



Efficacité et rémanence de différents insecticides sur les chenilles de capua (*Adoxophyes orana*)

P. J. CHARMILLOT et D. PASQUIER, Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon

 E-mail: pierre-joseph.charmillot@acw.admin.ch
Tél. (+41) 22 36 34 379.

Résumé

L'efficacité et la rémanence de quelques insecticides appliqués sur les chenilles de la tordeuse de la pelure *Adoxophyes orana* ont été testées. Des feuilles ont été prélevées après les traitements pour y élever en laboratoire des larves âgées de 12 jours en période périflorale, ou des néonates en été. Les produits lufenuron, tébufénozide et méthoxyfénozide ont une efficacité très élevée et une excellente rémanence. L'éma-mectine, l'indoxacarbe et le spinosad ont une très bonne efficacité initiale mais leur rémanence est plus faible, indépendamment de la concentration testée. L'efficacité décline rapidement sur les jeunes feuilles, car la croissance dilue les résidus. La faible rémanence du chlorpyrifos-méthyl, pratiquement identique sur les vieilles et les jeunes feuilles, laisse supposer que ce produit a une activité systémique. Le méthoxyfénozide et le spinosad sont pratiquement insensibles au lessivage comme vraisemblablement plusieurs autres insecticides.

Introduction

La tordeuse de la pelure *Adoxophyes orana*, communément appelée capua, est très polyphage. Elle se développe sur plus de trente genres de plantes-hôtes (Janssen, 1958), mais c'est essentiellement sur pommiers et poiriers – occasionnellement sur cerisiers et pruniers – qu'elle peut causer des dégâts importants (Bovey, 1966). Elle hiverne sur les arbres à l'état de petite chenille du deuxième et troisième stade puis reprend son activité en avril, se nourrissant aux dépens des bourgeons et des jeunes feuilles. La nymphose s'effectue en mai et le premier vol entre la fin de mai et juin. Les chenilles de la première génération, ou génération d'été, se développent à la fin de juin et en juillet, essentiellement sur les pousses en croissance. Elles se nourrissent des feuilles de l'extrémité qu'elles rassemblent par un tissage soyeux; certaines chenilles

s'attaquent à l'épiderme des fruits où elles rongent de grandes surfaces en ramifications irrégulières. Le fruit se cicatrise mal, sans formation d'un nouvel épiderme. Le second vol se déroule entre la mi-juillet et le début de septembre. Les dégâts de la deuxième génération, ou génération d'automne, causés par de petites chenilles de 2-3 mm, peuvent apparaître dès la mi-août et se poursuivre jusqu'à la récolte lors d'années tardives. Il s'agit de nombreuses petites morsures de forme orbiculaire.

En été, une lutte curative permet de protéger momentanément les fruits; toutefois, son impact sur la dynamique des populations est faible car les chenilles sont protégées dans les feuilles enroulées. La lutte réalisée au début des éclosions n'offre qu'une faible rémanence car les larves néonates se nourrissent exclusivement des nouvelles feuilles dont la croissance dilue les résidus. La lutte la plus efficace est incontestable-

ment celle menée au printemps contre les larves hivernantes qui reprennent leur activité. Les produits le plus fréquemment utilisés sont: fénoxycarbe, indoxacarbe, lufenuron, méthoxyfénozide, tébufénozide, spinosad, ainsi que le virus de la granulose Capex. Le diffuseur Isomate-CLR est homologué pour une lutte par confusion contre le carpocapse avec effet secondaire contre capua. Enfin, quelques esters phosphoriques sont également disponibles (Charmillot et Höhn, 2006).

Des tests biologiques par trempage de feuilles dans différentes concentrations de produits ont été effectués afin de comparer les potentialités de quelques insecticides homologués ou en développement. Les courbes d'efficacité en fonction du dosage ainsi obtenues servent de référence pour déceler d'éventuels foyers de résistance (Charmillot *et al.*, 2006). Par contre, elles ne permettent pas de juger de la rémanence des produits, élément prépondérant pour déterminer l'efficacité pratique d'un insecticide. Pour combler cette lacune, des essais ont été réalisés afin de déterminer la rémanence de quelques insecticides, homologués ou en développement, dans la lutte contre la tordeuse de la pelure *A. orana*.

Matériel et méthodes

Essai de 2000

Pour déterminer l'efficacité et la rémanence de quelques insecticides appliqués en période périflorale, c'est-à-dire sur les chenilles de la génération hivernante en fin de développement, un essai est réalisé sur le domaine «Les Rives» à Prangins sur des pommiers Golden. Le 8 mai 2000, les produits sont appliqués à la pompe à dos à mo-

Tableau 1. Procédés mis en comparaison pour tester l'efficacité et la rémanence de quelques insecticides sur des larves d'*A. orana*. Larves âgées de 12 jours (L₃₋₄) pour les tests biologiques effectués après le traitement du 8 mai 2000 et larves néonates (L₁) après le traitement du 7 juin 2001.

Traitement	Procédé	Formulation g p.f./kg ou l	Concentration % p.f.*	ppm m.a. mg/l	Feuilles prélevées et jours depuis le traitement	ppm m.a. homologué
8 mai 2000	Témoin	–	–	–	vieilles feuilles 0, 3, 7, 14, 21	–
	Lufénuron	Match EC 50	0,100	50		37,5
	Tébufénozide	Mimic SC 240	0,050	120		120
	Indoxacarbe	Steward WG 300	0,017	50		51
	Indoxacarbe	Steward WG 300	0,034	100		96
	Méthoxyfénozide	RH-2485 SC 240	0,033	80		–
	Emamectine	Proclaim EC 19	0,035	6,7	vieilles feuilles 0, 3, 7, 14	non homologué
	Emamectine	Proclaim EC 19	0,071	13,5		–
	Spinosad	formulation SC 240	0,021	50		96
	Spinosad	formulation SC 240	0,042	100		–
7 juin 2001	Témoin	–	–	–	vieilles feuilles 0, 4, 7, 14, 21, 28 jeunes feuilles 0, 4, 7, 14, 21	–
	Chlorpyrifos-méthyl	Reldan EC 400	0,120	480		480
	Spinosad	Audienz SC 480	0,015	72		96
	Méthoxyfénozide	Prodigy SC 240	0,040	96		96

*p.f.: produit formulé.

teur, avec 5 l de bouillie, ce qui permet d'atteindre le ruissellement. Chaque procédé, appliqué sur trois jeunes arbres contigus, est séparé des autres par trois arbres tampon (tabl. 1).

Prélèvement de feuilles et test biologique

Des grandes feuilles complètement développées sont prélevées à la base des pousses dans chaque procédé. Au laboratoire, les feuilles sont enroulées dans une petite boîte en plastique, puis une larve d'*A. orana* prélevée dans l'élevage y est déposée. L'essai est effectué avec trente larves âgées de 12 jours (L₄₋₅) par procédé et prélèvement. Après une semaine, les larves mortes sont dénombrées et les survivantes sont élevées sur milieu artificiel jusqu'à l'émergence du papillon. Dans tous les procédés, le premier prélèvement de feuilles est réalisé le jour du traitement; puis, selon les produits, trois à quatre autres prélèvements sont encore effectués 3, 7, 14 et 21 jours après le traitement. L'efficacité des produits est calculée par rapport au taux de survie obtenu dans le témoin de la date correspondante.

Essai de 2001

Pour déterminer l'efficacité et la rémanence de quelques insecticides appliqués lors de la période d'éclosion des œufs de première génération, c'est-à-dire sur des chenilles néonates, un essai est réalisé dans la parcelle n° 17 à Changins sur des pommiers

Golden. Le 7 juin 2001, trois produits sont appliqués à la pompe à dos à moteur, avec 5 l de bouillie, ce qui permet d'atteindre le ruissellement. Chaque procédé est appliqué sur un seul arbre, séparé des autres par un arbre tampon (tabl. 1).

Mesure de la croissance des feuilles

Des grandes feuilles complètement développées ainsi que des jeunes feuilles en croissance sont prélevées pour le test biologique. Le jour du traitement, un fil de laine rouge est attaché au pédoncule d'environ 200 jeunes feuilles de chaque procédé, localisées à l'extrémité des pousses. Il s'agit de la première feuille étalée située au-dessous d'une ou de deux ébauches de feuilles encore enroulées (fig. 1). Pour suivre la croissance, vingt feuilles ainsi marquées, de même que vingt des grandes feuilles situées à la base des pousses, sont prélevées au début de l'essai (jour 0), ainsi qu'après 4, 7, 14 et 21 jours. La superficie de ces feuilles est mesurée au moyen d'un appareil intégrant automatiquement les surfaces (Portable Area Meter, Li-3000A).

Prélèvement et test biologique

Ramenées au laboratoire, trente feuilles développées ainsi que trente jeunes feuilles en croissance sont enroulées dans une petite boîte en plastique, puis une larve néonate (L₁) d'*A. orana* fraîchement éclosée y est déposée. Après une semaine, les larves survivantes sont dénombrées. Dans les trois pro-



Fig. 1. Le jour du traitement, 200 jeunes feuilles à l'extrémité des pousses sont marquées au moyen d'un fil de laine rouge attaché au pédoncule. Ces feuilles sont ensuite prélevées à différentes dates et mesurées pour chiffrer leur croissance.

cédes et le témoin, le premier prélèvement de feuilles est réalisé le jour du traitement, suivi de quatre autres prélèvements à 4, 7, 14 et 21 jours; un cinquième prélèvement est effectué à 28 jours exclusivement pour les vieilles feuilles. L'efficacité des produits est calculée par rapport au taux de survie obtenu dans le témoin correspondant.

Résultats et discussion

Année 2000

Dans les témoins, le taux de survie moyen jusqu'au stade de papillon est de 87,9%, variant entre 76,7 et 100% selon la date de prélèvement.

Le jour du traitement, l'efficacité est très élevée pour tous les procédés. Par contre, dès le troisième jour déjà, des différences importantes apparaissent (fig. 2). Le RCI méthoxyfénozide, testé à 80 ppm, a une efficacité de 100% durant les 21 jours de l'essai. Le produit commercial Prodigy est actuellement homologué à raison de 0,04% pour 1600 l/ha, ce qui correspond à 96 ppm de matière active (m.a.). Le lufénuron et le tébufénozide, deux produits de référence homologués pour la lutte contre capua, maintiennent une efficacité supérieure à 90% pendant toute la durée de l'essai. L'efficacité de l'indoxacarbe est très élevée pendant sept jours, puis elle chute nettement au-delà d'une semaine, aussi bien à 100 qu'à 50 ppm. Le produit commercial Steward est

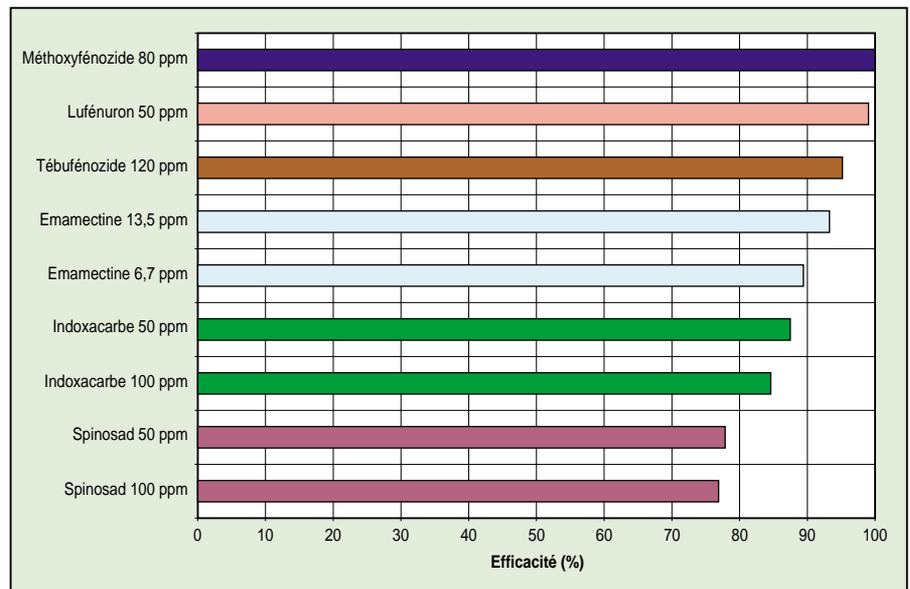


Fig. 3. Efficacité moyenne des produits, calculée sur les quatre premiers prélèvements effectués à 0, 3, 7 et 14 jours après le traitement.

actuellement homologué à raison de 0,017%, correspondant à 50 ppm de m.a. L'efficacité initiale du spinosad est de

100% dans les deux procédés (50 et 100 ppm), puis elle diminue de façon similaire jusqu'à environ 60% après 14 jours. Le produit commercial Audienz est actuellement homologué à 0,02%, correspondant à 96 ppm de m.a. L'émamectine présente une excellente efficacité initiale aux deux très faibles concentrations testées de 13,5 et 6,7 ppm. Son efficacité faiblit légèrement dès le troisième jour, mais reste tout de même supérieure à 80% après 14 jours. La différence entre les deux concentrations testées n'est pas très importante pour ce produit qui pour l'instant n'est pas homologué.

L'efficacité moyenne des produits, calculée sur les quatre premiers prélèvements effectués à 0, 3, 7 et 14 jours après le traitement, est illustrée à la figure 3. Seul le méthoxyfénozide à 80 ppm a une efficacité de 100%. L'efficacité moyenne du lufénuron est de 99%, celle du tébufénozide de 95,2% tandis que celle de l'indoxacarbe se situe à environ 85%, indépendamment du dosage. Avec l'émamectine, l'efficacité est d'environ 90%, avec une légère augmentation en fonction du dosage. Enfin, l'efficacité du spinosad est d'environ 77%, sans relation avec le dosage.

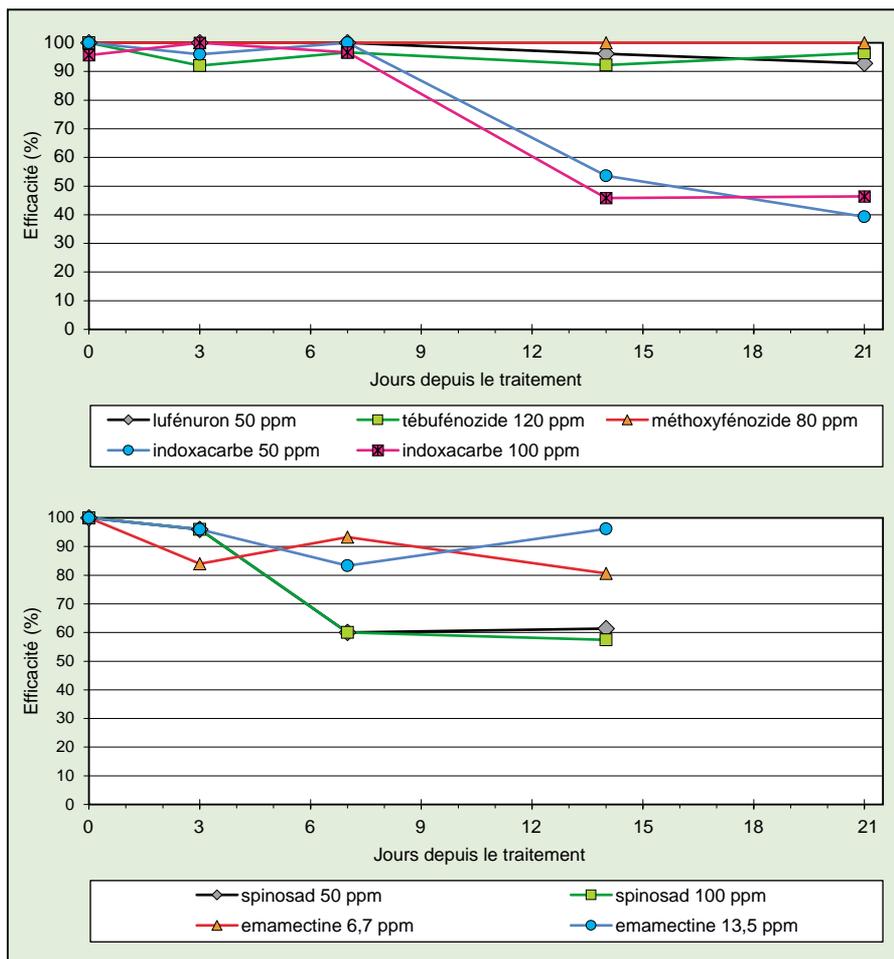


Fig. 2. Evolution de l'efficacité des produits, déterminée en élevant 30 larves d'*A. orana* âgées de 12 jours sur des feuilles prélevées après le traitement du 8 mai 2000. *En haut*: 5 procédés, 5 prélèvements effectués à 0, 4, 7, 14 et 21 jours après le traitement. *En bas*: 4 procédés, 4 prélèvements effectués à 0, 4, 7 et 14 jours après le traitement.

Pluviométrie

Les précipitations cumulées s'élèvent à 2 mm au 3^e jour après le traitement, 11 mm au 7^e jour, 14 mm au 14^e jour et 32 mm au 21^e jour. Elles n'ont pas eu de grande répercussion sur l'efficacité.

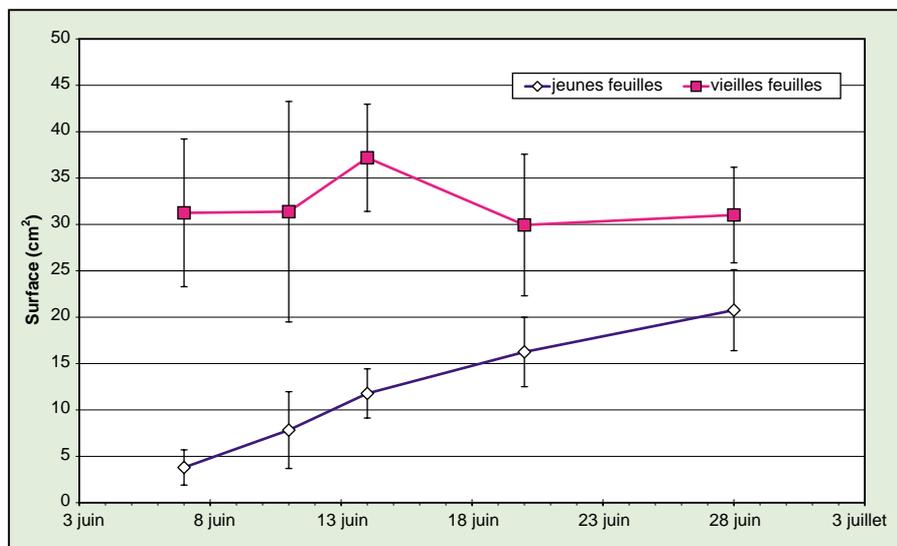


Fig. 4. Evolution de la surface des feuilles en croissance et des vieilles feuilles du 7 au 28 juin 2001.

dant trois semaines avec les produits indoxacarbe, méthoxyfénoside, tébufénoside, lufénuron et flufénoxuron, tandis que l'efficacité du spinosad déclinait rapidement au-delà du 8^e jour.

Sur les jeunes feuilles

L'efficacité du méthoxyfénoside se maintient à 100% après quatre jours puis diminue assez régulièrement pour tomber à un niveau insignifiant au 21^e jour. L'efficacité du spinosad reste à 100% pendant quatre jours puis diminue un peu plus rapidement que celle du méthoxyfénoside, descendant à 13% après 14 jours. Enfin, l'efficacité du chlorpyrifos-méthyl décline plus rapidement, passant de 100% le jour du traitement à 7% après 14 jours. La perte d'efficacité est donc beaucoup plus rapide sur les jeunes feuilles que sur les vieilles. Cette différence est à imputer à la dilution des résidus résultant de la croissance des feuilles. Dans un essai antérieur également effectué avec des larves néonates de capua, l'efficacité à la suite de deux traitements à la deltaméthrine appliqués en juin, à deux semaines d'intervalle, tombait à zéro après environ

Année 2001

Evolution de la surface des feuilles

Le 7 juin 2001, au début de l'essai, les jeunes feuilles des extrémités des pousses ont une surface moyenne de 3,8 cm². Par la suite, celle-ci augmente régulièrement pour atteindre 20,8 cm² le 28 juin (fig. 4). Ainsi, en 21 jours, la surface des feuilles en croissance s'est accrue d'un facteur de 5,5. Quant aux vieilles feuilles à la base des pousses, leur surface d'environ 30 cm² est restée stable au cours de l'essai.

Efficacité des produits

Dans les témoins, le taux moyen de survie des jeunes chenilles après une semaine d'élevage est de 96,7% sur les jeunes feuilles et de 91,7% sur les vieilles feuilles.

Sur les vieilles feuilles

Le jour du traitement, l'efficacité sur les vieilles feuilles prélevées à la base des pousses est de 100% pour les trois produits (fig. 5).

L'efficacité du méthoxyfénoside à 96 ppm est de 100% pendant sept jours, puis elle fluctue très légèrement mais ne descend pas au-dessous de 88% jusqu'à la fin de l'essai, soit 28 jours après le traitement. L'efficacité du spinosad à 72 ppm est de 100% pendant sept jours, puis elle baisse légèrement à 93% après 14 jours. Par la suite, elle diminue rapidement pour tomber à 4% après 28 jours.

L'efficacité du chlorpyrifos-méthyl à 480 ppm décline rapidement, passant de

100% le jour du traitement à 10% après 14 jours.

Dans des essais similaires effectués avec des larves néonates de la tordeuse de la pelure *Pandemis heparana*, Ioriatti *et al.* (2006) ont également enregistré des efficacités supérieures à 85% pen-

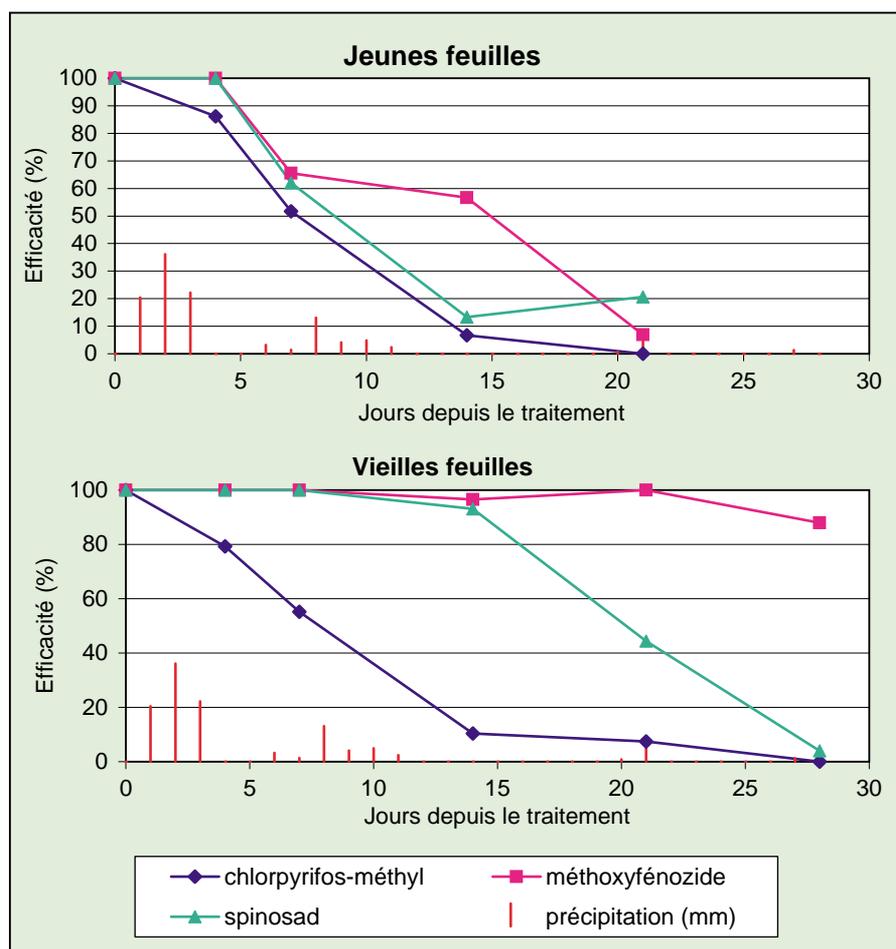


Fig. 5. Evolution de l'efficacité des produits, déterminée en élevant 30 larves néonates d'*A. orana* sur des vieilles et des jeunes feuilles prélevées après le traitement du 7 juin 2001.

30 jours sur les feuilles en croissance, alors qu'elle était encore supérieure à 90% après 100 jours sur les feuilles de la base des pousses (Charmillot et Blaser, 1983). Dans le même essai, l'efficacité de l'acéphate, un insecticide typiquement systémique, régressait de pratiquement 100% à zéro en un peu plus de 20 jours, aussi bien sur les vieilles feuilles que sur les jeunes.

Pluviométrie

Les précipitations de 2001 ont été très importantes durant l'essai, avec un total de 79 mm de pluie durant les quatre jours suivant le traitement et de 115 mm jusqu'à la fin de l'essai. Elles n'ont toutefois pas eu de répercussion manifeste sur l'efficacité des produits méthoxyfénazole et spinosad qui s'est maintenue à plus de 90% sur les vieilles feuilles jusqu'à 14 jours après le traitement, malgré une pluviométrie cumulée de 108 mm (fig. 5).

Remerciements

Notre gratitude s'adresse à M. M. Angst de la firme Syngenta CP (Bâle) pour son précieux appui. Un grand merci aux stagiaires qui nous ont efficacement secondés dans nos travaux. Nous remercions très vivement M^{mes} Martine Rhyn et Suzanne Tagini qui ont produit en élevage les insectes nécessaires à ces essais, ainsi que M^{mes} Marlis Curau, Charlotte Salamin et Monique Thorimbert pour la traduction des résumés.

Bibliographie

- Bovey P., 1966. Super-famille des *Tortricoidea*. In: Entomologie appliquée à l'agriculture. A. S. Balachowsky (ed), Masson, Paris 2/1, 456-893.
- Charmillot & Blaser, 1983. Etude de la rémanence de l'acéphate, du phosmet et de la deltaméthrine utilisés dans la lutte contre la tordeuse de la pelure *Adoxophyes orana* F.v.R. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **15** (3), 195-201.
- Charmillot P. J., Blanc G. & Pasquier D., 2006. Premier cas de résistance de la tordeuse de la pelure (*Adoxophyes orana*) aux insecticides. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **38** (2), 87-93.
- Charmillot P. J. & Höhn H., 2006. Guide de traitements. Pommier. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **38** (1), 22-23.
- Ioriatti C., Pasqualini E., Pasquier D. & Tomasi C., 2006. Efficacy baselines of seven insecticides against larvae of *Pandemis heparana* (Lepidoptera: Tortricidae). *J. Pest Sci.* **79**, 143-168.
- Janssen M., 1958. Über Biologie, Massenwechsel und Bekämpfung von *Adoxophyes orana* Fischer von Roeslerstamm (Lepidoptera: Tortricidae). *Beiträge zur Entomologie* **8** (3/4), 291-32.

Conclusions

Les tests biologiques réalisés en mai 2000 visaient à déterminer l'efficacité et la rémanence de quelques produits appliqués en période périorale sur les chenilles de la génération hivernante de la tordeuse de la pelure capua *A. orana*. Ils ont montré que:

- ❑ sur des feuilles complètement développées au moment du traitement, les produits lufenuron, tébufénazole et méthoxyfénazole ont une efficacité très élevée et une excellente rémanence sur les larves âgées de 12 jours;
- ❑ l'émamectine, l'indoxacarbe ainsi que le spinosad ont une très bonne efficacité initiale mais leur rémanence est plus faible, indépendamment de la concentration testée.

L'essai effectué en juin 2001 sur des larves néonates élevées sur des jeunes et vieilles feuilles avait pour but de déterminer l'efficacité et la rémanence de quelques produits appliqués au moment où les chenilles de première génération éclosent. Il a montré que:

- ❑ les trois produits testés (méthoxyfénazole, spinosad et chlorpyrifos-méthyl) ont une efficacité de 100% le jour du traitement sur les deux types de feuilles prélevées;
- ❑ sur les vieilles feuilles ayant terminé leur croissance, la rémanence du méthoxyfénazole est excellente puisque l'efficacité atteint encore 88% après 28 jours. Le spinosad est un peu moins rémanent, mais son efficacité reste tout de même très élevée pendant deux semaines. Enfin, le chlorpyrifos-méthyl est le moins persistant. Son efficacité diminue pratiquement de moitié après une semaine déjà;
- ❑ l'efficacité du méthoxyfénazole et du spinosad décline très rapidement sur les jeunes feuilles, ce qui montre que l'accroissement de la surface foliaire est le principal facteur limitant la rémanence;
- ❑ la perte simultanée d'efficacité du chlorpyrifos-méthyl sur les vieilles et les jeunes feuilles laisse supposer que ce produit a une activité systémique;
- ❑ le méthoxyfénazole et le spinosad sont pratiquement insensibles au lessivage. En effet, leur efficacité sur les vieilles feuilles se maintient à un niveau très élevé pendant 14 jours, malgré une pluie cumulée de 108 mm;
- ❑ le chlorpyrifos-méthyl semble également peu sujet au lessivage: le produit a moins perdu d'efficacité durant les quatre premiers jours d'essai, arrosés pourtant par 79 mm de pluie, que du jour 4 au jour 7, où il n'a plu que 4 mm.

Summary

Efficacy and persistence of some insecticides on summer-fruit tortrix moth *Adoxophyes orana*

Tests were carried out to determine the efficacy and the persistence of some insecticides applied against summer fruit tortrix moth *A. orana*. Leaves were collected after the application of the treatments for rearing of 12-days old larvae in blooming period or newborn larvae in summer. The products lufenuron, tebufenozide and methoxyfenozide had a very high efficacy and an excellent persistence. Emamectin, indoxacarb and spinosad had a very good initial efficacy but a shorter persistence, independently of the tested concentration; tested on the young leaves, the efficacy declined quickly, due to growth that diluted the residues. The short persistence of chlorpyrifos-methyl, practically identical on the old and the young leaves, let suppose that this product has a systemic activity. Methoxyfenozide and spinosad had an excellent rain fastness.

Key words: summer-fruit tortrix moth, insecticides, larvicidal activity, persistence, *Adoxophyes orana*.

Zusammenfassung

Wirksamkeit und Remanenz von verschiedenen Insektiziden gegen Apfelschalenwickler *Adoxophyes orana*

Es wurden Tests durchgeführt, um die Wirksamkeit und die Remanenz von einigen Insektiziden, die gegen Apfelschalenwickler *A. orana* angewendet wurden, festzustellen. Blätter wurden nach den Behandlungen gesammelt, um 12-tagesalte Larven im Frühling oder neugeborene Larven im Sommer zu züchten. Die Produkte Lufenuron, Tebufenozide und Methoxyfenozide haben eine sehr hohe Wirksamkeit und eine ausgezeichnete Persistenz. Emamectin, Indoxacarb und Spinosad haben eine sehr gute Initialwirkung aber eine kürzere Persistenz, unabhängig der geprüften Konzentrationen. Die Wirksamkeit, die auf den jungen Blättern geprüft wurde, nimmt wegen des Wachstums schnell ab. Die kurze Persistenz von Chlorpyrifos-Methyl, die praktisch identisch auf alten und jungen Blättern ist; lässt annehmen, dass dieses Produkt eine systemische Wirkungsweise hat. Methoxyfenozide und Spinosad haben eine ausgezeichnete Regenfestigkeit.

Riassunto

Efficacia e persistenza di alcuni prodotti sui bruchi della capua *Adoxophyes orana*

Delle prove sono state realizzate per determinare l'efficacia e la persistenza di alcuni insetticidi applicati contro la capua *A. orana*. Delle foglie sono state prelevate dopo i trattamenti per allevare in laboratorio delle larve di 12 giorni in periodo di fioritura o delle neonate in estate. I prodotti lufenuron, tebufenozide, methoxyfenozide hanno un'efficacia molto elevata ed un'eccellente persistenza. L'emamectin, l'indoxacarb e lo spinosad hanno un'efficacia iniziale molto buona ma la loro persistenza è più debole, indipendentemente dalla concentrazione provata. L'efficacia determinata sulle giovani foglie declina rapidamente perché la crescita diluisce i residui. La debole persistenza del chlorpyrifos-methyl, praticamente identica sia sulle vecchie foglie che sulle giovani lascia supporre che questo prodotto abbia un'attività sistemica. La methoxyfenozide e lo spinosad sono praticamente insensibili alla lisciviatura.