

VERIFICA CON TEST BIOLOGICI DELLA PERSISTENZA E PERCOLAZIONE E DEI DANNI SULLE COLTURE DI SUCCESSIONE DI IODOSULFURON-METHYL-SODIUM + MESOSULFURON-METHYL IMPIEGATO IN POST-EMERGENZA DEL FRUMENTO

G. RAPPARINI, G. CAMPAGNA, E. GEMINIANI

Centro di Fitofarmacia - Dipartimento di Protezione e Valorizzazione Agroalimentare –
Università degli Studi - Viale Fanin, 46 - 40127 Bologna - grappari@agrsci.unibo.it

RIASSUNTO

Si riferisce di un'indagine biennale condotta in campo e in serra con test biologici sulla persistenza e percolazione di iodosulfuron-methyl-sodium e dello stesso posto in miscela con il più recente mesosulfuron-methyl, utilizzati per il diserbo di post-emergenza del frumento. I risultati permettono di evidenziare in campo limitati rischi di fitotossicità nei riguardi delle possibili colture di successione che si possono seminare dopo la raccolta del frumento direttamente su sodo o previa erpicatura o aratura del terreno. I risultati ottenuti in serra con i test biologici effettuati su campioni di terreno prelevati in campo indicano una media persistenza dei principi attivi ed una loro moderata tendenza alla percolazione.

Parole chiave: iodosulfuron-methyl-sodium, mesosulfuron-methyl, persistenza, percolazione, test biologici

SUMMARY

PERCOLATION AND PERSISTENCE OF IODOSULFURON-METHYL-SODIUM + MESOSULFURON-METHYL APPLIED ON WHEAT AND DAMAGES ON FOLLOWING CROPS

The results of a biennial field trial and greenhouse bioassays, concerning the study of persistence and percolation of iodosulfuron-methyl-sodium and iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl applied on wheat are reported. The risks of phytotoxicity on the crops that could be grown after the wheat harvest are limited. Results obtained by greenhouse bioassays with soil samples collected at different depths and times after the treatments, showed a medium persistence and a low mobility of the herbicides.

Keywords: iodosulfuron-methyl-sodium, mesosulfuron-methyl, persistence, percolation, bioassay

INTRODUZIONE

Il ricorso agli erbicidi rappresenta per quasi tutte le coltivazioni la principale pratica agricola per contenere i danni derivanti dalla competizione delle malerbe, che costituiscono il principale fattore limitante le produzioni (Balconi, 1990).

L'ampia famiglia chimica delle solfoniluree annovera ormai un elevato numero di principi attivi dotati di un favorevole profilo tossicologico, ma caratterizzati da un'elevata attività biologica anche a dosi di applicazione molto basse. Per questo motivo il grado di sicurezza ambientale e agronomico può non risultare soddisfacente nel caso in cui mobilità e persistenza nel terreno siano elevate, con possibili problematiche di carattere agronomico per le colture di sostituzione o di successione, che nell'ambito di rotazioni strette e con semine intercalari eseguite su sodo o con minime lavorazioni possono subire danni da residui biologicamente attivi (Paolini *et al.*, 2004).

I più costosi studi condotti con la tecnica del C14 (carbonio radioattivamente marcato) permettono di stabilire con precisione il destino di queste sostanze chimiche nel suolo e

nell'ambiente, ma soprattutto come vengono assorbite e metabolizzate dalle colture, oltre che gli eventuali residui che possono lasciare nelle paglie e nella granella. Ciò permette di determinare le sorti di una sostanza attiva e le sue vie degradative nelle differenti condizioni pedoclimatiche (NRAAVC, 2001).

Per scopi più pratici e meno costosi, come ad esempio per evitare danni in campo, occorre conoscere la mobilità e la persistenza degli erbicidi mediante studi e verifiche condotte preventivamente in laboratorio e in serra, e successivamente in pieno campo su superfici limitate ma rappresentative delle differenti condizioni pedoclimatiche (Vicari, 1995).

In recenti contributi sono stati riportati alcuni risultati ottenuti in serra sulla persistenza e percolazione di triasulfuron, metsulfuron-methyl e iodosulfuron-methyl-sodium (Rapparini *et al.*, 2004), oltre che preliminari risultati riguardanti la miscela di iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl (Rapparini *et al.*, 2005). Si è operato con la tecnica dei test biologici per la loro praticità ed economicità rispetto alle analisi chimiche, allo scopo di rilevare residui di questi principi attivi dotati di elevata attività biologica e per questo evidenziabili anche a dosi infinitesimali con piante test. L'elevato grado di correlazione tra fitotossicità manifestata dalla pianta test e concentrazione della frazione biologicamente attiva presente nel terreno, nonostante le numerose fonti di variabilità che si presentano in un substrato dotato di potere adsorbente, permette di stabilire con una certa precisione la quantità di residuo biologicamente attivo nel terreno agricolo.

Sulla base di questi presupposti nel corso del biennio 2004-2005 si è operato in alcune aziende site nella pianura bolognese e caratterizzate da condizioni pedoclimatiche differenti, allo scopo di evidenziare in pieno campo la reale pericolosità agronomica di iodosulfuron-methyl-sodium e della miscela di iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl, di recente introduzione per il diserbo del frumento, nei confronti delle principali colture di successione. Si è provveduto inoltre, previo campionamento dei terreni in tempi e profondità differenti, alla quantificazione dei residui bioattivi e quindi alla rilevazione della loro mobilità e persistenza mediante l'esecuzione di test biologici condotti in serra.

MATERIALI E METODI

Nel corso del biennio 2004-2005 sono state effettuate in campo 4 prove di diserbo di post-emergenza del frumento in tre diverse aziende caratterizzate da differenti tipi di terreno come riportato di seguito.

Azienda	Sabbia %	Limo %	Argilla %	pH	S.O. %	C.S.C. (meq/100 g)
Sarti	50	28	22	7,8	1,6	19,6
Dalcerò	35	42	23	7,8	2,7	15,2
Moscato	34	47	19	8,2	1,3	17,5

Nelle fasi di accestimento (epoca A: 17-02/19-03-2004 e 02-03/14-03-2005) e di levata (epoca B: 28-03/05-04-2004 e 23-03/06-04-2005) della coltura sono stati applicati iodosulfuron-methyl-sodium (Hussar OF a 8 g/l di p.a.) alla dose di 1,25 l/ha di formulato commerciale (corrispondenti a 10 g/ha di p.a.), e iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl (Atlantis WG, rispettivamente al 0,6 e 3 % di p.a.) alla dose di 0,5 kg/ha (corrispondenti a 3 g/ha di iodosulfuron-methyl-sodium e 15 g/ha di mesosulfuron-methyl).

Le applicazioni sono state effettuate mediante barra portata munita di ugelli a ventaglio irroranti 300 l/ha di miscela erbicida, su parcelle ripetute e disposte in blocchi randomizzati.

Dopo i trattamenti, a intervalli di circa un mese, sono stati prelevati campioni di terreno alle profondità di 0-5, 5-15, 15-30 e 30-45 cm, i quali sono stati riposti in congelatore allo scopo di bloccare la degradazione degli erbicidi. L'esecuzione dei test biologici è stata condotta

contemporaneamente seminando la pianta test *Beta vulgaris* var. *saccharifera* (barbabietola da zucchero) in cassetine riempite con i campioni di terreno opportunamente sminuzzati e preparati. Contemporaneamente sono state allestite cassetine di riferimento trattate con quantità note e decrescenti di p.a. (diluizioni standard), per la costruzione delle curve di dose-risposta (figura 1 e 2); per la valutazione dei sintomi di fitotossicità è stata utilizzata la scala empirica 0-10 (0 =nessun sintomo; 10=mancata emergenza o morte delle piante test). Mediante confronto dei sintomi di fitotossicità rilevati sulle piante test è stato possibile effettuare il dosaggio biologico dei residui di erbicida presenti nei campioni prelevati in campo.

Allo scopo di verificare un'eventuale azione fitotossica sulle possibili colture di successione del frumento, dopo la mietitrebbiatura e all'inizio del periodo autunnale si è provveduto alla semina delle colture in campo, previa preparazione differenziata del terreno. Dopo la raccolta del frumento nell'azienda Sarti nel corso dell'anno 2004 e nell'azienda Dalcero nel 2005, si è provveduto a seminare direttamente su sodo e dopo erpicatura le seguenti colture: finocchio, radicchio, spinacio, rafano, mais e soia. Nelle stesse aziende, durante il periodo autunnale degli stessi anni, previa estirpatura a 15 cm di profondità e aratura a 45 cm, sono state seminate le colture di finocchio, radicchio, rafano, bietola, loietto e medica. Nell'azienda Moscato, alla fine dell'estate, si è provveduto a seminare, previa estirpatura a 15 cm di profondità e aratura a 45 cm, finocchio, radicchio, rafano, mais, soia, bietola e medica nell'anno 2004, e finocchio, radicchio, rafano, mais, medica, bietola e fagiolo nel 2005.

A partire dall'emergenza delle colture sono stati effettuati, per 1 mese e ad intervalli di circa 10 giorni, i rilievi della fitotossicità mediante scala empirica 0-10 (0=nessun sintomo; 10=mancata emergenza o morte delle colture).

Decorso climatico

Il decorso climatico del periodo di prova degli anni 2004 e 2005 è stato caratterizzato da temperature entro la norma, ad eccezione di alcuni valori massimi piuttosto elevati durante alcuni periodi dei mesi di maggio, giugno e luglio di entrambe le annate, alternati a periodi caratterizzati da sbalzi termici, con temperature piuttosto fresche in particolare durante le notti dei medi di agosto e settembre.

Per quanto riguarda le precipitazioni si riportano di seguito le piovosità mensili (mm) registrate nelle aziende nel corso degli anni 2004 e 2005.

Anno	Az. Agr.	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	sett	ott	Totale
2004	Sarti	143	107	130	39	34	50	5	45	93	646
2004	Moscato	101	113	102	26	25	63	4	48	131	613
2005	Dalcero	55	40	90	54	26	19	134	94	179	691
2005	Moscato	53	18	60	42	23	13	99	92	233	633

RISULTATI

Prove di campo

I rilievi sperimentali effettuati su tutte le colture seminate in campo nel biennio 2004-2005 (tabella 1) dopo la raccolta del frumento o in epoca più ritardata, su terreno sottoposto a differenti modalità di lavorazione, non hanno permesso di evidenziare fallanze in fase di emergenza delle piantine, né sintomi di fitotossicità derivanti dall'attività residuale di iodosulfuron-methyl-sodium e di iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl.

Prove di serra

Dalle analisi biologiche condotte in serra sui campioni di terreno prelevati in campo, in tempi e profondità differenti, è stato possibile rilevare quanto segue.

Iodosulfuron-methyl-sodium (tabella 2, figura 3) ha manifestato un comportamento simile in entrambe gli anni di prova e nelle singole aziende caratterizzate da condizioni pedoclimatiche diverse. Ha evidenziato un certo grado di mobilità raggiungendo generalmente lo strato più profondo di 30-45 cm al primo prelievo, pur con concentrazioni quasi mai superiori a 1 ppb.

Tabella 1 - Grado di fitotossicità (scala empirica 0-10) rilevato nel biennio 2004-2005 sulle colture seminate in successione a frumento

Principi attivi	Iodosulfuron-methyl-sodium								Iodosulfuron-m-s + mesosulfuron-methyl							
Epoca appl.	accestimento				levata				accestimento				levata			
Epoca semina	estiva		ritardata		estiva		ritardata		estiva		ritardata		estiva		ritardata	
Tipo di lavorazione	sodo	ericatura	estirpatura	aratura	sodo	ericatura	estirpatura	aratura	sodo	ericatura	estirpatura	aratura	sodo	ericatura	estirpatura	aratura
	Az. Agr. Sarti – Budrio (BO) - Semina estiva: 13-07-2004; semina ritardata: 22-09-2004															
Finocchio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Radicchio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Spinacio	0	0			0	0			0	0			0	0		
Rafano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mais	0	0			0	0			0	0			0	0		
Soia	0	0			0	0			0	0			0	0		
Bietola			0	0			0	0			0	0			0	0
Loietto			0	0			0	0			0	0			0	0
Medica			0	0			0	0			0	0			0	0
Az. Agr. Moscato – Granarolo dell’Emilia (BO) – Semina ritardata: 08-09-2004																
Finocchio			0	0			0	0			0	0			0	0
Radicchio			0	0			0	0			0	0			0	0
Rafano			0	0			0	0			0	0			0	0
Mais			0	0			0	0			0	0			0	0
Soia			0	0			0	0			0	0			0	0
Bietola			0	0			0	0			0	0			0	0
Medica			0	0			0	0			0	0			0	0
Az. Agr. Dalcero – Budrio (BO) - Semina estiva: 15-07-2005; semina ritardata: 30-09-2005																
Finocchio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Radicchio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Spinacio	0	0			0	0			0	0			0	0		
Rafano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mais	0	0			0	0			0	0			0	0		
Soia	0	0			0	0			0	0			0	0		
Bietola			0	0			0	0			0	0			0	0
Loietto			0	0			0	0			0	0			0	0
Medica			0	0			0	0			0	0			0	0
Az. Agr. Moscato – Granarolo dell’Emilia (BO) – Semina ritardata: 12-09-2005																
Finocchio			0	0			0	0			0	0			0	0
Radicchio			0	0			0	0			0	0			0	0
Rafano			0	0			0	0			0	0			0	0
Mais			0	0			0	0			0	0			0	0
Bietola			0	0			0	0			0	0			0	0
Medica			0	0			0	0			0	0			0	0
Fagiolo			0	0			0	0			0	0			0	0

Figura 1 - Andamento medio della curva di dose-risposta di iodosulfuron-methyl-sodium

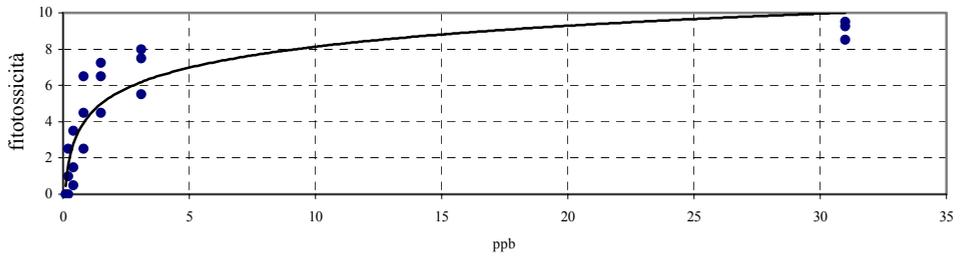


Figura 2 - Andamento medio della curva di dose-risposta di iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl

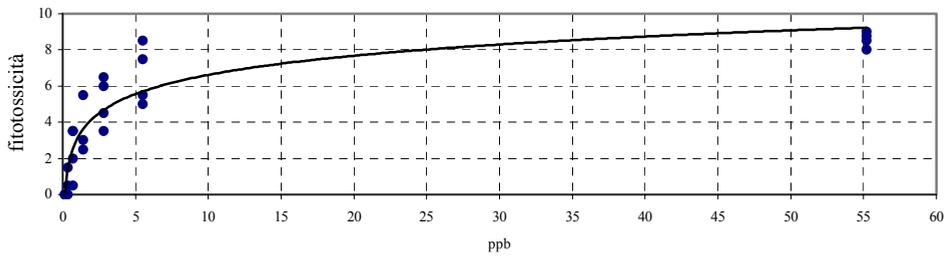


Figura 3 - Persistenza (giorni) e percolazione (cm) di iodosulfuron-methyl-sodium

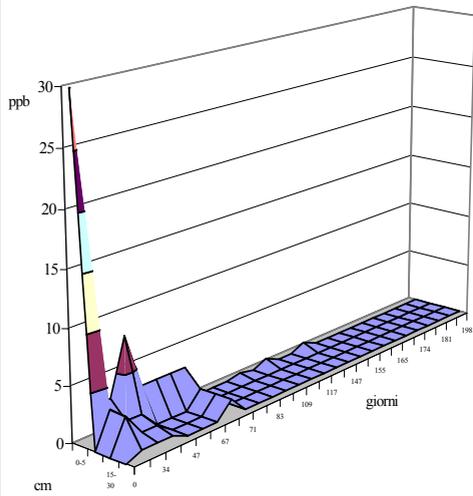


Figura 4 - Persistenza (giorni) e percolazione (cm) di iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl

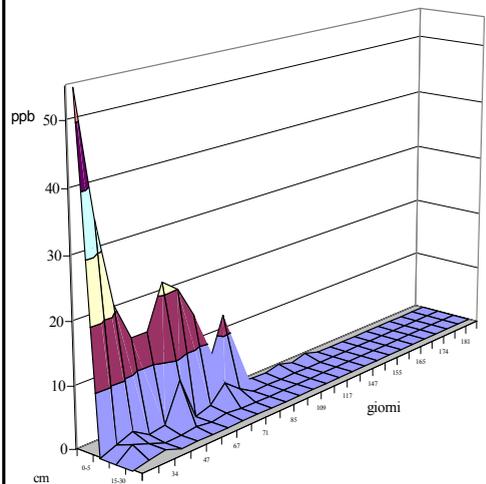


Tabella 2 - Valori di fitotossicità e concentrazioni (ppb) di iodosulfuron-m-s rilevate con test biologici

Prelievo (cm)	A: accestimento		B: levata		A: accestimento		B: levata	
	fitotoss.	ppb	fitotoss.	ppb	fitotoss.	ppb	fitotoss.	ppb
2004	Az. Agr. Sarti				Az. Agr. Moscato			
1°	t + 34		t + 30		t + 71		t + 41	
0-5	8,3	1,5-3,1	8,5	1,5-3,1	4,5	1,5-3,1	6,8	3,1-31
5-15	7,8	0,8-1,5	8	0,8-3,1	4,5	1,5-3,1	4	0,8-1,5
15-30	6,3	0,8-1,5	7	0,8-3,1	4,7	1,5-3,1	3,3	0,8-1,5
30-45	4	0,4-0,8	5	0,4-0,8	4,5	1,5-3,1	0,7	0,4-0,8
2°	t + 116		t + 99		t + 147		t + 117	
0-5	4,2	0,4-0,8	1,2	0,2-0,4	1	0,4-0,8	0	nr
5-15	0	nr	0	nr	0	nr	0	nr
15-30	0	nr	0	nr	0	nr	0	nr
30-45	0	nr	0	nr	0	nr	0	nr
3°	t + 165		t + 148		t + 196		t + 166	
0-5	0	nr	0	nr	0	nr	0	nr
5-15	0	nr	0	nr	0	nr	0	nr
15-30	0	nr	0	nr	0	nr	0	nr
30-45	0	nr	0	nr	0	nr	0	nr
4°(*)	t + 192		t + 175		t + 197		t + 167	
0-20	0	nr	0	nr	0	nr	0	nr
20-45	0	nr	0	nr	0	nr	0	nr
2005	Az. Agr. Dalcero				Az. Agr. Moscato			
1°	t + 71		t + 47		t + 83		t + 62	
0-5	5	0,4-0,8	1	< 0,2	4,3	0,4-0,8	6	0,8-1,5
5-15	2,7	0,2-0,4	2,7	0,2-0,4	1	< 0,4	1,7	0,4-0,8
15-30	1	< 0,2	0	nr	1	< 0,4	1	< 0,4
30-45	0,3	< 0,2	2,7	0,2-0,4	0	nr	0	nr
2°	t + 109		t + 85		t + 118		t + 97	
0-5	4	0,4-0,8	0	nr	2	0,4-0,8	3	0,4-0,8
5-15	0,7	< 0,2	0	nr	1	< 0,4	0	nr
15-30	0	nr	0	nr	0	nr	0	nr
30-45	0	nr	0	nr	0	nr	0	nr
3°					t + 176		t + 155	
0-5	-		-		1,7	0,4-0,8	0	nr
5-15	-		-		0	nr	0	nr
15-30	-		-		0	nr	0	nr
30-45	-		-		0	nr	0	nr
3°/4°(*)	t + 198		t + 174		t + 181		t + 160	
0-20	0	nr	0	nr	0	nr	0	nr
20-45	0	nr	0	nr	0	nr	0	nr

(*) Prelievo effettuato sia su terreno arato che estirpato

nr = non rilevabile sperimentalmente (valori inferiori al limite analitico)

La persistenza è risultata mediamente superiore ai 3-4 mesi, anche se ha raggiunto e superato i 176 giorni dall'applicazione limitatamente allo strato superficiale di 0-5 cm e unicamente nell'Az. Agr. Moscato nel corso dell'anno 2005. Non sono state rilevate sostanziali differenze per quanto riguarda il suo comportamento nelle diverse aziende, anni ed epoche di applicazione. Anche riguardo a quest'ultimo fattore di variabilità non è stato possibile identificare un comportamento differenziato di questa solfonilurea, probabilmente

per il limitato intervallo di tempo intercorrente tra le due epoche di distribuzione (mediamente circa 3 settimane).

Tabella 3 - Valori di fitotossicità e concentrazioni (ppb) di iodosulfuron-m-s + mesosulfuron-m rilevate con test biologici

Prelievo (cm)	A: accestimento		B: levata		A: accestimento		B: levata	
	fitoss.	ppb	fitoss.	ppb	fitoss.	ppb	fitoss.	ppb
2004	Az. Agr. Sarti				Az. Agr. Moscato			
1°	t + 34		t + 30		t + 71		t + 41	
0-5	7,5	11-11,5	7	11-11,5	5,8	5-6	6,3	9-9,5
5-15	5	1,5-2	4	0,8-1	3,5	0,5-0,8	2,8	0,3-0,5
15-30	4,2	0,8-1	5	1,5-2	2,5	0,3-0,5	0	nr
30-45	4	0,8-1	3,7	0,5-0,8	1,5	< 0,2	0	nr
2°	t + 116		t + 99		t + 147		t + 117	
0-5	3,7	0,5-0,8	2,3	0,3-0,5	0	nr	1	< 0,2
5-15	0,8	< 0,2	0,5	< 0,2	0	nr	0	nr
15-30	0	nr	0	nr	0	nr	0	nr
30-45	0	nr	0	nr	0	nr	0	nr
3°	t + 165		t + 148		t + 196		t + 166	
0-5	0	nr	0	nr	0	nr	0	nr
5-15	0	nr	0	nr	0	nr	0	nr
15-30	0	nr	0	nr	0	nr	0	nr
30-45	0	nr	0	nr	0	nr	0	nr
4°(*)	t + 192		t + 175		t + 197		t + 167	
0-20	0	nr	0	nr	0	nr	0	nr
20-45	0	nr	0	nr	0	nr	0	nr
2005	Az. Agr. Dalcero				Az. Agr. Moscato			
1°	t + 71		t + 47		t + 83		t + 62	
0-5	7,7	20-22	4	1-2	7,3	12-14	8	20-22
5-15	5	3-4	3	0,5-1	4	1-2	6	6-7
15-30	1	< 0,2	1	< 0,2	1	< 0,2	1,7	0,2-0,5
30-45	1,3	< 0,2	0,7	< 0,2	0	nr	0	nr
2°	t + 109		t + 85		t + 118		t + 97	
0-5	1,7	0,2-0,5	2,3	0,5-1	2,3	0,5-1	2	0,5-1
5-15	0	nr	0	nr	0	nr	0	nr
15-30	0	nr	0	nr	0	nr	0	nr
30-45	0	nr	0	nr	0	nr	0	nr
3°					t + 176		t + 155	
0-5	-		-		0	nr	0	nr
5-15	-		-		0	nr	0	nr
15-30	-		-		0	nr	0	nr
30-45	-		-		0	nr	0	nr
3°/4°(*)	t + 198		t + 174		t + 181		t + 160	
0-20	0	nr	0	nr	0	nr	0	nr
20-45	0	nr	0	nr	0	nr	0	nr

(*) Prelievo effettuato sia su terreno arato che estirpato
nr = non rilevabile sperimentalmente (valori inferiori al limite analitico)

Iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl (tabella 3, figura 4): questa miscela, caratterizzata da una minor quantità di iodosulfuron-methyl-sodium (3 g/ha) rispetto alla combinazione di riferimento (10 g/ha), ha manifestato una mobilità medio-elevata e simile a quella dello stesso iodosulfuron-methyl-sodium; nell'ambito delle differenti condizioni

pedoclimatiche e applicative ha raggiunto quasi sempre lo strato di 30-45 cm, a concentrazioni mai superiori a 1 ppb. Riguardo la persistenza, è possibile affermare che la rapidità di degradazione di tale miscela risulta sensibilmente superiore rispetto al solo iodosulfuron-methyl-sodium; la persistenza è risultata minore di 4 mesi, con concentrazioni inferiori a 1 ppb rilevate solo nello strato superficiale di 0-5 cm. Anche per la miscela di iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl non sono state rilevate sostanziali differenze comportamentali nei confronti dei principali fattori di variabilità: tipo di terreno, decorso climatico, anno ed epoca di applicazione.

CONCLUSIONI

Dalle risultanze sperimentali ottenute in campo con la semina delle principali colture di successione a frumento, su terreno sottoposto a differenti modalità di coltivazione, non sono stati evidenziati sintomi di fitotossicità derivanti dall'attività residuale di iodosulfuron-methyl-sodium e della miscela di iodosulfuron-methyl-sodium + mesosulfuron-methyl impiegati per il diserbo di post-emergenza del frumento. Pertanto non dovrebbero sussistere rischi di fitotossicità per le colture di finocchio, radicchio, spinacio, rafano, mais e soia seminate dopo la raccolta del frumento, come pure per le colture di bietola, medica, fagiolo e loietto seminate a fine estate o inizio autunno.

Dai saggi biologici condotti in serra si è potuto evidenziare un certo grado di mobilità lungo il profilo del suolo da parte degli erbicidi presi in esame, anche se le concentrazioni rilevate negli strati più profondi erano generalmente ai limiti della sensibilità analitica. Risulta quindi limitata la possibilità di interessare lo strato sottostante quello arabile e quindi anche la pericolosità di contaminazione delle acque di falda.

L'attività erbicida dei residui bioattivi, che si manifesta con lievi sintomi sulle piante test di barbabietola da zucchero, è stata rilevata fino a distanza di 4-5 mesi dalla distribuzione in campo, sia con trattamenti nella fase di accestimento, sia con applicazioni nella fase di levata del frumento. Occasionalmente è stata raggiunta una persistenza più elevata, prossima a sei mesi dall'applicazione in campo ed esclusivamente nello strato superficiale. Le concentrazioni rilevate erano però inferiori a 1 ppb, al limite della sensibilità biologica della pianta test. In ogni caso le possibilità che si presentino problematiche di carattere agronomico sulle più sensibili colture di successione, come evidenziato dalle prove di campo eseguite in condizioni pedoclimatiche differenti, rimangono alquanto limitate.

LAVORI CITATI

- Baldoni G., 1990. Non solo lotta chimica. *Terra e Vita*, 38, 46-48.
- NRAAVC (National Registration Authority for Agricultural and Veterinary Chemicals), 2001. Evaluation of the new active iodosulfuron-methyl-sodium in the product Hussar selective herbicide. Canberra – Australia.
- Paolini R., Faustini F., Fiorillo A., 2004. Effetti sulle colture in successione di Hussar OF applicato su grano duro. *L'Informatore Agrario*, 14, 81-84.
- Rapparini G., Campagna G., Romagnoli S., Bucchi R., 2004. Verifica della percolazione e della persistenza sulle colture di successione di iodosulfuron, metsulfuron-metile e triasulfuron applicati in pieno campo su frumento. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 421-428.
- Rapparini G., Campagna G., Romagnoli S., Geminiani E., 2005. Persistenza e percolazione di erbicidi applicati in post-emergenza del grano. *L'Informatore Agrario*, 31, 63-67.
- Vicari A., 1995. La dispersione degli erbicidi nell'ambiente. *Informatore Fitopatologico*, 7-8, 8-12.