

## APPROFONDIMENTO N. 01\_20 03 APRILE 2020

### I NEMATODI

#### GENERALITÀ E CARATTERISTICHE ANATOMICHE

I nematodi (dal greco nema = filo ed éidos = aspetto) sono animali anguilliformi, generalmente di piccole o piccolissime dimensioni che in parte conducono vita libera ed in parte sono parassiti di piante ed animali, uomo compreso. Quelli che conducono esistenza parassitaria a spese delle piante non sono normalmente visibili ad occhio nudo. Ad un'analisi al microscopio si osservano piccoli "vermetti" che si muovono con movimento ondulatorio sinusoidale caratterizzati da cavità boccale provvista di stiletto rigido con cui perforano i tessuti delle piante ospiti per aspirarne i liquidi cellulari.

#### NEMATODI CHE DANNEGGIANO LA PORZIONE EPIGEA (*Aphelenchoides spp.* - *Ditylenchus spp.*)

Presentano dimensioni prossime al millimetro, si caratterizzano per un ciclo biologico breve con più generazioni che si susseguono nell'anno. In assenza di piante ospiti sopravvivono nel terreno per 3-4 anni. Causano danni a carico di foglie, gemme, fiori e semi con andamenti a chiazze. Nella fragola determinano arricciamento dell'apparato fogliare, sviluppo ridotto e deformazioni. Su cipolla provocano vegetazione stentata, arricciamenti ed increspamenti delle lamine fogliari e generale deperimento e sfaldamento del bulbo.

I danni maggiori avvengono in pieno campo, su terreni pesanti e con andamenti stagionali freschi e piovosi. In serra i danni risultano marginali. Nelle aziende visitate e più in generale nelle aziende orticole biologiche della regione, non si rilevano significative problematiche ascrivibili ai generi descritti.

#### NEMATODI CHE DANNEGGIANO GLI APPARATI RADICALI

Maggiormente presenti e problematici risultano i generi capaci di danneggiare gli apparati radicali. Appartengono a diversi generi anche se quello maggiormente presente e capace di causare le perdite più ingenti in orticoltura è il genere *Meloidogyne*, facilmente diagnosticabile per la presenza di ipertrofie (galle), di dimensioni variabili a seconda della specie colpita e dell'intensità degli attacchi, a livello di radici, fittoni e tuberi. Tale caratteristica li rende noti come nematodi galligeni. La presente trattazione non approfondisce in merito ad altri generi (*Heterodera spp.* e *Globodera spp.*), meno ubiquitari, meno polifagi e, solitamente, capaci di danni inferiori; tuttavia le tecniche di difesa proposte sono da considerarsi valide, in generale, nella lotta biologica ai nematodi, indipendentemente dal genere di appartenenza.

#### CICLO BIOLOGICO

I nematodi dopo essere fuoriusciti dall'uovo al secondo stadio giovanile, penetrano le radichette a livello dell'apice e si nutrono spostandosi ed approfondendosi nelle radici. Raggiunto il terzo stadio perdono la capacità locomotoria diventando sedentari. La nutrizione, a questo punto, avviene tramite iniezione di enzimi che causano alterazioni morfologiche a livello cellulare con conseguente formazione di cellule giganti a costituire le galle. All'interno di tali tessuti deformati vengono deposte le uova dalle quali fuoriescono gli individui di seconda età capaci di indurre un nuovo ciclo. All'interno delle cisti le uova possono permanere per oltre tre anni.

## FATTORI AMBIENTALI, SPECIE ATTACCATE E TIPOLOGIE DI DANNO

### Esigenze termiche e dinamiche di popolazione

Condizioni ambientali favorevoli allo sviluppo dei nematodi galligeni si hanno con temperature del terreno superiori ai 16 °C, limite termico minimo per la riproduzione. Condizioni ottimali si hanno tuttavia intorno ai 25-30°C. In queste condizioni un ciclo si completa in circa un mese. Nei mesi invernali le larve migrano a profondità elevate, anche prossime al metro, per sfuggire al gelo, pertanto normalmente nelle colture a ciclo autunno-vernino ed in quelle di inizio primavera i danni risultano limitati. In serra, causa le elevate temperature, il numero di cicli e i danni a carico delle colture diventano maggiori. Situazioni di terreno asciutto o squilibri idrici favoriscono l'attività dei nematodi mentre un livello di idratazione costante, senza eccessi, tende a limitare, almeno parzialmente, i danni.

### Specie colpite e danni diretti

I nematodi appartenenti al genere *Meloidogyne* risultano estremamente polifagi e capaci di recare danni a specie appartenenti a tutte le principali famiglie orticole coltivate. Le problematiche maggiori, tuttavia, si evidenziano a carico di solanacee, cucurbitacee e ombrellifere (carota in modo particolare). Meno soggette sono invece crucifere, liliacee, cicorie e le altre ombrellifere. In presenza di attacchi blandi le piante possono manifestare sviluppo stentato, ingiallimenti, foglie appassite dapprima nelle ore più calde della giornata, poi in maniera irreversibile fino ad arrivare, negli attacchi più gravi, al collasso. La sintomatologia evidenziata è ascrivibile al danneggiamento degli apparati radicali che ne compromette la capacità di assorbimento di acqua ed elementi nutritivi.



*Melone: danno da nematode.*



*Fagiolo: particolare delle galle.*



*Pomodoro: apparato radicale sano.*



*Pomodoro: apparato radicale danneggiato.*



*Melanzana: apparato radicale sano.*



*Melanzana: apparato radicale danneggiato.*

Si raccomanda, in presenza di sintomi quali quelli descritti, di provare ad estirpare qualche pianta e verificare la condizione degli apparati radicali. Talvolta, senza procedere alla rimozione, è sufficiente scalzare un po' di terra in corrispondenza del colletto e verificare la presenza di ingrossamenti e galle a livello delle radici superficiali.

#### **Danni indiretti**

Consistono in una maggiore propensione delle piante colpite ad essere interessate da patologie a carico dell'apparato radicale quali fusariosi e verticillosi. I ceppi fungini responsabili trovano infatti nelle ferite provocate dai nematodi e nell'alterazione biochimica ai danni delle cellule una via d'ingresso preferenziale. Per alcuni patogeni responsabili della suberosi radicale del pomodoro (ad esempio *Pyrenochaeta lycopersici*), è stato appurato che i nematodi stessi hanno un ruolo attivo nel veicolare le spore all'interno della radice.



*Estesa suberificazione radicale a seguito di danneggiamento da nematode.*

## TECNICHE DI DIFESA

### Una fondamentale premessa

Va innanzitutto specificato che la prima azione di contrasto ai nematodi capaci di indurre danno alle piante coltivate va ricercato in una buona condizione agro-ecologica del terreno. Tale aspetto dovrebbe essere, come sempre ricordato, prerogativa di ogni buon agricoltore biologico. Pratiche quali rotazione colturale, apporto di sostanza organica, impiego di sovesci, gestione del residuo colturale concorrono al ripristino ed al mantenimento di un buon equilibrio all'interno del suolo e tendono a riequilibrare le popolazioni di nematodi sfavorendo i generi fitoparassiti, a vantaggio di generi indifferenti, predatori (genere *Mononchina*), fungivori, batterivori o coinvolti nei processi di decomposizione della sostanza organica. In merito alla presenza di più generi con caratteristiche diverse, la letteratura specializzata evidenzia come, nel suolo, i nematodi, numericamente inferiori solo a batteri, funghi, microalghe e protozoi, presentano numerosità nell'ordine di svariati milioni di individui/m<sup>2</sup> e biomasse nell'ordine di 1-100 kg/ha (Lynch, 1982; Lynch e Hobbie, 1988).

### Rotazione colturale

L'impostazione di una corretta rotazione, da ottenersi avvicinando specie maggiormente suscettibili ad altre che risultano meno danneggiate, può risultare un primo passo volto ad una migliore gestione della problematica. Nelle situazioni ove si rilevano i danni maggiori può risultare opportuno, per uno o due anni, sospendere il ciclo produttivo nei mesi più caldi destinando la superficie alla coltivazione di essenze da sovescio che presentano azione nematocida. In questo modo, oltre a riattivare la biomassa microbica del suolo, si attua una riduzione del potenziale d'inoculo che consente, dopo un paio d'anni e con le dovute accortezze gestionali, di riprendere la normale rotazione colturale.

### Sovescio con essenze ad azione nematocida

Le specie vegetali che presentano proprietà nematocide appartengono principalmente alla famiglia delle brassicacee. L'azione di contrasto si esplica tramite due distinti meccanismi d'azione:

- **meccanismo d'azione con sintesi di isotiocianati:** tramite trinciatura del materiale vegetale e conseguente rottura dei tessuti si favorisce l'incontro tra i glucosinolati e l'enzima mirosinasi sostanze che nella cellula integra sono normalmente separate. In tali condizioni, con presenza di sufficiente umidità, si verifica, mediata dalla mirosinasi, l'idrolisi dei glucosinolati a isotiocianati, composti volatili che si diffondono nel terreno, tossici per i nematodi. Affinché l'effetto nematocida sia massimo la trinciatura va effettuata nella fase di piena fioritura, momento di maggiore accumulo di glucosinolati. Il successivo interrimento deve avvenire nel più breve tempo possibile in modo da ridurre la volatilizzazione degli isotiocianati in atmosfera. Qualora il suolo sia in condizioni di scarsa umidità risulta opportuno, terminate le fasi di trinciatura ed interrimento, irrigare. Il meccanismo d'azione descritto è proprio di alcune varietà di senape e rafano. Spesso accanto all'azione nematocida le specie descritte presentano anche azione biofumigante contro le forme fungine persistenti del terreno (*Sclerotinia spp.*, *Pythium spp.*, *Rhizoctonia spp.* e *Fusarium spp.*). La successiva messa a dimora delle orticole è possibile dopo quindici-venti giorni dall'intervento. Trapianti o semine effettuati precedentemente tale intervallo possono andare incontro a fenomeni di fitotossicità.



*Sovescio misto di brassicacee nematocide pronto per la trinciatura.*

- **meccanismo d'azione con liberazione di essudati radicali:** gli essudati radicali di alcune varietà di rucola e rafano risultano particolarmente attrattivi nei confronti delle forme giovanili dei nematodi. Quando questi pungono le radici vengono a contatto con sostanze che ne impediscono la crescita e la riproduzione deprimendone le popolazioni. L'erbaio in questo caso agisce da coltura-trappola.

Si precisa che le brassicacee ad azione nematocida si caratterizzano per un ciclo breve. Semine primaverili o di fine estate, effettuate entro metà settembre, in circa due mesi raggiungono la piena fioritura e possono venire trinciate. Nelle semine di ottobre le plantule, allo stadio di rosetta, presentano discreta resistenza al freddo (5-6°C al di sotto dello zero non ne pregiudicano la vitalità), e salgono a fiore nel mese di aprile. Una decina di chili di seme sono sufficienti per seminare un ettaro di terreno. La tecnica risulta di interesse sia in pieno campo che in serra, sfruttando i momenti di vuoto colturale. In particolare, considerata la gravità degli attacchi di nematodi in ambiente protetto riscontrata in alcune delle aziende visitate, si consiglia, anche qualora non si riscontrino danni, di effettuare periodicamente a fini "preventivi" dei sovesci di brassicacee.



*Rucola nematocida ad inizio fioritura.*

Anche il sorgo sudanese presenta una blanda azione nematocida legata all'idrolisi della durrina, una molecola presente nelle foglie, che avviene dopo la trinciatura del sovescio, con conseguente liberazione di acido cianidrico. La produzione di durrina è massima in fase giovanile pertanto si consiglia di trinciare ed interrare la coltura ad una taglia di 50-60 cm. La specie inoltre si comporta da "non ospite" per i nematodi che non riuscendo a riprodursi a spese degli apparati radicali vanno incontro ad un calo di popolazione con conseguente contrazione del

potenziale d'inoculo. La soluzione è particolarmente interessante, in virtù del ciclo colturale breve e delle esigenze termiche elevate, in ambiente protetto. Come descritto in precedenza per le brassicacee anche il sorgo sudanese presenta azione biofumigante nei confronti dei funghi persistenti del terreno, in particolare di quelli appartenenti al genere *Verticillium*.

#### **Farina di semi di senape bruna (*Brassica juncea*)**

Prodotto ottenuto dalla riduzione in farina dei semi di senape bruna a seguito dell'estrazione dell'olio. Viene commercializzato sotto forma di pellet o scaglie e risulta attivo contro nematodi, elateridi e funghi terricoli. Il prodotto va distribuito su terreno lavorato e successivamente interrato ad una profondità di 15-20 cm. Si procede in seguito all'irrigazione del terreno finalizzata a favorire l'idratazione del pellet con conseguente sintesi di isotiocianati. Dopo sette-dieci giorni è possibile procedere alla messa a dimora delle orticole. Per il contenimento di nematodi e funghi patogeni il prodotto va impiegato alla dose di 200-300 g/m<sup>2</sup>. Nei confronti degli elateridi il dosaggio va incrementato a 400 g/m<sup>2</sup>. Considerati il dosaggio e l'elevato costo del prodotto, l'impiego è da limitarsi agli ambienti protetti laddove, qualora la programmazione colturale lo consenta, è possibile, al fine di incrementare l'efficacia della tecnica, far succedere un ciclo di solarizzazione.

#### **Solarizzazione**

Tale tecnica, particolarmente interessante in ambiente protetto, si basa sulla caratteristica, comune alla maggior parte dei parassiti, di non riuscire a sopravvivere a temperature superiori ai 50-55 °C. Al fine di ottenere risultati soddisfacenti, la tecnica può essere praticata nel periodo più caldo dell'estate che normalmente, nei nostri ambienti coincide con il mese di luglio. Il terreno viene lavorato ed affinato come si dovesse procedere alla messa a dimora. In seguito viene irrigato fino a saturazione al fine di riportare in attività i parassiti terricoli e, sfruttando la capacità dell'acqua di condurre calore, favorire l'innalzamento termico degli strati più profondi del terreno. A questo punto si copre con del film plastico trasparente in polietilene che viene mantenuto per 30-40 giorni. Alla rimozione si procede con una lavorazione superficiale ed alla successiva messa a coltura. In questo modo si inattivano anche semi di infestanti e funghi patogeni del terreno (*Sclerotinia spp.*, *Verticillium spp.*, *Rhizoctonia spp.* e *Fusarium spp.*). Le temperature raggiunte non "sterilizzano" il terreno, infatti alcuni organismi utili, tra cui i ceppi fungini antagonisti appartenenti ai generi *Trichoderma spp.* ed *Aspergillus spp.*, sopravvivono.

#### **Estratti vegetali**

Una moderata attività nematocida è stata attribuita a tannini ed estratti d'aglio. Sulla base di alcune evidenze sperimentali si è tuttavia riscontrato come l'efficacia di tali prodotti risulti variabile a seconda delle condizioni e delle colture nelle quali viene impiegata.

Una discreta attività nematocida, anche se limitata nel tempo, è presente nel principio attivo azadiractina. Una buona tecnica può essere basata sulla somministrazione periodica del formulato, direttamente a livello radicale, tramite impianto d'irrigazione sfruttandone l'attività collaterale nei confronti dei nematodi. Si raccomanda di leggere attentamente le indicazioni riportate in etichetta in quanto l'impiego in fertirrigazione non risulta autorizzato per tutti i formulati commerciali a base di azadiractina.

#### **CONCLUSIONI**

Le tecniche esposte sono da considerarsi di contenimento, finalizzate al mantenimento delle popolazioni entro una soglia accettabile di danno. L'eradicazione dei nematodi non è praticabile; una convivenza sostenibile è, al momento, l'unica soluzione.

In vista degli imminenti trapianti di solanacee e cucurbitacee in ambiente protetto si raccomanda, per lo meno nei casi in cui la presenza dei nematodi è accertata, di porre in atto la

# ersa



REGIONE AUTONOMA  
FRIULI VENEZIA GIULIA

Agenzia regionale per lo sviluppo rurale



strategia di contenimento più adatta, in relazione a quanto proposto nella presente relazione ed alle caratteristiche aziendali. Il problema non va assolutamente sottovalutato.