. De snelheid van uitkomen volgt de bodemtemperatuur ('s nachts en 's ochtends een piek).

Gedurende de late namiddag en vroege avond komen er meer eileggende vrouwtjes in het gewas voor. De eieren worden afgedekt met laagje wat oplosbaar is in water.

Het nageslacht van vrouwtje zijn of allemaal mannetjes of allemaal vrouwtjes, de sexes zelf zijn gescheiden in verschillende koolclusters. Deze tendens van ruimtelijke discontinuïteit en sexuele gescheidenheid van verschijnen kan worden beïnvloed of verhinderd door de overheersende wind. De meeste vrouwtjes vliegen 30 cm boven het grondoppervlak (73%). De meeste mannetjes vliegen daar ook (58%), maar 24 % vliegt tussen 30 en 60 cm hoogte.

2.3 Verzamelen van coconnetjes en kweek koolgalmug

In het najaar van 1999 zijn 20 kisten met grond verzameld in Andijk bij Neuvel op een perceel waar problemen zijn geweest met de laatste vlucht van de koolgalmug. De grond is in een koelcel bij 5 graden C bewaard.

- 25 jan. zijn 10 kisten met ongeveer 10 kg grond verzameld en in de trechters gespoeld. Het restant is in dichte bami-bakjes in water in de conditioneerruimte bij 5 graden C bewaard.
- Tussen 1 en 4 februari zijn deze bakjes bekeken en zijn 34 coconnetjes en larven van de koolgalmug verzameld in kleine ebjes met water. Deze zijn bewaard in de conditioneerruimte. Ook het restant wordt in een bamibakje in de conditioneerruimte bewaard.
- Op 4 febr. is koolzaad gezaaid (ras Monk) in stenen potten (diameter 20 cm) met ongeveer 40 zaden per pot en in een kas geplaatst bij 15 (12 uur) en 20 graden C (12 uur). De potten zijn gevuld met kleigrond (PPO-Lelystad) met daarop een laagje potgrond+zilverzand (zaaibed 1 cm), vervolgens is koolzaad gezaaid en afgedekt met een dun laagje potgrond+zilverzand (0,5 cm). In de kas hangen 6 assimilatielampen die per dag 16 uur branden.
- Op 4 febr. om 14.00 uur zijn vier oude coconnetjes (1998/1999) en vier nieuwe coconnetjes (1999/2000) in kleine reageerbuisjes met potgrond geplaatst. Potgrond is goed vochtig gemaakt. Buisjes zijn afgesloten met een prop watten waaromheen een filtreerpapiertje zit. Deze staan in een verwarmde koelkast. Temp is 20 graden C. Verwachting dat ze 16 of 17 februari uitkomen.
- Op 21 februari zijn de coconnetjes nog niet uitgekomen. Deze buisjes in de kas gezet bij een wisseltemperatuur van 12 uur 20 graden en 12 uur 15 graden (gem. 17,5 graden C) en 16 uur licht per dag (koelkast 24 uur donker). Verwachting is dat ze 7 of 8 maart uitkomen.
- Op 13 maart zijn mannelijke koolgamuggen uitgekomen, waarschijnlijk maandag (om 14.00 uur 1 en om 16.00 uur 1).



Volwassen vrouwelijke koolgalmug met ingetrokken legboor

3. Schadesymptomen

Schade kan verward worden met molybdeengebrek, onkruidschade, genetische variatie van zaad, warmtestress of vorstschade. Jonge scheuten en bladstelen kunnen galvormig opzwellen, vervormen en verdraaien, resulterend in vervorming van de hoofdscheut of groeipunt, vorming van een blind hoofd. Hartbladeren worden gekreukd. Bloemknoppen blijven dicht en zwellen op. Koppen zijn vervormd, asymmetrisch en ontwricht.

Als de hoofdscheut vernietigd is, kan de ontwikkeling van zijscheuten ontstaan, resulterend in veelstammige planten (zevenklappers). Het vegetatiepunt is dan aangetast. Gevoeligheid voor schade is gerelateerd aan het gewasstadium op moment van aantasting. Als de plant wordt aangetast op moment van planten, zal er geen opbrengst zijn. Planten vanaf 4 bladeren zijn vatbaar. Bloemkool blijft het langst vatbaar, omdat de hartbladeren niet omsloten worden door andere bladeren.

In principe zijn alle koolsoorten gevoelig voor een aantasting door de koolgalmug. Het meest kwetsbaar zijn echter spruitkool-, bloemkool- en broccolipercelen op luwe plaatsen. Sluitkool is wat minder kwetsbaar, hoewel de nog vaak voorkomende 'zevenklappers' er een direct gevolg van zijn. Schade bij jonge planten kan al na 1-2 dagen te zien zijn. Bij grotere planten duurt het 3-6 dagen (7). Zodra koolvorming begint is sluitkool niet meer vatbaar. Bloemkool blijft vatbaar tot het bloemhoofd zich begint te vormen. Broccoli en koolrabi kunnen gedurende de gehele groeiperiode aangetast worden, daar de jongste delen gemakkelijk bereikbaar blijven. Hoe ernstig de aantasting zal worden, hangt af van het feit of er na de primaire aantasting, een secundair ziekteverschijnsel optreedt, nl. hartrot. Rot ontstaat na een regenrijke periode (7).



Een zogenaamde 'zevenklapper in broccoli', veroorzaakt door de larven van de koolgalmug

De eerste generatie van de koolgalmug is de gevaarlijkste, daar tijdens de periode van de vlucht het grootste deel van de koolplanten zich in een vatbaar stadium bevindt. Ze kan de planten reeds aantasten op het zaaibed doch eveneens in de vroeg uitgeplante zaailingen schade veroorzaken. De maden blijven meestal dicht bijeen op de bovenzijde van de bladstelen of bladnerven. Ze steken de opperhuid aan en zuigen aan het uittredende sap. De verwondingen blijven steeds oppervlakkig. Onder invloed van de verwondingen wordt de sapstroom naar de bovenzijde van het blad afgeremd. De onderzijde zwelt hierdoor zeer sterk. Als gevolg van deze sapstroomstoringen ontstaan krommingen en draaiingen van de

jonge bladeren. Bij oudere bladeren, waarvan de nerven door de muggenlarven worden beschadigd, loopt de sapstroom in de nerven sterk terug. De bladschijf daarentegen groeit verder en kronkelt zich tussen de nerven. Zo ontstaat het beeld van 'draaihartigheid'. het groeipunt kan verloren gaan als de jonge delen geklemd worden tussen de gezwollen bladstengels. Wanneer het vegetatiepunt volledig verloren gaat, spreekt men van 'hartloosheid'.

3.1 Beschadiging

De larven vreten aan het oppervlak van de bladstelen in de bladoksels. Met behulp van speeksel produceren ze een stof dat de cuticula oplost en de cellen van het bladoppervlak week maakt. Aan de vraatplekken komt het tot een kromming van de bladstelen, op de tegenoverliggende kant ontstaat een verdikking. Het schadebeeld ontstaat door een groeiremming op de aantastingsplek, terwijl de tegenoverliggende deel van de bladstelen sneller groeit. Daardoor ontstaan verdraaiingen van het blad. Op de aangetaste plekken ontstaan verkurvingen. Bij een sterke aantasting wordt vaak het vegetatiepunt volledig vernietigd.

De mate waarin waardplanten worden aangetast is afhankelijk van de waardplantsoort en van het ontwikkelingsstadium: bepaalde soorten of rassen waardplanten zijn gevoeliger voor aantasting dan andere en jonge planten vertonen meer schade na aantasting dan oudere planten (bijv. bloemkool vertoont grote schade na aantasting).



Schade aan scherm van broccoli door de koolgalmug

4. Voorspellingsmodellen

4.1 Contapré (Contarinia prediction)

Dit model omtrent de ontwikkelingsnelheid als functie van de temperatuur en luchtvochtigheid is voor het eerst beschreven door Noll (2). Een warmtebehoefte van 160 daggraden, boven een drempel van 7,2 graden C is bij voldoende vochtigheid vereist, voordat de koolgalmuggen, afkomstig van de overwinterende larven, zouden verschijnen. De gebruikte formule is : $C = t^*(T-T_0)$

T = gemiddelde dagelijkse temperatuur gemeten op bodemdiepte van 5 cm

T₀ = temperatuur waar beneden het insect zich niet verder ontwikkeld = 7,2 +/- 0,1 graden C

C (constant) = 160 +/- 0,6 = als de overwinterende koolgalmug zijn diapauze eindigt dwz als de bodemtemperatuur boven 21 graden C komt en als er bij benadering 20 mm regen valt in de volgende dagen (het model stopt als de temperatuur onder 15 graden C daalt).

Als de grond nat is en 21 graden C begint het model vanaf die dag met tellen. Als de grond droog is als de 21 graden wordt bereikt, wacht totdat er tenminste 20 mm neerslag gevallen is voordat begonnen wordt met tellen.

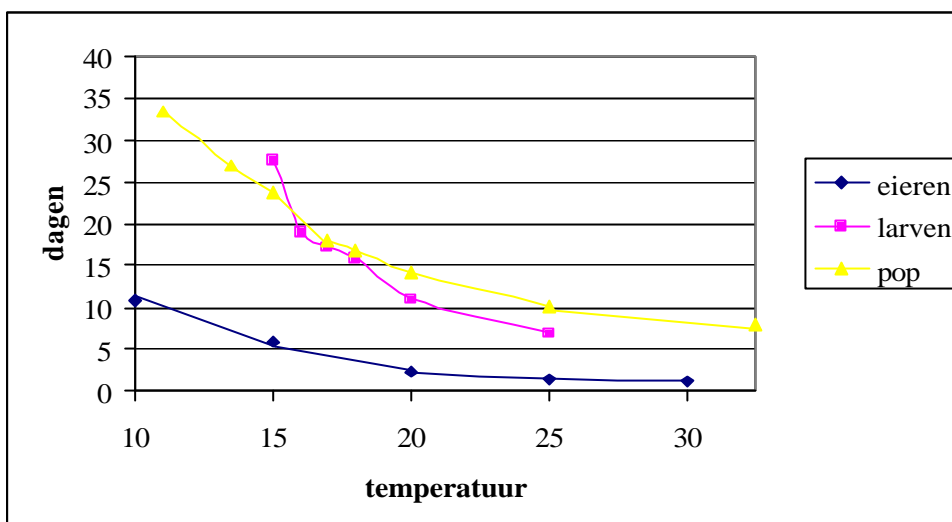
Aanpassing model: start als maximum bodemtemperatuur op 5 cm > 20 graden C en neerslagsom van dag -5 t/m +3 > 11 mm. Direct op 165 bij veel neerslag als teller > 135 en < 165 en neerslagsom sinds dag dat teller boven 135 is gekomen, bij > 25 mm neerslag dan teller direct op 165. Als 2 dagen achter elkaar de gem. T_{bodem} 15 graden C is, dan staat de teller stil; teller start vervolgens weer bij de tweede dag dat gem. T_{bodem} > 15 graden C is.

Tabel 1. Berekening van het verschijnen van de eerste generatie koolgalmuggen

Datum	T	Gecorrigeerde temperatuur (T-T ₀) in graden C	temperatuursom
2 mei	18,2	11,0	11,0
3 mei	17,4	10,2	21,2
4 mei	18,0	10,8	32,0
5 mei	15,2	8,0	40,0
6 mei	12,8	5,6	45,6
7 mei	13,2	6,0	51,6
8 mei	15,2	8,0	59,6
9 mei	17,9	10,7	70,3
10 mei	19,1	11,9	82,2
11 mei	20,0	12,8	95,0
12 mei	20,4	13,2	108,2
13 mei	21,7	14,5	122,7
14 mei	18,2	11,0	133,7
15 mei	17,6	10,4	144,1
16 mei	17,4	10,2	154,3
17 mei	17,6	10,4	164,7

In bovenstaand voorbeeld, was de gemiddelde bodemtemperatuur 18,2 en de temperatuur gecorrigeerd voor insectontwikkeling was 11 (18,2-7,2). Op 3 mei was de gemiddelde bodemtemperatuur 17,4 en de gecorrigeerde 10,2 (17,4-7,2). De temperatuursom was op 3 mei 11,0 + 10,2 = 21,2. Deze procedure wordt gevolgd totdat de temperatuursom 160 is. Als op dit moment de grond nog steeds vochtig is, zal de mug te voorschijn komen.

4.2 Ontwikkeling koolgalmug volgens Readshaw, 1965



Figuur 7. Ontwikkeling van ei-larve, larve-pop en pop-volwassen insect

Voor de ontwikkeling van het ei tot larve is een hoge RV nodig, bij een RV van 75-85% ontwikkelen de eieren zich niet.

Op basis van de gegevens van Readshaw, 1965 is door Van den Broek en Van den Berg (PPO-AGV) het volgende model gemaakt:

$$X = Y_0 + 1/Y_{\text{dag}}$$

$$Y_{\text{dag}} = 6,675 + 170 \cdot 0,85635^{T_{\text{dag}}}$$

Bij $X = 1,0$ en $1,25$ wordt een bespuiting uitgevoerd.

Het model gaat uit van een bodemtemperatuur op 5 cm diepte en het model start als de maximale bodemtemperatuur boven 20 graden C komt. Dit model gaf echter in 1999 geen betere resultaten.

4.3 Resultaten onderzoek met voorspellingsmodellen

Resultaten onderzoek 1996

Resultaten proef Westmaas gewas spruitkool (ras Cyrus) van aantal aangetaste planten door koolgalmug gespoten met Decis.

Object (bespuiting)	25 juni	12 aug
48 uur voor berekende uitkomst	1,8	0,6
op moment van berekende uitkomst	3,0	0,8
48 uur na berekende uitkomst	2,0	0,5
Onbehandeld	4,9	3,3

Resultaten 1997

Plantdatum 1 mei; oogst 7 juli; bespuiting met 0,6 l/ha Parathion, 2^e bespuiting (E) met 0,15 l/ha Decis

Behandeling	aantal bespuitingen	% oogstbare schermen
A. voor uitkomen van muggen uit de grond	2	14
B. tijdens uitkomen van muggen uit de grond	2	19
C. na uitkomen van muggen uit de grond	2	18
D. elke 14 dagen spuiten	2	16
E. tijdens uitkomen muggen+ enkele dagen later	4	42
F. onbehandeld	0	14

Conclusie: object E heeft het beste voldaan. Object B voldoet aantoonbaar beter dan onbehandeld. De resultaten vallen enigszins tegen door de hoge koolgalmug druk en de korte werkingsduur van het middel.

Resultaten 1998

Plantdatum 30 april; oogstdatum 15 en 16 juli; bespuiting met 0,23 l/ha Decis in 600 liter water

Behandeling	% oogstbare schermen
Decis (2x)	61
Decis (1x) op T1	39
Decis (2x) op T2	38
Onbehandeld	11

T1= modelsom = 160

T2 = modelsom = 210

Plantdatum 29 mei; oogstdatum 3 augustus; bespuiting met 0,23 l/ha Decis in 600 liter water

Behandeling	% oogstbare schermen
Decis (2x)	26
Decis (1x) op T1	12
Decis (2x) op T2	6
Onbehandeld	0

T1= modelsom = 160

T2 = modelsom = 210

Plantdatum 27 juni; oogstdatum 16 september; bespuiting met 0,23 l/ha Decis in 600 liter water

Behandeling	% oogstbare schermen
Decis (2x)	72
Decis (1x) op T1	78
Decis (2x) op T2	70
Onbehandeld	40

T1= modelsom = 160

T2 = modelsom = 210

Conclusie: In 1998 werden veel minder muggen gevangen dan voorgaande jaren.

1^e vlucht aantal gevangen muggen gelijk (15-25 muggen) aan vorige jaar;

2^e en 3^e vlucht aantallen veel lager; waarschijnlijk veroorzaakt door koude en vochtige weer.

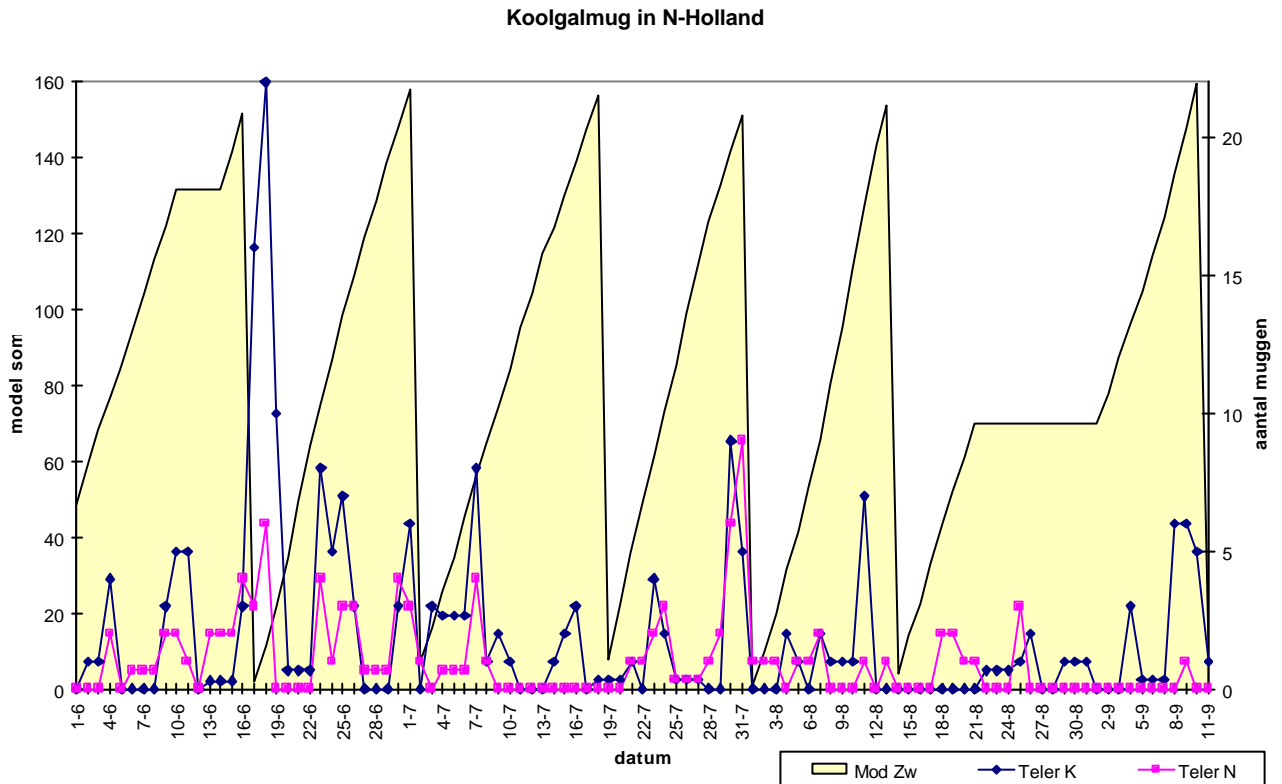
Start van het model is door droogte in de grond in mei uitgesteld.

Met het model wordt de eerste vlucht goed bestreden, tweede en volgende vluchten worden niet altijd goed voorspeld. Decis twee maal kort achter elkaar spuiten geeft in twee proeven een beter resultaat dan 1 maal spuiten. Percentage oogstbare schermen neemt met minimaal 10% toe.

Vocht en neerslag worden naast de temperatuur in beide modellen genoemd. Deze vormen echter een ondergeschikte rol in het model.

Het model Contrapé is goed te gebruiken voor het voorspellen van de eerste vluchten. Vanaf juli kan de

voorspelling van de vlucht m.b.v. het model afwijken van de gevangen muggen in de gele vangbakken. In 1999 gaf een ander model (Van den Broek/Van den Berg) geen betere resultaten.



Figuur 8. Overzicht van de gevangen koolgalmuggen en de via het model berekende vlucht

Uit figuur 8 blijkt dat de eerste vlucht goed voorspeld is.

5. Bestrijding

Voor het welslagen van de bestrijdingsmaatregelen zijn gegevens over het begin, hoogtepunt en duur van de (adulten) verschijningsperiode van groot belang. Preventieve bespuitingen, vóór het afzetten van de eieren, hebben geen effect en bespuitingen na galvorming hebben ook geen zin, omdat dan de larven onbereikbaar zijn. Aangezien de adulten erg kort leven, betekent het verschijnen van de adulten ook meteen afzet van eieren. Na de afzetting van de eieren en vóór het optreden van de schadeverschijnselen moet gespoten worden, omdat dan het hart nog open is (7).

5.1 Chemische mogelijkheden

In Nederland zijn op dit moment de volgende middelen toegelaten tegen koolgalmug: Orthene (niet in broccoli) en de synthetische pyrethroiden: Baytroïd (niet in Chinese kool), Agrichem Deltametrin, Decis, Somicidin Super (niet in boerenkool) en Karate. In Europa worden goede resultaten van Karate gemeld. Toegelaten insecticiden in Canada zijn azinphos-methyl; chloorpyrifos en diazinon. De eerste generatie (eind mei/begin juni) moet flink worden aangepakt. De muggen die dan niet worden bestreden zorgen voor een grote populatietoename in de rest van het seizoen, 100 muggen in de eerste generatie zorgen voor 80.000 muggen in de derde.

Een hartbehandeling met Somicidin super 0,15 liter per ha gaf een beter resultaat dan een rijenbehandeling en een volveldsbehandeling had weinig effect. De voorkeur gaat uit naar een rijenbehandeling, waarbij het hart van de plant goed geraakt moet worden. Er moet veel water gebruikt worden en ook trayplanten en plantenbanen moeten meegenomen worden. Het middel dimethoaat 0,75 kg/ha lijkt ook een effect tegen de koolgalmug te hebben.

5.2 Resultaten middelenproeven

Tabel 2. Proef 1998 te Andijk in gewas broccoli (gemiddelde van de plantdata 30 april, 29 mei en 27 juni; ras Marathon)

Object	Dosering	Tijdstip	% oogstbare schermen
Orthene + Decis 2x	0,75 kg + 0,23 l	T1 + T2	51
Orthene 2x	0,75 kg	T1 + T2	33
Karate 2x	0,11 l	T1 + T2	45
Undeen 2x	0,56 kg	T1 + T2	33
Nomolt 2x	0,11 kg	T1 + T2	28
Decis 2x	0,23 l	T1 + T2	53
Decis 1x	0,23 l	T1	43
Decis 1x	0,23 l	T2	38
Onbehandeld			17

T1 = modelsom = 160

T2 = modelsom = 210

Tabel 3. Proef 1998 te Westmaas in gewas spruitkool (plantdatum 5 mei; ras Cyrus)

Object	Dosering	Tijdstip	% aangetaste spruiten
Orthene + Decis 2x	0,75 kg + 0,23 l	T1 + T2	0,4
Orthene 2x	0,75 kg	T1 + T2	0,7
Karate 2x	0,11 l	T1 + T2	0,7
Undeen 2x	0,56 kg	T1 + T2	0,3
Nomolt 2x	0,11 kg	T1 + T2	0,4
Decis 2x	0,23 l	T1 + T2	0,3
Somicidin Super	0,11 l	T1 + T2	0,2
Ekatin	0,75 l	T1 + T2	0,8
Onbehandeld			0,9

T1 = modelsom = 160

T2 = modelsom = 210

Conclusie:

Decis twee maal kort achter elkaar spuiten geeft in twee proeven een beter effect dan 1 maal spuiten.

Van de onderzochte middelen voldoen Decis 2x en Orthene+Decis 2x in 1998 het beste. Daarnaast voldoen Karate en Decis T1 goed. De werking van de middelen viel soms tegen door de korte werkingsduur. Op dit moment zijn er geen middelen toegelaten die voldoende lang werken. Toegelaten middelen hebben een korte werkingsduur. Zorgen voor een optimale toepassing door:

- toepassen aan het einde van de dag of 's-avonds (of m.b.v. Gewis)
- middelen toepassen met rijenspuit

5.3 Zaadcoating

Zaadcoating met een insecticide dat werkt tegen de koolgalmug zou een enorme verbetering zijn. In de eerste plaats weet men dan zeker dat de bestrijding op het goede moment aanwezig is. In de tweede plaats wordt het gebruik van insecticiden sterk gereduceerd.

Er zijn een aantal proeven met zaadcoating uitgevoerd, maar de laatste jaren was de aantasting te gering om in de proeven een effect te krijgen op de koolgalmug. In 1995 zijn er voor het eerst proeven met zaadcoating tegen koolgalmug uitgevoerd. De onderzochte middelen waren toen Gigant en Fipronil. In 1999 is er ook een proef met zaadcoating uitgevoerd. Er waren toen weinig koolgalmuggen. De resultaten worden weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 4. Resultaten zaadcoating tegen plagen in kool, 1999.

Object	Coating	Kiemkracht	Aardvlo-index	Koolgalmug index	% planten met rupsschade
Onbehandeld		96	1,3	0,6	31
Onbehandeld*		96	1,1	0,7	44
Chloorpyrifos	20 ml/eenheid zaad	100	1,3	1,0	26
Spinosad	200 ml/eenheid zaad	97	1,6	0,7	25
Spinosad*	200 ml/eenheid zaad	97	1,4	0,8	28
Fipronil	50 ml/eenheid zaad	98	1,2	0,5	30
Imidacloprid	200 ml/eenheid zaad	90	0,9	0,4	16
Imidacloprid*	200 ml/eenheid zaad	90	0,6	0,7	15
Chloorfenapyr	300 ml/eenheid zaad	95	1,1	0,7	21
Chloorfenapyr*	300 ml/eenheid zaad	95	1,5	0,6	31

* plus plantvoetbehandeling met 0,1 ml/plant chloorpyrifos

Uit deze tabel blijkt dat er geen verschillen tussen de zaadcoatingen tegen koolgalmug zijn. De aantasting was echter ook zeer laag. Het middel imidacloprid lijkt de aantasting door aardvlooien en rupsen te verminderen.

5.4 Buitenlands onderzoek

Ook in Duitsland (Pfalz), België en Zwitserland is onderzoek naar de koolgalmug gebeurd. Aangieten van jonge planten met Confidor (1,5 g in 2 l water/m²) of Spinosad (3 g in 2 l water/m²) bleek geen werking te hebben. In een andere proef bleken gewasbespuitingen met Neem Azal (3 l/ha), Spinozad (0,3 l/ha), Calypso (0,4 l/ha) en Bulldock (pyrethroïde; 0,3 l/ha) met vier bespuitingen in broccoli met plantdatum 22 juli 2002 wel effect te hebben. In onbehandeld was op 29 augustus 84 % van de planten aangetast, bij Neem Azal was dit 37%, bij Spinozad 41%, bij Calypso 18 % en bij Bulldock 21%.

Ook in het buitenland blijkt men moeilijkheden te hebben met de effectiviteit van pyrethroiden bij hoge temperaturen. In een proef in Zwitserland met aangieten bleek dat Neem Azal (natuurlijk plantextract) niet goed werkt, Marshal (carbosulfan) werkte redelijk, Confidor (imidacloprid) en Actara (thiamethoxam) werkten redelijk tot goed.

In Zwitserland (Wädenswil) is men naast het optimaliseren van de spuittechniek bezig met de ontwikkeling van een feromoonval. Dit jaar wil de chemische componenten van het vrouwelijk feromoon van *Contarinia pisi* en van *C. nasturtii* identificeren en een chemische sleutel maken om de feromonen van beide soorten te kunnen onderscheiden, vervolgens worden met de koolgalmug windtunnel experimenten uitgevoerd. Verder wordt in 2003 met testvallen een strategie ontworpen voor de juiste plaatsing van de vallen op het veld. In Duitsland en Zwitserland probeert men een snelle

methode te ontwikkeling om de kop van de plant te controleren op eieren en larven van de koolgalmug.

In 2003 wordt in Duitsland en Zwitserland het onderzoek naar bestrijding van de koolgalmug voortgezet. Het gaat dan vooral om het testen van chemische middelen zowel in de zaadcoating, als in aangietbehandelingen en veldbespuitingen. In principe zou Nederland hierbij aan kunnen sluiten om zo door één proef in ieder land zoveel mogelijk gegevens te kunnen verzamelen.

5.5 Natuurlijke vijanden en parasieten

Door Readshaw (4) worden drie parasieten van de koolgalmug genoemd: *Hymenoptera: Platygaster sp.* en *Synopeas sp.* De levenscyclus van de parasieten blijkt synchroon met die van *C. nasturtii* te verlopen. Voor de Nederlandse koolteelt blijkt de mortaliteit van *C. nasturtii* door deze parasieten en eventueel andere natuurlijke vijanden, van beperkt belang te zijn vanuit het oogpunt van gewasbescherming, gezien de grote schade die wordt veroorzaakt door aantasting door *C. nasturtii*. Het vrouwtje van de parasiet legt een eitje in de voedende gastlarve. Er is op dat moment geen verschil tussen gearasiteerde en gezonde larve zichtbaar. Ze gaan allebei de grond in en afhankelijk van hun type vormen ze ovale of bolvormige cocons. Nadat de larve zijn ovale cocon gemaakt heeft gaat de parasiterende larve zich verpoppen en komt uit als een volwassene (7).

Bestrijding met gekweekte natuurlijke vijanden wordt nog niet toegepast. Wel is aangetoond dat de larven van de koolgalmug gearasiteerd kunnen worden door vertegenwoordigers van de *Chalcidoidea* (orde *Hymenoptera*). M.b.t. biologische bestrijding kan in het algemeen het volgende worden opgemerkt: het is van belang te weten welke stadia van de mug gearasiteerd kunnen worden, wat de ontwikkelingstijd is van de parasiet en hoe de seizoensgebonden verdeling is van de parasiet en *Contarinia nasturtii* (intensiteit en spreiding). (7)

Andere methoden voor de bestrijding van de koolgalmug zijn:

- toepassen van vruchtwisseling
- tijdstip van zaaien verleggen
- grondbewerking: het doel hiervan is de poppen die in het veld liggen zo diep om te woelen dat ze niet meer uitkomen.

5.6 Oude waarschuwingsberichten PD

Waarschuwingdiensten:

1^e bericht: heeft betrekking op verschijnen van de eerste muggen. Bloemkool en sluitkool op plantenbanen en op luwe plaatsen dienen bespoten te worden

2^e bericht: wordt verspreid, wanneer de vlucht van de eerste generatie haar hoogtepunt bereikt. Alle koolsoorten dienen gespoten te worden

3^e bericht: geeft het einde van de vlucht der eerste generatie aan, waarna de bespuitingen gestaakt kunnen worden

4^e bericht: geeft aan wanneer de bespuitingen in verband met het verschijnen van de tweede generatie hervat moeten worden en op welke soorten kool dit dient te geschieden.

5^e bericht: wordt uitgegeven wanneer de bespuitingen in verband met het verschijnen van de tweede generatie hervat moet worden en op welke soorten kool dit dient te geschieden.

In de perioden voor welke de waarschuwingen gelden, dienen de in de berichten aangegeven soorten kool tweemaal per week bespoten te worden met geen grotere tussenpozen dan 4 dagen. Langere tussenpozen leveren het gevaar op, dat inmiddels uitgekomen jonge larven niet meer of moeilijk met de bestrijdingsmiddelen bereikbaar zijn. Immers het eistadium duurt 3 tot 4 dagen, terwijl de larfjes dan nog vaak een dag wachten, voordat zij in het hart kruipen. Door de bespuitingen binnen 3 à 5 dagen te herhalen, moet men steeds de eieren of de larfjes bereiken. Zijn de larven eenmaal naar binnen gekropen dan zijn ze niet meer bereikbaar.

6. Vangsystemen

Frequente bespuitingen van het gewas met synthetische pyrethroiden leiden in veel gevallen niet tot een afdoende gewasbescherming. Gesteld dat de gebruikte bestrijdingsmiddelen voldoende werkzaam zijn, is het noodzakelijk vast te kunnen stellen wanneer en in welke mate *C. nasturtii* in het gewas aanwezig is.

6.1 Vangbakken en platen

Het identificeren van de vangst in gele vangbakken kost veel tijd, is niet selectief want mug valt er passief in. Op de vangplaat is het insect moeilijker te herkennen, kost eveneens veel tijd, mug valt er passief op en is niet selectief. Op plakvallen zijn de koolgalmuggen moeilijk te onderscheiden van soorten die erg op de koolgalmug lijken, er komen relatief weinig exemplaren op de plakvallen. Bemonstering van larven, voor het gewas het schadelijke stadium, leent zich op dit moment niet voor praktische toepassing. De koolgalmug is ook moeilijk in vallen die in de lucht hangen, te vangen (1). Echter *Contarinia tritici* (gele tarwegalmug) die sterk lijkt op de koolgalmug, wordt hiermee wel gemakkelijk gevangen en de vangsten treden op enkele dagen na het uitkomen van de koolgalmug. Het is mogelijk om met deze vangsten de vlucht van de koolgalmug weer te geven. Aanvankelijk werd aangenomen dat als criterium om te spuiten geldt dat er 60 vrouwelijke muggen per are aanwezig moesten zijn. Later is dit verlaagd tot 30.

De geurstof Pinene lijkt koolgalmuggen aan te trekken. Door deze geurstof te gebruiken bij vangbakken of op platen had echter geen extra of lokkende werking. De belangrijkste oorzaak lijkt hiervoor te zijn dat de oplossing met Pinene slijmerig wordt waardoor het bijna onmogelijk is om vervolgens de oplossing te zeven en goed te beoordelen. Andere lokstoffen die wel worden toegepast zijn isothiocyanaten, de werking op de koolgalmug is echter beperkt. In 1999 hadden afweerstoffen gespoten over broccoli geen afstotende werking op de koolgalmug.

Tabel 5. Aantal koolgalmuggen totaal en gemiddeld gevangen te Westmaas in 2000 (gewas spruitkool; ras Cyrus).

Object	Koolgalmuggen	
	Totaal	gemiddelde per bak/plaat
Deltaval zonder geurstof dispenser	30	8
Deltaval met geurstof dispenser lage concentratie	22	6
Deltaval met geurstof dispenser hoge concentratie	40	10
Gele vangbak zonder geurstof	408	102
Gele vangbak met geurstof dispenser erboven, hoge concentratie	366	92
Gele vangbak met geurstof met uitvloeier opgelost in water	215	54
Gele plakplaat	7	2

Uit deze proeven blijkt dat er geen betere signaleringsmethode gevonden is voor de huidige methode, de gele vangbakken. De andere methoden, deltavallen en gele plakvallen, laten een zeer geringe vangst van koolgalmuggen zien.

In België zijn ook proeven met vangsystemen gedaan. Daarbij zijn gele en blauwe vangplaten vergeleken met de gele vangbakken. In 2000 werden in de vangbakken weinig koolgalmuggen gevangen. Deze zullen dan ook in de toekomst niet meer in België gebruikt worden. De beste resultaten werden behaald met de gele platen. De plaatsing van deze platen had geen invloed op het aantal gevangen koolgalmuggen.

6.2 Sexferomonen

Over sexferomonen is vooral bij een aantal nauwverwante soorten, namelijk *Contarinia pisi*, *C. oregonensis* en *Mayetiola destructor* (5) meer bekend.

Vragen die gesteld kunnen worden m.b.t. sexferomonen zijn:

1. welke factoren zijn van invloed op de synthese en afgifte van sexferomonen door vrouwtjes. Van belang kunnen zijn biotische factoren, zoals de leeftijd van het vrouwtje en de aanwezigheid van waardplanten, en abiotische factoren, waarvan de belangrijkste zullen zijn temperatuur, lichtintensiteit, luchtvochtigheid en windsnelheid. Waarschijnlijk zal afgifte van sexferomonen plaatsvinden door maagdelijke vrouwtjes tijdens een bepaalde periode van de dag, mits aan een aantal voorwaarden is voldaan.
2. Wat is de rol van sexferomonen in het voortplantingsgedrag en wat is het relatieve belang ervan ten opzichte van andere stimuli, ofwel zijn sexferomonen de bepalende stimuli voor het gedrag van mannelijke koolgalmuggen?

Bij de oranje tarwe blossomide (*Sitodiplosis mosellana*) komen mannetjes af op het feromoon van de vrouwtjes. De vallen mogen daarbij niet te hoog staan.

6.3 Enquête

Er is enkele jaren geleden een enquête gehouden onder kooltelers. Vijfendertig procent van de formulieren werden teruggestuurd. Ongeveer 55% daarvan had schade van de koolgalmug. De meeste telers hadden al meerdere jaren last. De schade begint (pleksgewijs) aan de rand, meestal achter bomen of bij een sloot. De schade treedt meestal op dezelfde plek het eerst op. Er is geen verband te leggen met percentage afslibbaar, Pw-getal of K-getal. Bij een 1 op 1 bouwplan ontstaat de meeste schade. Bij bloemkool is de oogsterving het grootst. Buurpercelen hebben niet altijd invloed. Schadepercelen worden kort voor het planten bewerkt. Er wordt meer gespit op de schadepercelen. Tuinders die de planten zelf opkweken en schade hebben, bestrijden de koolgalmug niet op het plantenveld.

7. Mate en tijdstip waarop plaagvorming optreedt

Het tijdstip waarop en de mate waarin plaagvorming optreedt zijn afhankelijk van (5,7):

1. *Temperatuur in het voorjaar*
Na een warm voorjaar verschijnen de muggen eerder. Het uitkomen van de muggen kan zowel bij hoge als bij lage temperatuur. Als de temperatuur na het uitkomen beneden 15 graden C is, is de aantasting van het gewas minder t.g.v. verminderde activiteit zodat minder eieren worden afgezet.
2. *Vochtigheid*
Zowel de larven als de adulten kunnen droogte slecht verdragen. Bij een droge periode in mei of juni duurt de vlucht van de 1^e generatie muggen langer dan gebruikelijk waarbij de grootste dichtheid later optreedt. Waarschijnlijk blijft bij droogte een hoger percentage poppen overblijven, wat aanleiding kan zijn tot hoge dichtheden later in hetzelfde jaar of in het volgende jaar.
3. *Wind*
Op beschutte plaatsen is de aantasting van het gewas groter dan in het open veld. Bij sterke wind kunnen veel muggen worden gevangen, terwijl de aantasting beperkt blijft.
4. *Bodemstructuur*
In gebieden met een lichte, zandige bodem verschijnen de muggen eerder dan in gebieden met zware kleibodems.
5. *Grootte en vorm van het veld*
Aantasting van het gewas is sterker in kleine (0,5-1 ha) smalle velden dan grote vierkante velden.
6. *Afstand tot velden waarop in voorgaande jaren cruciferen zijn geteeld.*
Bij een afstand < 50 m treedt hoge aantasting op, op 150-200 m afstand is de aantasting zeer gering.

8. Aanbevelingen voor nader onderzoek

1. Toetsen van enkele nieuwe middelen met bij voorkeur een langere werkingsduur. Middelen kunnen als zaadcoating, tijdens een aangietbehandeling van de planten op de trays of in het veld worden toegepast. Overleg met Duitsland en Zwitserland heeft eind januari 2003 plaatsgevonden. In Duitsland en Zwitserland wordt komend jaar verder onderzoek verricht, waarbij indien gewenst kan worden aangesloten. Omdat er in 2003 al onderzoek naar zaadcoating plaats vindt, is het mogelijk enkele objecten toe te voegen (bijv. bespuitingen en aangieten of die objecten die nog niet in de zaadcoatingsproef liggen) om op de hoogte te blijven van het onderzoek in Duitsland en Zwitserland, waardoor in één jaar resultaten van drie proeven ter beschikking komen.
2. Het gebruiken van een feromoonval. In Zwitserland is men hier al mee bezig en mogelijk kan deze val getest worden als deze verkrijgbaar is.
3. Het waarschuwingssysteem zo aanpassen dat dit per fax beschikbaar komt voor telers. Hiervoor moet het waarschuwingssysteem mogelijk iets aangepast worden. De vochttoestand van de grond blijkt toch een heel belangrijke rol te spelen. Ook in België bleek dat 20 mm neerslag waarschijnlijk wel aangehouden kan worden om het tijdstip waarop de vlucht zal beginnen goed te kunnen bepalen. Het blijkt mogelijk via berekeningen de pF-waarde van de grond te bepalen. Uit de literatuur is bekend dat de pF-waarde erg belangrijk is. Mogelijk dat door de pF mee te nemen het voorspellingsmodel verbeterd kan worden.
4. De steriele insectentechniek kan een mogelijkheid zijn om de bestrijding te verbeteren.

9. Literatuur

1. Th. Thygesen. Krusesygegalmyggen.
2. J. Noll, 1959. Über den Einfluss von Temperatur und Bodenfeuchtigkeit auf die Larven und Puppen der Kohldrehherzmücke (*Contarinia nasturtii* Kieffer) als Grundlage für die Vorausberechnung des ersten Schlüpftermins im Frühjahr. Archiv für Gartenbau VII band Heft 5/6 p. 362-415.
3. Kieff. Diptera, *Cecidomyiidae*, vanaf blz. 175.
4. Readshaw J.L. 1966. The ecology of the swede midge, *Contarinia nasturtii* | Life-History and Influence of temperature and moisture on development. Bulletin of Entomological research, 56, 4p. 685-700
5. Steenkiste, Anja. Doctoraal verslag Entomologie koolgalmug in kader van studie.
6. Stokes B.M. 1953. The host plant range of the swede midge (*Contarinia nasturtii* Kieffer) with special reference to types of plant damage. Tijdschr. Pl. ziekte 59 p.82-90.
7. Van der Steen, 1983. Onderzoek naar koolgalmug, *Contarinia nasturtii*, veroorzaker van draaihartigheid.
8. Readshaw J. L. 1961. The biology and ecology of the swede midge, *Contarinia nasturtii* (Kieffer).