UN PROBLEMA ATTUALE PER LA MAISCOLTURA ITALIANA

La piralide favorisce i funghi che producono micotossine

La piralide è l'insetto chiave del mais per i gravi danni diretti sulla spiga con conseguente perdita di produzione e per il ruolo che ricopre nella successiva contaminazione da micotossine. Per tali motivi nelle principali aree maidicole si sta affermando la difesa chimica insetticida

Foto 1 - Adulto di piralide
Foto 2 - Larve di piralide con evidenti segni di infezione fungina su spiga

di **Emanuele Mazzoni, Paola Battilani**

La coltivazione del mais, introdotto nell'agricoltura italiana ed europea già da diversi secoli, è entrata in conflitto da subito con vari fitofagi locali che si sono adattati molto bene a questa pianta.

Se fino a pochi anni fa i problemi entomologici di questa coltura erano essenzialmente legati alla possibilità di danno fisico alla produzione causata, nelle fasi iniziali di sviluppo, da lepidotteri nottuidi e coleotteri elateridi e poi, da maggio fino alla raccolta, dalla piralide (Cravedi e Mazzoni, 2005), ora la problematica della contaminazione della granella a opera di micotossine è emersa in tutta la sua gravità portando a considerare in una nuova luce anche la dannosità della piralide.

La piralide

In Italia *Ostrinia nubilalis* (Hb.) (*foto 1*), nota come piralide del mais, è per importanza economica il principale fitofago di questa coltura.

È una specie polifaga in grado di svilupparsi a spese di molte piante spontanee e coltivate. Tra queste sono ben noti i danni a piante orticole (peperone, fagiolo, fagiolino), sono segnalati quelli a fruttiferi (melo, pesco, actinidia), ma le graminacee coltivate (mais, sorgo, saggina) rappresentano l'ospite preferenziale.

In Italia può compiere da 2 a 3 generazioni all'anno, raramente solo una (Manachini, 2005). I danni prodotti direttamente dalle larve sono normalmente gravi. La generazione più importante per i danni alla spiga è la seconda; le larve si comportano tipicamente da minatrici, penetrando nel culmo del mais e scavando lunghe gallerie. In genere le gallerie che interessano il peduncolo della spiga, come pure quelle nella porzione di culmo sotto la spiga ne favoriscono la caduta, sia prima che durante la raccolta. Estremamente importante è poi anche la riduzione della capacità di traslocazione di acqua e dei prodotti della fotosintesi in seguito alla distruzione del sistema vascolare della pianta (Lynch, 1980). È, infine, sempre presente un danno diretto alle cariossidi che vengono erose in modo più o meno esteso (*foto 2*).

In Italia, si stimano annualmente perdite dirette di produzione, causate da piralide, di circa 500.000 t (Lozzia e Rigamonti, 2005).

Le micotossine nel mais

Il mais è il prodotto di origine vegetale che desta maggiori preoccupazioni in tutto il mondo per la presenza di micotossine. Tre importanti funghi micotossigeni, *Fusarium graminearum*, produttore di deossinivalenolo (DON) e zearalenone (ZEA), *F. verticillioides*, produttore di fumonisine (FB), e *Aspergillus flavus*, responsabile della presenza di aflatossine (AF), trovano in questa pianta un ospite idoneo.

Nelle diverse aree geografiche di coltivazione del mais, uno di questi funghi assume in genere un ruolo dominante. Nel Nord Italia, ad esempio, *F. verticillioides* è normalmente prevalente; in certe annate particolarmente fresche e piovose può prendere il sopravvento *F. graminearum*, mentre in altre più calde e siccitose, come nel recente esempio del 2003, *A. flavus* può trovare le condizioni idonee per divenire il fungo principale (Battilani *et al.*, 2005).

Quindi, le fumonisine rappresentano un problema diffuso nel Nord Italia quasi tutti gli anni, DON e ZEA lo sono raramente e le aflatossine in modo più localizzato. Inoltre, i livelli elevati segnalati per la fumonisina interessano in genere la maggior parte dei campioni, mentre per l'aflatossina il numero di campioni oltre i limiti di legge è solitamente limitato. Le ragioni di queste differenze vanno ricercate nelle caratteristiche dei funghi, in particolare nelle loro esigenze ecologiche e nel rapporto che instaurano con la pianta ospite. Tutti i funghi micotossigeni del mais si conservano durante il periodo invernale, e comunque in assenza dell'ospite, nei residui colturali nel terreno. *F. verticillioides*, principale agente del marciume rosa della spiga (Munkvold e Desjardin,

LIMITI DI LEGGE

La legislazione sulle micotossine

Le micotossine potenzialmente presenti nel mais sono soggette ai limiti di legge per i prodotti destinati all'uomo definiti nel regolamento della Commissione Europea 1881/2006.

Per il mais, che deve essere pulito o può essere soggetto a trattamenti fisici prima del consumo umano, il limite di presenza di aflatossina B1 è fissato a 5 µg/kg, limite che sale a 10 µg/kg quando si considera la somma delle aflatossine B1, B2, G1 e G2. Il limite è in vigore.

Il limite fissato per la presenza nel mais non lavorato di fumonisine è di 2.000 µg/kg ed entrerà in vigore l'1-10-2007, per il deossinivalenolo è 1.750 µg/kg e per lo zearalenone è di 200 µg/kg ed entreranno in vigore l'1-7-2007.

Anche per l'impiego zootecnico la commissione ha previsto dei limiti di presenza di aflatossina B1 (direttiva 2003/100/Ce) in particolare di 0,02 mg/kg per le materie prime, e limiti inferiori a seconda della destinazione d'uso, per i mangimi completi e complementari con il limite più restrittivo di 0,005 mg/kg per quelli destinati agli animali per produzione di latte.

Riguardo alle *Fusarium*-tossine, sono state stilate dalla commissione delle raccomandazioni (raccomandazione della Commissione 576/2006) che prevedono un limite di 12 mg/kg di DON, 3 mg/kg di ZEA e 60 mg/kg di FB1+FB2 per i sottoprodotti del granoturco. Valori inferiori sono previsti nei mangimi complementari e completi, in base anche alla loro destinazione. Il valore di riferimento per le FB1+FB2 più restrittivo è previsto per suini, equini e conigli ed è pari a 5 mg/kg, mentre il valore massimo di 50 mg/kg è stato definito per i ruminanti adulti. I valori sono riferiti a prodotti al 12% di umidità.

Va ricordato che per il controllo ufficiale dei livelli di micotossine sono stati descritti i metodi ufficiali di campionamento e analisi nel regolamento comunitario 401/2006. •

1997), causa l'infezione attraverso le sete o attraverso le ferite e il fungo può raggiungere la spiga trasportato dal vento o dalle gocce di acqua. *F. graminearum*, responsabile del marciume rosso della spiga, la raggiunge solo trasportato dalla pioggia e l'infezione avviene attraverso le sete. *A. flavus*, che produce una muffa verde sulle cariossidi, raggiunge la spiga trasportato dal vento e può infettare la cariosside attraverso le sete, dalla zona del pedicello e attraverso ferite.

Quindi, sia nel raggiungimento della spiga sia nella modalità di infezione vi sono differenze tra questi funghi.

L'andamento meteorologico, e il microclima che si crea di conseguenza, hanno un'influenza primaria su questi funghi; importanti sono anche le tecniche colturali che influenzano lo stato della pianta, in particolare le eventuali condizioni di stress. Le avversità biotiche del mais, soprattutto gli attacchi di piralide, sono stati studiati per il loro effetto interattivo con i funghi micotossigeni.

Le interazioni insetti-funghi

Gli insetti possono interagire con il ciclo di infezione dei funghi svolgendo due ruoli differenti:

- trasporto dell'inoculo fungino, facilitandone quindi la disseminazione;
- danno ai tessuti vegetali, evento favorevole all'ingresso dei funghi che possono infettare attraverso le ferite.

Nel caso del mais, in Europa, la piralide è la principale specie che causa danno alle spighe e interagisce con i funghi micotossigeni. Nelle regioni più meridionali è però da segnalare la presenza di lepidotteri nottuidi del genere *Sesamia*, *S. nonagroides* (Lef.) e *S. cretica* (Led.). Si tratta di specie vicarianti rispetto alla piralide che producono danni simili. Pertanto, nonostante la mancanza di dati specifici, non si può a priori escludere un loro coinvolgimento nella problematica delle micotossine in queste aree.

La seconda generazione è la più dannosa per il mais. Le larve scavano gallerie nel culmo e nel peduncolo della spiga

Le larve di *O. nubilalis* possono raccogliere le spore di *F. verticillioides* muovendosi sulla superficie dei vegetali infetti per introdurle poi nelle cariossidi durante l'invasione (la fase di nutrimento). Per le caratteristiche di mobilità di queste larve si ritiene che fungano da vettori solo dalla pianta alla sua spiga e non per distanze diverse. Un ruolo simile della piralide non è stato dimostrato nei confronti di *F. graminearum*.

Riguardo ad *A. flavus*, diversi studi svolti negli Stati Uniti hanno individuato alte percentuali di larve contaminate da questo fungo, accompagnate però da percentuali sempre maggiori di larve infette da *F. verticillioides*, ad esempio 5 e 10% o 15 e 42% rispettivamente.

Il ruolo degli insetti come vettori di spore di *A. flavus* è stato ripetutamente dimostrato negli Stati Uniti anche con insetti diversi dalla piralide, quali *Heliothis zeae* che ha incrementato di 3 volte il numero di spighe infette, di 6 volte il numero di cariossidi infette e da 3 a 20 volte il contenuto di aflatossine rispetto alle spighe con assenza di larve, ma è stato osservato che rispetto a queste larve o a quelle di *Spodoptera frugiperda* le spighe danneggiate da piralide hanno un contenuto di aflatossina significativamente superiore (Down, 1998).

Le colture di mais maggiormente colpite dalla piralide sono sempre risultate anche più contaminate da *F. verticillioides* e *A. flavus*. Ad esempio, sono stati osservati incrementi di aflatossine fino al 48% in prove di infezione artificiale delle sete, confrontando presenza e assenza di piralide.

Il ruolo svolto dagli insetti nell'interazione pianta-patogeno è difficile da quantificare e mostra una variabilità notevole nei vari studi svolti. Ciò si spiega con il fatto che intervengono vari fattori ambientali a influenzare 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 dai danni da questo prodotti.

Un altro aspetto cruciale è la fase fenologica della pianta in cui l'insetto causa danno alla spiga. Diverse prove di campo hanno dimostrato che i danni da insetti alla spiga dall'allegagione all'inizio della maturazione cerosa possono favorire la contaminazione da parte dei funghi micotossigeni. Al contrario, se l'insetto danneggia la spiga quando questa ha perso umidità fino a un livello che non rende possibi-

le l'attività del fungo, il danno non influenza il livello finale di tossine (Down *et al.*, 1999).

Monitoraggio della piralide

Un problema ancora del tutto aperto è la messa a punto di un sistema efficiente di monitoraggio delle popolazioni di piralide. Sono in commercio trappole a feromoni in grado di catturare i maschi ed eventualmente, utilizzando attrattivi alimentari (fenil-acetaldeide), anche le femmine. Un certo impiego trovano anche le trappole «luminose». Con entrambi gli strumenti i risultati non sono soddisfacenti.

Le trappole a feromoni catturano pochissimo e, almeno apparentemente, in modo quasi episodico, per cui non consentono di prendere decisioni riguardo al momento più opportuno in cui effettuare un trattamento insetticida. La causa degli insuccessi delle trappole a feromoni potrebbe essere legata al fatto che la miscela che compone il feromone di sintesi attualmente impiegata forse non comprende sostanze presenti nella vera miscela feromonica della piralide (Cravedi e Mazzoni, 2005).

Le trappole luminose hanno, invece, problemi logistici perché deve essere fornita loro una fonte di energia elettrica per poter funzionare, non sono selettive e possono subire interferenza da altre fonti luminose.

L'unico sistema attualmente sicuro per controllare il rischio per la coltura e valutare il momento più opportuno per gli interventi rimane l'osservazione e la conta diretta delle ovature in campo, con le difficoltà e l'onerosità, soprattutto in termini di tempo, che questa operazione comporta.

Negli Stati Uniti sono disponibili modelli in grado prevedere, in base ai dati meteorologici, lo sviluppo della specie.

Foto 3 - Trattamento con trampolo a manica d'aria

Le prime esperienze di introduzione nella realtà italiana di questo strumento sono in corso.

Gestione

La difesa del mais contro gli attacchi di piralide è un'esigenza sempre più sentita. Le ampie estensioni di coltivazione e la monosuccessione favoriscono la crescita di popolazioni abbondanti. L'introduzione, dove possibile, di cicli colturali alternativi, lo spostamento delle epoche di semina o la trinciatura degli stocchi prima dell'inverno possono contribuire a ridurre l'entità delle popolazioni.

L'impiego di tecniche di controllo basate sull'impiego dei feromoni secondo il metodo della confusione è in fase sperimentale. Tuttavia nessuna di queste strategie preventive può essere considerata risolutiva sia per le difficoltà tecnico-economiche a modificare i cicli colturali sia per la polifagia della piralide che può trovare ospiti alternativi. Ma poiché il controllo della piralide è sempre più sentito, soprattutto nell'ottica di ridurre le micotossine, nelle aree maidicole più specializzate si sta affermando la pratica di intervenire con insetticidi contro la seconda generazione larvale (*foto 3*).

L'applicazione di insetticidi, una strategia piuttosto consolidata per la difesa degli appezzamenti destinati alla produzione di seme, si sta espandendo anche agli appezzamenti destinati ad altre produzioni, soprattutto se di particolare qualità. Le difficoltà logistiche per una applicazione efficace ed estesa sul territorio di questa pratica sono però ancora molte e sono legate da un lato a ragioni economiche (aumento dei costi di produzione) e dall'altro alla scarsa disponibilità di apposite attrezzature. Considerando l'estensione delle superfici coltivate a mais, ne deriva che ci sono grossi problemi di «sincronizzazione» tra l'eventuale trattamento e la biologia della specie, con il conseguente rischio di applicare gli insetticidi in momenti non ottimali, ottenendo quindi un vantaggio limitato da un intervento che è comunque abbastanza oneroso. L'applicazione dovrebbe, infatti, essere sempre basata su un programma di campionamento dell'infestazione e sulla fenologia della specie.

La piralide ha un periodo di presenza in campo piuttosto lungo, talvolta con presenza contemporanea di popolazioni che hanno un numero differente di generazioni annue. La gamma dei prodotti registrati è abbastanza ampia e consente l'uso di insetticidi con diverso meccanismo d'azione, ampliando così l'intervallo utile per i trattamenti. Nei vari disciplinari di lotta integrata, stilati dai Servizi fitosanitari delle Regioni dell'Italia settentrionale, tra le sostanze attive suggerite figurano: teflubenzuron (insetticida del gruppo degli inibitori della sintesi della chitina), applicabile già contro le

UNA POSSIBILE ASSOCIAZIONE

La diabrotica e le micotossine

Diabrotica virgifera virgifera LeConte è il problema emergente per la coltivazione del mais. Mentre le larve si cibano solo delle radici del mais, gli adulti di questo piccolo coleottero crisomelide di origine americana sono estremamente polifagi. Possono nutrirsi di foglie, fiori e polline di molte piante tra cui mais, soia o leguminose foraggere.

Su mais, in presenza di infestazioni molto gravi anche gli adulti possono provocare danni seri erodendo le sete prima dell'impollinazione. Sono segnalati danni alle cariossidi a maturazione lattea, ma anche in questo caso il danno risulta importante solo in presenza di popolazioni molto numerose, condizione che in Italia si è verificata solo in pochissime occasioni e in aree molto circoscritte (*foto*). In seguito all'attacco della diabrotica le cariossidi colpite vengono completamente compromesse e difficilmente arriveranno a essere raccolte.

Adulti di diabrotica in alimentazione su cariossidi a maturazione latteo-cerosa

In letteratura si segnala la possibile associazione degli adulti di *D. virgifera* con le micotossine (Down *et al.*, 2005). Tuttavia in Italia, almeno al momento, considerando la dimensione ridotta delle popolazioni del fitofago e la modalità con cui sono colpite le cariossidi, tale associazione è sicuramente di scarsissima importanza. •

uova; *Bacillus thuringiensis* (insetticida microbiologico) e una serie di altri insetticidi neurotossici ascrivibili per la quasi totalità al gruppo dei piretroidi che sono efficaci contro le larve neonate. Non è, invece, praticamente possibile colpire le larve dopo la penetrazione nella pianta.

Il controllo della piralide e l'effetto sulle micotossine

Il controllo della piralide, eseguito essenzialmente con mezzi chimici, risulta efficace non solo per ottenere incrementi produttivi, ma anche nel ridurre il contenuto di micotossine. Le maggiori conferme riguardano le fumonisine, mentre i dati relativi alla riduzione delle aflatossine mostrano maggiore variabilità; nessun riscontro è disponibile riguardo a deossinivalenolo e zearalenone.

L'efficacia degli interventi insetticidi nel ridurre il contenuto di micotossine è influenzato da diversi fattori. In annate con scarsa presenza naturale di piralide, quale ad esempio il 2006 nel Nord Italia, la differenza tra i campi trattati e non si riduce. Situazione simile si verifica quando le condizioni meteorologiche sono particolarmente favorevoli ai funghi, ad esempio il 2005 per *F. verticillioides*. In queste situazioni i trattamenti non riescono a ridurre il contenuto di fumonisine al di sotto di limiti accettabili, ma comunque riducono le micotossine rispetto al non trattato, spesso in modo significativo.

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 *F. verticillioides*, quindi con valori di contaminazione molto bassi, e l'80% in condizioni opposte. Dati simili sono stati riscontrati anche per le aflatossine.

La piralide può favorire la disseminazione delle spore dei funghi micotossigeni o direttamente la penetrazione nei tessuti vegetali

Naturalmente il massimo abbattimento della contaminazione, oltre che dalle caratteristiche dell'annata agraria, dipende anche dall'efficacia dei trattamenti. Infatti, è stata trovata una buona correlazione tra il numero di larve presenti nella spiga a inizio maturazione cerosa e contaminazione di fumonisina alla raccolta (*grafico 1*). In particolare, sembra dimostrato che un numero di larve per spiga inferiore a 2 garantisca contaminazioni della granella prima della pulitura al massimo di 3.000 µg/kg (Scandolara *et al.*, 2007), quindi non lontani dai limiti previsti per il mais a uso umano, e certamente conformi con l'impiego a uso zootecnico anche per gli animali più sensibili, i suini.

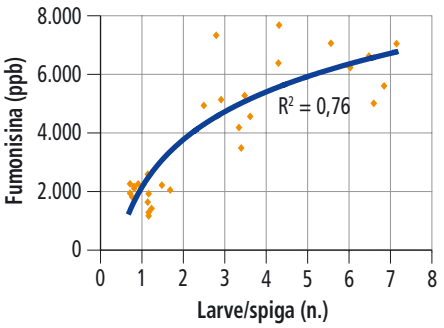

GRAFICO 1 - Correlazione tra numero di larve per spiga a maturazione cerosa e contenuto in fumonisina alla raccolta

Un numero di larve/spiga inferiore a 2 determina una contaminazione di circa 3.000 µg/kg non lontani dai limiti previsti per il mais a uso umano.

Mais Bt e micotossine

Sono disponibili ibridi di mais geneticamente modificati nei quali è stato inserito il gene di *B. thuringiensis* che produce una proteina tossica per le larve dei lepidotteri. Tali ibridi sono largamente utilizzati negli Stati Uniti e in vari altri Paesi. Il loro impiego non è attualmente autorizzato in Italia e in gran parte d'Europa. L'impiego di mais Bt ha dimostrato, in vari anni e località, la possibilità di ridurre significativamente il contenuto di fumonisine; le indicazioni sono assai variabili, con valori di fumonisine da 2 a 40 volte maggiori nei corrispondenti ibridi non Bt coltivati nelle medesime condizioni, 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 (Down *et al.*, 2005).

Alcune prove hanno riguardato anche l'effetto dei Bt sul DON e stranamente sono state osservate riduzioni di contaminazione, anche in questo caso con differenze maggiori in corrispondenza delle contaminazioni più elevate (Shaafsma *et al.*, 2002).

I mais Bt costituiscono uno dei possibili strumenti che contribuiscono all'aumento della produzione del mais e alla riduzione del rischio micotossine, ma non rappresentano la soluzione. Anch'essi, come tutti i mezzi di lotta contro i parassiti, nei Paesi in cui sono ammessi, devono essere considerati in un contesto di produzione integrata per mantenere più a lungo la loro validità. In certe aree sono già stati segnalati fenomeni di insorgenza di resistenza della piralide. Interessanti considerazioni sull'impatto sulla salute, l'economia e la legislazione emergono da uno studio svolto negli Usa (Wu, 2006).

Strategia di difesa in funzione dell'uso del mais

L'associazione micotossine-piralide è un problema attuale. Il controllo efficace delle popolazioni di piralide è urgente soprattutto per garantire la qualità e la salubrità delle produzioni. Servono miglioramenti in questo settore, cercando e sperimentando nuove tecniche di coltivazione e nuove strategie di difesa che possano superare le difficoltà legate a problemi tecnici e che rientrino in un approccio di produzione integrata.

La destinazione delle produzioni è un elemento importante per le scelte da effettuare nella gestione della coltura: diversa è la suscettibilità agli attacchi e il valore economico di mais da seme e di mais dolce destinato all'industria alimentare rispetto al comune mais da granella o da trinciare.

L'esistenza di una significativa correlazione tra il numero di larve presenti nella spiga e il contenuto di FB1 nella granella alla raccolta suggerisce che la riduzione delle popolazioni del fitofago sia una necessaria premessa per ridurre l'accumulo di fumonisine nel mais, da ponderare comunque in funzione della destinazione del prodotto. •

Emanuele Mazzoni, Paola Battilani
Istituto di entomologia e patologia vegetale
Facoltà di agraria
Università Cattolica del Sacro Cuore (Piacenza)

La bibliografia sarà consultabile all'indirizzo www.informatoreagrario.it/bancadati