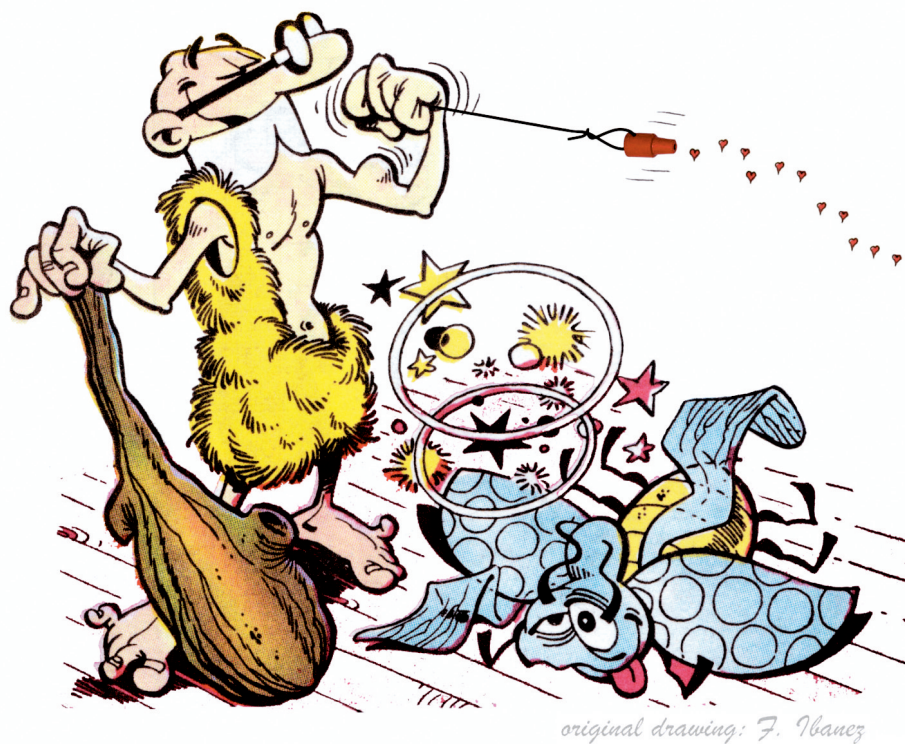


Kort literatuuronderzoek stand van zaken Lure&Kill

Peter van Deventer & Frans C. Griepink





Kort literatuuronderzoek stand van zaken Lure&Kill

Peter van Deventer & Frans C. Griepink

© 2006 Wageningen, Plant Research International 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 Plant Research International B.V.

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 47 70 00
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.pri.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
1. Inleiding	1
2. Algemeen feromonen	3
3. Theoretische achtergrond van Lure&Kill	5
4. Successen en beperkingen van Lure&Kill	7
5. De te verwachten toepasbaarheid voor de Nederlandse (beschermde) teelten	15
6. Referenties	17

1. Inleiding

Sinds 1967 wordt in Nederland onderzoek gedaan naar de mogelijke rol van het gebruik van seksferomonen in de geïntegreerde bestrijding van schadelijke insecten in de land- en tuinbouw. Seksferomoonvallen worden al vele jaren op grote schaal in de praktijk toegepast als een gemakkelijke en betrouwbare techniek om de aanwezigheid van deze insecten vast te stellen. Naast de mogelijkheid om insecten waar te nemen zijn in de loop der tijd diverse methoden ontwikkeld waarbij seksferomonen worden toegepast als een directe bestrijdingstechniek. De meest voor de hand liggende methode is het wegvangen van grote aantallen insecten m.b.v. grote aantallen feromoonvallen. Een andere methode, de zogenaamde verstoringstechniek is gebaseerd op het principe dat mannetjesinsecten de vrouwtjes niet meer kunnen opsporen wanneer het kunstmatige seksferomoon in hoge concentraties in de leef-atmosfeer aanwezig is. Een tweede vorm van verstoring is om veel puntbronnen met een lage dosering kunstmatig seksferomoon aan te brengen zodat de mannetjes op de verkeerde poot worden gezet. Een techniek waarbij de lokkende werking van het seksferomoon gecombineerd wordt met de dodende werking van een insecticide is de zgn. 'Lure&Kill' (NL: Lokken en doden) techniek. Het grote voordeel van deze techniek is dat de insecten naar het insecticide worden gebracht i.p.v. het insecticide naar het insect zoals bij een gangbare bespuiting. Daardoor kan van veel minder insecticide gebruik gemaakt worden en worden zowel de toepasser als het gewas niet blootgesteld aan drift. Bovendien wordt nevenwerking op nuttige organismen geminimaliseerd omdat seksferomonen dermate soortspecifiek zijn dat buiten het doelinsect geen andere insectensoorten worden beïnvloed.

2. Algemeen feromonen

Feromonen zijn geurstoffen die door een individu in de atmosfeer worden afgegeven en worden ontvangen door andere individuen van dezelfde soort en daar een reactie teweeg brengen. Feromonen zijn signaalstoffen afgegeven om een bepaalde boodschap over te brengen aan soortgenoten in de omgeving, die er op specifieke manier op reageren, hetzij met een verandering van hun gedragspatroon, hetzij met het op gang brengen van een bepaald ontwikkelingsproces. In het bijzonder insecten, die voor hun onderlinge communicatie grotendeels afhankelijk zijn van hun reukorganen (antennes), maken intensief gebruik van feromonen.

Zo maken bijvoorbeeld bastkevers gebruik van aggregatieferomonen om soortgenoten bijeen te brengen op geschikte voedsel- of voortplantingsplaatsen. Dispersieferomonen worden gebruikt om te grote dichtheden van soortgenoten en daarmee onderling concurrentie te vermijden. Spoorvolgferomonen worden afgegeven om een bepaalde route te markeren, zoals bijvoorbeeld gebruikt door mieren om van nest naar voedselbron te navigeren.

Het meest bekend zijn seksferomonen, afgegeven ter aanduiding van paringsbereidheid en plaatsbepaling van mogelijke voortplantingspartners. Naast de meeste diersoorten worden seksferomonen ook gebruikt door algen, schimmels en bacteriën.

Bij insecten worden seksferomonen in de regel afgegeven door vrouwtjes om daarmee de mannetjes over grote afstanden aan te lokken. Iedere insectensoort heeft zijn eigen feromoon, samengesteld uit verschillende componenten, waarvan de samenstelling en de mengverhouding uniek is. Zonder seksferomonen zijn vrouwtje en mannetje niet in staat elkaar te vinden en zal dus geen voortplanting plaatsvinden.

In de loop van de afgelopen decennia is het gelukt om de samenstelling van de feromonen van honderden schadelijke insectensoorten te identificeren en deze kunstmatig te synthetiseren.

Sinds we over deze synthetische feromonen kunnen beschikken, hebben we de middelen in handen om de aanwezigheid van deze insecten aan te tonen met behulp van feromoonvallen en directe bestrijding met behulp van feromonen uit te voeren door massavangst, paringsverstoring of met behulp van de Lure&Kill techniek.

3. Theoretische achtergrond van Lure&Kill

De methode van lokken en doden is gebaseerd op de lokkende werking van insectenferomonen gecombineerd met de dodende werking van een contactinsecticide. Mannetjesinsecten zijn in de regel geheel afhankelijk van het seksferomonen om het vrouwtje te kunnen vinden. Tijdens het lokken wordt er door vrouwtjesinsecten een uiterst kleine hoeveelheid feromoon afgescheiden (nanogrammen per minuut) uit zogenaamde feromoonklieren. waardoor mannetjes van grote afstanden de vrouwtjes kunnen lokaliseren. Mannetjes zijn d.m.v. de uiterst gevoelige geurreceptoren op de antennes in staat hoeveelheden van 100-200 picogram actief feromoon waar te nemen. Het principe van het lokken van mannetjesinsecten met feromonen wordt bij het waarnemen met behulp van feromoonvallen nagebootst door enkele microgrammen tot milligrammen van het synthetische feromoon aan te brengen in zogenaamde 'slow release' dispensers. Uit deze dispensers wordt het feromoon langzaam en regelmatig gedurende twee maanden afgegeven zodat een feromoonval gedurende deze periode constante lokwerking heeft.

Hetzelfde 'slow release' principe wordt gebruikt voor formuleringen ten behoeve van de Lure & Kill techniek. In plaats van de mannetjesinsecten naar een feromoonval te lokken, worden bij de Lure&Kill techniek de mannetjes naar een formulering gelokt waarin zowel een kleine hoeveelheid feromoon als een contactgif of een insectenpathogeen (ziekteverwekker) is aangebracht. Een dergelijke formulering kan bestaan uit een gelachtige substantie die d.m.v. een doseertube in zeer kleine hoeveelheden op niet eetbare delen van het gewas aangebracht kan worden. Het aantal doseringen per ha hangt sterk af van de mobiliteit van de betreffende insectensoort en de aard van het gewas. Ook kan het insecticide plus feromoon op een poreuze drager (karton) worden geïmpregneerd. Deze plaatjes kunnen vervolgens eenvoudig worden opgehangen en evt worden verplaatst al naargelang de plaats van de infectie. Bij Lure&Kill zal het insecticide dus nooit in contact komen met de (eetbare delen van) plant zodat er geen residu zal zijn.

4. Successen en beperkingen van Lure&Kill

Aanvankelijk is bij de directe bestrijding van schadelijke insecten met behulp van feromonen de meeste aandacht uitgegaan naar de massavangst-techniek. De bedoeling van deze techniek is om met een zo groot mogelijk aantal vallen zo veel mannetjes weg te vangen dat de omvang van de navolgende generaties ingeperkt wordt. Er zijn met deze techniek goede resultaten behaald op geïsoleerd liggende percelen met weinig kans op invlieg van buitenaf en in teelten waarbij de schadetolerantie niet zo laag ligt als in de meeste Nederlandse teelten. Gezien de grote aantallen eieren die de meeste insecten produceren is het bij de methode van wegvangen vereist om meer dan 95% van de mannetjesinsecten weg te vangen voordat ze in de gelegenheid geweest zijn vrouwtjes te bevruchten. In principe is dit mogelijk, maar dat houdt in dat er per ha veel feromoonvallen uitgebracht en onderhouden moeten worden, wat voor praktische toepassingen meestal te kostbaar is.

Meer succesvol is de (parings)verstoringstechniek, waarbij d.m.v. slow release dispensers met een grote afgifte (300mg/dispenser) zo veel feromoondamp in de atmosfeer gebracht wordt dat de mannetjesinsecten de kleine hoeveelheden feromoon die door de vrouwtjes worden afgegeven niet meer kunnen lokaliseren en er dus geen paring plaatsvindt. Deze techniek is in Noord Amerika en Canada reeds voor een tiental insectensoorten toegelaten en wordt daar op grote schaal toegepast. In Nederland is alleen de verstoringstechniek van BASF (RAK3 en RAK 3+4) tegen de fruitmot en bladrollers toegelaten.

Een alternatief voor massavangst en paringsverstoring is de Lure & Kill techniek, die gebruik maakt van veel minder (kostbaar) feromoon dan bij de verwarringstechniek en veel minder insecticide dan bij een gangbare insecticiden-behandeling.

Wereldwijd is al het nodige onderzoek gedaan naar Lure&Kill en voor vele schadelijke insectensoorten in vele sectoren zijn geschikte Lure&Kill technieken gevonden en toegelaten. Vooral op plaatsen waar geen insecticiden-besputtingen plaats kunnen vinden, zoals bij voorraadinsecten, is deze techniek bij uitstek geschikt voor de bestrijding van schadelijke insecten aangezien het product geheel niet in contact komt met het bestrijdingsmiddel. Ook voor huishoudinsecten zoals huisvliegen, kakkerlakken en mieren zijn al vele vormen van deze techniek in de handel. Naast het gebruik van seksferomoon, waarmee in de regel alleen mannetjesinsecten worden aangelokt, worden ook lokstoffen op basis van waardplantextracten (UK: hostplant volatiles) toegepast, waarmee zowel mannetjes als vrouwtjes worden aangelokt.

Om succes te hebben met Lure&Kill is het noodzakelijk dat het insect fysiek in aanraking komt met de formulering. Dat vraagt in de praktijk om een zorgvuldig bepaald optimaal feromoon en/of attractant alsmede een voor dat bepaalde insect geschikte formulering. Omdat ieder feromoon uniek is voor slechts één, of heel misschien een paar soorten, is het noodzakelijk om iedere soort apart te onderzoeken.

In de meest gunstige omstandigheden kan met behulp van Lure&Kill een schadelijke populatie insecten volledig worden uitgeroeid (zie bv. www-01).

De onderstaande lijst geeft een wereldwijd overzicht van de insectensoorten waar de Lure&Kill techniek toegepast wordt:

LEPIDOPTERA:

Cydia pomonella, Codling moth (Lepidoptera, Tortricidae)
Ephestia cautella (*Cadra cautella*), Almond moth (Lepidoptera, Pyralidae)
Ephestia kuehniella, Mediterranean flour moth (Lepidoptera, Pyralidae)
Epichoristodes acerbella, Pear leafroller (Lepidoptera, Tortricidae)
Epiphyas postvittana, Lightbrown apple moth (Lepidoptera, Tortricidae)
Eucosma sonomana, Western pine shoot borer (Lepidoptera, Tortricidae)

Eupoecilia ambiguella, Grape berry moth (Lepidoptera, Tortricidae)
Grapholita molesta, Oriental fruit moth (Lepidoptera, Tortricidae)
Helicoverpa spp., budworm moths (Lepidoptera, Noctuidae)
Lobesia botrana, Grapevine moth (Lepidoptera, Tortricidae)
Pectinophora gossypiella, Pink bollworm (Lepidoptera, Gelechiidae)
Plodia interpunctella, Indian meal moth (Lepidoptera, Pyralidae)
Rhyacionia buoliana, European pine shoot moth (Lepidoptera, Tortricidae)
Spodoptera littoralis, Egyptian cotton leafworm (Lepidoptera, Noctuidae)
Tecia solanivora, Guatemalan potato tuber moth (Lepidoptera, Gelechiidae)

DIPTERA:

Bactrocera cucurbitae, Melon fly (Diptera, Tephritidae)
Bactrocera dorsalis, Oriental fruit fly (Diptera, Tephritidae)
Bactrocera oleae, Olive fruit fly (Diptera, Tephritidae)
Ceratitis capitata, Mediterranean fruit fly (Diptera, Tephritidae)
Cochliomyia hominivorax, Screwworm fly (Diptera, Calliphoridae)
Lucilia cuprina, Australian sheep blowfly (Diptera, Calliphoridae)
Musca domestica, House fly (Diptera, Muscidae)
Rhagoletis mendax, blueberry maggot fly (Diptera, Tephritidae)
Rhagoletis pomonella, Apple maggot fly (Diptera, Tephritidae)

COLEOPTERA:

Anthonomus grandis, Cotton boll weevil (Coleoptera, Curculionidae)
Carpophilus spp., Driedfruit beetle (Coleoptera, Nitidulidae)
Diabrotica virgifera virgifera, Corn rootworm (Coleoptera, Chrysomelidae)

OVERIG:

Amblyomma hebraeum, Cattle tick (Acari, Ixodidae)
Amblyomma variegatum, Cattle tick (Acari, Ixodidae)
Heterotermes tenuis, Subterranean termite (Isoptera, Rhinotermitidae)
Periplaneta australasiae, Cockroach (Dictyoptera, Blattellidae)

Lepidoptera

***Cydia pomonella* (Lep., Tortricidae)** ofwel de fruitmot is een bladrollersoort die in fruitgebieden verspreid over de hele wereld veel schade veroorzaakt. De Lure&Kill techniek tegen deze soort is grondig onderzocht en de techniek wordt tegenwoordig op grote schaal commercieel toegepast in verschillende formuleringen.

In Zwitserland (Charmillot, P.J. *et al.*; 1996, 1997, 2000) is uitvoerig geëxperimenteerd in veldproeven met een Lure&Kill methode genaamd Sirene CMReg. die is ontwikkeld door Ciba. De formulering bestaat uit een gelatine-achtige pasta die 0,16% codlemone (fruitmot feromoon) bevat om de mannetjesmotten te lokken en 6,0% permethrin om ze te doden. Gedurende het seizoen wordt het middel tweemaal handmatig op de boomstammen aangebracht met behulp van een doseringssysteem dat kleine druppels van 100 of 50 microliter doseert. Het effect van de methode is vastgesteld aan de hand van reductie in gevangen insecten in de feromoonvallen en de reductie in paringsfrequentie van aangelijnde vrouwtjesvlinders.

Bij een dosering van 2000 druppels per ha. blijft in nagenoeg alle proefpercelen de schade onder de economische schadedrempel van 1% en de overwinterende populatie blijft op een laag niveau.

Met deze methode zijn vergelijkbare resultaten gehaald in praktijkproeven in boomgaarden in Italië (Trematerra, P. *et al.*, 1999; Angeli, G. *et al.*, 2000).

In Duitsland zijn laboratorium en veldexperimenten op verschillende locaties uitgevoerd met een Lure&Kill techniek ontwikkeld door Bayer, Appeal® (Lösel, P.M. *et al.*, 2000, 2002; Ebbinghaus, D. *et al.*, 2001). Deze formulering is gebaseerd op een pasta van castor olie, die 0,1% colemonen en 4,0% van de pyrethroïde cyfluthrin bevat.

De resultaten in de praktijkproeven hebben uitgewezen dat met 4500 druppels van 100 microliter per ha. de fruitmotschade gehandhaafd kon worden op een niveau beneden de economische schadedrempel.

Op vele andere locaties in Europa bv. Polen (Puciennik, Z. *et al.*, 2003) en Kroatië (Baric, B. *et al.*, 2003) is de Lure&Kill methode met Appeal® met succes toegepast.

In de Verenigde Staten is veel onderzoek gedaan naar een Lure&Kill methode gebaseerd op de lokkende werking van een selectief bisexueel kairomoon afkomstig van de waardplant peer (Knight, A.L. *et al.*, 2002, 2003, 2005; Potting, R.P.J. *et al.*, 2002). Deze peer-ester, ethyl (E,Z)-2,4-decadienoaat lokt naast mannetjes ook vrouwtjesmotten en resulteert derhalve, met name in combinatie met het feromoon en een contactinsecticide in een hoger meerwaarde effect dan met feromoon alleen. In de praktijk zijn goede resultaten behaald met een Lure&Kill formulering gebaseerd op 'hollow fibres' regelmatig verdeeld over het gewas.

***Ephestia kehniella* en *Ephestia cautella* (Lep., Pyralidae)**, zijn beide voorraad-insecten waarvan de larven grote schade veroorzaken in opslagplaatsen van o.a. cacao, gedroogd fruit en meel in opslagsilo's en bewaarplaatsen. In bewaarplaatsen is spuiten met insecticiden praktisch niet mogelijk en de Lure&Kill methode is dientengevolge een ideale bestrijdingsmethode. Veel onderzoek naar deze methode is uitgevoerd in Italië (Trematerra, P., 1991, 1994, 1995; Suss, L and Locatelli, D.P., 1995). Lure&Kill met behulp van een formulering bestaande uit laminaire dispensers voorzien van 2 mg. feromoon (Z,E)-9,12-tetradecadienyl acetaat) en 5 mg. Cypermethrin kon de gangbare bestrijding door fumigatie vervangen.

***Epichoristodes acerbella* (Lep., Tortricidae)**, is een van de belangrijkste bladrollerplagen in fruit in Zuid-Afrika. Veel onderzoek is uitgevoerd naar het waarnemen en de bestrijding van deze plaag m.b.v. feromonen (Blomefield, T. *et al.*, 2004) in de vorm van paringsverstoring en Lure&Kill.

***Epiphyas postvittana* (Lep., Tortricidae)**, is een bladrollerplaag die grote schade veroorzaakt in de teelt van appels in Nieuw Zeeland. Terugvang- en kooi-experimenten in het veld zijn uitgevoerd met een Lure&Kill formulering gebaseerd op de Sirene CM formulering (Suckling, D.M. and Brockerhoff, E.G., 1999; Brockerhoff, E.G. and Suckling, D.M., 1999).

Na 48 uur bleek dat ~50% van de mannetjes in de kooien na aanraking met de formulering gedood werd. De formulering bleef 12 weken werkzaam onder veldcondities en heeft goede vooruitzichten voor de praktijk.

***Eucosma sonomana* (Lep., Tortricidae)**, de Western pine shootborer, veroorzaakt belangrijke economische schade aan dennen in de bosbouw en op boomkwekerijen in de V.S. en Canada door vraat van de larven aan knoppen en jonge scheuten. Bespuitingen met insecticiden zijn weinig effectief door de verborgen levenswijze van de larven. Onderzoek naar een Lure&Kill formulering waarmee slechts 0,21g feromoon en 7,92g insecticide per hectare wordt gebruikt (Daterman, G. *et al.*, 2001) toont aan dat meer dan 80% reductie in valvangsten optreedt in vergelijking met de vangst in onbehandelde percelen.

***Eupoecilia ambiguella* en *Lobesia botrana* (Lep., Tortricidae)**, De Grape berry moth en de Grapevine moth zijn belangrijke bladrollerplagen in de Europese wijnbouw. Op het Station Federale de Recherches Agronomiques de Changins in Zwitserland is naast paringsverstoring met behulp van feromonen ook oriënterend onderzoek gedaan naar de mogelijkheden van Lure&Kill tegen beide plagen (Charmillot, P.J. *et al.*, 2005; Degen, T. *et al.*, 2005). De voorlopige resultaten wijzen uit dat het effect van beide feromoon toepassingen lager is dan bij een klassieke insecticide bespuiting.

***Grapholita molesta* (Lep., Tortricidae)**, de Oriental fruit moth is, *net als* de fruitmot, wereldwijd een van de grootste plagen in de fruitteelt. Laboratoriumtoetsen in de windtunnel en veldexperimenten in appel (Evenden, M.L. and McLaughlin, J.R., 2004, 2005) met de Lure&Kill formulering LastCall TMOFM tonen een goede werkzaamheid van het middel aan. Tijdens dit onderzoek is eveneens gekeken naar de mogelijkheid van een combinatie van de Lure&Kill methode tegen *Grapholita molesta* en *Cydia pomonella*. Ondanks kleine verschillen in attractiviteit en toxiciteit van deze gecombineerde methode in vergelijking met de individuele methodes wordt aangenomen dat ook de gecombineerde methode effectief genoeg is als bestrijdingsmethode, hetgeen van belang is daar beide soorten in de praktijk vaak gelijktijdig voorkomen.

***Helicoverpa spp.* (Lep., Noctuidae)**, *Helicoverpa* soorten (*Helicoverpa armigera*, *H. zea*, *H. assulta*, *H. virescens*) veroorzaken wereldwijd veel schade in talloze gewassen. In de VS (Raina, A.K., 1998) en Australië (Socorro, A. del et al., 2003) is gekeken naar de mogelijkheden van Lure&Kill als bestrijdingsmethode. Het probleem bij deze soorten is dat ze meestal gelijktijdig in het gewas aanwezig zijn dus dat de methode gecombineerd tegen meerdere soorten moet werken. Op experimentele schaal wordt daarom gekeken naar een Lure&Kill methode waar de lokkende werking uitgaat van waardplantgeuren, die aantrekkelijk zijn voor meerdere *Helicoverpa* soorten.

***Pectinophora gossypiella* (Lep., Gelechiidae)**, de Pink bollworm moth, is de grootste belager van de katoenteelt. De larve beschadigt de katoenvrucht en veroorzaakt zodoende grote oogstverliezen. Sinds 1982 wordt in het bijzonder in de VS uitvoerig onderzoek verricht naar bestrijding van dit insect met de paringsverstoringstechniek en de Lure&Kill techniek en combinaties van beide technieken (Dean, P., 1982; Butler, G.D.Jr. and Las, A.S., 1983; Flint, H.M. and Merkle, J.R., 1984). Lure&Kill technieken zijn uitgetest in combinatie met verschillende insecticiden (Haynes, K.F. et al., 1986) en veel aandacht is besteed aan onderzoek naar de optimale onderlinge afstand tussen de Lure&Kill infectiebronnen (Miller, E. et al., 1990).

Na 1990 zijn verschillende commerciële Lure&Kill technieken tegen dit insect ontwikkeld en onderzocht. Van CIBA verscheen de formulering Sirene® welke gedurende meerdere jaren uitgebreid getest is in Egypte (Hofer, D. and Angst, M., 1995). In vergelijking met gangbare bespuitingen verkrijgt men bij gebruik van Sirene® een hogere kwaliteit van het eindproduct en 30% meer opbrengst door het sparen van de natuurlijke vijanden. De fa. Ecogen verscheen met 'NoMate® Attract n Kill' dat vijf opeenvolgende jaren werd uitgetest in Arizona (Antilla, L. et al., 1996). Gedurende deze periode werd het percentage aangetaste katoenvruchten verlaagd van 23,35% bij aanvang tot 0,38% in het laatste jaar. De totale kosten van de bestrijding van de Pink bollworm werd gedurende de laatste 3 jaar gehalveerd en de schade bleef onder de economische schadedrempel van 5-10%.

***Plodia interpunctella* (Lep., Pyralidae)**, de Indian meal moth, behoort *net als* de *Ephestia* soorten tot de voorraad-insecten, schadelijk in meelopslagsilo's en meelverwerkende bedrijven. Met de Lure&Kill formulering Last Call CM op basis van het feromoon (Z,E)-9,12-tetradecadienyl acetaat en het insecticide permethrin werden door middel van windtunnelproeven (Nansen, C. et al., 2003, 2004) de meest effectieve concentratie van het feromoon en het insecticide bepaald. Op semi-praktijkschaal bleek de formulering goed te werken in opslagplaatsen waarin de aanvangspopulatie van de motten laag was.

***Rhyacionia buoliana* (Lep., Tortricidae)**, de European pine shoot moth (dennelotrups) is *net als* de Western pine shoot borer een belangrijk plaaginsect in de bosbouw en boomkwekerij. De schade wordt veroorzaakt doordat de larven de verse knoppen en scheuten aanvreten. Van oorsprong komt het insect alleen in Europa voor, maar de plaag is ook geïntroduceerd in de VS en Canada. In Polen (Sukovata, L. et al., 2004) en Canada (Daterman, G. et al., 2001) is onder praktijkomstandigheden de Lure&Kill methode uitgetest met baits op basis van de waardplantstoffen (ricenoleic acid en petroleum jelly) gecombineerd met het feromoon (E)-9-dodecenyl acetaat met *als* insecticide permethrin. In Polen trad geen significant verschil op tussen valvangsten in onbehandelde en behandelde percelen, maar de scheutaantasting in behandelde percelen was aanzienlijk minder in de behandelde percelen. De valvangstreductie in de behandelde percelen in de Canadese proefopstelling bedroeg 86,6 tot 100% ten opzichte van de onbehandelde percelen.

***Spodoptera littoralis* (Lep., Noctuidae)**, de Egyptian cotton leafworm is een belangrijke plaag in de katoenteelt. Combinaties van feromoon met verschillende insecticiden en in verschillende dichtheden van Lure&Kill stations

werden uitgetest op laboratoriumschaal en in de praktijk (McVeigh, L.J. and Bettany, B.W., 1987; Souza, K.R. *et al.*, 1992; Downham, M.C.A. *et al.*, 1995).

***Tecia solanivora* (Lep., Gelechiidae)**, de Guatamalan potato tuber moth, veroorzaakt veel schade in de teelt van aardappel en tomaat in Zuid-Amerika. Onder laboratorium- en kas-omstandigheden werden verschillende attract&kill formuleringen op basis van plantaardige lokstoffen vergeleken (Becerra, L. and Corredor, D., 2001). Chloorpyrifos +cyfluthrin gecombineerd met honing leverde in kooiproeven het hoogste sterftepercentage en de laagste infectie van de knollen op.

Diptera

***Bactrocera cucurbitae* en *B. dorsalis* (Diptera, Tephritidae)**, de melon fly en de oriental fruit fly zijn fruitvliegsoorten waarvan de larven grote schade veroorzaken in fruit en groentegewassen. In Hawaï zijn de mogelijkheden van massavangst en de Lure&Kill techniek naast elkaar uitgetest (Vargas, R.I. *et al.*, 2003, 2005). Verschillende lokstoffen (methyl eugenol en cue-lure) werden uitgetest in combinatie met verschillende insecticiden. Amulet C-L (cue-lure) Lure&Kill stations bleken ruim 3 maal langer (minstens 77 dagen) effectief onder veldomstandigheden dan de Amulet ME (methyl eugenol) formulering. De levensduur van de formuleringen werd aanzienlijk verlengd door ze te beschermen tegen weersomstandigheden in kleine plastic trechtersvallen. *B. dorsalis* kan met Lure&Kill techniek vrijwel worden uitgeroeid (www-02).

***Bactrocera oleae* (Diptera, Tephritidae)**, de olive fruit fly is de belangrijkste plaag in de teelt van olijven in het Middellandse Zeegebied. Praktijkonderzoek in olijfplantages in Italië is uitgevoerd met behulp van 100 en 150 Lure&Kill stations per hectare (Ferrari, R. *et al.*, 2003). De Lure&Kill stations waren voorzien van een tablet ammonium bicarbonaat als voedsel attractant en een dispenser met 50 mg feromoon (1,7-dioxaspiro-(5-5)-undecaan) en als toegepast insecticide lambda-cyhalothrin. De olijven in de onbehandelde controle waren na afloop van het experiment dermate aangetast dat ze ongeschikt bleken voor olieproductie. De schade in de behandelde percelen was 17.3% in de aanplant met 100 Lure&Kill stations/ha en 2,4% in de aanplant met 150 stations/ha.

Daarnaast zijn goede resultaten bereikt met verspreidbare lure& kill formuleringen in de vorm van microcapsules (Speranza, S. *et al.*, 2004).

***Bactrocera papayae* (Diptera, Tephritidae)**, de papaya fruit fly is een belangrijke pest in papaya. Ook deze soort is met behulp van Lure&Kill vrijwel uit te roeien (Fay *et al.* 1997).

***Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae)**, de Middellandsezee-vlieg (Mediterranean fruit fly) is ook buiten het Middellandsezee gebied een belangrijke plaag in zowel citrus-fruit als vele andere fruitsoorten. Op de Seychellen (Stravens, R. *et al.*, 2000) werden goede resultaten met de Lure&Kill methode behaald met zgn. soaked-wood killer blocks die zowel attractantia als volatiles op plantaardige basis bevatten in verschillende combinaties.

In Zuid-Afrika veroorzaken *C. capitata*, *C. rosa* (the Natal fruit fly) en *C. cosyra* (the mango fruit fly) oogstverliezen van 30-100% in onbehandelde percelen. Veel aandacht wordt besteed (Barnes, B.N., 2000) aan verbetering van food attractants en andere attract&kill technieken.

In Griekenland (Katsoyannos, B.I. and Papadopoulos, N.T., 2004) is in citrus boomgaarden onderzoek gedaan naar de effectiviteit van diverse lang werkende formuleringen van de food attractants ammonium acetaat, 1,4-diaminobutaan en trimethylamine. Uiteindelijk bleek dat McPhail vallen voorzien van trimethylamine de beste methode was om zowel mannetjes- als vrouwtjesvliegen te vangen.

Gelijkoortig onderzoek is uitgevoerd in Italië (Ortu, S., 2005), waar naast bespuitingen met food attractants ook de attract&kill methode uitgevoerd wordt tegen mannetjes- en vrouwtjesvliegen met behulp van vallen op basis van food attractants en de lokstof Trimedlure, behandeld met een contactinsecticide. Met een dichtheid van 100-150 vallen/ha die iedere 10 weken vervangen werden zijn de beste bestrijdingseffecten behaald.

***Cochliomyia hominivorax* en *C. macellaria* (Diptera, Calliphoridae)**, of wel Screwworm flies zijn vliegen waarvan de vrouwtjes eitjes op vee leggen en waarvan de maden een belangrijke bron van onderhuidse infecties zijn. Een Lure&Kill techniek tegen *C. hominivorax* met behulp van 'fly-hives' (Coppedge, J.R. *et al.*, 1978) reduceerde het aantal infecties gedurende een praktijktoepassing op Curaçao van 8-10/week tot 1-2/week. Fly-hives zijn Lure&Kill stations bestaande uit kartonnen cylinders (5,1x7,5 cm) met op de bodem een mengsel van Elmer's glue (52%), suiker (32%), gedroogd bloed (14%) en het insecticide dichloorvos (2%) en in het centrum een verdampert met Swormlure, een chemisch attractant. Vanuit een vliegtuig werd het hele eiland voorzien van fly-hives in een dichtheid van 10-30/km², afhankelijk van de populatiedichtheid van de vliegen.

In een later experiment tegen beide *Cochliomyia* soorten in Texas (Coppedge, J.R. *et al.*, 1981) werden naast effectiviteitsmetingen ook proeven gedaan met het loslaten en terugvangen van in de fly-hives (zonder gif, maar voorzien van kleurstof) gemerkte vliegen. 25% van de gemerkte *C. hominivorax* en 31% van de gemerkte *C. macellaria* vliegen werd teruggevangen en hadden dus fly-hives bezocht.

***Lucilia cuprina* (Diptera, Calliphoridae)**, de Australian sheep blowfly, is eveneens een vliegengeslacht dat infecties veroorzaakt bij vee. Kooiproeven werden uitgevoerd met zogenaamde 'bait-bins' (Anderson *et al.*, 1990) om het effect van deze Lure&Kill methode te bepalen. Bait-bins werden voorzien van fijngesneden schapelever (100g) en 5 ml van het attractans natriumsulfide in oplossing (20%). Vervolgens werd 5ml insecticide oplossing (fenthion) in verschillende concentraties toegevoegd om de vliegen te doden. Het percentage doding van de losgelaten vliegen bij aanvang van de proef was 98% en nam gedurende 80 dagen af tot 50%.

***Musca domestica* (Diptera, Muscidae)**, de huisvlieg. Voor de huisvlieg zijn al talloze Lure&Kill technieken voor gebruik binnenshuis en in veehouderij en pluimveehouderij op de markt. De meeste systemen werken op basis van het lokken van vliegen naar een verdampert met het feromoon Muscalure ((Z)-9-tricosen) al dan niet in combinatie met UV lampen. Het doden gebeurt meestal d.m.v. electro-grids of door een contact-gif. Uit onderzoek naar de effectiviteit van een Lure&Kill techniek buitenshuis (Hanley, M.E. *et al.*, 2004), waarbij ondermeer gebruik gemaakt wordt van de techniek van het loslaten en terugvangen van gemerkte vliegen, blijkt dat het percentage gedode vliegen te laag is voor effectief gebruik buitenshuis. De oorzaak van het falen is waarschijnlijk de te korte afstand waarover Muscalure werkt en het grote verspreidingsgebied van de huisvlieg.

***Rhagoletis mendax* (Diptera, Tephritidae)**, de Blueberry maggot fly, is een belangrijke plaag in de teelt van de 'highbush blueberry' (*Vaccinium corymbosum* L.) in Canada en de VS. In veldexperimenten in Canada werd de aantasting in onbehandelde percelen vergeleken werden met percelen behandeld met een Lure&Kill techniek en met gangbare insecticiden (Liburd, O.E. *et al.*, 2003). Significant meer poppen werden gevonden in de onbehandelde percelen ten opzichte van de behandelde. Geen verschil werd gevonden in larvendichtheden in de verschillende behandelingen, daar bleef de schade in alle gevallen beneden de 1%.

Laboratorium en veldexperimenten met verschillende Lure&Kill technieken in de VS (Barry, J.D. *et al.*, 2004). Veel aandacht werd tijdens dit onderzoek besteed aan de materiaalkeuze van het Lure&Killstation (ook biodegradable materiaal) en aan de coatings met diverse insecticiden.

***Rhagoletis pomonella* (Diptera, Tephritidae)**, de Apple maggot fly kan veel schade veroorzaken in de teelt van appels in de VS en Canada. Laboratoriumonderzoek naar het meest geschikte contactgif voor een Lure&Kill techniek tegen dit insect (Hu, X.P. *et al.*, 2000) wees uit dat de Imidacloprid formulering Merit 75 WP als beste naar voren kwam.

Bij veldonderzoek in appelboomgaarden in Canada (Bostanian, N.J. and Racette, G., 2001) werden Lure&Kill stations gebruikt opgebouwd uit gele platen (28x21,5cm) geklemd tussen twee halve rode bollen (9cm diameter) en behandeld met verschillende insecticiden. Bij niet te hoge populatiedichtheden van de vliegen werd met behulp van deze methode bij de oogst 98,5 tot 100% controle verkregen.

Coleoptera

***Anthonomus grandis* (Coleoptera, Curculionidae)**, de Cotton boll weevil is een van de grootste plagen in de katoenteelt in de VS en Zuid-Amerika. De resultaten van bestrijding met diverse Lure&Kill formuleringen in de VS (Parker, R.D. *et al.*, 1995; Langston, W.C., 1995, 1996) zijn wisselend. De formulering waarbij gebruik gemaakt wordt van Lure&Kill stations die zowel voedings stimulantia, feromoon (grandlure) als een contact insecticide bevatten kon gedurende meerdere jaren het gebruik van gangbare insecticidebespuitingen vervangen.

In Argentinië, Bolivia, Colombië, Brazilië en Paraguay (Plato, T.A. and Plato, J.C., 1997, 1998) werd de Boll Weevil Attract and Control Tube (BWA/TMP/TMB) methode gedurende meerdere opeenvolgende jaren met groot succes toegepast. Tot de biologische en economische voordelen van deze methode behoren een hogere opbrengst en een betere kwaliteit van de geoogste katoen en het sterk gereduceerde gebruik van insecticiden in vergelijking met gangbare behandelingen.

***Carpophilus spp.* (Coleoptera, Nitidulidae)**, De 'driedfood beetle' komt voor in Australië en veroorzaakt veel schade in boomgaarden met steenfruit. Met behulp van Lure&Kill stations voorzien van het aggregatieferomoon en contactgif (Hossain, M.S. *et al.*, 2006) worden direct na plaatsing grote aantallen kevers gevangen. De schade bij de oogst veroorzaakt door deze kever bedroeg 0,1% en 0,6% in de behandelde percelen tegen 5,2% en 19,9% in de onbehandelde percelen.

***Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera, Chrysomelidae)**, De Corn rootworm is een belangrijke plaag in de teelt van mais in de VS. Tijdens veldonderzoek naar diverse Lure&Kill formuleringen in Nebraska (Weissling, T.J. en Meinke, L.J., 1991) is veel aandacht besteed aan de verspreiding van de kevers tijdens de groei van het gewas en aan diverse doseringen. De mortaliteit van kevers in percelen behandeld met een granulaatformulering van feromoon en insecticide was vergelijkbaar met de mortaliteit in percelen met een gangbare bespuiting en leverde een besparing op van 90% van het insecticide gebruik.

***Cylas formicarius elegantis* (Coleoptera, Apionidae)**, De Sweet Potato Weevil is een goed voorbeeld van wat er met een Lure&Kill toepassing bereikt kan worden. Dit insect is een enorme plaag op 'zoete aardappel' in Zuid- en Midden-Amerikaanse landen. In het verleden heeft het Instituut voor Plantenziektkundig Onderzoek (voorloper van Plant Research International BV) in samenwerking met het 'Centro Internacional de la Papa' (CIP) in Lima, Peru, onderzoek gedaan naar de mogelijkheden van Lure&Kill van *Cylas formicarius* in Cuba. Dit heeft geleid tot een praktische toepassing van deze methode in geheel Cuba (www-03). Volgens het CIP zou het verbouwen van 'zoete aardappel' in Cuba niet mogelijk zijn zonder gebruikt te maken van feromonen in een Lure&Kill toepassing.

Overige soorten

***Amblyomma hebraeum* en *Amblyomma variegatum* (Acari, Ixodidae)**. Laboratoriumonderzoek naar de mogelijkheden voor toepassing van de lure& kill techniek voor de bestrijding van teken in de veeteelt (Pavis, C. *et al.*, 1991; Norval, R.A.I. *et al.*, 1991) is uitgevoerd met verschillende formuleringen van 'aggregation-attachment pheromone' (APP) en diverse acariciden. Nader onderzoek moet volgen naar de vertaling van laboratorium naar praktijk schaal.

***Heterotermes tenuis* (Isoptera, Rhinotermitidae)**, de Subterranean termite veroorzaakt veel schade in suikerriet plantages in Zuid-Amerika. Bij veldexperimenten met de Lure&Kill techniek tegen dit insect in suikerrietplantages in Brazilië (Almeida, J.E.M. *et al.*, 1996, 1999, 2000) werden goede bestrijdingseffecten behaald met Termitrap baits met de insectparasitaire schimmel *Beauveria bassiana* en/of het insecticide Fipronil.

***Periplaneta australasiae* (Dictyoptera, Blattellidae)**, is een van de vele kakkerlaksoorten die bestreden kunnen worden met behulp van de Lure&Kill methode. Tijdens laboratoriumexperimenten (Hasselman, K. *et al.*, 2005) werden kakkerlakken aangelokt door middel van foodbaits (koffie, banaan) en geïnfecteerd met de insectenparasitaire nematode *Steinernema carpocapsae*. 30 minuten na de infectie bleek de mortaliteit van de aangelokte kakkerlakken tot 95% op te kunnen lopen.

5. De te verwachten toepasbaarheid voor de Nederlandse (beschermde) teelten

In de Nederlandse tuinbouw (beschermde teelten) worden bestrijdingsmiddelen en biologische bestrijding toegepast als controle maatregel voor de bestrijding van plaaginsecten. Het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen op voedingsgewassen is onderhevig aan EU-regelgeving, bijvoorbeeld op het gebied van maximaal toelaatbare residuen (MRL) en blootstelling voor de gebruikers.

Nieuwe technologie die leidt tot een lager gebruik van insecticiden, lagere kosten en meer veiligheid van de toepasser geeft een innovatie-impuls aan de sector en vergroot het kwaliteitsimago van het Nederlandse product. Door insecticiden te combineren met soorteigen geurstoffen van insecten (feromonen) is het mogelijk gewasbespuitingen te vervangen door een Lure&Kill techniek. Hiermee wordt het insect naar het insecticide gelokt in plaats van het insecticide naar het insect te brengen. Doordat insecten vanuit een bepaalde omgeving naar een geconcentreerde puntbron van insecticide worden gelokt, is er veel minder insecticide nodig. De gebruikte formulering kan op niet-eetbare delen van het gewas worden aangebracht of geheel buiten het gewas. De gebruikte insecticiden komen dus in het geheel niet in aanraking met het gewas en dientengevolge zal het gewas residuvrij zijn.

In 2004 heeft de Europese Commissie meer duidelijkheid gegeven over hoe de Europese Unie in de toekomst om wil gaan met de toelating van feromonen en andere gedragsbeïnvloedende stoffen binnen de bestrijdingsmiddelen-wetgeving. Wanneer feromonen of andere lokstoffen in combinatie met een insecticide worden toegepast worden de lokstoffen *niet als* werkzame stof beschouwd volgens de nieuwe bestrijdingsmiddelenrichtlijn maar slechts als hulpstof (directive 91/414). Dit betekent dat de toelating van Lure&Kill technieken kan plaatsvinden op basis van de toelatingsgegevens van het in de formulering gebruikte insecticide. Verwacht wordt dat door de opkomst van kwaliteitslabels als Eurep-GAP en BRC het belang van residuwaarden (MRL's) gaat toenemen in de toekomst.

Wereldwijd zijn er positieve ervaringen opgedaan met de Lure&Kill techniek in diverse teelten en toepassings-gebieden. Dit biedt goede perspectieven voor de ontwikkeling van een innovatieve Lure&Kill techniek voor de Nederlandse voedingstuinbouw. In deze sector zijn al goede ervaringen opgedaan gedurende meerjarige toepassingen van feromoonverwarring tegen Turkse mot en Florida mot in paprika en tomaat. Door de selectiviteit van Lure& Kill zal de effectiviteit van natuurlijke vijanden in de glastuinbouw positief beïnvloeden omdat zij nauwelijks blootgesteld worden aan bestrijdingsmiddelen.

6. Referenties

- Almeida,-J-E-M; Alves,-S-B (1996)
Mortality of *Heterotermes tenuis* (Hagen) attracted to traps treated with *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. and imidacloprid. *Anais-da-Sociedade-Entomologica-do-Brasil*. 25(3): 507-512
- Almeida,-J-E-M; Alves,-S-B (1999)
Control of the subterranean termite *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) (Isoptera; Rhinotermitidae) in sugarcane with TermitrapReg. baits associated with *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. and/or insecticides in dry season. *Arquivos-do-Instituto-Biologico-Sao-Paulo* 66(2): 85-90
- Almeida,-J-E-M; Alves,-S-B; Almeida,-L-C (2000)
Control of *Heterotermes tenuis* (Hagen) (Isoptera:Rhinotermitidae) and *Cornitermes cumulans* (Kollar) (Isoptera: Termitidae) with insecticide Fipronil associated to the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. in attractive bait in sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). *Arquivos-do-Instituto-Biologico-Sao-Paulo* 67(2): 235-241
- Anderson,-J-M-E; McLeod,-L-J; Shipp,-E; Swan,-A; Kennedy,-J-P (1990)
Trapping sheep blowflies using bait-bins. *Australian-Veterinary-Journal* 67(3): 93-97
- Anderson,-J-M-E (1990)
A laboratory experiment to compare potential insecticides for use in field bait-bins for sheep blowflies. *Australian-Veterinary-Journal* 67(3): 112-114
- Angeli,-G; Ioriatti,-C; Finato,-S T (2000)
A new method for the control of codling moth. *Informatore-Agrario* 56(46): 63-66
- Antilla,-L; Whitlow,-M; Staten,-R-T; ElLissy,-O; Myers,-F (1996)
An integrated approach to areawide pink bollworm management in Arizona.
1996-Proceedings-Beltwide-Cotton-Conferences,-Nashville,-TN,-USA,-January-9-12,-1996:-Volume-2: 1083-1085
- Barnes,-B-N (2000)
Fruit flies of economic importance in South Africa: an overview. *Proceedings-of-the-Indian-Ocean-Commission,-Regional-Fruit-Fly-Symposium,-Flic-en-Flac,-Mauritius,-5th-9th-June,-2000*: 101-107
- Barry,-J-D; Polavarapu,-S; Teixeira,-L-A-F (2004)
Evaluation of traps and toxicants in an attract-and-kill system for *Rhagoletis mendax* (Diptera: Tephritidae). *Journal-of-Economic-Entomology* 97(6): 2006-2014
- Becerra,-L; Corredor,-D (2001)
Application of an insecticidal bait to control adults of *Tecia solanivora* (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) in potato. *Agronomia-Colombiana* 18(1/3): 97-103
- Blomefield,-T; Plessis,-N-du; Knipe,-M (2004)
Pear leafroller: a holistic approach is the key to the control of this pest. *SAFruit-Journal* 3(5): 30-32
- Bostanian,-N-J; Racette,-G (2001)
Attract and kill, an effective technique to manage apple maggot, *Rhagoletis pomonella* [Diptera : Tephritidae] in high density Quebec apple orchards. *Phytoprotection*-82(1): 25-34

- Brockerhoff, E-G; Suckling, D-M (1999)
Development of an attracticide against light brown apple moth (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal-of-Economic-Entomology* 92(4): 853-859
- Butler, G-D, Jr; Las, A-S (1983)
Predaceous insects: effect of adding permethrin to the sticker used in gossypure applications. *Journal-of-Economic-Entomology* 76(6): 1448-1451
- Charmillot, P-J; Pasquier, D; Scalco, A; Hofer, D (1996)
Studies on the control of the codling moth *Cydia pomonella* L. using attractant-insecticide. *Mitteilungen-der-Schweizerischen-Entomologischen-Gesellschaft* 69(3-4): 431-439
- Charmillot, P-J; Pasquier, D; Scalco, A; Hofer, D (1997)
Control of codling moth *Cydia pomonella* L. by an attract and kill technique. *Revue-Suisse-de-Viticulture,-d'-Arboriculture-et-d'Horticulture* 29(2): 111-117
- Charmillot, P-J; Hofer, D; Pasquier, D (2000)
Attract and kill: a new method for control of the codling moth *Cydia pomonella*. *Entomologia-Experimentalis-et-Applicata* 94(2): 211-216
- Charmillot, P-J; Degen, T; Pasquier, D; Briand, F (2005)
New pheromone-based methods for grape moth control. Preliminary trials in 2004. *Revue-Suisse-de-Viticulture,-Arboriculture-et-Horticulture* 37(5): 283-288
- Coppedge, J-R; Broce, A-B; Goodenough, J-L; Crystal, M-M; Tannahill, F-H; Snow, J-W (1978)
Preliminary evaluation of baits as a means of suppressing screwworm populations. *Folia-Entomologica-Mexicana*: 194-195
- Coppedge, J-R; Brown, H-E; Snow, J-W; Tannahill, F-H (1981)
Bait stations for the suppression of screwworm populations. *Journal-of-Economic-Entomology* 74(2): 168-172
- Daterman, G; Eglitis, A; Czokajlo, D; Sack, C; Kirsch, P (2001)
Attract and kill technology for management of European pine shoot moth (*Rhyacionia buoliana*) and Western pine shoot borer (*Eucosma sonomana*). *Journal-of-Forest-Science* 47(Special Issue 2): 66-69
- Dean, P (1982)
Confusing and killing cotton pests. *Agricultural-Research,-USA* 31(1/2): 4-5
- Degen, T; Chevallier, A; Fischer, S (2005)
The progress in the use of sexual pheromones to control grapevine and grape berry moths. *Revue-Suisse-de-Viticulture,-Arboriculture-et-Horticulture* 37(5): 273-280
- Downham, M-C-A; McVeigh, L-J; Moawad, G-M T(1995)
Field investigation of an attracticide control technique using the sex pheromone of the Egyptian cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). *Bulletin-of-Entomological-Research* 85(4): 463-472
- Ebbinghaus, D; Losel, P-M; Romeis, J; Cianciulli-Teller, M-G; Leusch, H; Olszak, R; Pluciennik, Z; Scherckenbeck, J (2001)
Appeal: efficacy and mode of action of attract and kill for codling moth control. *Bulletin-OILB/SROP* 24(2): 95-99

- Evenden, M-L; McLaughlin, J-R (2004)
Factors influencing the effectiveness of an attracticide formulation against the Oriental fruit moth, *Grapholita molesta*. *Entomologia-Experimentalis-et-Applicata* 112(2): 89-97
- Evenden, M-L; McLaughlin, J-R (2004)
Initial development of an attracticide formulation against the Oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae). *Environmental-Entomology* 33(2): 213-220
- Evenden, M-L; McLaughlin, J-R; Czokajlo, D (2005)
Effects of exposure to pheromone and insecticide constituents of an attracticide formulation on reproductive behavior of oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal-of-Economic-Entomology* 98(2): 334-341
- Evenden, M-L; McLaughlin, J-R (2005)
Male Oriental fruit moth response to a combined pheromone-based attracticide formulation targeting both Oriental fruit moth and codling moth (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal-of-Economic-Entomology* 98(2): 317-325
- Fay, H.A., Drew, R.A.I., Lloyd, A.C. (1997)
The eradication program for papaya fruit fly (*Bactrocera papayae* Drew and Hancock) in North Queensland. pp. 259-261 in: Allwood, A.J., and Drew, R.A.I. 1997. Management of fruit flies in the Pacific. ACIAR Proceedings No 76. 267pp.
- Ferrari, R; Frosinini, R; Tirinnanzi, L (2005)
'Attract and kill' panels for the control of olive moth. *Informatore-Agrario* 59(18): 97-99
- Flint, H-M; Merkle, J-R (1984)
The pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae): alteration of male response to gossyplure by release of its component Z,Z-isomer. *Journal-of-Economic-Entomology* 77(5): 1099-1104
- Hanley, M-E; Dunn, D-W; Abolins, S-R; Goulson, D (2004)
Evaluation of (Z)-9-tricosene baited targets for control of the housefly (*Musca domestica*) in outdoor situations. *Journal-of-Applied-Entomology* 128(7): 478-482
- Hasselmann, K; Stevens, A-D; Hefele, D (2005)
Investigations towards a biological control of cockroaches with entomopathogenic nematodes. *Gesunde-Pflanzen* 57(7): 169-178
- Haynes, K-F; Li, W-G; Baker, T-C (1986)
Control of pink bollworm moth (Lepidoptera: Gelechiidae) with insecticides and pheromones (attracticide): lethal and sublethal effects. *Journal-of-Economic-Entomology* 79(6): 1466-1471
- Hofer, D; Angst, M (1995)
Control of pink bollworm in cotton with Sirene, a novel sprayable attract & kill formulation. 1995-Proceedings-Beltwide-Cotton-Conferences, San-Antonio, TX, USA, January-4-7, 1995:-Volume-2: 949-952
- Hossain, M-S; Williams, D-G; Mansfield, C; Bartelt, R-J; Callinan, L; Il'ichev, A-L (2006)
An attract-and-kill system to control *Carpophilus* spp. in Australian stone fruit orchards. *Entomologia-Experimentalis-et-Applicata* 118(1): 11-19
- Hu, X-P; Prokopy, R-J; Clark, J-M T (2000)
Toxicity and residual effectiveness of insecticides on insecticide-treated spheres for controlling females of *Rhagoletis pomonella* (Diptera: Tephritidae). *Journal-of-Economic-Entomology* 93(2): 403-411

- Ioriatti, C; Angeli, G (2002)
Control of codling moth by attract and kill. *Bulletin-OILB/SROP* 25(9): 129-136
- Katsoyannos, B-I; Papadopoulos, N-T (2004)
Evaluation of synthetic female attractants against *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in sticky coated spheres and McPhail type traps. *Journal-of-Economic-Entomology* 97(1): 21-26
- Knight, A-L; Potting, R-P-J; Light, D (2002)
Modeling the impact of a sex pheromone/kairomone attracticide for management of codling moth (*Cydia pomonella*). *Acta-Horticulturae*(584): 215-220
- Knight, A-L (2003)
Testing an attracticide hollow fibre formulation for control of codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal-of-the-Entomological-Society-of-British-Columbia* 100: 71-78
- Knight, A-L; Light, D-M (2005)
Factors affecting the differential capture of male and female codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in traps baited with ethyl (E, Z)-2,4-decadienoate. *Environmental-Entomology* 34(5): 1161-1169
- Langston, W-C (1995)
Boll weevil control with boll weevil Attract and Control tubes 1994. 1995-Proceedings-Beltwide-Cotton-Conferences, San Antonio, TX, USA, January 4-7, 1995: Volume-2: 1012-1013
- Langston, W-C (1996)
Boll weevil control with boll weevil attract and control tubes 1995. 1996-Proceedings-Beltwide-Cotton-Conferences, Nashville, TN, USA, January 9-12, 1996: Volume-2: 805
- Liburd, O-E; Finn, E-M; Pettit, K-L; Wise, J-C (2003)
Response of blueberry maggot fly (Diptera: Tephritidae) to imidacloprid-treated spheres and selected insecticides. *Canadian-Entomologist* 135(3): 427-438
- Losel, P-M; Penners, G; Potting, R-P-J; Ebbinghaus, D; Elbert, A; Scherkenbeck, J (2000)
Laboratory and field experiments towards the development of an attract and kill strategy for the control of the codling moth, *Cydia pomonella*. *Entomologia-Experimentalis-et-Applicata* 95(1): 39-46
- Losel, P-M; Potting, R-P-J; Ebbinghaus, D; Scherkenbeck, J (2002)
Factors affecting the field performance of an attracticide against the codling moth *Cydia pomonella*. *Pest-Management-Science* 58(10): 1029-1037
- McVeigh, L-J; Bettany, B-W (1987)
The development of lure and kill technique for control of the Egyptian cotton leafworm, *Spodoptera littoralis*. *Bulletin-SROP* 10(3): 59-60
- Miller, E; Staten, R-T; Nowell, C; Gourd, J (1990)
Pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae): point source density and its relationship to efficacy in attracticide formulations of gossypure. *Journal-of-Economic-Entomology* 83(4): 1321-1325
- Nansen, C; Phillips, T-W (2003)
Attracticide for control of Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Advances-in-stored-product-protection-Proceedings-of-the-8th-International-Working-Conference-on-Stored-Product-Protection, York, UK, 22-26-July-2002*: 306-310

- Nansen,-C; Phillips,-T-W (2004)
Attractancy and toxicity of an attracticide for Indianmeal moth, *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal-of-Economic-Entomology* 97(2): 703-710
- Norval,-R-A-I; Yunker,-C-E; Duncan,-I-M; Peter,-T (1991)
Pheromone/acaricide mixtures in the control of the tick *Amblyomma hebraeum*: effects of acaricides on attraction and attachment. *Experimental-and-Applied-Acarology* 11(2,3): 233-240
- Ortu,-S; Lentini,-A; Cocco,-A (2005)
Control methods of *Ceratitis capitata* (Wied.) in citrus groves. *Informatore-Fitopatologico* 55(1): 28-34
- Parker,-R-D; Wolfenbarger,-D-A; Kniffen,-B-A (1995)
Field evaluation of boll weevil attract-and-kill devices in the coastal bend of Texas. 1995-Proceedings-Beltwide-Cotton-Conferences,-San-Antonio,-TX,-USA,-January-4-7,-1995:-Volume-2: 937-940
- Pavis,-C; Barre,-N; Malosse,-C; Delot,-J; Bonijol,-A (1991)
Study of aggregation-attachment pheromones in the cattle tick *Amblyomma variegatum*. *Rencontres-Caraibes-en-lutte-biologique-Caribbean-Meetings-on-biological-control-Guadeloupe-Antilles-francaises*, -5-7-novembre-1990: 247-256
- Plato,-T-A; Plato,-J-C (1997)
Alternative uses of BWACT (Boll Weevil Attract and Control Tube) in Colombia, Brazil and Paraguay. 1997-Proceedings-Beltwide-Cotton-Conferences,-New-Orleans,-LA,-USA,-January-6-10,-1997:-Volume-2: 998-1001
- Plato,-T-A; Plato,-J-C (1998)
Use of the Boll Weevil Attract and Control Tube (BWACT) to prevent boll weevil establishment in Argentina and Bolivia. 1998-Proceedings-Beltwide-Cotton-Conferences,-San-Diego,-California,-USA,-5-9-January-1998-Volume-2: 1162-1164
- Potting,-R-P-J; Knight,-A-L (2002)
Predicting the efficacy of modified modes of action of a pheromone-based attracticide: a bisexual attractant and autosterilisation. *Bulletin-OILB/SROP* 25(9): 187-194
- Puciennik,-Z; Olszak,-R-W; Tworowska,-U (2002) 'Attract and kill' as control method of codling moth *Cydia pomonella* (L.) in home gardens and allotments. *Journal-of-Fruit-and-Ornamental-Plant-Research* 10: 173-176
- Puciennik,-Z; Olszak,-R-W; Tworowska,-U (2003)
Appeal 04 PA - formulation assisting chemical control of the codling moth in apple orchards. *Zeszyty-Naukowe-Institutu-Sadownictwa-i-Kwiaciarnstwa-w-Skierniewicach* 11: 41-44
- Raina,-A-K (1998)
Development of biorational strategies for the management of *Helicoverpa* spp. pest complex. *Ecological-agriculture-and-sustainable-development:-Volume-2-Proceedings-of-International-Conference-on-Ecological-Agriculture:-Towards-Sustainable-Development,-Chandigarh,-India,-15-17-November,-1997*: 81-92
- Socorro,-A-del; Gregg,-P; Tennant,-R; Moore,-C (2003)
Attract-and-kill heliothis for low pressure every season. *Australian-Cottongrower* 24(2): 14-16, 18-19
- Souza,-K-R-de; McVeigh,-L-J; Wright,-D-J (1992)
Selection of insecticides for lure and kill studies against *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal-of-Economic-Entomology* 85(6): 2100-2106

- Speranza,-S; Bellocchi,-G; Pucci,-C (2004)
IPM trials on attract-and-kill mixtures against the olive fly *Bactrocera oleae* (Diptera Tephritidae). *Bulletin-of-Insectology*. 57(2): 111-115
- Stravens,-R; Seewoosunkur-Gopaul; Fowler,-S-V; Stonehouse,-JM (2000)
Experimental evaluation of fruit fly assessment and control methods in Seychelles. *Proceedings-of-the-Indian-Ocean-Commission,-Regional-Fruit-Fly-Symposium,-Flic-en-Flac,-Mauritius,-5th-9th-June,-2000*: 49-53
- Suckling,-D-M; Brockerhoff,-E-G (1999)
Control of light brown apple moth (Lepidoptera: Tortricidae) using an attracticide. *Journal-of-Economic-Entomology* 92(2): 367-372
- Sukovata,-L; Kolk,-A; Cieslak,-M (2004)
Effect of attract and kill formulations and application rates on trap catches of European pine shoot moth (Lepidoptera: Tortricidae) and shoot damage in Scots pine saplings. *Journal-of-Economic-Entomology* 97(5): 1619-1623
- Trematerra,-P; Capizzi,-A (1991)
Attracticide method in the control of *Ephestia kuehniella* Zeller: studies on effectiveness. *Journal-of-Applied-Entomology* 111(5): 451-456
- Trematerra-P (1994)
Control of *Ephestia kuehniella* Zell. by sex pheromones in the flour mills. *Anzeiger-fuer-Schaedlingskunde-Pflanzenschutz-Umweltschutz* 67 (4) 74-77.
- Trematerra,-P (1995)
The use of attracticide method to control *Ephestia kuehniella* Zeller in flour mills. *Anzeiger-fur-Schadlingskunde,-Pflanzenschutz,-Umweltschutz* 68(3): 69-73
- Trematerra,-P; Sciarretta,-A; Tamasi,-E (1999)
Control of codling moth, *Cydia pomonella*, with an attracticide (attract and kill) method. *Informatore-Fitopatologico* 49(5): 41-44
- Vargas,-R-I; Miller,-N-W; Stark,-J-D (2003)
Field trials of spinosad as a replacement for naled, DDVP, and malathion in methyl eugenol and cue-lure bucket traps to attract and kill male oriental fruit flies and melon flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. *Journal-of-Economic-Entomology* 96(6): 1780-1785
- Vargas,-R-I; Stark,-J-D; Mackey,-B; Bull,-R (2005)
Weathering trials of amulet cue-lure and Amulet methyl eugenol 'attract-and-kill' stations with male melon flies and oriental fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. *Journal-of-Economic-Entomology* 98(5): 1551-1559
- Weissling,-T-J; Meinke,-L-J (1991)
Potential of starch encapsulated semiochemical-insecticide formulations for adult corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) control. *Journal-of-Economic-Entomology* 84(2): 601-609
- Weissling,-T-J; Meinke,-L-J (1991)
Semiochemical-insecticide bait placement and vertical distribution of corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) adults: implications for management. *Environmental-Entomology* 20(3): 945-952
- www-01: http://www.spc.org.nc/pacifly/Country_profiles/Cook_Is.htm
- www-02: http://www.sidsnet.org/pacific/spc/pacifly/Country_profiles/Fr._Polynesia.htm
- www-03: <http://www.agnet.org/library/article/eb493a.html>