

Lutte contre le psylle de la carotte (*Trioza apicalis*) par le traitement des semences

Serge FISCHER¹, Françoise KLÖTZLI¹ et Catherine TERRETTAZ²

¹Agroscope, 1260 Nyon

²Office d'arboriculture et cultures maraîchères du Valais, 1950 Sion-Châteauneuf

Renseignements: Serge Fischer, e-mail: serge.fischer@agroscope.admin.ch, tél. +41 22 363 43 83, www.agroscope.ch



Femelle adulte du psylle de la carotte *Trioza apicalis* s'alimentant sur un pétiole de sa plante-hôte.

Introduction

Depuis la fin des années nonante, des dégâts du psylle de la carotte (*Trioza apicalis*; fig.1) sont régulièrement signalés dans plusieurs régions de production de carottes de notre pays. La biologie détaillée de l'insecte, qui ne présente qu'une seule génération par année, a été présentée dans un article antérieur (Freuler *et al.* 1998). Rappelons que les adultes hivernent sur les conifères, principalement l'épicéa, puis colonisent les parcelles de carottes entre mai et juillet. Nos suivis de vols, effectués dans le Chablais (Bas-Valais) au moyen de pièges jaunes, montrent que cette immigration pré-

sente un pic d'activité, souvent très court, vers la mi-juin. Lors des années de pullulation, ce pic atteint des niveaux considérables: ainsi, en 2007, plus de 1000 psylles ont été décomptés sur cinq pièges en une seule semaine.

En piquant le phloème des carottes pour se nourrir, les psylles immigrants provoquent une crispation systématique du feuillage (fig. 2), ainsi qu'un arrêt de croissance qui se marque également sur les racines des plantes-hôtes. Ces effets sont irréversibles et peuvent déjà être induits après un court contact entre un individu isolé et sa plante-hôte (Nissinen *et al.* 2007). Le seuil de nuisibilité est donc très bas, obligeant le producteur à intervenir dès qu'il est atteint.

Nos travaux ont cependant montré que, dans nos conditions, seules les jeunes plantules de carotte sont sensibles aux attaques; au-delà du stade 4–5 feuilles de la culture, le risque de pertes économiques devient quasi nul, même en cas de pression élevée du ravageur. C'est pourquoi, conformément à la stratégie de lutte proposée il y a une dizaine d'années (Fischer et Terretaz 2002), les producteurs n'interviennent désormais que sur les semis tardifs qui se trouvent aux stades phénologiques sensibles durant le vol du ravageur, évitant ainsi de nombreux traitements inutiles. Dans la région chablaisienne, les services officiels suivent chaque année par piégeage quelques parcelles représentatives et avertissent les producteurs dès l'apparition des premières captures.



Figure 2 | Plantules avec les crispations foliaires typiques dues aux piqûres de nutrition des adultes de *T. apicalis*.

Résumé Le psylle de la carotte *Trioza apicalis* est un ravageur redouté dans plusieurs régions maraîchères suisses. L'insecte hiverne sur les conifères et infeste les carottes à partir de mai. Entre la germination et le stade 4–5 feuilles des plantules, ses piqûres provoquent des déformations du feuillage et un arrêt de croissance racinaire. Actuellement, la lutte repose sur des pulvérisations d'insecticides, dont une grande partie se perd sur le sol nu en raison de la faible couverture foliaire lors du traitement. L'usage de semences traitées pourrait donc constituer une solution intéressante. Un essai en champ a été conduit avec trois produits d'enrobage à base de clothianidine (Poncho), clothianidine + β -cyfluthrine (Poncho Beta) et clothianidine + imidaclopride (Sepresto), comparés à une pulvérisation à base de λ -cyhalothrine (Karate, produit de référence) et à un témoin sans insecticides. Les résultats montrent que les dégâts sur plantules sont significativement réduits dans les procédés avec graines traitées par rapport à la référence pulvérisation et au témoin; cependant il n'y a pas de différences entre les trois enrobages testés. Le nombre de racines récoltées est significativement plus élevé dans tous les procédés insecticides que dans le témoin. Les échantillons de racines analysés n'ont montré aucune trace de résidus d'insecticide. En conclusion, il s'avère que l'enrobage de semences peut représenter une solution intéressante dans une stratégie raisonnée de lutte contre le psylle de la carotte.

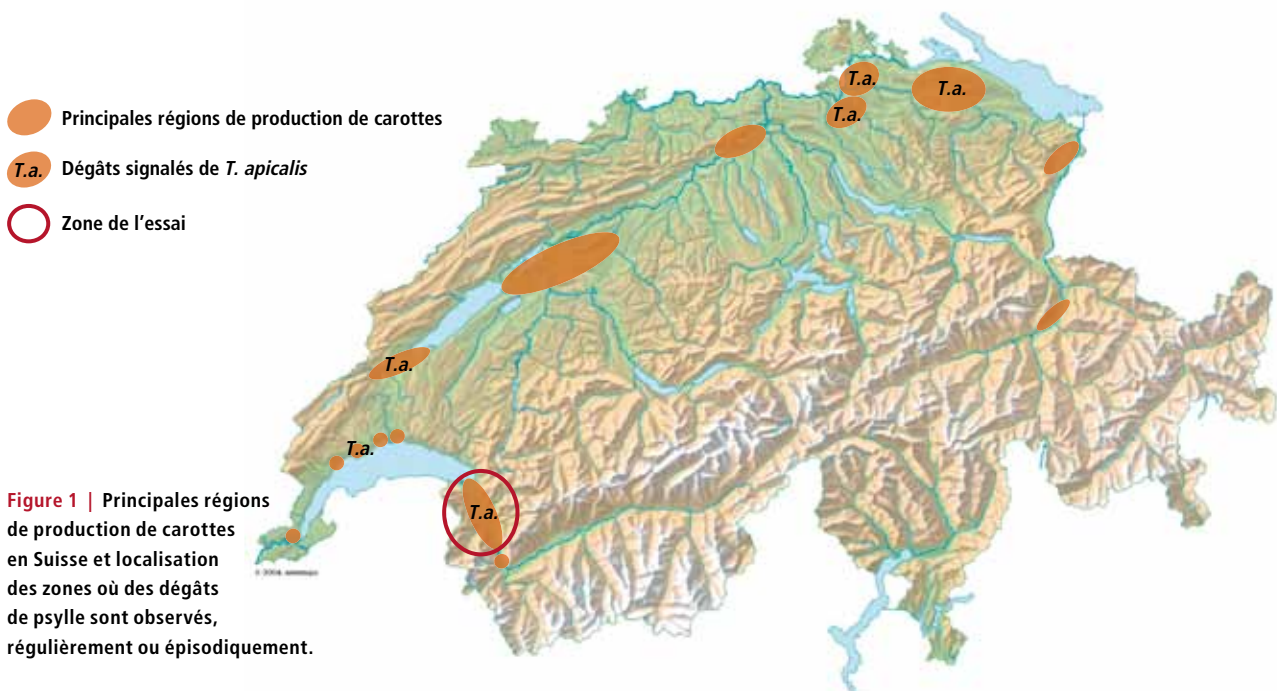


Figure 1 | Principales régions de production de carottes en Suisse et localisation des zones où des dégâts de psylle sont observés, régulièrement ou épisodiquement.

Lorsqu'elle est nécessaire, la lutte se base actuellement sur des pulvérisations de pyréthroïdes (notamment la λ -cyhalothrine). Bien qu'efficace, cette pratique présente des inconvénients: les substances employées, peu sélectives, ont un impact négatif sur l'entomofaune en général et la quasi-totalité de la bouillie est gaspillée sur le sol nu en raison du très faible développement foliaire de la culture au moment de l'application.

Parmi les alternatives envisagées figure l'usage de semences traitées avec des insecticides à effet systémique appartenant au groupe des néonicotinoïdes, une technique jusqu'ici développée essentiellement en grandes cultures. Cette technique permet d'optimiser l'action des substances actives et de limiter leur dispersion dans l'environnement en les localisant au niveau des plantules. Autre avantage, le producteur pourrait être dispensé d'effectuer un traitement en urgence lorsqu'il est averti de la présence du ravageur.

Il a donc semblé intéressant de tester le potentiel de cette méthode contre *T. apicalis*, bien qu'aucun insecticide de type néonicotinoïde ne soit actuellement homologué sur carotte en Suisse et en Europe, même en pulvérisation. Un essai a ainsi été mené avec trois produits d'enrobage en 2010.

Une telle approche avait déjà été tentée en 1998 et 1999, mais l'expérience s'est heurtée à des phénomènes de phytotoxicité, les insecticides testés n'ayant pas été conçus spécifiquement pour l'enrobage des semences (Fischer et Terrettaz 2002).

Matériel et méthodes

Site d'expérimentation

L'expérimentation s'est déroulée en 2010 à Collombey (VS), dans le Chablais. Cette plaine alluviale rhodanienne est entourée de versants montagneux riches en épicéas, offrant de nombreux sites d'hivernage au ravageur. Afin de profiter au mieux d'un effet d'attraction de masse sur le psylle, la parcelle d'essai proprement dite a été installée au bord d'un champ de production de carottes d'environ 2 ha. La culture a été conduite sur des buttes distantes de 0,6 m, en raison de la proximité de la nappe phréatique.

Données culturales

La parcelle expérimentale a été semée le 25 mai au semoir manuel à une roue avec distribution sur un rang, à la densité de 100 graines/m. Les semences, calibrées et imprégnées des substances fongicides iprodione + thirame, appartenaient au cultivar 'Maestro' (Vilmorin).

L'essai a été récolté le 2 septembre. La surface d'une parcelle élémentaire (répétition) était de 90 m², comprenant huit buttes de 15 m de longueur.

La parcelle d'essai a bénéficié de l'irrigation et des traitements herbicides et fongicides conventionnels appliqués par le producteur sur l'ensemble de son champ.

Traitement des semences

Les insecticides utilisés pour le traitement des semences ont été gracieusement fournis par Bayer Suisse.

L'enrobage des graines a été réalisé par l'entreprise spécialisée Incotec (NL), par la technique du *onX-encrustment*[®].

Procédés

Les procédés mis en comparaison étaient les suivants: 1) témoin sans insecticide, 2) λ -cyhalothrine (Karate), substance de référence appliquée en pulvérisation le 24 juin, 3) clothianidine (Poncho), 4) clothianidine + β -cyfluthrine (Poncho Beta) et 5) clothianidine + imidaclopride (Sepresto), ces trois derniers comprenant les enrobages de semences. Le détail des modalités et des doses d'application est donné dans le tableau 1.

L'essai comptait trois répétitions disposées en blocs randomisés, totalisant quinze parcelles élémentaires.

Contrôles

Le vol du psylle a été suivi de fin mai à début juillet, à l'aide de cinq plaques engluées jaunes de 20 x 20 cm (verre acrylique ICI 229). Les pièges étaient répartis le long de la bordure du champ la plus proche de la parcelle d'essai. Les captures ont été relevées chaque semaine.

Tableau 1 | Modalités d'application des insecticides testés

Produit commercial	Modalités d'application	Matière active	Dose d'application des matières actives
Karate	Pulvérisation	λ -cyhalothrine	10 ml/ha
Poncho	Enrobage des semences	Clothianidine	3,19 g/100 g de semences
Poncho Beta	Enrobage des semences	Clothianidine	3,17 g/100 g de semences
		β -cyfluthrine	0,42 g/100 g de semences
Sepresto	Enrobage des semences	Clothianidine	3,16 g/100 g de semences
		Imidaclopride	1,06 g/100 g de semences

L'efficacité des différents procédés a été contrôlée chaque semaine en observant dix séries de vingt plantules successives par parcelle élémentaire, jusqu'au stade cinq feuilles. Le taux de plantules montrant des symptômes de déformation du feuillage (crispations) a ensuite été calculé. Après transformation en fonction probit, les résultats de chaque date de contrôle ont été comparés entre eux par analyse de variance (ANOVA) associée à un test de Tukey ($p \leq 0,05$).

A la récolte, les racines ont été prélevées dans cinq portions de butte de un mètre linéaire réparties dans chaque parcelle élémentaire, puis décomptées et pesées. Ces données ont été traitées par ANOVA puis test de Tukey ($p \leq 0,05$).

Enfin, sachant que les produits testés en enrobage comprennent des néonicotinoïdes, substances dont la persistance pose parfois problème dans les végétaux, un échantillon de racines issues de chacun des trois procédés d'enrobage a été envoyé au laboratoire du Service de la consommation et des affaires vétérinaires de Genève pour analyser les résidus.

Résultats

Pression du ravageur

Avec un total de 133 captures réalisées entre le 25 mai et le 6 juillet, l'infestation de la culture par *T. apicalis* n'était pas particulièrement importante en 2010 (fig. 3). Toutefois la pression du ravageur a persisté à un niveau moyen (de 30 à ~60 captures/semaine) pendant un mois environ, validant l'essai au niveau pratique. En effet, plus que l'intensité instantanée d'une attaque, c'est sa durée qui est déterminante pour juger de l'efficacité de l'enrobage de semences, car celui-ci doit assurer une protection couvrant l'ensemble des stades sensibles de la culture.

Dégâts sur plantules

Jusqu'au stade 3–4 feuilles de la carotte, dans les trois modalités de traitements des semences, les taux d'attaque sont significativement plus bas que dans le témoin non traité (fig. 4). Au stade cinq feuilles, l'effet de protection reste perceptible, mais n'est plus assuré sta-

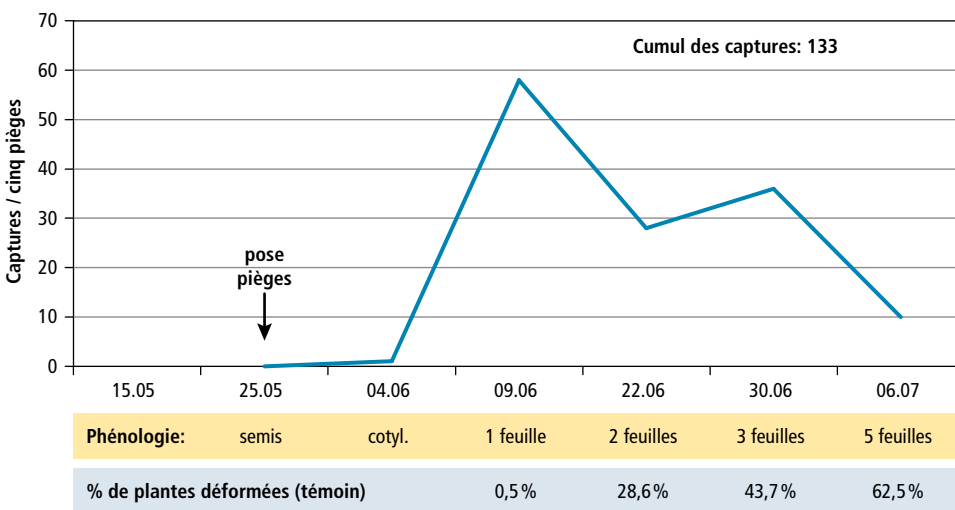


Figure 3 | Courbe de vol du psylle, avec les stades phénologiques de la parcelle d'essai et les taux de plantules touchées dans le témoin non traité.

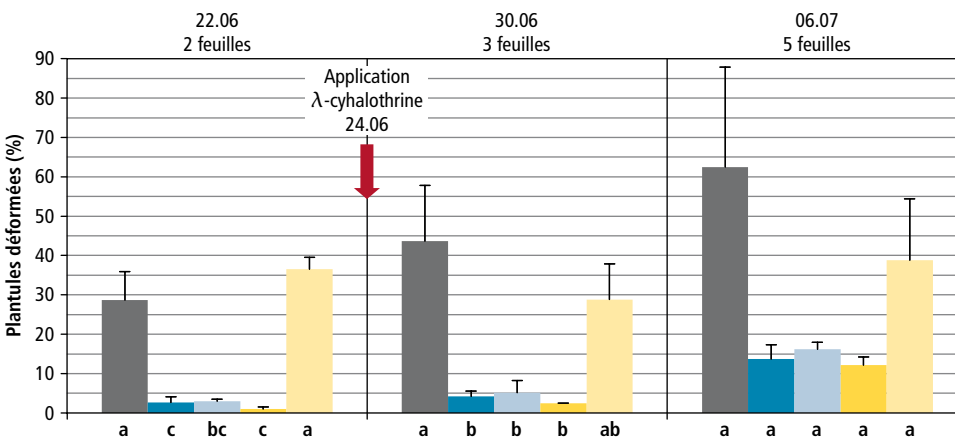


Figure 4 | Taux moyens de plantules endommagées (avec erreur-standard) dans les différentes modalités testées. A chaque date, les valeurs accompagnées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement ($p \leq 0,05$).

tistiquement en raison de la variance importante entre répétitions, résultant du fort gradient d'attaque dégressif à partir de la bordure du champ.

Par contre, on remarque que la référence λ -cyhalothrine (Karate) en pulvérisation ne se différencie pas du témoin au cours des deux contrôles suivant son application. Plutôt qu'au manque d'efficacité du traitement lui-même, ce résultat est sans doute dû à une application trop tardive. En effet, le suivi du champ commercial adjacent, traité par le producteur avec ce même insecticide deux semaines auparavant, a enregistré des niveaux de dégâts plus faibles, intermédiaires entre ceux du témoin et ceux des modalités de semences enrobées de notre essai.

Enfin, signalons qu'au cours de nos contrôles visuels, aucune des modalités n'a montré d'effet phytotoxique ou phytodépresseur sur la culture.

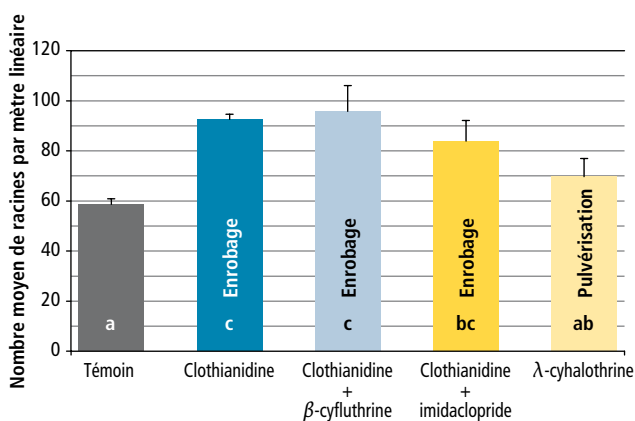


Figure 5 | Quantités moyennes de racines récoltées sur un mètre linéaire (avec erreur-standard).

Pour chaque modalité, les valeurs des procédés accompagnées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement ($p \leq 0,05$).

Contrôle de récolte

Le nombre de racines récoltées dans les procédés avec semences traitées, notamment avec la clothianidine et clothianidine + β -cyfluthrine, était significativement plus élevé que dans le témoin, alors que le procédé pulvérisé à la λ -cyhalothrine ne se distinguait pas de ce dernier (fig. 5).

Le poids de la récolte par mètre linéaire s'est avéré nettement plus élevé en moyenne dans les procédés avec semences que dans le témoin et la variante traitée à la λ -cyhalothrine (fig. 6). Ces différences ne sont toutefois pas significatives en raison du nombre limité de répétitions.

Analyses de résidus

Aucune trace d'insecticide, notamment de néonicotinoïdes, n'a été détectée dans les échantillons de récolte issus des trois procédés de semences traitées (tabl. 2),

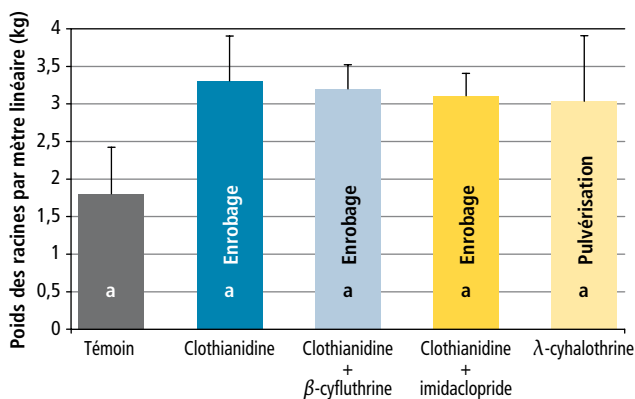


Figure 6 | Poids moyen des racines récoltées sur un mètre linéaire (avec erreur-standard).

Pour chaque modalité, les valeurs des procédés accompagnées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement ($p \leq 0,05$).

Tableau 2 | Résultats des analyses de résidus effectuées sur des échantillons des racines provenant des trois procédés avec graines enrobées

Produit d'enrobage testé (nom commercial)	Substance	Type	Quantité dépistée	Tolérance légale maximale
Clothianidine (Poncho)	Clothianidine	Insecticide	Non décelé	Aucune sur carotte
	Azoxystrobine	Fongicide	0,060 mg/kg	0,2 mg/kg
	Iprodione	Fongicide	0,024 mg/kg	0,5 mg/kg
Clothianidine + β -cyfluthrine (Poncho Beta)	Clothianidine	Insecticide	Non décelé	Aucune sur carotte
	β -cyfluthrine	Insecticide	Non décelé	Aucune sur carotte
	Azoxystrobine	Fongicide	0,053 mg/kg	0,2 mg/kg
	Iprodione	Fongicide	0,064 mg/kg	0,5 mg/kg
	Trifloxystrobine	Fongicide	0,013 mg/kg	0,1 mg/kg
Clothianidine + imidaclopride (Sepresto)	Clothianidine	Insecticide	Non décelé	Aucune sur carotte
	Imidaclopride	Insecticide	Non décelé	Aucune sur carotte
	Azoxystrobine	Fongicide	0,058 mg/kg	0,2 mg/kg
	Difénoconazole	Fongicide	0,010 mg/kg	0,2 mg/kg
	Iprodione	Fongicide	0,063 mg/kg	0,5 mg/kg

résultat aussi encourageant que surprenant pour un groupe de substances dont les effets de rémanence font régulièrement polémique.

Discussion

L'efficacité des trois insecticides testés en enrobage s'est avérée intéressante dans les conditions de pression du ravageur de l'essai. Les données de piégeage enregistrées depuis une quinzaine d'années montrent que le vol de 2010 était d'intensité moyenne, mais de durée – environ cinq semaines – relativement longue. L'effet de l'enrobage des graines a cependant couvert l'ensemble des phases sensibles de la culture, de la levée jusqu'au stade quatre feuilles, soit pendant environ un mois à partir du semis.

Pour une pression d'infestation donnée, l'efficacité de cette méthode de lutte dépend donc essentiellement de l'adéquation entre la persistance de l'activité protectrice de l'enrobage et la vitesse de croissance des plantules, celle-ci étant directement liée aux conditions climatiques locales.

Ainsi, en Scandinavie, la croissance des cultures de carottes est moins rapide que sous nos climats et les populations de psylles, hormis le fait qu'elles sont beaucoup plus importantes, ont une période d'immigration étendue, pouvant dépasser deux mois (Nissinen *et al.* 2007). Cette conjonction de paramètres défavorables pourrait expliquer les résultats plutôt décevants obtenus en Norvège dans des essais de lutte avec des semences traitées (Arne Gillund 2010, comm. pers.).

En Suisse, et en Europe occidentale en général, le vol de *T. apicalis* se déroule à une période de l'année où

les conditions sont particulièrement propices à une croissance rapide des semis de carottes, qui passent du stade cotylédons au stade cinq feuilles en un mois seulement. L'emploi d'enrobage à longue durée d'activité insecticide n'est donc pas impératif pour le succès de la méthode.

Toutefois, si le développement de nouveaux insecticides destinés au traitement des semences pour des cultures d'importance planétaire est fortement soutenu par l'industrie agro-chimique, son extension aux cultures légumières reste plus incertaine. Elle dépendra de la volonté des firmes à monter des dossiers d'homologation qui, s'ils sont importants au niveau de la production maraîchère, auront un volume de marché limité pour ces produits phytosanitaires.

Conclusions

- Les trois produits expérimentés en traitement des semences semblent aptes à assurer une protection satisfaisante contre le psylle de la carotte dans les conditions culturales et de phénologie du ravageur rencontrées en Suisse.
- Toutefois, aucun d'entre eux actuellement ne bénéficie d'une autorisation pour l'emploi en culture de carottes.
- Aucune des matières actives utilisées pour l'enrobage n'a laissé de résidus décelables lors de l'analyse des racines récoltées.
- Les possibilités d'application pratique de la technique de l'enrobage des semences contre le psylle de la carotte dépendront directement de l'intérêt des firmes agrochimiques. ■

Remerciements

Les auteurs remercient le Dr Richard Rimle (Bayer Crop Science Schweiz) pour la fourniture des trois produits d'enrobage, ainsi que M. Pascal Lattion, maraîcher à Collombey (VS), pour la mise à disposition du terrain et l'entretien de la surface d'expérimentation.

Bibliographie

- Fischer S. & Terrettaz C., 2002. Lutte raisonnée contre le psylle de la carotte. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **34** (4), 159–165.
- Freuler J., Fischer S. & Terrettaz C., 1998. Le psylle de la carotte *Trioza apicalis* Förster: l'état de la question. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **30** (3), 217–223.
- Nissinen A., Vanhala P., Holopainen J. K. & Tiilikala K., 2007. Short feeding period of carrot psyllid (*Trioza apicalis*) females at early growth stages of carrot reduces yield and causes leaf discoloration. *Entom. Exp. et Appl.* **125**, 277–283.

Summary ■ Control of the carrot psyllid (*Trioza apicalis*) using insecticide coated seeds

The carrot psyllid (*Trioza apicalis*) is a serious pest in several regions of carrot production in Switzerland. The insect overwinters on conifers and starts migration to carrot fields in mid- to late May. From seed germination to the 4–5 leaf stage, insect feeding on plantlets causes leaf curling and may completely block the development of roots. Currently, the control of the pest relies on insecticide sprayings on young plantlets, but this leads to a major waste of products on the bare soil as a consequence of the low foliage cover at the time of application. Thus, the use of coated seeds could be an interesting alternative to spraying. A field experiment was conducted to compare the efficiency of seeds coated with either clothianidin (Poncho), clothianidin + β -cyfluthrin (Poncho Beta) or clothianidin + imidacloprid (Sepresto) to a conventional spray application of λ -cyhalothrin (Karate) and an untreated control. Our results show that plantlets of coated seeds were significantly less damaged than those of the insecticide reference and the untreated control. However, no differences were found among the three types of seed coating. In autumn, a significant higher number of roots were harvested from all four insecticides treatments than from the untreated control. In laboratory analyses, no traces of insecticide residues could be detected in root samples. We conclude that seed coating could be an interesting and efficient measure for an IPM-strategy against the carrot psyllid.

Key words: *Trioza apicalis*, *Daucus carota*, seed treatment, plant protection.

Zusammenfassung ■ Die Bekämpfung des Möhrenblattflohs (*Trioza apicalis*) mittels insektizid-gebeiztem Saatgut

Der Möhrenblattfloh *Trioza apicalis* ist ein bedeutender Schädling in mehreren Gemüseanbaugebieten der Schweiz. Das Insekt überwintert auf Nadelbäumen und befällt die Karotten ab Mai. Zwischen der Keimung und dem 4–5 Blattstadium der Sämlinge verursachen Einstiche des Möhrenblattflohs Blattverformungen und den Stopp des Wurzelwachstums. Derzeit basiert die Bekämpfung des Schädlings auf dem Spritzen von Insektiziden, welche aber wegen der geringen Blattfläche mehrheitlich auf den nackten Boden appliziert werden. Die Verwendung von gebeiztem Saatgut könnte daher eine interessante Alternative zu dieser Verschwendung sein. In einem Feldversuch wurde drei Beizmittel basierend auf Clothianidin (Poncho), Clothianidin + β -Cyfluthrin (Poncho Beta) oder Clothianidin + Imidacloprid (Sepresto) mit einer herkömmlichen Spritzung von λ -Cyhalothrin (Karate, Referenzprodukt) und einer unbehandelten Kontrolle verglichen. Die Resultate zeigen, dass die Schäden an gebeizten Sämlingen signifikant niedriger waren als im gespritzten Referenzverfahren oder in der unbehandelten Kontrolle. Zwischen den drei getesteten Beizungen konnten jedoch keine Unterschiede festgestellt werden. Daneben war die Anzahl geernteter Rüben in den insektizidbehandelten Verfahren signifikant höher als in der unbehandelten Kontrolle. Bei der Laboranalyse von Rübenproben konnten ausserdem keine Insektizidrückstände nachgewiesen werden. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass gebeiztes Saatgut in einer nachhaltigen Bekämpfungsstrategie gegen den Möhrenblattfloh eine interessante Lösung darstellen könnte.

Riassunto ■ Lotta contro la psilla della carota (*Trioza apicalis*) mediante sementi conciate

La psilla della carota *Trioza apicalis* è un parassita pericoloso presente nella maggior parte delle regioni orticole svizzere. L'insetto sverna sulle conifere e infesta le carote a partire da maggio. Tra la germinazione e lo stadio 4–5 foglie delle piantine, le sue punture provocano delle deformazioni del fogliame e inibiscono la crescita delle radici. Attualmente la lotta si basa sulla polverizzazione di insetticidi che, a causa dello spreco dovuto alla debole copertura del fogliame nel corso del trattamento, risulta essere svantaggiosa. L'uso di sementi conciate potrebbe rappresentare un'interessante soluzione. È stata condotta una prova in campo utilizzando tre prodotti per la concia della semente a base di clotianidina (Poncho), clotianidina + β -ciflutrin (Poncho Beta) e clotianidina + imidacloprid (Sepresto), confrontati con una polverizzazione a base di λ -cialotrina (Karate, prodotto di riferimento) e a un testimone non trattato. I risultati mostrano che i danni sulle piantine sono significativamente meno elevati nei procedimenti con semente concia in rapporto al riferimento polverizzazione e al testimone; tuttavia, non vi sono differenze tra i tre metodi di concia testati. Il numero di radici raccolte risulta essere significativamente più elevato nelle procedure insetticide che nel testimone. Infine, i campioni di radici sono stati analizzati e non è stato rilevata alcuna traccia di residuo d'insetticida. In conclusione, si evidenzia che la tecnica della concia della semente rappresenta una soluzione interessante nella lotta integrata contro la psilla della carota.