

## HALAUXIFEN-METILE (ARYLEX™ ACTIVE): NUOVO ERBICIDA DI POST EMERGENZA DEI CEREALI

L. ALFARANO, M. D'ALESSANDRO, N. DALLA VALLE, C. VAJ, V. ZAFFAGNINI  
Dow AgroSciences Italia Srl, viale A. Masini, 36 – 40126 Bologna  
lalfarano@dow.com

### RIASSUNTO

Si riportano le principali caratteristiche di Arylex™ active (halauxifen-metile), la nuova sostanza attiva erbicida per il controllo selettivo delle dicotiledoni infestanti delle colture cerealicole, frutto della ricerca Dow AgroSciences. La sostanza attiva appartiene alla famiglia chimica degli arilpicolinati, ed agisce sull'equilibrio auxinico delle piante sensibili (gruppo O secondo la classificazione HRAC). Halauxifen-metile è un erbicida di post emergenza la cui efficacia non viene influenzata dalle basse temperature, ed è autorizzato in Europa per l'impiego nei cereali autunno-vernini e primaverili. Assorbito principalmente per via fogliare, viene traslocato per via floematica e xilematica nei tessuti vegetali ove agisce legandosi ai recettori degli ormoni nelle piante sensibili. Arylex è formulato in miscela con florasulam e in miscela con aminopirialid, rispettivamente in due prodotti pronti all'uso denominati Zypar™ e Manhattan™. Prove parcellari condotte in tutta Europa dal 2007 al 2015 hanno dimostrato che entrambe le formulazioni erbicide sono selettive nei confronti dei principali cereali autunno-vernini e primaverili e possono essere applicate fino allo stadio di secondo nodo (Manhattan) o botticella (Zypar) delle colture.

**Parole chiave:** florasulam, aminopirialid, dicotiledonici, Zypar, Manhattan

### SUMMARY

#### HALAUXIFEN-METHYL (ARYLEX™ ACTIVE): NEW POST EMERGENT HERBICIDE FOR CEREAL CROPS

The main features of Arylex™ active (halauxifen-methyl), a new broadleaf herbicide for cereal crops, are reported. This new active substance was discovered by Dow AgroSciences and belongs to the new family of arylpicolinate herbicides which are synthetic auxins (HRAC group O). Arylex™ is a flexible, systemic, post-emergent herbicide that can be used in winter and spring cereals, and whose efficacy is expressed in a variety of weather conditions. Halauxifen-methyl moves systemically throughout the target weeds and binds to receptor sites normally used by plant hormones. Halauxifen-methyl is formulated with either florasulam or aminopyralid in two premixes developed under the trade names of Zypar™ and Manhattan™ respectively. Field studies conducted in the last eight years (2007-2015) across Europe proved that both formulations can be safely used in main winter and spring cereals, and can be applied up to second node (Manhattan) or boot stage (Zypar) of cereal crops.

**Keywords:** florasulam, aminopyralid, broadleaf herbicides, Zypar, Manhattan

### INTRODUZIONE

La sostanza attiva halauxifen-metile (Arylex™ active) è un nuovo erbicida sviluppato da Dow AgroSciences per il controllo in post emergenza delle principali dicotiledoni infestanti dei cereali a paglia, incluse alcune specie resistenti, caratterizzato da basse dosi di impiego. La rapida degradazione nel suolo e nei tessuti delle piante tolleranti garantisce flessibilità nelle rotazioni colturali e si accompagna ad un favorevole profilo tossicologico e ambientale.

A maggio 2015 si è conclusa con esito positivo la valutazione europea di halauxifen-metile secondo il Regolamento (CE) N° 1107/2009, relativo all'immissione sul mercato dei prodotti

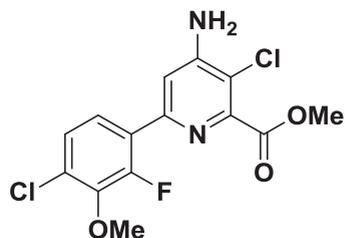
fitosanitari, dopo l'esame del dossier registrativo da parte del Regno Unito, in qualità di stato membro relatore, e la revisione dello stesso presso l'EFSA (EFSA Journal 2014;12(12):3913. Disponibile al sito: [www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu)). Ai sensi del Regolamento di esecuzione (UE) N° 2015/1165, Arylex è quindi approvato in Europa a partire dal 5 agosto 2015.

Per il Sud Europa, la sostanza è stata formulata per i cereali in miscele erbicide pronte all'uso che includono florasulam (Zypar™) oppure aminopirialid (Manhattan™).

Per entrambe le formulazioni Dow AgroSciences ha trasmesso l'istanza di registrazione zonale alle autorità Francesi, nel loro ruolo di stato membro relatore, rispettivamente nel dicembre 2014 (Zypar) e nell'agosto 2015 (Manhattan).

### Caratteristiche chimico-fisiche di Arylex™ active (halauxifen-metile)

Nome chimico (ISO - in via di approvazione):	halauxifen-metile
Nome chimico (IUPAC):	methyl 4-amino-3-chloro-6-(4-chloro-2-fluoro-3-methoxyphenyl) pyridine-2-carboxylate
Nome chimico (CA)	methyl 4-amino-3-chloro-6-(4-chloro-2-fluoro-3-methoxyphenyl)-2-pyridinecarboxylate
Numero CAS:	943831-98-9
Famiglia chimica:	arilpicolinati
Formula di struttura:	



Formula empirica molecolare:	C <sub>14</sub> H <sub>13</sub> Cl <sub>2</sub> FN <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Massa molare:	347,17 g/mol
Densità relativa:	1,5057 g cm <sup>-3</sup> at 20°C
Punto di fusione:	145,5°C
Pressione di vapore:	5,9 x 10 <sup>-9</sup> Pa at 20°C
Coeff. di ripartizione ottanolo/acqua (log K <sub>ow</sub> )	3,76 at pH 7
Coeff. di partizione suolo/acqua (Kd):	13 – 340 mL/g (media = 73 mL/g)
Solubilità in acqua a 20°C:	pH 5: 1,66 mg/L pH 7: 1,67 mg/L pH 9: 1,69 mg/L

### Tossicità nei confronti dei mammiferi

Il pacchetto completo di studi è stato realizzato utilizzando sia la sostanza attiva, halauxifen-metile (Arylex), che la sua forma più mobile ed attiva halauxifen-acido, che si forma nelle piante tramite processo di de-esterificazione. La tossicità acuta di halauxifen-metile ed halauxifen-acido per i mammiferi è bassa sia in caso di esposizione orale che dermale.

Entrambe le forme sono poco irritanti per gli occhi e la cute e non causano fenomeni di sensibilizzazione cutanea. Gli studi sulla tossicità cronica e carcinogenicità non hanno evidenziato potenziali rischi particolari.

Tabella 1. Tossicità acuta e cronica di halauxifen-acido e halauxifen-metile

Tossicità acuta orale (ratto)	DL <sub>50</sub> > 5.000 mg/kg
Tossicità acute dermale (ratto)	DL <sub>50</sub> > 5.000 mg/kg
Sensibilizzazione cutanea (coniglio)	Assenza di effetti negativi
Irritazione dermale (coniglio)	Poco irritante
Irritazione oculare (coniglio)	Poco irritante
Tossicità cronica/carcinogenicità* (ratto)	Non carcinogenico
Teratogenicità (ratto, coniglio)	Assenza di effetti negativi
Genotossicità	Assenza di effetti negativi, non genotossico

\*dati relativi al solo halauxifen-acido

### Caratteristiche eco-tossicologiche

Gli studi ecotossicologici dimostrano che la tossicità acuta è estremamente bassa nei confronti delle specie terrestri (uccelli, api e lombrichi), moderata nei confronti di pesci e invertebrati acquatici, mentre varia da moderata a elevata nei confronti delle alghe marine e d'acqua dolce a seconda delle specie (tabella 2).

Tabella 2. Caratteristiche eco-tossicologiche della sostanza attiva Arylex (halauxifen-metile)

Uccelli: tossicità orale acuta <i>Colinus virginianus</i> <i>Poephila guttata</i>	DL <sub>50</sub> > 2.250 mg s.a./kg pc
Uccelli: tossicità alimentare a breve termine <i>Colinus virginianus</i>	CL <sub>50</sub> > 5.620 mg s.a./kg dieta
Pesci: tossicità acuta <i>Oncorhynchus mykiss</i>	CL <sub>50</sub> = 2,01 mg/L
Invertebrati: tossicità acuta <i>Daphia magna</i>	CE <sub>50</sub> = 2,12 mg/L
Alghe d'acqua dolce: tossicità acuta <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> <i>Navicula pelliculosa</i> <i>Anabaena flos-aquae</i>	CE <sub>50</sub> > 0,245 mg/L CE <sub>50</sub> = 0,663 mg/L CE <sub>50</sub> > 0,775 mg/L
Alghe marine: tossicità acuta <i>Skelotonema costatum</i>	CE <sub>50</sub> = 1,07 mg/L
Organismi terrestri: tossicità acuta Ape ( <i>Apis mellifera</i> ), per contatto Ape ( <i>Apis mellifera</i> ), orale Lombrico ( <i>Eisenia fetida</i> )	DL <sub>50</sub> > 98,1 µg/ape DL <sub>50</sub> > 108 µg/ape CL <sub>50</sub> > 1.000 mg/kg suolo secco

### Comportamento nell'ambiente

Gli studi di laboratorio e di campo effettuati per comprendere il comportamento di halauxifen-metile nell'ambiente dimostrano la sua rapida degradazione alla forma di halauxifen-acido. I prodotti finali del metabolismo sono CO<sub>2</sub> e residui non estraibili nel suolo.

La via primaria di dissipazione di halauxifen-metile nel suolo è costituita dalla degradazione microbica piuttosto che dalla fotodegradazione. Gli studi di dissipazione in pieno campo condotti in quattro siti Europei dopo applicazioni autunnali o primaverili indicano una emivita media di 17 giorni per halauxifen-metile, ed un valore medio del coefficiente K<sub>OC</sub> pari a 1418 mL/g, indice di un forte adsorbimento. Per halauxifen-acido il valore medio di K<sub>OC</sub> è invece pari a soli 179 mL/g, denotando potenziale mobilità nel suolo.

Nel profilo del suolo sono stati tuttavia osservati solo limitati movimenti sia di halauxifen-metile che della sua forma acida, i rispettivi residui sono stati individuati soprattutto nei primi 15 cm di profondità. La fotodegradazione di halauxifen-metile avviene rapidamente in acqua, ove si ritiene sia la più significativa via di degradazione. Studi di laboratorio hanno dimostrato inoltre la rapidità del processo di idrolisi di halauxifen-metile in halauxifen-acido in ambiente moderatamente alcalino.

Per quanto attiene al destino di halauxifen-metile nell'aria si rileva che la molecola non è volatile essendo caratterizzata da una bassa pressione di vapore, come attestato dal basso valore della costante di Henry ( $1,22 \times 10^{-6}$  Pa m<sup>3</sup> mol<sup>-1</sup> a pH 7).

### **Meccanismo di azione, attività erbicida e sintomatologia**

Benchè sia una auxina di sintesi appartenente alla famiglia dei derivati picolinici (derivati piridinici con catene carbossiliche – gruppo O secondo la classificazione HRAC), halauxifen-metile differisce da altri membri di tale famiglia di erbicidi quali ad es. aminopiralid, picloram e clopiralid, per la presenza di un gruppo fenile dovuto a una reazione di sostituzione dell'anello piridinico.

Inoltre il sito di azione delle auxine arilpicoliniche è diverso da quello dei derivati ossiacetici quali fenossiderivati e piridine (2,4-D, fluroxipir, triclopir ecc.).

Dotato di mobilità sistemica, halauxifen-metile si lega ai siti recettivi delle auxine nelle infestanti sensibili ed agendo come regolatore artificiale di crescita altera la crescita apicale causando torsioni, curvature e accrescimento cellulare disorganizzato. Altri sintomi riscontrabili includono: l'ispessimento, l'arricciamento e l'avvolgimento di getti, germogli e foglie; quest'ultime mostrano tipiche alterazioni nella disposizione delle nervature e nel portamento (a coppa). Tali alterazioni culminano nella devitalizzazione della pianta entro pochi giorni o qualche settimana, a seconda delle condizioni ambientali.

Applicato in post emergenza, Arylex si distingue per l'efficacia anche alle basse dosi nel controllo di numerose infestanti dicotiledoni, inclusi i biotipi resistenti agli inibitori dell'acetolattatosintetasi (ALS) di specie appartenenti ai generi *Stellaria* e *Papaver*.

Arylex garantisce il controllo di *Fumaria officinalis*, *Galium aparine*, *Lamium purpureum*, *Papaver rhoeas* e *Stellaria media* superiore rispetto ad altri erbicidi ormonici. Tuttavia il controllo di *Veronica persica*, *Viola tricolor* e *Matricaria chamomilla* può essere inferiore rispetto a quello di alcuni erbicidi inibitori dell'ALS. Pertanto le formulazioni di Arylex con altri erbicidi, ormonici o inibitori dell'ALS, sono in grado di fornire un maggiore spettro e grado di efficacia.

### **Metabolismo nelle piante**

Halauxifen-metile viene de-esterificato nelle piante sensibili in halauxifen-acido, la forma più mobile ed attiva, a questo processo si accompagna quello molto più lento di de-metilazione, con formazione di 3-idrossifenil-haluauxifen. L'adozione di un antidoto agronomico, il cloquintocet-mexyl, accelera la de-metilazione, consentendo alle colture di metabolizzare più rapidamente il prodotto.

### **Caratteristiche tecniche dei formulati Zypar™ e Manhattan™**

Zypar è formulato come olio dispersibile (OD) e contiene 6 g ae/L di halauxifen-metile e 5 g/L di florasulam, si applica alla dose unica di 1,0 litro di prodotto per ettaro;

Manhattan è formulato come liquido emulsionabile (EC) e contiene rispettivamente 30 e 25 g ae/L di halauxifen-metile e di aminopiraliid, la dose di impiego è pari a 0,2 litri di prodotto per ettaro.

Entrambe le formulazioni includono l'antidoto agronomico cloquintocet-mexyl in rapporto 1:1 con halauxifen-metile; possono essere applicate dalla fase di tre foglie vere a quella di botticella (Zypar) e dallo stadio di inizio accestimento fino al secondo nodo (Manhattan) utilizzando volumi compresi tra 100 e 400 litri per ettaro.

### **MATERIALI E METODI**

I formulati Zypar e Manhattan sono stati sperimentati in Italia e nelle nazioni più rappresentative della cerealicoltura nell'area climatica dell'Europa meridionale dal 2007 al 2015 per meglio caratterizzare lo spettro di efficacia e saggiare il livello di controllo delle dosi testate.

Prove parcellari sono state condotte da Dow AgroSciences e organizzazioni di ricerca autorizzate per l'esecuzione di prove sperimentali a fini registrativi in osservanza delle linee guida europee EPPPO PP 1/93, PP 1/152, PP 1/135, PP 1/181, ed inoltre PP 1/207 per gli effetti sulle colture in successione, PP 1/241 e PP 1/278 per le verifiche comparative tra aree climatiche omogenee.

Il disegno sperimentale delle prove di campo ha utilizzato lo schema a blocchi randomizzati o split-plot con 4 ripetizioni per le prove di efficacia e selettività o 2 replicazioni nelle prove di selettività per le colture in rotazione (*carry-over*) con parcelle di dimensioni comprese tra 13.5 e 20 m<sup>2</sup>. Le applicazioni sono state effettuate con irroratrici di precisione, ad aria compressa, impiegando volumi equivalenti a 150-400 L/ha con pressioni di esercizio comprese tra i 150 ed i 350 kPa.

Nella maggior parte dei casi i trattamenti sono stati eseguiti nelle fasi fenologiche della coltura comprese tra inizio accestimento e secondo nodo (Manhattan) o tra inizio accestimento e stadio di botticella (Zypar) nei confronti di un consistente numero di infestanti nei relativi stadi di sviluppo.

I periodici rilievi di efficacia sono stati condotti all'incirca 2, 4 e 8 settimane dopo l'applicazione ed in altri fasi opportune (ricrescite, ricacci, fioritura ecc.) delle infestanti mentre quelli di selettività sono stati effettuati nei principali stadi di sviluppo della coltura (fine accestimento, foglia a bandiera, botticella ecc.). Le valutazioni di efficacia e selettività sono espresse in una scala percentuale di valutazione lineare con 0% pari a mancanza di controllo (o completa selettività) e 100% morte della pianta. Sono stati inoltre rilevati i seguenti parametri di selettività: clorosi, necrosi, deformazione fogliare, alterazioni della colorazione, inibizione della crescita, effetti sulla spigatura.

Per valutare gli effetti della applicazione di Manhattan o di Zypar sulle rese e sui parametri qualitativi della granella sono state condotte prove specifiche in assenza d'infestanti, per evitare eventuali competizioni con la coltura, e applicando i prodotti alle rispettive dosi di impiego e a quelle doppie. I dati delle rese sono stati ricavati impiegando mietitrebbie parcellari per la raccolta della granella standardizzandone poi il peso al 15% di umidità (85% di sostanza secca).

## RISULTATI E DISCUSSIONE

### Efficacia

#### Zypar

Gli studi per verificare l'efficacia nei confronti delle infestanti dicotiledoni di Zypar impiegato alla dose di 1 L/ha (6 g ae/ha di Arylex + 5 g sa/ha di florasulam) hanno previsto il confronto del prodotto con formulati a base di metsulfuron metile o a base di florasulam impiegati rispettivamente alla dose di 6 g/ha e 6,25-7,5 g/ha, evidenziando l'efficacia di Zypar nei confronti delle seguenti infestanti: *Capsella bursa-pastoris*, *Centaurea cyanus*, *Chrysanthemum segetum*, *Fumaria officinalis*, *Galium aparine*, *Geranium dissectum*, *Lamium purpureum*, *Matricaria chamomilla*, *Papaver rhoeas*, *Sinapis spp.*, *Stellaria media*, *Bifora radians*, *Ridolfia segetum*, *Chenopodium album*, *Anthemis arvensis* (Tabella 4).

Tabella 3. Zypar: composizione e classificazione del meccanismo di azione

	Arylex™	florasulam	Arylex™+florasulam
Dose g ae-sa/ha (L pr/ha)			6+5 (1.0)
Gruppo chimico:	6-arilpicolinati	triazolopirimidine	6-arilpicolinati + triazolopirimidine
Meccanismo di azione:	Auxina di sintesi	Inibitore dell'acetolattato sintasi (ALS)	Auxina di sintesi + inibitore dell'acetolattato sintasi (ALS)
Classificazione HRAC	O	B	O + B

Tabella 4. Efficacia di Arylex + florasulam nei confronti di infestanti dicotiledoni: Percentuale media di controllo (valore minimo e massimo) a 4-8 settimane dal trattamento

Infestante	N° prove	Infestazione piante/m <sup>2</sup> (media)	Arylex+florasulam 6+5 g/ha	metsulfuron m. 6 g/ha	florasulam 6,25-7,5 g/ha
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	3	19	97,1 (95-99)	.	95,2 (93-99)
<i>Centaurea cyanus</i>	3	76	96,8 (92-100)	.	81,4 (49-100)
<i>Chrysanthemum segetum</i>	3	38	91,6 (81-100)	.	85,1 (69-100)
<i>Fumaria officinalis</i>	13	50	98,5 (95-100)	34,0 (0-100)	.
<i>Galium aparine</i>	12	42	98,6 (94-100)	20,5 (0-78)	.
	20	28	97,6 (71-100)	.	93,0 (68-100)
<i>Geranium dissectum</i>	3	10	99,0 (97-100)	.	93,5 (89-98)
<i>Lamium purpureum</i>	3	46	99,7 (99-100)	90,7 (76-99)	.
<i>Matricaria chamomilla</i>	5	65	97,7 (94-100)	.	96,8 (89-100)
<i>Papaver rhoeas</i> (susc.)	19	94	97,3 (83-100)	90,1 (70-100)	.
<i>P. rhoeas</i> (res. ALS)	8	65	87,7 (79-100)	16,8 (0-50)	.
<i>Sinapis</i> spp.	5	28	94,1 (85-100)	95,3 (88-100)	.
<i>Stellaria media</i>	6	38	98,5 (97-100)	94,2 (90-99)	.
<i>Bifora radians</i>	3	8	100	100	.
<i>Ridolfia segetum</i>	2	25	100	.	69,5 (68-71)
<i>Chenopodium album</i>	2	18	98,1 (97-98)	.	56,2 (53-60)
<i>Anthemis arvensis</i>	2	40	89,4 (85-94)	87,5 (80-95)	.

Punti di forza della combinazione di queste sostanze attive sono il controllo di *G. aparine*, *S. media*, *Fumaria officinalis*, *P. rhoeas* e *Matricaria* spp..

Un ulteriore beneficio della miscela di queste due sostanze attive riguarda infestanti quali *P. rhoeas* e *S. media* identificate come resistenti ai meccanismi di inibizione dell'ALS in alcuni areali europei. Nonostante solo un piccolo numero di casi accertati riguardi resistenza al florasulam non è stata osservata resistenza incrociata con Arylex (halauxifen-metile) in tutte le prove sperimentali effettuate e menzionate in questa pubblicazione.

### Manhattan

Gli studi per verificare l'efficacia di Manhattan nei confronti delle infestanti dicotiledoni hanno previsto il confronto del prodotto impiegato alla dose di 0,2 L/ha di formulato commerciale (6 g ae/ha di Arylex + 5 g ae/ha di aminopirialid) con formulati a base di florasulam (6,25 g sa/ha) o metsulfuron metile (6-8 g sa/ha) o MCPP + tribenuron metile (800 + 11 g sa/ha), evidenziando l'efficacia di Manhattan nei confronti delle seguenti infestanti: *Fumaria officinalis*, *Galium aparine*, *Lamium purpureum*, *Papaver rhoeas*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Centaurea cyanus* (tabella 6).

Tabella 5. Manhattan: composizione e classificazione del meccanismo di azione

	Arylex™	aminopirialid	Arylex+aminopirialid (Manhattan)
Dose g ae/ha (L pr/ha)			6+5 (0,2)
Gruppo chimico:	6-arilpicolinati	Acidi carbossilici delle piridine	6-arilpicolinati + Acidi carbossilici delle piridine
Meccanismo di azione:	Auxine di Sintesi		
Classificazione HRAC	O		

Tabella 6. Efficacia di Arylex + aminopirialid nei confronti di infestanti dicotiledoni: Percentuale media di controllo (valore minimo e massimo) a 4-8 settimane dal trattamento

Infestante	N° prove	Infestazione piante/m <sup>2</sup> (media)	Arylex + aminopirialid 6+5 g/ha	florasulam 6,25 g sa/ha	metsulfuron metile 6-8 g sa/ha	MCPP + tribenuron m. 800 + 11 g sa/ha
<i>Fumaria officinalis</i>	7	17	99 (97-100)	.	35 (0-82)	82 (38-100)
	9	33	99 (96-100)	.	43 (30-91)	.
<i>Galium aparine</i>	4	21	99 (98-100)	.	.	84 (66-99)
	2	35	99 (98-100)	98 (98-99)	.	.
<i>Lamium purpureum</i>	5	61	99 (99-100)	.	81 (35-99)	.
<i>Papaver rhoeas</i> biotipi suscettibili	16	88	98 (94-100)	.	62 (11-97)	.
	9	64	99 (96-100)	.	.	86 (39-100)
<i>Papaver rhoeas</i> biotipi resistenti ALS	9	183	95 (94-100)	.	10 (0-38)	.
	6	426	97 (94-100)	54 (11-90)	.	.
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	3	42	99 (98-99)	.	73 (45-94)	.
<i>Centaurea cyanus</i>	2	6	96 (95-98)	43 (14-73)	.	.

Lo spettro di efficacia include i biotipi resistenti di *P. rhoeas* (Torra J., 2010) di particolare interesse nelle colture cerealicole del sud Europa. Il controllo di questa infestante è difatti critico in paesi quali la Spagna dove si richiede il 99% di controllo per prevenire effetti

negativi sulle rese dei cereali (Torra *et al.*, 2008). *P. rhoeas* è la principale infestante nel nord della Spagna (Riba *et al.*, 1990) ed una delle più importanti in tutta Italia causando riduzioni delle produzioni fino ad oltre il 30% (Torra *et al.*, 2008).

### Selettività su grano tenero e duro

La selettività di Zypar e Manhattan espressa attraverso le rese colturali è stata valutata in prove specifiche in tutta Europa condotte in condizioni di assenza di competizione da parte delle infestanti ed in condizioni ordinarie per le altre pratiche agronomiche e tecniche colturali. In queste prove, Zypar (Arylex + florasulam) e Manhattan (Arylex + aminopyralid) sono stati applicati alle rispettive dosi d'impiego e al doppio delle dosi di impiego, dimostrando una buona selettività nei riguardi di grano tenero e duro (Tabelle 7 e 8).

L'occasionale manifestazione di fenomeni di inibizione della crescita o di clorosi è stata transitoria e i sintomi sono generalmente scomparsi entro alcune settimane dopo l'applicazione. Inoltre, test specifici sui vari parametri qualitativi della granello (peso di 1000 semi, peso ettolitrico, test di Hagberg, test di Zeleny, contenuto proteico, percentuale di germinazione) non hanno evidenziato differenze significative con il testimone non trattato

Tabella 7. Produzione di grano tenero e duro trattato con Arylex + florasulam (Zypar)

	N° prove	Zypar 1 L/ha		Zypar 2 L/ha		Standard 1 X		Standard 2 X		Test. Prod. t/ha
		Prod. t/ha	% vs. testimone							
Europa meridionale (Zona climatica EPPO: Mediterranea) – grano tenero										
Media	3*	5,9	103,7	5,9	104,8	5,9	104,6	5,8	101,2	5,7
Min.		3,9	91,2	4,2	89,0	3,8	94,5	3,7	94,2	3,9
Mass.		7,4	111,1	7,4	118,1	7,5	120,5	7,5	111,7	6,7
Europa meridionale (Zona climatica EPPO: Mediterranea) – grano duro										
Media	10**	5,7	100,9	5,6	99,4	5,8	103,2	5,7	100,7	5,7
Min.		2,7	92,2	2,6	93,2	3	94,7	2,6	92,3	2,6
Mass.		8,4	116,7	8,1	109,3	8,3	116,7	8,6	120	8,1

\*Standard adottato: florasulam+fluroxypyr alle dosi di 5+100 g/ha (1X) e 10+200 g/ha (2X)

\*\*Standard adottato: florasulam alle dosi di 6,25 g/ha (1X) e 12,5 g/ha (2X);

Varietà di grano tenero saggiate: !Mieti, !Pakito, Prevert

Varietà di grano duro saggiate: Dupre, Latinur, Levante, Normanno, Pescadou, Saragolla, Simeto

Tabella 8. Produzione di grano tenero e duro trattato con Arylex + aminopiraldid (Manhattan)

	N° prove	Manhattan 0,2 L/ha		Manhattan 0,4 L/ha		Standard 1X		Standard 2 X		Test. Prod. t/ha
		Prod. t/ha	% vs. testimone	Prod. t/ha	% vs. testimone	Prod. t/ha	% vs. testimone	Prod. t/ha	% vs. testimone	
Europa meridionale (Zona climatica EPPO: Mediterranea) – grano tenero										
Mean	9*	7,2	100,3	6,5	91,5	7,4	103,8	6,5	90,6	7,1
Min		4,3	104,8	4,3	104,8	4,3	104,8	4,3	104,8	4,1
Max		10	101,0	8,8	88,8	10,1	102,0	6,5	86,8	9,9
Europa meridionale (Zona climatica EPPO: Mediterranea) – grano duro										
Mean	5**	8,2	98,3	8,1	97,4	8,3	99,7	8,1	97,5	8,4
Min		6,6	95,7	6,8	98,6	6,7	97,1	6,6	95,7	6,9
Max		10,6	95,3	10,2	91,1	10,8	97,0	11,0	98,6	11,2

\*Standard adottato: florasulam alle dosi di 6,25 g/ha (1X) e 12,5 g/ha (2X);

\*\*Standard adottato: fluroxypyr alle dosi di 200 g ae/ha (1X) e 400 g ae/ha (2X).

Varietà di grano tenero saggiate: !García, Bologna, Solehio, Arthur Nick, Amador, Alixan, Craklin

Varietà di grano duro saggiate: Pescadou, Levante, Simeto

### **Selettività sulle colture in successione.**

Studi iniziali per la determinazione degli effetti di Arylex (halauxifen-metile) per varie colture (effettuati incorporando halauxifen-metile nel suolo) hanno dimostrato la bassa sensibilità di cereali e crucifere e l'elevata sensibilità delle asteracee (lattuga, girasole) e delle leguminose nei confronti dei residui di tale sostanza nel suolo. Analoghi risultati sono stati rilevati impiegando Arylex + florasulam (Zypar) nella stessa tipologia di prove.

Considerando che l'emivita di Arylex nel suolo è pari a 17 giorni e quella del florasulam è 1,2 giorni, è possibile dedurre che dopo due mesi non siano più presenti residui di florasulam nel suolo e che quelli di Arylex siano inferiori ai livelli di sensibilità per la maggior parte delle colture. Tali assunzioni trovano riscontro nei numerosi studi di campo condotti facendo seguire le più diffuse colture dell'areale climatico dell'Europa meridionale (cereali, crucifere, leguminose ed inoltre colture appartenenti alle famiglie delle asteraceae, solanaceae, apiaceae, chenopodiaceae, alliaceae, papaveraceae e boraginaceae) alle colture di cereali trattate con Zypar.

Gli studi di selettività svolti con la miscela di Arylex + aminopiridid (Manhattan) hanno evidenziato che l'interramento dei residui colturali tramite la lavorazione tradizionale del terreno riduce gli effetti anche sulle colture più sensibili, prevenendo impatti negativi sulle relative rese in termini quantitativi e qualitativi.

Lo scenario più critico testato per Manhattan è stato quindi quello delle semine autunnali, eseguite dopo la raccolta del cereale trattato utilizzando sia la dose prevista per l'impiego che il doppio di tale dose. Solo in quest'ultimo caso (dose pari al doppio di quella prevista per l'impiego) sono stati osservati limitati sintomi di fitotossicità su alcune leguminose quali medica (*Medicago sativa*) e trifoglio (*Trifolium spp.*).

In base a numerose evidenze sperimentali è possibile seminare erba medica, trifoglio o colture della famiglia delle asteraceae (cicoria, lattuga, girasole) 5 mesi dopo l'applicazione di Manhattan su una coltura di cereali, mentre è necessario attendere 9 mesi per la semina di altre leguminose. Nessuna limitazione è prevista per altre colture.

### **CONCLUSIONI**

Arylex (halauxifen-metile) è un nuovo erbicida di post emergenza efficace contro numerose infestanti dicotiledoni dei cereali, compreso i biotipi di papavero resistenti agli inibitori dell'acetolattosintetasi (ALS). La nuova sostanza attiva appartiene alla famiglia chimica degli arilpicolinati, ed agisce sull'equilibrio auxinico delle piante sensibili (gruppo O secondo la classificazione HRAC). E' caratterizzata da azione sistemica, breve emivita nel terreno, rapida degradazione nel suolo e nei tessuti delle piante tolleranti.

Le miscele di halauxifen-metile con florasulam (Zypar) e con aminopiridid (Manhattan) forniscono un ampio spettro di efficacia.

Zypar è formulato come olio dispersibile (OD) e si applica alla dose di 1,0 litro di prodotto per ettaro, mentre Manhattan è formulato come liquido emulsionabile (EC) e la sua dose di impiego è pari a 0,2 litri di prodotto per ettaro.

In entrambe le formulazioni è presente l'antidoto agronomico cloquintocet-mexyl in rapporto 1:1 con halauxifen-metile; possono essere applicate dalla fase di tre foglie vere a quella di botticella (Zypar) e dallo stadio di inizio accostamento fino al secondo nodo (Manhattan). A queste condizioni di applicazione, entrambe le formulazioni sono selettive nei confronti dei principali cereali autunno-vernini e primaverili e non interferiscono sulla produzione e sulla qualità della granella.

Non vi sono restrizioni particolari per entrambe i formulati per le colture in successione, con l'avvertenza di attendere 5 mesi per la semina di erba medica, trifoglio o asteracee e 9 mesi per le leguminose dopo l'applicazione di Manhattan alla coltura di cereale che le precede.

<sup>TM</sup> Trademark di The Dow Chemical Company (“Dow”) o di società dirette e coordinate da Dow.

### **Ringraziamenti**

Gli autori rivolgono un pensiero grato alla memoria del collega Michelangelo D'Alessandro per i suoi numerosi contributi a questo lavoro.

### **LAVORI CITATI**

- EFSA Journal*; 12(12):3913 [93 pp.], 2014. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance halauxifen-methyl (XDE-729 methyl). *doi:10.2903/j.efsa.2014.3913*
- Paterson A. E., Thompson A., 2015. Resistance management and control of sulfonylurea-resistant broadleaf weeds in cereals with the phenoxyalkanoate, picolinate, pyridyloxyalkanoate and arylpicolinate herbicides belonging to group O (auxinic herbicides). *17<sup>th</sup> EWRS Symposium poster*
- Riba F. *et al.*, 1990. Flora arvense de los cereales de invierno de Cataluña. *First Spanish Weed Science Congress*, 239-246
- SANTE/10406 /2015 rev. 1 of 29 May 201, 2015. Final Review report for the active substance halauxifen-methyl
- Schmitzer P. *et al.*, 2013. Arylex<sup>TM</sup> active, a new post-emergent, broadleaf herbicide for cereal grains. General presentation WSSA
- Torra J., 2008. Modelling the population dynamics of *Papaver rhoeas* under various weed management systems in Mediterranean climate. *Weed Research* 48, 136-146.
- Torra J. *et al.*, 2010. Evolution of herbicides to manage herbicide-resistant corn poppy (*Papaver rhoeas*) in winter cereals. *Crop Protection*, 29, 731-736.