

## 8.4.1 *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki*, ssp. *aizawai*, ssp. *tenebrionis*

Mauro Boselli (Servizio Fitosanitario Regione Emilia Romagna)

### Informazioni generali

*Bacillus thuringiensis* (B.t.) è un batterio presente in natura, comune nei terreni di tutto il mondo. Alcuni ceppi di questo batterio possono infettare e uccidere diverse specie d'insetti. A causa di questa proprietà, il B.t. è stato sviluppato come insetticida microbico e utilizzato per la lotta ad alcune specie d'insetti, in particolare i lepidotteri. L'attività insetticida del B.t. è stata scoperta nel 1911. Tuttavia, solo a partire dal 1950 è stato possibile disporre di formulati commerciali. Attualmente sono state descritte migliaia di diversi isolati di B.t., che producono oltre 200 tipi di proteine (Cry) che sono attive contro una vasta gamma di insetti (oltre 150) e su alcuni altri invertebrati. Ormai esistono dati scientifici di laboratorio e prove di campo a supporto di tale diversità che viene tradotta in diversi livelli di efficacia sulle varie specie di lepidotteri. Tali conoscenze sono molto importanti per coloro che devono indicare in campo quale B.t. usare contro le diverse specie di lepidotteri da controllare. Solo alcuni di questi ceppi sono da tempo commercializzati con successo. Tra questi quelli appartenenti alla sottospecie *kurstaki* (con una prevalenza dei gruppi di criotossine 1Aa, 1Ab e 1Ac) sono quelli che hanno mostrato maggiore efficacia nella lotta alle larve di diverse specie di lepidotteri (*Lobesia botrana*, *Anarsia lineatella*, *Tuta absoluta*, tortricidi ricamatori, ecc). Il B.t. ssp. *aizawai* (che contiene particolarmente le criotossine 1C e 1D, assenti nella sottospecie *kurstaki*) è utilizzato soprattutto nella lotta contro i lepidotteri nottuidi. (*Spodoptera* spp., *Heliothis armigera*, *Mamestra* spp., *Autographa* spp., ecc.).

Autorizzato in agricoltura biologica 

### Caratteristiche della sostanza attiva

ORGANISMI BERSAGLIO	
<b>spettro d'azione</b>	<input type="checkbox"/> <b>larve di lepidotteri:</b> <i>Anarsia lineatella</i> , <i>Cydia molesta</i> , <i>Eulia</i> , <i>Pandemis</i> , <i>Archips</i> , <i>Cheimatobia</i> , <i>Lobesia botrana</i> , <i>Tignola</i> dell'olivo, <i>Margaronia</i> , <i>Nottue</i> fogliari, <i>Spodoptera</i> , <i>Heliothis armigera</i> , <i>Cavolaia</i> , <i>Udea</i> , <i>Vanessa</i> del cardo, <i>Plutella xylostella</i> , <i>Piralide</i> del mais, <i>Orgia</i> , <i>Ifantria</i> , <i>Processionaria</i> , <i>Limantrie</i> , <i>Stilpnozia</i> <input type="checkbox"/> <b>coleotteri:</b> <i>Dorifora</i>
COME AGISCE	
<b>modalità di azione</b>	Le sostanze attive con proprietà insetticida del B.t. sono varie proteine prodotte dal batterio. In particolare i composti conosciuti come delta-endotossine, che formano cristalli proteici all'interno delle cellule batteriche, sono capaci di uccidere gli insetti bersaglio.
<b>meccanismo di azione</b>	<input type="checkbox"/> il B.t. agisce esclusivamente per ingestione <input type="checkbox"/> per essere efficace, l'insetto deve ingerire una sufficiente quantità di prodotto, pertanto è necessaria una buona copertura della vegetazione <input type="checkbox"/> nell'intestino degli insetti sensibili, la delta-endotossina si attiva con pH superiore a 9, 5. Questa condizione si verifica solo nell'intestino medio delle larve di alcuni insetti e, per questa ragione, il B.t. è un agente insetticida molto specifico. Quando attivata, la tossina provoca la morte delle cellule epiteliali dell'intestino nel giro di poche ore. L'intestino è quindi paralizzato e l'insetto smette quasi subito di alimentarsi per poi morire entro 2 o 3 giorni <input type="checkbox"/> il B.t. risulta più efficace quando applicato contro le prime età larvali, in quanto la dose necessaria per ucciderle risulta più bassa e perché, in rapporto al loro peso, le giovani larve sono più voraci <input type="checkbox"/> il B.t. non è in grado di controllare efficacemente quelle specie che, pur essendo sensibili al batterio, scavano gallerie all'interno dei frutti o dei germogli. Le larve che penetrano all'interno dei tessuti vegetali non riescono ad ingerire una quantità letale di prodotto
<b>comportamento sulla pianta</b>	Non ha proprietà sistemiche né citotropiche quindi per agire nei confronti degli insetti bersaglio, il preparato deve essere distribuito uniformemente sulla vegetazione.
EFFETTI SU ORGANISMI NON BERSAGLIO	

<b>tossicità su vertebrati</b>	Trascurabile.
<b>selettività nei confronti di organismi utili e impollinatori</b>	Ogni ceppo di B.t. è in grado di pregiudicare solo uno specifico gruppo di insetti, per esempio, alcune larve di lepidotteri, mentre tutte le altre specie viventi, come la fauna selvatica e gli insetti utili, non sono colpiti

### Formulati in commercio (aggiornamento a ottobre 2013)

In Italia sono attualmente registrati diversi formulati a base di *Bacillus thuringiensis* che differiscono tra loro per i parassiti e le colture indicate in etichetta e per il dosaggio. E' necessario pertanto seguire scrupolosamente le indicazioni specifiche riportate su ciascuna etichetta.

<b>IMPIEGO AUTORIZZATO</b>	actinidia, agrumi, albicocco, ciliegio, melo, olivo, pero, cotogno, pesco, nettarine, susino, vite, castagno, mandorlo, basilico, bietola da coste, bietola a foglie, carciofo, cardo, cavoli, cetriolo, cicoria, cocomero, fagiolo, fagiolino, finocchio, fragola, insalate, invidia, scarola, lattuga, mais dolce, melanzana, melone, patata, peperone, pomodoro, porro, prezzemolo, rapa, ravanella, radicchio, sedano, spinacio, cicorino, dolcetta, lattughino, rucola, ravizzone, spinacino, zucca, zucchini, ortaggi a foglia, erbe fresche, acetosa, borragine, calendula, dragoncello, erba cipollina, fieno greco, maggiorana, melissa, menta, nasturzio, origano, ortica, rosmarino, ruta, salvia, timo, pimpinella o anice, valerianella, colza, cotone, barbabietola da zucchero, barbabietola da seme, girasole, mais, soia, tabacco, floreali, ornamentali, tappeti erbosi, vivai, essenze forestali, pioppo, bieta rossa
----------------------------	--

ASPETTI COLLATERALI	
<b>fitotossicità</b>	Non sono stati segnalati problemi di fitotossicità.
<b>compatibilità con altri prodotti fitosanitari</b>	Non compatibile con prodotti a reazione alcalina (es. polisolfuro di calcio, poltiglia bordolese, ecc.).

Microorganismo	Ceppo	Formulato	Ditta distributrice	Intervallo di sicurezza	Pericolo per la SALUTE		Pericolo per l'AMBIENTE	
					Simbolo e indicazione di pericolo	Frase di rischio	Simbolo e indicazione di pericolo	Frase di rischio
<i>B. thuringiensis ssp. aizawai</i>	Sierotipo H7	FLORBAC	Siapa	3	 N. c.			
<i>B. thuringiensis ssp. aizawai</i>	Sierotipo H7	XENTARI	Sumitomo Chemital Italia	3	 N. c.			
<i>B. thuringiensis ssp. aizawai + ssp. kurstaki</i>	Ceppo GC91	AGREE WG	Certis Europe	3	 N. c.			
<i>B. thuringiensis ssp. aizawai</i>	Ceppo GC91	DESIGN WG	Dow Agrosiences	3	 N. c.			
<i>B. thuringiensis ssp. aizawai + ssp. kurstaki</i>	Ceppo GC91	TUREX	Scam	3	 N. c.			
<i>B. thuringiensis ssp. kurstaki</i>	Sierotipo 3a,3b	BELTHIRUL	Makhteshim Agan Italia	3	 Xi	R36 R38 R48		
<i>B. thuringiensis ssp. kurstaki</i>	Sierotipo 3 HDI	BACILLUS CHEMIA	Chemia	3	 N. c.			
<i>B. thuringiensis ssp. kurstaki</i>	Ceppo ABTS 351	BACTOSPEINE 32 WG	Chimiberg	3	 N. c.			
<i>B. thuringiensis ssp. kurstaki</i>	Sierotipo 3a,3b Ceppo	BIOBIT DF	Sumitomo Chemical	3	 N. c.			

	HD-1		Italia							
<i>B. thuringiensis ssp. kurstaki</i>	<b>Sierotipo 3a,3b</b>	BIOLARV	Agrimix Cerrus	3		Xi	R36 R38 R43			
<i>B. thuringiensis ssp. kurstaki</i>	Ceppo ABTS 351	BTK 32 WG	Xeda Italia	3		N. c.				
<i>B. thuringiensis ssp. kurstaki</i>	Ceppo SA12	COSTAR WG	Certis Europe	3		N. c.				
<i>B. thuringiensis ssp. kurstaki</i>	<b>Sierotipo 3a,3b</b> Ceppo SA11	DELFIN	Du Pont De Nemours	3		Xi	R43			
<i>B. thuringiensis ssp. kurstaki</i>	Ceppo ABTS 351	DIPEL DF	Agrisystem - Siapa	3		N. c.				
<i>B. thuringiensis ssp. kurstaki</i>	<b>Sierotipo 3a,3b</b> Ceppo EG2348	ITROX	Gowan Italia	3		Xi	R43			
<i>B. thuringiensis ssp. kurstaki</i>	<b>Sierotipo 3a,3b</b> Ceppo HD-1	KRISTAL 32 WG	Serbios	3		N. c.				
<i>B. thuringiensis ssp. kurstaki</i>	<b>Sierotipo 3a,3b</b> Ceppo EG2348	LEPTINOX PLUS	Biogard	3		N. c.				
<i>B. thuringiensis ssp. kurstaki</i>	<b>Sierotipo 3a,3b</b> Ceppo HD-1	PRIMIAL WG	Syngenta Crop Protection	3		N. c.				
<i>B. thuringiensis ssp. kurstaki</i>	Ceppo ABTS 351	SEQURA WG	Sipcam	3		N. c.				
<i>B. thuringiensis ssp. kurstaki</i>	<b>Sierotipo 3a,3b</b> Ceppo EG2348	RAPAX	Biogard	3		Xi	R43			
<i>B. thuringiensis ssp. kurstaki</i>	<b>Sierotipo 3a,3b</b>	TURIBEL	Agrowin Biosciences, Terranalisi	3		Xi	R36 R38 R48			

N. c.	<b>Non Classificato</b>
Xi	<b>Irritante</b>
R36	<b>Irritante per gli occhi</b>
R38	<b>Irritante per la pelle</b>
R43	<b>Può provocare sensibilizzazione per contatto con la pelle</b>

### Modalità di applicazione

- il B.t. non ha attività di contatto, quindi non può agire attraverso la cuticola dell'insetto, ma deve essere ingerito dalle larve. Per essere utilizzati, i formulati a base di B.t. devono essere miscelati in acqua, e poi irrorati sulla vegetazione da proteggere. Per essere sicuri che gli insetti parassiti ingeriscano una sufficiente quantità di tossine, è importante eseguire un'accurata bagnatura della coltura da proteggere, utilizzando adeguati volumi d'acqua. La qualità dell'acqua utilizzata per i trattamenti è molto importante
- il B.t. esplica la massima attività se applicato quando le larve sono nei primi stadi di sviluppo pertanto il momento di applicazione è un punto fondamentale per la buona efficacia dei trattamenti. La scelta del momento più idoneo per intervenire può basarsi sulle informazioni aziendali ottenute con il monitoraggio

dell'insetto (trappole a feromoni e controlli visivi in campo) e sulle informazioni fornite dai modelli previsionali

- la maggior parte delle formulazioni di B.t. persistono sulla chioma circa una settimana dopo l'applicazione, pertanto, con nascite larvali prolungate, è necessario eseguire più trattamenti
- in caso di intense precipitazioni, entro le prime 24 ore dopo il trattamento, occorre ripetere l'intervento
- piogge leggere che possono verificarsi dopo circa 4 ore dal trattamento non causano cali significativi di efficacia dei prodotti

### A cosa fare attenzione: informazioni pratiche

- scelta del formulato:** al fine di ottimizzare l'utilizzo del *B. thuringiensis* in relazione all'efficacia dei diversi ceppi nei confronti della specie da combattere (tab. 1)
- orario del trattamento:** il B.t. è un batterio del suolo che viene disattivato rapidamente dai raggi ultravioletti. Per migliorare la persistenza del B.t. è buona norma eseguire i trattamenti quando la luce ultravioletta è meno intensa, ad esempio, alla fine della giornata
- pH dell'acqua:** il B.t. è sensibile all'elevato pH delle acque di trattamento, è quindi consigliata la correzione delle acque con pH superiore a 8. È buona norma, inoltre, utilizzare subito la miscela insetticida dopo la sua preparazione
- additivi:** in alcuni casi si consiglia di aggiungere al B.t. dei prodotti fagostimolanti (es. zucchero) per migliorare l'attività del prodotto. La pratica di usare dei bagnanti per distribuire meglio il prodotto sulla vegetazione e per resistere meglio alle piogge, deve essere valutata con molta attenzione per non miscelare sostanze che potrebbero avere attività fagoinibitrici o fagodeterrenti. L'utilizzo dei bagnanti può portare dei vantaggi, in alcuni casi, sulle colture ricche di cere, difficili da irrorare
- conservazione:** I prodotti a base di B.t. tendono ad avere una durata più breve rispetto agli altri insetticidi chimici. In generale, si può riscontrare una ridotta efficacia dopo due o tre anni di stoccaggio. I preparati liquidi sono più deperibili rispetto alle formulazioni in polvere o granulari. La durata del prodotto è maggiore quando le condizioni di conservazione sono idonee. I luoghi ideali per la conservazione di questi prodotti, devono avere le seguenti caratteristiche: freschi, asciutti e senza luce solare diretta
- miscelazione:** I prodotti a base di B.t. possono essere miscelati con altri insetticidi e/o fungicidi convenzionali, ma non con prodotti con reazione alcalina (tipo calce e poltiglia bordolese)

Tab. 1 – Efficacia dei diversi ceppi di B.t. nei confronti dei principali lepidotteri dannosi (in Norme generali Disciplinari di Produzione integrata Regione Emilia-Romagna)

CEPPO	PRODOTTO COMMERCIALE	% A.I.	ATTIVITÀ UI/MG	<i>Lobesia botrana</i>	<i>Pandemis cerasana</i>	<i>Anarsia lineatella</i>	<i>Mamestra brassicae</i>	<i>Autographa gamma</i>	<i>Helicoverpa armigera</i>
<i>B.t. ssp. kurstaki</i> Ceppo HD1	DIPEL DF PRIMAL WG BIOBIT DF KRISTAL WG	6,4	32.000 <sup>1</sup>	+++	+++	+++	++	++	++
<i>B.t. ssp. kurstaki</i> Ceppo SA11	DELFIN	6,4	53.000 <sup>2</sup>	+++	+++	+++	++	++	+++
<i>B.t. ssp. kurstaki</i> Ceppo SA12	COSTAR	18	90.000 <sup>1</sup>	+++	+++	+++	++	++	++
<i>B.t. ssp. kurstaki</i> Ceppo EG2348	LEPINOX PLUS	15	32.000 <sup>1</sup>	+++	+++	+++	++	++	++
<i>B.t. ssp. aizawai</i> Ceppo GC91	AGREE WG DISEGN WG TUREX WP	3,8	25.000 <sup>1</sup>	++	++	++	++	+++	+++
<i>B.t. ssp. aizawai</i> Ceppo ABTS 1857	XENTARI FLORBAC	10,3	35.000 <sup>3</sup>	++	++	++	+++	+++	+++

Legenda: + sufficiente; ++ discreta; +++ buona

<sup>1</sup> (UI/mg =) Unità internazionali basate su prove biologiche sulle larve di *Trichoplusia ni*. Il valore di riferimento è stato ottenuto tramite un saggio biologico nei confronti di uno standard di riferimento fornito dall'Istituto Pasteur (ceppo E61) il cui titolo è stato fissato in 1.000 Unità di Attività/mg.

<sup>2</sup> (US/mg =) Unità internazionali basate su prove biologiche sulle larve di *Spodoptera exigua*

<sup>3</sup> (UP/mg =) Unità internazionali basate sulle larve di *Plutella xylostella*