

## Prevenire le aflatossine attraverso il controllo degli insetti

### L'ASSOCIAZIONE "INSETTI - MICOTOSSINE"

Il legame tra insetti fitofagi dannosi al mais e funghi micotossigeni è stato dimostrato per numerose specie (Dowd et al., 2005). Gli insetti possono favorire l'infezione fungina sia attraverso l'attività trofica di erosione della granella, sia attraverso la disseminazione diretta del fungo da parte delle larve durante i loro movimenti (Dowd, 1998). L'elenco di insetti associati allo sviluppo delle micotossine è piuttosto numeroso e comprende specie appartenenti a vari ordini (Dowd, 1998; Dowd et al., 2005), accomunate da abitudini alimentari che le portano a nutrirsi della pianta di mais in generale e in molti casi direttamente della granella in vari stadi di maturazione. Il ruolo che gli insetti hanno nell'interazione pianta-patogeno non è sempre di facile quantificazione e in vari studi svolti mostra una variabilità notevole a causa di vari fattori ambientali che influenzano contemporaneamente la pianta ospite, i funghi micotossigeni e gli insetti; spesso in modo non concorde. Ad esempio, quando si verificano condizioni sfavorevoli per la pianta e idonee per il fungo, la sintesi di micotossine è comunque tanto elevata da essere poco influenzata dalla presenza dell'insetto e dei danni da questo prodotti.

Anche la fase fenologica della pianta al momento dell'attacco da parte degli insetti ha un'influenza importantissima: varie prove di campo hanno dimostrato che i danni causati da insetti alla spiga nelle fasi fenologiche che vanno dall'allegagione all'inizio della maturazione cerosa, possono favorire la contaminazione da parte dei funghi micotossigeni. Al contrario, se l'insetto infesta la spiga quando questa ha perso umidità fino a un livello che non rende

\* *Istituto di Entomologia e Patologia vegetale, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza*

possibile l'attività del fungo, il livello finale di tossine non viene influenzato (Dowd et al., 1999).

In Europa il ruolo principale è svolto da alcune specie di Lepidotteri tra cui spicca per importanza e diffusione la piralide del mais, *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (Lepidoptera: Crambidae) (Avantaggiato et al., 2003; Mazzoni e Battilani, 2007). Le larve di *O. nubilalis* nei loro movimenti possono raccogliere e trasportare le spore trasferendole poi alle cariossidi durante la fase di nutrimento.

#### LA PIRALIDE DEL MAIS

*O. nubilalis*, soprattutto nelle aree maidicole più importanti dell'Italia settentrionale, è, per importanza economica, il principale fitofago del mais. Nelle aree maidicole dell'Italia meridionale alcuni nottuidi del genere *Sesamia* (*Sesamia nonagroides* (Lef.) e *S. cretica* (Led.)) si comportano da specie vicarianti producendo danni simili (Riolo et al., 2001).

*O. nubilalis* è una specie spiccatamente polifaga, in grado di completare il proprio ciclo di sviluppo a spese di molte piante spontanee e coltivate. Le graminacee coltivate (mais, sorgo, saggina) sono gli ospiti preferenziali ma sono ampiamente noti i danni a piante orticole (peperone, fagiolo, fagiolino) o ad altre piante erbacee quali barbabietola, tabacco, canapa, luppolo e ornamentali. Sono stati segnalati attacchi anche a fruttiferi con danni ai frutti (melo, pesco, actinidia). Infine è anche noto che la specie può sviluppare a carico di piante spontanee quali *Artemisia* sp., *Polygonum* sp., *Chenopodium* sp., *Plantago* sp.

Le larve hanno tipicamente abitudini endofitiche e sviluppano scavando gallerie più o meno profonde nei tessuti dell'ospite.

La specie è nota per il suo polivoltinismo: in Italia normalmente il numero di generazioni annue è di 2-3 e sembrerebbe che solo raramente si abbia una sola generazione (Manachini, 2005).

I danni prodotti direttamente dalle larve sono, in genere, piuttosto gravi. Mentre le larve della prima generazione si cibano delle foglie di piante ancora relativamente poco sviluppate, le larve delle generazioni successive sviluppano a spese dello stocco e delle varie parti della spiga. I tunnel di alimentazione, soprattutto quelli nello stocco e nel peduncolo della spiga portano a gravi perdite produttive sia per la distruzione del sistema vascolare che altera la traslocazione di acqua e nutrienti (Lynch, 1980) sia perché facilitano la caduta a terra delle spighe a ridosso e durante la raccolta meccanica.

Il monitoraggio della piralide rappresenta un punto chiave per lo sviluppo di efficaci strategie di difesa fitosanitaria. Tuttavia ancor oggi esistono varie difficoltà perché lo si possa applicare su larga scala in modo efficiente. La conta delle masse di uova rappresenta una metodica in grado di individuare con precisione i momenti di massima attività della specie e di definire il momento di maggior rischio per la coltura ma richiede notevoli risorse di tempo e un certo livello di esperienza che ne impediscono una applicazione di routine (Hudon et al., 1989). Per molti Lepidotteri le trappole a feromone sono uno strumento di monitoraggio semplice, economico e molto efficace (Molinari, 2007). Nel caso della piralide però i dati e le esperienze sono contraddittori. Accanto a varie esperienze positive (Maini e Burgio, 1999; Pelozuelo e Frerot, 2006) sono anche riportati casi di minor efficienza (Laurent e Frerot, 2007). La causa di alcuni insuccessi delle trappole a feromoni potrebbe essere legata a una composizione non ottimale della miscela feromonica utilizzata. La sostanza che viene considerata il feromone sessuale della piralide è l'11-tetradecenilacetato che presenta 2 isomeri: Z (cis) ed E (trans). Si ritiene che la miscela attrattiva sia Z:E (97:3) ma sia in Italia che negli Stati Uniti d'America esistono ceppi che rispondono alla miscela Z:E (3:97) e, sempre in Italia, sono note anche popolazioni che rispondono alla miscela Z:E (50:50). È pertanto piuttosto complicato scegliere il feromone più adatto, senza considerare poi il fatto che potrebbero esistere anche altre sostanze non ancora identificate nella vera miscela feromonica della piralide.

L'uso di trappole luminose, su cui si sono basati sistemi di allerta su base comprensoriale, presenta invece notevoli difficoltà logistiche date dalla necessità di fornire energia elettrica e dalla mancanza di selettività che conduce a una eccessiva abbondanza di catture con il conseguente lungo lavoro di identificazione degli individui catturati (Laurent e Frerot, 2007).

#### IL CONTROLLO DELLA PIRALIDE

La monocoltura certamente favorisce l'espansione e l'incremento di abbondanza delle popolazioni di *O. nubilalis*. Al contrario la rotazione colturale, le variazioni dell'epoca di semina e la distruzione e interrimento invernale degli stocchi possono contribuire a ridurre il numero di individui. Tecniche come la confusione sessuale sono ancora a uno stadio sperimentale e pertanto non applicabili su vasta scala (Molinari et al., 2009).

La polifagia della specie la rende "molto flessibile" e in grado di sviluppare a spese di molti ospiti alternativi.

È sempre più comune, nelle aree a maggior specializzazione maidicola, l'applicazione di insetticidi contro la seconda generazione. I benefici di questa pratica sono stati più volte confermati: si riducono le perdite produttive ma soprattutto, alla luce delle problematiche attuali, si riduce significativamente la contaminazione da micotossine (Saladini et al., 2008; Mazzoni e Battilani, 2009; Mazzoni et al., 2011).

Tuttavia sussistono ancora problemi logistici che si frappongono a un'applicazione su vasta scala di queste pratiche. Innanzi tutto vi è la scarsa disponibilità delle specifiche attrezzature per il trattamento (trampoli) (Baldoin, 2012). Il costo elevato di tali attrezzature ne limita la diffusione con la conseguente difficoltà di poter trattare nel momento ottimale vaste superfici, e quindi risulta quasi impossibile sincronizzare in modo ottimale l'applicazione dell'insetticida con la fase fenologica più suscettibile della piralide. A causa delle ampie estensioni coltivate a mais è consistente il rischio di effettuare i trattamenti in un momento sbagliato riducendo significativamente l'efficacia dell'intervento stesso. Talvolta la presenza di piogge o i turni di irrigazione, limitando l'ingresso in campo alle macchine per i trattamenti, possono ulteriormente ridurre la possibilità di colpire la piralide nel momento migliore (Mazzoni e Battilani, 2009). Anche la possibile presenza contemporanea di popolazioni con differente voltinismo rende più difficile, in alcune aree, attuare strategie efficaci di difesa fitosanitaria. La contemporanea presenza di popolazioni con voltinismo diverso rende infatti possibile avere in campo, per un periodo di tempo più lungo, varie stadi di sviluppo del fitofago con la conseguenza che si estende notevolmente la fase di rischio per la coltura.

L'impiego di insetticidi con diversa modalità di azione in base al momento di distribuzione consente di valorizzarne l'efficacia. La maggior parte dei prodotti utilizzati appartiene al gruppo dei piretroidi (Blandino et al., 2010; Blandino et al., 2010; Mazzoni et al., 2011). Risultati positivi sono stati ottenuti anche applicando prodotti appartenenti al gruppo genericamente indicato come "regolatori di crescita" (Benzoiluree, insetticidi con meccanismo d'azione IRAC 15: inibitori della biosintesi della chitina di tipo 0) (Mazzoni e Battilani, 2009). Si tratta, nella quasi totalità dei casi, di insetticidi privi di attività citotropica o sistemica e pertanto non in grado di colpire le larve dopo che queste hanno iniziato a scavare le gallerie all'interno dei tessuti della pianta. In generale l'enorme massa di vegetazione del mais rappresenta un'oggettiva difficoltà per applicare gli insetticidi. Non è quindi applicabile ed efficiente trattare le larve dopo la loro nascita e penetrazione nei tessuti.

Evidenze sperimentali indicano che il costo del trattamento potrebbe essere recuperato da incrementi produttivi (Del Pupo et al., 2007).

L'efficienza dei trattamenti insetticidi nel ridurre lo sviluppo di micotossine dipende da vari fattori. Negli anni caratterizzati da una ridotta abbondanza delle popolazioni di *O. nubilalis* la differenza tra appezzamenti trattati e non trattati si riduce. Anche in annate particolarmente favorevoli allo sviluppo fungino i trattamenti possono non ottenere l'effetto desiderato non riuscendo a ridurre il livello di micotossine al di sotto delle soglie di accettabilità; tuttavia si osserva in genere una significativa riduzione della contaminazione rispetto agli appezzamenti non trattati (Mazzoni et al., 2011).

In genere i trattamenti sono piuttosto efficaci contro le larve di piralide soprattutto in presenza di elevate infestazioni (Mazzoni e Battilani, 2009). Varie esperienze indicano una significativa riduzione delle micotossine. L'abbattimento del contenuto di fumonisine, in percentuale rispetto alle colture non trattate, può variare tra il 15% circa, nelle annate poco favorevoli alla piralide e a *Fusarium verticillioides*, quindi con valori di contaminazione molto bassi, e l'80% in condizioni opposte. Dati simili sono stati riscontrati anche per le aflatossine.

Rimane tuttavia importante effettuare nel modo migliore i trattamenti scegliendo il principio attivo più adatto e applicandolo nel momento di maggior efficacia (Baldoin, 2012). Contenere le larve presenti sulla spiga è importante perché è stata dimostrata una significativa correlazione tra il numero di larve attive nella spiga alla maturazione cerosa e la concentrazione di micotossine ( $FB1_{\mu g/kg} = 2127.6 \ln_{larve/spiga} + 1969.2$ ;  $R^2 = 0.74$ ;  $P = 0.00$ ). Infestazioni inferiori a 2 larve per spiga garantirebbero contaminazioni della granella, prima della pulitura, al di sotto dei 4.000  $\mu g/kg$  (Mazzoni et al., 2011). Il momento di applicazione è altrettanto importante e varie esperienze condotte in provincia di Cremona hanno evidenziato che la fase di invecchiamento sete (BBCH 67), considerata ottimale per l'infezione fungina (Headrick et al., 1990) in molti anni è risultato coincidente con l'ovideposizione da parte della seconda generazione di *O. nubilalis* (Mazzoni et al., 2011). Applicazioni successive degli insetticidi a questa fase possono essere ancora efficaci contro le larve ma il controllo delle micotossine è decisamente meno soddisfacente (Mazzoni e Battilani, 2009).

A livello mondiale sono poi già ampiamente disponibili ibridi di mais geneticamente modificati con l'inserzione di geni provenienti dal batterio entomopatogeno *B. thuringiensis*. Tali ibridi producono una proteina tossica per le larve dei Lepidotteri e si sono dimostrati, in vari anni e località, in grado di ridurre significativamente il contenuto di micotossine anche se le indicazioni sono assai variabili, con valori di

fumonisine da 2 a 40 volte maggiori nei corrispondenti ibridi non Bt coltivati nelle medesime condizioni e con differenze minori in corrispondenza dei più bassi livelli di contaminazione. Nelle prove con mais Bt è stata riscontrata una buona correlazione tra il numero di cariossidi colpite da piralide e il contenuto di fumonisine. Riguardo all'effetto dei Bt sul contenuto di aflatossine, i dati sono assai variabili, dall'assenza di effetto a riduzioni rilevanti (Dowd, 2001; Dowd et al., 2005).

I risultati sin qui ottenuti nel controllo della piralide sono molto interessanti ma non risolutivi. Esistono ampi spazi per il miglioramento cercando nuove strategie di difesa che possano superare le difficoltà legate a problemi tecnici e che rientrino in un approccio di produzione integrata.

#### RIASSUNTO

La piralide è sempre stata considerata una specie chiave per la coltivazione del mais a causa dei gravi danni diretti che portano a perdita di produzione. Più recentemente è emerso in tutta la sua gravità il ruolo che ricopre questo insetto nella contaminazione da micotossine. La difesa con insetticidi si è sempre più affermata nelle principali aree maidicole italiane: vengono discusse l'importanza di tali pratiche e le problematiche a esse connesse.

#### ABSTRACT

European corn borer since long time was considered a key pest in maize growing, due to direct damage causing significant yield reductions. Recently the impact of this pest on mycotoxin contamination was confirmed. Chemical control in maize growing area of Italy is increasing: the impact and problems linked to such activity are discussed.

#### BIBLIOGRAFIA

- AVANTAGGIATO G., QUARANTA F., DESIDERIO E., VISCONTI A. (2003): *Fumonisin contamination of maize hybrids visibly damaged by Sesamia*, «Journal of the Science of Food and Agriculture», 83, pp. 13-18.
- BALDOIN C. (2012): *Per la lotta alla piralide del mais ci vogliono i "trampoli"*, «L'Informatore Agrario», 9, Supplemento, pp. 20-22.
- BLANDINO M., PEILA A., REYNERI A. (2010): *Timing clorpirifos+cypermethrin and indoxacarb applications to control european corn borer damage and fumonisin contamination in maize kernels*, «Journal of the Science of Food and Agriculture», 90, pp. 521-529.
- BLANDINO M., SALADINI M.A., ALMA A., REYNERI A. (2010): *Pyrethroid application timing to control European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) and minimize fumonisin contamination in maize kernels*, «Cereal Research Communications», 38, pp. 75-82.

- DEL PUPO G., FELLONI S., CASAGRANDI M. (2007): *Trattare la piralide per ridurre le aflatoossine*, «Terra e Vita», 48, pp. 54-56.
- DOWD P.F., BENNETT G.A., MCGUIRE M.R., NELSEN T.C., SHASHA B.S., SIMMONS F.W. (1999): *Adherent malathion flour granules as an environmentally selective control for chewing insect pests of dent corn ears: indirect reduction of mycotoxigenic ear molds*, «Journal of Economic Entomology», 92, pp. 68-75.
- DOWD P.F., JOHNSON E.T., WILLIAMS W.P. (2005): *Strategies for insect management targeted towards mycotoxin management*, in *Aflatoxin and food safety*, Abbas H. Ed., CRC Press LLC, Boca Raton, USA, pp. 517-541.
- DOWD P.F. (1998): *Involvement in arthropods in the establishment of mycotoxigenic fungi under field conditions*, in *Mycotoxins in Agriculture and Food Safety*, Sinha K.K. & Bhatnagar D. Eds., Marcel Dekker, New York, NY, USA, pp. 307-350.
- DOWD P.F. (2001): *Biotic and abiotic factors limiting efficacy of Bt corn in indirectly reducing mycotoxin levels in commercial fields*, «Journal of Economic Entomology», 94, pp. 1067-1074.
- HEADRICK J.M., PATAKY J.K., JUVIK J.A. (1990): *Relationships among carbohydrate content of kernels, condition of silks after pollination, and the response of sweet corn inbred lines to infection of kernels by Fusarium moniliforme*, «Phytopathology», 80, pp. 487-494.
- HUDON M., LEROUX E.J., HARCOURT D.G. (1989): *Seventy years of European corn borer (Ostrinia nubilalis) research in North America*, «Agricultural Zoology Reviews», 3, pp. 53-96.
- LAURENT P. & FREROT B. (2007): *Monitoring of European corn borer with pheromone-baited traps: review of trapping system basics and remaining problems*, «Journal of Economic Entomology», 100 pp. 1797-1807.
- LYNCH R.E. (1980): *European corn borer: yield losses in relation to hybrid and stage of corn development*, «Journal of Economic Entomology», 73, pp. 159-164.
- MAINI S., BURGIO G. (1999): *Ostrinia nubilalis (Hb.) (Lep., Pyralidae) on sweet corn: relationship between adults caught in multibaited traps and ear damages*, «Journal of Applied Entomology», 123, pp. 179-185.
- MANACHINI, B. (2005): *Uso di tecniche biomolecolari per la distinzione dei biotipi mono, bivoltini e polivoltini di Ostrinia nubilalis Hb. (Lepidoptera: Crambidae)*, in *Atti del XX Congresso nazionale italiano di Entomologia 13-18/06/2005 Assisi (PG), Italy*, pp. 421.
- MAZZONI E., BATTILANI P. (2007): *La piralide favorisce i funghi che producono micotossine*, «Informatore Agrario», 8, pp. 51-54.
- MAZZONI E., BATTILANI P. (2009): *Pyrethroids and the food chain - mycotoxin management*, «Bayer CropScience Journal», 62, pp. 227-242.
- MAZZONI E., SCANDOLARA A., GIORNI P., PIETRI A., BATTILANI P. (2011): *Field control of Fusarium ear rot, Ostrinia nubilalis (Hubner), and fumonisins in maize kernels*, «Pest Management Science», 67, pp. 458-465.
- MOLINARI F., IODICE A., CAPPELLARO P., BASSANETTI C., SAMBADO P., CIGOLINI M., ANACLERIO M., SAVINO F. (2009): *The use of pheromone mating disruption technique for the control of Ostrinia nubilalis: preliminary research and field applications*, «IOBC/WPRS Bulletin», 41, pp. 41-44.
- MOLINARI F. (2007): *Uno strumento a supporto della difesa di pesco, albicocco e susino: l'uso dei feromoni su drupacee contro i lepidotteri carpofagi*, «L'Informatore Agrario», 63, pp. 53-56.
- PELOZUELO L., FREROT B. (2006): *Behaviour of male European corn borer, Ostrinia nubilalis Hubner (Lep.; Crambidae) towards pheromone-baited delta traps, bucket traps and wire mesh cone traps*, «Journal of Applied Entomology», 130, pp. 230-237.

- RIOLO P., NARDI S., MAINI S. (2001): *Sesamia e piralide: attacchi su mais da granella nel Marchigiano*, «L'Informatore Agrario», 57 (7), pp. 101-105.
- SALADINI M.A., BLANDINO M., REYNERI A., ALMA A. (2008): *Impact of insecticide treatments on Ostrinia nubilalis (Hubner) (Lepidoptera: Crambidae) and their influence on the mycotoxin contamination of maize kernels*, «Pest management science», 64, pp. 1170-1178.