ATTI Giornate Fitopatologiche
1992, 2, 277-286

EFFETTO DELLA PROFONDITA' DI LAVORAZIONE E DELL'AVVICENDAMENTO COLTURALE SUL MAL DEL PIEDE DEI CEREALI

G. INNOCENTI (1),G. GOVI (2),S. MANZINI (2)

(1) Dipartimento di Protezione e Valorizzazione Agroalimentare, Università di Bologna.
(2) Istituto di Agronomia Generale e Coltivazioni Erbacee, Università di Bologna.

Riassunto

Dall'indagine condotta sull'influenza della profondità di lavorazione del terreno (<10, 20-25, 50 cm) e dell'avvicendamento colturale sul "mal del piede" di frumento, triticale, orzo e avena determinato soprattutto da Gaeumannomyces graminis var. tritici, è risultato che la minima profondità di lavorazione e la omosuccessione del frumento sono state le condizioni più favorevoli alla malattia. L'orzo è risultato il cereale meno colpito, mentre intermedio è stato il comportamento del triticale. L'avena non è, generalmente, soggetta all'attacco del patogeno. L'introduzione nell'avvicendamento biennale col frumento di avena, bietola e colza ha ridotto notevolmente la malattia del cereale. E' stata rilevata una chiara correlazione fra la resa e l'intensità di malattia di frumento, triticale e orzo.

Summary

Effect of tillage depth and crop rotation on foot and root rot diseases of cereals.

A field analysis carried out to determine the effect of soil tillage depth (<10, 20-25, 50 cm) and crop rotation on take-all disease of wheat, triticale, barley and oat, showed that minimum tillage depth and monocolture cropping system of wheat greatly favoured the disease. Triticale was less susceptible than wheat and more seriously affected than barley. Generally oat is not a host for G.graminis var. tritici. Oat, sugar beet and rape seed in rotation with wheat considerably reduced the severity of take-all on the following wheat crop. An evident correlation was observed between disease severity and grain yield of wheat, triticale and barley.

Introduzione

Studi condotti in diversi paesi hanno evidenziato che la rotazione delle colture e la profondità di lavorazione del terreno sono in grado di influenzare l'intensità di attacco dei patogeni terricoli dei cereali (Nilsson, 1969; Sumner, 1985). Ciò è particolarmente importante per Gaeumannomyces graminis (Sacc.) Von Arx e Olivier var. tritici (Walker) che è uno dei patogeni più pericolosi per il frumento, anche per l'assenza di

validi metodi di lotta chimica.

L'efficacia dell'introduzione nell'avvicendamento colturale di piante non ospiti è nota da tempo (Cook et al., 1968; Yarham,1981), mentre non sono ancora stati raggiunti risultati definitivi per quanto riguarda l'effetto della profondità di lavorazione sulla malattia. Cook e Reis (1981), Yarham (1981), Neate et al. (1982) hanno rilevato una diminuzione dell'intensità di attacco del patogeno con l'aumentare della profondità di aratura, mentre Herman (1990) ha osservato una maggiore presenza della malattia in piante provenienti da terreno arato a media profondità.

Nel presente lavoro vengono riferiti i risultati preliminari di una ricerca sull'influenza di tali tecniche colturali sul "mal del piede" di frumento, triticale, orzo e avena determinato soprattutto da G. graminis var.tritici. E' stato, inoltre, considerato anche l'effetto della malattia sulla resa in granella.

Materiali e metodi

La ricerca è stata condotta ad Ozzano(BO), zona a vocazione cerealicola, in campi sperimentali allestiti dall'Istituto di Agronomia e Coltivazioni Erbacee dell'Università degli Studi di Bologna, su terreno di medio impasto tendente all'argilloso, dove si erano precedentemente verificati gravi attacchi della malattia.

Le osservazioni sono state compiute su frumento duro, orzo, triticale, avena seminati secondo uno schema sperimentale a due fattori (profondità di lavorazione e rotazione colturale) con tre ripetizioni. Ogni parcella era ampia 48 m².

Tab. 1 Fattori agronomici esaminati

Profondità di lavorazione	. minima (fresatura 10 cm) . media (aratura 20-25 cm) . profonda (aratura 50 cm)
Specie	. Triticum durum Desf.(cv. Creso) . Hordeum vulgare L.(cv. Plaisent) . Triticosecale Witt. (cv. Mizar) . Avena sativa L.(cv. Argentina)
Avvicendamento	. omosuccessione da tre anni di frumento, triticale, avena, orzo . frumento in successione a triticale, orzo, avena, colza, bietola . orzo, triticale, avena in successione a frumento

L'indagine è stata eseguita nel 1989, dopo tre anni dall'impostazione dei campi sperimentali per potere valutare anche l'effetto dell'avvicendamento colturale.

La raccolta dei campioni è stata effettuata alla fase

fenologica di fine maturazione lattea-inizio cerosa, corrispondente allo stadio 11.1-11.2 della scala di Feeks (Large, 1954). In ogni parcella sono stati prelevati mediamente 100 culmi fertili, estirpando un cespo di piante ad ogni metro lungo due linee rette parallele al lato maggiore della parcella, avendo cura di danneggiare il meno possibile l'apparato radicale. Le piante sono state successivamente private della guaina e le radici sono state lavate; quindi ogni pianta è stata assegnata ad una classe di gravità di malattia in base al grado di imbrunimento delle radici e della base del culmo. E' stata seguita una scala empirica a cinque classi (0-4) corrispondente a nessun sintomo, infezione lieve (1-25%), moderata (26-50%), grave (51-75%) e molto grave (76-100%) della superficie considerata (Nilsson,1969). Per ogni tesi e per ogni malattia è stata calcolata l'intensità percentuale (I) con la formula di Towsend-Heubergher (1943). La frequenza della malattia è stata espressa con una scala 0-10 (Nilsson, 1969). Parallelamente alle osservazioni di campo, sono state effettuate verifiche di laboratorio secondo metodologie convenzionali. La raccolta è stata eseguita una settimana circa dopo il suddetto campionamento.

Risultati

I risultati relativi alla presenza del "mal del piede" nelle diverse condizioni colturali sono riassunti nelle tabelle 2, 3, 4.

Fusarium spp. e Helminthosporium sativum Pamm.King e Bakke, sono spesso presenti sulla stessa pianta determinando sintomi molto simili, per cui anche se dalle indagini di laboratorio è risultata prevalente la presenza di Fusarium, ci è sembrato più esatto considerare entrambe le specie utilizzando nelle tabelle il simbolo F-H. Dalle analisi micologiche effettuate, F.culmorum (W.G.Smith) Sacc. è risultata la specie più diffusa.

Dall'esame complessivo dei dati risulta evidente che G.graminis var. tritici era il principale agente della malattia, mentre assai minore è stata la presenza dei patogeni appartenenti al genere Fusarium e di H.sativum. Bassa è risultata la frequenza di Rhizoctonia cerealis Van der Hoeven.

In tab.2, sono riportati i dati relativi alla situazione di omosuccessione. Come risulta dall'elaborazione statistica dei dati, sia la profondità di lavorazione che la specie hanno influenzato in maniera altamente significativa l'intensità dell'attacco di Ggt. La gravità della malattia è diminuita con l'aumentare della profondità. Notevole è la differenza fra i valori rilevati nella minima lavorazione e quelli relativi alle altre profondità di aratura del terreno. In particolare la lavorazione a 50 cm si è dimostrata la meno favorevole a G. graminis var. tritici.

Nella condizione di monocoltura il frumento è risultato il cereale più suscettibile all'attacco del patogeno, il triticale è stato meno sensibile del frumento ed è stato colpito con maggiore intensità dell'orzo che si è dimostrata la specie più tollerante a G.graminis var. tritici. L'avena non

Tab. 2 - Intensità percentuale di malattia (I) (0-100) determinata da Gaeumannomyces graminis var.tritici (Ggt), Fusarium spp. (F) ed Helminthosporium sativum (H) e frequenza (F) (0-10) di Rhizoctonia cerealis (Rh) in condizione di omosuccessione a diversa profondità di lavorazione.

Profondità di lavorazione (cm)	Frumento			Triticale			Orzo			Avena			Media	
	Ggt I	F-H I	Rh F	Ggt I	F-H I	Rh F	Ggt I	F-H I	Rh F	Ggt I	F-H I	Rh F	Ggt I	F-H I
10 (10)*	65,9	6,0	0,1	37,0	11,9	0	28,8	6,7	0	0	5,8	0	32,9	7,6
25 (25)	35,2	9,1	0,2	31,2	3,9	0,4	5,1	3,4	0	0	0,5	0	17,8	4,2
25 (50)	33,4	11,9	0	11,5	7,5	0,1	1,8	6,3	0	0	0,6	0	11,6	6,5
50 (25)	16,5	9,6	0	4,2	5,2	0,1	2,5	3,6	0	0	0,2	0	5,8	4,6
Media	37,8	9,1	0,1	21,0	7,1	0,1	9,6	5,0	0	0	1,7	0		

* I valori tra parentesi rappresentano la profondità di lavorazione dell'anno precedente.

Per Ggt risultano significativi per P=0,01 l'effetto profondità di lavorazione e l'effetto specie, mentre non è significativa l'interazione fra i due fattori.
Per Fusarium e H. sativum risulta significativo per P=0,01 l'effetto specie, mentre non sono significativi l'effetto profondità di lavorazione e l'interazione fra i due fattori.

Tab. 3 - Intensità percentuale di malattia (I) (0-100) determinata da Gaeumannomyces graminis var. tritici (Ggt), Fusarium (F) ed Helminthosporium sativum (H) e frequenza (F) (0-10) di R.cerealis (Rh) sulla cv. di frumento duro "Creso" a diversa profondità di lavorazione ed in diverse situazioni colturali.

Prof.di lavoraz. (cm)	Coltura precedente																		Media	
	Frumento			Triticale			Orzo			Avena			Colza			Bietola				
	Ggt I	F-H I	Rh F	Ggt I	F-H I	Rh F	Ggt I	F-H I	Rh F	Ggt I	F-H I	Rh F	Ggt I	F-H I	Rh F	Ggt I	F-H I	Rh F	Ggt I	F-H I
10(10)*	65,9	6,0	0,1	61,2	3,1	0	28,9	4,2	0	2,4	4,7	0,4	7,1	4,4	0,3	3,7	15,9	0,3	28,2	6,3
25(25)	35,2	9,1	0,5	15,3	4,7	0	5,1	3,6	0	2,8	3,5	0,1	6,7	9,1	0,7	1,6	11,4	0,4	11,1	6,0
25(50)	33,4	11,9	0	19,8	12,8	0	12,6	0,9	0	1,3	2,1	0,2	1,0	1,3	0,3	4,2	15,9	3,5	12,0	7,4
Media	44,8	9,0	0,2	32,1	6,9	0	15,5	2,9	0	2,2	3,4	0,2	4,9	4,9	0,4	3,2	14,4	1,4		

* vedi tab. 2

Per Ggt risultano significativi per P=0,05 l'effetto profondità di lavorazione e l'effetto rotazione non significativa l'interazione fra i due fattori.
Per Fusarium e H. sativum risulta significativo per P=0,05 l'effetto avvicendamento mentre non risultano significativi l'effetto profondità di lavorazione e l'interazione profondità x rotazione.

Tab. 4- Intensità di malattia (I) (0-100) determinata da Gaeumannomyces graminis var. tritici (Ggt), Fusarium spp. (F) ed Helminthosporium sativum (H)e frequenza (F) (0-10) di R.cerealis (Rh) di orzo, triticale e avena in successione a frumento.

Profondità di lavorazione (cm)	Orzo			Triticale			Avena			Media	
	Ggt I	F-H I	Rh F	Ggt I	F-H I	Rh F	Ggt I	F-H I	Rh F	Ggt I	F-H I
10(10)*	41,0	2,8	0,1	59,5	4,5	0	0	0	0	33,5	2,4
25(25)	3,7	4,9	0	15,1	8,4	0,5	0	0	0	6,2	4,4
50(25)	3,2	4,4	0	3,4	2,7	0,6	0	0,6	0	2,2	2,5
Media	16,0	4,0	0	26,0	5,2	0,4	0	0,2	0		

* vedi tab.2

Per Ggt risultano significativi per P=0,01 i fattori profondità di lavorazione specie, mentre risulta significativo per P=0,05 l'interazione profondità di lavorazione x specie.
Per Fusarium e H. sativum risulta significativo per P=0,01 il fattore specie, mentre non risultano significativi il fattore profondità di lavorazione e l'interazione fra i fattori.

Fig. 1 - Dati climatici rilevati a Ozzano (BO)

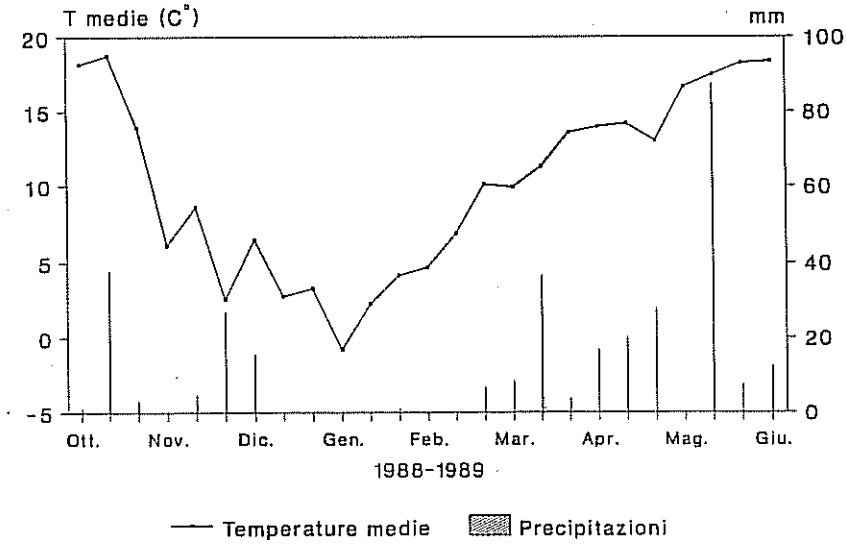
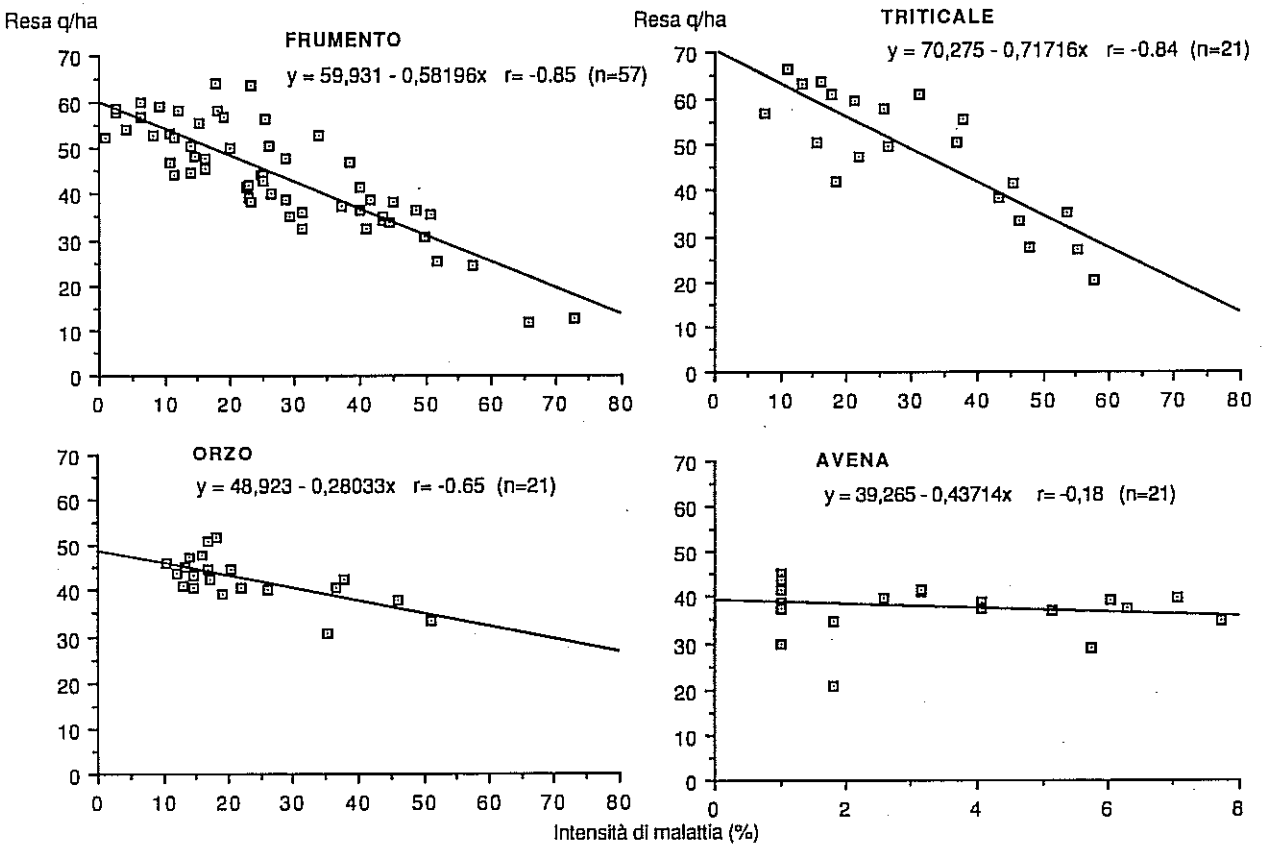


Fig. 2 - Relazione tra intensità di malattia e resa in granella dei cereali



è stata attaccata dal patogeno.

Per quanto riguarda Fusarium ed H.sativum, non è stata rilevata nessuna differenza statisticamente significativa fra le profondità di lavorazione, mentre è risultato significativo l'effetto specie. Frumento, triticale e orzo si sono dimostrati più suscettibili di avena.

In tab. 3 sono riportati i dati relativi a frumento continuo ed in rotazione con gli altri cereali (triticale, orzo e avena) e con colture da rinnovo (colza e bietola). Anche in questo caso la profondità di lavorazione del terreno e l'avvicendamento colturale hanno significativamente influenzato la presenza del patogeno. La minima lavorazione è risultata più favorevole alla malattia della lavorazione media. Minima è la differenza fra i valori relativi a parcelle sempre lavorate a 25 cm e quelle in cui l'anno precedente il terreno era stato arato a 50 cm.

Nell'ambito della rotazione con cereali, il frumento continuo presenta i valori più alti di intensità di malattia, intermedi sono quelli relativi alla successione con triticale, mentre più contenuto è stato l'attacco delle piante di frumento seminate dopo orzo. Molto più bassi sono stati i valori rilevati dopo avena, bietola e colza.

Anche in questo caso, nei confronti di Fusarium ed H.sativum è risultato determinante il fattore avvicendamento colturale, mentre la profondità di lavorazione non sembra esercitare effetti di rilievo. Il maggiore attacco è stato osservato sulle piante di frumento seminate in successione a bietola.

In tab. 4 sono riportati i dati relativi a orzo, triticale e avena in avvicendamento con frumento. Gli effetti della profondità di lavorazione, della specie e l'interazione fra i due fattori sull'intensità della malattia sono risultati significativi (per P=0,01 i primi due e per P=0,05 l'interazione) relativamente a G. graminis var. tritici. Anche in questo caso la minima lavorazione è risultata molto più favorevole all'azione patogenetica del fungo rispetto alla lavorazione media e a quella profonda. Il triticale ha confermato la maggiore suscettibilità rispetto all'orzo nei confronti del patogeno.

Per Fusarium ed H.sativum non sono state rilevate differenze significative di attacco in relazione alla profondità di lavorazione, mentre le specie considerate hanno evidenziato un diverso comportamento nei confronti della malattia, in particolare l'avena è risultata scarsamente attaccata, mentre orzo e trticale presentano valori dell'intensità di malattia simili e comunque piuttosto bassi.

In fig.2 sono riportate le rette di regressione ottenute dai dati di resa e di intensità di malattia (Ggt + F-H). Dall'esame degli r si evidenzia un'alta correlazione negativa tra i due caratteri per frumento (-0,85) e triticale (-0,84), più bassa ma sempre altamente significativa (-0,65) per orzo, mentre per avena è risultata molto bassa (-0,18).

Conclusioni

Da questi primi risultati sembra emergere che la profondità di lavorazione del terreno, la specie del cereale e

l'avvicendamento colturale possono influenzare la presenza e l'intensità del "mal del piede" , in particolare di G. graminis var.tritici che è risultato prevalente sugli altri agenti della malattia. L'andamento climatico del 1988-89 (fig.1), caratterizzato da elevata piovosità nel periodo autunnale e primaverile, può avere avvantaggiato il patogeno che è favorito da terreni umidi, soprattutto in autunno, quando le giovani piantine sono più suscettibili all'attacco della crittogama.

La diminuzione dell'intensità della malattia all'aumentare della profondità di aratura concorda con quanto rilevato da Cook e Reis (1981) negli USA, da Yarham (1981) in Inghilterra, da Neate et al. (1982) in Australia, mentre non vi sono dati, per quel che ci risulta, relativi all' Italia, dove il patogeno è diffuso, ma raramente raggiunge livelli di intensità così elevati da permettere di svolgere un'indagine significativa.

La diversa intensità di attacco riscontrata nella prova al variare della profondità di lavorazione, potrebbe essere dovuta ad una differente distribuzione dell'inoculo nel terreno. Da studi condotti in ambienti diversi (Nilsson, 1969; Hornby, 1981; Cotterill e Sivasithamparam, 1989) risulta che la massima concentrazione dell'inoculo, costituito soprattutto dai residui colturali, si trova nei primi 10 centimetri del suolo. Quando il terreno viene fresato a 5-10 cm, i propaguli fungini rimangono nello strato più superficiale, dove migliori sono le condizioni di temperatura e umidità per lo sviluppo del fungo e dove l'inoculo, trovandosi nello strato in cui viene posto il seme, potrebbe essere in posizione ottimale per infettare le piante fin dai primi stadi di sviluppo (Kollmorgen et al., 1985). La maggiore diluizione nel terreno dei propaguli fungini determinata dalla lavorazione media e profonda potrebbe spiegare la riduzione dell'intensità di attacco rilevata sulle piante provenienti dalle parcelle sottoposte a tali lavorazioni.

I risultati ottenuti sembrano confermare la diversa suscettibilità dei cereali alla malattia. E' noto infatti che il frumento è la specie più sensibile a G. graminis var.tritici, mentre l'orzo è meno attaccato e l'avena è generalmente immune, in quanto produce avenacina, sostanza di natura glucosidica che inibisce lo sviluppo del patogeno (Nilsson, 1969). Meno conosciuto è il comportamento di triticale, ibrido fra Triticum e Secale, che ha dimostrato una sensibilità all'attacco di G. graminis var.tritici intermedia fra frumento e orzo, evidenziando più affinità con il frumento che con la segale, considerata moderatamente resistente alla malattia. Ciò è in accordo con quanto rilevato da Rothrock (1988).

L'inserimento nell'avvicendamento con il frumento di colture non ospiti (colza, bietola e avena) ha ridotto l'intensità di malattia, probabilmente per lo scarso adattamento del fungo alla vita saprofitaria. Ciò conferma le osservazioni di Cook e Reis (1981), Cotterril e Sivasitahamparam (1989).

Interessante sembra, infine, lo stretto legame tra resa in granella e intensità di attacco, il cui effetto sui diversi componenti della produzione è attualmente in corso di studio.

Bibliografia

Cook R.J., Reis E. (1981). Cultural control of soil-borne pathogens of wheat in the Pacific North-West of the U.S.A. In: Strategies for the control of cereal diseases, Jenkyn J.F. & Plumb R.T.coord., Blackwell Sc. Publ., 176-177.

Cook R.J., Huber D., Powelson R.L., Bruhel G.W. (1968). Occurrence of take-all in wheat in the Pacific Northwest. Pl.Dis.Rep., 52, 297-336.

Cotterill P.J.,Sivasithamparam K. (1989). Inoculum of take-all fungus in a mediterranean-type climate: spatial distribution at a field site in Western Australia. Phytophylactica, 21, 45-48.

Herman M. (1990). Effect of tillage systems and crop sequence on the rhizosphere microflora of winter wheat. Soil & Tillage Research, 15, 297-306.

Hornby D. (1981). Inoculum. In: Biology and control of take-all, Asher M.J.C. e Shipton P.J., Accademic Press, 271-294.

Huber D.M. (1981). Incidence of Take-all of wheat in Indiana. Pl.Dis., 65, 9, 734-737.

Kollmorgen J.F., Ridge P.E., Walsgott D.N. (1985). Saprophytic survival of G. graminis var.tritici in the Victorian Mallee, Australia. In: Ecology and management of soilborne plant pathogens, Parker C.A., Rovira A.D., Moore K.J., Wong P.T., Kollmorgen J.F. coord., APS, 36-37.

Neate S., Rovira A., Warcup J.H. (1982). Minimum cultivation and root disease in wheat. In: Biennal report of Waite Agricultural Research Institute, 1980-81. Univ. Adelaide, pp 142.

Nilsson H.E. (1969). Studies on root and foot rot diseases of cereals and grasses. Annals Agricoltural College Sweeden, 35, pp 275.

Rothrock C.S. (1988).Relative susceptibility of small grains to take-all. Pl.Dis., 883-886.

Sumner D.R. (1985). Cropping practices and root diseases. In: Ecology and management of soilborne plant pathogens, Parker C.A., Rovira A.D., Moore K.J., Wong P.T., Kollmorgen J.F. coord., APS, 267-270.

Yarham D.J. (1981). Practical aspects of epidemiology and control of take-all. In: Biology and control of take-all, Asher M.J.C. e Shipton P.J. coord., Accademic Press, 353-384.