

15.5.3 LA RESISTENZA AI DISERBANTI

Maurizio Sattin (IBAF-CNR) e Tiziano Galassi (Servizio Fitosanitario Regione Emilia-Romagna)

Anche nel caso delle piante infestanti, la resistenza agli erbicidi è la capacità naturale ed ereditabile di alcuni individui presenti in una popolazione di sopravvivere alla dose di sostanza attiva normalmente impiegata per il loro controllo. In tutte le popolazioni infestanti è presente un numero molto limitato di piante in grado di sopravvivere naturalmente al trattamento erbicida. L'uso ripetuto, nello stesso appezzamento, di erbicidi con il medesimo meccanismo d'azione elimina tutte le piante sensibili consentendo alle piante resistenti di sopravvivere e moltiplicarsi, selezionando così nel tempo una popolazione resistente. La resistenza è quindi un fenomeno evolutivo, e costringe l'agricoltore ad utilizzare altri erbicidi oppure altri metodi di controllo che potrebbero essere più costosi e/o meno efficaci. Inoltre, anche nel caso di un'oculata gestione, la resistenza può persistere per parecchi anni, anche in assenza dell'erbicida selezionatore, grazie allo stock di semi (o banca dei semi) nel terreno.

Su questo argomento lavora attivamente il GIRE (Gruppo Italiano di Lavoro sulla Resistenza agli Erbicidi, www.resistenzaerbicidi.it), nel cui sito è possibile acquisire informazioni costantemente aggiornate sulle specie infestanti ed i sistemi colturali coinvolti, sulla diffusione delle popolazioni resistenti ai vari erbicidi e sono scaricabili linee guida generali e specifiche per la gestione della resistenza.

Si può parlare di selezione di resistenza solo per le specie che sono indicate come bersaglio nell'etichetta di ciascun erbicida.

CLASSIFICAZIONE DEI DISERBANTI SULLA BASE DEL MECCANISMO DI AZIONE

La resistenza delle malerbe è legata al meccanismo d'azione degli erbicidi (Mda).

Si definisce come meccanismo d'azione il tipo di alterazione fisiologica (biochimica o biofisica), attraverso cui l'erbicida provoca la sua azione fitotossica sulla pianta su cui viene applicato. La selezione di popolazioni di malerbe resistenti è causata proprio dall'impiego ripetuto di erbicidi aventi il medesimo meccanismo d'azione. La selezione è inoltre favorita da limitate o assenti lavorazioni al terreno e dalla mancata rotazione delle colture (es. monoculture).

In tabella 1 è riportata la classificazione degli erbicidi disponibili in Italia (aggiornamento agosto 2013) in base al loro meccanismo d'azione (Mda). Tale classificazione è proposta da HRAC (Herbicide Resistance Action Committee, <http://www.hracglobal.com/Education/ClassificationofHerbicideSiteofAction.aspx>) ed è disponibile anche nel sito del GIRE. Le informazioni in essa contenute consentono di semplificare la scelta dei diserbanti da alternare o miscelare al fine di una corretta prevenzione e gestione della resistenza. A questo proposito bisogna sottolineare che non basta solo cambiare prodotto, poichè erbicidi appartenenti a famiglie chimiche diverse possono avere lo stesso meccanismo d'azione e quindi appartengono allo stesso gruppo (es. FOP e DIM, entrambi inibitori dell'enzima ACCasi).

Tab. 1. Meccanismo di azione dei diserbanti disponibili per il diserbo delle principali colture erbacee (aggiornato ad agosto 2013).

| Gruppo A - Inibitori Acetil-CoA Carbossilasi (ACCasi) | | | | | | | |
|---|------------|-------------------------------------|----------|------|------|---------|------|
| Sostanza attiva | Bersaglio | Epoca trattamento | Frumento | Mais | Soia | Bietola | Riso |
| clodinafop-propargil | graminacee | post-emergenza | X | | | | |
| diclofop-metile | graminacee | post-emergenza | X | | | | |
| pinoxaden | graminacee | post-emergenza | X | | | | |
| tralcoxidim | graminacee | post-emergenza | X | | | | |
| fenoxaprop-p-etile | graminacee | post-emergenza | X | | X | X | |
| fluazifop-p-butyle | graminacee | post-emergenza | | | X | X | |
| propaquizafop | graminacee | post-emergenza o pre-semine in riso | | | X | X | |
| tepraloxidim | graminacee | post-emergenza | | | X | X | |
| quizalofop-p-etile isomero D | graminacee | post-emergenza | | | X | X | X |
| ciclossidim | graminacee | post-emergenza o | | | X | X | X |

| | | | | | | | |
|-----------------|------------|--------------------|--|--|--|--|---|
| | | pre-semina in riso | | | | | |
| cialofop-butile | graminacee | post-emergenza | | | | | X |

Gruppo B - Inibitori Acetolattato Sintasi (ALS)

| Sostanza attiva | Bersaglio | Epoca trattamento | Frumento | Mais | Soia | Bietola | Riso |
|----------------------|---------------------------|------------------------------|----------|------|------|---------|------|
| amidosulfuron | dicotiledoni | post-emergenza | X | | | | |
| clorsulfuron | dicotiledoni e graminacee | pre o post-emergenza precoce | X | | | | |
| iodosulfuron | dicotiledoni e graminacee | post-emergenza | X | | | | |
| piroxulam | dicotiledoni e graminacee | post-emergenza | X | | | | |
| mesosulfuron | dicotiledoni e graminacee | post-emergenza | X | | | | |
| metosulam | dicotiledoni | post-emergenza | X | | | | |
| triasulfuron | dicotiledoni | post-emergenza | X | | | | |
| tribenuron-metile | dicotiledoni | post-emergenza | X | | | | |
| florasulam | dicotiledoni | post-emergenza | X | X | | | |
| tifensulfuron-metile | dicotiledoni | post-emergenza | X | X | X | | |
| metsulfuron-metile | dicotiledoni | post-emergenza | X | | | | X |
| foramsulfuron | dicotiledoni e graminacee | post-emergenza | | X | | | |
| nicosulfuron | dicotiledoni e graminacee | post-emergenza | | X | | | |
| prosulfuron | dicotiledoni | post-emergenza | | X | | | |
| rimsulfuron | dicotiledoni e graminacee | post-emergenza | | X | | | |
| oxadiazone | dicotiledoni | post-emergenza | | | X | | |
| triflusulfuron | dicotiledoni | post-emergenza | | | | X | |
| azimsulfuron | dicotiledoni | post-emergenza | | | | | X |
| bensulfuron-metile | dicotiledoni | post-emergenza | | | | | X |
| bispiribac-sodio | dicotiledoni e graminacee | post-emergenza | | | | | X |
| etossisulfuron | dicotiledoni | post-emergenza | | | | | X |
| alosulfuron-metile | dicotiledoni | post-emergenza | | | | | X |
| imazamox | dicotiledoni e graminacee | post-emergenza | | | | | X |
| imazosulfuron | dicotiledoni | post-emergenza | | | | | X |
| ortosulfamuron | dicotiledoni e graminacee | post-emergenza | | | | | X |
| penoxulam | dicotiledoni e graminacee | post-emergenza | | | | | X |

Gruppo C (C1, C2, C3) - Inibitori della fotosintesi

| Sostanza attiva | Bersaglio | Epoca trattamento | Frumento | Mais | Soia | Bietola | Riso |
|-----------------|---------------------------|------------------------------|----------|------|------|---------|------|
| linuron | dicotiledoni | pre-emergenza | X | | X | | |
| metribuzin | dicotiledoni | pre o post-emergenza | X | | | | |
| clortoluron | dicotiledoni e graminacee | pre o post-emergenza precoce | X | | | | |
| isoproturon | dicotiledoni e graminacee | pre o post-emergenza precoce | X | | | | |
| bromoxinil | dicotiledoni | post-emergenza | X | X | | | |
| ioxinil | dicotiledoni | post-emergenza | X | | | | |
| bentazone | dicotiledoni | post-emergenza | X | X | X | | |

| | | | | | | | |
|---------------|---------------------------|----------------------|---|---|--|---|---|
| lenacil | dicotiledoni | post-emergenza | X | | | X | |
| terbutilazina | dicotiledoni | pre o post-emergenza | | X | | | |
| fenmedifam | dicotiledoni | pre o post-emergenza | | | | X | |
| desmedifan | dicotiledoni | pre o post-emergenza | | | | X | |
| metamitron | dicotiledoni | pre o post-emergenza | | | | X | |
| cloridazon | dicotiledoni | pre o post-emergenza | | | | X | |
| propanile | dicotiledoni e graminacee | post-emergenza | | | | | X |

Gruppo E - Inibitori della protoporfirinogeno-ossidasi (PPO)

| Sostanza attiva | Bersaglio | Epoca trattamento | Frumento | Mais | Soia | Bietola | Riso |
|---------------------|---------------------------|-----------------------------------|----------|------|------|---------|------|
| carfentrazone-etile | dicotiledoni | post - emergenza | X | | | | |
| bifenox | dicotiledoni | post - emergenza | X | | | | |
| oxadiazon | dicotiledoni e graminacee | pre - emergenza, pre-semi in riso | | | X | | X |

Gruppo F1 - Inibitori della fitoenedesaturasi (PDS)

| Sostanza attiva | Bersaglio | Epoca trattamento | Frumento | Mais | Soia | Bietola | Riso |
|-----------------|--------------|------------------------|----------|------|------|---------|------|
| diflufenican | dicotiledoni | pre o post-em.precoce | X | | | | |
| picolinafen | dicotiledoni | post-emergenza precoce | X | | | | |

Gruppo F2 - Inibitori del 4-HPPD

| Sostanza attiva | Bersaglio | Epoca trattamento | Frumento | Mais | Soia | Bietola | Riso |
|-----------------|---------------------------|------------------------------|----------|------|------|---------|------|
| isoxaflutole | dicotiledoni | pre o post-emergenza precoce | | X | | | |
| mesotrione | dicotiledoni e graminacee | pre o post- emergenza. | | X | | | |
| sulcotrione | dicotiledoni e graminacee | pre o post-emergenza | | X | | | |
| tembotrione | dicotiledoni e graminacee | pre o post-emergenza | | X | | | |

Gruppo F3 - Inibitori biosintesi dei carotenoidi

| Sostanza attiva | Bersaglio | Epoca trattamento | Frumento | Mais | Soia | Bietola | Riso |
|-----------------|---------------------------|-------------------|----------|------|------|---------|------|
| clomazone | dicotiledoni e graminacee | pre-emergenza | | X | X | | X |
| aclonifen | dicotiledoni | pre-emergenza | | X | | | |

Gruppo G - Inibitori dell'EPSPS

| Sostanza attiva | Bersaglio | Epoca trattamento | Frumento | Mais | Soia | Bietola | Riso |
|-----------------|---------------------------|-------------------|----------|------|------|---------|------|
| glifosate | dicotiledoni e graminacee | pre-semi in | X | X | X | X | X |

Gruppo K1 - Inibitori assemblaggio microtubuli

| Sostanza attiva | Bersaglio | Epoca trattamento | Frumento | Mais | Soia | Bietola | Riso |
|-----------------|---------------------------|------------------------------|----------|------|------|---------|------|
| pendimetalin | dicotiledoni e graminacee | pre o post-emergenza precoce | X | X | X | | X |

Gruppo K3 - Inibitori divisione cellulare

| Sostanza attiva | Bersaglio | Epoca trattamento | Frumento | Mais | Soia | Bietola | Riso |
|-----------------|---------------------------|--|----------|------|------|---------|------|
| flufenacet | dicotiledoni e graminacee | pre o post-emergenza precoce, pre-semi in riso | X | X | | | X |
| s-metolaclor | dicotiledoni e | pre o post-emergenza | | X | X | X | |

| | | | | | | | |
|-------------|---------------------------|------------------------------|--|---|---|--|--|
| | graminacee | precoce | | | | | |
| acetoclor | dicotiledoni e graminacee | pre o post-emergenza precoce | | X | | | |
| dimetamid-p | dicotiledoni e graminacee | pre o post-emergenza precoce | | X | | | |
| fetoxamide | dicotiledoni e graminacee | pre o post-emergenza precoce | | X | X | | |

Gruppo 0 - Azione ormonosimile (auxine sintetiche)

| Sostanza attiva | Bersaglio | Epoca trattamento | Frumento | Mais | Soia | Bietola | Riso |
|-----------------|--------------|-------------------|----------|------|------|---------|------|
| 2,4-D | dicotiledoni | post emergenza | X | X | | | |
| 2,4DB | dicotiledoni | post emergenza | | | | | X |
| MCPA | dicotiledoni | post emergenza | X | X | | | X |
| MCPP | dicotiledoni | post emergenza | X | X | | | |
| clopiralid | dicotiledoni | post emergenza | X | X | | X | |
| dicamba | dicotiledoni | post emergenza | X | X | | | |
| fluroxipir | dicotiledoni | post emergenza | X | X | | | |
| triclopir | dicotiledoni | post emergenza | | | | | X |

CASI DI RESISTENZA AI DISERBANTI IN EMILIA ROMAGNA

In Emilia-Romagna si stanno diffondendo alcune pericolose resistenze su importanti colture erbacee. Di seguito si riporta la situazione relativa alle colture del frumento (Tab. 2), del mais (Tab. 3) e del riso (Tab. 4) per le quali sono state accertate popolazioni di infestanti resistenti a uno o più gruppi di erbicidi. Da notare che pericolosi sintomi si stanno evidenziando anche su soia e sulle colture frutticole. E' opportuno inoltre prestare attenzione ad alcuni biotipi di papavero e *Lolium* con resistenza multipla che, pur essendo già presenti in altre regioni, non sono ancora stati segnalati in Emilia-Romagna.

Per approfondimenti visitare il sito del GIRE all'indirizzo:

http://gire.mlib.cnr.it/documentsSource/pubblicazioni/linee_guida_cereali.pdf

Tab. 2. Specie coinvolte nella resistenza agli erbicidi nei cereali autunno-vernini in Emilia-Romagna e soluzioni da adottare (situazione aggiornata ad ottobre 2013).

| CEREALI AUTUNNO-VERNINI | | |
|-------------------------|--------------------|---|
| INFESTANTE | TIPO DI RESISTENZA | SOLUZIONE |
| Papavero | ALS (gruppo B) | <input type="checkbox"/> impiegare erbicidi dei gruppi C3+F1, F1, K1, in pre-emergenza o post-emergenza precoce con infestante a 2-3 foglie max <input type="checkbox"/> dopo pre-emergenza /post-emergenza precoce si possono usare erbicidi dei gruppi B ed O alternati o in miscela con erbicidi dei gruppi C2 ed E <input type="checkbox"/> se si tratta solo in post-emergenza usare erbicidi dei gruppi C2, E ed O, con infestante a stadio rosetta 5 cm al massimo |
| Lolium | ACCasi (gruppo A) | <input type="checkbox"/> usare gruppi C2, K1, in pre-emergenza o post-emergenza precoce, con infestante a 2-3 foglie max <input type="checkbox"/> dopo pre-emergenza/post-emergenza precoce si possono usare erbicidi dei gruppi B alternati agli erbicidi del gruppo A <input type="checkbox"/> se si tratta solo in post-emergenza usare erbicidi del gruppo B, per non più di 2 anni consecutivi |
| Avena | ACCasi (gruppo A) | <input type="checkbox"/> usare gruppi C2, K1, in pre-emergenza o post-emergenza precoce, con infestante a 2-3 foglie max <input type="checkbox"/> dopo pre-emergenza/post-emergenza precoce si possono usare erbicidi dei gruppi B alternati agli erbicidi del gruppo A <input type="checkbox"/> se si tratta solo in post-emergenza Usare erbicidi del gruppo B, per non più di 2 anni consecutivi |

Tab. 3. Specie coinvolte nella resistenza agli erbicidi nel mais in Emilia-Romagna e soluzioni da adottare (situazione aggiornata ad ottobre 2013).

| MAIS | | | |
|--|--------------------|----------------------|---|
| INFESTANTE | TIPO DI RESISTENZA | TIPO DI TERRENO | SOLUZIONE |
| Giavone (<i>Echinochloa crus-galli</i>) | ALS (gruppo B) | Terreni organici | <input type="checkbox"/> alternare, se possibile, la coltura con una a ciclo invernale (frumento, orzo, triticale) <input type="checkbox"/> in assenza di rotazione prevedere un doppio intervento utilizzando in post-emergenza precoce, miscele di erbicidi appartenenti ai gruppi C1, F2 e K3, seguiti in post-emergenza da miscele di erbicidi appartenenti ai gruppi B, F2 e C1 |
| | | Terreni non organici | <input type="checkbox"/> ruotare la coltura con altre a ciclo invernale <input type="checkbox"/> se non fosse possibile ruotare la coltura con altre a ciclo invernale, prevedere un intervento in pre-emergenza oppure in post-emergenza precoce utilizzando erbicidi appartenenti ai gruppi C1, F2 e K3 |

Tab. 4. Specie coinvolte nella resistenza agli erbicidi nel riso in Emilia-Romagna e soluzioni da adottare (situazione aggiornata ad ottobre 2013).

| RISO | | |
|---|--------------------|---|
| INFESTANTE | TIPO DI RESISTENZA | SOLUZIONE |
| Giavoni | ALS (gruppo B) | <input type="checkbox"/> in pre-semina e/o pre-emergenza utilizzare erbicidi dei gruppi A, E, F3, G, K1 <input type="checkbox"/> in post-emergenza utilizzare prodotti a base di profoxydim e/o cyalofop butile (gruppo A), oppure utilizzare il quinclorac (gruppo O) (autorizzato solo per il 2013) |
| | ACCasE (gruppo A) | <input type="checkbox"/> in pre-semina e/o pre-emergenza utilizzare erbicidi dei gruppi E, F3, G, K1 <input type="checkbox"/> in post-emergenza utilizzare prodotti a base di penoxsulam, bispyribac-Na, azimsulfuron (gruppo B), oppure utilizzare il quinclorac (gruppo O) (autorizzato solo per il 2013) |
| | Multipla B + A | <input type="checkbox"/> in questa situazione l'unico erbicida disponibile in post-emergenza è il quinclorac (autorizzato per situazioni di emergenza fitosanitaria solo per il 2013) <input type="checkbox"/> è assolutamente necessario adottare strategie alternative al diserbo chimico per controllare questi biotipi di giavone |
| <i>Cyperus difformis</i> (zigolo delle risaie) | ALS (gruppo B) | <input type="checkbox"/> in pre-semina i prodotti a base di oxadiazon (gruppo E) limitano lo sviluppo di questa infestante da seme rendendo più facile il successivo controllo <input type="checkbox"/> in post-emergenza utilizzare prodotti ormonici come MCPA, triclopyr, 2,4 DB, 2,4 D + MCPA (gruppo O) miscelati con prodotti a base di propanile (gruppo C2) (autorizzato solo per il 2013) |

RACCOMANDAZIONI GENERALI PER PREVENIRE E LIMITARE I DANNI CAUSATI DALLA RESISTENZA AI DISERBANTI

RESISTENZA IN ATTO - COSA FARE

- Quando sussiste un fondato sospetto di essere in presenza di una popolazione di malerbe resistenti?**
 - se si osserva un ingiustificato scarso controllo (cioè non dovuto a problemi di distribuzione oppure a sfavorevoli condizioni pedo-climatiche) di una o più specie che normalmente avrebbero dovuto essere controllate dal trattamento eseguito
 - se vi sono piante vive e morte della stessa specie bersaglio dopo un trattamento
 - se in presenza di un alto numero di piante della stessa specie sopravvissute ad un trattamento
- Cosa fare nel caso si sospetti di avere una popolazione resistente**

- agire subito
 - contattare la Società agrochimica produttrice o che commercializza il prodotto che ha evidenziato una scarsa efficacia su una certa malerba, oppure il venditore del diserbante
 - se i sospetti si rinforzano, raccogliere un campione di semi prodotto da piante non controllate dal trattamento e chiedere alla Società agrochimica interessata di testarlo. Nel caso nuove specie o nuove aree siano interessate (vedere le mappe per le varie specie, tipo di resistenza e sistemi colturali disponibili nel sito del GIRE (<http://94.23.192.167/agriinfest/map2/treemenu/>), contattare il GIRE (<http://gire.mlib.cnr.it/index.php?sel=contatta>))
 - evitare con ogni mezzo a disposizione che le piante sfuggite al trattamento producano semi
- Cosa NON fare nel caso si sospetti di avere una popolazione resistente**
- ripetere il trattamento con lo stesso erbicida o con altro erbicida con lo stesso Mda
 - aumentare la dose di erbicida oltre quella consigliata in etichetta

PREVENZIONE - AZIONI CONSIGLIATE

- seguire le linee guida riportate di seguito (GIRE: Linee guida generali per la gestione della resistenza agli erbicidi, www.resistenzaerbicidi.it)
- utilizzare il più possibile la rotazione colturale
- Alternare o miscelare erbicidi con diverso meccanismo d'azione – tutti gli erbicidi con il medesimo meccanismo d'azione costituiscono un “gruppo” come definito dal [Herbicide Resistance Action Committee \(HRAC\)](#). Una miscela di erbicidi è tanto più utile a contrastare l'insorgere della resistenza quanto più l'efficacia (controllo) verso le malerbe bersaglio degli erbicidi che la compongono è uguale
- evitare l'uso ripetuto ed esclusivo dei gruppi di erbicidi ad alto rischio di selezione per la resistenza (ad esempio inibitori dell'ALS e dell'ACCasi)
- usare le dosi indicate in etichetta – in caso di mancato controllo non ritrattare con lo stesso prodotto aumentando la dose ma scegliere un erbicida con un diverso meccanismo d'azione, quando si miscelano due sostanze attive utilizzare le “dosi piene” per entrambi
- trattare le infestanti allo stadio ottimale, un trattamento tardivo ha il medesimo effetto di uno a dosi ridotte
- qualora piante sospette non siano state controllate, ritrattare con un erbicida avente meccanismo d'azione diverso
- integrare il diserbo chimico con sistemi di controllo meccanici e accorgimenti di tipo agronomico quali ad esempio la falsa semina, l'aumento della densità di semina, l'utilizzo di cultivar competitive, una corretta concimazione corretta (le minime lavorazioni e le elevate concimazioni contribuiscono ad aggravare il rischio di resistenza)
- impiegare, dove le condizioni lo permettono, metodi alternativi al mezzo chimico quali la falsa semina seguita da un intervento meccanico senza dilazionare eccessivamente la semina onde evitare significative perdite di produzione
- valutare la possibilità di utilizzo di erbicidi non selettivi (ad esempio glifosate) in pre-semina anche accoppiati alla falsa-semina
- limitare la presenza di elevate densità di infestazione al momento del trattamento
- tenere un accurato quaderno di campagna, annotando per ciascun appezzamento erbicidi e dosi utilizzate, date dei trattamenti e risultati ottenuti in relazione alla flora infestante presente: qualsiasi gestione viene complicata dalla carenza di queste informazioni
- favorire la competitività della coltura attraverso corrette pratiche agronomiche (ad esempio aumento della dose di seme per ettaro, semina a file strette, evitare la semina a file binate, concimazioni corrette, utilizzo di varietà competitive, evitare le semine precoci)
- limitare la diffusione della resistenza: pulire accuratamente i macchinari, raccogliere per ultimi gli appezzamenti interessati da fenomeni di resistenza
- evitare che le infestanti non controllate producano semi
- gestire al meglio l'intervallo tra una coltura e l'altra favorendo la germinazione del maggior numero di infestanti per controllarle più efficacemente
- utilizzare sementi certificate
- individuare precocemente i focolai di infestanti “sospette resistenti” e contattare il GIRE o i tecnici delle società agrochimiche o i servizi fitosanitari regionali: la resistenza agli erbicidi compare in zone limitate delle aziende, rispetto alla resistenza ai fungicidi ed agli insetticidi è meno “mobile” e può essere più facilmente controllata su base aziendale

Nel sito web del GIRE (www.resistenzaerbicidi.it) sono inoltre disponibili linee guida per la gestione della resistenza agli erbicidi specifiche per ogni sistema colturale e ciascuna infestante.