

EFFETTO DELLA TERMOTERAPIA COMBINATA CON LA CONCIA CHIMICA SU
BULBI DI IRIS ARTIFICIALMENTE INOCULATI CON FUSARIUM OXYSPORUM
F.SP. GLADIOLI E PENICILLIUM CORYMBIFERUM.(*)

Q.MIGHELI* e A.GARIBALDI**

* S.I.A.P.A., Centro Esperienze e Ricerche, Galliera (BO)

**Istituto di Patologia Vegetale - Università di Torino

RIASSUNTO

Vengono riportati i risultati di cinque prove, condotte in serra e in pieno campo, volte a valutare l'efficacia della termoterapia in combinazione o meno con trattamenti di concia chimica su bulbi di iris (cv White Wedgwood e Ideal) artificialmente inoculati con Fusarium oxysporum f.sp. gladioli e/o con Penicillium corymbiferum. Il ricorso a temperature superiori a 45°C per più di 30' non è stato possibile nel caso dei bulbi preparati della cv White Wedgwood. Al contrario, trattamenti su bulbi dormienti della cv Ideal a 52,5°C per 30' hanno significativamente migliorato l'efficacia di miscele di benomyl (4, 2, 1 g/l) e procloraz (3, 1,5 e 0,75 g/l) nel contenere gli attacchi dei due patogeni. Miscele di benomyl (4 g/l) e procloraz (3 g/l) con chlorothalonil o diclofluanide (4 g/l), combinate con la termoterapia a 52,5°C per 30', hanno consentito il completo risanamento dei bulbi.

SUMMARY

EFFECT OF THE COMBINATION OF THERMOTHERAPY AND CHEMICAL DRESSING AGAINST FUSARIUM OXYSPORUM F.SP. GLADIOLI AND PENICILLIUM CORYMBIFERUM ON IRIS BULBS .

Five trials were carried out in greenhouse and in open field to evaluate the effectiveness of hot-water and fungicide treatments on iris bulbs (cv White Wedgwood and Ideal) artificially inoculated with Fusarium oxysporum f.sp. gladioli and/or Penicillium corymbiferum. Forced bulbs of the cv White Wedgwood were highly sensitive to temperatures over 45°C for 30 or 60', thus limiting the effectiveness of thermotherapy combined with bulb dressing. On the contrary, in the case of the cv Ideal, the best results were obtained by soaking dormant bulbs in benomyl (4, 2 and 1 g/l) + prochloraz (3, 1.5 and 0.75 g/l) mixtures at 50-52.5°C for 30'. Complete eradication of the

(*) Lavoro svolto con un contributo del Ministero dell'Agricoltura (Progetto finalizzato: Ricerca per il miglioramento della produzione floricola; Sottoprogetto: Bulbose minori; Lavoro n° 107).

two pathogens was also obtained by treating the bulbs for 30' at 52.5°C with benomyl (4 g/l) or prochloraz (3 g/l) in association with chlorothalonil or dichlofluanid (4 g/l).

INTRODUZIONE

Fusarium oxysporum Schl. f.sp. gladioli (Massey) Snyder et Hans. e Penicillium corymbiferum Westl. (P.hirsutum Dierckx) rappresentano i più gravi agenti di marciume dei bulbi di iris rinvenuti nel nostro (Garibaldi, 1988) come in altri Paesi (Moore, 1979). L'infezione di questi due patogeni, favorita dalla presenza di lesioni, ha luogo generalmente durante la coltivazione e tende ad aggravarsi nella fase di conservazione, determinando il completo disfacimento degli organi di moltiplicazione colpiti.

Al fine di ridurre l'impiego di prodotti chimici utilizzabili contro tali patogeni (Pasini et al., 1988), è stata impostata una serie di prove volta a valutare la possibilità di combinare la termoterapia con alcuni fungicidi. In questa nota vengono riportati i risultati ottenuti nella prima fase di tale sperimentazione.

MATERIALI E METODI

Le prove sono state condotte in serra (presso l'Istituto di Patologia Vegetale di Torino) e in pieno campo (presso il Centro Orticolo Sperimentale di Albenga della C.C.I.A.A. di Savona) impiegando bulbi di iris dormienti della cv Ideal e bulbi preparati della cv White Wedgwood. L'inoculazione è stata effettuata immergendo i bulbi in sospensioni conidiche di due isolati virulenti di P.corymbiferum (10^7 conidi/ml) e/o di due isolati di F.gladioli (10^6 propaguli/ml) per 1 ora a temperatura ambiente (18-22°C). Si è favorita l'infezione da P.corymbiferum praticando tre piccole ferite nella zona equatoriale dei bulbi con un ago manicato prima dell'immersione nella sospensione conidica del patogeno. Dopo 72 ore di incubazione dei bulbi a 28-30°C in sacchetti di polietilene, sono stati effettuati i trattamenti di termoterapia e di concia con i seguenti fungicidi: benomyl (Benlate, 50% p.a.), prochloraz (Octave, 46,1%), chlorothalonil (Clortosip, 75%) e diclofluanide (Euparen, 50%), impiegati in sospensione acquosa alle dosi e ai tempi indicati nelle tabelle 1-5. I trattamenti di termoterapia (associata o meno con la concia chimica) sono stati eseguiti in un bagno termostato per i tempi e ai valori termici riportati nelle tabelle 1-5.

I bulbi che avevano già superato la fase di dormienza sono stati trapiantati in vaso o in piena terra subito dopo i trattamenti. I bulbi dormienti, dopo i trattamenti, sono stati fatti asciugare a 25-28°C per 96 ore, quindi conservati per 40 giorni a 10°C per superare la fase di dormienza e, successivamente, sono stati messi a dimora. A 10, 20, 30 (60 nel caso delle prove in pieno campo) giorni dal trapianto sono

stati eseguiti rilievi per valutare il numero di piante emerse, il loro sviluppo e la gravità degli attacchi di F.gladioli e di P.corymbiferum. Alla fine di ogni prova è stato effettuato un rilievo distruttivo allo scopo di misurare l'indice di malattia sulla base dei sintomi tipici, consistenti nell'ingiallimento e nell'avvizzimento della parte aerea e nel marciume del bulbo. Ad ogni pianta è stato assegnato un valore da 0 a 100 impiegando la scala di valutazione qui di seguito riportata: 0 = pianta sana; 12,5 = lievissimo ingiallimento della parte aerea e leggero imbrunimento della parte interna del bulbo; 25 = ingiallimento della parte aerea e sintomi di marciume interessanti fino al 20% della sezione del bulbo; 50 = ingiallimento della parte aerea e marciume interessante il 20-50% della sezione del bulbo; 75 = marcato ingiallimento e distorsione (nel caso di F.gladioli) della parte aerea, marciume interessante oltre il 50% della sezione del bulbo; 100 = avvizzimento di tutta la parte aerea e morte della pianta. Tutte le prove sono state impostate secondo lo schema dei blocchi randomizzati con tre replicazioni e 25 bulbi per parcella nelle prove in pieno campo, quattro replicazioni di 5 bulbi per vaso nelle prove in serra.

RISULTATI

In una prima prova in serra si è voluto valutare l'effetto

Tabella 1 - Influenza dei trattamenti di termoterapia e concia con benomyl (B) e procloraz (P) su emergenza, sviluppo vegetativo e gravità degli attacchi di Fusarium oxysporum f.sp. gladioli su iris (cv White Wedgwood).

Fungicidi e dosi (g/l)	Immersione per 30' in acqua (°C)	Piante emerse (su 20)	Altezza piante (cm)	Indice di malattia (0-100)
Testimone non inoculato		20	75,6	10,0 de*
Testimone inoculato		16	56,0	85,0 a
B4+P3	20,0	16	84,3	20,0 de
B2+P1,5	"	16	88,3	35,0 cd
B1+P0,75	"	18	83,6	5,0 e
--	42,5	19	55,0	67,5 ab
B4+P3	"	16	75,6	22,5 de
B2+P1,5	"	16	69,3	22,5 cde
B1+P0,75	"	16	80,0	25,0 cde
--	45,0	14	39,0	77,5 a
B4+P3	"	15	62,6	27,5 cde
B2+P1,5	"	14	57,3	25,0 cde
B1+P0,75	"	16	49,6	50,0 bc

* Le medie di ciascuna colonna seguite dalle stesse lettere non differiscono significativamente tra di loro, secondo il test di Duncan ($P = 0,05$).

della termoterapia, associata o meno alla concia con benomyl e procloraz, sull'entità degli attacchi di F.gladioli sulla cv White Wedgwood. I soli trattamenti termici a 42,5 e 45°C per 30' hanno avuto scarsissima efficacia nel contenere la gravità della fusariosi (tab.1). Migliori risultati, ma non ancora soddisfacenti (indici di malattia compresi tra 22,5 e 50), sono stati ottenuti associando alla termoterapia il trattamento di concia con benomyl e procloraz, la cui concentrazione è stata ridotta, rispettivamente, fino a 1 e 0,75 g/l. L'estrema sensibilità dei bulbi preparati di questa cultivar a temperature superiori a 45°C o per durate di trattamento superiori a 30' (dati non pubblicati) non ha consentito il ricorso a soglie termiche più elevate. Le tesi trattate a 45°C per 30' hanno presentato una minore percentuale di emergenza ed uno sviluppo vegetativo sensibilmente ridotto rispetto alle tesi mantenute a temperatura ambiente. La sola concia chimica con dosi diverse di benomyl e procloraz per 30', pur non avendo avuto effetti deprimenti sull'emergenza e sullo sviluppo vegetativo delle piante di iris, non è stata sufficiente a contenere gli attacchi di F.gladioli entro livelli accettabili. Il minor indice di malattia rilevato nella tesi trattata con benomyl e procloraz alle dosi più basse (1 + 0,75 g/l) è in contrasto con i risultati ottenuti nelle prove successive. In una seconda prova, condotta in pieno campo, la termoterapia a 42,5 e 45°C per 30 e 60' e la concia con benomyl e procloraz sono state combinate per il trattamento di bulbi dormienti della cv Ideal inoculati con P.corymbiferum. Anche in questo caso, la sola termoterapia è risultata del tutto inefficace nel contenere gli attacchi del patogeno (tab.2, A). La concia chimica con benomyl (a 4, 2 e 1 g/l) e con procloraz (a 3, 1,5 e 0,75 g/l) ha limitato solo parzialmente l'infezione dei bulbi, con indici di malattia compresi tra 32 e 44. Non sono state riscontrate differenze significative variando le dosi di principio attivo o i tempi di immersione a temperatura ambiente tranne che nel caso dell'immersione in benomyl + procloraz alle dosi massime (4 e 3 g/l) per 60'. Risultati migliori, ma non ancora del tutto soddisfacenti, sono stati ottenuti combinando la concia chimica con trattamenti a 42,5 e 45°C per 30 e 60'. Una terza prova, in pieno campo, è stata impostata su bulbi dormienti della cv Ideal inoculati con F.gladioli. L'effetto sinergico della termoterapia a 42,5, 45 e 47,5°C per 30 e 60', combinata con la concia chimica è, in questo caso, evidente (tab.2, B). Infatti, mentre i trattamenti di sola concia a temperatura ambiente sono risultati efficaci soltanto alle dosi e ai tempi più elevati (benomyl a 4 g/l+procloraz a 3 g/l per 60'), combinando l'effetto delle alte temperature è stata efficace l'azione dei fungicidi alle dosi più basse (benomyl a 1 g/l+procloraz a 0,75 g/l). A 42,5°C la migliore efficacia è stata ottenuta trattando i bulbi per 60', mentre a 45 e a 47,5°C non sono state riscontrate differenze significative immergendo i bulbi in acqua calda, con o senza l'aggiunta di fungicidi, per 30 o 60'. Viene inoltre confermata la totale inefficacia dei soli trattamenti in acqua calda. L'elevata incidenza di malattia nelle parcelle trapiantate con bulbi non

Tabella 2 - Influenza dei trattamenti di termoterapia e concia con benomyl (B) e procloraz (P) su emergenza e gravità degli attacchi di Penicillium corymbiferum (prova A) e di Fusarium oxysporum f.sp. gladioli (prova B) su iris (cv Ideal). Inoculazione con sospensioni conidiche di P.corymbiferum (10⁶ conidi/ml) o di F.gladioli (10⁶ conidi/ml)

Fungicidi e dosi (g/l)	Immersione in acqua a (°C) (min.)	PROVA A		PROVA B	
		Piante emerse (su 75)	Indice di malattia (0-100)	Piante emerse (su 75)	Indice di malattia (0-100)
Testimone non inoculato		n.s.	n.s.*	75	87,3 ab**
Testimone inoculato		65	69,7 abc	66	93,7 ab
--	24,0 30	65	86,6 a	65	93,1 ab
--	" 60	65	75,5 abc	65	94,9 a
B4+P3	" 30	64	34,5 de	72	20,8 fg
	" 60	73	43,7 d	70	7,1 g
B2+P1,5	" 30	64	38,0 de	70	34,1 e
"	" 60	69	32,2 de	69	33,6 e
B1+P0,75	" 30	64	38,2 de	73	25,7 ef
"	" 60	71	31,7 de	71	32,3 ef
--	42,5 30	60	81,4 ab	70	81,5 bc
--	" 60	71	60,3 c	74	81,2 bc
B4+P3	" 30	71	12,2 f	n.s.	n.s.
"	" 60	72	21,3 ef	n.s.	n.s.
B2+P1,5	" 30	73	26,8 def	71	13,0 fg
"	" 60	72	23,7 ef	73	9,0 g
B1+P0,75	" 30	67	31,8 de	73	27,0 ef
"	" 60	74	26,4 def	73	6,5 g
--	45,0 30	71	63,5 c	73	72,4 c
--	" 60	68	68,7 bc	68	85,2 ab
B4+P3	" 30	71	21,8 ef	n.s.	n.s.
"	" 60	73	26,5 def	n.s.	n.s.
B2+P1,5	" 30	70	28,0 def	74	5,4 g
"	" 60	71	39,4 de	75	2,7 g
B1+P0,75	" 30	71	34,3 de	72	8,1 g
"	" 60	72	35,4 de	72	5,3 g
--	47,5 30	n.s.	n.s.	70	59,4 d
--	" 60	n.s.	n.s.	70	81,1 bc
B2+P1,5	" 30	n.s.	n.s.	75	3,0 g
"	" 60	n.s.	n.s.	73	6,7 g
B1+P0,75	" 30	n.s.	n.s.	75	4,0 g
"	" 60	n.s.	n.s.	72	4,8 g

* n.s. = non sperimentato;

** v. tabella 1.

Tabella 3 - Influenza dei trattamenti di termoterapia e concia con benomyl (B), procloraz (P), diclofluanide (D) e chlorothalonil (C) su emergenza, sviluppo vegetativo e gravità degli attacchi di Fusarium oxysporum f.sp. gladioli e di Penicillium corymbiferum su iris (cv Ideal). Inoculazione con sospensioni conidiche di F.gladioli (10^6 conidi/ml) e di P.corymbiferum (10^7 conidi/ml).

Fungicidi e dosi (g/l)	Immersione in acqua a ("C) (min.)		Piante emerse (su 20)	Altezza piante (cm)	Indice di malattia (0-100)
Testimone non inoculato			20	30,4	8,7 bcdef*
--	25,0	60	20	29,3	58,7 a
B4+P3	"	"	19	37,0	6,2 cdef
B2+P1,5	"	"	18	36,6	11,2 bcdef
B1+P0,75	"	"	19	32,7	27,5 bc
D4+P3	"	"	19	30,8	6,2 cdef
D4+B4	"	"	18	33,5	11,2 bcdef
C4+P3	"	"	19	31,7	26,2 bcd
C4+B4	"	"	18	32,3	22,5 bcde
--	42,5	30	20	27,0	55,0 a
B4+P3	"	"	19	36,5	13,7 bcdef
B2+P1,5	"	"	19	36,7	13,7 bcdef
B1+P0,75	"	"	18	33,1	12,5 bcdef
D4+P3	"	"	19	32,4	9,0 bcdef
D4+B4	"	"	18	31,4	11,2 bcdef
C4+P3	"	"	19	37,0	6,2 cdef
C4+B4	"	"	20	34,3	7,5 bcdef
--	42,5	60	19	28,7	30,0 b
B4+P3	"	"	20	34,6	1,2 ef
B2+P1,5	"	"	19	36,1	15,0 bcdef
B1+P0,75	"	"	20	30,4	8,7 bcdef
D4+P3	"	"	19	29,8	7,5 bcdef
D4+B4	"	"	20	30,8	0,0 f
C4+P3	"	"	20	30,6	3,7 def
C4+B4	"	"	19	37,4	5,0 cdef
--	45,0	30	17	26,7	56,2 a
B4+P3	"	"	17	29,5	15,0 bcdef
B2+P1,5	"	"	20	35,0	1,2 ef
B1+P0,75	"	"	20	35,0	3,7 bcdef
D4+P3	"	"	18	29,3	5,0 cdef
D4+B4	"	"	19	36,0	6,2 cdef
C4+P3	"	"	20	27,4	1,2 ef
C4+B4	"	"	20	32,0	0,0 f

* v. tabella 1.

Tabella 4 - Influenza dei trattamenti di termoterapia e concia con benomyl (B), procloraz (P), diclofluanide (D) e chlorothalonil (C) su emergenza, sviluppo vegetativo e gravità degli attacchi di Fusarium oxysporum f.sp. gladioli e di Penicillium corymbiferum su iris (cv Ideal). Inoculazione con sospensioni conidiche di F.gladioli (10^6 conidi/ml) e di P.corymbiferum (10^7 conidi/ml).

Fungicidi e dosi (g/l)	Immersione in acqua a (°C) (min.)	Piante emerse (su 20)	Altezza piante (cm)	Indice di malattia (0-100)
Testimone non inoculato		20	49,7	20,0 c*
testimone inoculato		19	49,8	57,5 a
--	47,5 30	18	49,4	53,7 a
B4+P3	" "	20	56,5	1,2 ef
B2+P1,5	" "	20	59,0	0,0 ef
B1+P0,75	" "	19	49,7	16,2 cde
D4+P3	" "	20	51,5	2,5 def
D4+B4	" "	18	53,3	13,7 cde
C4+P3	" "	20	53,0	0,0 ef
C4+B4	" "	20	51,7	2,5 def
--	50,0 30	19	40,8	68,7 a
B4+P3	" "	18	51,7	13,7 cdef
B2+P1,5	" "	19	55,3	10,0 cdef
B1+P0,75	" "	20	52,0	0,0 ef
D4+P3	" "	20	49,0	2,5 def
D4+B4	" "	20	54,0	6,5 cdef
C4+P3	" "	20	58,5	3,7 def
C4+B4	" "	19	55,5	2,5 def
--	52,5 30	20	48,0	40,0 b
B4+P3	" "	20	54,2	0,0 ef
B2+P1,5	" "	19	57,1	0,0 ef
B1+P0,7 5	" "	19	53,4	17,5 cd
D4+P3	" "	20	56,0	0,0 ef
D4+B4	" "	19	56,0	0,0 ef
C4+P3	" "	20	51,2	0,0 ef
C4+B4	" "	19	53,2	0,0 ef

* v. tabella 1.

inoculati è verosimilmente da imputare all'accidentale contaminazione dei bulbi durante la fase di conservazione. Sulla base dei risultati ottenuti nelle precedenti prove, bulbi dormienti della cv Ideal, inoculati contemporaneamente con F.gladioli e con P.corymbiferum, sono stati trattati per 30' a temperature comprese tra 42,5 e 52,5°C in associazione o meno con trattamenti di concia chimica. Oltre a benomyl (a 4, 2, 1 g/l) e procloraz (a 3, 1,5, 0,75 g/l) in miscela, sono stati impiegati, in questa serie di prove in serra, diclofluanide e chlorothalonil (a 4 g/l) in associazione con benomyl (a 4 g/l) o procloraz (a 3 g/l). I bulbi trattati anche a 52,5°C non hanno subito alcuna riduzione della emergenza e hanno dato origine a piante con sviluppo del tutto normale. L'effetto sinergico della temperatura sull'efficacia dei fungicidi impiegati è evidente a partire da 42,5°C nel caso della associazione di diclofluanide e chlorothalonil con benomyl e procloraz (tab. 3). La migliore efficacia di tutti i trattamenti chimici si è verificata a temperature comprese tra 45 e 52,5°C, con risultati eccellenti alle più alte temperature saggiate (tabb. 3 e 4).

DISCUSSIONE

L'impiego esclusivo della concia con fungicidi, quale mezzo di lotta contro F.gladioli e P.corymbiferum, non consente di pervenire al contenimento totale degli attacchi di questi patogeni. Tale insufficienza è, in parte, dovuta alla scarsità di principi attivi in grado di penetrare sistemicamente nei tessuti infetti, in parte alla insorgenza di ceppi resistenti dei funghi patogeni, a causa della pesante pressione selettiva esercitata dall'uso ripetuto degli stessi prodotti (Dekker, 1986; Pasini et al., 1990). L'effetto sinergico della termoterapia, combinata con la concia chimica, può essere efficacemente sfruttato per migliorare l'attività eradicante dei fungicidi su bulbi di iris inoculati artificialmente con F.gladioli e P.corymbiferum. L'estrema sensibilità dei bulbi preparati della cv White Wedgwood non ha consentito il ricorso a temperature superiori a 45°C per durate di trattamento superiori a 30', riducendo sensibilmente l'espressione del sinergismo.

L'impiego di miscele di benomyl e procloraz, in combinazione o meno con la termoterapia fino a 45°C, ha limitato solo parzialmente l'espressione dei sintomi causati da P.corymbiferum sulla cv Ideal. Al contrario, nel caso di bulbi della stessa cultivar inoculati con F.gladioli, l'effetto di temperature comprese tra 42,5 e 47,5°C ha consentito di ridurre significativamente i dosaggi dei principi attivi senza riduzioni dell'efficacia. Il ricorso a temperature fino a 52,5°C per 30' ha consentito il più intenso effetto protettivo dei fungicidi benomyl e procloraz su bulbi dormienti della cv Ideal inoculati simultaneamente con F.gladioli e P.corymbiferum. L'associazione di tali prodotti con i fungicidi chlorothalonil e diclofluanide sembra offrire prospettive

migliori nella lotta agli agenti di marciume, ed in particolare nei confronti di P.corymbiferum, dimostratosi meno sensibile di F.gladioli ai trattamenti di concia saggiati nel corso del presente lavoro. Del tutto improponibile appare, infine, l'uso esclusivo della termoterapia a fini eradicanti su bulbi di iris infettati da F.gladioli e/o da P.corymbiferum.

BIBLIOGRAFIA

DEKKER J. (1986) Fungicide resistance: how does it arise and what can we do about it? *Acta Horticulturae*, 177: 35-50.

GARIBALDI A. (1988) Le principali malattie fungine e batteriche dell'iris e del ranuncolo in Italia. Atti del Convegno su "Moltiplicazione, conservazione e preparazione dei bulbi di iris, freesia e ranuncolo", Gallipoli 25/6/1988: 63-70.

MOORE W.C. (1979) Diseases of bulbs. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London, pp. 205.

PASINI C., D'AQUILA F., GARIBALDI A. (1988) Valutazione di fungicidi come concianti di bulbi di iris infetti con Fusarium oxysporum f.sp. gladioli. Atti Giornate Fitopatologiche 1988, 1: 519-526.

PASINI C., F.D'AQUILA, C.ALOI, A.GARIBALDI (1990) Ulteriori osservazioni sulla lotta contro la fusariosi dell'iris mediante concia dei bulbi. Atti Giornate Fitopatologiche (in stampa).