



Efficacité du virus de la granulose appliqué par trempage des pommes sur des larves de carpocapse *Cydia pomonella*

C. SALAMIN, P.J. CHARMILLOT, D. PASQUIER, P. PEEVA, Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon 1

@ E-mail: denis.pasquier@acw.admin.ch
Tél. (+41) 22 36 34 379.

Résumé

Des cas de résistance au virus de la granulose du carpocapse (CpGV) ont été signalés récemment en Allemagne et en France. Afin de pouvoir détecter rapidement une éventuelle semblable résistance en Suisse, des courbes de référence d'efficacité ont été établies en laboratoire avec trois différentes formulations de virus: Madex 3, Madex Plus et Granupom. Les LC_{50} de ces produits sont situées entre $2,5 \times 10^7$ et $2,2 \times 10^8$ granules/l.



Virus de la granulose et larve de carpocapse, en phase terminale, ▷ infectée par le virus de la granulose.

Introduction

Des foyers de résistance du carpocapse *Cydia pomonella* aux insecticides sont apparus ces dernières années dans des vergers de pommiers de Suisse (Charmillot *et al.*, 2005). L'introduction de la lutte par confusion a permis de limiter l'usage de ces produits chimiques, dans la mesure où les populations sont basses. Dans le cas contraire, la meilleure solution – et parfois la seule – consiste à combiner la technique de confusion avec des traitements au virus de la granulose du carpocapse. Cet insecticide biologique spécifique a un effet relativement lent mais important sur la dynamique des populations. Il permet de faire baisser de manière conséquente les populations lorsque les insecticides chimiques sont impuissants. Par son effet ciblé, le virus de la granulose est un outil fondamental pour la

lutte contre le carpocapse en production biologique.

Le virus a été découvert sur des larves mortes dans un verger mexicain, dans les années soixante (Tanada, 1964). Multiplié ensuite sur des larves d'élevage, il a été commercialisé en Suisse dès 1988. Trois produits homologués sont actuellement distribués sur le marché suisse, tous à base de virus issus de la même souche mexicaine (Charmillot *et al.*, 1998).

Le carpocapse a récemment développé une résistance au virus dans quelques vergers d'Allemagne (Fritsch *et al.*, 2005) et de France (Sauphanor *et al.*, 2006). Il nous a donc paru important d'établir, par trempage des pommes, des courbes de référence d'efficacité en fonction du dosage de différentes formulations de ce virus. Ces courbes permettront de comparer le potentiel d'action des différentes préparations. Elles serviront également de référence à

l'avenir, afin de comparer des souches de carpocapse de diverses provenances pour détecter d'éventuels foyers de résistance au virus de la granulose.

Matériel et méthode

Formulations testées

Deux préparations de Madex, ainsi que le Granupom, ont été testés: le Madex 3, actuellement homologué, et le Madex Plus, en phase d'essai, à base d'une nouvelle sélection de virus plus efficace sur les souches de carpocapse résistantes au virus de la granulose (selon le fabricant). Les deux formulations titrent $> 3,0 \times 10^{13}$ granules/l selon les indications fournies. Le dosage homologué est de 100 ml/ha soit $3,0 \times 10^{12}$ granules/ha (tabl.1).

Le Granupom est formulé à $1,0 \times 10^{14}$ granules/l et le dosage homologué est de 480 ml/ha, correspondant à $4,8 \times 10^{13}$ granules/ha (tabl. 1).

Tableau 1. Formulations de virus de la granulose testées et instructions des fabricants.

Fournisseur	Andermatt Biocontrol		Omya (Schweiz) AG AGRO
Produit	Madex 3	Madex Plus	Granupom
Formulation (granules/litre)	3,0E+13	3,0E+13	3,0E+13
Recommandations en champ (granules/ha)	3,0E+12	3,0E+12	4,4E+12 - 1,3 E+13

Souche de carpocapse sensible ACW

La souche sensible ACW du carpocapse est maintenue à l'élevage permanent à Changins, sur milieu artificiel ou sur pommes immatures depuis 1997.

Description du test

Des pommes immatures, prélevées dans une parcelle non traitée, sont trempées dans 1 l de produit à six concentrations étalées entre $1,0 \times 10^6$ et $1,0 \times 10^{11}$ granules/l, puis déposées sous une chapelle ventilée. Une fois sèches, elles sont disposées en une couche (environ 30 pommes) dans un bac en plastique. Soixante larves néonates de carpocapse de la souche ACW sont déposées au pinceau dans chaque bac, qui est ensuite fermé au moyen d'un tulle. Après environ deux semaines d'élevage en cellule climatisée (25 °C, 70% d'humidité relative et 16/8 h J/N) ou en insectarium (température extérieure), soit après un total de 200 degrés-jours, les larves survivantes sont dénombrées. L'efficacité est calculée par rapport au témoin du même jour.

Analyse des résultats

Les données sont analysées au moyen du programme POLO-PC. Celui-ci met en équation le logarithme des doses exprimées en granules/l avec la proportion des individus morts, transformée en probit (LeOra Software, 1987).

Résultats et discussion

Le taux de survie du témoin de la première série, Madex 3 et Madex Plus, est particulièrement élevé (81,6%). Dans le témoin du Granupom, il est de 66,6% (tabl. 2).

L'efficacité des produits diffère peu dans les faibles dosages (fig.1), avec des LC_{50} calculées entre $2,5 \times 10^7$ et $2,2 \times 10^8$ granules/l (tabl. 2), soit une

différence de 8,8 fois. Dans les dosages plus élevés, la différence entre produits est presque similaire, avec une variation de LC_{90} entre $8,1 \times 10^8$ et $9,57 \times 10^9$, soit un facteur de 11,8, le Madex 3 étant le plus efficace. Cependant, dans le cas de la LC_{50} comme dans celui de la LC_{90} , les intervalles de confiance des différents produits se recoupent, et leur efficacité, à concentration égale de granules par litre, peut être considérée comme équivalente. Madex 3 et Madex Plus sont recommandés en champ à une dose de $3,0 \times 10^{12}$ granules/ha, c'est-à-dire 16 fois inférieure à celle du Granupom ($4,8 \times 10^{13}$ granules/ha), même si ces doses doivent finalement conduire à une efficacité très similaire, selon les résultats en laboratoire du moins.

Ce test ne tient pas compte de paramètres supplémentaires, comme la ré-

manence, qui peut, en champ, varier entre les différentes formulations et modifier leur efficacité globale. Les virus sont en effet très sensibles aux UV, auxquels ils n'étaient pas soumis lors de cette expérience. En champ, il est possible que la formulation de certains produits permette de mieux protéger les virus, et, par conséquent, fasse varier considérablement l'efficacité pratique.

Le Madex Plus, sélectionné pour avoir une meilleure activité sur les souches de carpocapse résistantes au virus, a pratiquement la même efficacité que le Madex 3 sur la souche sensible ACW.

En Allemagne et en France, les souches de carpocapse résistantes au virus de la granulose sont apparues dans des vergers pratiquant la lutte biologique et combattant depuis de nombreuses années ce ravageur à l'aide du virus de la

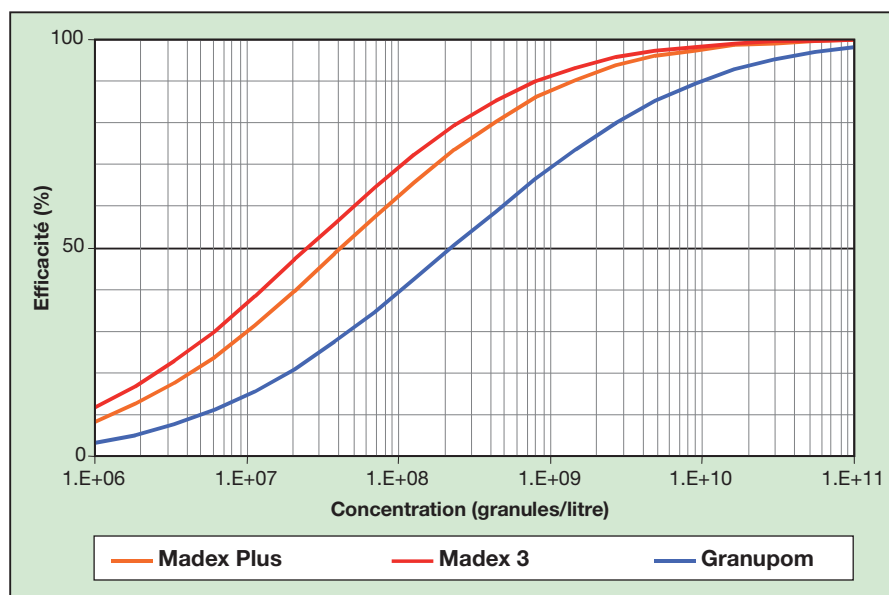


Fig. 1. Efficacité du virus appliqué à différentes concentrations (granules/litre) par trempage des pommes pour les formulations Madex 3, Madex Plus et Granupom.

Tableau 2. Paramètres décrivant l'activité larvicide des différentes formulations testées par trempage des pommes sur la souche sensible du carpocapse.

Produit	Concentrations testées	Larves par concentration	Survie témoin (%)	Intercept	Pente	G	LC_{50} (granules/litre)		LC_{90} (granules/litre)	
							Calculée	Intervalle de confiance	Calculée	Intervalle de confiance
Madex Plus	1,0E6-1,0E11	60	81,6	-6,51	0,85 +/- 0,12	0,125	4,18E+07	9,8E+06 - 1,0E+08	1,32E+09	5,0E+08 - 5,6E+09
Madex 3	1,0E6-1,0E11	60	81,6	-6,30	0,85 +/- 0,10	0,329	2,52E+07	1,2E+06 - 1,3E+08	8,10E+08	1,5E+08 - 3,1E+10
Granupom	1,0E6-1,0E11	60	66,6	-6,55	0,78 +/- 0,12	0,181	2,22E+08	2,7E+07 - 7,5E+08	9,57E+09	2,8E+09 - 7,2E+10

granulose (Fritsch *et al.*, 2005; Sauphanor *et al.*, 2006). La confusion sexuelle étant largement moins répandue qu'en Suisse, le virus est quelquefois le seul moyen de lutte utilisé contre *C. pomonella*.

Les premiers foyers de résistance aux insecticides chimiques comme au virus apparaissent souvent dans les vergers où les mêmes produits sont utilisés de manière abondante, parfois exagérée. Une diversification des moyens de lutte, notamment avec l'utilisation de la confusion, et un usage raisonnable du virus de la granulose, quels que soit la formulation et le nom sous lequel il est commercialisé, devraient permettre de ralentir l'apparition de résistance dans notre pays.

Conclusions

- ❑ En laboratoire, les trois différentes formulations testées du virus de la granulose ont un très bon effet sur la souche sensible du carpocapse *C. pomonella*.
- ❑ En raison notamment de la grande sensibilité du virus aux UV, les différences dans la formulation du produit peuvent changer substantiellement sa rémanence et donc son efficacité en champ, ce dont les résultats présentés ici ne tiennent pas compte.
- ❑ La méthode utilisée ici et la comparaison des résultats permettraient de détecter facilement des souches résistantes au virus, semblables à celles apparues en France et en Allemagne.
- ❑ L'utilisation modérée des insecticides, chimiques ou biologiques, ainsi que la diversification des méthodes de lutte, sont les clés du maintien de la sensibilité chez les populations de ravageurs.

Summary

Efficacy of Codling Moth (*Cydia pomonella*) Granulosis Virus applied by dipping of apples

Cases of resistance to *Cydia pomonella* granulosis virus (CpGV) have recently been observed in Germany and France. Reference effectiveness curves of the three formulations of virus (Madex 3, Madex Plus and Granupom) have been elaborated in the laboratory in order to detect rapidly an emerging resistance. The evaluated products had LC₅₀ situated between 2.5×10^7 and 2.2×10^8 granules/l.

Key words: *Cydia pomonella*, codling moth, granulosis virus, larvicidal activity.

Zusammenfassung

Wirksamkeit des Granulosevirus gegenüber Larven des Apfelwicklers *Cydia pomonella* nach Tauchapplikation

In Deutschland und Frankreich wurden vor neulich Fälle von Resistenz des Apfelwicklers gegenüber dem Apfelwicklergranulosevirus (CpGV) festgestellt. Um rasch eine eventuell auftretende entsprechende Resistenz in der Schweiz feststellen zu können, wurden im Labor Wirksamkeitskurven mit den drei Virusformulierungen Madex 3, Madex Plus und Granupom erstellt. Die LC₅₀ dieser Produkte lag zwischen 2.5×10^7 und 2.2×10^8 Granuli/l.

Riassunto

Efficacia del virus della Granulosa, applicato tramite immersione delle mele, sulle larve di Carpocapsa *Cydia pomonella*

Sono stati segnalati recentemente casi di resistenza al virus della Granulosa della carpocapsa *Cydia pomonella* (CpGV) in Germania e in Francia. Allo scopo di poter rapidamente individuare una eventuale identica resistenza in Svizzera, sono state effettuate in laboratorio delle curve di efficacia con tre diverse formulazioni del virus, ossia Madex 3, Madex Plus e Granupom. Le LC₅₀ di questi prodotti sono situate tra $2,5 \times 10^7$ e $2,2 \times 10^8$ granuli/l.

Bibliographie

- Charmillot P.J., Pasquier D. & Scalco A., 1998. Virus de la granulose du carpocapse *Cydia pomonella*. 1. Recherche de la LC₅₀ en laboratoire. *Revue suisse Vitic. Arboric., Hortic.* **30** (1), 7-9.
- Charmillot P. J., Pasquier D. & Briand Fr., 2005. Résistance du carpocapse *Cydia pomonella* aux insecticides: Tests par application topique sur des larves diapausantes collectées en automne 2003 dans les vergers suisses. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **37** (2), 123-127.
- Fritsch E., Undorf-Spahn K., Kienzle J., Zebitz C. & Huber J., 2005. Apfelwickler-Granulovirus: Erste Hinweise auf Unterschiede in der Empfindlichkeit lokaler Apfelwickler-Populationen. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* **57** (2), 29-34.
- LeOra Software, 1987. A user's guide to probit or logit analysis. Berkeley, CA. *LeOra Software*.
- Sauphanor B., Berling M., Toubon J.-F., Reyes M. & Delnatte J., 2006. Carpocapse des pommes: cas de résistance aux virus de la granulose dans le Sud-Est. *Phytoma, la défense des végétaux* **590**, 24-27.
- Tanada J., 1964. A granulosis-virus of the codling moth, *Carpocapsa pomonella* L. (*Olethreutidae, Lepidoptera*). *J. Insect Pathol.* **6**, 378-380.