

HELICOVEX, NUOVO INSETTICIDA A BASE DI VIRUS DELLA POLIEDROSI NUCLEARE (HearNPV): EFFICACIA NEL CONTENIMENTO DELLA NOTTUA GIALLA (*HELCOVERPA ARMIGERA*) SU ORTICOLE

M. BENUZZI, F. FIORENTINI, A. LUCCHI, E. LADURNER

Intrachem Bio Italia S.p.A. - Servizio Tecnico - Via Calcinaro, 2085 int. 7, 47023 Cesena
massimo.benuzzi@intrachem.com

RIASSUNTO

Helicovex è un nuovo insetticida a base del virus della poliedrosi nucleare di *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera Noctuidae), la nottua gialla, dannosa a molte specie vegetali (soprattutto orticole, ma anche ornamentali ed estensive) e di sempre più difficile contenimento. Nel biennio 2008-09 sono state effettuate diverse prove per valutare l'efficacia del prodotto contro questo fitofago su pomodoro da industria e fagiolino. I risultati ottenuti dimostrano l'elevata efficacia del formulato a base di HearNPV, comparabile a quella dei prodotti di riferimento chimici e biologici disponibili sul mercato. Le applicazioni di Helicovex sono un valido strumento non solo per l'agricoltura biologica, ma anche per le strategie di difesa integrata, in quanto il prodotto, oltre ad essere altamente efficace nel contenimento del dannoso fitofago e selettivo, non lasciano residui sulla produzione, e può quindi aiutare a soddisfare i criteri per le applicazioni nella produzione integrata ma anche le eventuali richieste per una produzione con un numero limitato e/o priva di residui.

Parole chiave: nottua gialla, *Helicoverpa armigera*, orticole, lotta integrata

SUMMARY

EFFICACY OF HELICOVEX, A NEW INSECTICIDE BASED ON NUCLEOPOLYHEDROVIRUS (HearNPV), FOR THE CONTROL OF THE COTTON BOLLWORM (*HELCOVERPA ARMIGERA*) ON VEGETABLE CROPS

Helicovex is a new insecticide based on the nucleopolyhedrovirus of *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera Noctuidae), the cotton bollworm, which can cause severe damage to many crops (especially vegetables, but also ornamentals and others) and whose control is becoming increasingly challenging. In order to verify the efficacy of the product against this pest, several field trials have been conducted in 2008 and 2009 on processing tomato and French bean. The obtained results are evidence for the high efficacy of the HearNPV-based formulation, comparable to that of the chemical and organic reference products available on the market. Applications of Helicovex are a valuable tool not only for organic, but also for integrated pest management strategies, because the product, in addition to being highly effective in suppressing this noxious pest and selective, does not leave any residues on the crop, and can thus help to meet not only IPM criteria, but also possible requirements for a production with a limited number and/or free of residues.

Keywords: cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*, vegetables, integrated pest management

INTRODUZIONE

La nottua gialla, *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera Noctuidae), è un insetto dannoso ampiamente diffuso in quasi tutto il mondo. Le femmine di questa specie depongono un numero elevato di uova (fino a oltre qualche migliaio), isolate o in gruppetti, sulla vegetazione (Pollini *et al.*, 2000). Dalle uova schiudono le larve estremamente polifaghe che possono nutrirsi di diverse parti della pianta (foglie fusti, fiori, frutti). Le colture soggette

all'attacco sono orzo, frumento, avena, fagioli, fagiolini, agrumi, cotone, cucurbitacee, lino, aglio, arachidi, porro, mais, cipolla, piselli, patata, soia, drupacee, girasole, tabacco, pomodoro, e molte altre ancora. Le larve mature (lunghezza 30-40 mm) si incrisalidano nel terreno. A seconda delle condizioni climatiche l'insetto può compiere da 2 a 4 generazioni all'anno (Pollini *et al.*, 2000). In Europa gli adulti compaiono ad aprile-maggio e possono essere osservati fino ad ottobre. Nei Paesi tropicali la nottua gialla non entra in diapausa, mentre nei Paesi a clima meno favorevole può anche svernare nelle serre.

L'elevata polifagia, la possibilità di vivere su numerose specie vegetali, la grande prolificità, e la mobilità degli adulti dalle attitudini migratorie possono portare ad infestazioni elevate ed improvvise (King, 1994). Negli ultimi anni sono stati eseguiti numerosi studi sulla biologia e sui possibili mezzi di difesa (Sannino *et al.*, 2004a; 2004b; Innocenti *et al.*, 2007; Pradolesi *et al.*, 2008). La lotta contro questo insetto presenta comunque tuttora notevoli difficoltà dovute sia al comportamento dell'insetto (dopo un breve periodo ectofita, la larva vive all'interno degli organi attaccati sfuggendo così ai trattamenti chimici) sia al limitato numero di sostanze attive attualmente disponibili per la lotta a questo insetto, anche in seguito alla recente revisione a livello Europeo.

In natura le larve di *H. armigera*, come quelle di altri Lepidotteri, sono molto suscettibili a patologie causate da virus della poliedrosi nucleare (di seguito NPV). Isolati soprattutto dai Lepidotteri (meno frequentemente da Ditteri, Imenotteri o Coleotteri), i virus della poliedrosi nucleare (NPV) sono patogeni endocellulari obbligati, che necessitano di una cellula vitale per la propria riproduzione. Appartenenti al gruppo dei *Baculovirus* (Fam. *Baculoviridae*), sono presenti in molti ambienti su un ristretto spettro di ospiti, che non comprende né le piante né i vertebrati e non rappresentano quindi alcun rischio per l'uomo (OECD, 2002). Anche se i virus dal punto di vista strettamente sistematico non sono considerati dei microrganismi, vengono, per convenzione, accomunati nei mezzi di lotta microbiologica agli insetti. In realtà sono entità con organizzazione subcellulare di taglia microscopica; a volte il loro materiale genetico è racchiuso entro un involucro di origine proteica (Deseö-Kovacs e Rovesti, 1992) denominato capsido o corpo d'inclusione. Nel caso degli NPV, quest'ultimo è di forma spesso poliedrica, con dimensioni variabili da 0,5 a 15 µm di diametro e contiene i virioni singolarmente o riuniti in fasci di 2-8 unità; i capsidi, che devono quindi essere ingeriti dal fitofago-bersaglio, una volta giunti nell'apparato digerente della larva, si dissolvono (grazie all'ambiente alcalino) e liberano i virioni. Questi iniziano a riprodursi nel nucleo delle cellule, soprattutto quelle del mesenteron, diffondendosi da qui agli altri tessuti, fino alla morte dell'ospite. Le larve colpite manifestano inizialmente diminuzione dell'attività trofica e motoria e muoiono nel giro di qualche giorno.

Tra i maggiori vantaggi legati all'uso dei virus della poliedrosi va citata l'elevata specificità nei riguardi del fitofago-bersaglio, l'assenza di effetti indesiderati verso altri organismi presenti e la facile applicabilità con le ordinarie macchine irroratrici (Deseö-Kovács e Rovesti, 1992). Nella strategia di intervento bisogna però considerare che l'insetticida a base di NPV non manifesta una capacità di abbattimento della popolazione in poche ore, a causa della gradualità dell'infezione.

La già segnalata specificità di azione di HearNPV se, da un parte rappresenta un grande vantaggio fitosanitario (non si hanno effetti collaterali sugli ausiliari e quindi si riducono al minimo le interferenze sulla biocenosi del campo coltivato), dall'altro richiede per il successo dell'applicazione microbiologica che il tecnico di campo sia in grado di riconoscere contro quali larve di Lepidottero venga indirizzato il trattamento insetticida. Infatti un fitoiatra poco attento potrebbe utilizzare HearNPV contro altre specie di Nottuidi con risultati assolutamente negativi. A questo scopo le trappole a feromoni possono fornire una buona indicazione, anche

se esse non garantiscono che la specie da combattere in campo sia realmente *H. armigera*, ma solo una elevata probabilità. Per tale motivo è buona regola saper riconoscere in campo le larve e quindi indirizzare al meglio il trattamento a base virale.

La società svizzera Andermatt Biocontrol, azienda leader nella produzione di formulazioni a base di Baculovirus, ha sviluppato e messo a punto Helicovex (concentrazione principio attivo: $7,5 \times 10^{12}$ HearNPV/L, formulazione: SC), un nuovo insetticida a base del virus della poliedrosi nucleare di *H. armigera* (HearNPV); l'insetticida, di prossima introduzione sul mercato (Kessler *et al.*, 2008) verrà distribuito nel nostro paese da Intrachem Bio Italia. La produzione del principio attivo è piuttosto laboriosa ed impegnativa, in quanto è necessario l'allevamento massale di una specie-ospite (in questo caso *H. armigera*), che viene effettuato in condizioni climatizzate e su dieta artificiale; le larve infettate sono raccolte e centrifugate per l'estrazione dei capsidi, i quali vengono poi sospesi nella formulazione commerciale (che contiene anche sostanze fagostimolanti e protettivi dai raggi U.V., tutte di origine non sintetica). Per questo ed essendo HearNPV non modificato geneticamente, Helicovex può essere impiegato anche in agricoltura biologica. Il relativo basso dosaggio (200 ml/ha) è stato scelto volutamente in quanto è consigliabile conservare il prodotto in condizioni controllate; infatti Helicovex mantiene una ottimale efficacia di campo per almeno 2 anni quando viene mantenuto in frigorifero (4-5 °C) e di oltre 5 anni quando conservato in congelatore (-20 °C). Per tale motivazione è logico che confezioni commerciali di piccola taglia possano essere più agevolmente conservate in spazi relativamente ridotti. A temperatura ambiente Helicovex può essere invece conservato per 4-5 settimane (e quindi essere tranquillamente spedito attraverso i normali canali distributivi, con una logistica non dissimile da quella dei tradizionali insetticidi).

Le applicazioni di insetticidi a base di Baculovirus stanno divenendo una realtà operativa che sembra avere un futuro interessante; infatti sono presenti nel mercato mondiale ormai più di venti formulati commerciali impiegati per il contenimento di diverse specie (Wanderer *et al.*, 2009): tra queste le più note sono *Cydia pomonella*, *Adoxophyes orana*, *Cryptophebia leucotreta*, *Spodoptera litura*, *S. littoralis* e *S. exigua*, *Phthorimaea operculella*. Il formulato che ha ottenuto più successo è certamente quello a base di CpGV (contro *C. pomonella*) che dati risalenti al 2007 (Lacey *et al.*, 2008) davano come impiegato a livello mondiale su più di 100.000 ha. Queste stime paiono nel 2009 già ampiamente superate e si attestano solo per il nostro paese attorno ai 40.000 ha trattati.

Non mancano le esperienze anche con HearNPV. Le prime applicazioni in campo risalgono all'ultima decade del secolo scorso in Cina (Zhang e Bay, 1992). In seguito lo sviluppo del prodotto ha portato ad un impiego su diverse decine di migliaia di ettari di colture, tra le quali cotone, tabacco, peperoncino e pomodoro (Moscardi, 1999; Kessler *et al.*, 2008). Altre importanti esperienze applicative sono state realizzate in India.

L'efficacia del prodotto è stata saggiata in Italia a partire dal 2006. Nel presente lavoro si raccolgono alcune delle prove sperimentali eseguite in Italia nel 2008 e 2009, che testimoniano l'efficacia di Helicovex nel contenimento della nottua gialla su fagiolino e pomodoro da industria.

MATERIALI E METODI

Prove su fagiolino

Le prove sono state condotte dal Consorzio Agrario di Ravenna (Centro di Saggio) a San Bartolo (RA) nel 2008 su varietà Cleo e nel 2009 su varietà Valentino. Gli interventi sono stati effettuati in pre-fioritura/inizio fioritura (A=BBCH 59-60), a fine fioritura (B=BBCH 69) e a

ingrossamento baccelli (80% di baccelli hanno raggiunto lunghezza tipica; C=BBCH 78) (tabella 1). Nel 2008 Helicovex è stato saggiato da solo a una dose di 200 ml/ha, mentre nel 2009 è stato saggiato da solo a 100 e 200 ml/ha, rispettivamente, e a 100 ml/ha in miscela con un formulato a base di *Bacillus thuringiensis* sv *kurstaki* (di seguito *Btk*) ceppo EG2348 per verificare la presenza di eventuali interazioni negative tra i due principi attivi. Il volume di distribuzione era di 600 L/ha nel 2008 e di 700 L/ha in A e 800 L/ha in B e C nel 2009.

In entrambe le prove è stato realizzato un disegno sperimentale a blocchi randomizzati con 4 ripetizioni da 20 m² nel 2008 e da 18 m² nel 2009, effettuando i rilievi sulle 20 piante centrali di ogni parcella. Per determinare la percentuale di danno da *H. armigera* alla raccolta (a 5 giorni dall'ultimo intervento nel 2008 e a 7 giorni dall'ultimo intervento nel 2009), in ciascuna parcella sono stati raccolti tutti i baccelli presenti sulle 20 piante centrali e sono stati contati quelli danneggiati da *H. armigera*. In entrambe le prove è stata calcolata l'efficacia secondo Abbott delle tesi a confronto nel ridurre il danno da *H. armigera* (Abbott, 1925).

Le percentuali di danno da *H. armigera* registrate nelle diverse tesi sono state confrontate tramite analisi della varianza (Anova a una via), seguita da test di Student-Newman-Keuls per la separazione delle medie.

Tabella 1. Tesi a confronto nelle prove eseguite su fagiolino nel biennio 2008-2009

Tesi	Principio attivo (p.a.)	Conc. p.a. (% o NPV/L)	Prodotto commerciale	Dose	Fase trattamenti [*]
Anno 2008 - Prova su fagiolino cv Cleo					
1	<i>Btk</i> ceppo EG2348	15,0	Lepinox Plus	1000 g/ha	ABC
2	HearNPV	7,5 x 10 ¹²	Helicovex	200 ml/ha	ABC
3	Zeta-cipermetrina	1,65	Fury	170 ml/hl	A
	Bifentrin	2,0	Brigata Flo	1000 ml/ha	B
	Deltametrina	2,81	Decis	50 ml/hl	C
4	Testimone non trattato	-	-	-	-
Anno 2009 - Prova su fagiolino cv Valentino					
1	<i>Btk</i> ceppo EG2348	7,5	Rapax	2000 ml/ha	ABC
2	HearNPV	7,5 x 10 ¹²	Helicovex	200 ml/ha	ABC
3	HearNPV	7,5 x 10 ¹²	Helicovex	100 ml/ha	ABC
4	<i>Btk</i> ceppo EG2348 + HearNPV	7,5 + 7,5 x 10 ¹²	Rapax + Helicovex	1500 ml/ha+ 100 ml/ha	ABC
5	Lambda-cialotrina	2,5	Karate Xpress	600 g/ha	A
	Zeta-cipermetrina	1,65	Fury	170 ml/hl	B
	Bifentrin	2,0	Brigata Flo	1000 ml/ha	C
6	Testimone non trattato	-	-	-	-

* A = 21/08/2008 e 26/08/2009; B = 28/08/2008 e 01/09/2009; C = 3/09/2008 e 7/09/2009

Prove su pomodoro da industria

Le prove sono state condotte nel 2009 da Terremerse (Centro di Saggio) a Ravenna (RA) su pomodoro da industria cv UG8I68 e dal Servizio Tecnico Intrachem Bio Italia S.p.A. ad Alfonsine (RA) su pomodoro da industria cv Rufus. In entrambe le prove sono stati eseguiti 2 interventi, il primo a inizio schiusura uova (BBCH 71-81) e il secondo 7 giorni dopo il primo (tabella 2). In entrambe le prove Helicovex è stato saggiato da solo a una dose di 200 ml/ha e a

100 ml/ha in miscela con un formulato a base di *Btk* ceppo EG2348. Il volume di distribuzione era di 600 L/ha su UG8I68 e di 700 L/ha su Rufus.

In entrambe le prove è stato realizzato un disegno sperimentale a blocchi randomizzati con 4 ripetizioni da 30 m² (ca. 120 piante/parcella) su UG8I58 e da 12 m² (ca. 48 piante/parcella) su Rufus, effettuando i rilievi sulle piante centrali di ogni parcella. Per determinare la percentuale di danno da *H. armigera*, in ciascuna prova, a 7-8 giorni dall'ultimo intervento, è stato contato il numero di bacche danneggiate su 100 bacche per UG8I68 e su 200 bacche per Rufus, selezionate a caso dalle piante centrali di ciascuna parcella. In entrambe le prove è stata calcolata l'efficacia secondo Abbott delle tesi a confronto nel ridurre il danno da *H. armigera* (Abbott, 1925). Le percentuali di danno da *H. armigera* registrate nelle diverse tesi sono state confrontate tramite analisi della varianza (Anova a una via), seguita da test di Student-Newman-Keuls per la separazione delle medie.

Tabella 2. Tesi a confronto nelle prove eseguite su pomodoro da industria nel 2009

Tesi	Principio attivo (p.a.)	Conc. p.a. (% o NPV/L)	Prodotto commerciale	Dose	Fase trattamenti*
Anno 2009 - Prova su pomodoro da industria cv UG8I68					
1	<i>Btk</i> ceppo EG2348	7,5	Rapax	2000 ml/ha	AB
2	HearNPV	7,5 x 10 ¹²	Helicovex	200 ml/ha	AB
3	<i>Btk</i> ceppo EG2348 + HearNPV	7,5 + 7,5 x 10 ¹²	Rapax + Helicovex	1000 ml/ha+ 100 ml/ha	AB
4	Spinosad	44,2	Laser	300 ml/ha	A
5	Testimone non trattato	-	-	-	-
Anno 2009 - Prova su pomodoro da industria cv Rufus					
1	<i>Btk</i> ceppo EG2348	7,5	Rapax	1050 ml/ha	AB
2	HearNPV	7,5 x 10 ¹²	Helicovex	200 ml/ha	AB
3	<i>Btk</i> ceppo EG2348 + HearNPV	7,5 + 7,5 x 10 ¹²	Rapax + Helicovex	700 ml/ha+ 100 ml/ha	AB
4	Indoxacarb	30,0	Steward	125 g/ha	A
5	Testimone non trattato	-	-	-	-

* UG8I68: A = 30/06/2009, B = 7/07/2009; Rufus: A = 7/07/2009, B = 14/07/2009

RISULTATI

Prove su fagiolino

In entrambe le prove e ad entrambe le dosi saggiate (Prova 2009: 200 e 100 ml/ha), il prodotto a base di HearNPV impiegato da solo ha portato a una riduzione significativa del danno da *H. armigera* rispetto al testimone non trattato (tabella 3). Non sono invece emerse differenze statisticamente significative tra le tesi trattate: in entrambe le prove Helicovex ha mostrato un'efficacia comparabile a quella della strategia di riferimento chimica e alla linea di difesa biologica nel contenere il danno da *H. armigera* su fagiolino. Nella prova eseguita nel 2009 su fagiolino cv Valentino non è emersa alcuna interazione negativa tra i due prodotti microbiologici quando applicati in miscela.

Prove su pomodoro da industria

In entrambe le prove si sono registrate differenze significative tra le tesi nel contenere il danno da *H. armigera* su pomodoro da industria (tabella 4): tutte le tesi trattate hanno

significativamente ridotto la percentuale di bacche danneggiate dall'insetto bersaglio rispetto al testimone non trattato, mentre non sono emerse differenze significative tra le tesi trattate. Anche su questa coltura non è stata osservata alcuna interazione negativa tra i due preparati microbiologici.

Tabella 3. Percentuale di bacelli danneggiati da *H. armigera* (m±e.s.) alla raccolta nelle prove effettuate su fagiolino ed efficacia (m±e.s.) delle diverse tesi nel contenere il danno*

Tesi	Principio attivo (p.a.)	Bacelli danneggiati (%)	Efficacia (%)
Anno 2008 - Prova su fagiolino cv Cleo			
1	<i>Btk</i> ceppo EG2348	3,1 ± 0,4 a	81,1 ± 0,8
2	HearNPV	3,1 ± 0,5 a	80,2 ± 3,2
3	Zeta-cipermetrina Bifentrin Deltametrina	6,7 ± 2,1 a	61,2 ± 10,0
4	Testimone non trattato	16,3 ± 2,1 b	-
Anova		F _(3, 12) =16,6039, P=0,0001	
Anno 2009 - Prova su fagiolino cv Valentino			
1	<i>Btk</i> ceppo EG2348	0,9 ± 0,5 a	82,1 ± 10,8
2	HearNPV (200 ml/ha)	1,1 ± 0,4 a	72,6 ± 5,4
3	HearNPV (100 ml/ha)	1,2 ± 1,2 a	80,3 ± 19,7
4	<i>Btk</i> ceppo EG2348 + HearNPV	0,6 ± 0,5 a	82,7 ± 10,1
5	Lambda-cialotrina Zeta-cipermetrina Bifentrin	0,8 ± 0,5 a	81,7 ± 13,5
6	Testimone non trattato	4,6 ± 1,3 b	-
Anova		F _(5, 18) =3,3404, P=0,0262	

* Per ciascuna prova, lettere diverse all'interno della stessa colonna indicano differenze statisticamente significative (Student-Newman-Keuls test: P<0,05)

Tabella 4. Percentuale di bacche danneggiate da *H. armigera* (m±e.s.) nelle prove effettuate su pomodoro da industria ed efficacia (m±e.s.) delle diverse tesi nel contenere il danno *

Tesi	Principio attivo (p.a.)	Bacche danneggiate (%)	Efficacia (%)
Anno 2009 - Prova su pomodoro da industria cv UG8168			
1	<i>Btk</i> ceppo EG2348	1,8 ± 0,8 a	78,9 ± 9,1
2	HearNPV	1,8 ± 0,5 a	78,9 ± 3,9
3	<i>Btk</i> ceppo EG2348 + HearNPV	2,3 ± 0,6 a	73,1 ± 4,6
4	Spinosad	2,3 ± 0,6 a	70,5 ± 9,7
5	Testimone non trattato	8,0 ± 0,6 b	-
Anova		F _(4, 15) =3,0884, P=0,0132	
Anno 2009 - Prova su pomodoro da industria cv Rufus			
1	<i>Btk</i> ceppo EG2348	1,4 ± 0,8 a	81,0 ± 11,0
2	HearNPV	0,4 ± 0,2 a	94,8 ± 3,3
3	<i>Btk</i> ceppo EG2348 + HearNPV	1,3 ± 0,5 a	82,8 ± 7,2
4	Indoxacarb	1,1 ± 0,5 a	84,5 ± 7,1
5	Testimone non trattato	7,3 ± 2,5 b	-
Anova			

* Per ciascuna prova, lettere diverse all'interno della stessa colonna indicano differenze statisticamente significative (Student-Newman-Keuls test: P<0,05)

DISCUSSIONE

Le prove condotte nel biennio 2008 e 2009 su fagiolino e pomodoro da industria evidenziano l'elevata efficacia del prodotto a base di HearNPV nel contenere il danno causato dalla nottua gialla su queste colture orticole, con valori di efficacia comparabili sia a quelli delle linee di difesa chimica comunemente impiegate nell'area di studio sia alle formulazioni a base di *Btk* ceppo EG 2348.

Non è emersa alcuna interazione negativa tra i due preparati microbiologici, quando questi sono stati applicati in miscela. Entrambi i principi attivi agiscono per ingestione (Hoffmann e Frodsham, 1993; Kessler *et al.*, 2008). I prodotti a base di *Bt* sono noti per la loro caratteristica di bloccare l'attività trofica dell'ospite nel giro di qualche ora (Hoffmann e Frodsham, 1993; Burges, 2001) e quindi infezioni subletali da *Bt* potrebbero influire sulla sopravvivenza delle larve. Queste, infatti, non alimentandosi per un certo periodo, e perciò non ingerendo altri capsidi virali, potrebbero riuscire a sfuggire all'azione insetticida di entrambi i preparati microbiologici. I risultati ottenuti sono prova dell'assenza di ogni interazione negativa. Questo è di interesse pratico soprattutto nei casi in cui sulla coltura sono presenti anche altre specie di Lepidotteri dannosi quali *S. littoralis*, *Ostrinia nubilalis* o altre, che non possono essere controllati con il prodotto a base di HearNPV, altamente specifico. In questi casi è consigliabile integrare gli interventi con HearNPV con trattamenti a base di sostanze attive a più ampio spettro di azione.

I risultati ottenuti nelle prove eseguite su fagiolino e pomodoro da industria e numerose altre prove sperimentali che compongono il dossier di registrazione dimostrano come il larvicida Helicovex a base di HearNPV rappresenti uno strumento valido ed efficace per il contenimento della nottua gialla su orticole. Il suo meccanismo di azione è innovativo e diverso da quello delle sostanze attive attualmente disponibili sul mercato. Se impiegato in miscela con o in alternanza a insetticidi di sintesi, il prodotto può quindi aiutare a ridurre i rischi di sviluppo di popolazioni resistenti (Vijaykumar *et al.*, 2003).

HearNPV può assumere un ruolo fondamentale nelle scelte fitoiatriche soprattutto in prossimità della raccolta, perché può contribuire a soddisfare le eventuali richieste per una produzione priva e/o con un limitato numero di residui.

LAVORI CITATI

- Abbott W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18, 265-267.
- Burges H.D., 2001. *Bacillus thuringiensis* in pest control. *Pesticide Outlook*, 6, 90-97.
- Deseö-Kovács K.V., Rovesti L., 1992. Lotta microbiologica contro i fitofagi: teoria e pratica. Edizioni Agricole, Bologna, I edizione, 296 pp.
- Hoffmann M.P., Frodsham, A.C., 1993. Natural enemies of vegetable insect pests. Cornell University, Ithaca, NY, 63 pp.
- Innocenti A., Dal Re L., Dradi D., 2007. Fagiolino da industria, attenti a *Heliothis armigera*. *Agricoltura*, 35 (2), 79-80.
- Kessler P., Benuzzi M., Mayoral F., 2008. Developing new Baculovirus products or "How to walk a tightrope". *Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes, IOBC/WPRS Bulletin*, 31, 50-53.
- King A.B.S., 1994. *Heliothis / Helicoverpa*. In: Insect Pests on Cotton (Matthews G. A., Tunstall J. P. coord.), CAB International, Wallingford, UK, 39-106.
- Lacey L.A., Thomson D., Vincent C., Arthurs S.P., 2008. Codling moth Granulovirus: a comprehensive review. *Biocontrol Science and Technology*, 1-25.

- Moscardi F., 1999. Assessment on application of baculoviruses for control of Lepidoptera. *Annual Review of Entomology*, 44, 257-289.
- OECD, 2002. Consensus document on information used on assessment on environmental applications involving Baculovirus. *Series on Harmonizations of Regulatory Oversight in Biotechnology*, 20, 90 pp.
- Pollini A., Ponti I., Laffi F., 2000. Nottua gialla del pomodoro. *In: Insetti dannosi alle piante ortive*, Edizioni L'Informatore Agrario, Verona, IT, 23-24.
- Pradolesi G., Melandri M., Dradi D., 2008. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808): nottua gialla del pomodoro. *Agronomica*, 3, 4-11.
- Sannino L., Espinosa B., Caponero A., 2004a. *Helicoverpa armigera* (Hübner) insidia le colture di peperone nel Metapontino. *Informatore Fitopatologico*, 54 (1), 23-25.
- Sannino L., Espinosa B., Caponero A., 2004b. Nottua gialla, sempre più diffusa. *Terra e Vita*, 26, 44-49.
- Vijaykumar K.B., Krishnareddy Fakrudin B., 2003. Effectiveness of *Helicoverpa armigera* Nuclear Polyhedrosis Virus against insecticide resistant strain of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Resistant Pest Management Newsletter*, 13 (1), 27-28.
- Wanderer H., Bolhalder F., Zingg D., Andermatt M., 2009. Baculovirus as biopesticides: need for further R&D. *IOBC/WPRS Bulletin* 45: 69-74
- Zhang G. Y., Bay C. Z., 1992. Research and development of first commercial viral pesticide-Heliothis nuclear polyhedrosis virus pesticides in China. *XIX International Congress of Entomology*, Pechino, 64.