

Nota didattico-scientifica sul pomodoro *Lycopersicon esculentum* L. (Solanaceae). Contributo sulla agro-ecologia delle colture oggetto del progetto Co.Al.Ta.

Salvatore Vicidomini: Via Velardi 10 - 84014 Nocera Inferiore (SA); vicidomini@freemail.it.

Abstract

A didactic contribute on associate biocoenotic *Lycopersicon esculentum* L. was the aim of this contribute.

Riassunto

Scopo di questo contributo è di effettuare una rassegna didattica sulla biocenosi associata al pomodoro *Lycopersicon esculentum* L.

Introduzione

Il pomodoro appartiene al genere *Lycopersicon* che annovera ben altre 9 specie e numerosissime varietà; il suo nome scientifico è *Lycopersicon esculentum*, ed è originario del Perù. Ha radice a fittone-fasciolata ed il fusto, pubescente a sezione cilindrica, si presenta a palchi; le foglie sono subtriangolari ed i fiori, riuniti in infiorescenze, hanno simmetria pentaradiata (calice a 5 lobi) con ovario bicarpellare multiovulo. Il frutto è una bacca rossa carnosa con numerosi semi all'interno; la superficie è liscia e può presentare o meno costolature. Il pomodoro è una specie tipicamente di ambienti semiaridi e pertanto sopporta bene la calura e la scarsa umidità mentre mal sopporta temperature basse e gelate, pertanto è particolarmente adatto alla coltivazione protetta. Il suolo deve necessariamente essere molto permeabile. L'irrigazione necessaria varia molto in base al clima e al tipo di coltivazione e cultivar usate; l'ambito per pianta è 65-85 l/anno.

La disposizione delle infiorescenze sui palchi e la non sincronicità dello sviluppo delle bacche (apici vegetativi non determinati) non consente la raccolta meccanica; nel caso invece delle cultivar "predeterminate" lo sviluppo si arresta ad un determinato stadio e consente la fioritura e la crescita delle bacche in una ristretta finestra temporale tale che la raccolta possa avvenire agevolmente tramite macchinari. Puglia, Campania e Sicilia detengono il primato di coltivazione italiana di pomodoro in campo mentre Lazio Campania e Sicilia in ambiente protetto (per le fasi fenologiche vedasi: Duranti, 1992).

Il problema delle erbe infestanti è particolarmente sentito in caso di pomodori da semina, mentre nel caso del trapianto dai semenzai (tecnica molto più utilizzata) il problema è sovente trascurabile.

Dal punto di vista genetico bisogna menzionare alcuni geni che via selezione e/o incroci hanno conferito resistenza a svariati antagonisti del pomodoro, quali i geni anti-micosi *Verticillium*, *Septoria*, *Alternaria*, *Pyrenochaeta*, *Cladosporium*, antibatterici contro *Pseudomonas*, anti-virali contro ToMV, ed addirittura contro *Meloidogyne* (Nematodi) e *Tetranychus* (Acari).

Oggetto del presente contributo è quello di realizzare una semplice chiave didattica dei principali patogeni e fitofagi che causano danno economico al pomodoro, una delle colture scelte durante la fase 1 del programma Co.Al.Ta. (2006).

Virosi e batteriosi:

I principali virus che causano danni al pomodoro sono suddivisibili in trasmissibili via fitomizi (CMV; PYV), trasmissibili per contatto (ToMV; AMV) e ambedue (vedi: T. vaporarorium vettore di TSWV). Le virosi sovente possono presentarsi associate in due o più tipi e possono causare, se trascurate, ingenti o totali perdite commerciali. Il loro controllo e monitoraggio deve essere effettuato

durante tutte le fasi fenologiche in quanto non sono legati a determinati stadi di sviluppo della pianta. L'eventuale controllo può essere condotto esclusivamente tramite modalità agronomiche, in quanto i virus essendo parassiti endocellulari acellulari non rispondono ai trattamenti chimici:

- impiegare piantine esenti da virosi e certificate;
- eliminare le piante infette ed i loro residui;
- rotare le colture
- tenere sotto controllo i fitomizi (vedi CMV; PYV), pacciamare, usare reti antiafidi e siepi separatorie.

Le malattie note come maculatura batterica e cancri invece sono di natura batterica e pertanto sono suscettibili di trattamenti chimici con composti rameici.

La soglia di intervento non esiste, per virosi e batteriosi, e alla prima presenza, individuabile visivamente, bisogna intervenire estirpando la pianta infetta ed eventualmente quelle contigue se trattasi di virus trasmissibili per contatto o se le piantine in questione sono uniformemente attaccate da fitomizi vettori. Tutte le piante sospette dovrebbero essere testate in laboratorio per saggiarne la presenza/assenza del patogeno e rapidamente distrutte. Per le patologie da virus e batteri è fondamentale una indagine pretrapianto/semina.

Chiave visiva di determinazione delle manifestazioni virali principali:

A- Fillo maculature assenti; disseccamento dei germogli - PYV

B- Fillo maculature presenti (vedi B.1, B.2, B.3)

B.1- maculatura clorotica della foglia; lievi malformazioni; ipo-trofia della foglia - CMV

B.2- chiazze chiare color giallo vivo - AMV

B.3- chiazze chiare decolorate; deformazioni foliari e danni alle bacche a vari stadi maturazione - ToMV.

Altri virus minori sono: il mosaico peruviano (TPMV), la maculazione zonale (PZSV), l'ingiallimento della cima (TYTV), il rachitismo virale (TBSV) ecc. Una valida procedura per disinfestare le sementi in semenzaio è il trattamento con HCL della polpa contenente semi, per circa 30 min. La disinfestazione ovviamente deve essere eseguita anche per bancali e terreni di coltura, solitamente con vapore a oltre 100 °C per alcune decine di minuti, sovesciando ed areando poi bene il terreno per tenere bassa la popolazione di batteri anaerobici, produttori di fitotossine.

Chiave visiva di determinazione delle manifestazioni batteriche:

A- Necrosi delle radici principali e tacche brune sul fusto - Cancro radicale (*Pseudomonas corrugata*)

B- Pustole brune sui frutti circondate da alone biancastro; necrosi ed avvizzimento foliare - Occhio di uccello (*Clavibacter michiganensis*).

Micosi:

Numerose sono le micosi che possono attaccare il pomodoro e possono trasmettersi via seme o tramite contatto veicolato dall'acqua. Pertanto si può intervenire agronomicamente per abbattere sensibilmente la probabilità di esplosioni micotiche eseguendo un adeguato drenaggio del suolo, evitare qualsiasi ristagno d'acqua, evitare se possibile la bagnatura delle foglie, distanziare bene le piantine nel campo, eliminare tutti i residui della passata raccolta o di piante infette, ovviamente usare solo piantine/semi certificate, controllare lo sviluppo di flora spontanea interfila, ed evitare ferite a foglie, fusti e radici. Il loro controllo e monitoraggio deve essere effettuato durante tutte le fasi fenologiche in quanto non sono legati a determinati stadi di sviluppo della pianta.

La soglia di intervento non esiste e al primo manifestarsi di attacchi bisognerebbe agire eliminando la piantina e tutte le contigue. Gli interventi chimici sono a base di composti rameici e carboammati.

Chiave visiva di determinazione delle manifestazioni micotiche principali:

A- Fillo maculature assenti; avvizzimento (vedi A1, A2)

B- Macule foliari presenti (vedi B1, B2)

A1- avvizzimento temporaneo diurno; radici sclerificate e fessurate - *Pyrenocheta* (radice suberosa)

A2- avvizzimento progressivo della pianta; otturazione dei vasi - *Verticillium* (tracheomicosi)

B.1- maculature a contorno definito; assenza di muffa sulla pagina inferiore (vedi B1.1, B1.2)

B1.1- macule grigie (2/3 mm) coperte di punti neri - *Septoria* (septoriosi)

B1.2- macule brune (8/10 mm) senza punti neri - *Alternaria* (alternariosi)

B2- macule grandi a contorno indefinito; muffa sulla pagina inferiore (vedi B2.1, B2.2)

B2.1- maculature giallastre; muffa sulla pagina sottostante olivastro; si rilevano deformazioni foliari - *Cladosporium* (cladosporiosi)

B2.2- maculature che tendono a seccarsi, di colore bruno; muffa sulla pagina inferiore biancastra - *Phytophthora* (peronospora)

Nematodi

Meloidogyne incognita. - Questo nematode è presente in forma libera nel terreno come uova o larva al substadio II oppure nelle radici ancora vive di pomodoro. Compie due-tre generazioni annuali ed è suscettibile al freddo, infatti ha come ambito vitale termico il range 15-30 °C con T ottimali intorno ai 20-25 °C. È specie partenogenetica non obbligata; la femmina produce uova che originano direttamente larve femmine allo stadio II, che rappresenta la fase penetrante del parassita. Queste determinano la produzione di cellule giganti polinucleate e sincizi formando galle radicali; esternamente la piantina appare avvizzita, ingiallita e ipo-trofica in quanto il flusso radice-fusticini è deficiente; nei casi di danni rilevanti alla piantina, *M. incognita* produce anche una generazione maschile. L'attacco del nematode facilita numerose altre infezioni di patogeni del pomodoro.

La soglia di intervento è calcolata in ragione di 25 larve II stadio per 500 gr terra, ma è plausibile abbassare la soglia alla semplice presenza del nematode visti i danni incrociati mostrati con le altre specie. Il controllo e monitoraggio deve essere effettuato durante le fasi pre impianto, post-impianto ed eventualmente nel semenzaio stesso.

Le regole basilari da seguire negli interventi agronomici sono di usare materiale certificato e quindi esente da infezioni radicali nel semenzaio, eseguire una diagnosi nematologica del suolo pre-impianto (particolarmente in ambienti protetti ove la temperatura raggiunge soglie ideali al suo sviluppo), rotare con crucifere e leguminose (insensibili al nematode), sovesciare le crucifere in quanto contengono sinapina che agisce da nematostatico; usare crucifere ad alto tasso di sinapina come siepi o interfilari, usare se possibile cultivar resistenti (nemador, trajan). Gli interventi chimici possono essere effettuati con esteri organo-fosforici, o con carboammati (aldicarb) oppure con nemato-antibiotici (abamectina). Biologicamente invece fino a pochi anni orsono nulla era disponibile, recentemente diversi estratti naturali sono stati efficacemente impiegati nel bio-controllo del nematode. Tra questi si menzionano i limonoidi triterpenici estratti dalle piante di neem, gli estratti della Rosaceae *Quillaja* che interferiscono nella sintesi del colesterolo nel nematode, gli estratti oleosi di *Tagetes* che danneggiano la cuticola del nematode ed il corion delle uova, oltre a varie sostanze identificate e preliminarmente indagate in Rutaceae, Asteraceae e *Capsicum*. Dal 2006 in poi la Intrachem Italia, specializzata in prodotti per la lotta biologica ed integrata, commercializzerà in Italia Bioact WG a base di conidi puri di *Paecilomyces lilacinus*, ceppo 251, un fungo parassita di uova di nematodi galligeni. L'attività nematocida avviene per ingresso diretto dell'ifa attraverso la parete dell'uovo, la quale viene forata grazie a proteasi e chitinasi specifiche; pertanto *P. lilacinus* non produce micotossine. Anche larve II sono suscettibili di attacco e morte da parte del fungo (ingresso da bocca, ano, poro escretore) ma in misura nettamente minore. Può essere usato in strategia con azadiractina nelle strategie di agricoltura biologica.

Fitomizi:

I fitomizi principali del pomodoro appartengono quasi tutti al subordine degli Omotteri e causano ingenti danni sia diretti per sottrazione di linfa e quindi deperimento della pianta e bassa resa, sia danni indiretti, sovente anche più pericolosi, come virosi, incremento notevole dello sviluppo di fumaggine sull'abbondante melata emessa dalle colonie e fillo-deformazioni, causate sia dalle centinaia di punture inferte coi loro peculiari apparati boccali succhiatori, che dall'azione dei virus trasmessi. Infatti col termine fitomizi si indicano quegli insetti che succhiano continuamente liquidi vegetali dalle piante, mediante i loro apparati boccali modificati per tale funzione. Il loro controllo e monitoraggio deve essere effettuato durante tutte le fasi fenologiche in quanto non sono legati a determinati stadi di sviluppo della pianta. Le principali specie sono *Myzus persicae*, *Aphis phabae*, *Aphis gossypii*, *Macrosiphon euphorbiae* (Famiglia Aphidae) e *Trialeuroides vaporariorum* (Aleuroidea). Chiave cromatica di determinazione delle principali specie di afidi (forme alate)

A- colorazione generale del corpo bruno-annerita (vedi A.1, A.2)

B- colorazione generale del corpo variegata (vedi B.1, B.2)

A1- colorazione del corpo nero-fumo uniforme - *Aphis phabae*;

A2- colorazione dell'addome nero-bluastrò - *Aphis gossypii*

B1- capo e torace anneriti; addome verde; piccola taglia; grossa macchia dorsocentrica sull'addome; sifoni rigonfi divergenti - *Myzus persicae*;

B2- torace giallastrò; addome verde; grossa taglia - *Macrosiphon euphorbiae*

La specie certamente più infestante è *M. persicae*. Questo afide, abile migratore, infesta diverse centinaia di specie botaniche e presenta un ciclo tipicamente stagionale, ovvero in inverno diviene inattivo mentre in primavera-estate si susseguono serrate fasi riproduttive partenogenetiche, sostituite dalla riproduzione anfiponica in tardo autunno.

Lo svernamento ha luogo nella corteccia. Una caratteristica molto interessante della specie è la presenza di numerose razze locali ed ecotipi semi-specializzati su diverse piante. In pratica si tratta di un complesso di razze in procinto di speciazione che in taluni casi è già in fase avanzata, come in *M. anthirini* (numero cromosomi 2n: 13/14 a seconda dei cloni) mentre il complesso *M. persicae*-*M. nicotianae* è in fase di differenziazione (2n: 12).

La gestione di *M. persicae* è concentrata sull'accurata analisi dell'andamento demografico in una determinata località in quanto se si trascurano le infestazioni queste diventano incontrollabili con gravi perdite commerciali; pertanto il monitoraggio assiduo assume una importanza centrale. Del resto la trasmissione delle virosi incrementa notevolmente all'incrementare della popolazione.

La soglia di intervento è 6-10% delle piante attaccate da colonie afidiche in caso di tardo inverno e tardo autunno, mentre in primavera-estate basta la sola presenza per far scattare l'intervento; ciò vale maggiormente in caso di virosi.

Gli interventi agronomici principali sono: evitare iper-irrigazioni ed iper-concimazioni, ambedue fattori promuoventi la fecondità degli afidi; eliminare i cigli laterali nelle colture soggette a cimatura; usare reti antiafidiche e pacciamature; trattare la corteccia degli alberi locali o i pali delle serre durante l'inverno (siti di svernamento); rotare colture e trattamenti per evitare resistenze e usare siepi frangivento-separatorie per incrementare l'agro-biodiversità degli antagonisti. Gli interventi chimici possono essere eseguiti con: carbammati (pirimicarb, aldicarb, etionfencarb), organofosfori (quinalfos, malathion, fen-nitrition), piretroidi (deltametrin), nitroguanidine (acetamiprid, imidacloprid) e nicotinoidi (nicotina, neonicotina, nornicotina).

Gli interventi biologici invece si basano su estratti botanici (azadiractina, vedi la sezione dei carpofigi; rotenone, vedi in seguito) e su antagonisti, che nel caso degli afidi sono quantomai numerosi, spaziando da Micoti, Eterotteri (Miridae, Reduvidae, Antocoridae, ecc.), Imenotteri,

Neurotteri e Coleotteri. Il rotenone agisce in modo molto simile a quello dei nicotinoidi, legandosi al recettore dell'acetilcolina (vedi in seguito i meccanismi di azione).

Beauveria bassiana (Micoti) - E' un fungo del gruppo dei Deuteromiceti che con le sue ife prolifera sulla cuticola di artropodi poco sclerificati come acari, omotteri, tripidi e perfino zanzare; le sue ife rapidamente si insediano nel e sul corpo della vittima suggendone i contenuti e portandolo rapidamente al disseccamento e quindi alla morte. Contro gli omotteri si dimostra molto efficace durante le fasi demograficamente "normali". (Naturalis e Boveral INTRACHEM). È sconsigliabile l'uso contemporaneo di estratti di neem (azadiractina). E' importante eseguire almeno 3-4 trattamenti separati da non oltre 1 settimana ognuno in modo tale da mantenere elevata la popolazione micotica anti-fitomizo.

Lysiphlebus, *Aphidius* (Hym. Braconidae Aphidini) - Specializzati nel parassitismo di afidi, in particolare *M. persicae*; sono usati in programmi di lotta biologica particolarmente in ambiente protetto. La femmina tramite una stiletta inserisce nell'addome dell'afide un uovo; una volta schiuso la larva ne divora l'intero contenuto portando a morte l'ospite; a fine sviluppo la larva si imbozzola (nell'addome dell'afide o sotto di esso) e completa lo stadio pupale. Le spoglie dell'afide sono caratteristiche in quanto assumono colorazione dorata e ne rimane intatto solo il tegumento esterno, apparendo mummificato con un opercolo circolare dorso-addominale (foro di uscita del parassitoide). È sconsigliabile l'uso contemporaneo di estratti di neem e rotenone. *Aphidius* e *Lysiphlebus* vengono commercializzati in box di cartone contenenti afidi parassitati ma ancora dotati del parassitoide nell'addome; si consiglia sia l'uso preventivo ai primi segnali di presenza di afidi (tardo inverno - inizio primavera) sia quando la consistenza demografica dell'afide diviene più importante, prestando attenzione per *Aphidius* a che la temperatura non superi i 30°C e 35°C per *Lysiphlebus*, oltre la quale i parassitoidi perdono rapidamente le capacità di controllo. Bisogna agire con almeno 5 lanci pari ad 1-2 parassitoide/mq.

Adonia, *Coccinella*, *Hippodamia* (Col. Coccinellidae) - Numerose specie di tale famiglia sono attivi predatori di afidi, sia durante lo stadio larvale che durante lo stadio adulto, potendo arrivare ad oltre 600 afidi divorati nel corso del solo stadio larvale. *Adonia* e *C. 7-punctata* hanno ambedue larva grigiastra con zampe nere e 7 punti neri sulle elitre [le elitre sono ali anteriori modificate non più adatte al volo ma idonee alla protezione del corpo; sono molto coriacee e dure e proteggono il resto del torace, le ali posteriori usate per il volo e l'addome] su fondo rosso vivo; le minute differenze sono però le seguenti: larva *C. 7-punctata*, macchia rossa laterale dell'addominosomite I; larva *Adonia*, macchia gialla laterale dell'addominosomite I; adulto *C. 7-punctata*, i 3 punti neri posteriori sulle 2 elitre formano un triangolo con vertice verso la rima elitrale; adulto *Adonia*, i 3 punti neri posteriori sulle 2 elitre formano un triangolo con vertice verso il margine esterno delle 2 elitre. È sconsigliabile l'uso contemporaneo di estratti di neem e rotenone.

Chrysoperla (Neur. Chrysopidae) - *Chrysoperla carnea* è forse la specie più usata per il controllo biologico degli afidi *M. persicae*, sia in campo che in serra. Come i Coccinellidae preda sia allo stadio adulto che larvale. La larva è molto attiva nel predare afidi (circa 500 durante la sua vita), è rosea, molto mobile, con capo enorme e corpo rivestito di irte setole. Compie fino a 5 generazioni per anno in sud Italia e depone uova facilmente riconoscibili, in gruppi di 2-4 ognuna attaccata al substrato vegetale tramite un peduncolo filiforme. La loro peculiarità è nell'apparato boccale che da masticatore ipertrofico s'è trasformato in succhiante; infatti è formato da mandibole molto allungate, a forma di cesoia ed acuminate che formano la metà superiore, mentre la metà inferiore è formata dai lobi mascellari di forma quasi uguale alle mandibole. La mandibola (su lato ventrale) e il lobo mascellare (su lato dorsale) omolaterali presentano una scanalatura che forma in pratica un canale che congiunge la bocca alla punta di queste "cesoie", fungendo così da canale di suzione. È sconsigliabile l'uso contemporaneo di estratti di neem e rotenone. L'utilizzo commerciale di *C. carnea* da ottimi risultati di

contenimento del fitomizo, sia in campo che soprattutto in serra, ove l'azione degli adulti non è vanificata dal loro elevato dispersal. Viene commercializzata in box di cartone contenenti uova o più frequentemente larve II, già pronte all'attività predatoria. Sono molto resistenti agli sbalzi termici resistendo benissimo sino a 5°C; predano attivamente dai 10 fino ai 30°C. Possono essere distribuite per unità di superficie (20/mq) oppure per unità di fitomizi (1 C.c.:10 M.p.). I box contenenti le larve dovrebbero essere subito vuotati sulle colture per evitare fenomeni di cannibalismo e pertanto non se ne consiglia il ritardo del lancio, nemmeno con conservazione a basse temperature.

L'aleiroide *T. vaporarorium* è il fitomizo più diffuso al mondo nelle serre unitamente a *M. persicae*. Viene detto mosca bianca in quanto ha aspetto giallastro con filamenti cerosi sulle ali che gli conferiscono aspetto bianchiccio e cotonoso; è partenogenetica e in ambiente protetto (20-30 °C) può completare una generazione in meno di 40 giorni. È molto pericoloso quando diviene infestante, sia per la copiosa sottrazione di linfa, sia per la abbondante produzione di melata (fumaggine) che per la trasmissione di virosi. Gli interventi agronomici, chimici e biologici sono identici a quelli per gli afidi, mentre l'unico antagonista che può essere commercialmente usato è l'Aphelinidae (Hym.) *Encarsia* ma il suo uso efficiente si limita a popolazioni ancora non esplose demograficamente, in ambiente protetto ed a T comprese tra 15-30 °C. Questa è una specie partenogenetica (dimensioni < 1 mm) originaria del nord America; parassitizza l'aleiroide iniettando l'uovo nell'addome ove si sviluppa la larva che causerà imbrunimento del corpo dell'aleiroide. È caratterizzata da frange di setole alari ben visibili. La soglia di intervento da adottare è 6-10 neanidi per cmq/foglia, campionando particolarmente le foglie basali delle piantine. Per quanto riguarda *Encarsia* questo Imenottero Aphelinidae viene commercialmente allevato proprio sul suo ospite *T. vaporarorium* allevato a sua volta su tabacco. I preparati commerciali si presentano come box di cartone contenenti pupari attivi incollati a cartoncini. Alcune regole devono però essere seguite al fine di ottimizzare l'utilizzo di *Encarsia*. L'attacco dell'aleuroide non deve essere notevole altrimenti la capacità di contenimento di *Encarsia* non riesce a contrastare la popolazione del fitomizo; l'utilizzo dei pupari deve essere immediato; la conservazione in frigo può avvenire per non oltre 1-2 giorni a T = 10°C; la temperatura non deve essere inferiore a 15 °C e non superiore ai 30, essendo preferibile l'intervallo 20-25°C e pertanto l'impiego su colture protette; ri-effettuare i lanci ad intervalli di n giorni dove n dovrà essere localmente valutato in base al grado di infestazione, alla stagione alla coltura ed al range termico; evitare l'utilizzo contemporaneo o precedente (anche di alcune settimane) di composti rameici, solforati e piretroidi ai quali *Encarsia* è molto suscettibile; a differenza degli altri antagonisti di omotteri non viene indicato dalle case produttrici il n. esemplari/mq per lancio-trattamento.

Altri fitomizi di relativa importanza per il pomodoro sono il ben noto ragnetto rosso *Tetranychus urticae* (Acari), a diffusione mondiale, che causa ruggine sulla bacca e per il quale si può fissare una soglia di intervento pari a 40% delle foglie attaccate, ed il tripide *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera) il quale oltre a causare deformazioni, necrosi, depigmentazioni e deperimento di foglie e bacche, è anche vettore di virosi (TSWV maculo-avvizzimento del pomodoro); non è stata calcolata una soglia di intervento dal SFSR-Campania e si consiglia di intervenire quando vi è cospicua diffusione sulla coltura. Gli interventi chimici e biologici sono gli stessi di quelli anti-Omotteri.

Fillofagi:

Agrotis ipsilon e *A. segetum* sono dette nottue terricole o dei semenzai in quanto mostrano spiccate preferenze alimentari per le foglie basali e soprattutto per la piantine giovani che vengono attaccate al colletto. I danni creati da queste nottue sono prontamente riconoscibili in quanto attaccano le piantine giovani e/o neotrapiantate alla base del colletto, creando fori circolari ed entrando nel midollo della pianta che viene interamente mangiato; ciò causa l'allettamento delle piantine stesse che appaiono svuotate dall'interno (in sezione) oppure completamente poggiate a terra. In caso di piantine

più grandi invece i danni sono a carico delle foglie del palco basale. Le due specie possono dare luogo a notevoli infestazioni e sono altamente polifaghe. L'adulto è una classica farfallina notturna brunastra variegata dalle antenne bi-pettinate (maschio), con una macchia a renetta vicino al margine costale, mentre la larva, anche cospicua, ha una colorazione grigio piombo dorsalmente e grigio chiaro-crema ventralmente. La larva si incrisalida sotto terra in un bozzolo terroso privo di seta, originando una rossa crisalide. Le differenze tra le due specie sono le seguenti:

A. ipsilon - tegumento della larva matura cosparso di numerosi punti neri discreti; ali anteriori dell'adulto con tre cunei neri sulla parte remigante dell'ala.

A. segetum - tegumento della larva matura senza punti neri; ali anteriori dell'adulto con una coppia di macchie ocellari e renettiformi ben delimitate.

A queste due nottue è possibile aggiungere anche *Mamestra brassicae* che è possibile rinvenire sporadicamente in colture di pomodoro ma non rappresenta quasi mai un problema commercialmente rilevante.

La soglia di intervento (direttiva regione Puglia, Emilia Romagna) viene stimata in una larva ogni 5 m lineare di piantine. Gli interventi da effettuarsi sono identici a quelli delle altre nottue come *Spodoptera littoralis* e *Helicoverpa armigera*; tra gli antagonisti è da citare *Microgaster* (Hym. Braconidae) anche se poco rilevante per un reale contenimento e *Trichogramma*, particolarmente in ambiente protetto.

Carpofagi:

Le due nottue che certamente arrecano più danni commerciali alle coltivazioni di pomodoro sono *Spodoptera littoralis* e *Helicoverpa armigera*. Ambedue sono altamente polifaghe, in particolare la prima, e negli ultimi due decenni hanno evidenziato un sensibile e progressivo incremento sia delle popolazioni che degli areali di distribuzione mediterranei ed italiani, tale che in alcune località sono diventate infestanti, assorbendo una quota rilevante delle spese in trattamenti anti macro-fitofagi.

S. littoralis. - Questa specie è stata ampiamente studiata in Italia per quanto concerne gli aspetti relativi ai danni alle colture (una serie completa di immagini è scaricabile dal sito <http://utenti.lycos.it/spodopteralittoralis/>). L'insieme degli studi e pubblicazioni non sono mai culminati però, nonostante l'elevato numero di anni di monitoraggio, in un organico modello che preveda l'identificazione di soglie di danno-intervento e modelli previsionali demografici per il sud Italia; pertanto questa specie si presta particolarmente bene, data la sua crescente importanza economica, alla realizzazione di un progetto di studio teso ad una migliore conoscenza bio-ecologica ed economica. Le ovature sono molto caratteristiche in quanto sono piatte, disposte su più livelli, potendo contenere sino a 200 uova, e sono coperte da una fitta trama di scaglie filiformi. Sono collocate solitamente sulla pagina inferiore; l'uovo è poco scolpito presentando 45-50 coste e 8-12 paralleli. A seconda della temperatura può impiegare 8-3 giorni per la schiusa. La larva impiega 15-20 giorni per completare lo sviluppo in condizioni ottimali ed è molto polifaga spaziando da solanacee a tutte le ortive fino anche alla vite ed a piante da acquario, come evidenziato dal gruppo di studio di Scafati-Portici. La larvetta neonata ha il capo nero pece ed il corpo con minutissime setole e traslucido. La larva matura ha un fondo color grigio (variabile da chiaro allo scuro) con caratteristiche macchie subtriangolari sui somiti I-VIII. Tende a penetrare negli spessori della pianta ma non vi alberga costantemente ed in particolare non vi defeca all'interno, comportamento importante che la distingue da *H. armigera*. La crisalide è rossa mattone e si imbozzola al suolo in una cella terrosa con pareti interne circa lisce e coperte da una trama sericea. L'adulto (30-40 mm apertura alare) ha l'aspetto della classica falena dalle ali marroni variegata che a riposo sono tenute a tetto. La specie predilige ambienti caldo-umidi e mal sopporta tassi di umidità bassi particolarmente allo stadio crisalide.

H. armigera. - Questa specie è poco studiata in Italia e spesso i suoi danni vengono associati a specie largamente più conosciute come *S. littoralis*; anche per tale specie pertanto mancano studi operativi di prevenzione e di intervento e pertanto questa specie si presta particolarmente bene, alla realizzazione di un progetto di studio teso ad una migliore conoscenza bio-ecologica ed economica (una serie completa di immagini è scaricabile dal sito <http://utenti.lycos.it/helicopterpaarmigera/>). Le ovature sono costituite da meno di 10 uova non unite da scaglie e fili; l'uovo è ben scolpito presentando 25-30 coste e 15-18 paralleli. A seconda della temperatura può impiegare 5-2 giorni per la schiusa. La larva impiega 15-20 giorni per completare lo sviluppo in condizioni ottimali ed è molto polifaga. La larveta neonata ha capo e dorso del toracosomite I nero pece ed il corpo con evidenti ed irte setole è traslucido. La larva matura ha una colorazione quanto mai varia e sono state descritte diverse varietà cromatiche (rossa, rosea, gialla, verde, nera). Tende a penetrare immediatamente negli spessori della pianta e vi alberga costantemente ed in particolare vi defeca all'interno, due caratteristiche che la rendono altamente pericolosa per il valore commerciale della coltura attaccata. Il tegumento della larva matura è riccamente ricoperto di microspinule che unitamente alle irte setole le conferiscono aspetto ruvido. Le deiezioni endofitiche portano rapidamente l'organo colpito a marcescenza. La crisalide è rossa mattone e si imbozzola nel suolo in una cella terrosa con pareti interne circa lisce e coperte da una trama sericea; rappresenta lo stadio che in inverno entra in diapausa. L'adulto (30-40 mm apertura alare) ha l'aspetto della classica falena dalle ali marroni-arancio nella femmina e crema nel maschio, che a riposo sono tenute a tetto. La specie predilige ambienti caldo-umidi e mal sopporta tassi di umidità bassi particolarmente allo stadio crisalide.

La gestione dei nottuidi carpo-fagi deve fare i conti con alcuni aspetti della sua biologia che le qualificano come "pest" particolarmente ostiche:

- *S. littoralis* - polifagia molto spinta; assenza di diapausa; polivoltinismo (più generazioni all'anno); generazioni sovrapposte; velocità di sviluppo uovo-larva elevate in sud Italia; assenza di fauna antagonista efficiente e relativamente specializzata;

- *H. armigera* - polifagia molto spinta; polivoltinismo; generazioni sovrapposte; velocità di sviluppo uovo-larva elevate in sud Italia; assenza di fauna antagonista efficiente e relativamente specializzata; endofitofagia molto spinta; deiezioni endofitiche.

Pertanto la gestione delle popolazioni del nottuidi deve basarsi quasi esclusivamente sull'anticipazione dei fenomeni di esplosione demografica e sulla prevenzione. I vari metodi che si possono adottare nella gestione preventiva dei due nottuidi sono elencati di seguito:

gradi giorno - sono lo strumento principe per una attenta analisi stagionale delle possibili popolazioni larvali e la loro eventuale intensità [$K=(T-STM)ds$]; tramite infatti la conoscenza della costante termica di una data specie di insetto è possibile risalire agevolmente alla presenza ed alla eventuale comparsa di danni sulle colture in base alla semplice registrazione dei dati di temperatura (minima, media e massima giornaliere). A tutt'oggi nonostante *S. littoralis* sia una specie economicamente rilevante non esiste una precisa e moderna valutazione di questo parametro termo-fisiologico; ma alcuni dati fondamentali sono rilevabili dalle specie affini sulle quali questa analisi è stata efficientemente condotta (fonte: www.ipm.ucdavis.edu); pertanto è molto plausibile che il parametro termico fondamentale ovvero la soglia termica minima (temperatura alla quale il tempo fisiologico del nottuidi si azzerava = STM) è compreso tra 10.5-12.0 °C. Invece per *H. armigera* esistono dati che indicano le due temperature soglia 13.8°C e 36.0 °C, del tutto concordi con le altre due specie studiate in proposito. Ovviamente tali dati termometrici vanno accoppiati a quelli derivanti dallo studio della demografia (mortalità per stadio; tasso di crescita; tempo di generazione), ottenendo un modello previsionale unico e preciso.

Soglie di intervento - per l'Italia gli studi sulle soglie relative *S. littoralis* non esistono o comunque si basano su osservazioni occasionali e non quantificate, tali che non è possibile utilizzarle

con un criterio scientifico applicato alle produzioni orticole intensive; questo vale non solo per il pomodoro ma anche per altre importantissime ortive. Proprio nel caso del pomodoro però, essendo i danni molto simili a quelli di *H. armigera*, e riguardando quasi esclusivamente la bacca, si può preliminarmente utilizzare la soglia calcolata per *H. armigera* dal personale dell'Università di Sassari, che indica di trattare con composti di sintesi quando l'1% delle bacche è attaccata. Un'interessante ulteriore risultato emerso da questo studio è relativo al metodo di campionamento. Infatti campionando a caso 1 frutto/pianta per 100 piante/ha si è ottenuta una sovrastima x4 rispetto alla metodica (molto più onerosa) di campionare tutti i frutti delle 100 piante/ha, ottenendo pertanto una valida informazione su quale metodo mettere in pratica per stimare correttamente la presenza di *H. armigera* durante e dopo l'allegagione; la stima invece prima dell'allegagione la si può ottenere o con fero-trappole (stima indiretta: conta degli adulti) oppure con campionamento visivo delle infiorescenze e/o dei danni.

Monitoraggio degli adulti - un aspetto fondamentale per la previsione delle future popolazioni larvali in un comprensorio è il monitoraggio settimanale dei voli degli adulti; tale monitoraggio viene effettuato con trappole a feromoni sessuali (MASTRAP; TRAPTEST) che si basano sulla miscela sessuale del feromone di *S. littoralis* (acetato- tetradecil, -tetradecenil, -tetradecadienil) ed *H. armigera* (esadecenale ed OH-esadecenale; esadecanale ed OH-esadecanale).

Controllo chimico - l'arsenale chimico a disposizione nella lotta ai due nottuidi si è notevolmente accresciuto negli ultimi anni. Le categorie più frequentemente utilizzate sono suddivisibili in: neurotossici (piretroidi e ossidiazine: danneggianti di ionofori; organofosfati e carboammati: modificatori della acetil-colin-esterasi); dis-regolatori della chitinosintesi (acil-uree); acceleratori (agonisti) della muta (di-benzoni). Una valida strategia chimica, mirata ad impedire eventuali insorgenze di meccanismi di resistenza biochimica (peraltro documentati in *Spodoptera littoralis*), dovrebbe prevedere l'alternarsi delle precedenti categorie di agrofarmaci nei trattamenti, sfruttando i diversi target istologici (neurone pre- post- sinapsi; cuticola; ghiandole endocrine) ed i diversi meccanismi biochimici d'azione (acetil-colin-esterasi; ionofori K, NA; chitinosintesi). Un corretto metodo di accoppiamento dei farmaci potrebbe essere quello di unire acil-uree (o in alternativa un di-benzene) ad un qualsiasi neurotossico delle 4 precedenti categorie; se invece si vuole scegliere la coppia tra i soli neurotossici allora bisogna unire un prodotto con target ionofori ed uno con target la acetil-colin-esterasi (e.g.: piretroide + organofosfato; ossidiazina + carbo-ammato).

Controllo biologico-integrato - in questa variegata categoria rientrano prodotti limite come i lattoni macrociclici (antibiotici naturali caratterizzati da un legame estere interno di un acido carbossilico dalla struttura contenente numerose molecole cicliche: spinosad, spinosoidi, avermectina), estratti di Meliaceae (khyanolide, estratti di neem), patogeni (*Bacillus thuringiensis*, Baculoviridae, *Steinernema carpocapse*) e macro-antagonisti.

Lattoni macrociclici. - Questa categoria di principi attivi è in rapida crescita e rappresenta uno dei campi di indagine più promettenti per l'individuazione di nuove molecole di derivazione naturale attive contro insetti fitofagi. E' caratterizzata da un gruppo carbossilico ed una grossa molecola centrale poli-ciclica. L'emamectina fa parte del gruppo delle avermectine ed in saggi condotti in Israele contro ambedue i nottuidi ha controllato il 90% circa della popolazione del fitofago in 3 settimane. Certamente il lattone macrociclico più noto è lo spinosad nome col quale si indicano in pratica due sostanze, lo spinosin A e lo spinosin D, oltre a decine di varianti minori note come spinosoidi.

Estratti di Meliaceae. - Le piante di neem sono le più note tra le Meliaceae per quanto riguarda l'estrazione di principi attivi anti-lepidotteri, di recente impiego in agricoltura biologica; tali sostanze si trovano in diverse parti della pianta ma raggiungono la massima concentrazione nei semi e nel relativo olio. Le specie più indagate sono *Melia azedaracht*, *Azadiracta indica*, *Entandophragma candolei* ed i principi attivi, classificati come limonoidi triterpenici sono azadiractina, priourianina, meliartenina, genduina e le diverse varianti di queste. Un'altra specie oggetto di ricerca è *Khaya senegalensis* dalla

quale è stato estratto il limonoide khayanolide, miscela di 4 isomeri, che ha mostrato attive proprietà antifagiche e anticrescita. Tutti i limonoidi sono perfettamente compatibili con estratti di piretro, rotenone, prodotti a base di baculovirus, B.t., mentre non sono compatibili con prodotti a base di nematodi e funghi.

Patogeni. - Tra i patogeni vi sono tre categorie di prodotti molto differenti, quali i Baculovirus (attualmente non sono disponibili prodotti specifici per questi due nottuidi), il *Bacillus thuringiensis* ed il nematode *Steinernema carpocapse* (come Baculoviridae); sono accomunati però da un meccanismo d'azione analogo: organo target il mesenteron; causa di morte emocelo-setticemia.

Macro-antagonisti. - Numerose specie antagoniste sono state segnalate negli studi di ecologia sui due nottuidi, in particolare risultano molto numerose le segnalazioni a carico di *S. littoralis* con la maggior parte delle specie appartenenti a Ditteri ed Imenotteri, ma con segnalazioni anche negli ordini Neurotteri ed Emitteri (circa 35 specie). In base alla check list italiana ufficiale inoltre è stato possibile anche rintracciare le specie già presenti in territorio italiano e che sarebbero meritevoli di attenzione per studi bio-ecologici: *Gonia*, *Pales*, *Stumia* (Ditteri), *Bracon*, *Chelonus*, *Meteorus*, *Zele* (Hym. Braconidae), *Chrysoperla carnea* (Neurotteri). Nonostante questa relativamente grande abbondanza di antagonisti, in nessuno studio italiano è emersa una reale e non trascurabile pressione ecologica da predatori e/o da parassitoidi sulla demografia; questo viene del resto confermato anche da studi eseguiti al di fuori dell'Italia, come nella recente pubblicazione delle Isole Azzorre. Per *H. armigera* la situazione è diversa in quanto non solo sono poco numerose le specie antagoniste segnalate in letteratura (15 specie circa: Hymenoptera, Diptera, Hemiptera) ma in Italia sono ridotte al solo genere *Apanteles* e alla specie *Microgaster spectabilis* (Hym. Braconidae); pertanto un programma di lotta biologica contro *H. armigera* è certamente molto più arduo se si vuole usare entomofauna autoctona.

Bibliografia

Duranti A., 1992 - Colture ortive. 1 - Solanacee. - Stabilimento Litotipografico Della Torre, Portici (NA), 159 pp. + tavole.

Co.Al.Ta. 1, 2006 - Analisi e valutazioni di ordinamenti colturali alternativi nelle aree di riconversione del tabacco. Risultati I anno di attività. - C.R.A. Istituto Sperimentale per il Tabacco, sede di Scafati.

Viggiani G., 1997 - Lotta biologica ed integrata nella difesa fitosanitaria. - Liguori Editore, Napoli.