

Lotta biologica e selezione varietale per la resistenza al nematode *Heterodera schachtii*

L'impiego congiunto delle due strategie e l'adozione di ampie rotazioni consente un'elevata riduzione dei danni causati dall'infestante alla barbabietola da zucchero.

GIANCARLO BELTRAMI* - GIOVANNA CURTO** - MASSIMO ZAVANELLA*

* Beta S.c.a.r.l. - Società italiana per la ricerca e sperimentazione in bieticoltura

** Servizio fitosanitario, Regione Emilia Romagna

INTRODUZIONE

Il nematode cistico *Heterodera schachtii* Schmidt, uno dei più pericolosi e diffusi (Fig. 1) infestanti della barbabietola da zucchero, provoca alterazioni nelle cellule delle radici preposte all'assorbimento, con conseguenti scompensi nutrizionali e riduzione nella produzione in peso della coltura, sino al raggiungimento di per-



Fig. 2- Particolare di una prova varietale di Brassicaceae ad azione nematocida.

Figure 2 - Brassicaceae nematocidal varieties field trial.

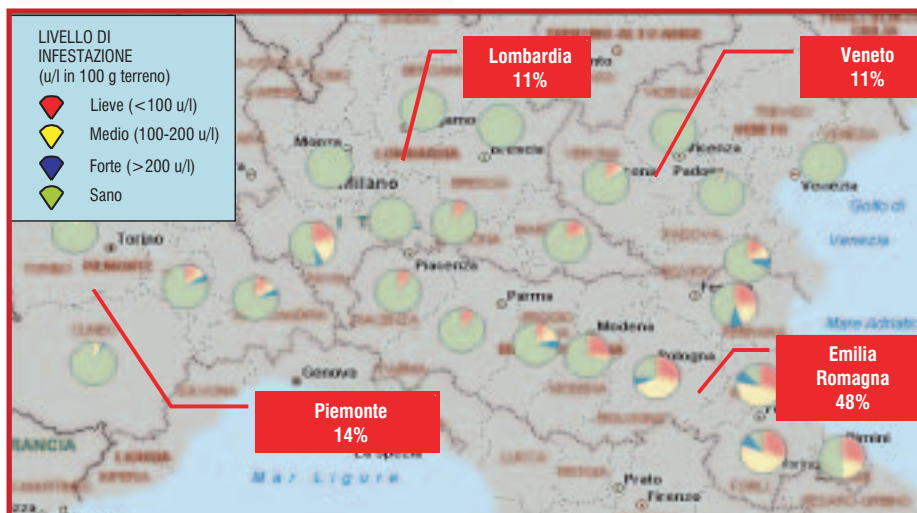
dite anche superiori al 60% (Beltrami e Zavarella, 2006).

Anche se la recente ristrutturazione del settore zaccarifero ha comportato una drastica riduzione delle superfici coltivate in Italia, il problema è destinato a persistere, perché i bacini di approvvigionamento degli zuccherifici rimarranno forzatamente circoscritti per evitare un eccessivo aggravio degli oneri di trasporto della materia prima.

LOTTA BIOLOGICA: LE PIANTE BIOCIDE

Notevole importanza nella difesa dal nematode cistico riveste il sovescio di Brassicaceae ad azione nematocida (Fig. 2). Esse contengono glucosinolati che, in presenza di acqua, dell'en-

Fig. 1 - Diffusione di *H. schachtii* nel nord Italia. Dati Filiera bieticolo-saccarifera, 2004.
Figure 1 - *H. schachtii* diffusion in the Northern Italy. Source: Sugar beet chain, 2004.



zima endogeno mirosinasi e di lesioni nei tessuti vegetali, vengono idrolizzati a isotiocianato o nitrile.

Le Brassicaceae ad azione biofumigante possiedono tali sostanze attive soprattutto nella parte aerea, così che l'effetto nematocida si esplica prevalentemente in seguito al sovescio, che libera isotiocianato come i nematocidi chimici fumiganti. Le piante nelle quali il nematode penetra, ma non completa il ciclo di sviluppo prima del sovescio, ossia entro 8-10 settimane dalla semina, sono anche definite piante trappola (catch crops) e contengono glucosinolati attivi nelle radici.

Nei confronti di *H. schachtii* si utilizzano varietà di rafano e di senape con proprietà di piante trappola, nelle cui radici il nematode interrompe il proprio ciclo di sviluppo allo stadio di larva o di femmina, senza produrre cisti con uova fertili, con l'effetto finale di una riduzione molto evidente dell'infestazione nel terreno.

Nel nord Italia si individuano due epoche di coltivazione della coltura intercalare di piante-esca: una primaverile su terreni destinati a set-aside, che è la più comune, ed una estiva dopo cereale autunno-vernino che attualmente è la meno praticata, per le maggiori difficoltà di gestione agronomica. Il sovescio di queste colture apporta inoltre notevoli quantità di sostanza organica al terreno.

CONTROLLO DELL'EFFICACIA

Al fine di una più precisa determinazione del potere nematocida di varietà di rafano e di senape commerciali e di nuova costituzione, dal 2004 è stata avviata la verifica annuale della corretta moltiplicazione in purezza del seme e la divulgazione dei risultati presso i produttori bieticoli, quale servizio per un corretto orientamento nella scelta varietale, similmente a quanto avviene in altri Paesi (come ad esempio l'attività del Bundessortenamt in Germania).

La sperimentazione è stata promossa da BETA, che ha anche fornito il se-

me delle varietà da saggiare, e svolta dalla Sezione di Nematologia del Servizio Fitosanitario della Regione Emilia Romagna (Beltrami *et al.*, 2006). Essa è stata condotta secondo un disegno sperimentale a blocco randomizzato con 3 ripetizioni (vasi) per tesi, in terreni contenenti una carica nota di uova-larve su 100 g di terra; l'effetto nematocida delle varietà è stato evidenziato dal loro potere di abbattimento della popolazione del nematode, calcolato come rapporto fra la popolazione di *H. schachtii* all'epoca stabilita per il sovescio per quanto riguarda le piante biocide o subito dopo la raccolta delle barbabietole (PF = popolazione finale) e la popolazione iniziale in corrispondenza della semina (PF/PI), nonché dall'individuazione dei diversi stadi di sviluppo del nematode cisticolo all'interno della radice delle varietà biocide.

RISULTATI DEL BIENNIO

La percentuale di riduzione del rapporto PF/PI di cisti vive e uova-larve nel terreno ha evidenziato l'efficacia delle varietà nematocide (Tab. 1); in particolare, nel biennio è stata verificata una capacità di riduzione della

popolazione del nematode maggiore dell'80% in tutte le varietà, ad esclusione di Diabolo, Remonta e Carlos.

LA SELEZIONE DI VARIETÀ DI BARBABIETOLA TOLLERANTI

La selezione di genotipi di barbabietola da zucchero tolleranti il nematode cisticolo ha raggiunto, solo di recente interessanti "performances" produttive.

Nel 2003 sono state avviate dalla Commissione Tecnica Nazionale (CTN) le prime verifiche sperimentali di alcune linee e nel 2004 è iniziata la commercializzazione di alcune di queste varietà (Fig. 3). La sperimentazione in campo è stata portata avanti da BETA che si è avvalsa, per le determinazioni dei rapporti PF/PI in vaso e in pieno campo, della collaborazione con il Servizio Fitosanitario della Regione Emilia Romagna.

L'ATTIVITÀ SPERIMENTALE DEL TRIENNIO

E I RISULTATI PRODUTTIVI

Vengono riportati i risultati del triennio relativamente a 3 varietà di barbabietola selezionate da KWS:

– Gea, tollerante alla rizomania e sen-

Tabella 1 - Efficacia delle varietà in prova nei confronti di *H. schachtii*. Dati medi del biennio 2004-2005.

Table 1 - Comparison among Brassicaceae nematocidal varieties on *H. schachtii* efficacy. Average data of the biennium 2005-2005.

| Varietà | Specie | Casa Sementiera | PF/PI * |
|-------------|--------|------------------|---------|
| Karakter ** | Rafano | SIS | 0,00 |
| Pegletta ** | Rafano | Carla Import | 0,00 |
| Comet | Rafano | Carla Import | 0,06 |
| Adios ** | Rafano | Padana Sementi | 0,08 |
| Arena | Rafano | Bietfin-Stilnovo | 0,10 |
| Corporal ** | Rafano | Carla Import | 0,10 |
| Accent | Senape | Carla Import | 0,13 |
| Colonel | Rafano | Carla Import | 0,13 |
| Diabolo | Rafano | SIS | 0,20 |
| Carlos | Rafano | Cameau/De prez | 0,20 |
| Remonta | Rafano | KWS | 0,34 |

* uova e larve in 100 g terreno determinato a fine e inizio ciclo colturale
 ** varietà con un solo anno di prova



Fig. 3 - Prova varietà tolleranti su terreno infestato a Minerbio (Bo), anno 2003: è evidente il differente rigoglio vegetativo della varietà tollerante (al centro) rispetto alla sensibile (a destra).

Figure 3 - Tolerant varieties field trial on infested soil (Minerbio - Bo, 2003): different leaf development is clear between the tolerant variety (in the centre) compared to the sensible variety (on the right).

sibile al nematode, utilizzata come standard di riferimento;

– Paulina, varietà tollerante alla rizomania e definita **resistente** al nematode, la prima selezionata da KWS;

– Pauletta, tollerante alla rizomania e definita **tollerante** al nematode, caratterizzata da interessanti produzioni anche in terreno infestato. È inoltre l'unica varietà tollerante a *H. schachtii* commercializzata in Italia in un consistente numero di unità.

Le attribuzioni di resistente, cioè capace di limitare la riproduzione del nematode rispetto allo standard sensibile, e di tollerante, in grado di limitare le perdite produttive rispetto allo standard, sono state recentemente introdotte da un gruppo di ricercatori francesi nell'ultimo congresso dell'Institut International de Recherches Betteravières (I.I.R.B.) (Plantard *et al.*, 2006).

In realtà, i dati ottenuti da BETA, ovviamente in ambiente italiano, evidenziano che la varietà tollerante coltivata in terreno infestato non solo fornisce risultati produttivi molto più elevati della varietà resistente, ma è in grado di limitare la riproduzione del nematode in misura del tutto analoga.

Complessivamente, nel triennio 2003-2005, sono state allestite 18 prove sperimentali in campo in altrettante località, di cui 10 su terreno infestato e 8 su terreno esente da *H. schachtii*, queste ultime necessarie per verificare il livello produttivo delle varietà tolleranti in confronto con le “tradizionali” in assenza di pressione del nematode. I terreni infestati a loro volta sono stati suddivisi in due gruppi: lievemente infestati, quando il numero medio di uova e larve in 100 g di terreno alla semina (PI = popolazione iniziale) era inferiore a 100 e gravemente infestati se superiore (Fig. 4 e Tab. 2).

È stato adottato uno schema sperimentale a blocco randomizzato con 4 ripetizioni. Su ogni parcella sono stati effettuati 2 prelievi di terreno, di cui il primo all'emergenza delle piantine e

Fig. 4 - Dislocazione delle prove nel triennio 2003-2005. In rosso le prove su terreni infestati, in blu su terreni indenni dal nematode.

Figure 4 - 2003-2005 field trials map. Red points indicate the trials on infested soil, blue points show the trials on healthy soil.



Tabella 2 - Numero di prove sperimentali in campo eseguite nel triennio 2003 - 05 e suddivisione in base alla gravità di infestazione.
Table 2 - Number and classification of experimental field trials carried out in 2003 - 05 according to the infestation level.

| | uova e larve in 100 g di terreno (media) * | N° di località e prove |
|----------------------|--|------------------------|
| Terreno sano | - | 8 |
| Lievemente infestato | 50,09 | 6 |
| Infestato | 284,47 | 4 |

* Popolazione iniziale, rilevata alla semina.

il secondo subito dopo la raccolta, al fine di monitorare il livello di infestazione. Le raccolte sono sempre state effettuate nel mese di agosto.

I principali risultati sono riportati nelle figure 5, 6 e 7.

In base ai dati del triennio si possono trarre alcune sintetiche ma importanti osservazioni sui principali parametri produttivi:

– *resa in radici*: non vi sono differenze rilevanti tra la varietà sensibile e la tollerante in terreno sano; il divario diviene invece consistente (+68%) in terreno infestato e a favore della varietà tollerante;

– *polarizzazione*: è interessante notare come la varietà sensibile fornisca polarizzazioni sempre più basse all'aumentare della gravità dell'infestazione di *H. schachtii*, mentre nella varietà

tollerante, geneticamente caratterizzata da un titolo zuccherino inferiore, tale riduzione è meno accentuata;

– *saccarosio*: in terreno sano, la varietà sensibile fornisce produzioni superiori in media del 5% rispetto alla varietà tollerante, mentre su terreno lievemente infestato e infestato le produzioni di saccarosio sono nettamente a favore della varietà tollerante. La varietà resistente, al contrario, non offre altrettanto buone “performances” produttive.

EFFETTI DELLE VARIETÀ SULLA RIPRODUZIONE DI *H. SCHACHTII*

In tutte le prove su terreno infestato è stata determinata la popolazione del nematode alla semina (popolazione iniziale) e subito dopo la raccolta delle barbabietole (popolazione finale). Il rapporto PF/PI indica la moltiplicazione del parassita dopo un ciclo culturale.

Tali verifiche, in considerazione della variabilità in campo della popolazione del nematode, sono state integrate, a partire dal 2005, da prove in vaso

presso le strutture del Servizio Fitosanitario della Regione Emilia Romagna. (Figg. 8 e 9).

I risultati ottenuti sono estremamente interessanti, in quanto il rapporto PF/PI della varietà tollerante, compreso tra 2 e 4, risulta molto più basso di quello della sensibile, compreso tra 16 e 20. Ciò significa, ad esempio, che coltivando bietole su un terreno con un'infestazione di 100 uova e larve, se si impiega la varietà sensibile si avrà a fine ciclo una popolazione di 1600-2000 uova/larve, contro le 200-400 della varietà tollerante.

Ai fini pratici, per il bieticoltore con terreni lievemente infestati da *H. schachtii*, questo dato assume importanza rilevante: seminando le varietà tolleranti e adottando una rotazione almeno quinquennale è possibile mantenere a livelli bassi la popolazione del nematode altrimenti destinata ad aumentare e garantire negli anni un buon livello produttivo della barbabietola da zucchero.

CONCLUSIONI

Il contenimento dei danni da *H. schachtii* sulla barbabietola da zucchero, congiunto alla garanzia di buoni livelli produttivi per la coltura risulta finalmente possibile attraverso l'inte-

Fig. 5 - Produzione di radici delle 3 varietà in terreno sano, lievemente infestato e infestato. Dati medi triennio 2003-2005.

Figure 5 - Root yield of the 3 varieties in healthy, light infested and infested soil. Average data of 2003-05 three year period.

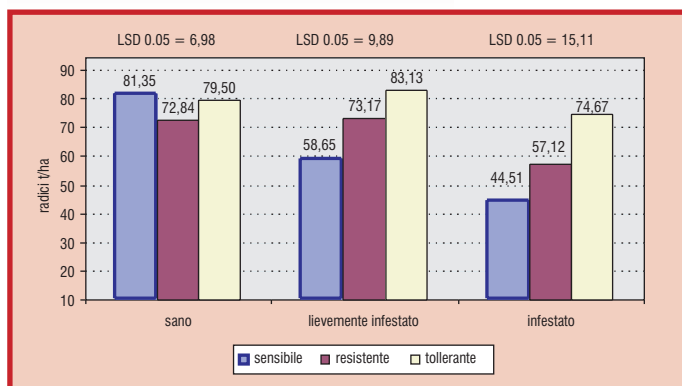
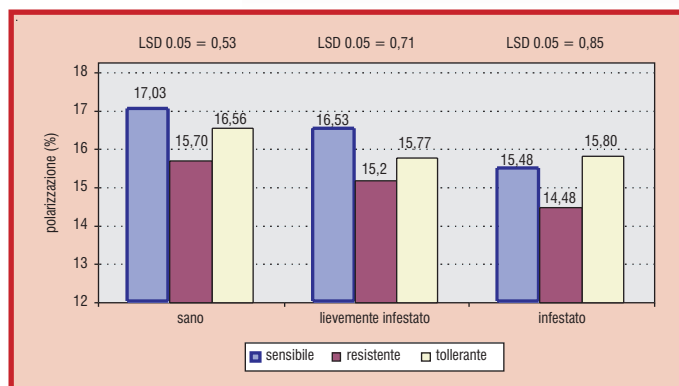


Fig. 6 - Polarizzazioni delle 3 varietà in terreno sano, lievemente infestato e infestato. Dati medi triennio 2003-2005.

Figure 6 - Sugar content of the 3 varieties in healthy, light infested and infested soil. Average data of 2003-05 three year period.



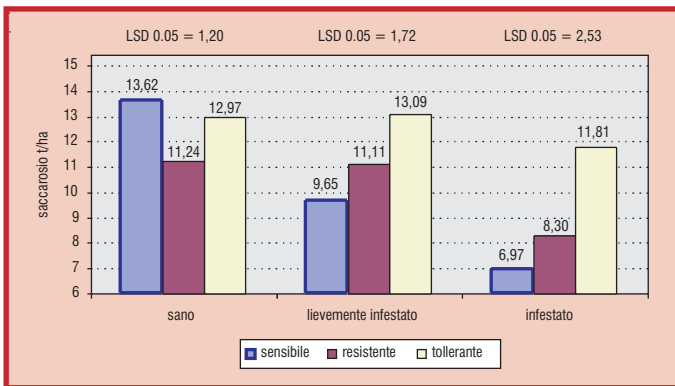


Fig. 7 - Produzione di saccarosio delle 3 varietà in terreno sano, lievemente infestato e infestato. Dati medi triennio 2003-2005.

Figure 7 - Sugar yield of the 3 varieties in healthy, light infested and infested soil. Average data of 2003-05 three year period.

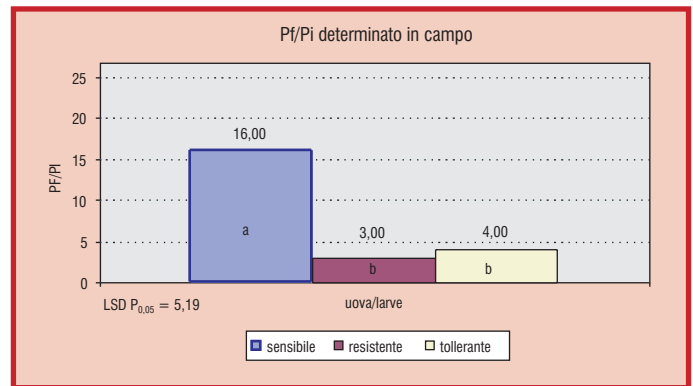


Fig. 8 - Rapporto PF/PI delle 3 varietà determinato nelle prove in campo. Dati medi del biennio 2003-2004.

Figure 8 - PF/PI ratio of the 3 varieties obtained in the field trials. Average data of 2003 - 04 two year period.

grazione di mezzi agronomici quali:
- l'adozione di ampie rotazioni colturali;

- l'inserimento di colture ad azione biocida;

- l'uso di varietà di bietola tolleranti. Molti comprensori bieticoli italiani sono ancora caratterizzati da rotazioni troppo "strette" (triennali se non, in qualche caso, biennali). È necessario ed urgente che esse vengano portate a 4 anni nei terreni sani e a 5 nel caso di accertata presenza del nematode. L'adozione di ampie rotazioni consente inoltre di diminuire l'aggressività di altri infestanti e patogeni, riducendo i costi e aumentando l'efficacia degli interventi fitosanitari.

Per quanto riguarda le colture ad azione nematocida, queste confermano una elevatissima efficacia e la capa-

cià di riportare terreni gravemente infestati a valori sotto "soglia di danno", consentendone il recupero ad una bieticoltura produttiva.

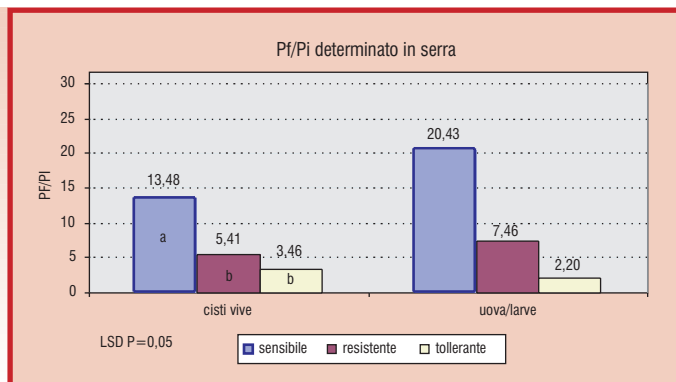
Purtroppo in una agricoltura sempre più soggetta a bassi redditi, gli agricoltori tendono a limitare il più possibile i costi colturali, con il risultato di una riduzione nella diffusione di tali colture.

Le varietà di barbabietole tolleranti a *H. schachtii* rappresentano la novità tecnica di maggiore importanza introdotta negli ultimi anni. Il loro impiego in terreni infestati consente, entro certi valori di densità di popolazione del nematode, di mantenere elevati standard produttivi e di fare moltiplicare molto meno il nematode rispetto alle varietà sensibili.

Il perfezionamento di valori "soglia" per definire l'impiego delle varietà tolleranti alla luce dei nuovi prezzi definiti dall'OCM di settore risulta pertanto l'obiettivo prioritario della sperimentazione in corso.

Fig. 9 - Rapporto PF/PI delle 3 varietà di barbabietola determinato in prove in serra nel 2005.

Figure 9 - PF/PI ratio of the 3 varieties obtained in the greenhouse trials in 2005.



RIASSUNTO

Il nematode *Heterodera schachtii* rappresenta una delle più gravi avversità della barbabietola da zucchero. L'adozione di ampie rotazioni colturali, l'inserimento di colture ad azione nematocida e l'uso di varietà di bietola tolleranti di recente commercializzazione consentono di mantenere buoni livelli produttivi in terreni infestati. Si espongono i risultati di un biennio di sperimentazione su Brassicaceae ad azione nematocida e di un triennio su nuove varietà di bietola tolleranti.

PAROLE CHIAVE:

Barbabietola da zucchero, nematode cisticolo, Brassicacee nematocide, tolleranza al nematode.

SUMMARY

Biological control and varietal selection for the resistance towards *Heterodera schachtii*

The cyst nematode, *Heterodera schachtii*, is the most dangerous sugar beet pest. It causes serious stand and yield decrease wherever sugar beets are grown. Adoption of wide crop rotation, cultivation of Brassicaceae nematocidal plants and sugar beet tolerant varieties, concur to maintain good yields in infested soils. The results of a biennial applied research on Brassicaceae nematocidal plants and a triennial one on sugar beet tolerant varieties are reported.

KEY WORDS:

Sugar beet, Brassicaceae nematocide, cyst nematode, nematode tolerance.

LAVORI CITATI

- Beltrami G. e Zavanella M. (2006) - Control of *Heterodera schachtii* by using tolerant varieties. Results of triennial field trials activity. Pests and Diseases I.I.R.B. Group, Siviglia.
- Beltrami G., Zavanella M., Curto G. (2006) - Combattere il nematode bieticolo in tre mosse. L'Informatore Agrario, 62 (3), 44-48.
- Plantard O., Porte C., Denise M., Muchembled C., Richard-Molard M., Baril C. (2006) - Management of resistant and tolerant sugarbeet cultivars for a durable control of the cyst nematode *Heterodera schachtii*. 69th I.I.R.B. Congress, Bruxelles.