

De bladmineerder in kouseband

Een literatuurstudie naar de levenswijze en praktische handreikingen voor de bestrijding van *Liriomyza* spp. bladmineerders

H. de Putter en A. Van Sauers – Muller

SURITJIN



Maart 2008

Surituin

Het Surituin project is in 2005 van start gegaan als samenwerking tussen het Ministerie van Landbouw, Veeteelt en Visserij (LVV) in Suriname en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV), Nederland, samen met Surinaams en Nederlands bedrijfsleven. Het project sluit aan bij de activiteiten van het Agrarisch Sector Plan voor Suriname, bij de uitvoering waarvan LNV het Ministerie in Suriname ondersteunt.

In het kader van de ontwikkelingsrelatie met Suriname is de agrarische sector benoemd als speerpunt. Daarbinnen is de ontwikkeling van de tuinbouwsector prioritair. Samenwerking met Suriname in het ontwikkelen van kennis en vaardigheden voor de export van groenten levert zowel voor Suriname als voor Nederland voordeel op: voor Suriname export mogelijkheden en daarmee een economische impuls, voor Nederland betrouwbare producten tegen een concurrerende prijs. Het project draagt onder andere bij aan de volgende beleidsspeerpunten van LNV:

- Duurzame productie en veilig voedsel;
- Opbouw van lokale deskundigheid en instanties;
- Bevorderen van bilaterale economische samenwerking.

Doelstelling

De doelstelling van het project is verhoging van zowel de hoeveelheid, als de kwaliteit van de export van groenten naar Nederland. De doelstelling betreffende kwaliteitsverbetering heeft zowel betrekking op vermindering van verliezen veroorzaakt door suboptimale verpakking en koeling, als mede op vermindering van afkeuringen betreffende de voedselveiligheid (residuen).

Het project sluit als externe prikkel aan bij bestaande initiatieven van Surinaamse exporteurs die al worden ondersteund door het Surinaamse Ministerie van Landbouw (LVV) met trainingen over Good Agricultural Practise en voedselveiligheid. Verder verwijderd doel is binnen dringen op de toeristen markt in het Caraïbisch gebied, waar hotels en andere partijen hoge kwaliteitseisen stellen.

Wanneer u meer informatie over het Surituin project wilt krijgen of wilt bijdragen aan de doelstellingen van dit project dan kunt U contact opnemen met de onderstaande personen.

Suriname

Mevr. P. Y. Milton
Ministerie van Landbouw, Veeteelt en Visserij
Paramaribo
Telefoon: +597 472442
Fax: +597 420152
E-mail: odlb.ond@sr.net

Nederland

Dhr. A. P. Everaarts
Praktijkonderzoek Plant en Omgeving
Lelystad
Telefoon: +31 320 291671
Fax: +31 320 230479
E-mail: arij.everaarts@wur.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
2	Bladmineerders in Kouseband.....	7
2.1	Bladmineerdersoorten in kouseband.....	8
2.2	Aantasting door bladmineerders.....	9
2.3	Klimaatomstandigheden	11
2.4	Knelpunten in de bestrijding van plagen in kouseband	12
3	Beschrijving van de <i>Liriomyza</i> spp. bladmineerder	13
3.1	<i>Liriomyza bryoniae</i> (Kaltenbach)	14
3.2	<i>Liriomyza huidobrensis</i> (Blanchard).....	14
3.3	<i>Liriomyza sativae</i> (Blanchard).....	15
3.4	<i>Liriomyza trifolii</i> (Burgess).....	16
3.5	Algemene Levenswijze	17
3.5.1	Adulten.....	17
3.5.2	Ei stadium	18
3.5.3	Larvaal stadium.....	18
3.5.4	Pop stadium	19
3.6	Identificatie van Adulten	19
4	Bestrijdingsmethoden van <i>Liriomyza</i> spp. bladmineerders	25
4.1	Insecticide toepassing.....	25
4.1.1	Effect van diverse insecticiden op <i>Liriomyza</i> spp. bladmineerder en parasieten van <i>Liriomyza</i> spp.	29
4.1.1.1	Avermectinen	29
4.1.1.2	Carbamaten	31
4.1.1.2.1	<i>Methomyl</i>	31
4.1.1.3	Chloornicotineverbindingen	31
4.1.1.3.1	<i>Imidacloprid</i>	32
4.1.1.3.2	<i>Thiamethoxam</i>	32
4.1.1.4	Fiprolen.....	32
4.1.1.5	Fosfor verbindingen (organische)	33
4.1.1.5.1	<i>Dimethoaat</i>	33
4.1.1.5.2	<i>Malathion</i>	33
4.1.1.6	Nereistoxine	34
4.1.1.7	Pyrethroiden.....	34
4.1.1.7.1	<i>Lambda-cyhalothrin</i>	35
4.1.1.8	Spinosynen.....	35
4.1.1.8.1	<i>Spinosad</i>	35
4.1.1.9	Triazinen	36
4.2	Biologische bestrijding	37
4.2.1	Cultuur maatregelen	37
4.2.2	Extracten.....	38
4.2.2.1	<i>Azadirachtin</i> extract	38
4.2.2.2	<i>Euphorbia</i> extract	39
4.2.2.3	<i>Melia azedarach</i> extract	39
4.2.2.4	<i>Momordica charantii</i> extract	40
4.2.2.5	<i>Urginea maritima</i> extract	40
4.2.3	Parasitaire wespen	40
4.2.3.1	<i>Diglyphus isaea</i> (Walker).....	45

4.2.3.2	<i>Dacnusa sibirica</i>	46
4.2.4	<i>Steinernema</i> spp.	46
4.2.5	Steriele insecten techniek	48
4.2.6	Kalkcyanamide.....	48
4.3	Signalering	48
5	Aanbevelingen voor bestrijding.....	52
6	Literatuur	56
Appendix I. Taxonomische beschrijvingen van <i>Liriomyza bryoniae</i> , <i>L. huidobrensis</i> , <i>L. sativae</i> en <i>L. trifolii</i> door K.A. Spencer (1973).		64
Appendix II. WHO classificatie.....		69
Appendix III. Stappenplan voor opstellen IPM		70

1 Inleiding

Kouseband (*Vigna sinensis* (L.) Savi ex Hassk. subsp. *sesquipedalis* (L.) Van Eselt. Syn. *Vigna unguiculata* (L.) Walp. subsp. *sesquipedalis* (L.) Verdc. S) is een van de belangrijkste groentegewassen die geteeld worden in Suriname. Totale oppervlakte aan groenteteelt is circa 1.000 hectare met een productie van circa 16.000 ton (Ministerie van LVV, afd. landbouwstatistiek). Het areaal kouseband is circa 19% van het totale groentearaal en de jaarlijkse productie is ongeveer 3.000 ton (Ministerie van LVV, afd. landbouwstatistiek). Naast de teelt voor de lokale markt wordt ook een groot volume van de groenteproduktie geëxporteerd naar Nederland. De export waarde van deze groenten is bij benadering 0,7 miljoen USD.

In Nederland worden steekproefsgewijs geïmporteerde groenten gecontroleerd op aanwezigheid van pesticide residuen door de Voedsel en Waren Autoriteit (VWA). Hierbij wordt onderzocht of de Europese normen voor minimum residu level (MRL) en de acute referentie dosis (ARfD) niet overschreden worden. Overschrijdingen van de MRL normen leveren geen direct gevaar op voor de volksgezondheid maar geeft aan dat bestrijdingsmiddelen niet volgens Good Agricultural Practices ingezet zijn. Overschrijding van de ARfD kan gevaar opleveren voor de volksgezondheid. Het laatste decennium worden bij controle van groenten geïmporteerd uit Suriname regelmatig overschrijdingen van de wettelijke toegelaten residu-normen aangetroffen en in enkele gevallen ook overschrijdingen van de ARfD aangetroffen (VWA jaarverslagen).

Bij overschrijdingen van de MRL normen wordt een proces verbaal uitgeschreven en dient een boete betaald te worden. Bij zwaardere overtredingen zoals overschrijding van de ARfD, wordt naast een boete ook de partij in beslag genomen en vernietigd. Bij regelmatige constatering van overschrijdingen van de normen door telers uit een bepaald land kan de VWA overgaan tot een tijdelijke import verbod van bepaalde groenteprodukten waarin deze overtredingen aangetroffen worden. Het is dus zaak voor de exporterende telers om te zorgen dat de residu-normen niet overschreden worden. Aan de andere kant dient het product ook vrij te zijn van plaag insecten en is een goede bestrijdingsmethode vereist.

In 2005 is een project gestart met als doel de export van in Suriname geteelde groenten naar Nederland te stimuleren. Met het project Surituin is getracht om een begin te maken om de telers nuttige handreikingen te kunnen doen om enerzijds er voor te zorgen dat residu normen niet overschreden worden maar waarbij anderzijds ook een gezond gewas geteeld kan worden. Momenteel ontbreekt het de telers in Suriname aan adequate informatie over bestrijdingsmiddelen en toepassingen hiervan.

Uit verrichte surveys door medewerkers van het Ministerie voor Landbouw, Veehouderij en Visserij te Paramaribo en van Wageningen UR en uit informatie van de VWA bleek dat de knelpunten vooral in kouseband en sopropo aanwezig zijn waarbij het middel dimethoat het meest voor overschrijdingen van de normen zorgt. Besloten is om in eerste instantie de aandacht te richten op de bestrijding van bladmineerder in kouseband. In de teelt van kouseband is vooral de bladmineerder een voorname plaag en worden insecticiden in de eerste plaats hiertegen ingezet. De bladmineerders in kouseband behoren hoogstwaarschijnlijk tot de Agromyzidae, in het bijzonder de *Liriomyza* soort. In 2007 is een survey uitgevoerd om de mate van het probleem in kaart te brengen, om de bladmineerder soort te identificeren en om de mate van parasitisme en parasieten waar te nemen.

In dit verslag wordt het probleem van bladmineerders in kouseband en diverse bestrijdingsmethoden van *Liriomyza* spp. bladmineerders beschreven. Het effect van diverse bestrijdingsmethoden en middelen op de bestrijding van bladmineerders en het effect ervan op de aanwezigheid van natuurlijke parasieten wordt weergegeven. Tot slot wordt besproken in hoeverre

op basis van de beschikbare gegevens er mogelijkheden zijn voor een geïntegreerde of biologische bestrijding in kouseband.

2 Bladmineerders in Kouseband

Kouseband behoort tot de Fabaceae familie en is nauw verwant met de cowpea of ogenerwt (*Vigna unguiculata*) en behoren beide ook tot de Leguminosae. Kouseband komt origineel uit Zuid Azië maar de teelt vindt tegenwoordig wereldwijd plaats met Azië en Amerika als belangrijke teeltgebieden (USDA Plant Guide). In Suriname is Kouseband of Kowsbanti een van de belangrijkste groentegewassen en wordt in de regio's Saramacca, Lelydorp, Uitkijk en Kwatta geteeld (LVV, 2005). De eetbare peulen dienen geoogst te worden wanneer de peulen maximale lengte vertonen maar terwijl de peul nog zacht is en de zaden rijpen en uitzetten (USDA Plant Guide). De oogst begin circa 2 maanden na zaaien en wordt daarna regelmatig doorgeoogst waarbij een interval van 3 à 4 dagen gehanteerd wordt.

Normaal wordt de kouseband met een leidsysteem geteeld op bedden (Figuur 1). Bedden zijn ongeveer 3 tot 5 meter breed. Het plantverband voor kouseband is circa 1 meter tussen de rijen bij 10 cm in de rij. Per plantgat worden 2 tot 3 zaden gezaaid.



Figuur 1. Kouseband aanplant in Suriname.

Plagen die in kouseband voorkomen zijn bladluizen (*Aphididae*), kleefbijtjes (*Trigona* spp.), bladmineerder (*Agromyza* spp.), mijten, stengelboorders (*Synanthedon harti*) en *Diabrotica* spp.

(LVV, 2005). Het huidig advies voor bladmineerderbestrijding in zowel kouseband als stamslabonen is om bij geringe aantasting aangetaste delen te verwijderen en te verbranden. Om aantasting te voorkomen wordt geadviseerd om de oude aanplant op te ruimen voordat met een nieuwe aanplant gestart wordt. Bij zwaardere aantasting wordt geadviseerd om een bespuiting met Karate (Lambda – cyhalothrin) in een dosering van 1 cc/l water uit te voeren. Hierbij dient rekening gehouden te worden met een wachttijd van 7 dagen voordat kouseband geogst mag worden (LVV, 2005). In bruine boon wordt aanbevolen om of Abalone (abamectine 18ec) 1 tot 1,5 g/l met veiligheidstermijn van 3 dagen of Basudine (diazinon 60% ec) 1 tot 2 cc/l met een wachttijd van 7 dagen in te zetten. Voor bestrijding van bladmineerder in Tomaat wordt geadviseerd om Abalone (abamectine 18ec) 0.5 cc/l met veiligheidstermijn van 1 dag of Actara (thiamethoxam) 0.5 g/l met een veiligheidstermijn van 3 dagen in te zetten. In koolsoorten wordt aangeraden om of Karate (lambda-cyhalothrin) 2 cc/l met een wachttijd van 7 dagen of Basudine (diazinon 60% ec) 2 cc/l met een wachttijd van 7 dagen in te zetten.

Naast Karate worden in veel gevallen middelen op basis van dimethoat en malathion door de telers toegepast (De Putter en Van Sauers, 2006).

2.1 Bladmineerdersoorten in kouseband

Uit een survey uitgevoerd in 2006 bleek dat bladmineerder de voornaamste plaag is in de teelt van kouseband (De Putter en Van Sauers, 2006). In 2007 is een vervolg survey in Suriname uitgevoerd om te inventariseren welke mineerders en parasieten aanwezig zijn in kouseband. Uit determinatie van de soort bleek tot nu toe alleen *Liriomyza sativae* voor te komen in de diverse kouseband aanplantingen (Van Sauers, ongepubliceerde resultaten). Naast aanwezigheid in kouseband zijn ook niet nadere geïdentificeerde *Agromyza* en *Liriomyza* in tomaat, bonen, kool en bloemkool aangetroffen (LVV, 2005).

Soorten die aangetroffen zijn in *Phaseolus* of *Vigna* spp. zijn: *Liriomyza congesta*, *L. strigata*, *L. trifolii*, *L. sativae*, *L. bryoniae*, *L. huidobrensis*, *Chromatomyia horticola* (Stegmaier, 1968¹; Parella 1987²; Rauf et al., 2000²; Pitkin and Plant, 2007³).

Specifiek in kouseband zijn in Vietnam en Indonesië *Liriomyza sativae* mineerders aangetroffen (Hofsvang et al., 2005; Tran et al., 2006; Rauf et al., 2000). Door Rauf et al. (2000) werd ook *L. huidobrensis* in kouseband aangetroffen. Op andere *Vigna* soorten in Vietnam waren naast *L. sativae* ook *L. huidobrensis* en *L. bryoniae* aanwezig (Tran et al., 2006). Onderlinge verdringing van soorten is aanwezig. In tomaat werden *L. trifolii* en *L. bryoniae* populaties verdrongen door *L. sativae* populaties (Tokumaru et al., 2007). Dit leidt er toe om aan te nemen dat bij aanwezigheid van een grote populatie *L. sativae* alleen maar deze soort op kouseband aan te treffen is. Bij afwezigheid of een geringere populatie zouden andere soorten ook op kouseband kunnen voorkomen.

Vanuit Suriname zijn tot nu toe geen officiële rapportages van bladmineerder soorten. Officiële meldingen zijn er wel voor *Liriomyza sativae*, *L. huidobrensis* en *L. trifolii* vanuit het buurland Frans Guyana (EPPO). Deze meldingen leiden er toe om te veronderstellen dat deze soorten ook in Suriname aanwezig zijn.

In dit verslag wordt vooral de aandacht gericht op de soorten *L. bryoniae*, *L. huidobrensis*, *L. sativae* en *L. trifolii*.

¹ *Vigna sinensis* *L. sativae* en *L. trifolii* mineerders

² *Vigna* "broad bean" mineerders

³ *Phaseolus* mineerders

2.2 Aantasting door bladmineerders

Bladmineerders verspreiden zich in een aanplant vanaf de rand vanuit onkruiden die als waardplant dienen. Overheersende windrichting beïnvloedt de snelheid en populatie dichtheid, waarbij de meeste exemplaren het dichtst bij de oorspronkelijke bron worden aangetroffen (Parrella, 1987). In een situatie waarbij wind geen rol speelt werden bij vrouwelijke adulten vliegafstanden van 21,5 meter aangetroffen en bij manlijke adulten 18 meter per 7 dagen (Parrella, 1987).

Het seizoen kan van invloed zijn op de aanwezigheid van bladmineerder en de aantasting. Door telers in Suriname wordt ervaren dat problemen met de mineervlieg in de droge tijd duidelijk groter zijn dan in de regentijd. Tran et al. (2005b) geeft aan dat in Vietnam de mineervlieglarve *L. sativae* in grotere aantallen wordt aangetroffen in de droge tijd. Tijdens de droge tijd in Indonesië werden meer *Liriomyza* aantastingen aangetroffen in groentegewassen (Rauf et al., 2000). Tijdens de regentijd was de aantasting lager en als verklaring wordt de leeftijd van het gewas gegeven. Tijdens de vegetatieve fase neemt de populatie slechts langzaam toe en neemt snel toe met de generatieve groei van een gewas om daarna weer af te nemen als het gewas afrijpt. De generatieve fase zal dan tijdens de droge tijd plaatsvinden. In Indonesië echter werd in aardappel, broccoli en ui tegen het eind van de regentijd verhoogde niveaus van *L. huidobrensis* larven aangetroffen (Shepard et al., 1998). Naast neerslag kan temperatuur invloed hebben op de mate van aantasting. Door Weintraub (2001) wordt gerapporteerd dat in een seizoen waarbij temperaturen boven de 30°C bleven de aanwezigheid van *L. huidobrensis* in aardappel sterk terugliep in vergelijking met voorgaande seizoenen waarin lagere temperaturen werden waargenomen. In selderij werd met oplopende temperatuur tot aan 32.2°C juist een toename in aantal *L. sativae* bladmineerders en poppen per blad aangetroffen (Tryon en Poe, 1981).

In hoeverre bladmineerders in kouseband een voorkeur vertonen voor aanplantingen of type blad is niet bekend. Algemeen wordt verondersteld dat *Liriomyza* adulten het blad uitkiezen dat het meest geschikt is voor een geslaagde larve ontwikkeling. In tomaat werd verschil in gevoeligheid voor bladmineerderaantasting tussen diverse rassen aangetroffen (Schuster, 1977). In tomaat werd ook een voorkeur van *Liriomyza* voor stikstofrijke bladeren, voor bladeren van een specifieke leeftijd en voor blad midden in plant aangetroffen (Minkenberg en Ottenheim, 1990; Boot et al., 1992).

L. huidobrensis bleek een voorkeur te hebben voor jong blad en larven waren vooral in de top bladeren van aardappel aanwezig (Weintraub, 2001). *L. trifolii* bleek juist een voorkeur te vertonen voor de bladeren onderaan de aardappelplant (Dove, 1985; Facknatt, 2005). In bonen werd waargenomen dat *L. trifolii* vooral de post-cotyledon bladeren (F1) beschadigde vergeleken met andere bladeren (Vercambre en Thiery, 1985). In tomaat bleek bladmineerderaantasting door *L. bryoniae* vooral in het midden van de plant voor te komen (Ledieu en Helyer, 1985).

De schadesymptomen kunnen in 2 categorieën verdeeld worden, namelijk directe en indirecte schade (Minkenberg en Van Lenteren, 1986; Sivapragasam en Syed, 1999; Onillon, 1999). Directe schade, die ook in kouseband aangetroffen wordt, bestaat uit het feit dat de mineervlieglarve tunnels maakt in de bladeren door het wegvreten van het mesophylweefsel (Figuur 2). Door de wijze waarop de gangen door het blad lopen wordt de bladmineerder in het Sranan Tongo ook wel Skrifiman (schrijvertje) genoemd. Door het mineren wordt de fotosynthese capaciteit gereduceerd wat bij zware aantasting tot een verminderde productie kan leiden (Spencer, 1973; Parella, 1987). Door Rauf et al. (2000) wordt gesteld dat bij aantasting door *L. huidobrensis* meer opbrengstreductie te verwachten is dan bij andere *Liriomyza* soorten. Dit wordt veroorzaakt doordat *L. huidobrensis* vooral in het sponsachtig weefsel mineert waar ook de chloroplasten aanwezig zijn. Andere soorten mineren in een andere bladlaag waardoor de chloroplasten en de fotosynthese capaciteit hoger blijft. Fotosynthesecapaciteitstreductie hangt

nauw samen met het percentage weggemineerd mesophyl weefsel (Al-Kateeb en Al-Jabr, 2006). Bij een zware aantasting was de netto fotosynthese 50% van de gemeten capaciteit bij onaangetaste komkommer planten. In komkommer bleek bij deze zware aantasting de opbrengst met 70% gereduceerd te zijn. Tot 30% opbrengstreductie werd waargenomen in sugar pea (Sivapragasam en Syed, 1999). In stamslaboon werd een reductie van 20% waargenomen in geval van zware aantasting (Vercambre en Thiery, 1985). In stamslaboon werd ook waargenomen dat door *L. huidobrensis* het aantal oogsten verminderde en hierdoor opbrengstreductie aanwezig is (Rauf et al., 2000). In aardappel werd ook een eerder oogsttijdstip dan normaal aangetroffen en werd 30 tot 70% minder opbrengst waargenomen (Rauf et al., 2000). In tomaat werd bij een zware aantasting een 23% lagere klasse I opbrengst waargenomen (Ledieu en Helyer, 1985). In spinazie echter werd geen verband aangetroffen tussen aantal mijnen per 100 gram plantgewicht en aantal prikken per vierkante centimeter blad oppervlak met uiteindelijke plant gewicht (Mou, 2008). Door bladmineerder activiteit kunnen jonge plantjes compleet wegvallen (Parella, 1987). Naast het mineren prikken de vrouwelijke adulten ook blad aan voor ovipositie. Dit aanprikken kan ook tot grote schade leiden en oplopen tot 7% beschadigd bladweefsel (Spencer, 1973; Dove, 1985). In Solanacea en Cucurbitaceae worden wit uitzierende voedingsstippen aangetroffen die veroorzaakt worden door vrouwelijke adulten en die normaal gesproken geen waarneembare schade geven (EPPO, 2004a).

Indirecte schade bestaat er uit dat aangetast blad een invalspoort kan zijn voor schimmelaantasting (Spencer, 1973; Minkenberg en van Lenteren, 1986; Parella, 1987). Ook kan *L. sativae* virus zoals tabaksmozaiekvirus en sojaboonmozaiekvirus overdragen (Costa et al., 1958; EPPO data sheet *L. sativae*; Braun en Shepard, 1997). In kouseband komt het cowpea mozaiekvirus en cowpea chlorotic virus voor (LVV, 2005). In hoeverre deze virussen door mineerders overgedragen kunnen worden is onbekend. Tenslotte geeft Parella (1987) aan dat *Liriomyza* spp. quarantaine organismen zijn. Bij aanwezigheid in het product kunnen bij export planten of hun producten in quarantaine geplaatst worden en kan de export positie bedreigd worden. Tot nu toe zijn *Liriomyza* larven alleen in het blad van kouseband aangetroffen en niet in de peul. Het risico bij kouseband waar alleen de peulen verhandeld worden lijkt dan klein te zijn. Agromyzidae soorten tasten vooral blad aan maar sommige soorten tasten ook stengels, peulen en wortels aan (Spencer, 1973) zodat ook bij kouseband aanwezigheid van *Liriomyza* in de peul een theoretische mogelijkheid is.

Voor kouseband is onbekend wat de schade drempel is en is de relatie tussen aantal mijnen per blad en aantal aangetaste bladeren op opbrengst bij kouseband niet bekend. Voor tomaat is de drempel 1 actieve bladmineerder per 3 terminale bladeren of 25 mineerders per 18 bladeren (EPPO data sheet *L. sativae*). Door Ledieu en Helyer (1985) is een relatie berekend tussen het aantal mijnen en de opbrengstreductie. De formule die zij voorstellen voor het berekenen van de opbrengstreductie wanneer de vruchten in het zogenaamde marmer stadium zijn, is: Opbrengstverlies % = $0,32 \times \text{mijnen/blad} + 0,84$.

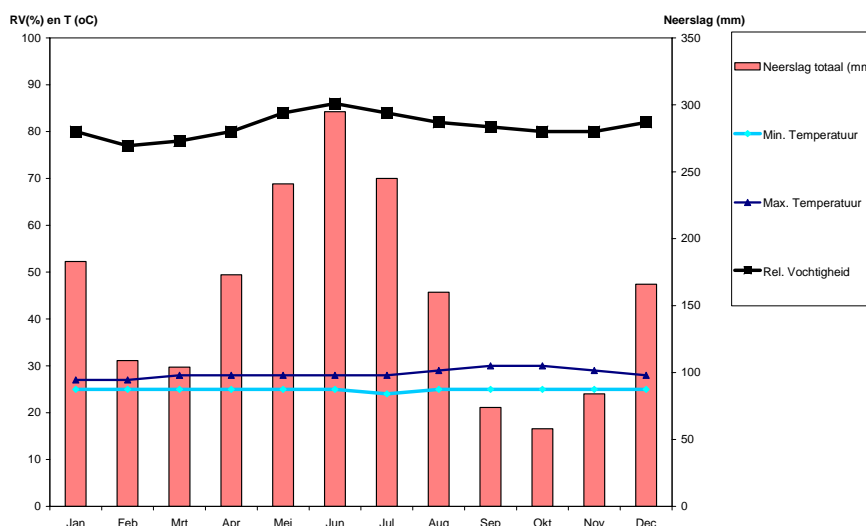
In Maleisië is in de teelt van sugar pea geprobeerd een IPM programma op te zetten. Hiermee zijn redelijk goede resultaten behaald met de volgende criteria: bij < 30% bladaantasting geen actie, bij 31 tot 50% van de bladeren aangetast dan spuiten met abamectine, en bij 50% aangetast dan spuiten met Lambda-cyhalothrin (Sivapragasam en Syed, 1999). Vergeleken met het routinematig spuiten waarbij om de 4 à 10 dagen een insecticide werd ingezet, was met toepassen van IPM de opbrengst gelijk en de winst hoger.



Figuur 2. Aantastingbeeld veroorzaakt door de bladmineerder in kousebandblad.

2.3 Klimaatomstandigheden

Suriname bevindt zich in Zuid Amerika net ten noorden van de evenaar tussen 2 tot 6 graden noorderbreedte en 54 tot 58 graden westerlengte. Het klimaat in Suriname is overwegend warm en vochtig met twee duidelijke onderscheidbare regenperioden (Figuur 3). In de maanden januari en december is de korte regentijd en in de maanden mei, juni en juli de lange regentijd. De gemiddelde temperatuur is gedurende het gehele jaar circa 25°C en de relatieve luchtvochtigheid varieert gemiddeld van 75 tot 85%.



Figuur 3. Gemiddelde neerslag, relatieve luchtvochtigheid en temperatuur geregistreerd te Nickerie.

2.4 Knelpunten in de bestrijding van plagen in kouseband

In 2006 is geïnventariseerd in welke gewassen residu overschrijdingen plaatsvinden en welke bestrijdingsmiddelen toegepast worden.

In kouseband is vooral de aanwezigheid van bladluizen en bladmineerders een reden voor telers om insecticiden in te zetten. Insecticiden die ingezet worden tegen bladmineerder zijn pyrethroiden, malathion, dimethoaat, metamidiphos en diafenthurion (De Putter en Van Sauers, 2006). Alle middelen zijn breedwerkend, met een redelijke lange veiligheidstermijn en toxisch volgens de WHO classificatie. Omdat kouseband om de 2 à 3 dagen doorgeogst wordt is het vanaf vruchtzetting in verband met de veiligheidstermijn van de diverse middelen moeilijk om dan nog insecticiden in te zetten. Dit terwijl de oogstperiode enige weken duurt en de bladmineerder dan nog behoorlijke schade kan aanrichten.

Inzet van middelen gebeurt meestal met onvoldoende kennis over het juiste tijdstip en hierdoor kan effectiviteit van het ingezette middel gering zijn (Rauf et al., 2000; Sivapragasam en Syed, 1999). In Indonesië wordt door 100% van de telers insecticiden ingezet tegen bladmineerders terwijl een groot deel van de telers aangeeft ontevreden te zijn over het resultaat (Rauf et al., 2000). Als oplossing worden de insecticiden in hogere doseringen dan aanbevolen toegediend en wordt vaker een insecticide toegepast. Ook in Maleisie worden diverse insecticiden routinematig ingezet en is slechts een klein deel van de telers tevreden met het resultaat (Sivapragasam en Syed, 1999).

Daarnaast worden door inzetten van de breedwerkende middelen natuurlijke vijanden gedood en kan het bestrijdingseffect met inzet van insecticiden negatiever uitpakken dan bij achterwege laten van een bespuiting (Johansen et al., 2003; Rauf et al., 2000; Hidrayani et al., 2005). Zeker wanneer er resistentie onder de bladmineerder is tegen het gekozen insecticide.

Tenslotte is onbekend welke bladmineerder soort aanwezig is in kouseband. Omdat de diverse middelen niet een zelfde werking vertonen tegen de verschillende soorten is het van belang om te weten welke soort voorkomt in kouseband in Suriname.

3 Beschrijving van de *Liriomyza* spp. bladmineerder

Wereldwijd zijn er meer dan 300 *Liriomyza* soorten bekend, vanwaar er slechts 23 schade veroorzaken in landbouwgewassen (Parrella, 1987). De schadelijke soorten zijn doorgaans polyfaag, wat bijzonder is voor Agromyzidae soorten. Van de 2450 geïdentificeerde Agromyzidae soorten zijn er slechts 11 echt polyfaag vanwaar er 5 tot de *Liriomyza* behoren (Parrella, 1987). Bladmineerders zijn wereldwijd aanwezig maar de meeste soorten komen in de gematigde zones voor (Spencer, 1973; Parrella, 1987). De voor de landbouw en wellicht ook voor kouseband, meest schadelijke soorten zijn *L. bryoniae*, *L. huidobrensis*, *L. sativae* en *L. trifolii*. Deze soorten zijn polyfaag en worden op verschillende waardplanten aangetroffen (Tabel 1).

Tabel 1. Waardplanten *L. sativae*, *L. huidobrensis*, *L. trifolii* en *L. bryoniae* (Spencer, 1973; EPPO datasheets; Capinara, 2004, 2005a en 2005b; Tran et al., 2006; Tokumaru et al., 2007 en Mau et al. 2007).

	<i>L. sativae</i>	<i>L. huidobrensis</i>	<i>L. trifolii</i>	<i>L. bryoniae</i>
Aardappel	+	+	+	
<i>Amaranthus</i> spp.	+	+		
<i>Aster</i> spp.	+	+	+	
Aubergines	+	+	+	+
<i>Bidens alba</i>	+		+	
Bietjes		+	+	
Bloemkool	+	+		
Broccoli	+	+		
<i>Capsicum annum</i>	+	+	+	
Chinese kool	+		+	+
Chrysanthemums		+	+	
<i>Cucurbita pepo</i>	+			+
<i>Dahlia</i> spp.	+	+	+	
<i>Dianthus</i> spp.		+	+	
Erwten	+	+	+	
Faba bonen	+	+		
<i>Gypsophila</i> spp.		+	+	
Hennep		+		
Knoflook		+	+	
Komkommer	+	+	+	+
Kool				+
<i>Lathyrus</i> spp.	+	+	+	
Luzerne	+	+	+	
Meloen	+	+	+	+
Mung bean	+	+		+
Okra	+			
<i>Phaseolus coccineus</i>			+	
<i>Phaseolus lunatus</i>	+		+	
<i>Phaseolus vulgaris</i>	+	+	+	
Prei			+	
<i>Primula</i> spp.		+		
Radijs		+		
Selderij	+	+	+	
Sla soorten	+	+	+	+
<i>Solanum americanum</i>	+			
Spinazie		+	+	
Tomaat	+	+	+	+
<i>Tropaeolum</i> spp.	+	+	+	
Ui	+	+	+	
<i>Verbena</i> spp.		+		
<i>Vigna</i> spp.	+		+	

Vigna unguiculata	+	
Wortels		+
Zinnia spp.	+	+

Bij keuze vertonen *L. bryoniae*, *L. sativae* en *L. trifolii* een voorkeur voor bepaalde plantensoorten (Tokumaru en Abe, 2005). Hierbij geeft *L. bryoniae* de voorkeur aan soja, pompoen, tomaat, aubergine, oker, chrysant en ui, *L. sativae* geeft de voorkeur aan kidney beans, aubergine (boulanger) en chrysant terwijl *L. trifolii* een voorkeur aanlegt voor kidney beans, soja, tomaat, aubergine en okra (oker).

3.1 *Liriomyza bryoniae* (Kaltenbach)

Synoniemen voor *Liriomyza bryoniae* (Kaltenbach) zijn (EPPO data sheet *Liriomyza bryoniae*):

- *Agromyza bryoniae* Kaltenbach
- *L. solani* Hering
- *L. citrulla* Rohdendorf

Engelse benamingen voor deze soort zijn (EPPO data sheet *Liriomyza bryoniae*):

- Tomato leaf miner

Door de EPPO is *L. bryoniae* op de A2 lijst geplaatst. Oorsprong van deze mineerder is gelegen in Zuid Europa en wordt inmiddels in een groot deel van de EU aangetroffen. Buiten Europa is *L. bryoniae* in slechts een paar landen gesignaleerd. Alleen uit Israel, Japan, Taiwan, Egypte Marokko en de USA zijn meldingen aanwezig.

L. bryoniae is sterk polyfaag en komt voor in diverse gewassen. Tot dusver zijn er nog geen meldingen voor aanwezigheid in planten uit de Leguminosae.

De ontwikkeling verloopt sneller bij hogere temperatuur (Tabel 2). Bij een temperatuur lager dan 8 tot 10°C en hoger dan 35 °C treedt een sterke mortaliteit op en vindt er geen noemenswaardige ontwikkeling meer plaats. Bij temperaturen hoger dan 25 graden bedraagt het larvaal stadium 5 dagen. Tussen het verschijnen van de adulten en de ovipositie is bij 25°C slechts 1 dag aanwezig.

Tabel 2. Ontwikkelingsduur voor de verschillende stadia van *L. bryoniae* op tomaat (Minkenbergr en Helderman, 1990).

Stadia	Temperatuur (°C)			
	15	20	25	19,5 (16 – 22) ¹⁾
Pre-ovipositie periode	2,5	1,6	1,1	1,8
Ei	6,1	4,2	3,0	4,0
Larve	12,3	8,5	5,0	8,1
Ei +larve	18,4	12,7	8,0	12,1
Pop	22,2	13,9	9,2	14,4
Total cyclus duur	40,6	26,6	17,2	26,5
Levensduur adult	13,6	9,0	6,6	6,9

- 1) Wisselende temperaturen met constant 22°C tussen 3.00 en 15.00 en constant 16°C tussen 17.00 en 1.00. Tussen 1.00 en 3.00 en 15.00 en 17.00 werd de temperatuur lineair veranderd.

3.2 *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard)

Synoniemen voor *Liriomyza huidobrensis* Blanchard zijn (EPPO data sheet *Liriomyza huidobrensis*):

- *Agromyza huidobrensis* Blanchard
- *L. cucumifoliae* Blanchard

- *L. langei* Frick
- *L. dianthi* Frick

Engelse benamingen voor deze soort zijn (EPPO data sheet *Liriomyza huidobrensis*):

- Pea leaf miner
- Serpentine leaf miner
- South American leaf miner
- Potato leaf miner

L. huidobrensis is door de EPPO op de A2 lijst geplaatst en wordt aanbevolen om deze mineerder als quarantaine plaag te beschouwen. Vooral in sla wordt de meeste schade aangetroffen.

L. huidobrensis is polyfaag zonder een tot nu toe waargenomen voorkeur voor een specifieke waardplant, al geeft Spencer (1973) aan dat *L. huidobrensis* voorkeur vertoont voor planten uit de *Beta* en *Pisum* families. Videla et al. (2006) geeft aan dat *L. huidobrensis* een voorkeur vertoont voor *Vicia faba* boven *Beta vulgaris*, *Solanum tuberosum*, *Phaseolus vulgaris*, *Callistephus chinensis* en *Cucurbita maxima*. De bladmineerder komt oorspronkelijk uit Centraal- en Zuid-Amerika. Meldingen zijn aanwezig vanuit de Zuid-Amerikaanse landen Argentinië, Brazilië, Chili, Columbia, Peru en Venezuela. Deze mineerder is inmiddels ook aanwezig in de EU.

Ontwikkelingsduur van *L. huidobrensis* op aardappel en boon neemt af naarmate de temperatuur hoger wordt (Tabel 3). Naast temperatuur is de duur ook afhankelijk van de waardplant (Martin et al., 2005; Onillion, 1999). Op erwt en aardappel is de ontwikkelingsduur van het larvaal stadium onder gelijke omgevingsfactoren circa 7,5 dag, en is gemiddeld 3 dagen korter dan de duur die waargenomen is bij larven in komkommer en selderijblad. De waargenomen ontwikkelingsduur in sla was 8,5 dag.

Tabel 3. Ontwikkelingsduur voor de verschillende stadia van *L. huidobrensis* op aardappel (Braun en Shepard, 1997^a) en op bonen (Lanzoni et al. 2002^b).

Stadia	Temperatuur (°C)							
	Aardappel ^a				Boon ^b			
	14,6	17,3	20,3	27	15	20	25	30
Ei	6,0	2,9	3,2	3,1	5,4	3,5	2,2	1,8
Larve	13,0	10,7	9,1	6,0	14,2	8,1	5,8	5,4
Ei +larve	19,0	13,6	12,4	9,1	19,6	11,6	8,0	7,2
Pop	21,1	11,6	7,4	8,2	24,1	10,9	8,2	- ³⁾
Totale cyclus duur					43,6	22,5	16,1	- ³⁾
Levensduur adult ¹⁾	18	23,7	19,4	n/o ²⁾				
Pre ovipositie periode	3,9	2,2	4,5	1,0				

1) Levensduur vrouwelijke adulten met aardappel/water als voedsel

2) n/o=niet geobserveerd

3) 100 % mortaliteit waargenomen

3.3 *Liriomyza sativae* (Blanchard)

Synoniemen voor *Liriomyza sativae* Blanchard zijn (EPPO data sheet *Liriomyza sativae*):

- *L. pullata* Frick
- *L. canomarginis* Frick
- *L. minitseta* Frick
- *L. munda* Frick
- *L. guytona* Freeman
- *L. propepusilla* Frost

Engelse benamingen voor deze soort zijn (EPPO data sheet *Liriomyza sativae*):

- Vegetable leaf miner
- Serpentine vegetable leaf miner
- Cabbage leaf miner
- Tomato leafminer

Liriomyza sativae is door de EPPO op de A2 quarantaine lijst geplaatst wat betekend dat de EPPO aanbeveelt om deze plaag als quarantaine organisme te beschouwen. *Liriomyza sativae* is tot nu toe nog niet aangetroffen in de EU regio. *L. sativae* komt voor op het hele Amerikaanse continent met meldingen uit Canada, USA, Mexico, en vanuit diverse Caribische eilanden. Vanuit Zuid-Amerika zijn er meldingen uit Argentinië, Brazilië, Chili, Columbia, Frans Guyana, Peru, en Venezuela. Meldingen vanuit Suriname zijn er tot dusver niet geweest.

De *L. sativae* bladmineerder is polyfaag en heeft een hele reeks aan waardplanten maar met een voorkeur voor planten uit de Cucurbitacea, Leguminosae en Solanaceae families (Capinera, 2005a, EPPO data sheet, Stegmaier, 1966).

De ontwikkeling van *L. sativae* is sterk temperatuur afhankelijk (Tabel 4). Bij een temperatuur van 40°C en hoger treedt er 100% mortaliteit op (Haghani et al., 2007). Door Hofsvang et al. (2005) werd bij 30°C een ontwikkelingsduur van 12 dagen vanaf ovipositie tot verschijnen adulten uit puparium in aangetroffen.

Tabel 4. Ontwikkelingsduur voor de verschillende stadia van *L. sativae* in komkommer (Haghani et al., 2007).

Stadia	Temperatuur (°C)				
	10	20	25	30	35
Ei	7,8	6,4	4,4	3,1	2,4
Larve	12,5	8,7	5,8	4,0	3,2
Ei + larve	20,3	15,1	10,2	7,1	5,6
Pop	19,7	11,5	10,2	6,8	3,7
Totale cyclusduur	40,4	26,6	20,6	13,5	9,3

3.4 *Liriomyza trifolii* (Burgess)

Synoniemen voor *Liriomyza trifolii* Burgess zijn (EPPO data sheet *Liriomyza trifolii*):

- *L. alliovora* Frick

Engelse benamingen voor deze soort zijn (EPPO data sheet *Liriomyza trifolii*):

- American Serpentine leaf miner
- Chrysanthemum leaf miner

Ook *L. trifolii* is door de EPPO op de A2 lijst geplaatst. *L. trifolii* komt oorspronkelijk uit Noord Amerika maar komt inmiddels wereldwijd voor. In de EU komt *L. trifolii* in de meeste landen voor. Ook in Zuid-Amerika is *L. trifolii* in meerdere landen aangetroffen. Meldingen zijn er vanuit Brazilië, Colombia, Frans Guyana, Guyana, Peru en Venezuela.

L. trifolii is een polyfage soort met een voorkeur voor waardplanten uit de Composieten familie gevolgd door Leguminosae (Minkenberg en Lenteren, 1986).

De ontwikkelingsduur van *L. trifolii* is zowel temperatuur als waarplant afhankelijk (Tabel 5).

Tabel 5. Ontwikkelingsduur voor de verschillende stadia van *L. trifolii* op tomaat (Minkenberg, 1988^a); Schuster en Patel, 1985^b) en boon (Lanzoni et al. 2002^c).

	Temperatuur (°C)	
	Tomaat	Boon ^c

Stadia	15 ^{a)}	15,6 ^{b)}	19,5 ^{a)}	20 ^{a)}	21,1 ^{b)}	25 ^{a)}	26,7 ^{b)}	32,2 ^{b)}	15	20	25	30
			16-22 ¹⁾									
Ei	6,6		3,8	3,1		2,7			6,3	3,6	2,1	1,6
Larve	10,7	10,1	8,0	7,2	7,1	4,6	4,4	3,5	14,3	6,7	4,6	3,6
Ei +larve	17,3		11,8	10,3		7,3			20,6	10,3	6,7	5,2
Pop	26,8		16,8	15,0		9,3			33,2	13,2	9,2	6,9
Total cyclus duur	44,0		28,5	24,6		16,6			53,9	23,6	16,1	12,0
Levensduur adult	6,5		7,4	14,4		5,6						
Pre-ovipositie periode	2,4		1,3	1,8		1,2						

1) Wisselende temperaturen met constant 22°C tussen 3.00 en 15.00 en constant 16°C tussen 17.00 en 1.00. Tussen 1.00 en 3.00 en 15.00 en 17.00 werd de temperatuur lineair veranderd.

3.5 Algemene Levenswijze

De levenswijze van de vier genoemde *Liriomyza* soorten is grotendeels vergelijkbaar en slechts minieme verschillen zijn aanwezig.

3.5.1 Adulten

Levensduur van adulte vliegen bedraagt ongeveer 15 tot 20 dagen voor vrouwtjes en 10 tot 15 dagen voor mannetjes (Parrella, 1987).

Volwassen *Liriomyza* vliegen komen te voorschijn uit het puparium met behulp van een ptilinum (Parrella, 1987). Volwassen mannetjes zijn in de regel kleiner dan de vrouwtjes en komen ook uit een kleiner puparium. Een groter puparium houdt meestal ook verband met een hogere energie kracht van het volwassen insect. Het te voorschijn komen neemt 5 tot 60 minuten in beslag, en tijdens dit proces kan er enige mortaliteit optreden. Zowel mannetjes als vrouwtjes komen tegelijkertijd uit het puparium en meestal is gebeurd dit in de vroege morgen (Parrella 1987). Bij *L. Bryoniae* verschijnt 30% van de mannetjes een dag eerder dan de vrouwtjes (EPPO data sheet *L. Bryoniae*). Verschil in ratio mannetjes – vrouwtjes is niet, of slechts in geringe mate aanwezig (Parrella, 1987).

Door positieve gevoeligheid voor licht klimmen de pas verschenen adulten het licht tegemoet langs een plant of tak naar boven waar ze vervolgens circa 20 minuten stil blijven zitten terwijl de vleugels en lichaam in volume toenemen. Na 20 minuten tot 2 uur is het lichaam geheel gekleurd en gevlekt.

De paring vindt meestal binnen 24 uur plaats en is sterk afhankelijk van de omgevingstemperatuur. Bij lagere temperaturen vinden minder paringen plaats. Zowel mannetjes als vrouwtjes paren meerdere malen. Voor een maximum ei productie is dit noodzakelijk. Paring kan gedurende de gehele dag plaatsvinden maar vindt meestal plaats in de vroege ochtend. Tot nu toe zijn bij bladmineerders geen sexferomonen aangetroffen. Wel bestaat er een vermoeden dat voor de korte afstand gebruik wordt gemaakt van een orgaan dat een tjiepend geluid uitbrengt.

De ovipositie (eileg) vindt plaats 24 tot 48 uur nadat het vrouwtje uitgekomen is uit puparium. Het vrouwtje begint met het aanprikken van een blad door de eilegboor loodrecht op het bladoppervlak te positioneren. Niet alle prikken worden gevolgd door ovipositie. Het aanprikken is om vast te stellen of de waardplant geschikt is maar is ook om proteïnen op te nemen die de eivorming stimuleert en om koolhydraten op te nemen (Spencer, 1973). Door een rij snelle prikken wordt het oppervlak aangevoeld en doorgeprikd waarna vervolgens door een langzamere beweging de mesophyl cellen worden beschadigd. Dit vindt plaats op een zodanige manier dat er twee typen prikken of gaten onderscheiden kunnen worden. Het eerste type is de ventilatorvorm waarbij het achterlijf bewogen wordt van de ene zijde naar de andere zijde en het tweede type is de buisvorm waarbij geen achterlijf beweging heeft plaatsgevonden. Eieren worden alleen afgezet

in de buisvormige gaten en fouragering vindt altijd plaats bij beide types (Bethke en Parrella, 1985).

Vooraf in de ochtend vindt ovipositie en fourageren plaats en de frequentie hangt nauw samen met temperatuur (Parrella, 1987). In de avond wordt weinig activiteit meer waargenomen. Voorkeur voor waardplant is aanwezig waarbij inhoudsstoffen en voedingswaarde van invloed zijn op de voorkeur. Per waardplantsoort is het waargenomen gedrag gelijk. Bij *L. trifolii* en *L. sativae* is respectievelijk een sterke voorkeur voor selderij en tomaat waargenomen. Tokumaru en Abe (2005) vonden een preferentie voor verschillende waardplanten per *Liriomyza* soort. *L. huidobrensis* gaf bij keuze tussen erwt, selderij, aardappel, komkommer, sla en Gai lan een voorkeur voor ovipositie op komkommer en Gai lan te zien (Martin et al., 2005). In een veld situatie werd een hoger aantal eieren per vierkante cm in erwt en sla aangetroffen vergeleken met de hoeveelheid die aangetroffen werd op de andere gewassen. Een negatieve relatie tussen de epidermisdikte en een positieve relatie met vochtgehalte van het blad en dichtheid van het pallisade en spons weefsel met voedingspatroon en ovipositie van *L. huidobrensis* is aanwezig (Wei et al., 2000). Deze relaties kunnen een oorzaak zijn van voorkeur van *L. huidobrensis* voor Brassica's en Leguminosae gewassen, bij keuzemogelijkheid.

Door Zhao en Kang (2003) werd aangetoond dat ook geur een sterke rol speelt bij waardplant voorkeur. In een gedragstudie werden geuren van verschillende planten tegelijk aangeboden aan *Liriomyza sativae* adulten. Hierbij was steeds de geur van al bekende waardplanten samen met de geur van een plant waar *L. sativae* geen voorkeur voor vertoont, aanwezig. Zowel vrouwelijke als manlijke adulten bleken in deze proef aangetrokken te worden door de geur van tomaat en boon. De aanbeveling uit dit onderzoek is om te proberen de geur te verstoren waardoor *L. sativae* adulten de waardplant niet meer kunnen vinden.

Daarnaast bleek *L. trifolii* bij ovipositie en voedingsgedrag een voorkeur te vertonen voor stikstofrijk blad (Minkenberg en Ottenheim, 1990; Kaneshiro en Johnson, 1996).

Het aantal afgezette eieren per vrouwtje is waardplant afhankelijk, temperatuursafhankelijk en soort afhankelijk (Verelst, 2004). Bij 15°C worden beduidend minder eieren afgezet dan bij 25°C. Het gemiddeld aantal afgezette eieren per adult vrouwtje bij 25°C bedraagt bij *L. bryoniae* 163, bij *L. trifolii* 59 en bij 27°C bij *L. huidobrensis* 21.

3.5.2 Ei stadium

Eieren worden bij *L. bryoniae* meestal in de bovenkant van een blad afgezet. Elk ei prik bevat slechts een ei (EPPO datasheet *L. bryoniae*). Wel kunnen eieren in de directe nabijheid van elkaar afgezet worden (Parrella, 1987). Afhankelijk van de waardplant en de *Liriomyza* soort varieert de ontwikkelingsduur van het ei stadium. Na uitkomen begint de larve direct het mesophyl weefsel te mineren.

3.5.3 Larvaal stadium

Parrella (1987) beschrijft dat er vier larvale stadia te onderscheiden zijn en dat er vier vervellingen plaatsvinden. Het vierde stadium is kort en wordt zelden besproken. Het stadium vindt plaats tussen puparium vorming en verpopping. De duur van het gehele larvale stadium hangt nauw samen met temperatuur en waardplant. Maar ook de leeftijd van het blad waarin een ei is afgezet, stikstofgehalte van een blad en de positie van het blad aan een plant beïnvloeden de duur (Parrella, 1987; Minkenberg en Ottenheim, 1990; Kaneshiro en Johnson, 1996).

Indien een blad geen voeding meer oplevert kan de larve zich via de stengel zich naar een ander blad verplaatsen. *Liriomyza* soorten vertonen een voorkeur voor bladweefsel (Parrella, 1987). *L. trifolii* wordt voornamelijk in het palissade mesophyl weefsel aangetroffen terwijl *L. huidobrensis* in het sponsachtig mesophyl weefsel wordt aangetroffen. Voortbewegen doen de larven door peristaltische bewegingen van het hydrostatisch skelet.

Gedurende de ontwikkeling neemt de larve in gewicht toe, neemt de diameter van de mijngang toe en neemt de snelheid van mineren toe.

Voor het verpoppen snijdt de larve zichzelf uit het blad en laat zich op de grond vallen. Een lege mijn is duidelijk te herkennen aan de sikkelvormige snede aan het uiteinde of dicht bij het uiteinde van een mijn. Slechts in een paar gevallen verpopt de larve zich op de plant maar dit gebeurt meestal alleen bij planten met sterk gekruld blad waardoor de larve zich moeilijk op de grond kan laten vallen. Om te verpoppen verlaten de larven het blad meestal gedurende de eerste morgenuren (Parrella, 1987).

3.5.4 Pop stadium

In een groot deel van de gevallen vindt de verpopping plaats in de bodem nadat de larve zich uit het blad heeft laten vallen (EPPO data sheets; Parrella, 1987). De duur van het popstadium hangt nauw samen met de temperatuur. Waardplanten zijn niet van invloed op de duur van het pop stadium.

3.6 Identificatie van Adulten

Liriomyza soorten lijken sterk op elkaar en tussen de 4 belangrijke soorten zijn slechts minieme verschillen aanwezig. Identificatie van vrouwelijke adulten kan dan alleen tot op de groep *L. bryoniae* en *L. huidobrensis* tegenover de groep *L. sativae* en *L. trifolii* gebeuren (Kox et al., 2005). Identificatie van manlijke adulten is mogelijk op basis van genitalia kenmerken (Kox et al., 2005). In Appendix I zijn de beschrijvingen voor *L. Bryoniae*, *L. huidobrensis*, *L. sativae* en *L. trifolii* door Spencer (1973) weergegeven. De EPPO datasheets geven de zelfde beschrijving voor zowel *L. trifolii*, *L. sativae* en *L. huidobrensis*: "De adult is klein grijs zwart compact en 1,3 tot 2,3 lichaamslengte en 1,3 tot 2,3 mm in vleugel spanwijdte. Vrouwelijke adulten zijn iets groter dan de manlijke adulten".

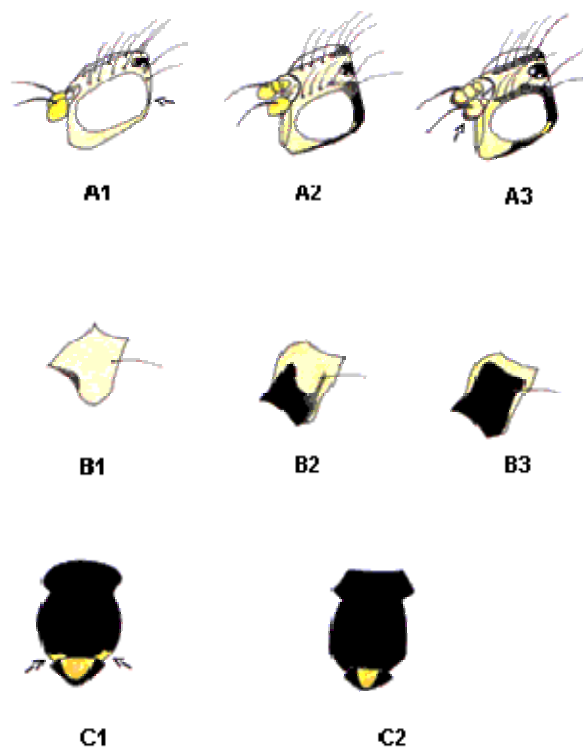
Over het algemeen zijn adulte exemplaren van *L. sativae* geel-zwart van kleur en is de aanwezigheid van het helder zwarte mesonotum en de zwarte rand achter de ogen duidelijk verschillend van *L. trifolii*. Bij *L. trifolii* is de rand achter de ogen geel. Daarnaast heeft *L. sativae* ook gele femora terwijl dit bij *L. trifolii* donker van kleur is. *L. sativae* is ook onderscheidbaar van *L. huidobrensis* doordat de vleugellengte kleiner is. Bij *L. sativae* is de vleugellengte bij mannetjes gemiddeld 1.3 mm en bij vrouwtjes gemiddeld 1.5 mm. Bij *L. huidobrensis* is dit respectievelijk 1.7 en 2.25 mm. *L. huidobrensis* is door zijn grotere lichaamsbouw en meestal donkere verschijning te onderscheiden van *L. trifolii* en *L. sativae*. Ook is de discal cel in de vleugel groter en is distale sectie van de M3+4 ader relatief korter. Verder is bij *L. huidobrensis* het femora donkerder van kleur vergeleken met de gele kleur bij *L. sativae* en in minder mate bij *L. trifolii* (Steck, 2006)

Door de EPPO wordt voor de identificatie van *L. sativae*, *L. huidobrensis* en *L. trifolii* een vereenvoudigde determinatie sleutel gegeven (Tabel 6).

Tabel 6. Eenvoudige determinatie sleutel voor onderscheiden van *Liriomyza* spp. (EPPO data sheets 2004, 2005a en 2005b).

1.	Scutellum helder-geel.....2 Scutellum zwart..... <i>Amauromyza maculosa</i>
2.	Binnenste setae normaal staand op gele ondergrond; prescutum en scutum zwart met grijze glans..... <i>Liriomyza trifolii</i> Buitenste verticale setae staand op zwart; prescutum en scutum schijnend zwart3
3.	Binnenste verticale setea gewoonlijk staand op een donkere ondergrond; Geel gemengd met zwart..... <i>Liriomyza huidobrensis</i> Binnenste verticale setea gewoonlijk staand op een gele ondergrond; <i>Liriomyza sativae</i>

Door Weintraub (2002) worden in figuur 4 verschillen in kleur tussen *L. huidobrensis* en *L. trifolii* aangegeven.



Figuur 4. Verschillen in kleur tussen *L. huidobrensis* en *L. trifolii* (Weintraub, 2002).

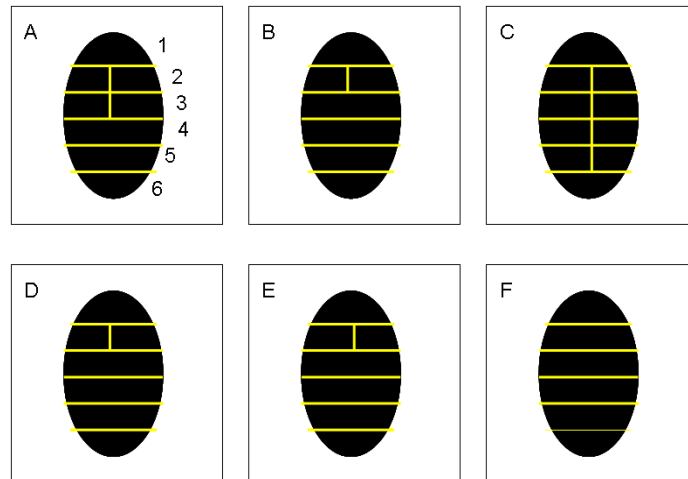
- A1, B1, C1 - *L. trifolii*.
- A2-3, B2-3, C2 - *L. huidobrensis*.
- A. Kop van de vlieg met achtergrond kleur
- B. Lichaam zijkant (mesopleuron)
- C. Achterzijde (mesonotum and scutellum).

Morfologische eigenschappen worden door de EPPO (2005) weergegeven als volgt in tabel 7.

Tabel 7. Morfologische eigenschappen van *Liriomyza* spp. adulten (EPPO 2005).

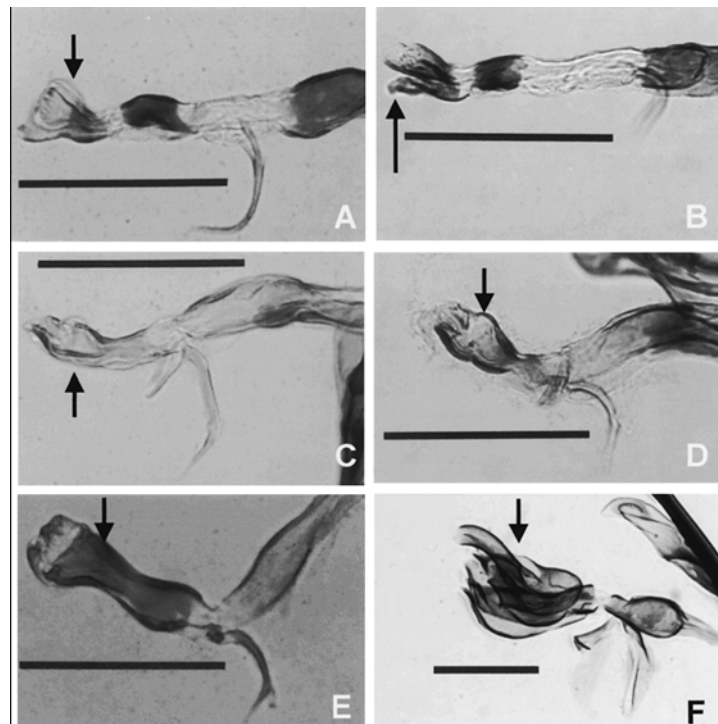
	<i>L. bryoniae</i>	<i>L. huidobrensis</i>	<i>L. sativae</i>	<i>L. trifolii</i>
Manlijke distiphallus	Twee distale uitstulpingen, rand cirkelvormig	Twee distale uitstulpingen, raken elkaar aan rand	Een distale uitstulping met een lichte scheiding tussen onderste en bovenste helft	Een distale uitstulping met duidelijk onderscheidbare bovenste en onderste helft
Verticale setea	Beide verticale setea op gele ondergrond	Beide verticale setea op zwarte ondergrond	Buitenste verticale setea op zwarte ondergrond dat ook net de binnenste verticale setea kan bereiken die anders op geel is.	Beide verticale setea op gele ondergrond.
Anepisternum	Overheersend geel, klein zwarte markering op voorzijde onderaan zijkant	Geel met variabele zwart patroon over het algemeen driekwart onderaan	Overheersend geel, met donker gebied variërend van grootte en vorm vanaf een smalle streep op het onderste deel tot een vlek over het gehele onderste deel geheel op de voorzijde tot toesluitend naar het achterste deel.	Geel, met een klein zwart/grijze markering op de onderste voorzijde
Vein Cu 1 A 3rd antenne segment	a is 2 x lengte b Klein, geel	a is 2 – 2,5 x lengte b iets vergroot en meestal donker	a is 3 – 4 x lengte b Klein, geel	a is 3 – 4 x lengte b Klein, geel
Frons & orbits	Frons helder geel, orbits iets bleker	Frons geel, algemeen meer oranje dan bleek citroen geel. Opper orbits iets donkerder tenminste tot boven orbits	Frons en orbits helder geel	Frons en orbits geel met iets bruine strepen
Femur	Helder geel met wat bruine strepen	Geel, variabel donker met zwarte strepen	Helder geel	Soms geel
Mesonotum	Zwart, grotendeels glanzend maar met een duidelijke matte ondertoon	Zwart, mat	Zwart, glanzend	Mat zwart met grijze ondertoon
Vleugel lengte	1,75 – 2,1 mm	1,7 – 2,25 mm	1,3 – 1,7 mm	1,3 – 1,7 mm

Shiao (2004) geeft aan dat *L. sativae*, *L. bryoniae*, *L. trifolii* en *L. huidobrensis* ook gedeeltelijk op basis van het abdomen kleurpatroon onderscheiden kunnen worden (Figuur 5). Hierbij blijkt dat bij *L. sativae* en *L. huidobrensis* alleen de 2^e zichtbare tergite door een gele streep onderbroken wordt. Bij *L. bryoniae* worden zowel de 2^e en 3^e zichtbare tergite door een gele streep onderbroken, terwijl bij *L. trifolii* de 2^e tot en met 5^e tergite onderbroken wordt.

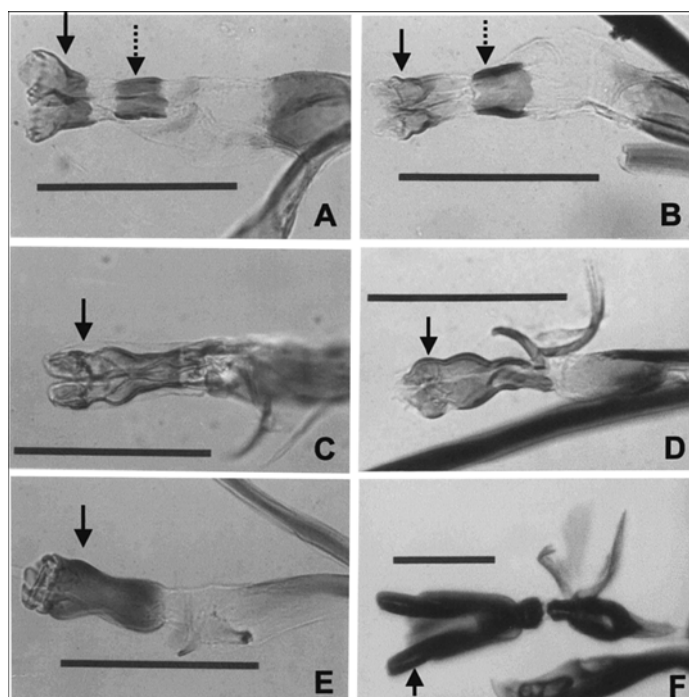


Figuur 5. Abdominal kleur patronen diagram van 6 *Liriomyza* soorten. A: *L. bryoniae*; B: *L. huidobrensis*; C: *L. trifolii*; D: *L. sativae*; E: *L. brassicae*; F: *L. chinensis* (Shiao, 2004).

Manlijke exemplaren zijn te determineren op basis van distiphallus kenmerken met de weergegeven sleutel in tabel 8. Ook Shiao (2004) geeft een methode voor het determineren van *Liriomyza* soorten basis van distiphallus kenmerken. Door Shiao worden foto's gepresenteerd die kunnen dienen om de soorten te identificeren (Figuren 6 en 7).



Figuur 6. Foto's van de fallussen van 6 *Liriomyza* soorten, Lateraal beeld. A: *L. bryoniae*; B: *L. huidobrensis*; C: *L. trifolii*; D: *L. sativae*; E: *L. brassicae*; F: *L. chinensis*. De pijlen markeren de distiphallus. Lijn geeft lengte aan van 0.1 mm (Shiao, 2004).



Figuur 7. Foto's van de fallussen van 6 *Liriomyza* soorten, Ventraal beeld. A: *L. bryoniae*; B: *L. huidobrensis*; C: *L. trifolii*; D: *L. sativae*; E: *L. brassicae*; F: *L. chinensis*. De pijlen markeren de distiphallus. Stippelijnen markeren de mesophallus bij *L. bryoniae* en *L. huidobrensis*. Lijn geeft lengte aan van 0.1 mm (Shiao, 2004).

Tabel 8. Determinatie sleutel voor identificatie van *Liriomyza* spp. op basis van de distiphallus (EPP0, 2005).

1 Met 1 distale uitstulping	2
Met een paar distale uitstulpingen	3
2 Met duidelijke scheiding tussen apicale en basale deel van de uitstulping: basaal gedeelte sterk gekromd	<i>L. trifolii</i>
Met een lichte scheiding tussen apicale en basaal deel: basaal gedeelte niet sterk gekromd	<i>L. sativae</i>
3 Met cirkelvormige uitstulping rand (niet vooraan - ventraal uitgetrokken), gelijkmatig gesclerotiseerd	<i>L. bryoniae</i>
Met spiraalvormige uitstulping rand (vooraan - ventraal uitgetrokken), sterk gesclerotiseerd	4
4 Met uitstulpingen rakend in het midden met alleen de rand	<i>L. huidobrensis</i>
Met uitstulpingen rakend in het midden vanaf de rand tot de basis	<i>L. strigata</i>

Naast determineren op morfologische eigenschappen is het mogelijk om zowel de manlijke als vrouwelijke adulten te identificeren met behulp van PCR-RFLP analyse (EPP0, 2005; Kox et al., 2005).

4 Bestrijdingsmethoden van *Liriomyza* spp. bladmineerders

Bestrijding van bladmineerders is niet gemakkelijk doordat de larven in het bladweefsel aanwezig zijn, en beschermd zijn tegen directe blootstelling aan bestrijdingsmiddelen (Spencer, 1973; Salvo en Valladares, 2007). Wereldwijd worden vooral insecticiden ingezet om het blad te beschermen tegen beschadiging door bladmineerders (Capinara, 2005b; EPPO datasheet). Inzetten van insecticiden leiden niet altijd tot gewenste bestrijdingsresultaten. In de eerste plaats kunnen *Liriomyza* soorten snel resistent worden tegen insecticiden (EPPO datasheets; Parrella, 1987). Afwisselen van insecticiden uit verschillende groepen is dan ook noodzakelijk (Minkenberg en Van Lenteren, 1986). In de tweede plaats worden meestal ook natuurlijke vijanden gedood door het toepassen van insecticiden. Mau et al. (2007) geeft aan dat inzetten van ineffectieve insecticiden verspilde moeite is en er zelfs toe kan leiden dat het probleem toeneemt omdat het in de meeste gevallen de parasieten doodt die de plaag nog enigszins onder controle had.

Naast bestrijding met insecticiden kunnen ook biologische middelen en maatregelen ingezet worden. Het toepassen van cultuurmaatregelen zoals verwijderen van aangetast blad, mulches, onkruid verwijdering en inzet van gele plakvallen leidt echter niet tot een doeltreffende bestrijding (Minkenberg en Van Lenteren, 1986). Biologische bestrijding met inzet van natuurlijke vijanden kan goede resultaten opleveren (Johnson et al., 1980; Vercambre en Thiery, 1985; Minkenberg en Van Lenteren, 1986) mits er geen insecticiden ingezet worden die de natuurlijk vijanden niet doden of de bladmineerder populaties zodanig reduceren waardoor natuurlijke vijanden niet kunnen overleven. In de Nederlandse kastuinbouw wordt voornamelijk gewerkt met inzet van natuurlijke vijanden waarbij parasitaire wespen een belangrijke rol spelen.

Naast natuurlijke vijanden kunnen ook insect parasitaire nematoden ingezet worden of biociden met een insecticide werking gemaakt van plantenextracten. De laatste middelen kunnen echter ook een negatieve invloed vertonen op natuurlijke vijanden.

Tenslotte zijn bladmineerders met de meststof kalkcyanamide te bestrijden. Naast een bemestende werking heeft deze stof ook een onkruid onderdrukkende werking en een bodemschimmeldodende werking. Het bestrijdend effect van deze stof op de bladmineervlieg berust op de dodende werking van de aanwezige mineervlieg poppen in de grond.

4.1 Insecticide toepassing

Verschillende insecticiden uit diverse groepen zijn effectief voor bestrijding van *Liriomyza* spp. bladmineerder (Tabel 9). Resistentie van bladmineerders tegen insecticiden uit de carbamaten, organische fosfor verbindingen en pyrethroiden is aanwezig, terwijl de parasieten door de over het algemeen breedwerkende middelen uit deze groepen gedecimeerd worden (Salvo en Valladares, 2007). In de meeste gevallen zijn goed werkende insecticiden tegen bladmineerder larven systemisch of translaminair (Civelek en Weintraub, 2003). Insecticiden die niet door het blad opgenomen worden zijn in de regel ineffectief (Weintraub en Horowitz, 1999).

Effectieve middelen zijn onder andere middelen op basis van de werkzame stoffen abamectine (o.a. Vertimec, Abalone), cyromazine (o.a. Trigard 75% WP) en spinosad (o.a. Tracer) (Civelek and Weintraub, 2004; EPPO, 2004). Door de EPPO (2004a en 2004b) wordt voor bestrijding van bladmineerder larven in Solanacea en Cucurbitaceae gewassen in kassen de middelen abamectine, alpha-cypermethrin, cyromazine, methomyl, oxamyl, thiacloprid en triazophos aangeraden. Voor bestrijding van adulten de middelen cypermethrin, deltamethrin en nicotine.

Inzet van insecticiden in de praktijk blijkt niet altijd juist te gebeuren en ook door resistentie is de effectiviteit in veel gevallen laag (Tran et al., 2005b; Rauf et al., 2000). Telers passen twee maal per week insecticiden toe, maar merken zelf al op dat de middelen niet werken en de inzet ervan niet winstgevend is. Naast de keuze voor een effectief insecticide is het van belang om het middel op een juiste manier op het gewas aan te brengen (Blümel et al., 1999). Bij onjuiste toediening wordt het bestrijdingseffect gereduceerd.

Tabel 9. Insecticiden getoetst op bestrijding van *Liriomyza* spp. bladmineerder.

Werkzame stof	Groep	Werking	Soort	Referentie
Abamectine	Avermectine	Larve	<i>L. huidobrensis</i> , <i>L. trifolii</i> , <i>L. bryoniae</i>	Schuster en Taylor, 1987; Syngenta productblad
Chlothianidin	Chloornicotine	Larve	<i>L. trifolii</i> , <i>L. bryoniae</i>	Tokumaru et al., 2005
Thiamethoxam	Chloornicotine	Larve	<i>L. bryoniae</i>	Tokumaru et al., 2005
Imidacloprid	Chloornicotine	Twijfelachtig		
Dimethoaat	Organische fosforverbinding	Larve/Adult	<i>Liriomyza sativae</i>	Spencer, 1973
Malathion	Organische fosforverbinding	Larve	<i>Liriomyza bryoniae</i>	Spencer, 1973
Fipronil	Fiprolen	Onbekend	<i>C. horticola</i>	Saito, 2004
Lambda cyhalothrin	Pyrethroïde	Larve/Adult	<i>L. huidobrensis</i>	Luyten, 2003
Spinosad	Spinosyne	Larve	<i>L. huidobrensis</i>	Bueno et al., 2007;
			<i>L. sativae</i> , <i>L. trifolii</i> , <i>L. bryoniae</i>	Tokumaru et al., 2005
Cyromazine	Triazine	Larve	<i>L. huidobrensis</i> , <i>L. trifolii</i> , <i>L. bryoniae</i>	Tokumaru et al., 2005
			<i>L. sativae</i> , <i>L. trifolii</i> , <i>L. bryoniae</i>	

Tabel 10. Kenmerken van insecticiden met een bewezen of vermoedelijke werking ter bestrijding van *Liriomyza* spp.

Werkzame stof	Merknaam	Geadviseerde dose	Wachttijd (dagen-gewas)	Overige plaaginsecten	Referentie
Avermectine					
Abamectine	Vertimec 18 EC	0.50 ml/l	14 in kasbladgroenten 3 in kasvruchtgroenten	Spint, trips, zuigende insecten, Colorado kevers	Syngenta productblad, Pesticide manual
	Agrimek 15 EC	591 – 1183 ml/ha 0,62 ml/l	7 in sla en selderij		UC IPM online Label USA
Carbamaten					
Methomyl	Lannate 2.4 LV	0,225 – 0,45 lb/acre	3 in courgette en kasvruchtgroenten 7 in meloen	Breedwerkend tegen Lepidoptera, Hemiptera, Homoptera, Diptera, Coleoptera en spint	The Pesticide Manual Gewasbeschermingsgids
Oxamyl	Vydate L 2 WS	0.5 – 1 lb/acre	7 dagen	Alle kauwende en zuigende insecten, ook bodeminsecten, spint, nematoden,	The Pesticide Manual
Fiprolen					
Fipronil	Mundial	50 – 150 g a.i./ha	7 – 14 dagen in brassica's	Thrips, koolmot, aardvlo, larven van diverse Agriotes spp.	JMPR report Fipronil BASF technical report The Pesticide Manual

Tabel 10. Kenmerken van insecticiden met een bewezen of vermoedelijke werking ter bestrijding van *Liriomyza* spp. (Vervolg)

Organische fosfor verbindingen					
Dimethoaat	Divers	400 g/l	21 dagen in brassica, sla, wortel, ui	Breedwerkend tegen Aphidae, Aleyrodidae, Coccidae, Coleoptera, Collembola, Diptera, Lepidoptera, Pseudococcidae en Thysanoptera	The Pesticide manual Gewasbeschermingsgids
Malathion	Divers		10 tot 14 in kleinfruit en kasteelten. 3 in kasvruchtgroenten	Breedwerkend tegen Lepidoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Diptera, Coleoptera	The Pesticide manual Gewasbeschermingsgids
Neo- of chloornicotinen					
Imidacloprid	Admire	517 – 591 ml/ha	21 dagen in kouseband	Luizen, thrips, aardvlo, kevers, wittevlug	Bayer product label USA
Thiacloprid	Calypso 480 F	480 g/l 0.45 ml/l	1 dag kasvruchtgroenten	Luizen, thrips, wittevlug, Lepidoptera mineerders	Bayer Product sheet NI Gewasbeschermingsgids
Chlothianidin	Poncho 600		zaadbehandeling	Aardvlo, luis, wants	Bayer label USA
	Clutch 50 WDG	1 – 1.5 oz/acre	14 dagen		
Thiamethoxam	Actara 25WG	3 – 5.5 floz/acre	7 dagen	Bladluis, thrips, aardvlo, wittevlug, bladmineerder	Syngenta label USA
	Platinum 2SC	5 – 11 floz/acre	30 dagen		
Nereistoxinen					
Cartap	500 g/kg SP Padan	4g/l	7 dagen in tomaat en aardappel	Coleoptera, Lepidoptera	The Pesticide Manual RT Chemicals Label RSA
Pyrethroiden					
Lambda – cyhalothrin	Karate 100 EC	100 g/l 0.05 ml/l	7 dagen	Luizen, rupsen, thrips, aardvlooiën, wantsen, preimot, bladrandkever, erwtenpeulboorder	Syngenta productblad Gewasbeschermingsgids
Spinosynen					
Spinosad	Success 2 SC (22%)	296 – 591 ml/ha	0 in sla; 1 in selderij	Lepidoptera, thrips, vliegen, kevers,	UC IPM online The Pesticide Manual
	Spintor/ Success 2 SC (22%)	443 – 740 ml/ha	3 in kouseband	Rups, bladrollers, thrips, kevers, stengelboorders, koolmotrups	Dow Agrosience label in USA
	Tracer 480 g/l SC	96 g a.i./ha	?	Diabrotica speciosa, Thrips (Frankliniella schultzei)	Bueno et al., 2007
Tetronic zuur verbinding					
Spiromesifen	Oberon 240 SC, Forbid 4F	240 g/l	1 dag in kasvruchtgroenten	Spint, wittevlug	Bayer productblad NL

Tabel 10. Kenmerken van insecticiden met een bewezen of vermoedelijke werking ter bestrijding van *Liriomyza* spp. (Vervolg)

Triazinen (IGR)				
Cyromazine	Trigard 100 g/l SL	0.1 ml/l	1 in kasvruchtgroenten	Syngenta productblad The Pesticide Manual
	Trigard 100 g/l SL	0.85 ml/l	2 weken in kasbladgroenten	Diptera larven Verelst, 2004.
	Trigard 100 g/l SL	0.188 kg/ha	7 in sla en selderij	UC IPM online
	Cyromazine 750 g/kg WP	0,15 – 0,2 g/l	3 dagen in groene boon en tomaat	RT chemicals label RSA

Bij toepassing van bestrijdingsmiddelen dient rekening gehouden te worden met effect op parasieten en veiligheidstermijn in verband met residu aanwezigheid. Voordat een insecticide toegepast wordt is het aan te bevelen om eerst het effect van dit middel op het parasitaire complex te toetsten (Trumble, 1985). Insecticiden kunnen zowel direct als indirect invloed hebben op de parasieten (Blümel et al., 1999). Directe invloed is door direct contact van het middel met de parasiet of door opname via de beoogde gastheer waardoor de parasiet gedood wordt. Indirecte invloed is aanwezig doordat het insecticide de levensduur, reproductiviteit, parasitisme, ei vitaliteit, ovipositie en sex-ratio negatief kan beïnvloeden. Naast deze effecten zijn er ook secundaire invloeden waarbij onder ander insecticide gebruik er voor zorgt dat de parasiet geen voedselbron meer heeft en hierdoor de populatie afneemt (Blümel et al. 1999). Voor het testen van het effect van insecticiden op parasieten kan men een drie trapssysteem kiezen. Dit systeem wordt door Blümel et al. (1999) beschreven. In de eerste stap worden parasieten in laboratorium proeven direct blootgesteld worden aan insecticiden residuen. Hierbij wordt een gedroogd pesticide residu op glas of zand aangebracht en vervolgens wordt waargenomen hoe lang het insect hierop blijft leven. Ook wordt gekeken hoe lang een residu toxisch blijft door op verschillende tijdstippen na het aanbrengen van residu op een oppervlak de insecten op het residu te plaatsen. Daarnaast wordt in een laboratorium test beoogde waardplanten met bladeren geïnfecteerd met de beoogde gastheer, bespoten en op verschillende tijdstippen van de plant gehaald waarop vervolgens het insect wordt geplaatst. Indien hierbij mortaliteit optreedt, kan men verder toetsen in semi-veldomstandigheden waarbij de veldomstandigheden in kassenproeven worden nagebootst. Wanneer hierbij ook mortaliteit optreedt wordt onder praktijkomstandigheden het insecticide effect op de parasiet getoetst. Door de IOBCwprs werkgroep pesticiden en nuttige insecten zijn op deze wijze diverse insecticiden getoetst op hun direct effect op parasieten (Blümel et al., 1999). Organische fosfor verbindingen bleken hierbij in de regel een direct negatief effect op parasieten te bezitten. Carbamaten gaven een negatief effect te zien bij direct contact maar in minder mate bij indirect contact. Pyrethroiden bleken sterk negatief te werken zowel bij direct als indirect contact en vertoonden een lange nawerking. Insecten groei regulatoren zoals diflubenzuron en cyromazine vertoonden geen negatief effect. Abamectine gaf een matig negatief effect te zien. Fungiciden gaven weinig negatieve effecten te zien.

Dat toedienen van insecticiden effect heeft op parasitisme van *Liriomyza* spp. bleek in kaskomkommer waar in niet gespoten objecten 30 tot 60% parasitisme aangetroffen werd terwijl dit percentage bij toepassen van insecticiden was gereduceerd tot 10 à 15 % (Fathipour et al., 2006). Diverse onderzoeken hebben negatieve effecten van specifieke insecticiden op parasieten aangetoond (Trumble, 1985; Tran et al., 2005; Prijono et al., 2004).

Door Koppert en Biobest, twee bedrijven gespecialiseerd in toelevering van natuurlijke vijanden aan tuinbouwbedrijven, worden de tot nu toe bekende neveneffecten van diverse bestrijdingsmiddelen op een heel scala van parasieten weergegeven op hun websites. Tabel 11 geeft een overzicht weer van de neveneffecten van diverse insecticiden op de parasieten

Diglyphus isaea, *Dacnusa siberica*, *Opius* spp. en op de entomofage nematode *Steinernema feltiae*.

Tabel 11. Neven effect van insecticiden op *Opius* spp., *Dacnusa siberica* en *Diglyphus isaea* en *Steinernema feltiae*.

Werkzame stof	Biobest ²⁾			Koppert ²⁾			
	<i>D. siberica</i> en <i>D. isaea</i>		Nawerking (weken)	<i>Opius</i> spp., <i>D. siberica</i> en <i>D. isaea</i>		<i>S. feltiae</i>	
	Larven ³⁾	Adulten ³⁾		Adulten capaciteits reductie	Nawerking (dagen)	Adulten capaciteits reductie	Nawerking (dagen)
Abamectine	2	4	1	> 75%	2 – 3	< 25%	0
Acetamiprid	3	3	?	?	?	?	?
Azadirachtine	1	1	?	50-75%	?	< 25%	0
Cyfluthrin	4	4	> 8	> 75%	8 – 12	25 – 50%	?
Cyromazine	1	2	?	< 25%	0	< 25%	0
Diafenthiuron	1	?	?	< 25%	0	-	-
Dimethoat	3	4	?	50-75%	?	25 – 50%	?
Fipronil	4	4	?	?	?	-	-
Imidacloprid	4	4	?	> 75%	2	< 25%	0
L - cyhalothrin	4	4	>8	> 75%	8 – 12	< 25%	0
Malathion	4	3	>8	> 75%	8 – 12	< 25%	0
Methomyl	4	4	?	> 75%	8 – 12	> 75%	0
Pyriproxifen	1	1	?	< 25%	0	-	-
Spinosad	3	3	?	?	?	-	-
Thiacloprid	3	2	?	?	?	-	-
Thiamethoxam	?	?	?	< 25%	0	-	-

1) Bron Biobest en Koppert website

2) 1 = Onschadelijk, 2 = Licht schadelijk, 3 = Matig schadelijk, 4 = Schadelijk, ? = Onbekend.

4.1.1 Effect van diverse insecticiden op *Liriomyza* spp. bladmineerder en parasieten van *Liriomyza* spp.

4.1.1.1 Avermectinen

Abamectine (Syngenta) behoort tot de zogenaamde *Macrorides* insecticiden en heeft een EPA classificatie IV. De werkzame stof abamectine wordt verkregen uit het bodemorganisme *Streptomyces avermitilis* (The Pesticide Manual, 2000). Abamectine is werkzaam door contact en maagwerking. Het middel werkt verlamdend op het insect door het stimuleren van vrijkomen van γ -aminobutric zuur, dat de neurotransmissie tegengaat (The pesticide manual, 2000). Abamectine heeft geen systemische werking maar heeft een enigszins translaminare werking en geeft een maximale bestrijding 3 tot 5 dagen na toepassing (Syngenta product blad). Merknamen voor middelen op basis van abamectine zijn onder andere Vertimec, Avid, Agrimek, Dynamec en Avermectin. Abamectine bestrijdt alle bewegende stadia van mijten en larvale stadia van mineervliegen en trips. De werking berust op direct contact en op middelopname via bladvraat. Onderzoek met *L. trifolii* afkomstig van siergewassen gaf aan dat bij toepassing van Avid 0.15 EC in een proef met blad dompelen al op een laag niveau resistentie aanwezig is (Ferguson, 2004). In 5 tot 9 generaties, afhankelijk van de stam, kan bij herhaaldelijk gebruik resistentie optreden. Kruis resistentie tussen abamectine en spinosad werd in dit onderzoek niet aangetroffen. Abamectine vertoont een goede werking tegen diverse *Liriomyza* spp.. In verschillende landen en teelten werden goede bestrijdingsresultaten van abamectine aangetoond tegen *L. huidobrensis*, *L. sativae* en *L. trifolii*. In kassenteelt van tomaat en komkommer was abamectine effectief in het reduceren van *Liriomyza* populaties (Tokumaru et al., 2007).

Adulten werden tot 1 dag na behandeling met 12 mg/l a.i. abamectine (80 ml/l MK 936 0.15 EC) gedood door aanwezig blad residu terwijl de ovipositie en aanwezigheid van larven tot 7 dagen na behandeling nog voorkomen werd (Schuster en Taylor, 1987). In hetzelfde onderzoek werd ook aangetoond dat aanwezigheid van voedingsstippen tot 3 dagen na behandelen werd voorkomen.

Head et al. (2003) vond in een proef waarbij slablad, geïnfecteerd met door *Dacnusa sibirica* geparasiteerde *L. huidobrensis* larven, gedompeld werd in een oplossing van abamectine (Dynamec 50 ml/100l water) een 100% mortaliteit onder *L. huidobrensis* larven. Bij bladbespuiting van sla met abamectine werd echter slechts een mortaliteitspercentage van 20% onder *L. huidobrensis* larven aangetroffen (Head et al. 2000). Door Weintraub (2002) werd een uitstekend resultaat aangetroffen bij bestrijding van *L. huidobrensis* in aardappel en selderij. Toepassing van abamectine via drip irrigatie bleek geen effectieve bestrijding op te leveren. In Indonesië werd met abamectine in aardappel ook een goed bestrijdingsresultaat aangetroffen tegen *L. huidobrensis* larven (Ridland, 2004). In droge bonen teelt in Brazilië werd met toepassen van abamectine drie dagen na toepassing een reductie van 87% in aantal mijnen en een reductie van 43% in aantal poppen acht dagen na toepassing aangetroffen (Bueno, 2007).

Bladbespuiting met abamectine (Avermectin 1.8% EC 2ml/l water) in het L3 stadium van *L. sativae* in tomatenplanten gaf een reductie van 100% in adulten te zien (Hossain en Poehling, 2006a). De nawerking van abamectine bleek tot 7 dagen bij een dosering van 2 ml/l en tot 10 dagen bij 4 ml/l aanwezig te zijn waarbij 100% mortaliteit optreedt (Hossain, 2005). Een nawerking van 14 dagen werd waargenomen op het ontpoppen, waarbij 100% mortaliteit optrad. Ook op ovipositie vertoonde zowel 2 als 4 ml/l abamectine een werking waarbij beduidend lagere aantallen eieren in blad werden aangetroffen.

Bij toetsen van abamectine met dompelen van kousebandblad bleek de voor LC₅₀ waarde voor *L. sativae* larven 0,067 tot 0,16 mg a.i./l te zijn (Johansen, 2003). De geadviseerde praktijk dosering is 9 mg a.i./l waaruit blijkt dat abamectine een goede bestrijding van *L. sativae* larven in kouseband kan geven. In boon (*Phaseolus vulgaris*) gaf 1,5ml/l milbemectin 1% EC (werkzame stof nauw verwant aan abamectine) toegepast als bladbespuiting onder gecontroleerde omstandigheden bij een constante temperatuur van 25°C een mortaliteit van 86 tot 100% onder larven en poppen van *L. sativae* te zien (Tokumaru et al., 2005).

Ook een bladbespuiting met abamectine (Agrimek 8 oz/acre) in boon tegen *L. trifolii* gaf een reductie van 100% te zien in het aantal levende larven, en in het aantal mijnen per blad (Seal et al., 2002).

In selderij gaf een wekelijkse bespuiting met abamectine (0,01 kg a.i./ha) een 50% lager aantal levende larven van *L. trifolii* te zien (Trumble, 1985).

Abamectine vertoont echter ook een negatief effect op de parasitaire wespen van *Liriomyza* spp. Abamectine 9.2 mg ai/l (0.61 ml/l Vertimec 0.15 EC) veroorzaakte grote mortaliteit onder de larven en poppen van zowel *Diglyphus* als *Hemiptaresenus* (Bjorksten en Robinson, 2005). Na 72 uur bleek er geen negatief effect waargenomen te worden. Ook Head et al. (2003) vond bij dompelen van geparasiteerde *L. huidobrensis* larven met *Dacnusa sibirica* een bijna 100% doding onder de parasitaire larven. Onduidelijk is echter of deze hoge doding en direct gevolg is van de abamectine toepassing of doordat door de behandeling 100% van de *L. huidobrensis* larven gedood werden en waardoor de parasitaire larven geen voedingsbron meer hebben. Door Prijono et al. (2004) werden bij blad dompelen in abamectine LC₅₀ waarden voor *D. isaea* en *H. varicornus* aangetroffen die net boven de standaard advies dosis van 9.2 g a.i./ha liggen en dus gevoelig zijn voor toepassen van abamectine in een praktijk dosering. LC₅₀ waarden voor *G. micromorpha* en *Opius* sp. liggen beduidend hoger met tot 14 maal de standaard dosis en relatief ongevoelig zijn voor een praktijk toepassing. In veldproeven met aardappel bleek het effect van abamectine op het percentage parasitisme van *L. huidobrensis* gering te zijn (Hidayani et al., 2005). Weintraub

(2001b) vond in aardappel met toepassing van abamectine tegen *L. huidobrensis* larven een snel herstel van de *D. isaea* populatie.

Uit onderzoek van Kaspi en Parrella (2005) bleek dat bij kassenproeven met *Diglyphus isaea* (Miglyphus Koppert Biological systems) uitgezet op chrysant, abamectine (0.62 ml /l Avid 0.15 EC) een negatief effect vertoonde op deze parasiet. Zowel bij vrouwelijke als manlijke *D. isaea* adulten was een hoge mortaliteit aanwezig bij direct contact. Ook residu van abamectine bleek 24 uur na toepassing nog dodelijk te zijn voor adulten. Pas 7 dagen na toepassing bleek er geen waarneembaar effect aanwezig meer te zijn. Op larven van *D. isaea* had abamectine bij achterwege blijven van direct contact geen directe dodende invloed.

Het percentage adulten van de parasiet *O. chromatomyiae* in *L. sativae* in tomaat werd met 98% gereduceerd na een bladbespuiting met abamectine (Avermectin 1.8% EC 2ml/l water). (Hossain en Poehling, 2006a). *Neochrysocharis* adulten werden met deze toepassing met circa 75% gereduceerd.

4.1.1.2 Carbamaten

Methomyl en oxamyl (diverse merken) behoren tot de carbamaten en zijn breedwerkend. Methomyl en oxamyl gaan de cholinesterase tegen en werken systemisch door direct contact en maagwerking. (The Pesticide Manual, 2002). Methomyl en oxamyl hebben een WHO Ib classificatie wat inhoudt dat ze zeer gevaarlijk zijn. Om deze reden zijn deze middelen niet aan te bevelen om toe te passen voor bladmineerder bestrijding. Invloed op parasieten is in laboratorium proeven met direct contact negatief met meer dan 75% doding (Blümel et al., 1999). Bij toetsing in het veld blijkt het effect meestal mee te vallen.

4.1.1.2.1 Methomyl

In de USA is methomyl geregistreerd voor toepassing in spinazie en erwten ter bestrijding van *L. huidobrensis* (Gary et al. 2003). Het middel is alleen effectief in bestrijding van de adulten en geeft een slechte bestrijding van de larven te zien. De geadviseerde dosis voor toepassing in groenten is 0,45 pound a.i. methomyl per acre. Uit proeven blijkt dat de werking van methomyl ter bestrijding van *Liriomyza* matig tot slecht te zijn. Door Trumble (1985) werd met wekelijkse bespuiting van 1 kg a.i. Methomyl per hectare in selderij geen bestrijdingseffect op *L. trifolii* aangetroffen. Bij toediening van 0,45 tot 0,9 lb/acre methomyl in tomaat werden twee maal zoveel mijnen in het blad aangetroffen vergeleken met onbehandeld (Oatman en Kennedy, 1976). Dit werd veroorzaakt doordat het middel de insecten niet bestreed en tegelijk de parasieten wel doodde.

In een laboratorium proef met dompelen van erwtenblad in een methomyl oplossing werd een lage mortaliteit van 13,9 en 20,3% onder de *C. horticola* bladmineerder aangetroffen (Saito, 2004).

Methomyl toegepast in selderij heeft een negatief effect op het percentage parasitisme van *L. trifolii* (Trumble, 1985). Bij toetsing van 1,1 gram a.i. methomyl 1,8L per liter water was 100% mortaliteit aanwezig onder adulten van *D. intermedius* (Waddill, 1978).

4.1.1.3 Chloornicotineverbindingen

De middelen imidacloprid, clothianidin, thiamethoxam en thiacloprid behoren tot de chloornicotine of neonicotinoïde groep en bezitten een vergelijkbare werking als nicotine. Middelen uit deze groep zijn vooral werkzaam tegen zuigende insecten zoals bladluis en witte vlieg. De chloornicotine verbindingen ontregelen het centrale zenuwstelsel van de insecten door binding aan de postsynaptic nicotinic ontvangers (The Pesticide Manual, 2000). De middelen zijn systemisch met translaminaire actie en vertonen contact en maagwerking. Systemische werking in planten is ook aanwezig door wortelopname en transport door de xyleemvaten. De middelen hebben een WHO II classificatie.

Bij toepassen van 1 ml/l Clothianidin 16% SP werd een mortaliteit van 66 tot 86% onder *L. sativae* larven en poppen aangetroffen in boon (Tokumaru et al., 2005). Bij *L. trifolii* en *L. bryoniae* werden hogere mortaliteitspercentages aangetroffen met respectievelijk 99 en 100%.

4.1.1.3.1 Imidacloprid

Tegen *C. horticola* vertoonde imidacloprid slechts een geringe werking (Saito, 2004). Hooguit 20% mortaliteit werd waargenomen. Ook Marguini et al. (2003) vond bij toepassing van imidacloprid (Confidor 700, 147 g ai / ha) als volveldsbespuiting toegepast in bonen Brazilië (Minas Gerais) geen bestrijding effect op *Liriomyza* spp.

Door Head et al. (2003) werd met een bodembehandeling met een oplossing met imidacloprid (Intercept 70 WG) geen effect op mortaliteit van *L. huidobrensis* larven aangetroffen. In tegenstelling hiermee werd door Seal et al. (2002) met bodembehandeling bij tomaat met Admire (imidacloprid 16 oz/acre) een reductie van circa 50% in aantal poppen van *L. trifolii*, en een reductie in aantal aangetaste bladeren en in aantal mijnen per blad aangetroffen. Bij toetsen met bladbespuiting op bonen (*Phaseolus vulgaris*) gaf 2 ml/l imidacloprid WP 10% op *L. sativae* een lage mortaliteit onder de larven te zien (Tokumaru et al., 2005). Het beste resultaat gaf 44% mortaliteit bij één *L. sativae* stam terwijl bij een andere stam 0% mortaliteit werd waargenomen. Door Saito (2003) werd een lage mortaliteit aangetroffen onder *C. horticola* in erwt bij toedienen van 1 ml/l imidacloprid 10 WP. De werking van imidacloprid is dus zeker niet betrouwbaar te noemen.

Effect van imidacloprid op parasieten is niet eenduidig en hangt ook samen met toedieningstechniek. Een drench behandeling bij sla gaf geen mortaliteit te zien onder larven van *Dacnusa sibirica* (Head et al. 2003). Bij het plaatsen van *Neochrysocharis formosa* adulten 24 uur nadat glazen buisjes gecoat waren met imidacloprid werd een LC₅₀ bij 0.033 MU g/0.5 ml aangetroffen. Deze waarde is 775,5 maal lager dan de praktijk geadviseerde dosis voor gewasbehandelingen (Tran et al., 2005) en geeft veronderstelling om te vermoeden dat toepassing van imidacloprid een hoge mortaliteit geeft onder deze parasiet. Bij toetsen met bonenblad bleek na toedienen van 0,5 g/l Admire 10WP *N. formosa* minder actief te zijn met het opsporen van geschikte gastheren voor ovipositie en fouragering en werden er minder gastheren gevonden, geparasiteerd en gebruikt voor voeding (Tran et al., 2004).

4.1.1.3.2 Thiamethoxam

Middelen zoals Actara (250 g/kg WG) en Platinum (2SC) met de werkzame stof thiamethoxam zijn systemische insecticiden met vooral een werking tegen zuigende en kauwende insecten (Syngenta productblad; Maienfisch et al, 2001). Het middel Actara bestrijdt alle bewegende stadia van bladluizen. Het middel heeft een lange nawerkingsduur. Geadviseerd wordt om het middel niet meer dan 2 tot 3 maal achtereenvolgens in te zetten.

Bladbespuiting in bonen met 2 ml/l thiamethoxam 10% gaf 48 tot 67% mortaliteit onder larven van *L. sativae* te zien (Tokumaru et al., 2005). Onder larven van *L. trifolii* en *L. bryoniae* werd respectievelijk een mortaliteit van 59 en 100% aangetroffen. Effect op adulten en ei is niet aanwezig. Bodembehandeling met thiamethoxam (Platinum 8 oz /acre) in tomaat gaf een duidelijke reductie in aantal poppen, aantal aangetaste bladeren en aantal mijnen per plant (Seal et al., 2002). Thiamethoxam 10 SG (Actara) bleek in een laboratorium proef met *C. horticola* in erwtenblad hoegenaamd niet effectief te zijn tegen deze bladmineerder (Saito, 2004). Mortaliteitspercentages waren 6,0 en 14,5% voor individuen afkomstig van 2 verschillende populaties.

Op *Diglyphus isaea* heeft Actara 400 g/ha slechts een licht schadelijk effect (Syngenta product integreerbaarheid website).

4.1.1.4 Fiprolen

Fipronil met merknamen Prince en Regent (BASF) behoort tot de fiprolen groep en is breedwerkend (The Pesticide Manual, 2000). Onder andere thrips, Colorado kever, bodem insecten, stengelboorders, sprinkhanen, bladmineerders en koolmotje worden bestreden. Fipronil wordt opgenomen via direct contact in door inname. In het geval van resistentie tegen pyrethroiden en carbamaten zijn de insecten nog wel gevoelig voor fipronil. Bij toepassing als bladbespuiting is er een lange nawerking door het residu. Fipronil bezit een WHO classificatie II.

Saito (2004) vond een 100% mortaliteit in twee populaties van *C. horticola* in erwt bij toepassen van 2 ml/l fipronil 4,4 SC. In Vietnam wordt fipronil door circa 35% van de telers ingezet als insecten bestrijdingsmiddel (Johansen, 2003). Effect van fipronil op parasieten is onbekend maar doordat fipronil breedwerkend is kan verondersteld worden dat fipronil een negatief effect heeft op parasieten. Ook de Biobest website geeft aan dat fipronil een erg schadelijke werking heeft op parasieten.

Fipronil kan via coating aangebracht worden en werkzaam zijn tegen thrips en andere insecten (Ester et al., 1997; Ester et al., 2003). Met zaadcoating zou Fipronil dan een eventuele bestrijding kunnen geven van bladmineerders.

4.1.1.5 Fosfor verbindingen (organische)

Insecticiden uit de fosfor verbindingen hebben in de regel een breed werkingsspectrum. Malathion en dimethoat werken beide doordat ze de cholinesterase tegengaan (The Pesticide Manual, 2000). Middelen zijn niet-systemisch en werken door inhalatie, maag en contactwerking. Malathion bezit alleen een werking door inhalatie. Malathion bezit een WHO classificatie III en dimethoat heeft een WHO classificatie II.

Ook profenophos met een WHO classificatie II behoort tot de fosforverbindingen en werkt voornamelijk tegen Lepidoptera (The Pesticide Manual, 2000).

Uit onderzoek van Johansen et al. (2003) bleek dat bij laboratoriumproeven met *L. sativae* in kousebandblad profenophos effectief kan zijn voor bladmineerder bestrijding. Een *L. sativae* stam vertoonde een LC₅₀ waarde voor profenophos die al vrij dicht bij de geadviseerde dosis ligt en hierbij een vergroot risico op resistentie aanwezig is. In Indonesië gaf profenophos een slechte bestrijding te zien en daarnaast een hoge doding van parasieten (Ridland, unpublished results; Hidayani et al., 2005).

4.1.1.5.1 Dimethoat

Dimethoat geeft tegen diverse bladmineerders in verschillende gewassen een goede bestrijding te zien (Spencer, 1973). In paprika werd met 0,5 l dimethoat per acre een mortaliteit van 99% onder *L. sativae* larven gevonden (Wolfenbarger en Getzin, 1963). In hetzelfde onderzoek werd met 0,125, 0,5, 0,75 en 1,0 lbs/acre dimethoat in erwten tot 7 dagen na toepassen een betrouwbaar lager aantal poppen aangetroffen vergeleken met onbehandeld. In een proef waarbij slablad met *L. huidobrensis* larven werd gedompeld in een oplossing met dimethoat (Danadim 85 ml/100 l water) werd een mortaliteit van 75% aangetroffen vergeleken met de controle (Head et al., 2003). In tegenstelling hiermee werd geen reductie in aantal larven van *L. huidobrensis* aangetroffen wanneer sla met dimethoat werd behandeld (Head et al., 2000). In aardappel ter bestrijding van *L. trifolii* gaf dimethoat geen enkel bestrijdingseffect zien (Dove, 1985). Tegen *C. horticola* in erwt gaf 1 ml/l dimethoat 50 EC een mortaliteit van 87 tot 100% te zien (Saito, 2004).

Op parasieten heeft dimethoat een negatief effect, in doseringen van 0,5 en 0,75 lbs/acre werden minder parasieten aangetroffen dan bij onbehandeld (Wolfenbarger en Getzin, 1963).

4.1.1.5.2 Malathion

Malathion geeft een effectieve bestrijding van zowel adulten als larven te zien (Gary et al., 2003). Ook Spencer (1973) geeft aan dat met inzet van malathion goede resultaten bereikt worden ter

bestrijding van de bladmineerder. Wolfenbarger en Getzin (1963) vonden bij toepassing van 1,5 Lbs/acre Malathion 3 dagen na toepassen een lager aantal poppen per blad. Na 7 dagen werd geen verschil met onbehandeld aangetroffen. Door Saito (2004) werd aangetoond dat het middel malathion tegen *C. horticola* in erwt een slecht resultaat geeft.

4.1.1.6 Nereistoxine

Vooral in Azië worden middelen op basis van Nereistoxines gebruikt in de landbouw. Producent is Takeda Chemical Industries in Japan. Cartap, thiocyclam, bensultap en dimehypo zijn derivaten van nereistoxine dat van nature in *Lumbrinereis heteropoda* and *L. brevicirra* aangetroffen wordt. Nereistoxine werkt door blokkering van het nicotinergic acetylcholine systeem waardoor verlamming optreedt, het insect stopt met eten en verhongerd (The Pesticide Manual, 2000). De opname berust op maag en contactwerking. Werking van deze middelen is vooral tegen zuigende en kauwende insecten, vooral Lepidoptera en Coleoptera in bijna alle ontwikkelingsstadia. Cartap en thiocyclam hebben een WHO classificatie II, en zijn matig gevaarlijk. Bensultap heeft een WHO classificatie III.

Met bladbespuitingen van bonen (*Phaseolus vulgaris*) met 1 ml/l cartap 75% SP en 1 ml/l thiocyclam 50% WP bleken beide middelen een mortaliteit van 100% te veroorzaken onder *L. sativae*, *L. trifolii* en *L. bryoniae* larven en poppen (Tokumaru et al., 2005). Cartap en thiocyclam bleken ook onder adulten een hoge mortaliteit te geven. Cartap (Padan) bleek ook in een laboratorium proef met *L. sativae* in kousebandblad effectief te zijn (Johansen et al., 2003). Tegen *L. trifolii* larven in tomaat in een kassenproef gaf Bensultap in een dosering van 1,5 g/l en 1,25 g/l een bestrijdingseffect te zien tot 10 dagen na toepassing (Civelek en Weintraub, 2003). Dimehypo vertoont in laboratorium proeven een goede werking tegen *L. huidobrensis* larven en adulten (Priyono et al., 2004). Saito (2004) vond een goed bestrijdingsresultaat van 1,5 ml/l cartap 75 SG tegen *Chromatomyia horticola* in erwtenblad.

Nereistoxinen zijn wellicht zeer toxisch voor parasieten. Priyono et al. (2004) toonde aan dat dimehypo voor *G. micromorpha*, *Opius* sp. en *H. varicornus* LC₅₀ waarden vertoonde die onder de geadviseerde praktijk dosering ligt.

4.1.1.7 Pyrethroiden

Pyrethroiden zijn synthetische pyrethrum verbindingen. Pyrethroiden werken door contact en maag werking en vertonen daarnaast een repellent werking. De pyrethroiden grijpen in op het zenuwstelsel doordat zenuwprikkels geblokkeerd worden. De middelen zijn niet systemisch, werken direct en hebben een lange nawerking. Pyrethroiden zijn sterk breedwerkend met werking tegen Lepidoptera, Coleoptera, Homoptera en Hemiptera. De meeste pyrethroiden hebben een WHO classificatie II en worden beschouwd als matig gevaarlijk.

In de regel zijn pyrethroiden effectief tegen *Liriomyza* spp. (EPPO datasheet; Dove, 1985) maar resistentie tegen pyrethroiden in veel gevallen al is waargenomen (EPPO, 2004a; EPPO, 2004b; Andersen, 2003; Johansen et al., 2003; Parkman en Pienkowski, 1989).

Cypermethrin gaf met bladbespuiting in *Phaseolus vulgaris* bij 25°C een mortaliteit van meer dan 90% onder *L. sativae* en *L. bryoniae* larven en poppen (Tokumaru et al., 2005). Onder *L. trifolii* larven en poppen werd een mortaliteit van 70 en 74% aangetroffen. Permethrin gaf een duidelijk minder goed resultaat onder *L. sativae* larven en poppen te zien waarbij 35 tot 43% mortaliteit onder larven werd aangetroffen en 51 tot 64% onder poppen (Tokumaru et al., 2005).

Tegen *C. horticola* bleek 3 ml/l permethrin 20 EC in erwt slechts lage mortaliteitspercentages te geven van 5 en 22% (Saito, 2004) en geeft aanleiding om hierbij resistentie te vermoeden.

Pyrethroiden vertonen een negatief effect op parasieten. Bij toetsing op filterpapier werd een mortaliteit van 40% aangetroffen onder *D. intermedius* bij toedienen van 0,24 g/l a.i. Permethrin 3,2 EC (Waddill, 1978).

4.1.1.7.1 *Lambda-cyhalothrin*

Lambda-cyhalothrin met als merknaam Karate is een pyrethroïde met een breed werkingsspectrum en de werking wordt veroorzaakt door contact en maagwerking (Syngenta productblad). Het middel heeft een werking tegen vooral bladluizen in diverse gewassen. Daarnaast werkt Karate tegen trips, rupsen van diverse vlinders en motjes, kevers, koolvlieg, koolluis en koolgalmug. Bij toepassing van Lambda-cyhalothrin bij temperaturen boven de 25°C kan de werking gereduceerd worden (Heimbach en Baloch, 1994; Musser en Shelton, 2005). Dit effect kan ook bij bestrijding van bladmineerder aanwezig zijn en in dat geval is het beter om andere middelen toe te passen. In Suriname waar meestal de temperatuur boven de 25°C is, kan dan ook een mindere goede werking van Karate aanwezig zijn. Momenteel wordt Karate (Lambda-cyhalothrin) geadviseerd in een dosering van 1 cc/l ter bestrijding van mineervliegen in kouseband (LVV, 2005).

Karate vertoonde geen, tot een minimale reductie in aantal mijnen en aantal aangetaste bladeren door de larve van *L. huidobrensis* bij bestrijding in kassenteelt van sla en selderij (Luyten, 2003).

4.1.1.8 **Spinosynen**

Spinosad is een stof verkregen door fermentatie van *Saccharopolyspora spinosa* (The Pesticide Manual, 2000) en bevat de metabolieten spinosynen A en D. Spinosad werkt net als imidacloprid op de activatie van de nitonic acetylcholine ontvanger maar grijpt aan op een andere plek zodat kruisresistentie niet optreedt. Spinosad heeft een soort specifieke werking waardoor allereerst onvrijwillige spiersamentrekkingen plaatsvinden en bevingen doordat de neuronen in het centrale zenuwstelsel overactief worden. Na voortgaande blootstelling aan de door spinosad veroorzaakte symptomen raken de insecten verlamd doordat het zenuw-spierstelsel oververmoeid raakt (Salgado, 1998). Merknamen zijn Tracer, Spintor, Success en Conserve, alle van Dow Agro Sciences. Momenteel heeft spinosad in diverse landen een toelating ter bestrijding van Lepidoptera en Thysanoptera. Spinosad bezit echter een brede werking tegen onder ander ook Coleoptera, Diptera (waaronder *Liriomyza*), Homoptera, Hymenoptera, Isoptera, Orthoptera, Siphonaptera en mijten (Salgado, 1998).

Bij normale toepassing van spinosad is er weinig kans op direct gevaar volgens de WHO en heeft een zogenaamde "tabel 5" classificatie (The Pesticide Manual, 2000).

4.1.1.8.1 *Spinosad*

In de Verenigde Staten van Amerika heeft spinosad in de formulering van 2 SC (22%), een toelating ter bestrijding van bladmineerders in kouseband. Hierbij is de geadviseerde dosis 4,5 tot 6 fl oz per acre en de veiligheidstermijn bedraagt 3 dagen.

Ter voorkoming van resistentie is het aan te bevelen om middelen af te wisselen. Op het label van Success (spinosad) wordt ook geadviseerd om niet meer dan 6 bespuitingen uit te voeren in een gewas of niet meer dan 12 fl oz per seizoen in een gewas teo te dienen. Ferguson (2004) vond bij toetsing van spinosad in een laboratorium tegen *L. trifolii* afkomstig van siergewassen, een gemiddelde tot hoge resistentie tegen dit middel.

Bij toepassing in droge bonen van spinosad (96 g a.i. /ha) toegediend in combinatie met de uitvloeier Break thru 0.05% bleek een reductie van 51 tot 87% in het aantal mijnen door *L. huidobrensis* aanwezig te zijn (Bueno et al., 2007). In bonen werd bij blad dompelen in spinosad (Tracer) oplossingen van 24, 48 en 96 mg a.i./l een significante reductie in poppen en adulten aangetroffen, maar alleen wanneer de toepassing plaatsvond voor het L3 stadium (Weintraub en Mujica, 2006). Bij toepassen in het L3 stadium gaf alleen de dosering van 96 mg a.i. een reductie van meer dan 50% te zien. Bodembehandeling met 200 ml met 24, 48 en 96 mg a.i./l gaf ook een reductie in poppen en larven te zien, maar was deze minder groot dan bij directe dompeling. In tomatenplant tegen *L. sativae* in het L3 larvaalstadium gaf een bespuiting met spinosad (2 ml/l Success 2 SC) een 100% reductie in adulten na verpopping te zien (Hossain en Poehling, 2006).

Success 2 Sc in 2 en 4 ml/l gaven respectievelijk een nawerking van 5 en 7 dagen te zien waarbij 100% mortaliteit onder de larven van *L. sativae* in tomatenplanten optrad (Hossain, 2005). Een nawerking 7 en 10 dagen op percentage mortaliteit onder uitkomen van adulten na verpoppen werd aangetroffen tot 7 en 10 dagen voor respectievelijk 2 en 4 ml/l Success (Hossain, 2005). Bij bladbespuiting in bonen gaf 5 ml/l spinosad (25%) onder *L. sativae* larven 100% mortaliteit te zien (Tokumaru et al., 2005). In bonen werd met 6 oz/acre spinosad als bladbespuiting een reductie van 99% in larven van *L. trifolii* waargenomen (Seal et al., 2002). Bij toepassing van spinosad in het eistadium van *L. trifolii* werden geen verschillen tussen toegepaste concentraties gezien en werden de meeste individuen al gedood voor het bereiken van het L1 stadium. Bij toetsing in erwt werd een 100% mortaliteit waargenomen bij bestrijding van *C. horticola* larven met 2,5 ml/l spinosad 25 SG (Saito, 2004). Spinosad heeft een neveneffect op parasieten. Bij toepassing van spinosad werden *Opius chromatomyiae* adulten en *Neochrysocharis formosa* met respectievelijk 95% en 30% gereduceerd (Hossain en Poehling, 2006a).

4.1.1.9 Triazinen

Cyromazine is een insecticide behorende tot de insecten groeiregulatoren (IGR's) en werkt door contactwerking. De vervellingen en verpoping worden door dit middel verstoord. Het middel is sterk translaminair en ook via een bodembehandeling nemen de wortels het middel op en verplaatst het middel zich door de plant (The Pesticide Manual, 2000). Bij normaal gebruik van cyromazine is er weinig kans op gevaar volgens de WHO classificatie (WHO, 2004).

Cyromazine bestrijdt alle larvale stadia van mineervliegen (Syngenta productblad). Volwassen mineervliegen worden niet bestreden. Het middel heeft een systemische en translaminare werking. Om resistentie te beperken wordt geadviseerd om cyromazine hooguit 3 keer achtereenvolgens in te zetten om vervolgens af te wisselen met een insecticide uit een andere chemische groep. Bij toetsing op *L. trifolii* larven afkomstig uit gerbera en chrysant, werd op een zeer laag niveau resistentie aangetroffen (Ferguson, 2004). Afhankelijk van de getoetste stam, werd resistentie binnen 5 tot 9 generaties aangetroffen. Door Prijono et al. (2004) bleek dat de LC₅₀ van *L. huidobrensis* larven bij het dompelen van blad in een oplossing 6 keer lager lag dan de geadviseerde dosis van 225 mg a.i./l cyromazine. De conclusie hierbij was dat resistentie nog niet aanwezig is. Wel werden verschillen in gevoeligheid voor cyromazine tussen verschillende *L. huidobrensis* kolonies aangetroffen. Hoewel resistentie in principe mogelijk is, is deze nog niet aanwezig. Adulten bleken een LC₅₀ waarde te hebben die 4 tot 5 maal hoger was dan de geadviseerde dosering voor *Liriomyza* bestrijding. Een goede bestrijding van adulten met cyromazine is dus niet te verwachten.

In kassenteelt van tomaat en komkommer was cyromazine effectief in het reduceren van *Liriomyza* populaties (Tokumaru et al., 2007). In zowel aardappel als selderij gaf toepassing van cyromazine een goed bestrijdingsresultaat tegen *L. huidobrensis* (Weintraub, 2001b; Weintraub, 2002; Ridland, 2004). Toepassing via drip irrigatie gaf geen goed resultaat te zien (Weintraub, 2001b).

Bij toepassing van 650 ml Trigard 100 SL per hectare in de teelt van sla werd een lagere aantasting aangetroffen tot 19 dagen na toepassen (Verelst, 2004). Wanneer het middel afregent werd een lagere aantasting aangetroffen in vergelijking met onbehandeld maar was het resultaat minder goed vergeleken met niet afregent. Ook het toedienen via de bodem van Trigard 100 SL in een dosering van 0,03 ml per plant gaf een duidelijke reductie in aantasting te zien, maar de reductie was lager vergeleken met een bladbespuiting. Op *L. sativae* in boon (*Phaseolus vulgaris*) gaf bladbespuiting met 1ml/l Cyromazine S 8.3% een mortaliteitspercentage van meer dan 90% te zien onder verschillende stammen (Tokumaru et al., 2005). Ook op *L. trifolii* en *L. bryoniae* werd een vergelijkbaar effect aangetroffen. In tomaten tegen *L. trifolii* werd met cyromazine (0,2 g/l Trigard 75 WP) een bestrijdingseffect tot 14 dagen na inzet waargenomen (Civelek and Weintraub, 2003). Na 14 dagen werden wel weer larven waargenomen, maar op een beduidend

lager niveau dan bij onbehandeld. Op *C. horticola* in erwt werd een mortaliteitspercentage van 100% waargenomen met 1 ml/l cyromazine 8.3L (Trigard) (Saito, 2003). Cyromazine 0.225 mg ai (0.3 mg Trigard 75% WP) per liter gaf geen negatief effect te zien op aanwezigheid van *Diglyphus* als *Hemiptaresenus* larven en poppen (Bjorksten en Robinson, 2005). Bij toepassing van cyromazine in aardappel werd geen negatief effect op parasieten aangetroffen (Ridland, 2004). In laboratorium proeven met cyromazine testen op *G. micromorpha*, *H. varicornus*, *D. isaea* en *Opius* spp. werd geen reductie in aantallen aangetroffen (Priyono et al., 2004). Weintraub (2001b) daarentegen geeft aan dat cyromazine toepassing in aardappel een negatief effect heeft op de *D. isaea* populatie. Wellicht is dit het gevolg van de 100% doding van de larven waardoor ook een hoge mortaliteit onder de parasieten aanwezig was.

4.2 Biologische bestrijding

Naast bestrijding van *Liriomyza* spp. met chemische middelen kan men ook biologische maatregelen nemen. Een biologische aanpak vergt meer dan alleen de plaag waarnemen en vervolgens ingrijpen. Wanneer men een plaag biologisch wil aanpakken moet men de hele teelt in ogenschouw nemen en ook preventieve maatregelen nemen (Handleiding biologische landbouw, 2006). Ook rassenkeuze kan een rol hierbij spelen. In spinazie is aangetoond dat er verschil in aantastingsniveau tussen rassen aanwezig is (Mou, 2008). Vervolgens kan men het bouwplan optimaliseren en structurele preventieve maatregelen te nemen om de mineerder druk zo laag mogelijk te houden. Verder kan men bij optreden van een plaag vervolgens diverse bio-insecticiden en natuurlijke vijanden inzetten om curatief op te treden. Hierbij kan men bio-insecticiden inzetten die gemaakt zijn van planten extracten zoals neem olie. Tenslotte, naast biologische bestrijding kan men ook kiezen voor een geïntegreerde aanpak waarbij een minimum aan chemische insecticiden wordt ingezet aangevuld met inzet van biologische bestrijdingsmethoden.

4.2.1 Cultuur maatregelen

Als teeltmaatregel om aantasting door *Liriomyza* te voorkomen wordt veelal aangeraden om de oude gewasresten en onkruiden te verwijderen (Vercambre en Thierry, Capinara, 2005b). Het verwijderen van onkruiden kan moeilijk zijn in een gebied met veel vegetatie rondom de percelen en waarbij onkruidgroei in de percelen ook overvloedig aanwezig is. Daarnaast kunnen de onkruiden en vegetatie rondom een perceel juist de instandhouding van de parasieten bevorderen en zo een belangrijke rol spelen in de onderdrukking van *Liriomyza* populaties in het cultuurgewas (Burgio et al., 2007; Salvo en Valladares, 2007). Vooral parasieten van de Eulophidea en Braconidea werden in de perceelsranden aangetroffen. Echter een eensluidend advies is niet te geven over het wel of niet verwijderen van onkruiden en randvegetatie (Salvo en Valladares, 2007). Ook wordt aanbevolen om een teeltrotatie te hanteren met niet-waardplanten voor de *Liriomyza* soorten. Hiermee wordt de populatie opbouw van *Liriomyza* tegengegaan. Echter teeltrotatie is in dit geval lastig aangezien *Liriomyza* sterk polyfaag is en op vrij veel economische belangrijke planten kan voorkomen (EPPO data sheets).

Het gebruik van mulch en opbinden van tomaat kan zowel de bladmineerders als de natuurlijke vijanden beïnvloeden (Price en Poe, 1976). Bij toepassing van plastic mulch en opbinden werden meer bladmineerders aangetroffen en was wellicht het gevolg van lagere activiteit van natuurlijke vijanden. Een verklaring kan zijn dat bij opgebonden planten klimaatfactoren en andere insecten een dusdanige invloed op de populaties van natuurlijke vijanden hebben dat deze een lagere activiteit vertonen vergeleken met een teelt zonder staken en mulch. Daarentegen bleek uit onderzoek in Indonesië dat met gebruik van reflecterende plastic mulch in aardappel een lager aantal *L. huidobrensis* larven per plant aangetroffen werd (Sryawan en Reyes, 2006). Ook bleken

er meer parasieten per plant aanwezig te zijn bij toepassing van deze mulch. Het verschil in resultaat is wellicht veroorzaakt door keuze van type mulch en door verschil in gewassen.

Telen van minder gevoelige rassen voor bladmineerder aantasting kan ook een mogelijkheid zijn om de aantasting te verminderen. Bij sla en tomaat bleek er een duidelijk verschil in aantasting aanwezig te zijn tussen rassen voor diverse *Liriomyza* spp. en vinden veredelingsactiviteiten plaats om te onderzoeken of resistentie tegen bladmineerders een mogelijkheid is (Mou, 2008; Mou et al., 2004; Schuster, 1977). In kouseband waarbij weinig veredelingsactiviteiten plaatsvinden zal niet zo vlug een resistent of minder gevoelig ras ontwikkeld worden. Daarbij komt dat veel telers hun eigen kouseband zaad vermeerderen waardoor een eventuele aanwezige resistentie vlug verloren gaat in de volgende teelten.

Stikstofgehalte in het blad bleek gerelateerd te zijn met voorkeur van bladmineerder voor stikstofrijke bladeren (Minkenbergh en Ottenheim, 1990). Invloed van meststoffen hierop was aanwezig waarbij stikstofrijke bemesting leidde tot een hoger stikstofgehalte in het blad. Opmerkelijk was dat wanneer in aardappel hierbij ook verhoogde kalium en fosfaatgiften het effect van een hoger stikstofgehalte reduceerde en het aantastingsniveau door *L. trifolii* gelijk was met onbemest (Facknath en Lalljee, 2005).

4.2.2 Extracten

Diverse plantenextracten kunnen een insecticide werking vertonen en zijn ook commercieel verkrijgbaar. Een van de bekendste biociden is het extract van de Neem boom met als werkzame stof azadirachtin. Verschillende plantenextracten met een insecticide werking zijn getest tegen *Liriomyza* spp. bladmineerders en worden hieronder beschreven. Door een hoog percentage telers in Indonesië wordt ook bij gebrek aan werkzame insecticiden zelf geëxperimenteerd met plantaardige extracten afkomstig van bijvoorbeeld tabak en derris (Magnoliopsida), maar de effectiviteit van deze extracten is meestal gering (Rauf et al., 2000).

4.2.2.1 *Azadirachtin extract*

Neem olie of Azadirachtin extract is een bio-insecticide wat verkregen wordt door extractie van de olie uit de zaden van de neem boom (*Azadirachta indica*, syn. *Melia azadirachta* L., *Antelaea azadirachta* (L.) Adelb.). Verschillende commerciële producten op basis van dit extract, zoals Neem-azal, zijn verkrijgbaar.

Neemix 45 toegediend als bodemdrench in doseringen van 1, 5, 10 of 25 ppm azadirachtin 8 dagen of 24 uur voor verschijnen van adulten uit puparia, of direct toegediend na ovipositie reduceerde het percentage *L. huidobrensis* adulten die tevoorschijn komen uit het puparium tot 0% (Weintraub en Horowitz, 1997). Wanneer blad gedompeld werd in een 15 ppm oplossing direct na eileg of met larven in het L1 larvaal stadium werd een laag percentage adulten bij uitkomen aangetroffen.

Neem-azal U (17%) in doseringen van 2,25 en 3 ml/l water toegediend aan tomatenplanten via bodem drench gaf respectievelijk 88% en 93% minder volwassen *L. sativae* adulten vergeleken met onbehandeld (Hossain en Poehling, 2006b). Neem-azal werd toegediend net voor het bereiken van het prepop stadium voordat de larven in de grond vallen. De doseringen 0,75 en 1,5 g/l gaven respectievelijk 53% en 81% minder adulten. In combinatie met *Opius chromatomyiae* (50 paar per 45 x 40 x 40 cm kooien) werd met toepassen van Neem-azal een extra reductie van circa 10 tot 20% in *Liriomyza* spp. adulten aangetroffen ten opzichte van het aantal adulten met Neem-azal toepassing alleen. Slechts een lichte reductie in parasieten werd aangetroffen bij toepassen van Neem-azal, vergeleken met onbehandeld werden 15 tot 20% minder parasieten aangetroffen.

Bij toediening van Neem-azal T/S (1%) in tomaat in een dosering van 0,01% in een laboratoriumproef, werd een 100% doding aangetroffen bij toedienen bij het uitkomen van L1 larven, en in het L1 en L2 larvaal stadium (Hossain en Poehling, 2006b). Bij toediening in het ei

stadium werd geen doding waargenomen en bij toediening in het L3 stadium werd 84% doding gevonden. Toepassing van 0,007% gaf identieke resultaten te zien als bij 0,01%. Lagere doseringen dan 0,007% gaven nog wel een doding te zien vergeleken met de controle maar minder hoog dan waargenomen bij 0,007 en 0,01%. Een dosering response effect is dus aanwezig. Bespuiting in tomaat met Neem-azal T/S 10 ml gaf met bladbespuiting in tomaat een nawerking van 1 dag te zien op mortaliteit onder larven en van 3 dagen op ontpoppen van adulten (Hossain, 2005). Op ovipositie werd geen effect aangetroffen. Neem-azal T/S (1%) 10 ml/l water in combinatie met *Opius chromatomyiae* gaf 0% *Liriomyza* adulten na het pop stadium te zien (Hossain en Poehling, 2006b). Wel werd het percentage parasieten gereduceerd met 94%. Op de parasiet *Neochrysocharis formosa* werd geen negatief effect van Neem-azal aangetroffen. *N. formosa* verlamt direct de larve van *Liriomyza* waardoor deze stopt met eten, en hierdoor ook geen toxische stoffen meer opneemt (Hossain en Poehling, 2006b).

Toepassing van Neem-azal biedt een goed perspectief voor *Liriomyza* bestrijding. Ook in de handleiding voor biologische landbouw (2006) wordt gesteld dat na toediening van Neem insecten niet meer genegen zijn om van de behandelde planten te eten en indien ze het wel doen ze door de opgenomen stof geremd worden in hun vervelling. Nadelig is echter de hoge prijs van het middel (Civelek and Weintraub, 2003). Dit geldt ook voor Suriname waar een verpakking Neem X van 100 ml omgerekend circa € 7,50 kost. Dit is vergeleken met een prijs van € 2,40 voor 1000 ml Malathion waarmee ook 10 maal zoveel bespuitingen uitgevoerd kunnen worden behoorlijk hoog.

4.2.2.2 *Euphorbia* extract

Door Civelek en Weintraub (2004) worden positieve effecten van *Euphorbia* extract op de bestrijding van *L. trifolii* larven in tomaat beschreven. *Euphorbia* is een extract van de *Euphorbia myrsinites* of myrtle spurge uit het plantengeslacht wolfsmelk. De plant is inheems voor Europa - Azië maar komt ook voor in Noord Amerika en wordt daar beschouwd als een pest.

De plant wordt eerst fijngesneden en vervolgens fijngemaakt in een blender. Het extract wordt gemaakt door 2 gram van de complete plant te nemen. Het materiaal werd vervolgens gedurende 4 uur in 100 ml water geëxtraheerd met een soxalet hete water extractor. Het verkregen extract kan vervolgens verdund worden tot 1:100, 1:50 of 1:25 en vervolgens als drench of als bespuiting toegediend worden. Tot 1 meter hoogte bij tomaten planten werd 50 ml oplossing toegediend, van 1 tot 2 m 100 ml en bij planthoogte meer dan 2 m werd 100 ml toegevoegd aan de stengel basis. Met bespuitingen werden de verdunningen toegediend tot het afdruipt stadium. Alle verdunningen gaven een bestrijdend effect te zien op *L. trifolii* in tomaat. Vergeleken met cyromazine (Trigard 75 % WP 20 g per 100 l water) geeft echter alleen de 1:25 een vergelijkbare bestrijding. De bespuiting met het extract gaf een beter effect op de bestrijding te zien dan de drench behandeling.

Het behandelen van de plant met *Euphorbia* extract leidde tot een lager percentage parasitisme.

4.2.2.3 *Melia azedarach* extract

Melia azedarach is nauw verwant aan de Neem boom. In Argentinië werd met toediening van een extract van *Melia azedarach* effectiviteit op *L. Huidobrensis* getest (Banchio et al. 2002). *Melia azedarach* is een Meliaceae en het extract werd verkregen door rijpe vruchten te drogen en vervolgens geëxtraheerd met een soxalet extractor met ethanol nadat de vette substantie met hexanol was verwijderd. Het extract werd vervolgens met water verdund tot een 10% of 20% oplossing. Het effect was niet erg duidelijk aangezien zowel op de L1 en L2 larven geen significante verschillen met de controle gevonden werden. Wel was het percentage mortaliteit onder de poppen na toediening van het extract significant hoger. Daarnaast werd een ovipositie verstrend effect van het extract waargenomen en werd minder aantasting waargenomen.

4.2.2.4 *Momordica charantii* extract

Een methanol extract van *momordica charantii* (Sopropo) liet een sterke ovipositie verstoring zien van *L. trifolii* op kidney beans blad (Mekuria et al. 2005). De proef werd uitgevoerd door bladeren 30 seconden te dippen in een methanol oplossing van het extract en vervolgens in een petrischaal met 5 adulte vrouwelijke *L. trifolii* te plaatsen.

4.2.2.5 *Urginea maritima* extract

Met *Urginea maritima* zijn goede resultaten bereikt in de bestrijding van *L. trifolii* larven in tomaat (Civelek en Weintraub, 2004). Het extract wordt verkregen uit de *Urginea maritima* of red squill die tot de Liliaceae familie behoort. De werkzame stoffen die geïdentificeerd zijn in deze plant die een insecticide werking kunnen hebben zijn L-azetidine-2-carboxylic acid (AZA) en bufadienolides scilliroside, scilla glycoside en aglycones.

Voor het verkrijgen van het extract wordt 2 gram van alleen de bol genomen. De bol wordt in kleine stukjes gesneden en in een blender fijn gemaakt. Het materiaal werd vervolgens gedurende 4 uur in 100 ml water geëxtraheerd met een soxalet hete water extractor. Het verkregen extract werd vervolgens verdund tot 1:100, 1:50 of 1:25 en als drench of als bespuiting toegediend. Per gewasstadium werden verschillende hoeveelheden extract toegediend. In het stadium waarbij de tomatenplant niet langer was dan 1 meter werd 50 ml oplossing toegediend, bij een hoogte van 1 tot 2 m werd 100 ml en bij een planthoogte van meer dan 2 m werd 100 ml toegediend. Het middel werd bij de drench toegediend bij de stengel basis. Met bespuitingen werden de verdunningen toegediend tot het afdruipt stadium.

Alle verdunningen gaven een bestrijdend effect te zien op *L. trifolii* in tomaat vergeleken met onbehandeld. Vergeleken met cyromazine (Trigard 75 % WP 20 g per 100 l water) geeft alleen de 1:25 een vergelijkbaar bestrijdingseffect. De bespuiting gaf een beter effect te zien dan de drench behandeling. Percentage parasitisme was lager bij behandelen met plantenextract.

4.2.3 Parasitaire wespen

Een heel scala aan parasitaire wespen zijn aangetroffen in cultuurgewassen en natuurlijke vegetaties die *Liriomyza* spp. kunnen parasiteren. Vooral parasitaire wespen uit de *Braconidae*, *Eulophidae* en *Pteromalidae* families worden aangetroffen (Capinara, 2004, 2005a, 2005b., Stegmaier, 1966, Minkenbergh en Van Lenteren, 1986; Burgio et al., 2007). In tabel 12 tot en met 16 zijn diverse parasieten van *L. trifolii*, *L. huidobrensis* en *L. sativae* opgesomd. In groentegewassen zijn tot nu toe alleen parasieten van het geslacht Hymenoptera, en dan voornamelijk uit de familie van de Eulophidae aangetroffen.

Tabel 12. Braconidae parasieten van *Liriomyza* spp. in groentegewassen.

Parasiet ^{d)}	Referentie ^{a)}	<i>L. bryoniae</i>	<i>L. huidobrensis</i>	<i>L. sativae</i>	<i>L. trifolii</i>	<i>Liriomyza</i> spp.
<i>Aphidius ervi</i> (twijfelachtig)	12	+				
<i>Chorebus daimenes</i>	12	+				
<i>Chorebus misella</i>	4				+	
<i>Dacnusa</i> sp	4	+			+	
<i>Dacnusa hospita</i>	12	+				
<i>Dacnusa maculipes</i>	4,12	+			+	
<i>Dacnusa nipponica</i>	5					A
<i>Dacnusa sasakawai</i>	5					T
<i>Mesora</i> sp. (syn. <i>Exola</i>)	12		+			
<i>Oenonogastra microrhopalae</i>	4			T	T ^c	
<i>Opius</i> sp.	3,4,5, 8,10,		+	T, Km,+	T	T,B, S, B, Vu,
<i>Opius aridis</i>	4			T		
<i>Opius caricivora</i>	13					
<i>Opius chromatomyiae</i>	3					L
<i>Opius dimidiatus</i>	1,4			+ T	T	
<i>Opius dissitus</i>	4,11				+	Kb
<i>Opius pallipes</i>	12	+				

a) 1 = Capinara, 2005a; 2 = Capinara, 2005b; 3 = Tran et al., 2006; 4 = Minkenberg en Van Lenteren, 1986; 5 = Tokumaru en Abe, 2006; 6 = Fathipour et al., 2006; 7 = Trumble, 1985; 8 = Tran et al., 2005b; 9 = Shepard et al. 1998; Weintraub, 2001; 10 = Sivapragasam en Syed, 1999; 11 = Petcharat et al., 2002; 12 = Spencer, 1973; Chen et al., 2003.

b) Waardplant voor *Liriomyza* sp. waarbij parasiet is aangetroffen: A = Aubergine; Ar = aardappel; M = Meloen; B = Boon; Br = Broccoli

L = Bladmosterd; T = Tomaat; S = Selderij; Km = Komkommer; Kb = Kouseband; U = Ui; Vu = Vigna unguiculata; + = aanwezig, gewas onbekend

c) = aangetroffen in een mix van *L. sativae* en *L. trifolii*.

d) = Parasiet gemarkeerd in vetgedrukte letters aangetroffen in kouseband

Tabel 13. Eucolidae parasieten van *Liriomyza* spp. in groentegewassen.

Parasiet ^{d)}	Referentie ¹⁾	<i>L. bryoniae</i>	<i>L. huidobrensis</i>	<i>L. sativae</i>	<i>L. trifolii</i>	<i>Liriomyza</i> spp.
<i>Ganaspidium</i> sp.	4			T	+ ^c	
<i>Ganaspidium hunteri</i>	1			M,B,T		
<i>Mesora</i> sp.	12		+			

Zie ter verklaring a), b), c) en d) tabel 12.

Tabel 14. Eulophidae parasieten van *Liriomyza* spp. in groentegewassen.

Parasiet ^{d)}	Referentie ^{a)}	<i>L. bryoniae</i>	<i>L. huidobrensis</i>	<i>L. sativae</i>	<i>L. trifolii</i>	<i>Liriomyza</i> spp.
<i>Asecodes</i> sp. nr. <i>Notandus</i>	11					Kb
<i>Asecodes delucchii</i>	3,8			Km		B,Kb,L,M,T
<i>Asecodes erxias</i>	3					Kb
<i>Chrysocharis</i> sp.	4,12	+		T	+	
<i>Chrysocharis ainslei</i>	4,7,12		+	T	S,+ ^c	
<i>Chrysocharis mallochi</i>	4			+		
<i>Chrysocharis parksi</i>	2,4,7,12	+	+	T	S,+	
<i>Chrysocharis pentheus</i>	3,5,13					A,B,L,M,Kb,Km,S,T,Vu
<i>Chrysocharis pubicornis</i>	5,12	+				T,A
<i>Chrysocharis virides</i>	4			T		
<i>Chrysonotomyia</i> sp.	4			+	+	
<i>Chrysonotomyia formosa</i>	4			+ T ^c	T ^c ,+	
<i>Chrysonotomyia punctiventris</i>	1,7			B,M,T	S	
<i>Cirrospilus ambiguus</i>	3,8,10,11			Km,+		B,Kb,L,U
<i>Cirrospilus lyncus</i>	13					B,S,Vu
<i>Closterocerus</i> sp.	4			+ ^a	+ ^a	
<i>Closterocerus cinctipennis</i>	4			T		
<i>Closterocerus formosus</i>	6			Km		
<i>Closterocerus utahensis</i>	4			T		
<i>Diglyphus</i> sp.	4,12,13	+		T	+	B,S,Vu
<i>Diglyphus albiscapus</i>	5,13					A,B,Km,S,T,Vu
<i>Diglyphus begini</i>	2,4,7			T	S,+	
<i>Diglyphus isaea</i>	3,4,5,6,8,9	+	Ar	Km		A, T,U
<i>Diglyphus intermedius</i>	2,4,7			T,+	S,+	
<i>Diglyphus pulchripes</i>	2			T	T,+	
<i>Diglyphus pusztensis</i>	5					B,T
<i>Diglyphus websteri</i>	4				+	
<i>Hemiptarsenus</i>	6			Km		Kb
<i>Hemiptarsenus variconis</i>	3,8,9,10,11		Ar, Br,U,+	Km		B,Kb,L, M,T,U,
<i>Hemiptarsenus zilahisebessi</i>	12	+				
<i>Mirzagrammosoma lineaticeps</i>	4				+	
<i>Neochrysocharis</i> sp.	3,8,10			Km,+		Kb
<i>Neochrysocharis beasleyi</i>	3					B,L,Kb,T,
<i>Neochrysocharis formosa</i>	3,5,10,11,13		+	+		A,B,L,M,Kb,Km,S,T, U,Vu
<i>Neochrysocharis okazakii</i>	3					Kb,L,M,T,U
<i>Neochrysocharis punctiventris</i>	13					B,S,Vu
<i>Pediobius acantha</i>	12	+				
<i>Pediobius pyrgo</i>	13					B,S,Vu
<i>Pnigalio flavipes</i>	4			T		
<i>Pnigalio katonis</i>	5,13					A,B,T,Vu
<i>Pnigalio soemius</i>	12	+				
<i>Quadrastichus</i> sp.	3,11					Kb,L,M
<i>Solenotus begini</i> (<i>Diglyphus</i>)	12		+			
<i>Solenotus intermedius</i> (<i>Diglyphus</i>)	12		+			
<i>Tetrastichus</i> sp.	4			T		
<i>Zagrammosoma americanum</i>	4			+ ^c	+ ^c	

Zie ter verklaring a), b), c) en d) tabel 12.

Tabel 15. Figitidae parasieten van *Liriomyza* spp. in groentegewassen.

Parasiet ^{d)}	Referentie ^{a)}	<i>L. bryoniae</i>	<i>L. huidobrensis</i>	<i>L. sativae</i>	<i>L. trifolii</i>	<i>Liriomyza</i> spp.
<i>Charips</i> sp.	12	+				
<i>Cothonaspis</i> sp.	4			+ ^c	+ ^c	
<i>Gronotoma</i> sp.	3, 8			Km		L,M

Zie ter verklaring a), b), c) en d) tabel 12.

Tabel 16. Pteromalidae parasieten van *Liriomyza* spp. in groentegewassen.

Parasiet ^{d)}	Referentie ^{a)}	<i>L. bryoniae</i>	<i>L. huidobrensis</i>	<i>L. sativae</i>	<i>L. trifolii</i>	<i>Liriomyza</i> sp.
<i>Halticoptera</i> sp.	4			T	T ^c	
<i>Halticoptera aenea</i>	12					
<i>Halticoptera circulis</i>	1,4,5,7			M,B,T	+ T ^c S	Km,T,A
<i>Halticoptera crius</i>	12	+				
<i>Halticoptera patellana</i>	4			T	+	U
<i>Sphegigaster hamugurivora</i>	5					T
<i>Trichomalopsis oryzae</i>	5					T,A

Zie ter verklaring a), b), c) en d) tabel 12.

In kouseband zijn alleen parasieten uit de Braconidae en Eulophidae familie bekend. Parasitisme onder *Liriomyza* spp. in kouseband bleek in Indonesië 35 tot 80% te zijn (Rauf et al., 2000). In dit onderzoek is de parasiet echter niet gedetermineerd. In kouseband teelten in Vietnam, waar tot nu toe alleen *L. sativae* is aangetroffen, is de parasitaire wesp *Neochrysocharis beasleyi* met 53,9% de meest voorkomende soort, gevolgd door de endoparasiet *Neochrysocharis formosa* met 21,4% (Tran et al. 2006). *Neochrysocharis beasleyi* werd ook voor respectievelijk 51, 60 en 37% op bladmosterd, stamslabonen en tomaat aangetroffen. Door Hofsvang et al. (2005) werd in kouseband vooral de parasiet *Chrysocharis pentheus* aangetroffen. In Thailand werden in kouseband de parasieten *Asecodes* (25%), *Neochrysocharis* (12,5%), *Hemiptarsenus* (8%), *Cirrospilus* (7,5%) *Quadrastichus* (4%) en *Opius* (0,6%) aangetroffen (Petcharat et al., 2002).

Het verspreidingsgebied van *N. formosa* (Westwood) is in West Palearctic, Nearctic gebieden, en Afrika (Gencer, 2002). *N. formosa* parasiteert naast *L. trifolii* en *L. sativae* ook andere Agromyzidae species en soorten van Lepidoptera, Diptera, Hymenoptera en Coleoptera (Gencer, 2002). Bij ovipositie op *L. trifolii* werden voornamelijk L3 larven geselecteerd boven de L1 en L2 larven (Moon et al., 2004). Verder bleek dat het aantal afgezette eieren en fouragering toenam met toenemende temperatuur. Per larve wordt door *N. formosa* 1 ei afgezet.

Parasitaire wespen kunnen naast het plaaginsect ook andere parasitaire wespen parasiteren, het zogenaamd hyperparasitisme. Door Patel en Schuster (1992) is aangetoond dat de parasitaire wesp *Neochrysocharis* spp. de parasitaire wesp *Diglyphus intermedius* kan parasiteren. Beide soorten zijn ook parasieten van *Liriomyza* spp. Hyperparasitisme kan 35% van de totale aanwezige parasieten bedragen (Patel et al., 2003).

Gebruik maken van parasitaire wespen is op twee manieren mogelijk, namelijk door in de eerste plaats het bevorderen van de al van nature aanwezige populaties en in de tweede plaats door het introduceren van parasieten. Johnson et al. (1985) geeft aan dat in de teelt van tomaat in het veld de parasieten de bladmineerder van nature reguleren indien er geen pesticiden toegediend worden.

Bewuste introductie van parasieten tegen *Liriomyza* spp. kan in potentie succesvol zijn als bestrijdingsmaatregel (Minkenbergh en Van Lenteren, 1986; Parella, 1987). Veel onderzoeken naar introductie van parasieten hebben in kassen plaatsgevonden (Trumble, 1993; Abd-Rabou, 2006). Echter het zou mogelijk zijn om ook in het veld een IPM programma op te zetten in combinatie met biologische bestrijding (Trumble, 1985; Shepard et al., 1998; Rauf et al., 2000).

Een effectieve bestrijding hangt nauw samen met een juiste timing, aantal te controleren bladmineerders per blad, aantal uitgezette parasieten en de temperatuur. Bij lage hoeveelheden *Diglyphus intermedius* en hoge aantallen *L. trifolii* bladmineerders is er een lagere doding aanwezig van bladmineerders (Patel et al., 2003). Temperatuur kan van invloed zijn op percentage parasitisme, bij parasitering van *L. trifolii* in boon door *Opius dissitus*, bleek bij 30°C een geringer percentage mortaliteit aanwezig te zijn dan bij 20°C (Bordat et al., 1995). Ook in selderij bij parasitering van *L. sativae* nam het percentage parasitisme af met toenemende temperatuur

(Tryon en Poe, 1981). Er lijkt enige voorkeur tussen parasiet, waardplant en gastheer te zijn maar in de praktijk blijkt dat ook de parasieten polyfaag zijn (Tran et al., 2006). Zo zijn parasieten van *L. chinensis* ook aangetroffen op *L. sativae* larven.

Naast het aanprikken van de mineerderlarve voor ovipositie door de parasiet wordt ook een gedeelte aangeprikt en gedood voor voeding zonder dat er ovipositie plaatsvindt (Minkenberg, 1989; Patel et al., 2003). Dit percentage kan van 15 tot 40% oplopen.

Invloed van het seizoen op de aanwezigheid van parasieten werd in diverse onderzoeken aangetroffen maar is niet eensluidend. Door Tran et al. (2005b) werd in de regentijd in Vietnam een beduidend hoger percentage parasitisme in komkommer aangetroffen. In Indonesië werden juist in de droge tijd in aardappel, broccoli en ui hogere aantallen parasieten aangetroffen dan in de regentijd (Shepard et al., 1998).

Met het uitzetten van parasieten kan een goede bestrijding van *Liriomyza* spp. in kassenteelt bereikt worden (Onillon, 1999; Haghani et al., 2007). Voor de bestrijding van *Liriomyza* spp zijn tot nu toe alleen de parasieten *Dacnusa sibirica* en *Diglyphus isaea* commercieel verkrijgbaar en geregistreerd in diverse landen. De reden dat alleen deze soorten verkrijgbaar zijn is omdat andere soorten moeilijker te kweken zijn en omdat deze soorten breder inzetbaar zijn (Minkenberg en Van Lenteren, 1986) en niet omdat ze van alle al aangetroffen parasieten het meest effectief zouden zijn. Daarnaast geeft *D. isaea* een snelle populatie opbouw te zien waardoor een effectieve parasitering van *Liriomyza* plaatsvindt (Haghanai et al., 2007). *Dacnusa sibirica* en *Diglyphus isaea* worden door diverse commerciële bedrijven zoals Syngenta, Biobest en Koppert vermeerderd en zijn te verkrijgen ter bestrijding van *Liriomyza* spp. in kasgroenten (Tabel 17). Merknamen zijn onder andere Dig-line en Dac-line van Syngenta die onder andere door Brinkman ('s Gravenzande) geleverd kunnen worden, Diminex, Minusa, Miglyphus en Minex zijn merknamen van Koppert. Hoofdvestiging is te Berkel en Rodenrijs en met onder andere vestigingen ook in de USA en Bogota, Columbia. *Dacnusa*-system en *Dacnusa*-mix system zijn merknamen van Biobest (Westerlo, België en Leamington, Ont, Canada).

Tabel 17. Advisering van diverse middelen voor inzetten van parasieten in kassenteelt.

Product	Verpakkingsinhoud (aantal adulten)	Toepassing in kas (aantal adulten per m ²)		Interval tussen uitzetten (dagen)	Aantal keren uitzetten	Opmerkingen
		Lichte aantasting	Zware aantasting			
Minusa (Koppert)	250 <i>D. sibirica</i>	0,25	-	7	Minimaal 3x	Alleen toepassen bij minder dan 1 <i>Liriomyza</i> larve per 10 planten
Minex (Koppert)	225 <i>D. sibirica</i> en 25 <i>D. isaea</i>	0,5	-	7	Minimaal 3x	Alleen toepassen bij minder dan 1 <i>Liriomyza</i> larve per 10 planten
Diminex (Koppert)	125 <i>D. sibirica</i> en 125 <i>D. isaea</i>	0,25	-	7	Minimaal 3x	Alleen toepassen bij minder dan 1 <i>Liriomyza</i> larve per 10 planten
Miglyphus (Koppert)	250 <i>D. isaea</i>	0,1	0,25	7	Minimaal 3x	Bij minder dan 1 larve per 10 planten gebruik Minusa of Minex
Dacnusa- mix-system (Biobest)	225 <i>D. sibirica</i> en 25 <i>D. isaea</i>	0,25	-	7		Inzetten totdat evenwicht is waargenomen
Diglyphus- system (Biobest)	250 <i>D. isaea</i>	0,15	-	7	Minimaal 3x	
Dac/Dig- line (Syngenta)	225 <i>D. sibirica</i> en 25 <i>D. isaea</i>	0,25	-	7	Minimaal 4x	Preventief 0,25/m ² 1 x 14 dagen. Doorgaan totdat 75% parasitisme aanwezig is
Dig-line (Syngenta)	250 <i>D. isaea</i>	0,1	-	7	Minimaal 3x	Doorgaan totdat 75% parasitisme aanwezig is

4.2.3.1 *Diglyphus isaea* (Walker)

Diglyphus isaea Walker is een ectoparasiet en behoort tot de subfamilie Eulophinae net zoals de *Hemiptarsenus* en *Pnigalio* genera (Minkenberg en Van Lenteren, 1985). Verspreidingsgebied van *D. isaea* is Europa, Noord Afrika, Australie, Stille oceaan gebied waaronder Japan en Azië (Gencer, 2002). *D. isaea* verlamt de *Liriomyza* larve eerst en legt vervolgens een eitje ernaast. Bij parasitisme door *D. isaea* wordt de bladmineerder larve direct verlamd en stopt direct de mijnactiviteit. Hierdoor is deze parasiet ook minder gevoelig voor inzet van insecticiden nadat de gastheer is geparasiteerd. Immers de gastheer mineert niet meer, neemt geen voedsel meer op en dus ook geen insecticide. *D. isaea* parasiteert L2 en L3 larven bij *C. syngenesiae* en *L. trifoliarum*. Als *D. isaea* eenzelfde gedrag vertoont bij het parasiteren van bladmineerder in kouseband dan treedt hier enige aantasting op veroorzaakt door de L1 larve. Naast het parasitisme door *D. isaea* treedt ook mortaliteit, tot 50% in laboratorium proeven, onder de *Liriomyza* larven op voor voeding van de vrouwelijke parasiet adult (Minkenberg en Van Lenteren, 1985).

Op zowel *Liriomyza bryoniae*, *L. huidobrensis*, *L. sativae* en *L. trifolii* is *D. isaea* als parasiet aangetroffen en vertoont in alle soorten een hoog parasitisme percentage.

In Egypte werd getoetst of de bladmineerder *L. trifolii* in komkommer en tomaat in kassen bestreden kan worden met de Europese *D. isaea* (Abd-Rabou, 2006). Het bleek dat bij toepassen van totaal circa 30.000 *D. isaea* met een wekelijkse inzet van 1650 – 1750 adulten, een parasitisme percentage aanwezig was van respectievelijk 2.1 en 1.4% in komkommer en tomaat 10 weken na inzet. De van nature in Egypte voorkomende *D. isaea* bleek respectievelijk 4 en 3.5% parasitisme te geven in tomaat en komkommer.

Door Boot et al. (1992) wordt beschreven hoe de populatie opbouw van de parasiet *D. isaea* verloopt bij inzet op tomaat ter bestrijding van *L. bryoniae*. Het model heeft als variabelen stikstofgehalte in het blad en omgevingstemperatuur. Het bleek dat daarnaast het vermogen van de parasiet om de gastheer te lokaliseren en uitgezette parasieten van invloed zijn op populatie opbouw van *Liriomyza bryoniae*. *Diglyphus isaea* is beter werkzaam bij hogere temperaturen (> 20°C) en *Dacnusa sibirica* bij temperaturen lager dan 20°C. (Koppert). De ontwikkeling van *D. isaea* verloopt sneller naarmate de temperatuur toeneemt (Haghani et al., 2007). Bij temperaturen onder de 10 en boven de 40°C werd geen ontwikkeling waargenomen.

4.2.3.2 *Dacnusa sibirica*

Dacnusa sibirica Telenga behoort tot de subfamilie Alysiinae van de Braconidae en is een endoparasiet van Diptera larven, waaronder met name *L. bryoniae*, *L. huidobrensis* en *L. trifolii* (Minkenberg en Van Lenteren, 1985; Onillion, 1999). Het product Dac-line s geeft een goede bestrijding te zien bij inzet tegen *L. bryoniae* en *L. huidobrensis* en *Chromatomyia syngenesiae*. Tegen *L. trifolii* worden verrassend genoeg geen goede resultaten bereikt (Dac-line s product sheet). *D. sibirica* is in staat om al geparasiteerde larven te onderscheiden van nog niet geparasiteerde en ook of een blad al eerder door een soortgenoot is bezocht (Onillion, 1999). De parasiet legt eieren in de larve van de gastheer en de parasiet larve ontwikkelt zich vervolgens in de bladmineerder larve. De ontwikkeling van de bladmineerder larve gaat tegelijkertijd ook nog door waardoor de mijnactiviteit door blijft gaan. Pas wanneer de parasiet zich verpopt heeft in de bladmineerder pop is de bladmineerder pop dood. Dac-line kan in elk gewas ingezet worden waarbij enige schade in het blad geaccepteerd kan worden. De wesp vindt de wat oudere larven makkelijker dan de jongere larven hoewel alle stadia geparasiteerd kunnen worden (Minkenberg en Van Lenteren, 1985).

Geadviseerd wordt om het product niet in te zetten bij regelmatig terugkerende temperaturen boven de 25°C. Uitzetten kan het best gebeuren in de vroege ochtend of late avond met 0,5 tot 1 volwassen exemplaar per vierkante meter. Dac-line s wordt per 125 cm³ flesjes geleverd en bevat 250 adulten. Omdat door *D. sibirica* geparasiteerde larven nog door blijven mineren nemen ze ook insecticiden nog op en kan cyromazine de parasieten populatie aantasten doordat de gastheer gedood wordt (Dac-line s productsheet).

In komkommer en tomatenteelt in kassen in Egypte werd met circa 20.000 *D. sibirica*, waarbij wekelijks 1250 – 1500 adulten werden ingezet, een percentage parasitisme van respectievelijk 11,6 en 7,6% in tomaat en komkommer 11 weken na inzet aangetroffen (Abd-Rabou, 2006).

4.2.4 *Steinernema* spp.

Insect parasitaire nematoden kunnen eventueel ingezet worden om *Liriomyza* bladmineerders te bestrijden (Capinara, 2005a). Bestrijding van *L. trifolii* met *Steinernema* nematoden is een mogelijkheid mits de nematoden met een wateroplossing verspoten worden en bij een hoge luchtvochtigheid. Ook in de EPPO datasheet voor *L. trifolii* wordt gemeld dat inzet van *Steinernema carpocapsae* effectief kan zijn ter bestrijding van *L. trifolii*.

S. carpocapsae bleek alle larvale stadia en pop tot 1 uur na verpopping van *L. trifolii* in selderij te bestrijden (LeBeck et al., 1993). In een laboratorium test met op agar geplaatste *L. trifolii* larven in diverse stadia bleek vooral het L2 stadium en L3 stadium met larven in grootte 1 tot 1.59 mm de hoogste mortaliteit te vertonen. Een beduidende lagere mortaliteit was aanwezig onder L3 larven groter dan 1.59 mm. In hetzelfde onderzoek werd aangetoond dat *S. carpocapsae* niet in staat is om door de epidermis van blad te boren en larven te infecteren. Wel werd aangetoond dat de nematoden door de ovipositie gaten binnendringen en hierbij 55% mortaliteit onder *L. trifolii* L3 larven geeft. In veldproeven bleek dat relatieve luchtvochtigheid (RLV) van belang is voor een succesvolle bestrijding (Hara et al., 1993). Bij een wisselende RLV van 50 tot 90% bleek de

maximale mortaliteit circa 44% te zijn terwijl in een omgeving waarbij RLV van 72 tot 91% aanwezig was het mortaliteitspercentage bijna 70% was.

Williams en Walters (1999) hebben onderzocht of *L. bryoniae* en *L. huidobrensis* in tomaat en sla en *C. syngensiae* in Chinese kool met *S. feltiae* (Nemasys ®) bestreden kan worden. De pop vorming werd door inzet van *S. feltiae* gereduceerd ongeacht in welk larvaal stadium de nematoden toegediend werden. Een LC₅₀ werd bereikt met inzetten van 5538 *S. feltiae* per ml spuitvloeistof waarbij 1400 tot 1600 l per hectare werd gespoten tot aan het druipnat stadium. Bij twee keer inzetten van 1000 *S. feltiae* per ml, de tweede 96 uur naar de eerste bespuiting, werd een beter resultaat bereikt tegen *L. huidobrensis* in sla vergeleken met een eenmalige bespuiting met 1000 of 5000 *S. feltiae* per ml. Head et al. (2003) vond circa 60% mortaliteit onder *L. huidobrensis* larven in sla na toediening van *S. feltiae* (Nemasys ®). De combinatie van *S. feltiae* en *D. sibirica* (Dac-line) op *L. huidobrensis* in sla liet een lagere mortaliteit onder *L. huidobrensis* zien en een hogere mortaliteit onder de *D. sibirica* larven vergeleken met de controle. *S. feltiae* in combinatie met Dig-line (*Diglyphus isaea*) gaf een hogere mortaliteit onder *L. huidobrensis* larven dan waargenomen bij inzetten van Dig-line alleen. Dit leidt er toe te veronderstellen dat Dac-line geen geschikt product is om te combineren terwijl Dig-line wel geschikt is. Verschil wordt wellicht veroorzaakt doordat nematoden alleen bewegelijke larven nog opzoeken en bij Dig-line worden door de *D. isaea* de larven direct verlamd terwijl met Dac-line de larven zich nog verder ontwikkelen. Sher et al. (2000) geeft aan dat voor bestrijding van *L. trifolii* in chrysant nematoden *S. carpocapsae* te combineren zijn met inzet van *Diglyphus begini* mits de parasieten niet tegelijkertijd ingezet worden. Zowel *S. carpocapsae* als *D. begini* lijken in staat te zijn al geparasiteerde larven te onderscheiden en elkaar niet te beconcurreren. Ook parasiteert *S. carpocapsae* vooral L1, L2 en vroege L3 larven terwijl *D. begini* vooral L3 larven parasiteert en L2 larven aanprikt voor voeding. Om deze reden wordt aanbevolen om eerst *S. carpocapsae* in te zetten gevolgd door *D. begini*.

Insecticide gebruik kan de effectiviteit van de nematoden reduceren. Het bleek echter dat slechts in een paar gevallen middelen uit de carbamaten groep, onder andere methomyl, en uit de organische fosfor verbindingen, diazinon en heptenofos, een directe negatieve invloed hadden op nematoden terwijl fungiciden, acariciden en herbiciden geen enkele invloed vertoonden (Blümel et al., 1999). In een laboratorium experiment werd de effectiviteit van *S. feltiae* nematoden op *Gallareia mellonella* larven bij direct contact met de insecticiden abamectine, dimethoat en deltamethrin met respectievelijk 99, 44 en 95% gereduceerd (Head et al. 2000). In een proef waarbij insecticiden werden toegediend bij het L1 en L2 stadium en vervolgens *S. feltiae* 24 uur later werd toegediend werd bij dimethoat een negatief effect op *S. feltiae* aangetroffen waarbij de effectiviteit met 20% afnam, terwijl bij abamectine en deltamethrin de effectiviteit niet verschilde (Head et al., 2000).

Steinernema spp. nematoden worden door diverse bedrijven geleverd ter bestrijding van mineervlieglarven (Tabel 18).

Tabel 18. Geadviseerde doseringen voor bestrijding van mineervlieglarven.

	Nemasys F Brinkman	Entonem Koppert	Steinernema-systeem Biobest
Preventief	1,0x10 ⁶ stuks /l	Wekelijks: 250.000 aaltjes/ m ² in 1250 l/ha (2,0x10 ⁶ stuks/l)	Wekelijks: 125.000 aaltjes/m ² in 1000 l/ha (1,25x10 ⁶ stuks /l)
Curatief	-	-	2 à 3 x spuiten met: 250.000 aaltjes/ m ² in 1000 l/ha (2,5x10 ⁶ stuks /l)

Nemasys F in verpakkingseenheden van 50x10⁶ stuks (Brinkman), Entonem in een verpakkingseenheid van 2 x 250x10⁶ stuks (Koppert) en Steinernema-systeem in een

verpakkingseenheid van 5, 50 of 200×10^6 stuks (Biobest) zijn voorbeelden van commercieel verkrijgbare producten. De werking berust op het opsporen van de larve door de nematoden, die vervolgens de larve binnendringen en de *Xenorhabdus* bacterie uitscheiden waardoor de mineervlieglarven gedood worden. Geadviseerde dosering is om 1000 nematoden per ml te verspuiten in combinatie met een uitvloeier.

4.2.5 Steriele insecten techniek

Als aanvulling op toepassing van parasieten is onderzocht of steriele insecten techniek een bijdrage kan leveren (Kaspi en Parrella, 2006). Met deze techniek worden manlijke *Liriomyza* vliegen steriel gemaakt door pupae 1 tot 2 dagen voordat de vliegen te voorschijn komen enige tijd bloot te stellen aan gamma straling. Vervolgens worden deze insecten losgelaten en doordat ze met de fertiele mannetjes concurreren om te paren vinden er minder geslaagde paringen plaats waarbij minder fertiele eieren afgezet worden. Bij toepassing van deze techniek ter bestrijding van *L. trifolii* in chrysantenteelt in kassen in combinatie met uitzetten van *Diglyphus isaea* werd een betere bestrijding aangetroffen dan bij inzet van een van de technieken alleen. Hierbij werden wekelijks 5 steriele mannetjes per elk fertiel mannetje uitgezet in combinatie met het uitzetten van Dig-line (Syngenta Bioline).

4.2.6 Kalkcyanamide

Kalkcyanamide is in eerste instantie een stikstof meststof waarbij ook een schimmeldodende werking is vastgesteld. De werking berust op het vrijkomen van cyaanamide in de bodem die de schimmelsporen en schimmeldraden doodt. Daarnaast kan enig systemisch effect optreden door opname door de plant.

Over de werking van kalkcyanamide tegen insecten is weinig informatie in de literatuur te vinden. Het zou voornamelijk in de grond de poppen doden en de larven die net inde grond verpoppen. Het heeft dus meer een cyclus onderbrekende werking dan dat het een eenmaal aanwezige aantasting in een gewas bestrijdt. Breakey (1942) geeft aan dat met 100, 150, 200 en 300 Lb/acre een effectieve controle van thrips in een pruimenboomgaard plaatsvindt. Wanneer er binnen 2 dagen na toediening regen aanwezig is wordt de werking verbeterd.

Toedienen van 300 kg/ha kalkcyanamide is effectief gebleken als bestrijdingsmethode tegen mineervlieg in de kassenteelt (Bleyaert et al., 2005) Per hectare kost toepassen van kalkcyanamide 124 euro en is vergeleken met een bestrijdingsstrategie met cyromazine iets goedkoper. Wel dient na toediening een wachttijd van 6 dagen gehanteerd te worden voordat men een gewas teelt (Bleyaert et al., 2004).

4.3 Signalering

Voor het inzetten van de diverse bestrijdingsmethoden is het aan te bevelen om een goede signaleringstechniek toe te passen. Voor het signaleren van de adulten kunnen het best gele plakvallen ingezet worden. Parrella (1987), Al-Ayedh en Al-Doghairi (2006) en Durairaj et al. (2007) beschrijven dat *Liriomyza* spp. het sterkst aangetrokken worden door een gele kleur vergeleken met andere kleuren. *L. trifolii* werd door gele plakvallen sterker aangetrokken vergeleken met op ruime afstand volgend met op volgorde van aantrekkende kleur oranje, groen, wit, blauw, rood, zwart (Durairaj et al., 2007). In tomaat bleek ook *L. sativae* het best te signaleren te zijn met gele plakvallen (Tryon et al., 1980). Ook in aardappel werden gele plakvallen succesvol gebruikt voor signalering van *L. huidobrensis* (Weintraub, 2001).

Op basis van gesignaleerde pieken en de gevangen aantallen adulten kan men in combinatie met temperatuur gegevens berekenen wanneer de eerste larven in het blad te verwachten zijn en

hierop de bestrijding aanpassen. Bij wekelijkse controle van plakvallen werden pieken in de vluchten gesignaleerd op Mauritius en op basis van deze waarnemingen werden bestrijdingsmethoden ingezet (Unmole et al., 1999). Hierop gebaseerd is het advies om in ui bij 400 adulten per val of 2 mijnen per blad een bestrijdingsmiddel tegen adulten in te zetten en vervolgens 7 dagen later een middel ter bestrijding van de larven. Signalering gaf aan dat ook in aardappel in Israel duidelijke pieken in aanwezigheid te onderscheiden zijn (Weintraub, 2001). Hidrayani et al. (2005) vond in aardappel 9 weken na planten duidelijke pieken in aantal gevangen adulten op gele plakvallen. Echter aantasting in de aardappel planten nam vanaf 8 weken al sterk toe. Hierbij is het dus mogelijk dat de adulten die gevangen zijn afkomstig zijn uit de al aangetaste aardappel bladeren. Zeven weken na planten werd een kleine piek aangetroffen en wellicht is deze piek het gevolg van het invliegen van de adulten die de aangetroffen aantasting veroorzaakten.

Voor de plaatsing van de plakvallen dient rekening gehouden te worden met de overheersende windrichting en mogelijke infectiebron van waaruit de adulten de aanplant invliegen (Tryon et al., 1980). De meeste insecten werden gevangen op plakvallen geplaatst tegen de heersende windrichting in en de minste aantallen op plakvallen gericht op de luwzijde. Bij plaatsing van plakvallen moet eventueel rekening gehouden worden met de plaatsingshoogte. In tomaat werden op lagere posities, $\frac{1}{4}$ en $\frac{1}{2}$ van gewashoogte, meer adulten gevangen werden dan bij plaatsing boven het gewas (Zoebisch en Schuster, 1990). Echter in komkommer werd geen verschil in hoogte aangetroffen bij plaatsing op 50, 100, 150 of 200 cm boven de grond met vangsten van *L. trifolii* (Al-Ayedh en Al-Doghairi, 2006).

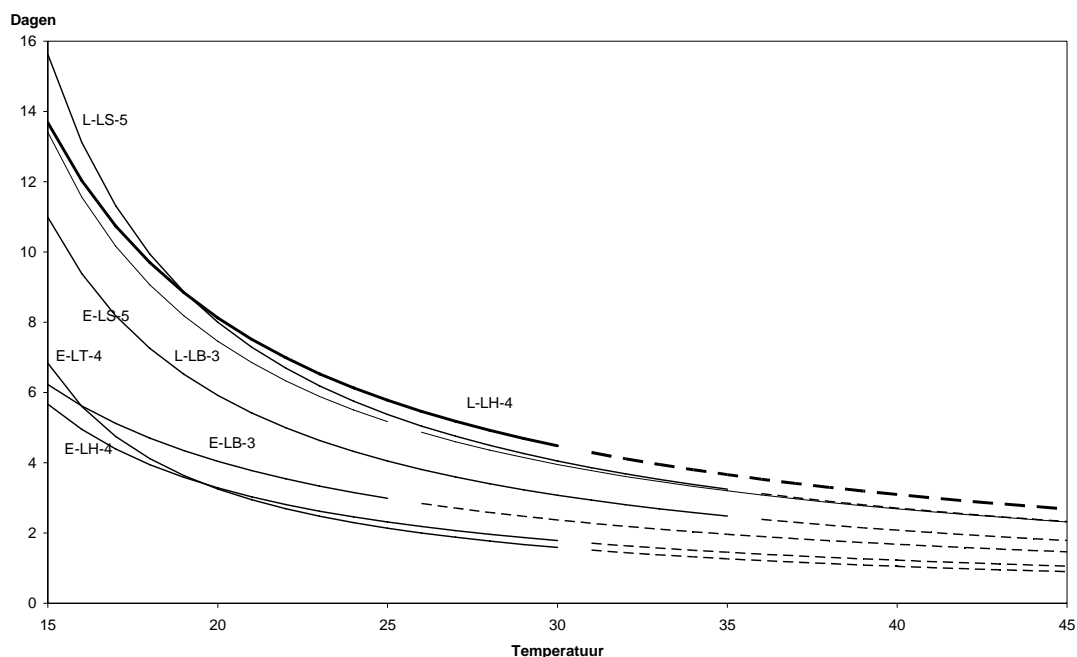
Met gele plakvallen worden weliswaar adulten weggevangen maar nooit in die hoeveelheden dat men bij gebruik in het veld er een bestrijdingseffect van mag verwachten. In kassenteelt van komkommer vond Civelek et al. (2004) wel dat bij toepassing van gele plakvallen zonder insecticiden inzet een vergelijkbare aantasting aanwezig was door *L. huidobrensis* vergeleken met een kas waar wel insecticiden ingezet waren. Een in enige mate bestrijdend effect kan dus aanwezig zijn maar het betrof hier wel een gesloten gecontroleerde ruimte.

Diverse bronnen geven formules weer voor het berekenen van de ontwikkeling van *Liriomyza* spp. op basis van temperatuur (Tabel 19).

Tabel 19. Formules voor het uitrekenen van de ontwikkelingsduur van *Liriomyza* spp. ei en larven als functie van de gemiddelde etmaal temperatuur.

Liriomyza soort	Stadia	Waardplant	Berekende Ontwikkelingsduur (Y) op basis van temperatuur in °C (T) en temperatuur traject waarop deze gebaseerd is	Geschatte drempel waarde (°C) voor ontwikkeling	referentie
<i>L. bryoniae</i>	Ei	<i>Lycopersicon esculentum</i>	$Y = 0,01742 T - 0,1008 (15 - 25^{\circ}\text{C})$	> 5,8	3
<i>L. bryoniae</i>	L1	<i>L. esculentum</i>	$Y = 0,05139 T - 0,6021 (15 - 25^{\circ}\text{C})$	> 11,7	3
<i>L. bryoniae</i>	L2	<i>L. esculentum</i>	$Y = 0,02201 T - 0,0466 (15 - 25^{\circ}\text{C})$	> 2,1	3
<i>L. bryoniae</i>	L3	<i>L. esculentum</i>	$Y = 0,04662 T - 0,4743 (15 - 25^{\circ}\text{C})$	> 10,2	3
<i>L. bryoniae</i>	Larve	<i>L. esculentum</i>	$Y = 0,01190 T - 0,1039 (15 - 25^{\circ}\text{C})$	> 8,7	3
<i>L. bryoniae</i>	Pop	<i>L. esculentum</i>	$Y = 0,00643 T - 0,0530 (15 - 25^{\circ}\text{C})$	> 8,2	3
<i>L. bryoniae</i>	Ei - adult	<i>L. esculentum</i>	$Y = 0,00338 T - 0,0273 (15 - 25^{\circ}\text{C})$	> 8,1	3
<i>L. huidobrensis</i>	Ei	<i>Phaseolus</i> sp.	$Y = 0,0256 T - 0,2075 (15 - 30^{\circ}\text{C})$	> 8,1 < 31,1	4
<i>L. huidobrensis</i>	Larve	<i>Phaseolus</i> sp.	$Y = 0,0100 T - 0,0769 (15 - 30^{\circ}\text{C})$	> 7,7 < 35,3	4
<i>L. huidobrensis</i>	Pop	<i>Phaseolus</i> sp.	$Y = 0,070 T - 0,0511 (15 - 25^{\circ}\text{C})$	> 7,3 < 27,9	4
<i>L. huidobrensis</i>	Ei - adult	<i>Phaseolus</i> sp.	$Y = 0,0037 T - 0,0299 (15 - 25^{\circ}\text{C})$	8,1 < 29,5	4
<i>L. sativae</i>	Ei - adult	<i>Phaseolus</i> sp.	$Y = 0,00381 T - 0,0352$	> 9,2	1
<i>L. sativae</i>	Ei - pop	<i>Phaseolus</i> sp.	$Y = 0,00310 T - 0,0195$	> 6,1	1
<i>L. sativae</i>	Ei	<i>Cucumis sativus</i>	$Y = 0,0156 T - 0,143 (15 - 35^{\circ}\text{C})$	> 9,2	5
<i>L. sativae</i>	Larve	<i>Cucumis sativus</i>	$Y = 0,0122 T - 0,119 (15 - 35^{\circ}\text{C})$	> 9,75	5
<i>L. sativae</i>	Pop	<i>Cucumis sativus</i>	$Y = 0,0094 T - 0,103 (15 - 35^{\circ}\text{C})$	> 11,01	5
<i>L. sativae</i>	Ei - adult	<i>Cucumis sativus</i>	$Y = 0,004 T - 0,0408 (15 - 35^{\circ}\text{C})$	> 10,2	5
<i>L. trifolii</i>	Ei - adult	<i>Phaseolus</i> sp.	$Y = 0,00369 T - 0,0311$	> 8,4	1
<i>L. trifolii</i>	Ei	<i>Phaseolus</i> sp.	$Y = 0,0322 T - 0,3367 (15 - 30^{\circ}\text{C})$	> 10,4 < 31,5	4
<i>L. trifolii</i>	Larve	<i>Phaseolus</i> sp.	$Y = 0,0142 T - 0,1407 (15 - 30^{\circ}\text{C})$	> 9,9 < 35,2	4
<i>L. trifolii</i>	Pop	<i>Phaseolus</i> sp.	$Y = 0,0076 T - 0,0817 (15 - 30^{\circ}\text{C})$	> 10,7 < 34,6	4
<i>L. trifolii</i>	Ei - adult	<i>Phaseolus</i> sp.	$Y = 0,0043 T - 0,0450 (15 - 30^{\circ}\text{C})$	> 10,5 < 35,0	4
<i>L. trifolii</i>	Ei	<i>L. esculentum</i>	$Y = 0,02146 T - 0,1475 (15 - 25^{\circ}\text{C})$	> 6,8	2
<i>L. trifolii</i>	L1	<i>L. esculentum</i>	$Y = 0,04357 T - 0,3824 (15 - 25^{\circ}\text{C})$	> 8,8	2
<i>L. trifolii</i>	L2	<i>L. esculentum</i>	$Y = 0,04548 T - 0,4043 (15 - 25^{\circ}\text{C})$	> 8,9	2
<i>L. trifolii</i>	L3	<i>L. esculentum</i>	$Y = 0,03294 T - 0,2018 (15 - 25^{\circ}\text{C})$	> 6,1	2
<i>L. trifolii</i>	Pop	<i>L. esculentum</i>	$Y = 0,00705 T - 0,0703 (15 - 25^{\circ}\text{C})$	> 10,0	2
<i>L. trifolii</i>	Ei - adult	<i>L. esculentum</i>	$Y = 0,00378 T - 0,0343 (15 - 25^{\circ}\text{C})$	> 9,1	2

1 = Parrella, 1987; 2 = Minkenbergh, 1988; 3 = Minkenbergh en Helderman, 1990; 4 = Lanzoni et al., 2002; 5 = Haghani et al., 2007.



Figuur 8. Ontwikkelingsduur van ei (E) en larve (L) van *L. bryoniae* (LB), *L. huidobrensis* (LH), *L. sativae* (LS) en *L. trifolii* (LT) in dagen gebaseerd op de gegeven formules in tabel 19 met referentie 3,4 en 5.

Voor de ontwikkeling van *L. sativae* geeft Haghani et al. (2007) een temperatuursom van 250 graaddagen voor het doorlopen van het ei tot adult stadium op komkommer. Het larvaal en pop stadium bedraagt 188,3 graaddagen.

De gemiddelde temperatuur in Suriname is circa 25 tot 30°C (Figuur 3). Bij deze temperaturen duurt het ei stadium 2 à 3 dagen en het larvaal stadium bedraagt dan slechts 4 tot 6 dagen (Figuur 8). Bij inzet van insecticiden die op het larvaal stadium werken moet men hiermee rekening houden. Boven de 30°C neemt de mortaliteit onder *Liriomyza* adulten snel toe waarbij enig verschil tussen de diverse soorten aanwezig is.

5 Aanbevelingen voor bestrijding

Voor bestrijding van *Liriomyza* spp. in kouseband zou een IPM programma opgesteld kunnen worden. Rauf et al. (2000) stelt zelfs dat onder Indonesische omstandigheden alleen een IPM programma met een sterke biologische component zinvol is voor een effectieve bestrijding. In kassenteelt van diverse groente zijn met succes IPM programma's ontwikkeld. Met IPM kan het gebruik van bestrijdingsmiddelen teruggedrongen worden terwijl de opbrengst gelijk blijft en het rendement hoger (Trumble en Alvarado, 1993). Bestrijdingsresultaat met een IPM programma in tomaat was zelfs beter dan in het conventioneel bestrijdingsprogramma (Trumble en Alvarado, 1993). Wel dient een programma zo simpel mogelijk gehouden te worden en waarbij waarnemingen tot een minimum beperkt kunnen worden. Wanneer dit niet het geval is mislukt meestal de introductie van een IPM programma (Trumble en Alvarado, 1993).

Voor een goede toepassing van bestrijdingsmiddelen in een IPM programma is het van belang om een goede spuittechniek toe te passen (Blümel et al., 1999). Met hoge volumes spuiten zorgt er voor dat grote volumes aan actieve stof afdruipt en in de bodem terecht komen. Spuiten met fijnere druppels en minder volume zoals met een moterspuit geeft een betere dekking van blad en minder verlies aan middel. Daarnaast geeft drenchen en granulaat toediening minder risico op direct contact met de parasieten. Zaadcoating zou ook een mogelijkheid kunnen zijn met middelen uit de neonicotine groep zoals imidacloprid, thiamethoxam of met fipronil of spinosad. Deze middelen bevatten een sterk systemische werking tegen diverse plaaginsecten (Ester et al., 1997, Ester et al., 2003, Ester et al., 2003b, Maienfisch et al., 2001, BASF technical report). Echter deze toepassing lijkt momenteel weinig perspectiefvol aangezien in Suriname de zaadwinning en vermeerdering op de eigen bedrijven plaatsvinden door de individuele telers (Van Sauers-Muller en de Putter, Personal observations). Tenslotte geeft toepassen van pleksgewijze bespuiting een reductie in de kosten en resulteert ook in een minder grote milieu belasting.

Door het instellen van schadedrempels voor kouseband is het ook mogelijk om het aantal bespuitingen terug te dringen. Schadedrempels vaststellen in kouseband kan er toe leiden dat telers minder vlug insecticiden hoeven in te zetten. Hierdoor neemt tegelijk ook het aantal parasieten toe waardoor er een beter evenwicht ontstaat. Het is aan te bevelen om met proeven te onderzoeken bij welk percentage aangetast blad en aantal mijnen per blad economische schade te verwachten is. Enige schade en verlies aan opbrengst is te accepteren aangezien inzet van middelen ook kosten met zich meedraagt. Hierbij dient dan overwogen te worden bij welke aantasting of te verwachten aantasting het economisch rendabel is om een middel in te zetten.

Bij de keuze van insecticiden is het niet aan te bevelen om middelen uit de groep van carbamaten, organische fosfor verbindingen en pyrethroiden te kiezen. Resistentie opbouw treedt snel op en doordat deze middelen breedwerkend zijn vertonen ze in de regel een hoge mortaliteit onder de parasieten en hierdoor de aantasting juist kunnen verergeren. Voor het inzetten van insecticiden is het dan van belang om van te voren de werking tegen bladmineerders en parasieten te toetsen. Deze toetsing kan het makkelijkst gebeuren door blad van een aanplant waarin in ruime mate bladmineerders voorkomen te verzamelen waarin het te testen middel is toegediend. In alle andere gevallen dient er een populatie bladmineerders en parasieten in stand gehouden te worden. Op basis van de beschikbare literatuur zijn op dit moment de middelen op basis van abamectine, cyromazine en spinosad het meest effectief. In verband met resistentieopbouw is het raadzaam om een spuitschema op basis van deze drie middelen te overwegen. Andere middelen zijn of meer toxisch, of zijn breedwerkend waarbij in hoge mate mortaliteit onder parasieten plaatsvindt of hebben een lange veiligheidstermijn.

Door een signaleringssysteem te ontwikkelen, in eerste instantie alleen op basis van temperatuur, kan men de timing van insecticide inzet verbeteren en is hierdoor een effectievere bestrijding met

een minimum aan inzet van middelen te bereiken. Ontwikkeling van bladmineerders hangt nauw samen met temperatuur. Stikstofgehalte heeft ook wel enige invloed maar verschil in totale ontwikkelingstijd van ei tot aan ontpoppen van adult bedraagt bij een temperatuur van 25 – 27 °C hooguit een halve dag, 5% van de totale ontwikkelingsduur. Op basis van het aantal gevangen adulten met plakvallen en het tijdstip waarop deze aangetroffen worden kan men een beslissing nemen over de inzet van insecticiden. Door een effectievere bestrijding kan een reductie in middelgebruik bereikt worden. In eerste instantie door het aantal gevangen adulten te relateren aan verwachte schade en in de tweede plaats op basis van vangtijdstip bepalen op welke dag een bespuiting het meest effectief is. Voor een juiste timing kan met de temperatuursom de periode worden berekend waarin een insecticide gespoten kan worden.

Bladmineerders zijn vooral actief in de vroege uren en bij inzet van insecticiden tegen adulten, waaronder middelen uit de pyrethroiden groep, is het aan te bevelen om deze in de ochtend toe te passen. Zeker ook omdat pyrethroiden bij hogere temperaturen een minder goed bestrijdingsresultaat laten zien.

Bestrijding van *Liriomyza* met behulp van parasieten kan op twee manieren. In de eerste plaats door introductie en uitzetten van commercieel beschikbare parasieten zoals *D. isaea* en *D. sibirica* en in de tweede plaats door gebruik te maken van al van nature aanwezige parasieten in de omgeving (Salvo en Valladares, 2007). Biologische bestrijding door middel van introductie van parasieten is alleen dan succesvol wanneer gedurende de gehele teelt de economische drempel niet overschreden wordt (Minkenberg en Van Lenteren, 1986). Introductie is mogelijk indien aan 4 eisen voldaan kan worden (Yano, 2003). Enige acceptatie van aantasting moet mogelijk zijn, natuurlijke vijanden moeten geleverd kunnen worden, een goede advisering over inzet (aantallen en tijdstippen moet er zijn en de middelen moeten geregistreerd kunnen worden. Aan de eerste eis kan redelijk gemakkelijk voldaan worden. In kouseband mag er enige schade in blad optreden zonder dat dit directe gevolgen voor de opbrengst heeft. Ook leverantie van parasieten moet mogelijk zijn vanwege de nauwe contacten met Nederland en regelmatige vluchten tussen beide landen. Wel dient hierbij onderzocht worden in hoeverre het transport een negatief effect heeft op de effectiviteit van de gewenste parasieten. Voorlichting aan de boeren en tuinders zou in principe ook geen problemen hoeven op te leveren, aangezien er diverse resorten met voorlichters in de tuinbouwgebieden functioneren. Wel is het zaak om de voorlichters goed te trainen in toepassen van parasieten in combinatie met insecticiden. Registratie geeft echter grotere problemen, zeker wanneer het beoogde parasitaire insect niet van nature in Suriname aangetroffen wordt. Voor registratie dient onderzocht te worden of de beoogde parasiet in de eerste plaats werkzaam is tegen bladmineerder en in de tweede plaats of het andere niet doel insecten niet parasiteert. Een bijkomende vraag is welke partij de registratie kosten draagt. Tenslotte moeten voor een succesvolle introductie geen breedwerkende insecticiden meer toegepast worden (Minkenberg en Van Lenteren, 1986). Commerciële producten zijn tot nu toe alleen beschikbaar van *Diglyphus isaea* en *Dacnusa sibirica*. Daarnaast zijn diverse parasitaire nematoden van de soort *Steinernema* spp. beschikbaar. *D. isaea* en *D. sibirica* zijn met succes geïntroduceerd in diverse landen (Minkenberg en Van Lenteren, 1986; Yano, 2003 en Abd-Rabou, 2006). Wanneer er mogelijkheden zijn voor introductie in Suriname lijkt *D. isaea* het meest kansrijk aangezien deze betere resultaten geeft bij hogere temperaturen dan *D. sibirica*. Voor introductie zijn drie methoden te onderscheiden: Inoculatieve methode, inundatieve methode en seizoensmatige inoculatieve methode (Minkenberg en Van Lenteren, 1986). Voor de bladmineerderbestrijding in kassenteelt, en wellicht ook voor bestrijding in het veld, is vooral de laatste van belang. Hierbij worden regelmatig grote hoeveelheden parasieten uitgezet om een direct bestrijdingsresultaat te bereiken en om een grote populatie opbouw te creëren voor bestrijding van latere generaties. Tot slot moet overwogen worden in hoeverre de kosten voor het inzetten van deze natuurlijke vijanden

zich terugverdienen in kousebandteelt. Kosten bij inzetten in kassenteelt voor 1000 m² bedragen globaal 35 tot 40 euro bij eenmalige introductie.

Gebruikmaken van al aanwezige natuurlijke parasieten in Suriname biedt wellicht meer kansen. Ten eerste zijn ze geïmporteerd aan de locatie en de natuurlijke omgeving en ten tweede worden niet wenselijke effecten op niet doelinsecten voorkomen (Yano, 2003). Voor kouseband lijken *Neochrysocharis beasleyi* of *N. formosa* de meest aangewezen parasieten voor *Liriomyza* bestrijding. In kousebandteelten in Azië werden deze soorten het meest aangetroffen. Naast *D. isaea* bleek *N. formosa* in diverse onderzoeken een hoog percentage parasitisme te vertonen en is dus een belangrijke parasiet met potentie voor de biologische bestrijding (Gencer, 2002). In Suriname is tot nu toe onbekend welke *Liriomyza* soorten en parasieten aanwezig zijn in kouseband. Om een biologisch bestrijdingsprogramma met inheemse parasieten op te zetten zijn 7 stappen noodzakelijk: literatuurstudie naar de plaag en parasieten, verzamelen van natuurlijke vijanden, laboratorium toetsen op invloed van temperatuur op biologische parameters en op gedrag, testen in experimentele ruimtes, testen in het veld, ontwikkelen van massa vermeerderingsprogramma's van parasieten, ontwikkelen van een introductie methode (Minkenberg en Van Lenteren, 1986).

Bij gebruikmaken van de al aanwezige populaties in de gewassen en vegetaties zonder introductie van natuurlijke vijanden is een remmende factor meestal het lage percentage parasitisme. Vooral in de droge tijd is dit aanwezig waardoor geen effectieve controle van bladmineerder aanwezig is en waarbij het aantastingsniveau niet op een economische acceptabel niveau blijft (Rauf et al., 2000; Tran et al., 2005b). In Indonesië werd in kouseband parasitisme van 35 tot 80% aangetroffen (Rauf et al., 2000) maar is onduidelijk in welk seizoen dit was. Onder *L. huidobrensis* werd onder natuurlijke omstandigheden parasitisme van 4 tot 27% aangetroffen (Bahlai et al., 2006). Lage populaties zijn wellicht ook het gevolg van het inzetten van breedwerkende insecticiden. Door deze middelen minder of geheel niet in te zetten zou de populatie groot genoeg kunnen worden om tot een hoger percentage parasitisme te komen en tot een acceptabel evenwicht te komen.

Om de populatie aan parasieten te stimuleren wordt aanbevolen om vegetaties naast het cultuurgewas in stand te houden (Burgio et al., 2007). Instandhouding of juist verwijderen van deze vegetatie, anders dan het cultuurgewas, is echter een overweging waarop tot nu toe geen eensluidend antwoord gegeven kan worden (Salvo en Valladares, 2007). De planten kunnen een infectie bron zijn voor het invliegen van bladmineerders maar kunnen ook dienen als plek voor vermeerdering en instandhouding van de parasieten. Het lijkt er tot nu toe op dat de aanwezigheid van deze vegetatie in de meeste gevallen in elk geval de aantasting in het cultuurgewas door de mineerders niet verergerd. Aangezien het daarnaast lastig is om alle vegetatie in Suriname in en rond de aanplant te verwijderen is het ook daarom voorlopig niet aan te bevelen om dit uit te voeren.

Steinernema spp. nematoden bieden qua effectiviteit een goede mogelijkheid om ingezet te worden tegen bladmineerders. Voor een goed bestrijdingsresultaat dient de luchtvochtigheid voldoende hoog te zijn. Aan deze voorwaarde wordt voldaan maar ook hierbij geldt dat registratie een lang proces wordt en zijn de kosten voor inzetten een overweging.

Tenslotte is het toepassen van kalkcyanamide een mogelijkheid om de populatie druk te reduceren. In hoeverre dit middel effectief is moet eerst onder lokale omstandigheden uitgetest worden. Daarnaast moet onderzocht worden of dit middel gemakkelijk geïmporteerd kan worden en welke prijs er aan hangt.

Met het ontwikkelen van signaleringssystemen in combinatie met inzet van nieuwe insecticiden moet het mogelijk zijn om bladmineerder in kouseband effectief te bestrijden, waarbij economisch rendement verbeterd wordt en problemen met residuen op geoogst product achterwege blijven. Het combineren van biologische bestrijding met insecticiden toepassing kan alleen dan wanneer

er kort werkende selectieve insecticiden beschikbaar zijn (Minkenberg en Van Lenteren, 1986). In Suriname zijn de middelen spinosad, abamectine en cyromazine verkrijgbaar al zijn ze vergeleken met de breedwerkende middelen duurder. Indien ze echter leiden tot een beter bestrijdingsresultaat waarbij ook minder vaak gespoten dient te worden kunnen ze wellicht economisch gezien beter zijn dan de breedwerkende middelen. Voor het effectief bestrijden van *L. trifolii* wordt geadviseerd om te starten met niet geïnfecteerde zaailingen, opstellen van een spuitschema gebaseerd op een economische schade drempel, start een bespuiting met abamectine en vervolgens na twee bespuitingen twee bespuitingen met cyromazine uitvoeren indien nodig en tenslotte gevolgd door een of twee bespuiting met abamectine uitvoeren (Leibee en Capinara, 1995). Ook wordt aanbevolen door Leibee en Capinara (1995) om na de oogst afval zo snel mogelijk te verwijderen en geen pyrethroiden te gebruiken.

Opstellen van een IPM programma voor kouseband kan redelijk gemakkelijk zijn aangezien er naast bladmineerder weinig andere plagen voorkomen. Voor bestrijding van bladmineerder zouden de middelen abamectine, cyromazine en spinosad ingezet kunnen worden in combinatie met een signaleringssysteem en toepassen op basis van schadedrempels. De eerste twee bespuitingen zouden met abamectine uitgevoerd kunnen worden, gevolgd door een bespuiting met cyromazine tot 7 dagen voor de oogst. Tijdens de oogstperiode zou spinosad dan ingezet kunnen worden. Abamectine vertoont een iets negatieve invloed op parasieten terwijl cyromazine weliswaar geen directe invloed op de parasieten heeft maar door de zeer effectieve bestrijding van bladmineerders de populatie opbouw van parasieten verstoord. Spinosad heeft een korte wachttijd en kan ingezet worden tijdens de oogstperiode. Na de laatste oogst zou de aanplant dan zo spoedig mogelijk verwijderd moeten worden. Introductie van natuurlijke vijanden en middelen op basis plantaardige extracten lijkt op dit moment niet mogelijk te zijn in verband met registratie en kosten. Inzet van kalkcyanamide lijkt nog een optie te zijn maar hang af ook van de verkrijgbaarheid en de kosten.

Naast bladmineerders zijn mijten, bladluizen en kleefbijtjes plagen in kouseband waartegen insecticiden ingezet worden. Bij bestrijding is het van belang om hierbij ook rekening te houden op effect op parasieten en bladmineerder. Met abamectine worden ook mijten bestreden zodat dit makkelijk inpasbaar is. Tegen bladluis zou een drench met imidacloprid een oplossing zijn. Verder zou thiamethoxam (Actara of Platinum) een mogelijkheid zijn. Dit middel heeft naast een werking tegen bladluizen ook een neveneffect op bladmineerder. Middelen op basis van de werkzame stof pirimicarb bestrijden bladluis wel goed maar heeft geen werking tegen bladmineerders (Dove, 1985). Dit terwijl het wel een 50 tot 75 % reducerende werking heeft op *D. isaea* en *D. sibirica* (Koppert).

Tenslotte een succesvolle introductie van een IPM programma met biologische bestrijdingsmaatregelen is alleen mogelijk indien de deelnemende telers en voorlichters gezamenlijk het concept van conserveren van natuurlijke vijanden en de impact van insecticiden op deze natuurlijke vijanden begrijpen (Rauf et al., 2000).

6 Literatuur

- Abd-Rabou, S., 2006. Biological control of the leafminer, *Liriomyza trifolii* by introduction, releasing, evaluation of the parasitoids *Diglyphus isaea* and *Dacnusa sibirica* on vegetables crops in greenhouses in Egypt. Archives of Phytopathology and Plant Protection 39(6): 439 – 443.
- Al-Ayedh, H. and M. Al-Doghairi, 2006. Trapping efficiency of various colored traps for insects in cucumber crop under greenhouse conditions in Riyadh, Saudi Arabia. Acta Hort. 710: 435 – 440.
- Al-Khateeb, S.A. and A.M. Al-Jabr, 2006. Effect of leafminer *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) on gas exchange capacity of cucumber, *Cucumis sativus* L. grown under greenhouse conditions. Acta Hort. 710: 423 – 428.
- Bahlai, C.A., S.A. Goodfellow, D.E. Stanley-Horn and R.H. Hallett, 2006. Endoparasitoid assemblage of the pea leafminer, *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae), in Southern Ontario. Environ. Entomol. 35(2): 351 – 357.
- Banchio, E., G. Valladares, M. Defago, S. Palacios and C. Carpinella, 2003. Effects of *Melia azedarach* (Meliaceae) fruit extracts on the leafminer *Liriomyza huidobrensis* (Diptera, Agromyzidae): Assesment in laboratory and field experiments. Ann. Appl. Biol. 143: 187 – 193.
- Bayer NL Productblad Calypso. <http://www.bayercropscience.nl> consulted in February 2008.
- Bayer NL Productblad Oberon. <http://www.bayercropscience.nl> consulted in February 2008.
- Bayer USA Product label Admire. <http://www.bayercropscienceus.com> consulted in February 2008.
- BASF Fipronil worldwide technical bulletin. pp 22.
- Bethke, J.A. and M.P. Parrella, 1985. Leaf puncturing, feeding and oviposition behavior of *Liriomyza trifolii*. Entomol Exp. Appl. 39: 149 – 154.
- Biobest website at <http://www.biobest.be> consulted February 2008.
- Bjorksten, T.A. and M. Robinson, 2005. Juvenile and sublethal effects of selected pesticides on the leafminer parasitoids *Hemiptarsenus varicornis* and *Diglyphus isaea* (Hymenoptera: Eulophidae) from Australia. J. Econ. Entomol. 98(6): 1831 – 1838.
- Bleyaert, P., N. Vergote, G. Van de Ven and I. Vandeveld, 2005. Roosterbrander en kalkcyanamide garanderen goede bestrijding van mineervlieg in serres. Proeftuinnieuws 15(5): 17 – 19.
- Blümel, S., G.A. Matthews, A. Grinstein and Y. Elad, 1999. Pesticides in IPM: selectivity, side-effects, application and resistance problems. In: Integrated Pest and Disease management in Greenhouse crops. Ed. R. Albajes, M.L. Gullino, J.C. van Lenteren and Y. Elad. p150 – 167.
- Boot, W.J., O.P.J.M. Minkenberg, R. Rabbinge and G.H. de Moed, 1992. Biological control of the leafminer *Liriomyza bryoniae* by seasonal inoculative releases of *Diglyphus isaea*: simulation of a parasitoid-host system. Neth. J. Pl. Path. 98: 203 – 212.
- Bordat, D., e.V. Coly and P. Letourmy, 1995. Influence of temperature on *Opius dissitus* (Hym.: Braconidae), a parasitoid of *Liriomyza trifolii* (Dipt.: Agromyzidae). Entomophaga 40(1): 119 – 124.
- Braun, A.R. and M. Shepard, 1997. Leafminer fly: *Liriomyza huidobrensis*. Technical bulletin of the International Potato Center. 7pp.
- Breakey, E.P., 1942. Calcium Cyanamid, a possible practical control for pear thrips, in prune orchards. J. Econ. Entomol. 35(3): 376 – 382.
- Brinkman website at <http://www.brinkman.nl> consulted February 2008.

- Bueno, A.F., A.C. Santos, G.R. Tofoli, L.A. Pavan and R.C.O.F. Bueno, 2007. Reduction of spinosad rate for controlling *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) in dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and its impact on *Frankliniella schultzei* (Thysanoptera: thripidae) and *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Bioassay* 2(3): 1 – 8.
- Burgio, G., A. Lanzoni, P. Navone, K. Van Achterberg and A. Masetti, 2007. Parasitic hymenoptera fauna on agromyzidae (Diptera) colonizing weeds in ecological compensation areas in northern Italian agroecosystems. *J. Econ. Entomol.* 100(2): 298 – 306.
- Capinera, J.L., 2004. Pea leafminer. Website of Featured Creatures of Univ. of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences and Florida department of agriculture and consumer services at <http://creatures.ifas.ufl.edu/>, consulted in December 2007.
- Capinera, J.L., 2005a. Vegetable leafminer. Website of Featured Creatures of Univ. of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences and Florida department of agriculture and consumer services at <http://creatures.ifas.ufl.edu/>, consulted December 2007.
- Capinera, J.L., 2005b. American serpentine leafminer. Website of Featured Creatures of Univ. of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences and Florida department of agriculture and consumer services at <http://creatures.ifas.ufl.edu/>, consulted in December 2007.
- Chen, X., F. Lang, Z. Xu, J. He and Y. Ma, 2003. The occurrence of leafminers and their parasitoids on vegetables and weeds in Hangzhou area, Southeast China. *BioControl* 48: 515 – 527.
- Civelek, H.S. and P.G. Weintraub, 2003. Effects of bensultap on larval serpentine leafminers, *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae), in tomatoes. *Crop Protection* 22: 479 – 483.
- Civelek, H.S. and P.G. Weintraub, 2004. Effects of two plant extracts on larval leafminer *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in tomatoes. *J. Econ. Entomol.* 97(5): 1581 – 1586.
- Civelek, H.S., Z. Yoldas and M.R. Ulusoy, 2004. Seasonal population trends of *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard, 1926) (Diptera: Agromyzidae) on cucumber (*Cucumis sativus* L.) in western Turkey. *J. Pest. Sci* 77: 85 – 89.
- Costa, A.S., M. Darcy, M. De Silva and J.F. Duffus, 1958. Plant virus transmission by a leaf miner fly. *Virology* 5: 145 – 149.
- Dove, J.H., 1985. The agromyzid leaf miner, *Liriomyza trifolii* (Burgess), a new pest of potatoes and other vegetable crops in Mauritius. *Acta Hort.* 153: 207 – 218.
- Dow Agro Sciences USA Product label Spintor. <http://www.dowagro.com> consulted in February 2008.
- Dow Agro Sciences USA Product label Success. <http://www.dowagro.com> consulted in February 2008.
- Dow Agro Sciences USA Product label Tracer. <http://www.dowagro.com> consulted in February 2008.
- Durairaj, C., R. Shobanadevi, S. Suresh and S. Natrajan, 2007. A non chemical method for the management of leafminer *Liriomyza trifolii* and whitefly *Bemisia tabaci* in Brinjal. *Acta Hort.* 752: 527 – 529.
- Ester, A., R. de Vogel and E. Bouma, 1997. Controlling thrips tabaci (Lind.) in leek by filmcoating seeds with insecticides. *Crop protection* 16(7): 673 – 677.
- Ester, A., H.F. Huiting and J.H. Nijenstein, 2003. Effects of film-coating flax seeds with various insecticides on germination and on the control of flea beetles. *Bulletin OILB/SROP* 26(3): 361 – 369.
- Ester, A., H. de Putter and J.G.P.M. van Bilsen, 2003b. Filmcoating the seeds of cabbage (*Brassica oleracea* L. convar. Capitata L.) and cauliflower (*brassica oleracea* L. var. Botrytis L.) with imidacloprid and spinosad to control pests. *Crop Protection* 22(5): 761 – 768.

- EPPO data sheet on *Liriomyza sativae* on <http://www.eppo.org/QUARANTINE/listA2.htm>, consulted December 2007.
- EPPO data sheet on *Liriomyza huidobrensis* on <http://www.eppo.org/QUARANTINE/listA2.htm>, consulted December 2007.
- EPPO data sheet on *Liriomyza trifolii* on <http://www.eppo.org/QUARANTINE/listA2.htm>, consulted December 2007.
- EPPO, 2004. Solanaceous crops under protected cultivation. Bulletin OEPP/EPPO 34: 65 – 77.
- EPPO, 2004b. Cucurbits under protected cultivation. Bulletin OEPP/EPPO 34: 91 – 100.
- EPPO, 2005. *Liriomyza* spp. diagnostic. Bulletin OEPP/EPPO 35: 335 – 344.
- Facknath, S., 2005. Leaf age and life history variables of a leafminer: the case of *Liriomyza trifolii* on potato leaves. Entomologia Experimentalis et Applicata 115: 79 – 87.
- Facknath, S. and B. Lalljee, 2005. Effect of soil – applied complex fertiliser on an insect – host plant relationship: *Liriomyza trifolii* on *Solanum tuberosum*. Entomologia Experimentalis et Applicata 115: 67 – 77.
- Fahtipour, Y., M. Haghani, A.A. Talebi, V. Baniaméri and A.A. Zamani, 2006. Natural parasitism of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on cucumber under field and greenhouse conditions. IOBC/wprs bulletin 29(4): 155 – 160.
- Ferguson, J.S., 2004. Development and stability of insecticide resistance in the leafminer *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) to cyromazine, abamectin and spinosad. J. Econ. Entomol. 97(1): 112 – 119.
- Gary, W.J., D.F. Mayer and A.L. Antonelli, 2003. Pea leafminer. Extension bulletin 1372E. Cooperative extension Washington state university. pp 2.
- Gencer, L., 2002. A study on the Chalcidoid (Hymenoptera: Chalcidoidea) parasitoids of leafminers (Diptera: Agromyzidae) in Ankara province. Turk. J. Zool 28: 119 – 122.
- Gewasbeschermingsgids, 2006. Gids voor de gewasbescherming in de land- en tuinbouw en het openbaar en particulier groen. Wageningen Academic Publishers pp 560.
- Haghani, M., Y. Fathipour, A.A. Talebi and V. Baniaméri, 2006. Temperature-dependent development of *Diglyphus isaea* (Hymenoptera: Eulophidae) on *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on cucumber. J. Pest. Sci. 80: 71 – 77.
- Haghani, M., Y. Fathipour, A.A. Talebi and V. Baniaméri, 2007. Thermal requirement and development of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on cucumber. J. Econ. Entomol. 100(2): 350 – 356.
- Handleiding beheersing schade door schimmels, insecten en slakken in de biologische akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt, 2006. DLV Biologische Landbouw en PPO-AGV publicatie. pp 151.
- Hara, A.H., H.K. Kaya, R. Gaugler, L.M. LeBeck and C.L. Mello, 1993. Entomopathogenic nematodes for biological control of the leafminer *Liriomyza trifolii* (Dipt.: Agromyzidae). Entomophaga 38(3): 359 – 369.
- Hidayani, Purnomo, A. Rauf, P.M. Ridland, A.A. Hoffmann, 2005. Pesticide applications on Java potato fields are ineffective in controlling leafminers, and have antagonistic effects on natural enemies of leafminers. International Journal of Pest Management 51(3): 181 – 187.
- Head, J., K.F.A. Walters and S. Langton, 2000. The compatibility of the entomopathogenic nematode, *Steinernema feltiae*, and chemical insecticides for the control of the South American leafminer, *Liriomyza huidobrensis*. Biocontrol 45: 345 – 353.
- Head, J., L.F. Palmer and K.F.A. Walters, 2003. The compatibility of control agents used for the control of the South American leafminer, *Liriomyza huidobrensis*. Biocontrol Science and Technology 13(1): 77 – 86.

- Heimbach, U. and A.A. Baloch, 1994. Effects of three pesticides on *Poecilus cupreus* (Coleoptera: Carabidae) at different post-treatment temperatures. *Environ. Toxicology and Chemistry* 13(2): 317 – 324.
- Hofsvang, T., B. Snøan, A. Andersen, H. Heggen and L. N. Anh, 2005. *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae), an invasive species in South-East Asia: Studies on its biology in northern Vietnam. *International Journal of Pest Management* 51(1): 71 – 80.
- Hossain, M.B., 2005. Effects of Azadirachtin and the natural pesticides Spinosad and Avermectin on the leafminer *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) and its parasitoids on tomatoes under protected cultivation in the humid tropics. Thesis at Naturwissenschaftlichen Fakultät der universität Hannover. pp 107.
- Hossain, M.B. and H.M. Poehling, 2006a. Non-target effects of three biorationale insecticides on two endolarval parasitoids of *Liriomyza sativae* (Dipt., Agromyzidae). *J. Appl. Entomol.* 130(6 – 7): 360 – 367.
- Hossain, M.B. and H.M. Poehling, 2006b. Effects of a neem-based insecticide on different immature life stages of the leafminer *Liriomyza sativae* on tomato. *Phytoparasitica* 34(4): 360 – 369.
- JMPR report on Fipronil at <http://www.fao.org/ag/agp/agpp> consulted February 2008.
- Johansen, N.S., T.M. Tuan, L.T.K. Oanh and E. Nordhus, 2003. Susceptibility of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) larvae to some insecticides scheduled for their control in North Vietnam. *Grønn kunnskap* 7(17): 157 – 165.
- Johnson, M.W., E.R. Oatman and J.A. Wyman, 1980. Natural control of *Liriomyza sativae* (Dip.: Agromyzidae) in pole tomatoes in southern California. *Entomophaga* 25(2): 193 – 198.
- Kaneshiro, L.N. and M.W. Johnson, 1995. Tirophic effects of leaf nitrogen on *Liriomyza trifolii* (Burgess) and an associated parasitoid *Chrysocharis oscinidis* (Ashmead) on bean. *Biological Control* 6: 186 – 192.
- Kaspi, R. and M.P. Parrella, 2005. Abamectin compatibility with the leafminer parasitoid *Diglyphus isaea*. *Biological control* 35: 172 – 179.
- Kaspi, R. and M.P. Parrella, 2006. Improving the biological control of leafminers (Diptera: Agromyzidae) using the sterile insect technique. *J. Econ. Entomol.* 99(4): 1168 – 1175.
- Koppert website at <http://www.koppert.com> consulted February 2008.
- Kox, L.F.F., H.E. van den Beld, B.I. Lindhout and L.J.W. de Goffau, 2005. *Bulletin OEPP/EPPO* 35: 79 – 85.
- Lanzoni, A., G.G. Bazzocchi, G. Burgio and M.R. Fiacconi, 2002. Comparative life history of *Liriomyza trifolii* and *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) on beans: effect of temperature on development. *Environ. Entomol.* 31(5): 797 – 803.
- LeBeck, L.M., R. Gaugler, H.K. Kaya, A.H. Hara and M. W. Johnson, 1993. Host stage suitability of the leafminer *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) to the entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae). *J. of Invertebrate Pathology* 62: 58 – 63.
- Ledieu, M.S. and N.L. Helyer, 1985. Observations on the economic importance of tomato leaf mienr (*Liriomyza bryoniae*) (Agromyzidae). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 13: 103 – 109.
- Leibee, G.L. and J. L. Capinara, 1995. Pesticide resistance in Florida insects limits management options. *The Florida Entomologist* 78(3): 386 – 399.
- Luyten, S., 2003. Bestrijding van de nerfmineervlieg (*Liriomyza huidobrensis* Blanchard) in bladgroenten. Eindwerk Katholieke Hogeschool der Kempen, pp65.
- LW publicatie, 2005. Land en tuinbouwgeassen. Deel II: Groente en peulgewassen. pp 106.

- Maienfisch, P., M. Angst, F. Brandl, W. Fischer, D. Hofer, H. Kayser, W. Kobel, A. Rindlisbacher, R. Senn, A. Steinemann and H. Widmer, 2001. Chemistry and biology of thiamethoxam: a second generation neonicotinoid. *Pest Management Science* 57: 906 – 913.
- Mau, R.F.L., J.L.M. Kessing and J.M. Diez, 2007. *Liriomyza sativae* (Blanchard). Extension sheet on <http://www.extento.hawaii.edu> consulted January 2008.
- Marguini, F., M.C. Picanço, R.N.C. Guedes and P.S.F. Ferreira, 2003. Imidacloprid impact on arthropods associated with canopy of common beans. *Neotropical Entomology* 32(2).
- Martin, A.D., D. Stanley-Horn and R. H. Hallett, 2005. Adult host preference and larval performance of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzida) on selected hosts. *Environ. Entomol.* 34(5): 1170 – 1177.
- Minkenbergh, O.P.J.M. and J.C. van Lenteren, 1986. The leafminers *Liriomyza bryoniae* and *L. trifolii* (Diptera: agromyzidae), their parasites and host plants: a review. *Agricultural university Wageningen papers* 86 – 2: 50 pp.
- Minkenbergh, O.P.J.M., 1988. Life history of the agromyzid fly *Liriomyza trifolii* on tomato at different temperatures. *Entomol. Exp. Appl.* 48: 73 – 84.
- Minkenbergh, O.P.J.M. and C.A.J. Helderma, 1990. Effects of temperature on the life history of *Liriomyza bryoniae* (Diptera: Agromyzida) on tomato. *J. Econ. Entomol.* 83(1): 117 – 125.
- Minkenbergh, O.P.J.M. and J.J.G.W. Ottenheim, 1990. Effect of leaf nitrogen content of tomato plants on preference and performance of a leafmining fly. *Oecologia* 83: 291 – 298.
- Moon, H.C., Y.K. Jeon, S.W. Choi, S.S. Jeong, R. Jeong, J.S. Choi, Y.G. Choi, 2004. Oviposition and host feeding characteristics of *Neochrysocharis formosa* (Hymenoptera: Eulophidae), an endoparasitoid of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). *Korean Journal of Applied Entomology* 43(1): 21 – 26.
- Mou, B., E.J. Ryder, J. Tanaka and Y.B. Liu, 2004. Breeding for resistance to leafminer in lettuce. *Acta Hort.* 637: 57 – 62.
- Mou, B., 2008. Leafminer resistance in spinach. *HortScience* 43(6): 1716 – 1719.
- Musser, F.R. and A.M. Shelton, 2005. The influence of post-exposure temperature on the toxicity of insecticides to *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Pest Manag. Sci.* 61: 508 – 510.
- Oatman, E.R. and G.G. Kennedy, 1976. Methomyl induced outbreak of *Liriomyza sativae* on tomato. *J. of Econ. Entomol.* 69(5): 667 – 668.
- Onillon, J.C., 1999. Biological control of leafminers. In: *Integrated Pest and Disease management in Greenhouse crops*. Ed. R. Albajes, M.L. Gullino, J.C. van Lenteren and Y. Elad. P254 – 264.
- Parkman, P. and R.L. Pienkowski, 1989. Response of three populations of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) to topical applications of permethrin and bifenthrin. *The Florida Entomologist* 72(1): 135 – 139.
- Parrella, M.P., 1987. Biology of *Liriomyza*. *Ann. Rev. Entomol.* 32: 201 – 224.
- Patel, K.J. and D.J. Schuster, 1992. Hyperparasitism of *Liriomyza trifolii* (Burgess) on tomato. *The Florida Entomologist* 75(1): 162.
- Patel, K.J., D.J. Schuster and G.H. Smerage, 2003. Density dependent parasitism and host-killing of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) by *Diglyphus intermedius* (Hymenoptera: Eulophidae). *The Florida Entomologist* 86(1): 8 – 14.
- Petcharat, J., Z. Ling, Z. Weiqiu, X. Zaifu and W. Quisong, 2002. Larval parasitoids of agromyzid leaf miner genus *Liriomyza* in the southern Thailand: species and their host plants. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 24(3): 467 – 472.
- Pitkin, B. and C. Plant, 2007. The leaf and stem mines of British flies and other insects. Website on <http://www.ukflymines.co.uk> consulted January 2008.
- Price, J.F. and S.L. Poe, 1976. Response of *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae) and its parasites to stake and mulch culture of tomatoes. *The Florida entomologist* 59(1): 85 – 87.

- Prijono, D., M. Robinson, A. Rauf, T. Bjorksten and A.A. Hoffmann, 2004. Toxicity of chemicals commonly used in Indonesian vegetable crops to *Liriomyza huidobrensis* populations and the Indonesian parasitoids *Hemiptarsenus varicornus*, *Opius* sp., and *Gronotoma micromorpha*, as well as the Australian parasitoids *Hemiptarsenus varicornus* and *Diglyphus isaea*. J. Econ. Entomol. 97(4): 1191 – 1197.
- Putter, H. de, en A. van Sauers-Muller, 2006. Insecticide gebruik in Oker, Sopropro en Kouseband in Suriname. Resultaten van een enquête onder 23 telers. Surituin rapport oktober 2006. pp 41.
- Rauf, A., B.M. Shepard and M.W. Johnson, 2000. Leafminers in vegetables, ornamental plants and weeds in Indonesia: survey of host crops, species composition and parasitoids. International Journal of Pest Management 46(4): 257 – 266.
- Ridland, P., 2004. *Liriomyza huidobrensis* leaf miner: developing effective pest management strategies for Indonesia and Australia. Project progress report on website <http://www.aciar.gov.au> consulted January 2008.
- Saito, T., 2004. Insecticide susceptibility of the leafminer, *Chromatomyia horticola* (Goureau) (Diptera: agromyzidae). Appl. Entomol. Zool. 39(2): 203 – 208.
- Salgado, V.L., 1998. Studies on the mode of action of spinosad: insect symptoms and physiological correlates. Pesticide Biochemistry and Physiology 60: 91 – 102.
- Salvo, A. and G.R. Valladares, 2007. Leafminer parasitoids and pest management. Cien. Inv. Agr. 34(3): 125 – 142.
- Schuster, D.J., 1977. Effect of tomato cultivars on insect damage and chemical control. The Florida Entomologist 60(3): 227 – 232.
- Shepard, B.M., Samsudin and R. Braun, 1998. Seasonal incidence of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) and its parasitoids on vegetables in Indonesia. International Journal of Pest Management 44(1): 43 – 47.
- Sher, R.B., M.P. Parrella and H.K. Kaya, 2000. Biological control of the leafminer *Liriomyza trifolii* (Burgess): implications for intraguild predation between *Diglyphus begini* Ashmead and *Steinernema carpocapsae* (Weiser). Biological Control 17: 155 – 163.
- Schuster, D.J. and K.J. Patel, 1985. Development of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) larvae on tomato at constant temperatures. The Florida Entomologist 68(1): 158 – 161.
- Schuster, D.J. and J.L. Taylor, 1987. Residual activity of abamectin against *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). The Florida Entomologist 70(3): 351 – 354.
- Seal, D.R., R. Betancourt and C.M. Sabines, 2002. Control of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) using various insecticides. Proc. Fla. State. Hort. Soc. 115: 308 – 314.
- Shiao, S.F., 2004. Morphological diagnosis of six *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) of quarantine importance in Taiwan. Appl. Entomol. Zool. 39(1): 27 – 39.
- Sivapragasam, A. and A.R. Syed, 1999. The problem and management of Agromyzid leafminers on vegetables in Malaysia. Paper presented at the Cabi-FAO workshop on leafminers of vegetables in South East Asia. 2 – 5 February. pp6.
- Spencer, K.A., 1973. Agromyzidae (Diptera) of economic importance. Entomologiva vol 9. pp418
- Steck, G. 2007. Pest alert, Pea leaf miner, *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). Pest alert sheet of Florida department of Agriculture and consumer services, division of plant industry. Page on <http://www.doacs.state.fl.us> consulted February 2008.
- Stegmaier, C.E., 1966. Host plants and parasites of *Liriomyza munda* in Florida (Diptera: Agromyzidae). The Florida entomologist 49(2): 81 – 86.
- Stegmaier, C.E., 1968. A review of recent literature on the host plant range of the genus *Liriomyza* Mik (Diptera: Agromyzidae) in the continental United States and Hawaii, excluding Alaska. The Florida Entomologist 51(3): 167 – 182.

- Suryawan, I.B.G. and S.G. Reyes, 2006. The influence of cultural practice on population of pea leafminer (*Liriomyza huidobrensis*) and its parasitoids in potato. Indonesian Journal of Agricultural Science 7(2): 35 – 42.
- Syngenta Productsheet. DacDig-line si. <http://www.syngenta-bioline.co.ukl> consulted in February 2008.
- Syngenta Productsheet. Dig-line i. <http://www.syngenta-bioline.co.ukl> consulted in February 2008.
- Syngenta Productblad. Karate met zeon technologie. Nieuwe formule, verrouwde zekerheid in luisbestrijding. <http://www.syngentacropprotection.nl> consulted in February 2008.
- Syngenta Productblad. Trigard Mineervliegbestrijdingsmiddel onder glas. <http://www.syngentacropprotection.nl> consulted in February 2008.
- Syngenta Productblad. Vertimec Insecten en mijtenbestrijding in de glastuinbouw. <http://www.syngentacropprotection.nl> consulted in February 2008.
- The Pesticide Manual, 2000. Twelfth edition British Crop Protection Council. pp 1250.
- Tokumaru, S. and Y. Abe, 2005. Effects of host plants on the development and host preference of *Liriomyza sativae*, *L. trifolii* and *L. bryoniae* (Diptera: Agromyzidae). Abstr. In English. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 49: 135 – 142.
- Tokumaru, S., H. Kurita, M. Fukei and Y. Abe, 2005. Insecticide susceptibility of *Liriomyza sativae*, *L. trifolii*, and *L. bryoniae* (Diptera: Agromyzidae). Abstr. In English. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 49: 1 – 10.
- Tokumaru, S. and Y. Abe, 2006. Hymenopterous parasitoids of leafminers *Liriomyza sativae* Blanchard, *L. trifolii* (Burgess), and *L. bryoniae* (Kaltenbach) in Kyoto prefecture. Abstr. In English. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 50: 341 – 345.
- Tokumaru, S., Y. Ando, H. Kurita, Y. Hayashida, M. Ishiyama and Y. Abe, 2007. Seasonal prevalence and species composition of *Liriomyza sativae* Blanchard, *L. trifolii* (Burgess) and *L. bryoniae* (Kaltenbach) (Diptera: Agromyzidae) in Kyoto prefecture. Appl. Entomol. Zool. 42(2): 317 – 327.
- Tran, D.H., M. Takagi and K. Takasu, 2004. Effects of selective insecticides on host searching and oviposition behavior of *Neochrysocharis formosa* (Westwood) (Hymenoptera: Eulophidae), a larval parasitoid of the American serpentine leafminer. Appl. Entomol. Zool. 39(3): 435 – 441.
- Tran, D.H., M. Takagi and K. Takasu, 2005a. Toxicity of selective insecticides to *Neochrysocharis Formosa* (Westwood) (Hymenoptera: Eulophidae), a parasitoid of the American Serpentine Leafminer *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae). J. Fac. Agric. Kyushu Univ. 50(1): 109 – 118.
- Tran, T.T.A., D.H. Tran, K. Konishi and M. Takagi, 2005b. The vegetable leafminer *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) and its parasitoids on cucumber in the Hochiminh region of Vietnam. J. Fac. Agric. Kyushu Univ. 50(1): 119 – 124.
- Tran, D.H., T.T.A. Tran, K. Konishi and M. Takagi, 2006. Abundance of the parasitoid complex associated with *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) on vegetable crops in central and southern Vietnam. J. Fac. Agric. Kyushu Univ. 51(1): 115 – 120.
- Trumble, J.T., 1985. Integrated pest management of *Liriomyza trifolii*: influence of avermectin, cyromazine and methomyl on leafminer ecology in celery. Agric. Ecosystems Environ. 12: 181 – 188.
- Trumble, J.T. and B. Alvarado-Rodriguez, 1993. Development and economic evaluation of an IPM program for fresh market tomato production in Mexico. Agriculture, Ecosystems and Environment 43: 267 – 284.
- Tryon, E.H., S.L. Poe and H.L. Cromroy, 1980. Dispersal of vegetable leafminer onto a transplant production range. The Florida entomologist 63(3): 292 – 296.

- Tryon, E.H. and S.L. Poe, 1981. Developmental rates and emergence of vegetable leafminer pupae and their parasites reared from celery foliage. *The Florida Entomologist* 64(4): 477 – 483.
- USDA Plant Guide on <http://plants.usda.com> consulted February 2008.
- UC IPM on online. UC pest management guidelines for leafminers in lettuce, 2007. <http://ipm.ucdavis.edu> consulted February 2008.
- UC IPM on online. UC pest management guidelines for leafminers on celery, 2007. <http://ipm.ucdavis.edu> consulted February 2008.
- Unmole, L., D. Abeeluck and R. Seetohul, 1999. Yellow sticky traps as a monitoring tool for effective control of leafminers in onion. Paper at 4th annual meeting of agricultural scientist at Réduit, Mauritius organized by the Food and Agricultural Research Council.
- Vercambre, B. and A. Thiery, 1985. Lutte contre *Liriomyza trifolii* Burgess (Dipt., Agromyzidae) dans le cas du haricot (*Phaseolus vulgaris* L.). *Acta Hort.* 153: 267 – 272.
- Verelst, T., 2004. Alternatieve bestrijding van de nerfmineervlieg *Liriomyza huidobrensis* in bladgroenten. Eindwerk Katholieke Hogeschool der Kempen, pp128.
- Videla, M., G. Valladares and A. Salvo, 2006. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 121: 105 – 114.
- Waddil, V.H., 1978. Contact toxicity of four synthetic pyrethroids and methomyl to some adult insect parasites. *The Florida Entomologist* 61(1): 27 – 30.
- Wei, J. L. Zou, R. Kuang and L. He, 2000. Influence of leaf tissue structure on host feeding selection by pea leafminer *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). *Zoological studies* 39(4): 295 – 300.
- Weintraub, P.G., 2001. Changes in the dynamics of the leafminer, *Liriomyza huidobrensis*, in Israeli potato fields. *International Journal of Pest Management* 47(2): 95 – 102.
- Weintraub, P.G., 2001b. Effects of cyromazine and abamectin on the pea leafminer *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) and its parasitoid *Diglyphus isaea* (Hymenoptera: Eulophidae) in potatoes. *Crop Protection* 20: 207 – 213.
- Weintraub, P. G., 2002. The Pea leafminer, *Liriomyza huidobrensis*, in Israel. Online status report on http://www.agri.gov.il/gilat-molcho/leafminer_english.html consulted January 2008.
- Weintraub, P.G. and A.R. Horowitz, 1997. Systemic effects of a Neem insecticide on *Liriomyza huidobrensis* larvae. *Phytoparasitica* 25(4): 283 – 289.
- Weintraub, P.G. and N. Mujica, 2006. Systemic effects of a spinosad insecticide on *Liriomyza huidobrensis* larvae. *Phytoparasitica* 34(1): 21 – 24.
- WHO, 2004. The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification. pp 60.
- Williams, E.C. and K.F.A. Walters, 2000. Foliar application of the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* against leafminers on vegetables. *Biocontrol Science and Technology* 10: 61 – 70.
- Wolfenbarger, D.A. and L.W. Getzin, 1963. Selective toxicants and toxicant-surfactant combinations for leafminer, *Liriomyza munda* Frick, control and parasite survival. *The Florida Entomologist* 46(3): 251 – 265.
- Zhao, Y.X., and I. Kang, 2003. Olfactory responses of the leafminer *Liriomyza sativae* (Dipt., Agromyzidae) to the odours of host and non-host plants. *J. Appl. Ent.* 127: 80 – 84.
- Zoebisch, T.G. and D.J. Schuster, 1990. Influence of height of yellow sticky cards on captures of adult leafminer (*Liriomyza trifolii*) (Diptera: Agromyzidae) in staked tomatoes. *The Florida entomologist* 73(3): 505 – 507.

Appendix I. Taxonomische beschrijvingen van *Liriomyza bryoniae*, *L. huidobrensis*, *L. sativae* en *L. trifolii* door K.A. Spencer (1973).

Liriomyza bryoniae (Kaltenbach, 1858)

ADULT:

Small species with shining black mesonotum, largely yellow femora and both vertical bristles on yellow ground.

HEAD:

Orbits distinctly projecting above eye in profile, with 2 equal ors and 2 ori (rarely 3), orbital setulae minute, sparse, reclinate or almost entirely lacking; jowls deep, up to 1/3 vertical height of eye, cheeks forming broad ring below eye; third antennal segment small, round, arista gradually tapering.

MESONOTUM:

3 + 1 dc, acrostichals irregularly in 4 rows.

WING:

Length from 1.75-2.1 mm, costa extending strongly to vein M1+2, last section of M3+4 approximately twice length of penultimate.

COLOUR:

Frons bright yellow, orbits slightly differentiated, paler; both vertical bristles on yellow ground but black at hind-margin of eye sometimes reaching base of outer vertical; third antennal segment normally bright yellow, rarely slightly darkened; mesonotum black, largely shining but with distinct mat undertone; mesopleura largely yellow, normally with small black bar on lower margin which sometimes also extends up front margin; legs: femora mainly bright yellow but with variable brownish striations, tibiae and tarsi more brownish; abdomen with tergites yellow laterally and narrow yellow hind-margins; squamae yellowish, margin dark, fringe ochrous to brown.

MALE GENITALIA:

Aedeagus; surstyli with single spine at end, epiphallus broad.

EARLY STAGES:

Egg white, oval, length 0.25 mm; larva when newly hatched 0.5 mm, when full-grown 3 mm long, mouth-hooks each with 2 teeth which are strongly alternating posterior spiracles each with an ellipse of 7-12 pores

puparium: pale yellowish-brown.

TAXONOMY:

This species is readily recognizable from *Liriomyza strigata* (Mg.), with which it has sometimes been confused in the past, by the generally paler coloration and in particular by both vertical bristles being on yellow ground. Specimens from Egypt occasionally have the third antennal segment distinctly infuscated.

The male genitalia indicate the close relationship between *L. bryoniae* and *L. strigata* and there seems little doubt that the two are sister-species. Larval characters are very similar, although there are generally slightly more pores on the posterior spiracles in *strigata*.

The similarity in the genitalia between *L. bryoniae* and *L. huidobrensis* Blanchard (= *langei* Frick) and also the occasional darkening of the third antennal segment in *bryoniae* which is a characteristic feature of *langei*, led me earlier to synonymize *langei* and also *decora* Blanchard with *Bryoniae* (SPENCER, 1963a). However, I am now satisfied that the European species is distinct and these synonymies are formally withdrawn.

Liriomyza huidobrensis (Blanchard, 1926)

ADULT:

Medium-sized species, with largely black mesopleura, blackish femora and, normally, darkened third antennal segment.

HEAD:

Orbits distinctly projecting above eye; 2 ors, 2 ori, the lower weaker and largely incurved (rarely an additional third present), orbital setulae sparse, reclinate; eye somewhat slanting, jowls deep, up to the height of eye, cheeks forming distinct ring below eye; third antennal segment small, round, arista tapering gradually from base.

MESONOTUM:

3 + 1 dc, third and fourth equidistant each side of suture, fourth only slightly smaller, acrostichals irregularly in 4 rows.

WING:

Length from 1.7-2.25 mm, costa extending strongly to vein Ml + 2, last section of M3 + 4 from slightly less than 2 to 2t times length of penultimate, position of first cross-vein variable, before, at or beyond midpoint of discal cell.

COLOUR:

Frons yellow, generally more orange rather than pale lemon-yellow; upper orbits slightly darkened at least to upper ors, both vertical bristles on dark ground; third antennal segment normally brownish yellow, in palest specimens only faintly infuscated; mesonotum shining black but not brilliantly so, somewhat mat, particularly when viewed from front, hind-comers with yellow patch adjoining scutellum; mesopleural variable but generally black on lower three-quarter, mesopleural bristle always on black ground, in darkest specimens only narrow yellow band along upper margin; legs: coxae yellowish-black, femor; basically yellow but variably darkened with black striations, in darkest specimens appearing almost completely black but yellow always detectable on inner sides tibiae and tarsi frequently appearing black, sometimes paler, more brownish-squamae yellow, margin and fringe black.

MALE GENITALIA:

Aedeagus, with mesophallus separated by membranous gap from paired distiphallus; surstyli with single curving spine on inner corner; epiphallus broad.

EARLY STAGES:

Larva up to 3.25 mm long, posterior spiracles each with a regular ellipse of about 6-9 minute pores; puparium yellowish- or reddish-brown.

TAXONOMY:

This species was originally described in Argentina by BLANCHARD from specimens from *Cineraria*. Subsequently, *L. cucurnifoliae* was described from cultivated melon and *L. decora* from *Vicia faba*, both with only minor colour differences from *huidobrensis*. I have examined specimens of *cucurnifoliae* and *decora* and am satisfied that they are identical with *huidobrensis*, with which they are now formally synonymized.

FRICK (1951) described *langei* from California, which at that time was known there primarily as a pest of peas. Later, *L. dianthi* Frick (1958) was described also from California but FRICK himself in 1964 synonymized *dianthi* with *langei*. These two species are clearly identical with *huidobrensis* and are also synonymized with it.

The variation in colour led both BLANCHARD and FRICK to re-describe their own species and FRICK of course had little reason to suspect that his *langei* from California could merely represent *huidobrensis* Blanchard from Argentina.

The larger discal cell and thus relatively shorter last section of vein M3+4 immediately separates *huidobrensis* from *sativae*. It is also larger and significantly darker, with frequently a characteristic darkening of the third antennal segment.

Both the larval and puparial stages are readily recognizable by the more numerous pores on the posterior spiracles.

Liriomyza sativae Blanchard

ADULT:

Very small species, with brilliantly shining black mesonotum.

HEAD:

Frons very slightly projecting above eye, just less than 1 1/2 times width of eye; 2 equal ors, 2 ori, the lower weaker, orbital setulae sparse, reclinate; jowls deep, almost 1/2 height of eye at rear, cheeks forming distinct ring below eye; third antennal segment small, round, noticeably pubescent but not exceptionally so.

MESONOTUM:

3 + 1dc, third and fourth substantially weaker; distance between first and second up to twice that between second and third; second, third and fourth almost equidistant; acr irregularly in 4 rows.

WING:

Length 1.3-1.7 mm, discal cell small, last section of M3+4 from 3-4 times length of penultimate.

COLOUR:

Head, including antennae and face, bright yellow; hind-margin of eye black, vte always on black ground, the dark colour diminishes towards the upper orbits and becomes paler, brownish, towards base of vti, which may be just on a dark ground or on the yellow; mesopleura predominantly yellow, with a variable dark area, which in the palest specimens is limited to a small grey bar along the lower margin and in the darkest extends along the entire lower margin, well up the front margin and also narrowly up the hind-margin; sternopleura largely filled by large black triangle but always with broad yellow margin above legs: femora and coxae bright yellow, tibiae and tarsi darker, brownish-yellow on fore-legs, brownish black on hind-legs; abdomen largely black but tergites variably yellow at sides; squamae yellowish, margin and fringe dark.

MALE GENITALIA:

Aedeagus, indentation at outer margin of distiphallus somewhat variable but normally pronounced; surstyli with a single bristle on inner corner; epiphallus and aedeagal hood as in *trifolii*

EARLY STAGES:

Puparium pale yellowish-orange, posterior spiracles on pronounced conical projections, each with 3 distinct bulbs, the 2 end ones elongate.

TAXONOMY:

Liriomyza sativae is readily distinguishable from the two other polyphagous species, with at least partially overlapping distributions, *L. huidobrensis* and *L. trifolii*; the important characters are the brilliantly shining black mesonotum, consistently small, entirely yellow third antennal segment and small

discal cell. It can be confused with paler specimens of *L. brassicae* which do not have darkened orbits, and the male genitalia provide the only means of separating such specimens. I have also seen further undescribed species from Peru and Hawaii which can also only be distinguished by the genitalia.

The colour shows some variation. The extent of the darkening of the hind margin of the eye and of the mesopleura is not entirely constant and the attachment of too much importance to these characters led Frick (1952b) to describe the three species in Hawaii, *L. pullata*, *L. canomarginis* and *L. minutiseta*. However, the hind-margin of the eye is always darker than in *trifolii* and the mesopleura are

always paler than in *huidobrensis*.

STEYSKAL (1964) synonymized *L. guytona* Freeman with *munda* Frick. It is of interest to compare his illustrations of the aedeagus with those of SPENCER (1963a; 1965a) and SASAKAWA (1964). I have examined a paratype of *Liriomyza minutiseta* Frick from Hawaii and the aedeagus appears substantially different from the illustration given by SASAKAWA (1964: Fig. 1). These examples clearly indicate the difficulty of viewing and drawing such minute structures objectively. The same thing appears slightly different to different workers and personal interpretations become very apparent in the drawings of individual workers. It is hoped that the further illustrations given here will provide additional help in the identification of this species.

In both larvae and puparia the three pores on each of the posterior spiracles immediately separate this species from *L. huidobrensis* but on larval characters *sativae* is not separable from *trifolii* and *trifoliarum*, all of which have some hosts in common. FRICK (1957a) described *L. munda* in California from tomato and other hosts but made no attempt to compare or contrast this species with the three species he had earlier described from Hawaii, although the holotype of *minutiseta* was also from tomato and that of *pullata* was from another solanaceous genus, *Datura*.

In the same paper he attempted to differentiate what has subsequently been referred to as the 'melon leafminer' and which was unfortunately misidentified as *pictella* (Thomson). I have the holotype of *pictella* before me and, without having examined the male genitalia, FRICK quite reasonably accepted this as the darkest form he knew in California, from melon. However, in the true *pictella* the mesopleura are almost entirely deep black with only a small U-shaped area yellow in the centre below the upper margin. The male genitalia are also entirely distinct (cf. SPENCER, 1965a: Figs. 5A, B).

The differences given by FRICK between *munda* and his '*pictella*' can be tabulated as follows:

	<i>munda</i>	' <i>pictella</i> '
femora	yellow, each with a small dark spot distally	yellow, with streaks of black, appearing smoky
orbits	yellow	slightly darkened to lower ori
mesopleura	only small area dark	up to 2/3 dark

However, these differences are not constant and FRICK himself was not able reliably to distinguish specimens of *munda* from tomato and '*pictella*' from melon (OATMAN, 1961).

Liriomyza trifolii (Burgess, 1880).

ADULT:

Small species with conspicuously mat greyish mesonotum and both vertical bristles on yellow ground.

HEAD:

Orbits entirely yellow, black of occiput approaching and frequently reaching eye margin beyond outer vertical bristle; all antennal segments bright yellow, third only finely pubescent.

THORAX:

Blackish-grey, entirely mat, acrostichals in 3 or 4 rows in front, reduced to two rows behind, conspicuous yellow patch at each hind-corner of mesonotum adjoining scutellum; mesopleura with small blackish-grey patch on lower margin, stemopleura largely black, upper margin yellow.

LEGS:

Coxae yellow, femora largely so but with slight, variable brownish striation; tibiae and tarsi darker, brown.

MALE GENITALIA:

Aedeagus, distiphallus distinctly constricted apically, neck behind adjoining and relatively long, little shorter than distiphallus proper; epiphallus conspicuously narrowing distally; surstyli with single spine at end.

EARLY STAGES:

Larval posterior spiracles each with three pores, the outer two elongate; puparium yellowish-brown.

TAXONOMY:

This species is instantly distinguishable from *L. sativae* Blanchard, with which it partially overlaps both in distribution and host-range, by the generally paler coloration, with both vertical bristles on yellow ground, and by the mat greyish mesonotum. It is distinguishable from *Liriomyza fricki* Spencer,

1965a, which also has these characters but is apparently limited to Washington State and in Canada: Alberta, Ontario and Quebec by having acrostichals in 3-4 rows (only in 2 rows in *fricki*). The larvae of *trifolii* and *sativae* are not at the moment distinguishable but the leaf-mines of *trifolii* are generally longer and narrower and not distinctly widening at the end, as frequently occurs in *sativae*

FRICK (1955) described as *alliovora* the species which occurred in large numbers on onion (*Allium*) in Iowa in 1932 (HARRIS and TATE, 1933). Examination of the genitalia of a male paratype has confirmed that this species represents *trifolii*, with which it is now formally synonymized. Specimens mining onion have also been seen from Florida, Guyana and Venezuela.

Appendix II. WHO classificatie

Classificatie	Omschrijving	LD ₅₀ voor rat (mg/kg lichaamsgewicht)			
		Oraal		Dermaal	
		Vaste stoffen	Vloeistof	Vaste stoffen	Vloeistof
Ia	Extreem gevaarlijk	< 5	< 20	< 10	< 40
Ib	Zeer gevaarlijk	5 – 50	20 – 200	10 – 100	40 – 400
II	Matig gevaarlijk	50 – 500	200 – 2000	100 – 1000	400 – 4000
III	Licht gevaarlijk	> 500	> 2000	> 1000	> 4000
Table 5	Bij normal gebruik weinig kans op acuut gevaar	> 2000	> 3000	-	-

Appendix III. Stappenplan voor opstellen IPM

- 1) Identificatie bladmineerderssoorten in kouseband en andere gewassen zoals tomaat, bonen en koolgewassen.
- 2) Identificatie parasieten in bladmineerders
- 3) Vaststellen percentage parasitisme
- 4) Effect van abamectine, cyromazine en spinosad op mineerder en parasieten vaststellen
- 5) Onderzoeken of introductie nodig is van natuurlijke vijanden
- 6) Signaleringssysteem met gele plakvallen opstellen
- 7) Schadedrempels vaststellen (aantal adulten per val of aantal mijnen per blad relateren aan opbrengst)
- 8) Effect op mineerder en parasieten van andere pesticiden toegepast in kouseband vaststellen
- 9) Effect seizoenen op bladmineerder en parasitisme vaststellen
- 10) Opstellen advies
- 11) Uittesten advies
- 12) Verbreden naar andere gewassen waarbij bladmineerders een rol spelen

Op basis van de beschikbare literatuur en informatie is een voorlopig bestrijdingsadvies voor zowel tomaat, bonen, koolsoorten en kouseband:

- Verwijder de oude aanplant zo snel mogelijk na oogsten.
- Hanteer een schadedrempel van 2 mijnen per blad voordat een middel ingezet wordt
- Voer een eerste bespuiting uit met 1 – 1,5 ml/l abamectine 18 ec met een wachttijd van 7 dagen.
- Indien nodig een tweede bespuiting met 1,5 ml/l abamectine 18 ec met een wachttijd van 7 dagen.
- Zet bij een derde bespuiting Trigard (cyromazine 75 WP) in een dosering van 0,2 tot 0,3 g/l met een wachttijd van 7 dagen in kool en bonen en 3 dagen in tomaat
- Tijdens de oogstperiode van kouseband en kolen is het aan te bevelen om indien nodig spinosad 22% in een dosering van 0,3 – 0,4 ml/l toe te dienen of Tracer (spinosad 48%) in een dosering van 0,2 ml/l in tomaat of 0,1 – 0,2 ml/l in kouseband, bonen en kolen met een wachttijd van 3 dagen.
- Vermijd de inzet van pyrethroiden zoals Karate en organische fosfor verbindingen zoals diazinon, dimethoat en malathion.