

A.Capella / M.Bertoglio

EVOLUZIONE DEL PORTAFOGLIO PRODOTTI E DEI MECCANISMI DI AZIONE

Relazione per GF 2022

Bologna – 22/06/2022

EVOLUZIONE

- Neolitico 15.000 / 10.000 a.C.
- *Homo sapiens* da cacciatore-raccoglitore a coltivatore-allevatore
- Inizia l'era della difesa dalle infestanti nelle prime coltivazioni di *Triticum* addomesticato
- Monda manuale → falci (3.000 a.C.)
- Aratri tirati da animali o schiavi
- Pratiche religiose e divinità dedicate



I PRIMI ERBICIDI

- Il sale (NaCl): primo erbicida totale
- «*Carthago delenda est*» (146 a.C.)
Terreni fertili di Cartagine cosparsi di sale
- Olii/pece/grassi
- Da fine '800: solfato di rame, solfato di ferro, acido solforico, arsenito di sodio, sali di metalli pesanti

AVVENTO DELLA CHIMICA ORGANICA

- In Italia l'introduzione dei nuovi mezzi di difesa fu lento e graduale partendo dal riso
- Anni '50: ampia sperimentazione
- Anni '60: più rapida diffusione grazie alla più perfezionata meccanizzazione e numero di erbicidi
- Nascita società scientifiche:
 - fine anni '40: Weed Science Society of America
 - 1961: COLUMA
 - 1975: EWRS/SILM → SIRFI
 - 1997: GIRE
- Studi malerbologici e fisiologia delle malerbe

AVVENTO DELLA CHIMICA ORGANICA

Dal 1930 al
1970

- 1892: Pastac e Truffaut annunciano il DNOC primo erbicida dei Nitrofenoli
- 1940: Pokorny annuncia acido 2-4 diclorofenossiacetico primo vero erbicida selettivo su cereali partendo dagli studi sui regolatori di crescita delle piante
- UK anni'40: studi su MCPA

HRAC (Herbicide Resistance Action Committee)

- Organizzazione internazionale fondata dalle società agrochimiche
- Proteggere la qualità delle produzioni garantendo un supporto nella gestione degli erbicidi nelle strategie anti-resistenza

Comprende gruppi definiti con una lettera e dal 2020 una nuova classificazione con numeri in accordo con il WSSA

HRAC	Legacy HRAC	
1	A	Inhibition of ACCase
2	B	Inhibition of ALS
3	K1	Inhibition of microtubule assembly
4	O	Auxin mimics
5	C1,2	Inhibition of photosynthesis PS II – Serine 264
6	C3	Inhibition of photosynthesis PS II – Histidine 215
9	G	Inhibition of EPSP synthase
10	H	Inhibition of glutamine synthetase
12	F1	Inhibition of PDS
13	F4	Inhibition of DOXP synthase
14	E	Inhibition of PPO
15	K3	Inhibition of VLCFAs
18	I	DHP inhibition

HRAC	Legacy HRAC	
19	P	Auxin transport inhibitors
22	D	PS I electron diversion
23	K2	Inhibition of microtubule organization
24	M	Uncouplers
27	F2	Inhibition of HPPD
28	none	Inhibition of dihydroorotate dehydrogenase
29	L	Inhibition of cellulose synthesis
30	Q	Inhibition of fatty acid thioesterase
31	R	Inhibition of serine threonine protein phosphatase
32	S	Inhibition of solanesyl diphosphate synthase
33	T	Inhibition of homogentisate solanesyltransferase
34	F3	Inhibition of lycopene cyclase
∅	Z	Unknown mode of action

I NUOVI MECCANISMI DI AZIONE

Dal 1930 al 1970



HRAC GROUP (MoA)	FAMIGLIA CHIMICA	MOLECOLA	ANNO LANCIO
O (4)	Acidi Fenossicarbossilati	2,4-D	1949
		MCPA	1954
		MCPB	1957
		Mecoprop	1958
		2,4-DB	1960
		Dichlorprop	1964
		2,4,5-TP	1966
	Benzoati	Dicamba	1968
	Piridin-carbossilati	Picloram	1966
	Altri	Benazolin-ethyl	1967

I NUOVI MECCANISMI DI AZIONE

Dal 1930 al 1970

HRAC GROUP (MoA)	FAMIGLIA CHIMICA	MOLECOLA	ANNO LANCI
M (24)	Dinitrofenoli	DNOC	1936
		Dinoseb	1952
C1 (5)	Triazine	Atrazine	1960
		Promethryne	1962
		Simazine	1963
	Piridazoni	Chloridazon	1965
	Uracili	Bromacil, Lenacil	1967
Fenil carbammati	Phenmedipham	1969	

I NUOVI MECCANISMI DI AZIONE

Dal 1930 al 1970

HRAC GROUP (MoA)	FAMIGLIA CHIMICA	MOLECOLA	ANNO LANCIO
C2 (5)	Derivati ureici	Linuron, Diuron	1962
		Monuron, Neburon	1964
		Chloroxuron, Monolinuron	1966
		Metobromuron	1968
		Metabenzthiazuron Metoxuron Chlorbromuron	1969
	Ammidi	Propanil	1962
		Pentanochlor	1969
C3 (6)	Nitrili	Ioxynil	1968

I NUOVI MECCANISMI DI AZIONE

Dal 1930 al 1970

HRAC GROUP (MoA)	FAMIGLIA CHIMICA	MOLECOLA	ANNO LANCI
D (22)	Dipiridilici	Diquat	1963
		Paraquat	1964
		Morphaquat	1969
E (14)	Difenil-etere	Nitrophen	1965
F3 (34)	Triazoli	Aminotriazol	1958
Z (0)	Acidi clorocarbonici	TCA Sodium	1953
		Dalapon	1960
	Acetammidi	Diphenamid	1966
N	Carbammati	Sulfallate	1966
P (19)	Aril-carbossilati	Naptalam (Alanap)	1962
R (31)	Derivato acido ftalico	Endothal	1963
L (29)	Nitrili	Dichlobenil	1968
		Chlortiamid	1977

I NUOVI MECCANISMI DI AZIONE

Dal 1930 al 1970

HRAC GROUP (MoA)	FAMIGLIA CHIMICA	MOLECOLA	ANNO LANCI
K1 (3)	Dinitroaniline	Trifluralin	1962
		Benfluralin	1969
	Acidi benzoici	Chlorthal-dimethyl	1965
K2 (23)	Carbammati	Chlorbupham	1961
		Barban	1962
		Chlorpropham Propham	1964
K3 (15)	Thiocarbammati	Molinate	1965
		Tri-allate	1966
	α -cloroacetammidi	Propachlor	1968
		Alachlor	1969

IL NUOVO REGOLAMENTO ITALIANO

- DPR 3 agosto 1968 n. 1255
- Nuovo Regolamento concernente la disciplina della produzione, commercio e vendita dei fitofarmaci e dei presidi sanitari
- Elenco sostanze attive note
- Aggiornamenti elenco sostanze attive
 - 3/8/1968 - 19/7/1969 -28/11/1970
- Introduzione del numero di registrazione e data di registrazione
- Reg. n. 00001 del 14/04/1970 (Thiophanate-ethyl)

AVVENTO DELLA CHIMICA ORGANICA

Dal 1970 al
2000

- Forte implementazione delle conoscenze
 - Agronomiche
 - Fisiologia delle malerbe
 - Strategie di contenimento
 - Riduzione delle dosi
- Crescita rapida di nuovi meccanismi di azione
- Nuovi meccanismi/famiglie chimiche con forte riduzione delle dosi/ha applicate
- Strategie impergnate principalmente su erbicidi a prevalente assorbimento fogliare (post-emergenza)

I NUOVI MECCANISMI DI AZIONE

Dal 1970 al 2000



HRAC GROUP (MoA)	FAMIGLIA CHIMICA	MOLECOLA	ANNO LANCIAMENTO
A (1) (ACCasi)	Cicloesanedioni	Alloxydim sodium	1981
		Sethoxydim	1984
		Clethodim Cicloxydim	1996
	Ariossifenossi- propionati	Diclofop-methyl	1981
		Fluazifop-P-buthyl	1984
		Clodinafop-propargyl	1997

I NUOVI MECCANISMI DI AZIONE

Dal 1970 al 2000

HRAC GROUP (MoA)	FAMIGLIA CHIMICA	MOLECOLA	ANNO LANCI
B (2) (ALS)	Sulfoniluree	Chlorsulfuron	1986
		Thifensulfuron	1991
		Tribenuron-methyl	1992
		Rimsulfuron	1993
		Nicosulfuron	1995
	Imidazolinoni	Imazamethabenz-methyl	1988
		Imazapyr	1992
		Imazamox	2001
	Triazolopirimidine	Metosulam	1996

I NUOVI MECCANISMI DI AZIONE

Dal 1970 al 2000

HRAC GROUP (MoA)	FAMIGLIA CHIMICA	MOLECOLA	ANNO LANCIO
F1 (12)	Fenil eteri	Diflufenican	1978
	N-fenil eterociclici	Flurocloridone	1989
	Difenil eterociclici	Flurtamone (mix)	1999
F2 (27)	Isossazoli	Isoxaflutole	1998
	Trichetoni	Sulcotrione	1996
G (9)	Glicine	Glyphosate	1977
H (10)	Acidi fosfonici	Glufosinate-ammonium	1992
I (18)	Carbammati	Asulam	1972
S (32)	Difenil eteri	Aclonifen	1993

AVVENTO DELLA CHIMICA ORGANICA

Il presente

- Il processo europeo di revisione 91/414 e Reg CE 1107/2009, costoso e restrittivo
- Nessuna introduzione di nuove MoA recenti:
 - F2 trichetoni: sulcotrione (1996)
 - F2 isossazoli: isoxaflutole (1998)
 - F4 isossazolinoni: clomazone (2003)
- Difficoltà per molte colture ad affrontare corrette strategie anti resistenza/flora di sostituzione
- Aumento critico delle resistenze territoriali nei gruppi A(1), B(2), O(4)

DISPONIBILITA' ATTUALE MoA e MOLECOLE

HRAC	MECCANISMO D'AZIONE	IN	REVOCATE
A (1)	Inibitori dell'Acetil CoA	10	8
B (2)	Inibitori dell'ALS	24	12
C1, C2 (5)	Inibitori fotosintesi al PS II – Serine 264 binders	7	30
C3 (6)	Inibitori fotosintesi al PS II – Histidine 215 binders	2	3
D (22)	Electron diversion PS I	0	3
E (14)	Inibitori PPO	6	3
F1 (12)	Inibitori Fitoene desaturasi	3	2
F2 (27)	Inibitori Idrossifenil piruvate diossigenasi	4	1
F4 (13)	Inibitori sintesi D-D-X fosfato	1	0
G (9)	Inibitori sintesi ESP	1	1
H (10)	Inibitori della Glutamin sintetasi	0	1
I (18)	Inibitori sintesi dinitropteroate	0	1

DISPONIBILITA' ATTUALE MoA e MOLECOLE

HRAC	MECCANISMO D'AZIONE	IN	REVOCATE
K1 (3)	Inibizione assemblaggio microtubuli	3	7
K2 (23)	Inibizione organizzazione microtubuli	0	4
L (29)	Inibizione sintesi cellulosa	1	2
M (24)	Disaccoppianti	0	4
K3 (15)	Inibitori sintesi acidi grassi lunga catena	8	13
O (4)	Mimici Auxine	12	11
P (19)	Inibitori trasporto Auxine	0	1
R (31)	Inibitori ST proteine fosfatasi	0	1
S (32)	Inibizione sintesi solanesil difosfato	1	0
F3 (34)	Inibizione Licopene ciclasi	0	1
Z (0)	Non conosciuto	2	8
TOTALE		85	117

IL FUTURO

- Incognita Europea all'ingresso nuove molecole/MoA per alti costi e complessità con attuali parametri regolatori
- Nel mondo attualmente in R&D 10/12 molecole di cui 2/3 nuovi meccanismi di azione; es. Cinmethylin (HRAC Q; 30)

IL FUTURO

- Agricoltura di precisione
- Maggior conoscenza della flora presente aziendale
- Gestione rotazione meccanismi e modalità disponibili per coltura
- Approfondimenti sulle sinergie di efficacia tra le diverse MoA ai fini di una possibile riduzione delle dosi (trend regolatorio europeo)

'IN PILLOLE'

«Le strategie di lotta chimica devono essere scelte allo scopo di limitare la selezione di flora infestante di sostituzione e ridurre il rischio di diffusione di ecotipi resistenti.

L'alternanza dell'applicazione degli erbicidi con differenti meccanismi (e modalità) di azione, o meglio miscele degli stessi a dosi ridotte permette di assicurare il miglior grado di efficacia nel rispetto della selettività colturale e ridurre il rischio di fitotossicità per le colture poste in successione»



GRAZIE E AUGURI A TUTTI