

# Effets de contact de quatre insecticides sur les punaises phytophages *Halyomorpha halys* et *Nezara viridula*

Julian TUGWELL<sup>1</sup>, Serge FISCHER<sup>2</sup> et Dominique FLEURY<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Haute Ecole du paysage, d'ingénierie et d'architecture (hepia), 1202 Genève, Suisse

<sup>2</sup>Agroscope, 1260 Nyon, Suisse

<sup>3</sup>Direction générale de l'agriculture et de la nature (DGAN), 1228 Plan-les-Ouates (GE), Suisse

Renseignements: Serge Fischer, e-mail: serge.fischer@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 460 43 83, www.agroscope.ch



D'origine asiatique, la punaise marbrée (*Halyomorpha halys*) est en pleine expansion en Europe. Pour de nombreuses cultures, elle représente un défi pour les stratégies de lutte intégrée et biologique développées par notre recherche agronomique depuis des décennies.

## Introduction

La punaise marbrée, *Halyomorpha halys* (Stål), appartient à la famille des Pentatomidae. Originnaire d'Extrême-Orient, elle est apparue aux Etats-Unis dans les années 1990 (Hoebecke et Carter 2003). En Europe, sa présence dans le Nord-Est de la Suisse et au Liechtenstein remonte à 2004 au moins (Haye *et al.* 2014). L'espèce, très invasive, est signalée actuellement dans de

nombreux pays de notre continent. D'une plasticité écologique remarquable, elle s'avère particulièrement dommageable aux cultures fruitières et légumières. En Suisse, les dégâts sérieux constatés au Tessin sur poires et pêches en 2015 se sont fortement aggravés en 2016 (C. Marazzi, comm. pers.). Dans le reste du pays, l'espèce est localement abondante, mais demeure, pour le moment, confinée dans les agglomérations. Ceci est confirmé par un monitoring effectué sur une dizaine de sites du canton de Genève en 2016: 151 individus ont été piégés dans un parc urbain, alors qu'aucune capture n'a été enregistrée dans les zones cultivées (Rocheftort *et al.* 2017). On peut toutefois s'attendre à une colonisation plus ou moins rapide des cultures fruitières du Nord des Alpes et du Valais dans les années à venir.

La punaise verte, *Nezara viridula* (L.), un autre Pentatomidae, originaire de la Corne de l'Afrique mais occupant depuis des décennies le bassin méditerranéen, voit actuellement son aire de distribution européenne s'étendre vers le nord, profitant très probablement des modifications climatiques en cours. Dans notre pays, elle est commune au Tessin depuis les années 1990; en Suisse occidentale (Vaud – Genève), elle devient de plus en plus problématique, notamment dans les abris de production de légumes fruits (aubergines, concombres, poivrons et tomates).

A moyen terme, le développement de méthodes biologiques ou biotechniques pour lutter contre ces deux punaises émergentes est probable. Par contre, l'urgence de la situation exige des solutions transitoires utilisables par la pratique, particulièrement contre *H. halys*. L'expérience acquise aux Etats-Unis sur la gestion de cette espèce montre que la majorité des insecticides ne présente le plus souvent que des effets partiels ou sublétaux. Les individus qui survivent à un traitement ont la capacité de recouvrer rapidement la plupart de leurs fonctions métaboliques et donc le

potentiel d'induire des pertes économiques (Lee *et al.* 2013). On peut prévoir que le phénomène sera encore plus accentué en Europe, où le nombre de substances actives autorisées est plus restreint qu'aux Etats-Unis.

Pour le praticien, une gestion de type «attract and kill» permettrait de contourner le problème. Dans le cas d'espèce, il s'agit de placer des diffuseurs de phéromones d'agrégation des Pentatomidae dans la ligne de culture située sur le pourtour des parcelles (effet «attract») et d'y réaliser des applications insecticides localisées (effet «kill»). Le but des phéromones est d'assurer une concentration des populations de punaises sur la végétation traitée, et qu'elles y demeurent le plus longtemps possible pour accroître la durée de contact et donc le taux de mortalité. Pour adapter rapidement cette stratégie «attract and kill» aux conditions agro-environnementales helvétiques, il est intéressant d'évaluer l'activité de matières actives déjà homologuées contre d'autres ravageurs sur les cultures concernées.

Cet article rapporte une expérimentation réalisée à Agroscope dans le but de tester et comparer, en laboratoire, l'effet de contact de quatre substances insecticides, appliquées à quatre doses différentes, sur les adultes de *H. halys* et *N. viridula*.

## Matériel et méthodes

### Insectes

Les deux espèces de Pentatomidae sont élevées dans des boîtes de polystyrène transparentes (20x14x9cm), pourvues d'aérations, à 25°C, 70% HR et 16h/24 de photopériode. La souche de *H. halys* provient de Bâle (2014) et celle de *N. viridula* de Genève (2014). La nourriture des adultes et des nymphes est constituée de gousses fraîches de haricots plats (type Coco) et de graines de tournesol décortiquées. De petits récipients d'eau, au couvercle traversé d'une mèche de coton, servent d'abreuvoirs. Pour la ponte, les femelles disposent de coupons de toile en non-tissé, pliés en accordéon. La production est prévue pour obtenir ~1500 individus adultes d'âge homogène de chaque espèce, afin de pouvoir les soumettre simultanément à l'ensemble des tests.

### Traitements

Des plaques de culture cellulaire en polystyrène à six puits (Carl Roth GmbH & Co) sont employées pour les tests. Chaque puits possède une section de 9,6 cm<sup>2</sup> et une profondeur de 1,5 cm (14,4 ml de volume). L'aération est assurée par de petites perforations pratiquées au travers du couvercle au moyen d'une aiguille chauffée.

**Résumé** *Halyomorpha halys* et *Nezara viridula* sont deux punaises pentatomidées polyphages récemment apparues en Suisse, qui deviennent de plus en plus problématiques dans la production de fruits et légumes. L'effet résiduel de contact des substances insecticides spinosad, azadirachtine A, chlorpyrifos et thiaclopride est testé par pulvérisation en laboratoire contre les adultes de ces deux ravageurs à 0,5, 1, 2 et 4 fois le dosage homologué. Sur *H. halys*, le chlorpyrifos et le spinosad entraînent les taux de mortalité les plus élevés aux doses homologuées, soit respectivement 50 % et 39 % à T+ 2 jours et 100 % et 83 % à T+6 jours, alors que le thiaclopride ne montre pratiquement aucun effet. Par contre, sur *N. viridula* le chlorpyrifos et le spinosad s'avèrent peu actifs aux doses homologuées; le thiaclopride induisant une mortalité modérée de 25 % à T+ 2 jours et 50 % à T+ 6 jours. L'azadirachtine A n'engendre pratiquement aucune mortalité chez ces deux punaises durant les six jours d'expérience. Le chlorpyrifos et le spinosad pourraient donc être intégrés à une stratégie de lutte de type «attract and kill» face aux adultes de *H. halys* provenant des zones d'hivernage, diminuant ainsi les risques associés à l'application généralisée de produits phytosanitaires.

Les plaques et la face interne des couvercles sont traitées dans un tunnel de pulvérisation de marque Schachtner (fig. 1). Le réglage d'aspersion est le suivant:

- vitesse d'avancement de la buse: 3 km/h;
- pression: 2,31 bars;
- hauteur de la buse au-dessus de la surface traitée: 35 cm;
- dose de bouillie: 300 l/ha.



Figure 1 | Tunnel de pulvérisation Schachtner.

Après séchage de la bouillie à température ambiante durant trois heures, chaque puits est pourvu d'une gousse fraîche de haricot extra-fin et de quelques graines de tournesol, après quoi un individu adulte de chaque espèce y est introduit (fig.2). La nourriture est renouvelée après trois jours, la durée totale du test étant de six jours.

### Procédés

Outre un témoin traité à l'eau distillée, les modalités se composent de quatre substances actives (chlorpyrifos-ethyl, thiaclopride, spinosad et azadirachtine A) appliquées à 0,5, 1, 2, et 4 fois la dose d'emploi homologuée (tabl. 1). Chaque modalité comprend six plaques de culture, soit 36 adultes (répétitions). Le total pour chaque espèce de punaises est donc de 102 plaques de culture, soit 612 individus. Les plaques sont placées de manière totalement randomisée en chambre climatisée à 21 °C, 70 % HR et 16h/24 de photopériode.

### Contrôles d'efficacité

L'état sanitaire des insectes testés est relevé après 3, 6, 12, 24, 48, 72 et 144 heures. La vérification s'effectue en stimulant chaque individu avec une aiguille montée; il est considéré comme mort lorsqu'il ne présente plus aucune réaction. La mortalité en fonction du temps est ensuite calculée. Par souci de concision, les résultats présentés et commentés ci-après se rapportent aux comptages effectués après un temps d'exposition de 24 heures (T+1 jour), 48 heures (T+2 jours) et 144 heures (T+6 jours).

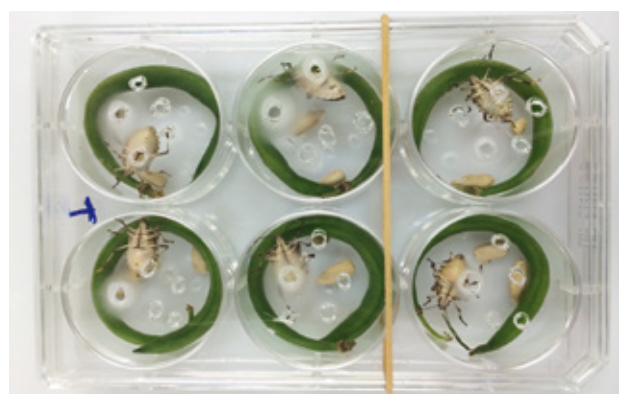


Figure 2 | Plaques de culture cellulaire à six puits utilisée pour les tests d'insecticides.

Tableau 1 | Liste et dosages des insecticides testés.

Produit commercial	Matière active (teneur dans le produit commercial)	Quantité de matière active testée (en g/ha)			
		0,5 x dose recommandée	1 x dose recommandée	2 x dose recommandée	4 x dose recommandée
Audienz	Spinosad (480 g/l)	75	153	307	614
Pyrinex	Chlorpyrifos-éthyl (250 g/l)	300	600	1200	2400
Alanto	Thiaclopride (480 g/l)	96	192	384	768
NeemAzal T/S	Azadirachtine A (10 g/l)	20	40	80	160

### Analyses statistiques

Les résultats intraspécifiques concernant les taux de mortalité en fonction des modalités et durées de contact ont été soumis à un test  $X^2$  de Pearson, à l'aide du programme Minitab 17. La comparaison interspécifique des données obtenues a fait l'objet d'un test de Fisher, via le site internet Biosta TGV. Le seuil de signification appliqué est de 5 %.

### Résultats

Pour les deux espèces, aucune mortalité n'a été observée dans le procédé témoin traité à l'eau durant les six jours d'expérimentation.

De plus, l'azadirachtine A, qui agit principalement sur les stades immatures comme perturbateur de mues, induit des taux de mortalité très faibles ou incohérents sur les adultes et les données correspondantes n'ont donc pas été incluses dans les analyses statistiques.

A l'exception des résultats obtenus à T+1 jour dans les procédés spinosad et chlorpyrifos, statistiquement non différenciables, tous les autres procédés testés montrent, à la dose homologuée, des différences de sensibilité hautement significatives entre *H. halys* et *N. viridula* ( $P < 0,005$ ).

### Sensibilité de *H. halys*

Les résultats concernant les trois matières actives qui montrent une activité significative sur les adultes de *H. halys* apparaissent à la figure 3 et au tableau 2.

Le spinosad présente un effet que l'on peut considérer comme moyen. A la dose homologuée, il engendre 38,9 % et 83,3 % de mortalité, respectivement à T+2 jours ( $p < 0,001$ ) et T+6 jours ( $p < 0,001$ ).

Le chlorpyrifos montre la meilleure efficacité des substances testées sur *H. halys*. A la dose homologuée, il induit en effet 50 % de mortalité à T+2 jours ( $p < 0,001$ ) et ce taux monte à 100 % à T+6 jours ( $p < 0,05$ ). Même à demi-dose, il entraîne 91,7 % de mortalité à T+6 jours ( $p < 0,05$ ).

A l'opposé, le thiaclopride, qui est systémique et agit donc prioritairement par ingestion, montre une action de contact extrêmement limitée sur *H. halys*. A la

dose homologuée, il engendre une mortalité nulle à T+2 jours ( $p < 0,015$ ) et de 2,8 % seulement à T+6 jours ( $p < 0,015$ ). Même à quadruple dose, le taux n'atteint que 19,4 % à T+6 jours ( $p < 0,05$ ).

**Tableau 2 | Mortalité moyenne de *H. halys* adultes observée 1, 2 et 6 jours après les applications d'insecticides à différentes doses.**

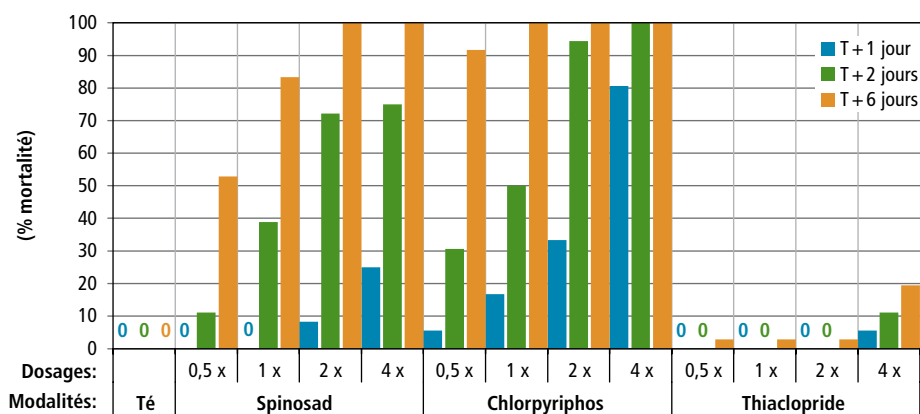
Procédé	Dose testée	T+1 jour	T+2 jours	T+6 jours
Témoin non traité	–	0	0	0
Spinosad	0,5 x	0	11,1	52,8
	1 x	0	38,9	83,3
	2 x	8,3	72,2	100
	4 x	25,0	75,0	100
Chlorpyrifos-éthyl	0,5 x	5,6	30,6	91,7
	1 x	16,7	50,0	100
	2 x	33,3	94,4	100
	4 x	80,6	100	100
Thiaclopride	0,5 x	0	0	2,8
	1 x	0	0	2,8
	2 x	0	0	2,8
	4 x	5,6	11,1	19,4
Azadirachtine A	0,5 x	0	0	2,8
	1 x	0	0	2,8
	2 x	0	0	0
	4 x	0	0	0

### Sensibilité de *N. viridula*

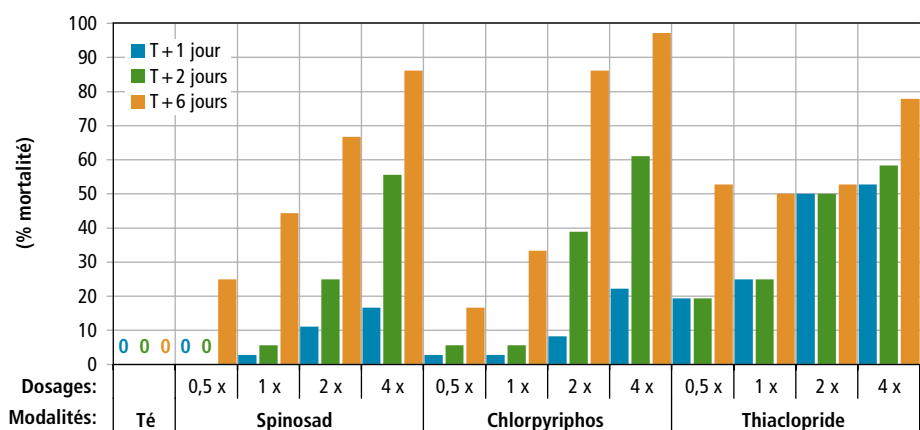
Les résultats concernant les trois matières actives qui montrent une activité significative sur les adultes de *N. viridula* apparaissent à la figure 4 et au tableau 3. ➤

**Tableau 3 | Mortalité moyenne de *N. viridula* adultes observée 1, 2 et 6 jours après les applications d'insecticides à différentes doses.**

Procédé	Dose testée	T+1 jour	T+2 jours	T+6 jours
Témoin non traité	–	0	0	0
Spinosad	0,5 x	0	0	25,0
	1 x	2,8	5,6	44,4
	2 x	11,1	25,0	66,7
	4 x	16,7	55,6	86,1
Chlorpyrifos-éthyl	0,5 x	2,8	5,6	16,7
	1 x	2,8	5,6	33,3
	2 x	8,3	38,9	86,1
	4 x	22,2	61,1	97,2
Thiaclopride	0,5 x	19,4	19,4	52,8
	1 x	25,0	25,0	50,0
	2 x	50,0	50,0	52,8
	4 x	52,8	58,3	77,8
Azadirachtine A	0,5 x	0	5,6	25,0
	1 x	0	0	0
	2 x	0	0	5,6
	4 x	0	0	25,0



**Figure 3 | Taux de mortalité de contact induits sur les adultes de *H. halys* par les substances spinosad, chlorpyrifos-éthyl et thiaclopride, testées à 0,5, 1, 2 et 4 fois la dose homologuée; évaluations effectuées 1, 2 et 6 jours après l'application (Té = témoin traité à l'eau).**



**Figure 4 | Taux de mortalité de contact induits sur les adultes de *N. viridula* par les substances spinosad, chlorpyrifos-éthyl et thiaclopride, testées à 0,5, 1, 2 et 4 fois la dose homologuée; évaluations effectuées 1, 2 et 6 jours après l'application (Té = témoin traité à l'eau).**

Le spinosad, à la dose homologuée, provoque une mortalité faible, de 5,6 % et de 44,4 % à T+2 jours ( $p < 0,001$ ) et T+6 jours ( $p < 0,001$ ). Même à double et quadruple dose, la mortalité à T+6 jours n'est respectivement que de 66,7 % ( $p < 0,001$ ) et 86,1 % ( $p < 0,001$ ).

A la dose homologuée, le chlorpyrifos s'avère également peu actif, induisant une mortalité de 5,6 % à T+2 jours ( $p < 0,001$ ) et de 33,3 % à T+6 jours ( $p < 0,001$ ). A double et quadruple dose, le taux de mortalité atteint 86,1 % ( $p < 0,001$ ) et 97,2 % ( $p < 0,001$ ) à T+2 et T+6 jours respectivement.

L'effet de contact du thiaclopride est modéré, puisqu'à la dose homologuée, il entraîne une mortalité de 25 % à T+2 jours ( $p < 0,001$ ) et de 50 % à T+6 jours ( $p < 0,05$ ). A double dose, ce taux est de 50 % à T+2 jours ( $p < 0,001$ ) et de 52,8 % à T+6 jours ( $p < 0,05$ ); enfin, à quadruple dose, il atteint respectivement 58,3 % à T+2 jours ( $p < 0,001$ ) et 77,8 % à T+6 jours ( $p < 0,05$ ).

## Discussion

Par rapport à *N. viridula*, *H. halys* s'avère nettement plus sensible au chlorpyrifos et au spinosad. Le thiaclopride, au contraire, possède une action de contact moyenne sur *N. viridula*, mais quasiment nulle sur *H. halys*. Ces résultats confirment ceux obtenus en laboratoire par Leskey *et al.* (2012) sur l'action résiduelle de divers insecticides contre *H. halys*. De plus, nos propres observations ont montré que des adultes de cette espèce plongés dans une bouillie d'acétamipride (également du groupe des néonicotinoïdes) récupéraient toutes leurs fonctions vitales en quelques heures (Fischer, 2013, données non publiées).

Nos tests effectués ont évidemment une valeur indicative, puisque les punaises sont en contact permanent avec les matières actives, alors qu'en conditions réelles de cultures, elles peuvent, au moins partiellement, s'y soustraire. Les résultats présentés ici ne permettent évidemment pas d'évaluer la toxicité orale des substances testées qui, lorsqu'elles sont systémiques, prime généralement sur l'effet de contact. Or, si la littérature consultée ne donne aucune indication sur l'effet d'ingestion du thiaclopride sur *H. halys*, les essais que nous avons menés avec cette substance contre *N. viridula* sur des plantes d'aubergines ont montré une efficacité atteignant 95 % dès T+3 jours (Fischer, 2015, données non publiées).

Nos résultats laissent entrevoir quelques pistes pour une lutte fondée sur le comportement de déplacement de ces deux Pentatomidae entre leurs divers milieux de vie; spécialement pour *H. halys*, qui est particulièrement nuisible en arboriculture fruitière. Une approche

envisageable pour gérer les populations de cette espèce serait de: 1) disposer, au printemps, des diffuseurs de phéromones sexuelles et/ou d'agrégation dans les lignes d'arbres situées en périphérie de parcelle; 2) effectuer une application de chlorpyrifos ou de spinosad sur ces lignes, réalisant ainsi un barrage de type «attract and kill» face aux adultes provenant des zones d'hivernage (haies, lisières, infrastructures construites). Ce type de stratégie permettrait de limiter les risques de colonisation à l'intérieur des vergers, tout en diminuant les inconvénients et risques associés à l'application généralisée de produits phytosanitaires. De plus, la sensibilité plus élevée aux insecticides des adultes en fin d'hivernage (Leskey *et al.* 2013) représenterait un atout supplémentaire pour la méthode.

Cependant, le succès de cette dernière sera également tributaire d'un monitoring efficace, afin de définir avec précision le calendrier des interventions à effectuer.

## Conclusions

- Parmi les quatre insecticides testés sur les adultes de la punaise *H. halys*, le chlorpyrifos montre la meilleure action de contact, suivi du spinosad.
- *N. viridula* s'avère nettement moins sensible à ces deux substances.
- Employés en combinaison avec des diffuseurs de phéromones, le chlorpyrifos et le spinosad semblent pouvoir être utilisés dans une stratégie de type «attract and kill» contre *H. halys* en cultures fruitières. ■

## Remerciements

Les auteurs remercient vivement Maëlle Corminbœuf, Gaëtan Jaccard et Frédéric Tschuy pour leur précieuse collaboration dans la conduite des élevages et l'utilisation de l'appareillage de traitement.

## Bibliographie

- Hays T., Abdallah S., Garipey T. & Wyniger D., 2014. Phenology, life table analysis and temperature requirements of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in Europe. *J. Pest Sci.* **87**, 407–418.
- Hoebecke E. R. & Carter M. E., 2003. *Halyomorpha halys*: a polyphagous plant pest from Asia newly detected in North America. *Proc. Entomol. Soc. Wash.* **105**, 225–237.
- Lee D.-H., Wright S. E. & Leskey T. C., 2013. Impact of insecticide residues exposure on the invasive pest, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae): analysis of adult mobility. *J. Econ. Entomol.* **106**, 150–158.
- Leskey T. C., Lee D. H., Short B. D. & Wright S. E., 2012. Impact of insecticides on the invasive *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae): analysis of insecticide lethality. *Hortic. Entomology* **105**, 1726–1735.
- Leskey T. C., Short B. D., & Lee D. H., 2013. Efficacy of insecticide residues on adult *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) mortality and injury in apple and peach orchards. *Pest. Manag. Sci.* **70**, 1097–1104.

**Summary****Contact activity of four insecticides on the phytophagous stinkbugs *Halyomorpha halys* and *Nezara viridula***

The stinkbugs *Halyomorpha halys* and *Nezara viridula* are two Pentatomidae that appeared recently in Switzerland and that become more and more problematic for fruit and vegetable production.

In laboratory bioassays conducted at Agroscope Changins, residual effects of spinosad, chlorpyrifos, thiacloprid and azadirachtin A were tested on adults of the two pests at 0.5, 1, 2 and 4 times the doses recommended for field application in Switzerland.

On *H. halys*, chlorpyrifos and spinosad showed the highest activity at recommended doses, with, respectively 50 % and 39 % mortality at 2 days after spraying (= DAS), and 100 % and 83 % mortality at 6 DAS, whereas thiacloprid had a very weak effect at all 4 tested doses.

Comparatively, *N. viridula* was less sensitive to chlorpyrifos and spinosad, but slightly more susceptible to thiacloprid, though the latter induced a mortality of only 25 % at 2 DAS and 50 % at 6 DAS. Azadirachtin A was nearly ineffective on both species. Chlorpyrifos and spinosad might therefore be integrated in an “attract and kill” strategy against *H. halys* adults immigrating from hibernation sites and consequently decreasing the risk associated with the extensive application of phytosanitary products.

**Key-words:** residual effects, IPM strategy, brown marmorated stink bug, southern green stink bug.

**Zusammenfassung****Kontaktwirkung von vier Insektiziden gegen die phytophagen Wanzen *Halyomorpha halys* und *Nezara viridula***

Die beiden polyphagen Baumwanzen *Halyomorpha halys* und *Nezara viridula* kommen seit kurzem in der Schweiz vor und verursachen immer mehr Probleme im Obst- und Gemüseanbau. Die Kontaktwirkung der Sprühapplikation der Wirkstoffe Spinosad, Azadirachtin A, Chlorpyrifos und Thiacloprid wurde daher im Labor auf den Adulten der beiden Schädlinge bei 0,5-, 1-, 2- und 4-facher bewilligter Dosis getestet.

Mit 50 % und 39 % nach zwei, sowie 100 % et 83 % nach sechs Tagen, bewirkten Chlorpyrifos und Spinosad die höchsten Mortalitäten bei der bewilligten Dosis auf *H. halys*. Thiacloprid war gegen *H. halys* hingegen fast wirkungslos. Auf *N. viridula* waren Chlorpyrifos und Spinosad bei der bewilligten Dosis dagegen kaum wirksam. Thiacloprid war leicht wirksamer und tötete 25 % der Adulten nach zwei respektive 50 % nach sechs Tagen. Azadirachtin A bewirkte über die sechs Versuchstage bei beiden Wanzenarten praktisch keine Sterblichkeit. Chlorpyrifos und Spinosad könnten gegen *H. halys* also in eine «attract and kill» Strategie integriert werden, um die Einwanderung von Adulten aus den Überwinterungsgebieten zu verringern und das assoziierte Risiko von grossflächigen Pflanzenschutzmitteleinsätzen zu reduzieren.

**Riassunto****Effetti di contatto di quattro insetticidi sulle cimici fitofaghe *Halyomorpha halys* e *Nezara viridula***

*Halyomorpha halys* e *Nezara viridula* sono due cimici pentatomide polifaghe recentemente apparse in Svizzera che diventano sempre più problematiche nella produzione di frutti e di legumi. L'effetto residuale di contatto delle sostanze insetticide spinosad, azadiractina A, clorpirifos e tiacloprid contro gli adulti di questi due parassiti è testato attraverso l'irrorazione in laboratorio a 0,5, 1, 2 e 4 volte il dosaggio omologato. Su *H. halys*, il clorpirifos e lo spinosad raggiungono i tassi di mortalità più alti rispetto ai dosaggi omologati, ossia il 50 % e il 39 % a T+2 giorni, rispettivamente il 100 % e l'83 % a T+6 giorni; mentre il tiacloprid non mostra praticamente alcun effetto. Per contro, su *N. viridula* il clorpirifos e lo spinosad si dimostrano poco attivi ai dosaggi omologati; il tiacloprid induce una mortalità moderata del 25 % a T+2 giorni e del 50 % a T+6 giorni. L'azadiractina A, durante i sei giorni di prova, non ha causato praticamente alcuna mortalità a queste due cimici. Il clorpirifos e lo spinosad potrebbero, dunque, essere integrate in una strategia di lotta del tipo «attract and kill» per far fronte alla migrazione degli adulti di *H. halys* provenienti dalle zone di svernamento, riducendo così i rischi associati all'applicazione generalizzata di prodotti fitosanitari.