

M. Feldman

✓
ISTITUTO SPERIMENTALE PER LA CEREALICOLTURA
ROMA

M. PASQUINI, M.A. GRAS e G. ZITELLI

GENI DI VIRULENZA IDENTIFICATI NELLE POPOLAZIONI
ITALIANE DI *PUCCINIA RECONDITA* F. SP. *TRITICI*
E *PUCCINIA GRAMINIS* F. SP. *TRITICI* NEL 1977 E 1978

Estratto dagli
« Annali dell'Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura »
Vol. X - 1979

Tipolitografia F. Failli - Roma

GENI DI VIRULENZA IDENTIFICATI NELLE POPOLAZIONI ITALIANE DI *PUCCINIA RECONDITA* F. SP. *TRITICI* E *PUCCINIA GRAMINIS* F. SP. *TRITICI* NEL 1977 E 1978 (*)

M. PASQUINI, M.A. GRAS e G. ZITELLI

INTRODUZIONE

Il principale obiettivo di queste ricerche è quello di fornire indicazioni sull'evoluzione, che si verifica in Italia nel corso degli anni, dei geni di virulenza presenti nelle popolazioni patogene di *Puccinia recondita* (Rob. ex Desm. f. sp. *tritici* Erikss.) e di *Puccinia graminis* (Pers. f. sp. *tritici* Erikss. and Henn.).

Di particolare interesse per il lavoro di miglioramento genetico è l'identificazione di nuovi e inconsueti fattori di virulenza, non necessariamente molto diffusi o frequenti, ma tali da rivelare in anticipo la stabilità di geni di resistenza già incorporati in varietà commerciali.

In Italia, durante gli ultimi due anni, gli attacchi di ruggine bruna e di ruggine nera sono stati molto frequenti benchè la comparsa, almeno in certi ambienti, di epidemie di ruggine gialla abbia limitato soprattutto la manifestazione della *P. recondita*.

MATERIALI E METODI

Fra i campioni di ruggine che, ogni anno, vengono raccolti in campo in differenti località d'Italia, sono stati esaminati con speciale riguardo quelli provenienti da varietà o linee portatrici di fattori di resistenza conosciuti o da varietà «trappola».

I campioni di ruggine sono stati moltiplicati su frumenti teneri e duri altamente suscettibili. In seguito, per avere un quadro

(*) La versione inglese di questo lavoro è pubblicata su "Cereal Rusts Bulletin" 1979 Vol. 7 Part. 1: 8-15. Dato il particolare interesse di queste informazioni, si è ritenuto opportuno tradurlo anche in italiano.

generale delle caratteristiche di virulenza della popolazione patogena, con le spore ottenute, è stato saggiato un set di differenziali opportunamente scelto. Tale set comprende, oltre ai differenziali classici, alcune linee 'quasi' isogeniche e alcune varietà addizionali, portatrici di interessanti geni di resistenza.

Successivamente per identificare singoli biotipi eventualmente presenti nella popolazione patogena, sono stati realizzati isolamenti monopustolari. I singoli sori sono stati trasferiti su foglie mantenute in apposite provette contenenti una soluzione di benzimidazolo 100 p.p.m., conservate ad una temperatura di circa 18°C con un periodo di illuminazione artificiale di 18 h. Quindi ogni singolo isolato, dopo essere stato moltiplicato su varietà suscettibili, è stato provato nuovamente sul set di differenziali.

Le plantule, una volta infettate, sono state tenute in camera di incubazione per circa 12 h in condizioni di elevata umidità. In seguito sono state sistemate in serra ad una temperatura di 20°-22°C e, se necessario, con l'aggiunta di illuminazione artificiale. La lettura è stata effettuata dopo circa 15 giorni secondo il metodo suggerito da Browder (1971) e da Stakman *et al.* (1962). Le reazioni osservate sulle plantule sono state così classificate secondo la scala 0-4: R = 0/1 MR = 2/X MS = 3 S = 4.

RISULTATI

Puccinia recondita

In Tabella 1 compaiono soltanto le reazioni di linee 'quasi' isogeniche portatrici di geni di resistenza conosciuti e di varietà 'trap-pola' utili per la discriminazione di biotipi portatori di differenti geni di virulenza (Watson, 1977). In tal modo da 98 isolati sono stati identificati 20 biotipi differenti.

L'analisi del comportamento rispetto ai differenti biotipi, delle linee e varietà usate nella presente ricerca, ha permesso di fare le seguenti considerazioni:

1) La varietà Agatha è risultata altamente resistente, non essendo stata attaccata da nessuno dei biotipi esaminati. Tale varietà è portatrice del gene *Lr19*, trasferito per traslocazione indotta da *Agropyron elongatum* (Browder, 1972).

2) Buone fonti di fattori genetici di resistenza sono apparse anche le varietà: Klein Lucero, risultata immune a tutti i biotipi con-

Tab. 1 — Reazioni di differenziali e di varietà commerciali rispetto a 20 biotipi di *Puccinia recondita*.

DIFFERENZIALI E VARIETÀ COMMERCIALI	Razze fisiologiche																				
	12					56		61		77		141		165		211		218		223	
	Biotipi																				
B5	B1	B15	B16	B21	B17	B25	B10	B4	B3	B9	B8	B7	B26	B11	B14	B22	B2	B12	B23		
Lr1 'Centenario'	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R	R	R	R		
Lr2a 'Webster'	R	MR	R	R	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R	R	R	R		
Lr24 'Loros'	S	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	S	S	R	MR	MS	MS	R	R	MS		
Lr3 'Democrat'	R	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	S	S	R	MS	MR	MS	R	R	MS		
Lr3a1 'Antersario'	MR	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	S	S	R	MS	MR	MS	R	R	MS		
Lr17 'Klein Lucero'	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	MS	MS	R	R	R	R	R	R	R		
Agent W3564 (Lr24)	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	—	—	R	R	R	R	R	R	R		
Klein Antersario	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	—	—	R	R	R	R	R	R	R		
Klein Lucero	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	—	—	R	R	R	R	R	R	R		
Sinvalocho	S	R	MS	MS	MS	S	S	R	R	R	MS	MS	—	R	R	R	R	MS	R		
Ela	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R		
Agatha (Lr 19)	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R		
(Sel. 156 x Capp.) x Capp. ^a -Yuma																					
Valgerardo	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R		
Valselva	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R		
Valnova	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R		
Valriccardo	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R		
Valforte	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R		
(Sel. 156 x Capp.)																					
'alsacco	R	MR	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	MR	MR	MR		
Valfiora	MR	MS	S	R	MR	MR	R	S	R	MR	R	R	MS	S	MR	MS	S	S	S		
Valgorgio	MR	MS	S	MR	S	MR	R	R	R	MR	R	R	MS	S	MR	MS	S	S	S		
(Sel. 156 x Capp.) x Capp. ^a -Ld390																					
Valitalico	R	R	MR	R	R	R	R	MR	R	R	R	R	MR	R	R	R	MR	R	R		

(*) Simboli di reazione: vedi testo.

(*) Simboli di reazione: vedi testo.

siderati e Klein Aniversario, moderatamente attaccato solo dal biotipo B8. È interessante notare che le loro rispettive linee 'quasi' isogeniche, portatrici dei geni *Lr17* e *Lr3all*, sono risultate meno efficaci delle corrispondenti varietà. Questo dimostra la presenza di più di un gene di resistenza sia in Klein Lucero che in Klein Aniversario.

Da segnalare anche le varietà: Agent W3564 (*Lr24*), Elia ed Ardito Sel. Klein, risultate resistenti a quasi tutti i biotipi.

3) Si è avuta inoltre la conferma dell'efficacia del gene *Lr1* (Centenario) (Carriello *et al.*, 1977) suscettibile solo ai due biotipi B9 e B8 corrispondenti, per le loro reazioni sui differenziali classici, a due biotipi della razza fisiologica 77 e del gene *Lr2a* (Webster), attaccato soltanto dai biotipi B9, B8 e B2.

4) Al contrario, il gene *Lr3* (Democrat) ha mostrato un comportamento variabile.

5) Altamente resistente a tutti i biotipi esaminati è risultata la varietà Valgerardo, appartenente ad un gruppo di frumenti duri italiani altamente produttivi (gruppo 'Val'). Tale varietà ha confermato la sua immunità mantenutasi costante negli ultimi dieci anni sia in condizioni controllate che in condizioni di pieno campo.

Successivamente è stato saggiato il comportamento delle altre varietà del gruppo 'Val', nei confronti di alcuni dei biotipi identificati.

È stato possibile osservare (Tab. 1) che le quattro varietà: Valselva, Valnova, Valriccardo e Valforte, derivate come Valgerardo dall'incrocio (Sel. Romana 156 x Cappelli) = Giorgio 324 x (Cappelli² x Yuma), hanno mostrato una notevole resistenza. Al contrario per quanto riguarda il gruppo derivato direttamente dall'incrocio (Sel. Romana 156 x Cappelli), il solo Valsacco è risultato resistente, mentre Valfiora e Valgiorgio avrebbero perduto alcuni fattori di resistenza. Completamente resistente si è dimostrato Valitalico, originato dall'incrocio (Sel. Romana 156 x Cappelli) = Giorgio 364 x (Cappelli² x Ld390).

Per concludere si può notare che biotipi come il B17, B25 e B8, molto aggressivi rispetto alle linee di frumento tenero portatrici di alcuni dei più importanti geni di resistenza alla ruggine bruna (come ad esempio *Lr1* 'Centenario', *Lr17* 'Klein Lucero', *Lr3* 'Democrat') sono risultati invece completamente avirulenti sui frumenti duri del gruppo 'Val'. D'altra parte in prove effettuate in serra, proprio il biotipo B8 si è mostrato avirulento rispetto ad

altri due frumenti duri: Cappelli e Capeiti. Questo dimostrerebbe la presenza in Cappelli e nel suo derivato Capeiti, di fattori genetici di resistenza.

Al contrario, i biotipi B10 e B26 molto virulenti su alcuni frumenti duri (Valfiora, Valgiorgio), hanno mostrato una minore virulenza sul set dei differenziali.

Puccinia graminis

In Tabella 2 sono riportate le reazioni delle linee 'quasi' isogeniche e di alcune varietà portatrici di interessanti geni di resistenza rispetto a 21 biotipi diversi di ruggine nera identificati da 85 isolati.

I 21 biotipi usati nelle prove di infezione, si differenziano sensibilmente tra loro mentre, in base al loro comportamento sui differenziali classici, potrebbero essere raggruppati soltanto in sei razze fisiologiche. Per esempio è da notare l'estrema variazione in virulenza tra i biotipi N20 e N21, corrispondenti entrambi alla razza fisiologica 11; e tra i biotipi N4 e N2 appartenenti alla razza fisiologica 17.

Dai dati riportati in Tab. 2 è stato possibile fare le seguenti osservazioni:

1) Completamente immune si è dimostrata la varietà Agatha, portatrice del gene *Sr25* associato in coupling con l'*Lr19* (McIntosh, 1973).

La varietà Agrus è apparsa invece moderatamente suscettibile solo al biotipo N6 (razza fisiologica 11).

2) Ancora valido si è mantenuto il gene *Sr11* inefficace solamente nei confronti dei biotipi N21, N2, N10 e N11. Inoltre è evidente un'uniformità di reazione tra la linea 'quasi' isogenica portatrice del gene *Sr11* e la corrispondente varietà Lee (*Sr11*).

3) Un comportamento variabile hanno mostrato le linee 'quasi' isogeniche, portatrici dei geni: *Sr13*, *Sr14*, *SrTt* e *Sr8*. Quest'ultimo gene presente anche nella varietà Mentana, è utile come discriminante tra i diversi biotipi, anche se, almeno in Italia, non è particolarmente interessante dal punto di vista del miglioramento genetico.

4) È da notare inoltre la perdita di efficacia del gene *Sr6*, mostratosi suscettibile a tutti i biotipi ad eccezione dell'*N4*. Questo

Tab. 2 — Reazioni (*) di differenziali e di varietà commerciali rispetto a 21 biotipi di *Puccinia graminis*

DIFFERENZIALI E VARIETÀ COMMERCIALI	Razze fisiologiche																																												
	11					14					17					24					34					116																			
	Biotipi																																												
	N20	N12	N13	N6	N5	N21	N15	N4	N2	N18	N7	N14	N17	N8	N9	N3	N10	N11	N1	N19	N16																								
I Sr5-Ra (C.I. 14159)	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z																									
I Sr6-Ra (C.I. 14163)	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z																									
I Sr8-Ra (C.I. 14167)	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z																									
I Sr11-Ra (C.I. 14171)	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z																									
Sr13 W2691 (C.I. 17387)	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z																									
Sr14 Kapt. M ¹⁰ la 1.2	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z																									
Sr11-1 W2691 (C.I. 17385)	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z																									
Mentana	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z																									
Hope	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z																									
Agabus	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z																									
Agatha	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z																									
Lee	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z																									
(Sel. 156 x Capp.)x Capp. ^a -Yuma	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z																									
Valgerardo	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z																									
Valselva	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z																									
Vainova	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z																									
Vairiccardo	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z																									
Vallforte	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z																									
(Sel. 156 x Capp.)	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z																									
Valsacco	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z																									
Valflora	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z																									
Valgiorgio	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z																									
(Sel. 156xCapp.)x Capp. ^a xLd390	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z																									
Valitalico	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z																									

(*) Simboli di reazione: vedi testo.

(*) Simboli di reazione: vedi testo.

potrebbe essere spiegato sia per la sua termolabilità, sia per l'evoluzione avvenuta, nel corso degli anni nei geni di virulenza presenti nella popolazione parassita.

5) Particolarmente interessante è stato il comportamento del Valgerardo, che si è dimostrato completamente suscettibile rispetto a tutti i biotipi corrispondenti alla razza fisiologica 24, e ha mostrato alternativamente resistenza e suscettibilità nei confronti dei rimanenti biotipi.

Successivamente, in base alle reazioni mostrate dal Valgerardo, sono stati scelti alcuni biotipi di ruggine nera, allo scopo di saggiare il comportamento delle altre varietà del gruppo 'Val'. Come si può vedere (Tab. 2) Valsacco, Valfiora, Valgiorgio e Valitalico hanno mostrato completa resistenza a tutti i biotipi ad eccezione dell'N16 (R.F.116).

Il gruppo delle 5 varietà, la cui resistenza alla ruggine nera, deriva dalla varietà Yuma (*T. durum*) ha mostrato invece un comportamento uniforme rispetto ad alcuni biotipi, e un comportamento variabile rispetto ad altri.

CONCLUSIONI

I risultati ottenuti indicano che, durante gli ultimi due anni, non è stata osservata una sensibile variazione nella popolazione patogena di *P. recondita*. Le razze fisiologiche 12 e 61 sono risultate prevalenti, mentre i biotipi della razza 77 sono stati osservati solo sporadicamente. D'altra parte i dati ottenuti si uniformano a quanto riscontrato in Europa nell'arco di 20 anni (Basile, 1971a; Basile *et al.*, 1972b; Paradies *et al.*, 1977; Salazar *et al.*, 1976), ad eccezione dell'Europa Orientale dove la razza 77 è largamente diffusa (Bošković, 1976; Bócsa, 1972).

Al contrario, l'evoluzione entro la popolazione di *P. graminis* è stata molto più evidente, sia per l'enorme variabilità osservata tra i diversi biotipi identificati, sia per il drastico cambiamento delle razze avvenuto negli ultimi 20 anni (Basile, 1971b; Basile *et al.*, 1972a; Bócsa, 1972; Kostić *et al.*, 1972; Salazar *et al.*, 1972). Inoltre la comparsa di nuovi geni di virulenza, aggressivi nei confronti del Valgerardo e dei suoi derivati, rappresenta un serio pericolo e sollecita la ricerca di nuove fonti di geni di resistenza prima che queste entità patogene possano diffondersi.

RINGRAZIAMENTI

Gli Autori sono grati al Prof. J. Vallega (†), per il suggerimento del materiale addizionale da includere nel nostro set di differenziali.

RIASSUNTO

Allo scopo di identificare nuovi e inconsueti geni di virulenza eventualmente presenti nelle popolazioni patogene di *Puccinia recondita tritici* e *Puccinia graminis tritici*, sono stati analizzati campioni di ruggine raccolti in varie località d'Italia negli anni 1977 e 1978. Alcuni biotipi sono stati isolati dai vari campioni e saggiati su un set di differenziali comprendente, oltre ai differenziali classici, alcune linee 'quasi' isogeniche portatrici di geni di resistenza conosciuti e varietà 'trappola'.

Per quanto riguarda la *P. recondita* in generale non sono state osservate sensibili variazioni nella composizione dei geni di virulenza. Sono stati comunque identificati 20 differenti biotipi da 98 isolati.

Le varietà più resistenti sono risultate Agatha (*Lr19*) e Klein Lucero (*Lr17*), immuni a tutti i biotipi identificati. Una resistenza quasi completa è stata mostrata dalle varietà: Klein Aniversario (*Lr3all*), Agent W3564 (*Lr24*), Elia ed Ardito Sel. Klein. Tra le linee 'quasi' isogeniche *Lr1* (Centenario) e *Lr2a* (Webster) sono state attaccate solo da alcuni biotipi. Comportamento variabile è stato osservato invece nel caso dei geni *Lr3* (Democrat), *Lr3all* (Aniversario) e *Lr17* (Klein Lucero). Tutte le varietà di frumento duro del gruppo 'Val' hanno mantenuto stabile la loro resistenza alla ruggine bruna eccetto, in alcuni casi, Valfiora e Valgiorgio.

Nei riguardi della *P. graminis* invece la variazione nella popolazione patogena è stata molto marcata. 21 biotipi diversi, corrispondenti a 6 razze fisiologiche, sono stati identificati da 85 isolati.

Fra le varietà da noi considerate Agatha (*Sr25*) si è mostrata completamente immune, Agrus è risultato moderatamente suscettibile solo al biotipo N6, e Lee (*Sr11*) è stato attaccato solo da pochi biotipi. Tra le linee 'quasi' isogeniche più valida è risultata quella portatrice del gene *Sr11*, al contrario c'è stata una perdita di efficacia del gene *Sr6*. Tutti gli altri geni conosciuti hanno mostrato un comportamento variabile.

Per quanto riguarda il gruppo 'Val', solo le varietà Valsacco, Valfiora, Valgiorgio e Valitalico si sono mostrate resistenti a tutti i biotipi eccetto l'N16 (R.F.116).

ABSTRACT

Virulence genes present in populations of *Puccinia recondita* f. s. *tritici* and *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* in Italy during 1977 and 1978

Rust samples, collected in different places of Italy during the years 1977 and 1978, have been analyzed in order to identify new and rare virulence genes present in the pathogen populations of *Puccinia recondita tritici* and *Puccinia graminis tritici*. Biotypes have been isolated and tested on a set of differentials. Such a set, besides the 'classical' differentials, included some near-isogenic lines and some additional 'trap' varieties.

For *P. recondita* a strong variation was not observed in the composition of virulence genes. However, 20 different biotypes, from 98 isolates, were identified. Agatha (Lr19) and Klein Lucero (Lr17) appeared the most resistant varieties. The varieties: Klein Aniversario (Lr3ali), Agent W3564 (Lr24), Elia and Ardito Sel. Klein resulted resistant to almost all biotypes.

Among the near-isogenic lines Lr1 (Centenario) and Lr2a (Webster) showed susceptibility only to some biotypes. A variable behaviour was found in Lr3 (Democrat), Lr3all (Aniversario) and Lr17 (Klein Lucero) genes.

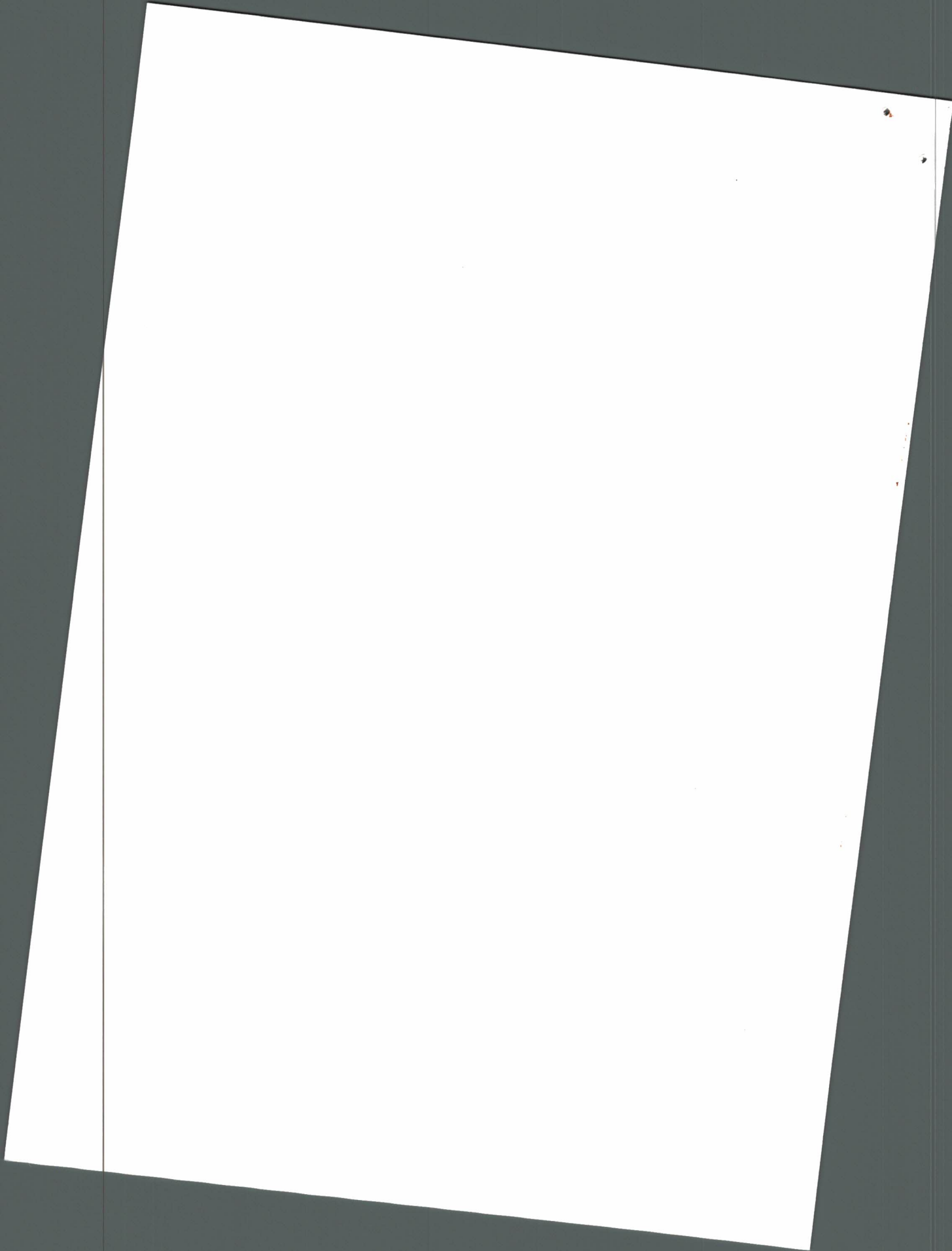
All the varieties of durum wheats belonging to 'Val' group, maintained a stable resistance to leaf rust, while the varieties Valfiora and Valgiorgio showed some susceptibility. For *P. graminis* a more evident variation in the pathogen population occurred. 21 different biotypes, corresponding to 6 physiological races, were identified from 85 isolates.

Among the tested varieties: Agatha (Sr25) proved to be completely immune, Agrus resulted moderately susceptible only to biotype N6 and Lee (Sr11) was susceptible only to few biotypes.

The near-isogenic line carrying Sr11 gene maintained enough its efficiency. On the contrary, the gene Sr6 showed a loss of efficacy. The other known genes showed a variable behaviour. Concerning 'Val' group, only the varieties Valsacco, Valfiora, Valgiorgio and Valitalico resulted resistant to all the biotypes used except N16 (physiological race 116).

BIBLIOGRAFIA

- BASILE R., 1971a - Prevalenza e distribuzione delle più importanti razze fisiologiche di Puccinia recondita var. tritici nelle diverse regioni italiane negli anni 1953-1965. Ann. Ist. Sper. per la Pat. Veg. II: 39-68.
- BASILE R., 1971b - Prevalence and distribution of the most important physiologic races of Puccinia graminis var. tritici in various regions of Italy during the years 1953-1965. Ann. Ist. Sper. per la Patol. Veg. II: 19-38.
- BASILE R., LEONORI-OSSICINI A., e ZITELLI G., 1972a - Rapporto biennale sulle razze fisiologiche di Puccinia graminis var. tritici identificate in Italia durante gli anni 1968-1969. Anr. Ist. Sper. per la Patol. Veg. III: 1-11.
- BASILE R., LEONORI-OSSICINI A., ZITELLI G., 1972b - Rapporto biennale sulle razze fisiologiche di Puccinia recondita var. tritici identificate in Italia durante gli anni 1968 e 1969. Ann. Ist. Sper. per la Patol. Veg. III: 1-5.
- BÓCSA E., 1972 - Physiological specialization of wheat leaf and stem rust in Hungary. Proc. Europ. and Medit. Cereal Rusts Conf. Praha II: 109-113.
- BOŠKOVIĆ M.M., 1976 - International pathogenicity survey of Puccinia recondita f. sp. tritici. Proc. 4th Europ. and Medit. Cereal Rusts Conf. Switzerland, p. 75-78.
- BROWDER L.E., 1971 - Pathogenic specialization in cereal rust fungi, especially Puccinia recondita f. sp. tritici: concepts, methods of study and application. Techn. Bull. 1432, U.S., Dept. of Agric., pp. 51.
- BROWDER L.E., 1972 - Designation of two genes for resistance to Puccinia recondita in Triticum aestivum. Crop Sci. 12: 705-706.



- CARIELLO G., CASULLI F., e VALLEGA J., 1977 - *Razze, efficacia di alcuni geni di resistenza e comportamento di alcune varietà di grano duro (T. durum Desf.) e di grano tenero (T. aestivum L.) verso Puccinia recondita f. sp. tritici, in Italia*. Phytopat. Mediter. XVI: 51-64.
- KOSTIĆ B., JOKSIMOVIĆ S., and STOJANOVIĆ S., 1972 - *Physiologic races of Puccinia graminis tritici and reaction of some wheat varieties*. Proc. Europ. and Medit. Cereal Rust Conf. Praha I: 161-165.
- MCINTOSH R.A., 1973 - *A catalogue of gene symbols for wheat*. Proc. 4th Int. Wheat Genetic Symp. Missouri, pp. 893-938.
- PARADIES M., CASULLI F., CARIELLO G., 1977 - *Appunti sulle razze fisiologiche di Puccinia recondita f. sp. tritici identificate in Italia nel 1976 e sul comportamento in serra verso alcune di esse di frumenti duri (Triticum durum Desf.)*. Ann. Fac. Agr. Univ. Bari XXIX: 139-145.
- SALAZAR J. and BRAÑAS M., 1972 - *Physiologic specialization of wheat black rust (Puccinia graminis Pers. var. tritici Erikss. et Henn.) in Spain. Years 1968-1971*. Proc. Europ. and Medit. Cereal Rusts Conf. Praha I: 239-242.
- SALAZAR J., BRAÑAS M., and MARTINEZ M., 1976 - *Physiological specialization of wheat leaf rust in Spain, 1972-1975*. Proc. 4th Europ. and Medit. Cereal Rusts Conf. Switzerland: 90-92.
- STAKMAN E.C., STEWART D.M., and LOEGERING W.Q., 1962 - *Identification of Physiologic Races of Puccinia graminis var. Tritici*. U.S. Dept. Agric. Res. Ser., E 617 (Revised): 54 pp.
- WATSON I.A., 1977 - *The national wheat rust control programme in Australia*. Pl. Breed. Inst., Univ. Sydney: pp. 24.