

EPIDEMIOLOGIA DELLE VIROSI TRASMESSE DA AFIDI

G. BELLI

Istituto di Patologia Vegetale, Università degli Studi, Milano

R. OSLER

Istituto di Difesa delle Piante, Università degli Studi, Udine

L. SÜSS

Istituto di Entomologia Agraria, Università degli Studi, Milano

INTRODUZIONE

Gli afidi costituiscono indubbiamente il più importante gruppo di vettori di virus delle piante. Questo loro primato deriva sia dall'elevato numero di specie vettrici (circa 200) sia dall'elevato numero di virus trasmessi (circa 180) sia infine dal ruolo determinante da essi svolto nella diffusione di malattie da virus che possono essere annoverate fra le più importanti sotto il profilo economico. A tale proposito riteniamo utile riunire nella tabella n.1 alcuni degli esempi più significativi, che, fra l'altro, sono tutti rappresentati da virus già segnalati e per lo più largamente diffusi in Italia.

Sono invece rari e non del tutto confermati i casi di trasmissione, da parte di afidi, di altri patogeni capaci di provocare malattie virus-simili, quali i viroidi, i micoplasmi (MLO) e le richettsie.

Gli afidi risultano straordinariamente attivi nella trasmissione dei fitovirus grazie ad un insieme di caratteristiche morfobiologiche di cui sono dotati e che li rendono particolarmente idonei a tale funzione.

CARATTERISTICHE MORFO-BIOLOGICHE DEGLI AFIDI PARTICOLARMENTE ADATTE
ALLA TRASMISSIONE DEI VIRUS

Per quanto si riferisce agli aspetti morfologici, è di primaria importanza la presenza di un apparato boccale di tipo "pungente-succhiante", tale da provocare solo lesioni lievissime alle cellule parassitizzate e da facilitare pertanto una pronta replicazione del virus che vi sia stato eventualmente introdotto.

Prima di raggiungere lo stadio adulto, gli afidi compiono diverse mute: l'abbandono della vecchia cuticola porta ad importanti conseguenze nella trasmissione di alcune virosi, quali la perdita dei virus non-persistenti (VNP) e semi-persistenti (VSP).

Gli afidi inoltre sono caratterizzati da vistoso polimorfismo. A fianco di forme attere poco mobili, sono generalmente presenti individui alati, in grado di spostarsi, grazie anche ai venti, sino a centinaia di chilometri, contribuendo così efficacemente alla disseminazione di virus in zone diverse, spesso molto distanti fra loro e talvolta dislocate addirittura in paesi diversi. Gli afidi pertanto possono costituire la via d'ingresso di nuovi virus in un paese inizialmente esente, scavalcando ogni barriera doganale ed anche i più efficienti servizi fitopatologici.

Molte specie sono polifaghe per eccellenza, soprattutto su piante erbacee; il passaggio da piante spontanee affette da virus a essenze coltivate, ancor sane, può quindi risultare a queste estremamente nefasto. Casi frequenti di ciò si hanno, per esempio, in Myzus persicae, Rhopalosiphum padi o Aphis fabae.

Oltre al tradizionale olociclo, gli afidi danno luogo frequentemente ad anolocicli, per meccanismi biologici adattativi di sopravvivenza durante la stagione sfavorevole, senza la necessità di ricorrere ad una vera e propria diapausa. Nel caso di cloni di afidi vettori di virus, quindi, la trasmissione si perpetua con estrema facilità. Si ha una trasmissione di virus non-persistenti, di tipo meccanico, immediata e provvisoria, per l'imbrattamento delle appendici boccali. E' generalmente accettato che nella maggior parte dei casi di questo tipo, i responsabili siano individui alati (Broadbent, 1957).

La trasmissione di virus non-persistenti, intracellulare nei tessuti epidermici, è stata ripetutamente esaminata da Harris (1978, 1979, 1980). Con le "punture di assaggio" della potenziale pianta ospite, se l'insetto non trova il vegetale di gradimento, i succhi ingeriti restano localizzati solo a livello dell'epifaringe, di natura ectodermica, impermeabile. La trasmissione di tali virus avviene quindi con un semplice meccanismo di ingestione-egestione, in cui gli stilette funzionano come "siringa volante", per ristagno del virus nella zona distale del dotto mascellare, o per adsorbimento sugli stilette boccali (stylet borne).

Come si è detto, la capacità di trasmissione dei VNP e dei VSP viene persa dagli afidi negli stadi giovanili, in conseguenza delle mute, quando cioè l'insetto abbandona non solo il tegumento esterno e gli stilette boccali imbrattati, bensì l'intima dell'intestino anteriore, di origine ectodermica. Nell'età successiva l'afide sarà vettore, quin-

di, solo se riprenderà la sua alimentazione su una pianta infetta; considerando la mancanza di ali, tipica delle età giovanili, potrà comunque trasmettere il virus solo a piante presenti nelle immediate vicinanze della sorgente di inoculo.

In particolare, per quanto si riferisce ai VSP, Harris (l.c.) ritiene che vengano trasferiti con il medesimo meccanismo dei non-persistenti, restando cioè confinati nello stomodeo, in particolare nella faringe. Essi verrebbero emessi, all'atto dell'inoculazione, in seguito alle modifiche di pH nell'intestino anteriore, che si verificano in tale momento dell'alimentazione.

Nel caso di virus circolativi (v.oltre), si pensa che si sia verificato nel tempo un graduale adattamento biologico dell'agente patogeno al vettore. Il virus, introdotto con la suzione di linfa infetta, entra in circolazione nel vettore, giunge alle ghiandole salivari e di qui viene successivamente trasmesso ad altre piante.

Le possibilità di penetrazione nelle ghiandole salivari del vettore sono determinate dalla permeabilità della membrana di queste ultime. Intime relazioni, che possono portare ad una specificità di trasmissione, legano quindi il virus al vettore.

Nel complesso, comunque, proprio per le caratteristiche morfo-biologiche considerate, le infezioni primarie di virus sono dovute, in genere, agli afidi migranti, mentre le popolazioni di forme attere sono prevalentemente responsabili della diffusione secondaria di virus persistenti e semi-persistenti (Close et al., 1964; Ribbons, 1965).

Infine, concludendo questo breve paragrafo, val la pena di accennare ad alcuni aspetti morfo-biologici che fanno pensare all'esistenza di un rapporto quasi mutualistico fra virus ed afidi. Questi ultimi, ad esempio, sono particolarmente attratti dal colore giallo che, come è noto, risulta frequente nei tessuti superficiali delle piante infette da virus. Questi, d'altra parte, determinano spesso un aumento del tasso di aminoacidi liberi nei tessuti infetti, il quale, a sua volta, provoca un incremento della fecondità degli afidi e quindi un aumento nella popolazione del vettore.

RAPPORTI VIRUS-VETTORE E MODALITA' DI TRASMISSIONE

I rapporti che sussistono fra il virus ed il suo vettore, costituiscono uno dei parametri fondamentali dell'epidemiologia di una data virosi. Un virus, per essere trasmesso da un vettore animale, deve essere da quest'ultimo acquisito da una pianta infetta, trattenuto e quindi inoculato in un'altra pianta. A seconda delle relazioni che si vengono ad instaurare fra il virus ed il vettore, la trasmissione dei fitovirus a mezzo degli afidi può verificarsi secondo tre diverse modalità: non-persistente, semi-persistente e persistente. Il differente tipo di trasmissione implica un diverso modo di diffusione di una data malattia in natura.

Trasmissione di virus in modo non persistente

E' la modalità di trasmissione più diffusa per i virus trasmessi da afidi. Sono indicati con il termine di virus non-persistenti (VNP) quei virus che, dopo essere stati acquisiti, vengono mantenuti infettivi dal vettore solo

per tempi brevi (pochi minuti o, al massimo, qualche ora).

Sono anche detti virus "stylet-borne" (perché trasmessi a mezzo degli stiletti dell'apparato boccale del vettore) e "non-circolativi" (perché non circolano nel corpo del vettore, ma restano confinati all'apparato boccale). Durante l'alimentazione del vettore sulla pianta infetta, gli stiletti si imbrattano esternamente della linfa e quindi anche del virus. Quando poi il vettore si sposta su una pianta sana, inocula il virus nelle sue cellule epidermiche durante il semplice assaggio. L'acquisizione del virus è completata entro 50-60 sec. (in genere 5-20 sec.) ed altrettanto avviene per l'inoculazione. Prolungando i tempi di acquisizione diminuiscono le probabilità di trasmissione (a causa, sembra, di inibitori ad azione antivirale emessi dall'insetto, assieme alla saliva, durante la nutrizione).

Il vettore è in grado di infettare una pianta ospite, immediatamente dopo l'acquisizione. In genere, l'afide perde la sua capacità infettiva durante la prima trasmissione. Per ritornare infettivo, esso deve alimentarsi di nuovo su una pianta infetta.

I VNP sono in genere piuttosto stabili e sono trasmissibili anche per succo; sono inoltre tipicamente "epidermici" e provocano spesso sintomi del tipo "mosaico". I loro vettori sono poco o nulla specifici; ossia un VNP solitamente può essere trasmesso da più specie di afidi. Fra i gruppi di virus che più facilmente vengono trasmessi in modo non-persistente ricordiamo i Potyvirus, i Cucumovirus ed i Carlavirus.

Trasmissione di virus in modo persistente

Sono una quarantina i virus trasmessi da afidi in modo persistente (VP). Questi virus, dopo l'acquisizione, restano infettivi nel vettore per lunghi periodi di tempo (giorni, settimane) o per tutta la sua vita. In alcuni casi, l'infettività può essere trasmessa dalla madre alla sua progenie (trasmissione transovarica). L'acquisizione dura da alcuni minuti ad alcune ore, e così l'inoculazione. L'efficienza di trasmissione aumenta con l'aumentare del tempo sia di acquisizione che di inoculazione. Il virus, acquisito dalla pianta infetta, passa nell'intestino e quindi nell'emolinfa dell'afide. Attraverso l'emolinfa, il virus può raggiungere i vari organi dell'insetto, comprese le ghiandole salivari: di qui il nome di "virus circolativi" con cui spesso sono indicati i VP. In pochi casi, (ad es. giallume necrotico della lattuga, arricciamento della fragola) il virus può, oltre che "transitare" attraverso i vari organi del vettore, moltiplicarsi in essi (=virus propagativi) (Sylvester, 1980).

L'inoculazione avviene quando il vettore infettivo si nutre su una pianta sana, nella quale inietta assieme alla saliva anche particelle virali. Subito dopo l'acquisizione, il vettore non è in grado di trasmettere il virus; esiste, fra l'acquisizione e l'inoculazione, un periodo di latenza (della durata di alcune ore o di qualche giorno) dovuto al tempo impiegato dal virus a raggiungere le ghiandole salivari dopo avere circolato nel corpo del vettore. L'infettività passa attraverso le mute (transtadiale). Il vettore infettivo può infettare una serie indefinita di piante, senza dover tornare su piante infette e riacquisire il virus. I

vettori di questi virus posseggono in genere un'alta specificità di trasmissione. I VP sono solitamente floematici e non epidermici; non provocano sulla pianta mosaici, bensì giallumi, nanismi o malformazioni varie. Essi appartengono prevalentemente al gruppo dei Luteovirus o a quello dei Rhabdovirus.

Trasmissioni di virus in modo semi-persistente

Si tratta di un esiguo gruppo di virus. Le caratteristiche di questo tipo di trasmissione sono simili a quelle descritte per i VP. I virus "semi-persistenti" (VSP) si differenziano però dai "persistenti" (VP) per non essere transstadiali e nemmeno transovarici. Inoltre, nella trasmissione semi-persistente non si rileva un periodo di latenza.

Considerazioni generali

A proposito delle diverse modalità di trasmissione sono da tener presenti le seguenti considerazioni generali:

- Uno stesso vettore può trasmettere sia VP che VNP; la persistenza è cioè una caratteristica legata principalmente al virus.
- Un virus non è mai trasmissibile da vettori animali che appartengano a raggruppamenti zoologici filogeneticamente lontani. Così, ad esempio, un virus trasmesso da afidi non è trasmesso da cicaline o da acari o da nematodi.
- Un determinato virus può essere trasmesso da più specie di vettori; essi, però trasmettono quel virus nel medesimo modo (persistente, semi-persistente o non-persistente). Fa eccezione a questa norma il virus del mosaico del cavolfiore (CaMV) che è trasmesso sia in modo non-persistente che in modo persistente (trasmissione bimodale).

ASPETTI E MODELLI EPIDEMIOLOGICI DI VIROSI TRASMESSE CON MODALITA'
DIVERSE

Essendo praticamente impossibile trattare in poche pagine dell'epidemiologia di tutte le virosi trasmesse da afidi, accenneremo qui brevemente ad alcuni esempi opportunamente scelti fra le virosi trasmesse in modo non persistente e fra quelle trasmesse in modo persistente, mettendo in evidenza gli aspetti epidemiologici più strettamente connessi con le due modalità di trasmissione.

Nel caso dei VNP, un fattore che gioca solitamente un ruolo determinante, ai fini del tasso finale d'infezione, è costituito dalla presenza di sorgenti d'inoculo nell'ambito della coltura fin dall'inizio del ciclo vegetativo: ciò è particolarmente vero nel caso di grandi estensioni coltivate con la medesima specie vegetale. Infatti, poiché i VNP vengono persi in breve tempo dal vettore, difficilmente riescono a mantenersi attivi in afidi che giungano da grandi distanze. Se invece l'inoculo è già presente nella coltura, per piante infette da seme o per via vegetativa, il virus verrà rapidamente acquisito e diffuso da popolazioni di afidi che vi potranno successivamente giungere. Molto indicative, a tal proposito, sono le numerose prove e osservazioni, effettuate soprattutto in California, sul mosaico della lattuga, dalle quali risulta che anche la presenza di percentuali minime di seme infetto rendono vano ogni successivo tentativo di controllo della malattia in campo (Duffus, 1983). Esempi analoghi sono costituiti da PVY nelle colture di patata e da BCMV nelle colture di fagiolo.

La sorgente d'inoculo, determinante ai fini dell'ulteriore diffusione, può essere talvolta costituita non da una pianta delle colture in atto ma da una specie infestante: ciò si verifica, ad esempio, con Stellaria media per CMV in diverse colture e con Sorghum halapense per MDMV nelle colture di mais.

Nella disseminazione dei VNP, inoltre, svolgono un ruolo molto più importante le forme alate che non le forme attere le quali, a causa dei loro lenti spostamenti e delle mute cui vanno soggette, facilmente perdono il virus. Le forme alate, invece, con i loro rapidi spostamenti e con la frequente abitudine di eseguire punture di assaggio, si rivelano le più attive nella trasmissione e diffusione dei VNP.

Per quanto riguarda i VP, va rilevato innanzi tutto che i rapporti intercorrenti fra essi ed i loro vettori, da un lato, e fra i vettori e le rispettive piante ospiti, dall'altro, presentano caratteristiche di maggiore specificità di quanto si abbia nel caso dei VNP. In altre parole, mentre un VNP può essere trasmesso da diverse specie di afidi che visitano anche accidentalmente una delle sue piante ospiti, un VP può solitamente contare su poche specie vettrici, alle quali si è adattato e che, oltre tutto, devono essere parassiti abituali delle proprie piante ospiti. Infatti, con il semplice "assaggio" un afide non è in grado di acquisire virus localizzati nel floema, come è appunto il caso del VP.

Data la maggiore complessità del rapporto virus-vettore-pianta che caratterizza la trasmissione dei VP, riteniamo

opportuno soffermarci, a titolo d'esempio, sul virus del nanismo giallo dell'orzo (BYDV) che è causa di importanti malattie delle graminacee e che è diffuso ampiamente, non solo in Italia, ma su scala mondiale.

L'agente causale è un luteovirus, floematico, che può infettare più di 100 specie di cereali. L'orzo, l'avena ed il riso sono le graminacee più sensibili al virus in Italia; seguono alcune graminacee da foraggio, il frumento ed il mais.

I ceppi di BYDV sono almeno 5 e sono riconoscibili essenzialmente in base alla loro trasmissibilità a mezzo di differenti specie di afidi. Ad esempio il ceppo MAV è trasmesso in modo specifico dall'afide Macrosiphum (Sitobion) avenae; PRV da Rhopalosiphum padi; SGV da Schizaphis graminum; RPV da R. maidis; il ceppo PAV è invece trasmesso in modo non specifico da differenti specie di afidi fra cui R. padi, M. avenae, Metopolophium dirhodum. Sono note anche altre specie di afidi in grado di trasmettere BYDV; tuttavia quelle citate sono le più efficienti.

Non tutti i vettori sono presenti in una data località e nemmeno tutti i ceppi di BYDV sono presenti contemporaneamente in un singolo areale ecologico.

La trasmissione di BYDV è del tipo persistente circolativo, ma non propagativo. Il virus non è nemmeno trasmissibile dalla madre infetta alla progenie. Gli afidi vettori possono invece trasmettere il virus durante tutti e cinque gli stadi del loro sviluppo.

Una specie di afide vettore specifico di un dato ceppo di BYDV (ad es. R. padi e RPV), può trasmettere anche un

altro ceppo (ad es. MAV) se nella pianta sorgente d'inoculo sono presenti infezioni miste. In pratica avviene che le proteine del ceppo RPV incapsidano nella pianta l'acido nucleico del ceppo MAV. Il vettore "riconosce" il manto proteico del virione e così può trasmettere un ceppo che, di norma, non è trasmissibile (= trasmissione dipendente).

Nella pianta, il virus è confinato nelle sole cellule floematiche ed è distribuito in modo non uniforme. L'acquisizione di infettività da parte di un vettore che si nutre su una pianta infetta non è pertanto né facile né veloce. Il periodo minimo di acquisizione è di quasi una ora, ma sono necessarie alcune ore (12) perché la trasmissione sia efficiente. L'inoculazione richiede pressoché gli stessi tempi riportati per l'acquisizione.

Fra l'acquisizione di infettività e la reale possibilità di infettare la prima pianta ospite, c'è un periodo di latenza, la cui durata varia dalle 12 alle 48 h. Durante questo periodo il vettore, pur essendo virulifero, non è in grado di trasmettere il virus.

L'ecologia della malattia in natura è il risultato integrato e dinamico di parecchi fattori, riconducibili al virus (agente causale) agli afidi (vettori) alle piante ospiti (naturali e coltivate) ed alle condizioni ambientali (comprese quelle determinate dall'uomo). Per semplificare l'esposizione, si descrive brevemente, di seguito, l'epidemiologia di BYDV riferita a tre colture fondamentali: l'orzo, il riso ed il mais.

Orzo. La coltura è da noi, in genere, a semina autunnale.

Questa graminacea può ospitare molte delle specie di afidi vettori di BYDV. In Italia, finora, l'orzo è stato riscontrato essere infettato da un ceppo aspecifico di BYDV, trasmissibile da R.padi, M.avenae, M.dirhodum.

La coltura, in autunno, viene infestata dagli afidi vettori di BYDV non appena le piante emergono dal terreno.

Da una serie di rilevamenti, ripetuti per 8-10 anni di seguito, è emerso che: l'afide R.padi è il vettore più efficiente del ceppo aspecifico; le popolazioni di afidi vettori sono più consistenti verso settembre-ottobre (ad agosto i voli tendenzialmente cessano e vengono poi bloccati dal freddo verso i primi di novembre); il grado di infettività degli afidi alati è minimo a marzo-maggio, si eleva verso giugno ed è massimo verso ottobre-novembre. Ne consegue che le colture d'orzo vengono esposte ad elevate infestazioni di afidi proprio quando questi sono maggiormente infettivi e quando le plantule di orzo sono particolarmente suscettibili alle infezioni (primo stadio fenologico) (Snidaro e Delogu, 1988). Pertanto, dalla emersione dell'orzo dal terreno fino alla cessazione dei voli degli afidi si instaurano le infezioni primarie (ad opera delle forme alate). In genere, la percentuale di piante d'orzo infettate direttamente in seguito alle trasmissioni primarie è bassa; la diffusione della malattia viene successivamente assicurata dalla lenta attività delle forme attere che, spostandosi da pianta a pianta (anche in inverno), danno origine alla diffusione secondaria di BYD. Maggiore è il numero di piante d'orzo infettate durante la trasmissione primaria, più gravi tendono ad essere le successive trasmissioni secondarie.

La formazione delle chiazze di piante infette in campi d'orzo è quindi dovuta alla trasmissione secondaria della malattia.

Sorgenti d'inoculo per le infezioni primarie possono essere tutte le graminacee infettate durante l'annata, mais compreso. Il mais, in particolare, può fungere da ponte estivo per BYDV. Verso ottobre, infatti, nelle zone maidicole sono presenti molti afidi alati, nati ed infettatisi proprio su mais, pronti ad infestare le colture autunnali di orzo.

Riso. L'epidemiologia di BYDV riferita al riso differisce alquanto rispetto a quella considerata per l'orzo. Due sono le caratteristiche fondamentali che differenziano il riso dalla coltura precedente: la semina, necessariamente primaverile e la coltivazione in acqua.

Anche nel caso del riso, di norma, la percentuale di piante infettate nel corso delle infezioni primarie è decisamente bassa (spesso inferiore all'1%). In seguito ad osservazioni di campo è stato possibile accertare che le prime infezioni al riso (primarie) avvengono ad opera delle forme alate di R.padi. Il ceppo di BYDV che provoca il giallume del riso (RGV) è risultato essere del tipo "aspecifico", essendo trasmissibile da R.padi, M.avenae e da M.dirhodum. Si tratta comunque di un ceppo particolare di BYDV che si è selezionato naturalmente ed adattato su riso. Il ceppo di BYDV isolato da orzo e da mais in Friuli, ad esempio, non induce sintomi macroscopici su riso riferibili a RGV.

Il riso può ospitare anche altre specie di afidi oltre

a R.padi, come S.avenae e M.dirhodum, ma le loro colonie su riso sono in genere molto esigue.

Le piante di riso possono essere infettate fin dal momento della loro emersione dall'acqua. In natura, infatti, gli alati di R.padi sono attivi ed infettivi prima ancora della semina del riso. Essi, inoltre, possono facilmente acquisire il virus da piante di Leersia oryzoides, una graminacea infestante delle risaie, la cui vegetazione è già ben sviluppata quando le giovani plantule di riso emergono dall'acqua. Gli esuli alati danno origine alle colonie attere su riso. La diffusione massiccia della malattia entro la risaia è dovuta agli spostamenti da pianta a pianta delle forme attere (le plantule di riso, sviluppandosi, vengono a contatto le une con le altre).

Sulla base delle esperienze condotte per più anni, le fasi epidemiologiche più significative, legate ad RGV, sono così (all'incirca) riassumibili: 20/4, semina del riso; 5-10/5, prima emersione delle plantule di riso dall'acqua e prime infezioni operate dagli individui alati; 20/5-5/6, periodo di massimo incremento e spostamento delle popolazioni attere di R.padi durante il quale avviene la più importante diffusione (secondaria) della malattia; 5/6 comparsa dei primi sintomi (Osler, 1982).

Mais. Per quanto riguarda questa importante coltura, è da precisare che il ruolo più importante svolto dal mais nei riguardi di BYDV è quello di ponte estivo di infezione e di pianta ospite, sia di molte specie di afidi vettori che del virus.

E' stato osservato che il mais, specialmente durante le

ultime fasi del suo ciclo, può ospitare anche migliaia di afidi/pianta. Anche in autunno, l'infettività media di questi afidi è risultata bassa (0,7 % nel caso di R.padi); ugualmente essi assumono una notevole importanza, proprio in virtù del loro elevato numero. Come già menzionato, nelle zone con notevole investimento maidicolo, il mais può fungere da cerniera fra le colture di orzo di anni successivi. Gli ibridi sembrano dimostrare, finora, una buona tolleranza al virus, anche se non c'è nessun genotipo del tutto resistente. Viceversa, alcune linee pure, come 33-16, W 64 A, NC 222, B 77 ed altre, sono particolarmente sensibili a BYDV (Loi et al., 1986; Refatti et al., 1988).

Il mais può ospitare differenti virus, oltre a BYDV, trasmessi da afidi in modo diverso. In particolare, in mais sono comuni infezioni miste di BYDV e di MDMV (Belli et al., 1980).

POSSIBILITA' DI PREVENZIONE DELLE VIROSI TRASMESSE DA AFIDI

Com'è noto, le possibilità di interventi a carattere terapeutico su piante infette da virus sono ancora molto limitate: ciò vale soprattutto per colture in pieno campo. La difesa contro le virosi va quindi impostata pressoché esclusivamente sul piano della prevenzione. In particolare, nel caso delle virosi trasmesse da afidi, oltre ad altre vie di prevenzione sulle quali torneremo più avanti, si può ricorrere a varie forme di lotta contro i vettori.

In generale si può dire che ogni forma di lotta (biologica, chimica, integrata, ecc.) tesa ad impedire o a limitare la proliferazione di popolazioni del vettore di un dato virus torna in qualche modo utile alla difesa delle col-

Tabella 1 - ESEMPI DI VIRUS ECONOMICAMENTE IMPORTANTI TRASMESSI DA AFIDI

| Virus | Sigla-Gruppo | Principali Specie Vetratrici | Colture più Colpite |
|--|--------------|---|--------------------------------------|
| Manismo giallo dell'orzo | BYDV (L) * | <u>Rhopalosiphum padi</u> , <u>Sitobion avenae</u> | Orzo, riso e altre Graminacee |
| Accartocciamento fogliare della patata | PLRV (L) | <u>Myzus persicae</u> , <u>M.ascalonicus</u> , <u>Neomyzus circumflexus</u> | Patata |
| Mosaico dell'erba medica | AMV (A) | <u>Acyrtosiphon pisum</u> , <u>M.persicae</u> | Leguminose, Solanacee |
| Mosaico del cetriolo | CMV (C) | <u>Aphis gossypii</u> , <u>M.persicae</u> | Piante ortensi e ornamentali |
| Virus Y della patata | PVY (P) | <u>M.persicae</u> , <u>A.fabae</u> | Patata e altre Solanacee |
| Mosaico comune del fagiolo | BCMV (P) | <u>A.pisum</u> , <u>A.fabae</u> , <u>M.persicae</u> | Fagiolo |
| Mosaico giallo del fagiolo | BYMV (P) | <u>A.fabae</u> , <u>A.pisum</u> , <u>M.persicae</u> | Fagiolo e altre Leguminose, Gladiolo |
| Mosaico della lattuga | LMV (P) | <u>M.persicae</u> , <u>Macrosiphum euphorbiae</u> | Lattuga e altre insalate |
| Vaiolatura del susino | PPV (P) | <u>M.persicae</u> , <u>A.craccivora</u> | Susino, albicocco, pesco |
| Nanismo maculato del mais | MDMV (P) | <u>R.maidis</u> , <u>R.padi</u> , <u>M.persicae</u> | Mais, sorgo e altre Graminacee |
| Giallume d. barbabietola | BYV (Cl) | <u>M.persicae</u> , <u>A.fabae</u> | Barbabietola |
| "Tristeza" degli agrumi | CTV (Cl) | <u>Toxoptera citricidius</u> , <u>A.gossypii</u> , <u>A.citricola</u> | Agrumi |

* L = Luteovirus; A = Alfalfa mosaic virus; C = Cucumovirus; P = Potyvirus; Cl = Closterovirus

ture minacciate da quel virus.

Va però precisato che determinati criteri, che sono validi per la lotta "guidata" contro gli afidi quali semplici parassiti delle colture agrarie, non sono altrettanto validi quando si prendono in considerazione determinate specie di afidi quali vettori di virus. Si pensi, ad esempio, alle cosiddette "soglie d'intervento": queste, nel caso di afidi vettori di virus, devono essere solitamente bassissime in quanto anche la presenza di un numero limitato di individui su una data coltura può essere sufficiente a determinare una pericolosa propagazione del virus da essi trasmesso.

Venendo in particolare alla lotta chimica, risulta asodato ormai che essa raramente dà risultati soddisfacenti quando effettuata contro i vettori di VNP (Zitter e Simons, 1980; Conti, 1985). Anche i trattamenti con oli minerali, tesi a disturbare le prove di "assaggio" degli afidi vettori, non sempre hanno sortito gli effetti sperati, soprattutto a causa dei possibili danni da fitotossicità (Conti, 1985; Tremblay, 1985). Più utili si sono rivelati i trattamenti aficidi, se eseguiti a tempo debito, contro i vettori di VP: ne sono esempi le prove eseguite, sia su riso che su orzo, per il controllo di R. padi quale vettore di BYDV (Osler et al., 1977).

Certamente la linea di difesa ideale contro le viroși trasmesse da afidi è rappresentata dalla resistenza genetica: infatti, una cultivar resistente a un dato virus ha ben poco da temere nel caso venga infestata da vettori di quel virus. L'impiego di cultivar resistenti o almeno tolleranti

ti nei confronti di virus trasmessi da afidi ha già dato soddisfacenti risultati in più occasioni; basterà ricordare, come esempi, le combinazioni riso-giallume, orzo-BYDV, peperone-PVY, cetriolo-CMV, fagiolo-BCMV e mais ibridi-MDMV. E' pure noto, però, che la resistenza genetica a un dato virus è un carattere non facilmente ottenibile unitamente ad altri caratteri richiesti sotto il profilo della produttività e della qualità. Inoltre, anche la resistenza genetica di una data cultivar può essere superata dal sopraggiungere di nuovi ceppi del virus considerato.

Numerose sono, infine, le misure di carattere agronomico che si possono adottare nella difesa contro le virosi trasmesse da afidi, delle quali alcune valgono come misure di difesa contro le virosi in genere. Fra le tante ricordiamo:

- l'impiego di seme e materiale di propagazione virus-esente;
- l'eliminazione di specie vegetali che fungono da sorgente d'inoculo (es.: Leersia oryzoides per BYDV in risaia; Sorghum halepense per MDMV in colture di mais);
- l'anticipo o il ritardo delle semine al fine di evitare le epoche di intensa attività migratoria degli afidi;
- le pacciamature con materiali riflettenti la luce solare, tali da esercitare un'azione repellente sugli afidi in volo.

Pertanto, concludendo, le possibilità di difesa contro le virosi trasmesse da afidi esistono realmente e sono, diversificate; la scelta dell'una o dell'altra via o di più vie contemporaneamente va fatta sulla base di una chiara conoscenza dell'epidemiologia delle singole malattie.

RIASSUNTO

Gli afidi risultano straordinariamente attivi nella trasmissione dei fitovirus grazie ad un insieme di caratteristiche morfo-biologiche di cui sono dotati e che vengono brevemente descritte.

I virus trasmessi da afidi possono essere del tipo persistente (VP), non-persistente (VNP) e semi-persistente (VSP). Le caratteristiche delle diverse modalità di trasmissione sono esposte e commentate con opportune esemplificazioni.

Vengono infine esaminate le possibilità di prevenzione delle virosi trasmesse da afidi, richiamando la necessità di impostare gli eventuali interventi su precise conoscenze circa l'epidemiologia delle singole malattie da prevenire o controllare.

SUMMARY

EPIDEMIOLOGY OF APHID-TRANSMITTED VIRUS DISEASES

Aphids are extremely active in transmitting plant viruses thanks to several morpho-biological features that are briefly described.

Virus transmission may be persistent, non-persistent or semi-persistent. The epidemiological implications of the different transmission modalities are discussed by giving suitable examples.

The possibilities of disease control are examined on the basis of epidemiological knowledge.

BIBLIOGRAFIA

- BELLI G. CINQUANTA S., SONCINI C., 1980. Infezioni miste da MDMV (Maize Dwarf Mosaic Virus) e BYDV (Barley Yellow Dwarf Virus) in piante di mais in Lombardia. Riv. Pat. Veg., 16, 83-86.
- BROADBENT L., 1957. Insecticidal control of the spread of plant viruses. Ann. Rev. Ent., 2, 339-354.
- CLOSE R., SMITH H.C., LOEWE A.D., 1964. Cereal virus warning system. Commonw. Phytopath. News, 10, 7-8.
- CONTI M., 1982. Gli afidi come vettori di virus dei vegetali. Not. Mal. Piante, n. 103, 91-92.
- CONTI M., 1985. Afidi vettori di virus delle piante. In: Gli afidi e le colture agrarie. R.E.D.A., Roma, 50-66.
- CONTI M., CASETTA A., 1983. Afidi vettori di Barley Yellow Dwarf Virus (BYDV) in Piemonte. Atti XIII Congr. Naz. It. Ent., Sestriere-Torino, 1983.
- DUFFUS J.E., 1983. Epidemiology and control of aphid-borne virus diseases in California. In: Plant virus Epidemiology (Plumb R.T. and Tresh J.M. eds.), Blackwell Scient. Publ., Oxford, 221-247.
- HARRIS K.F., 1978. Aphid-borne viruses: ecological and environmental aspects. In: Virus and environment (Kurstak E. and Maramorosch K. eds.), Academic Press, New York, 677 p.
- HARRIS K.F., 1979. Leafhoppers and aphids as biological vectors: vector-virus relationships. In: Leafhopper vector and Plant Disease Agents (Maramorosch K. and Harris K.F. eds.), Academic Press, New York, 654 p.
- HARRIS K.F., 1980. Aphids, leafhopper and planthoppers. in: Vectors of plant pathogens (Harris K.F. and Maramorosch K. eds.), Academic Press, New York, 1-13.
- HARRIS K.F., MARAMOROSCH K., 1977, Aphids as virus vectors. Academic Press., Inc., London, 559 p.

- LOI N., OSLER R., SNIDARO M. ARDIGO' A., LORENZONI C., 1986. Tolerance to BYDV (Barley Yellow Dwarf Virus) in inbreds and hybrids of maize. Maydica, 30, 307-314.
- MOLETTI M., OSLER R., BALDI G., 1979. Valutazione della resistenza al giallume mediante inoculazione artificiale con l'afide Rhopalosiphum padi in linee di riso migliorate. Il Riso, 1, 53-61.
- OSLER R., 1982. Recenti acquisizioni epidemiologiche in relazione al controllo del giallume del riso. Nota II. Atti Sessione Virologia Vegetale, Giorn. Fitopatol. 1982 (suppl.), 53-60.
- OSLER R., AMICI A., BELLI G., 1977. Possible ways for the control of rice "giallume". Ann. Phytopath., 9, 347-351.
- PLUMB R.T., 1983. Barley Yellow Dwarf Virus - a global problem. In. Plant virus epidemiology (Plumb R.T. and Tresh J.M. eds.), Blackwell Scient. Publ., Oxford, 185-198.
- REFATTI E., LOI N., LORENZONI C., SNIDARO M., 1988. Maize: a natural and experimental host of Barley Yellow Dwarf Virus in Northern Italy. CIMMYT Workshop on Barley Yellow Dwarf, Udine, July 6-11: 1987 (in stampa)
- RIBBONDS C.R., 1965. The significance of apterous aphids in the spread of viruses within agricultural crops. Proc. Int. Congr. Ent., 12, London, 1964, 525-526,
- ROCHOW W.F., DUFFUS J.E., 1981. Luteoviruses and yellow disease, In. Handbook of Plant virus. Infections and Comparative diagnosis, (Kurstak E. ed.), Elsevier North Holland, Amsterdam, 147-170.
- SNIDARO M., DELOGU G., 1988. Agronomic techniques for preventing Barley Yellow Dwarf Virus damage in winter cereals. CIMMYT Workshop on Barley Yellow Dwarf, Udine, 6-11 July 1987 (in stampa).
- SYLVESTER E.S., 1969. Virus transmission by aphids - a view point. In. Viruses, Vectors and Vegetations (Maramorosch K. ed.), Interscience Publishers, New York, London, Sydney, 159-173,

- SYLVESTER E.S., 1980. Circulative and propagative virus transmission by aphids. Ann. Rev. Entomol., 25, 257-286.
- TREMBLAY E., 1985. La lotta agli afidi. In: Gli afidi e le colture agrarie. R.E.D.A., Roma, 67-69.
- ZITTER T.A., SIMONS J.N., 1980. Management of viruses by alteration of vector efficiency and by cultural practices. Ann. Rev. Phytopath., 18, 289-310.