

L'INFORMATORE AGRARIO

www.informatoreagrario.it



Edizioni L'Informatore Agrario

Tutti i diritti riservati, a norma della Legge sul Diritto d'Autore e le sue successive modificazioni. Ogni utilizzo di quest'opera per usi diversi da quello personale e privato è tassativamente vietato. Edizioni L'Informatore Agrario S.r.l. non potrà comunque essere ritenuta responsabile per eventuali malfunzionamenti e/o danni di qualsiasi natura connessi all'uso dell'opera.

Varietà di grano duro resistenti al virus del mosaico comune

La coltivazione di varietà di grano duro resistenti rappresenta l'unico mezzo di controllo in grado di limitare le perdite produttive determinate dal virus del mosaico comune (SBCMV). Tra le varietà sicuramente affidabili si segnalano Ares, Biensur, Colorado, Dylan, Levante, Lloyd, Meridiano, Neodur, Provenzal, Saragolla, Solex e Tiziana



Sintomi e danni arrecati

L'infezione da SBCMV si manifesta con crescita stentata, morie di variabile entità e un mosaico fogliare caratterizzato da macchie clorotiche di forma per lo più allungata disposte parallelamente alle nervature.

Le aree decolorate, inizialmente piccole, rade e localizzate soprattutto nella parte distale delle foglie, con il tempo aumentano di numero e tendono a confluire, dando luogo ad ampie aree clorotiche che interessano gran parte della superficie fogliare.

Generalmente, i sintomi della malattia risultano più evidenti nel periodo fine inverno-inizio primavera, quando le foglie delle cultivar suscettibili tendono anche a diventare più strette e ad accartocciarsi longitudinalmente.

L'apparato radicale viene gravemente menomato sin dalle prime fasi dell'infezione, e ciò si evidenzia dalla facilità con cui le piantine infette si possono staccare dal terreno. Con l'avanzare della stagione, i sintomi fogliari qualche volta si attenuano, ma possono rimanere ben evidenti sino a dopo la spigatura. Restano, in ogni caso, vistosi gli effetti negativi sulla taglia delle piante e sull'accestimento.

Normalmente, nelle colture gravemente infette si assiste anche a un certo ritardo dell'epoca di spigatura.

È da notare che le morie e lo sviluppo stentato delle giovani piantine di frumento favoriscono il proliferare delle malerbe, che talvolta diventa notevolissimo.

Nelle aziende infette, le manifestazioni possono interessare interi appezzamenti o soltanto zone circoscritte di forma e dimensioni variabili.

Il virus del mosaico, incidendo negativamente sulla massa radicale e sulla taglia delle piante, nonché sull'accestimento e sulla superficie fotosintetizzante, finisce per provocare danni produttivi ingenti e una certa riduzione del peso 1.000 semi e del peso ettolitrico, determinando un deprezzamento del prodotto.

di **V. Vallega, C. Rubies-Autonell**
R. Canestrone, A. Sarti

Il virus del mosaico comune fu identificato per la prima volta negli Stati Uniti (McKinney 1923), dove fu denominato Soil borne wheat mosaic virus (SBWMV, virus del mosaico del frumento trasmesso attraverso il terreno), ma l'affezione che provoca era già nota agli agricoltori di molti Paesi, inclusi quelli italiani. Del resto, e non a caso, Canova e Quaglia (1960) – che per primi lo identificarono in Europa – lo denominarono virus del mosaico comune (del frumento, vedi box «Nomenclatura cangiante» all'indirizzo internet riportato a fine articolo).

Oggi sappiamo che questo patogeno, appartenente al genere Furovirus,

è presente in tutte le regioni del mondo dove si coltiva il grano.

Il virus risulta temibile non solo per i gravi danni che è in grado di arrecare, ma specialmente in ragione del fatto che i terreni infetti rimangono tali indefinitamente. Esso infatti viene trasmesso alle radici delle giovani piantine da un protozoo plasmidioforale (*Polymyxa graminis* Led.) che, tramite le sue spore durevoli, gli consente di rimanere vitale nel terreno per 15 anni o più, anche in assenza di colture di frumento. Inoltre, dato che il virus del mosaico è in grado di replicarsi anche su orzo, segale, triticale, mais, sorgo e numerose graminacee spontanee e coltivate appartenenti a vari generi, risulta di fatto pressoché impossibile sradicarlo.

L'entità dei danni annualmente arrecati dal virus del mosaico risulta assai variabile, dipendendo dalla cultivar impiegata, nonché da diversi fattori agroambientali. Di norma, le perdite maggiori si osservano in seguito ad andamenti stagionali relativamente freddi, semine precoci e ristoppi.

La diagnosi, punto dolente

La sintomatologia indotta dal virus del mosaico viene sovente imputata a fattori abiotici quali ristagno d'acqua, freddi invernali e, soprattutto, carenze nutrizionali. In quest'ultimo caso, si somministrano talvolta inutili dosi aggiuntive di azoto che sembrano efficaci soltanto perché, con l'avanzare della stagione, la mosaicatura spesso tende comunque ad attenuarsi. È da notare, pure, che alcuni terreni risultano infetti dallo WSSMV, Wheat spindle streak mosaic virus (Rubies-Autonell e Vallega, 1987; Vallega et al., 2009), un Bymovirus che causa sintomi simili a quelli del virus del mosaico e che viene anch'esso trasmesso da *P. graminis*.

Con il passare degli anni, e in mancanza di una diagnosi corretta, l'agricoltore tende a cambiare varietà, con esiti variabili secondo la scelta fatta, e talvolta finisce addirittura per rinunciare alla coltura del frumento.

Per una diagnosi certa può convenire rivolgersi a specialisti che impiegano tecniche di laboratorio: immunoenzimatiche (ELISA), di immunomicroscopia elettronica (ISEM) o molecolari (RT-PCR). **Un metodo semplice, esen-**

Come sono state impostate le prove

Dal 1995-96 le prove vengono allestite presso aziende dell'Università di Bologna (a Morellazzo e Cadriano) o private (Minerbio), gravemente infette dal virus. Ciascun esperimento comprende 30-33 cultivar seminate su parcelle di 10 m², distribuite in campo secondo uno schema a blocchi randomizzati con tre repliche.

Di norma, nel periodo compreso tra febbraio e aprile, la gravità dei sintomi si valuta in 3-4 date, utilizzando una scala da 0 a 4 dove: **0-1** = sintomi assenti o molto lievi; **1,1-2** = mosaico fogliare e lieve nanismo; **2,1-3** = mosaico e nanismo; **3,1-4** = mosaico e nanismo accentuati, con moria delle piante (Vallega e Rubies-Autonell 1985). La concentrazione vira-

le viene stimata su campioni fogliari con la tecnica immuno enzimatica DAS-ELISA.

I prelievi dei campioni da saggiare si effettuano in due date su 10 piante raccolte a caso da ciascuna parcella. Sulle varietà vengono rilevati anche resa in granella, altezza delle piante, data di spigatura, peso 1.000 semi e peso ettolitrico.

Sei delle prove previste per il periodo 1996-2012 non sono state portate a compimento per mancanza di fondi adeguati e/o perché i terreni disponibili (azienda di Morellazzo) hanno rivelato livelli d'infettività disomogenei. Nel 2010-2011 sono stati rilevati gravità dei sintomi e valore ELISA, ma non i caratteri agrobiologici. ●

te da costi e quasi sempre efficace, è quello di seminare, a fianco della varietà normalmente preferita, una cultivar notoriamente resistente al virus del mosaico. Se il virus è effettivamente presente nel terreno, la diversità di comportamento delle varietà sarà, di norma, oltremodo palese.

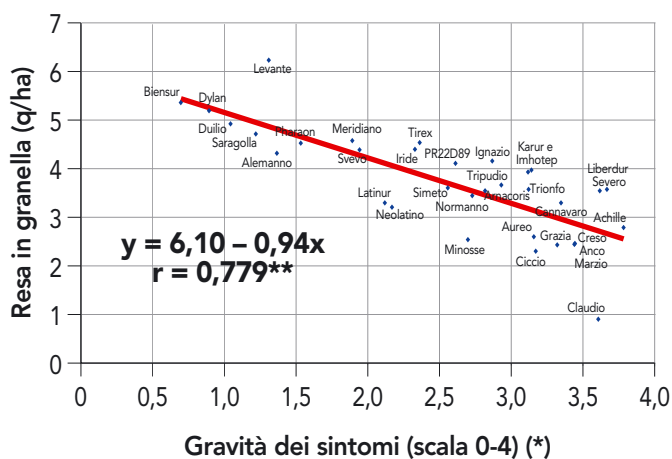
Presenza in Italia e mezzi di controllo

In Italia il virus del mosaico è presente un po' ovunque, ma risulta assai diffuso soltanto in Pianura Pad-

na e nelle Marche, in Lazio e Puglia. Nelle aree dove il grano duro è stato introdotto in epoca recente, questa specie risulta particolarmente esposta, in quanto sono meno conosciuti gli aspetti generali delle piante e per via dell'elevato grado di suscettibilità dimostrato da molte delle cultivar attualmente in commercio.

L'unico mezzo di controllo efficace per prevenire i danni del mosaico comune è quello della coltivazione di varietà resistenti, un accorgimento peraltro esente da costi per l'agricoltore ed ecologicamente pulito.

GRAFICO 1 - Rapporto tra gravità dei sintomi e resa in granella (Cadriano - BO, 2009-2010)



(*) Per la scala della gravità dei sintomi si veda il riquadro in alto. Esiste una relazione diretta tra gravità dei sintomi e resa in granella, potendo così stimare gli effetti determinati dal virus del mosaico comune.



Prova di resistenza varietale condotta a Cadriano (Bologna) nel 2012

TABELLA 1 - Dati rilevati su 33 cultivar di grano duro coltivate in un terreno infetto dal virus del mosaico comune (Cadriano - BO, 2009-2010)

| Varietà | Gravità dei sintomi (¹) | Valore ELISA (²) | Resa in granella (q/ha) | Altezza delle piante (cm) | Spigatura (³) | Peso 1.000 semi (g) | Peso ettolitrico (kg/hL) |
|-------------|-------------------------|------------------|-------------------------|---------------------------|---------------|---------------------|--------------------------|
| Biensur | 0,69 m | 0,554 hk | 5,36 ab | 79,0 ac | 41 cd | 40,0 lo | 74,7 bh |
| Dylan | 0,89 m | 0,400 jl | 5,19 ac | 81,7 ab | 40 cf | 44,7 ci | 73,8 ch |
| Duilio | 1,04 m | 0,449 il | 4,92 bd | 82,7 ab | 35 km | 48,4 bc | 74,7 bh |
| Saragolla | 1,22 lm | 0,755 cj | 4,71 be | 75,7 be | 35 km | 44,1 di | 72,7 gi |
| Levante | 1,31 km | 0,198 l | 6,24 a | 82,0 ab | 39 dh | 44,9 ci | 73,9 ch |
| Alemanno | 1,36 jm | 0,613 gk | 4,31 bh | 85,0 a | 37 hl | 52,1 a | 73,3 di |
| Pharaon | 1,53 im | 0,317 kl | 4,52 bg | 78,3 ad | 37 il | 45,2 ci | 73,8 ch |
| Meridiano | 1,89 hl | 0,660 ek | 4,57 bf | 83,0 ab | 35 km | 47,5 bf | 76,0 ad |
| Svevo | 1,94 gl | 0,591 gk | 4,38 bh | 84,7 a | 33 m | 44,1 di | 75,7 af |
| Latinur | 2,12 fk | 0,917 ag | 3,28 gk | 65,0 gk | 38 fj | 41,4 io | 70,6 i |
| Neolatino | 2,17 fj | 0,753 cj | 3,19 hk | 79,3 ac | 35 lm | 47,7 be | 75,8 ae |
| Iride | 2,33 ei | 0,486 il | 4,39 bh | 74,3 cf | 35 km | 42,4 gn | 78,0 a |
| Tirex | 2,36 ei | 0,771 bi | 4,53 bg | 79,7 ac | 35 lm | 46,2 bg | 76,8 ab |
| Simeto | 2,56 dh | 1,102 ad | 3,59 ej | 68,0 fh | 38 fj | 45,9 bg | 73,2 di |
| Pr22d89 | 2,61 dh | 1,040 ad | 4,10 ch | 70,3 eg | 37 gk | 44,7 ci | 76,4 ac |
| Minosse | 2,70 dh | 0,884 ah | 2,52 jk | 67,3 fi | 36 il | 42,9 gm | 73,2 ei |
| Normanno | 2,73 ch | 0,745 dj | 3,43 fk | 71,7 dg | 39 ei | 43,9 ej | 73,2 ei |
| Arnacoris | 2,82 bg | 0,555 hk | 3,53 ej | 75,7 be | 39 ei | 43,9 ek | 72,3 hi |
| Ignazio | 2,87 bf | 0,632 fk | 4,15 bh | 78,7 ad | 40 dg | 49,1 ab | 76,8 ab |
| Tripudio | 2,93 af | 1,113 ac | 3,65 ej | 68,3 fh | 41 cd | 43,8 fl | 77,0 ab |
| Karur | 3,12 ae | 1,135 a | 3,92 di | 60,3 il | 46 a | 41,4 io | 73,5 dh |
| Trionfo | 3,12 ae | 1,102 ad | 3,56 ej | 66,0 gj | 41 cd | 40,0 lo | 75,7 af |
| Imhotep | 3,14 ae | 0,755 cj | 3,96 di | 76,3 be | 35 lm | 45,6 bh | 77,6 a |
| Aureo | 3,16 be | 0,585 gk | 2,58 jk | 82,0 ab | 40 dg | 40,3 jo | 73,0 fi |
| Ciccio | 3,17 ae | 1,097 ad | 2,28 k | 65,0 gk | 36 jl | 38,0 oq | 73,7 ch |
| Grazia | 3,32 ad | 1,129 ab | 2,41 jk | 66,3 gj | 41 ce | 35,2 q | 72,9 fi |
| Cannavaro | 3,35 ad | 1,142 a | 3,28 gk | 68,3 fh | 44 ab | 48,0 bd | 72,0 hi |
| Creso | 3,44 ad | 0,990 ae | 2,42 jk | 58,3 kl | 44 ab | 45,4 bh | 76,7 ab |
| Anco Marzio | 3,44 ad | 1,076 ad | 2,44 jk | 61,7 hl | 41 cd | 39,4 mp | 72,4 hi |
| Claudio | 3,61 ac | 0,987 af | 0,87 l | 49,7 m | 45 ab | 41,8 ho | 73,0 fi |
| Liberdur | 3,62 ac | 1,096 ad | 3,53 ej | 57,0 l | 44 ab | 40,1 ko | 76,3 ac |
| Severo | 3,67 ab | 0,882 ah | 3,56 ej | 58,7 kl | 42 bc | 38,9 np | 78,0 a |
| Achille | 3,78 a | 1,071 ad | 2,77 ik | 60,0 jl | 44 ab | 36,0 pq | 75,5 ag |
| C.V. (⁴) | 17,94 | 18,37 | 17,10 | 5,27 | 3,44 | 4,57 | 1,90 |
| Media | 2,54 | 0,806 | 3,70 | 71,5 | 39,1 | 43,4 | 74,6 |

(¹) Media dei sintomi di tre date. Per la scala di gravità dei sintomi si veda il riquadro a pag. 67.

(²) Media dei valori ELISA di due date. (³) Numero di giorni dal 1° aprile 2010. (⁴) Coefficiente di variazione che esprime la dispersione delle misure. Più basso è il valore, meno variabile è il parametro in questione. Entro ciascuna colonna, i valori con almeno una lettera

in comune non sono statisticamente differenti per $P \leq 0,05$ secondo il test di Duncan.

Anche le varietà più resistenti Biensur e Dylan hanno manifestato evidenti mosaicature fogliari.

In Italia la resistenza delle cultivar di grano duro al mosaico comune è stata valutata per la prima volta nel 1981, nelle vicinanze di Roma, presso l'azienda Inviolatella del Cra-Qce (Vallega e Rubies-Autonell, 1985). Dal 1995 le prove sono state spostate nel Bolo-

gnese, dove hanno assunto una certa continuità grazie alla collaborazione tra vari enti pubblici e a contributi finanziari provenienti da Crpv, Università di Bologna e dal progetto Sic. Complessivamente, dal 1996 al 2012, sono state saggiate 143 cultivar.



Sviluppo stentato e morie a seguito di attacco del virus del mosaico comune (Roma 2011)

Risultati 2009-2010

Per motivi di spazio e allo scopo di consentire una più agevole interpretazione dei risultati ottenuti in 12 anni di prove, di seguito presentiamo in dettaglio unicamente quelli del 2009-2010, peraltro molto simili a quelli ottenuti nelle altre prove, salvo che per le varietà saggiate. La tabella 1 rivela per l'annata 2009-2010, livelli d'infezione piuttosto elevati. Ben 13 delle 33 cultivar saggiate hanno infatti fatto registrare sintomi molto gravi ($\geq 3,1$) e anche le due varietà più resistenti (Biensur e Dylan) hanno manifestato un'evidente mosaicatura, peraltro accompagnata da valori ELISA relativamente alti. Moderatamente resistenti (con valori ELISA inferiori o uguali a 0,755 e gravità dei sintomi compresa tra 1 e 2) si sono dimostrate Duilio, Saragolla, Levante, Alemanno, Pharaon, Meridiano e Svevo.

Danni causati. Le correlazioni tra gravità dei sintomi, valore ELISA e i vari caratteri agronomici presi in considerazione sono risultate statisticamente significative, salvo che per il peso ettolitrico. È stato, quindi, possibile stimare con buona approssimazione gli effetti che il SBCMV ha avuto nel 2009-2010 su tutti i caratteri agronomici eccetto uno, utilizzando regressioni lineari semplici, del tipo raffigurato nel grafico 1.

Come si può rilevare dalla tabella 2, nell'annata 2009-2010 sintomi di gravità 3,5 (nella nostra scala da 0 a 4) sono associati a perdite produttive del 54% circa, così come anche a cospicue riduzioni dell'altezza delle piante (31%) e del peso medio delle cariossidi (15%) nonché a un sensibile ritardo della spigatura (7 giorni). Cali di produzione in-

Varietà resistente in un campo molto infetto nella prova condotta a Roma nel 2010



TABELLA 3 - Stima delle perdite produttive in rapporto alla gravità dei sintomi nei 12 anni di prova

| Annata agraria | Gravità media dei sintomi (*) | | | |
|----------------|-------------------------------|------|------|------|
| | 0,5 | 1,5 | 2,5 | 3,5 |
| 1995-1996 | 7,0 | 21,1 | 35,2 | 49,3 |
| 1996-1997 | 10,4 | 31,2 | 52,0 | 72,7 |
| 2000-2001 | 8,4 | 25,1 | 41,9 | 58,7 |
| 2001-2002 | 6,7 | 20,1 | 33,5 | 46,9 |
| 2002-2003 | 7,6 | 22,9 | 38,1 | 53,4 |
| 2003-2004 | 7,2 | 21,5 | 35,9 | 50,2 |
| 2004-2005 | 5,9 | 17,8 | 29,6 | 41,4 |
| 2006-2007 | 9,6 | 28,7 | 47,8 | 66,9 |
| 2008-2009 | 5,2 | 15,7 | 26,1 | 36,5 |
| 2009-2010 | 7,7 | 23,2 | 38,6 | 54,0 |
| 2011-2012 | 6,9 | 20,8 | 34,7 | 48,6 |

Perdita produttiva (%)

| | 7,5 | 22,5 | 37,6 | 52,6 |
|----------------|------|------|------|------|
| Media | 7,5 | 22,5 | 37,6 | 52,6 |
| Minimo | 5,2 | 15,7 | 26,1 | 36,5 |
| Massimo | 10,4 | 31,2 | 52,0 | 72,7 |

Prova svolta a Minerbio - BO, 1996-1997; Cadriano - BO, 2001-2012.

(*) Per la scala della gravità dei sintomi si veda il riquadro a pag. 67.

Le perdite sono state stimate sulla base delle regressioni lineari tra gravità dei sintomi e rese in granella rilevate durante le prove (11 anni di rilievi).

Sei delle prove previste nel periodo 1996-2012 non si sono potute svolgere, per l'indisponibilità di fondi e/o di terreni sufficientemente uniformi.

TABELLA 2 - Stima degli effetti medi del virus del mosaico comune su 33 cultivar di grano duro con sintomi di gravità diversa nel 2009-2010

| Gravità media dei sintomi (1) | Perdita produttiva | | Riduzione altezza piante | | Riduzione peso 1.000 semi | | Riduzione peso ettolitrico (kg/hL) | Ritardo spigatura (giorni) (2) |
|-------------------------------|--------------------|----|--------------------------|------|---------------------------|------|------------------------------------|--------------------------------|
| | q/ha | % | cm | % | g | % | | |
| 0,5 | 0,47 | 8 | 4,0 | 4,4 | 1,0 | 2,1 | n.s. (3) | 1,1 |
| 1,5 | 1,41 | 23 | 12,0 | 13,1 | 3,0 | 6,2 | n.s. | 3,2 |
| 2,5 | 2,35 | 39 | 20,0 | 21,8 | 5,0 | 10,4 | n.s. | 5,3 |
| 3,5 | 3,29 | 54 | 28,1 | 30,6 | 7,0 | 14,5 | n.s. | 7,4 |

Le stime sono basate sulle regressioni lineari tra gravità dei sintomi e ciascuno degli altri caratteri rilevati. (1) Per la scala della gravità dei sintomi si veda il riquadro a pag. 67.

(2) Numero di giorni dal 1° aprile 2010. (3) La correlazione statisticamente non significativa (n.s.) tra gravità dei sintomi e peso ettolitrico non consente una stima attendibile.

Alti livelli di gravità dei sintomi (3,5) hanno portato a perdite produttive superiori al 50%.

feriori ma consistenti (23%), sono stati stimati anche in presenza di sintomi di lieve entità (1,5); del resto, le equazioni di regressione indicano diminuite rese (-8%) anche per cultivar con sintomi tenui (0,5).

Danni nel periodo 1996-2012

A rigore, gli effetti stimati per l'annata 2009-2010 valgono solamente per quella specifica stagione, per le 33 cultivar saggiate e per la località in cui si è svolta la prova. Tuttavia, come si può facilmente rilevare nella tabella 3 (che per brevità riferisce unicamente gli effetti sulle rese), i risultati di queste stime coincidono quasi perfettamente con quelle ottenute per gli altri 10 anni di prove, che sono state condotte in due località distinte e su di un totale di 143 cultivar.

In effetti, nel corso di 12 anni di prove, le varietà che presentavano sintomi

gravi (3,5) hanno fatto registrare una perdita produttiva media del 53% (minima 38%, massima 73%), e quelle con sintomi di gravità 2,5 cali produttivi medi del 37% (minima 26%; massima 52%), mentre a sintomi lievi (1,5) sono corrisposte perdite del 23% (minimo 16%; massimo 31%). È da notare che sintomi tenui (0,5) hanno comportato un calo di resa medio dell'8% (minimo 5%; massimo 10%), relativamente modesto, ma di certo non trascurabile.

Le stime di cui sopra sono estrapolabili, con le dovute cautele, situazioni agroambientali anche molto diverse. Infatti, la scala adottata per valutare la gravità dei sintomi di fatto fotografa l'effettivo danno permanente subito dalle piante durante il loro ciclo vegetativo, un danno i cui effetti sulle rese possono aumentare o diminuire relativamente poco durante la successiva fase di granigione, in conseguenza di condizioni più o meno favorevoli per l'ulteriore sviluppo dell'infezione virale.

Scelta varietale

Le 143 varietà di grano duro elencate nella tabella 4 sono state saggiate per resistenza al virus del mosaico durante un numero di anni variabile (da uno a dodici). Sono risultate resistenti 29 cultivar, ma soltanto 12 di esse si possono considerare sicuramente adeguate e affidabili su terreni infetti dal virus, in quanto saggiate per almeno tre anni: **Ares, Biensur, Colorado, Dylan, Levante, Lloyd, Meridiano, Neodur, Provenzal, Saragolla, Solex e Tiziana.**

Raccomandabili, ma con riserva, sono anche le 5 varietà risultate resistenti negli unici 2 anni in cui sono state provate: Alemanno, Parsifal, Pharaon, Pietrafitta e Ramirez. Per le cultivar risultate solo moderatamente resistenti, invece, il giudizio non può che essere negativo. Infatti, come discusso più sopra, per queste varietà le perdite produttive previste in situazioni favorevoli al virus del mosaico sono consistenti.

Ricerca e miglioramento genetico

Sul mosaico comune la ricerca italiana ha prodotto diversi e fondamentali contributi originali, tra cui l'identificazione del vettore (Canova, 1966) e delle molteplici specie vegetali infettabili

dal virus (Canova, 1964), nonché sulla natura dei meccanismi di difesa delle piante di frumento (Vallega *et al.*, 2006).

Recentemente, ulteriori studi condotti su cultivar di grano duro hanno svelato la natura complessa e poligenica dell'ereditarietà della resistenza (Maccaferri *et al.*, 2011, 2012; Ratti, *et al.* 2006, 2009; Rubies *et al.*, 2004, 2008; Russo *et*

al., 2011; Vallega *et al.*, 2011), peraltro estendibile al grano tenero e nei confronti non solo del SBCMV ma anche del SBWMV e del CWMV. In particolare, questi studi hanno rivelato che nelle cultivar di grano duro commercializzate in Italia è largamente presente un gene di resistenza «major», localizzato sul cromosoma 2BS (QSbm.ubo-2BS), la cui efficacia, tuttavia, è solo parziale, cioè insufficiente per conferire livelli di resistenza adeguati. Infatti, e contrariamente a quanto risultava in letteratura, la resistenza a questo virus è governata da un sistema genetico che comprende non solo geni major ma anche una miriade di geni con effetti piccoli e additivi.

A questo riguardo è da notare che sebbene quasi la metà delle 143 cultivar elencate nella *tabella* 4 sia portatrice del major gene «2BS», nessuna di esse è immune all'infezione, e soltanto alcune sono adeguatamente resistenti alla virosi. Attualmente, per la selezione assistita, una tecnica di breeding che in futuro incontrerà sempre maggior favore tra chi si occupa di miglioramento genetico, sono disponibili marcatori altamente affidabili solamente per il major «2BS» e per un numero molto ridotto di geni con effetti minori.

Victor Vallega

Cra - Unità di ricerca per la valorizzazione qualitativa dei cereali, Roma

Concepción Rubies-Autonell

*Dipartimento di scienze agrarie
Università degli studi di Bologna*

Renato Canestrà

Centro ricerche produzioni vegetali, Ravenna

Angelo Sarti

Astra innovazione e sviluppo, Faenza

TABELLA 4 - Comportamento di 143 cultivar di grano duro rispetto al virus del mosaico comune, basato sui risultati di 12 prove (Minerbio - BO 1996-1997; Cadriano - BO, 2001-2012)

| Resistenti | | | | Moderatamente resistenti | | | |
|----------------------------|-----------------|------|------------------|--------------------------|-------------|------|-----------------|
| anni | cultivar | anni | cultivar | anni | cultivar | anni | cultivar |
| 2 | Alemanno | 1 | Marco Aurelio | 1 | Ariosto | 1 | Massimo Meridio |
| 4 | Ares | 8 | Meridiano | 3 | Arnacoris | 4 | Latinur |
| 1 | Asdrubal | 1 | Nefer | 1 | Artemide | 4 | Neolatino |
| 1 | Baio | 8 | Neodur | 3 | Avispa | 7 | Normanno |
| 4 | Biensur | 2 | Parsifal | 1 | Brindur | 1 | Orfeo |
| 1 | Campodoro | 2 | Pharaon | 1 | Canyon | 1 | Peleo |
| 1 | Ceedur | 2 | Pietrafitta | 1 | Catervo | 2 | Portofino |
| 5 | Colorado | 5 | Provenzal | 1 | Cesare | 3 | Pr22d89 |
| 1 | Dario | 2 | Ramirez | 1 | Chiara | 1 | Preco |
| 8 | Dylan | 5 | Saragolla | 1 | Colombo | 1 | Rusticano |
| 1 | Giusto | 1 | Serafo Nick | 1 | Core | 5 | San Carlo |
| 1 | Hathor | 7 | Solex | 2 | Cosmodur | 1 | Sfinge |
| 7 | Levante | 3 | Tiziana | 12 | Duilio | 4 | Svevo |
| 3 | Lloyd | 1 | Valerio | 2 | Fiore | 1 | Trapezio |
| 1 | Louxor | | | 2 | Flavio | 4 | Tirex |
| | | | | 5 | Gianni | 1 | Torrese |
| | | | | 2 | Grecale | 1 | Valsalvo |
| | | | | 1 | Ignazio | 1 | Virgilio |
| | | | | 3 | Imhotep | 3 | Vitomax |
| | | | | 11 | Iride | 2 | Vitron |
| | | | | 2 | Isildur | 2 | Yelodur |
| | | | | 1 | K26 | | |
| Moderatamente suscettibili | | | | Molto suscettibili | | | |
| anni | cultivar | anni | cultivar | anni | cultivar | anni | cultivar |
| 2 | Appio | 2 | Minosse | 5 | Achille | 4 | Karur |
| 1 | Aureo | 1 | Norba | 1 | Agridur | 4 | Liberdur |
| 10 | Claudio | 1 | Odisseo | 6 | Anco Marzio | 2 | Marco |
| 4 | Colosseo | 2 | Ofanto | 2 | Balsamo | 7 | Orobel |
| 10 | Creso | 1 | Perseo | 1 | Bronte | 1 | Peres |
| 1 | Dorato | 1 | Plinio | 1 | Cannavaro | 2 | Platani |
| 2 | Duetto | 1 | Portobello | 3 | Cannizzo | 5 | Portorico |
| 1 | Ermecolle | 1 | Principe | 1 | Capri | 1 | Pr22d40 |
| 2 | Exeldur | 4 | Quadrato | 1 | Carioca | 2 | Prometeo |
| 2 | Gardena | 2 | Sculptur | 2 | Casanova | 2 | Severo |
| 3 | Giotto | 1 | Sorrento | 5 | Ciccio | 12 | Simeto |
| 1 | Giove | 5 | Torrebianca | 1 | Ciclope | 1 | Sorriso |
| 2 | Italo | 2 | Tresor | 3 | Cirillo | 2 | Trionfo |
| 3 | Ixos | 2 | Vendetta | 1 | Concadoro | 2 | Tripudio |
| 2 | Kanakis | 3 | Verdi | 2 | Derrick | 3 | Vesuvio |
| 1 | Mimmo | 2 | Virgilio | 2 | Giemme | 3 | Vetrodur |
| 1 | Miradoux | 2 | Zenit | 1 | Granizo | 2 | Vettore |
| | | | | 9 | Grazia | 1 | Vinci |
| | | | | 2 | Ismur | | |

Sono da considerarsi affidabili, su terreni infetti dal virus del mosaico comune, soltanto le cultivar classificate come resistenti saggiate in almeno tre annate (in **rosso**).

Ogni anno, nei mesi di marzo e aprile, vengono organizzate visite guidate rivolte a tecnici e ricercatori dei servizi fitosanitari regionali e universitari, nonché ad agricoltori, studenti e breeder pubblici e privati. Per partecipare alle visite è sufficiente mettersi in contatto con uno qualsiasi degli autori di questo articolo.

Per capire meglio l'analisi statistica si rimanda agli articoli pubblicati su L'Informatore Agrario nel corso del 2012: n. 17 a pag. 36; n. 20 a pag. 33; n. 25 a pag. 55; n. 30 a pag. 55; n. 31 a pag. 46.



Per commenti all'articolo, chiarimenti o suggerimenti scrivi a: redazione@informatoreagrario.it

Per consultare gli approfondimenti e/o la bibliografia: www.informatoreagrario.it/rdLia/13ia15_6877_web

Varietà di grano duro resistenti al virus del mosaico comune

BIBLIOGRAFIA

- Altay F., Bolat N. (2004)** - Effect of Soil-borne wheat mosaic virus on winter wheat yield and yield components. *Acta Agron. Hung.* 52: 309-317.
- Bass C., Hendley R., Adams M. J., Hammond-Kosack K. E., Kanyuka K. (2006)** - The *Sbm1* locus conferring resistance to soil-borne cereal mosaic virus maps to a gene-rich region on 5DL in wheat. *Genome*, 49: 1140-1148.
- Bayles R., O'Sullivan D., Lea V., Freeman S., Budge G., Walsh K. (2007)** - Controlling Soil-borne cereal mosaic virus in the UK by developing resistant wheat cultivars. HGCA Project 2616. HGCA Crop Research News 32, Project Report, 418.
- Budge G.E., Loram J., Donovan G., Boonham N. (2008)** - RNA2 of Soil-borne cereal mosaic virus is detectable in plants of winter wheat grown from infected seeds. *Eur. J. Plant Pathol.*, 120: 97-102.
- Budge G. E., Ratti G., Rubies-Autonell C., Lockley D., Bonnefoy M., Vallega V., Pietravalle S., Henry C. M. (2008)** - Response of UK winter wheat cultivars to Soil-borne cereal mosaic and Wheat spindle streak mosaic viruses across Europe. *Eur. J. Plant Pathol.*, 120: 259-272.
- Canova A., Quaglia A. (1960)** - Il mosaico del frumento. *Inf. Fitopatol.*, 10: 206-208.
- Canova A. (1964)** - Ricerche sulle malattie da virus delle graminacee. Il mosaico del frumento trasmissibile attraverso il terreno. *Phytopath. Medit.* 3: 86-94.
- Canova A. (1966)** - Ricerche sulle malattie da virus delle graminacee. III Polymyxa graminis Led. vettore del mosaico del frumento. *Phytopath. Medit.*, 5: 53-58.
- Clark M.F., Adams A. N. (1977)** - Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *J. Virol. Methods*, 34: 475-483.
- Clover G.R.G., Hugo S.A., Harju V.A., Wright D.M., Henry C.M. (1999)** - Preliminary investigations of an uncharacterized virus of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in England. *J. Plant Dis. Prot.*, 106: 275-283.
- Corino L., Grancini P. (1975)** - Observations on the SBWMV in Italy. *Eppo Bull.*, 4: 449-453.
- Credi R., Giunchedi L., Antoniani C. (1980)** - Prova di lotta contra il mosaico del grano. *Atti Giornate Fitopatologiche* 1980, Suppl. 2: 51-58.
- Dalbosco M., Schons J., Prestes A.M., Cecchetti D. (2002)** - Efeito do vírus do mosaico do trigo sobre o rendimento em cultivares de trigo e triticale. *Fitopatologia Brasileira*, 27: 53-57.
- Delfosse P., Reddy A. S., Legreve A., Devi P. S., Devi K. T., Maraite H. (1999)** - Indian peanut clump virus (IPCV) infection on wheat and barley: Symptoms, yield loss and transmission through seed. *Plant Pathology*, 48: 273-282.
- De Vita P., Mastrangelo A.M., Ratti G., Rubies-Autonell C., Vallega, V. (2008)** - Resistance soilborne cereal mosaic virus in durum wheat lines derived from the cross Cirillo x Neodur. Proc. 7th Symp. International Working Group on Plant Viruses with Fungal Vectors (IWGPVFFV), Quedlingburg: 99-104.
- Diao A.P., Chen J.P., Ye R., Zheng T., Yu S.Q., Antoniw J.F., Adams M.J. (1999)** - Complete sequence and genome properties of Chinese wheat mosaic virus, a new furovirus from China. *J. Gen. Virology*, 80: 1141-1145.
- Dubey S.N., Brown C.M., Hooker A.L. (1970)** - Inheritance of field reaction to Soil borne wheat mosaic virus. *Crop Sci.*, 10: 93-95.
- Estes A.P., Brakke M.K. (1966)** - Correlation of Polymyxa graminis with transmission of Soil-borne wheat mosaic virus. *Virology*, 28: 772-774.
- Hall M.D., Brown-Guedira G., Klatt A., Fritz A.K. (2009)** - Genetic analysis of resistance to Soil-borne wheat mosaic virus derived from *Aegilops tauschii*. *Euphytica* 169: 169-176.
- Hao Y., Wang Y., Chen Z., Bland D., Li S., Brown-Guedira G., Johnson J. (2012)** - A conserved locus conditioning Soil-borne wheat mosaic virus resistance on the long arm of chromosome 5D in common wheat. *Mol. Breeding* DOI 10.1007/s11032-012-9731.
- Hunger R.M., Armitage C.R., Sherwood J.L. (1989)** - Effects of Wheat soil-borne mosaic virus on hard red winter wheat. *Plant Dis.* 73: 949-952.
- Jezewska M. (1994)** - Identification and some properties of Wheat soil-borne mosaic virus isolated in Poland. *Phytopathol. Pol.*, 8: 297-102.
- Jezewska M. (1995)** - Detection of polish isolate of wheat soil-borne mosaic virus in cereal seeds. *Phytopathology Polonica*, 10: 61-67.
- Kanyuka K., Ward E., Adams M.J. (2003)** - Polymyxa graminis and the cereal viruses it transmits: a research challenge. *Molecular Plant Pathol.*, 4: 393-406.
- Kapooria R. G., Ndunguru J., Clover G.R.G. (2000)** - First reports of Soil-borne wheat mosaic virus and Wheat spindle streak mosaic virus in Africa. *Plant Dis.*, 84: 921.
- Koenig R., Pleij C.W.A., Huth W. (1999)** - Molecular characterization of a new Furovirus mainly infecting rye. *Arch. Virol.* 144: 2125-2140.
- Kühne T. (2009)** - Soil-borne viruses affecting cereals - Known for long but still a threat. *Virus Res.*, 141: 174-183.
- Lebas B.S.M., Ochoa-Corona F.M., Elliot D.R., Tang J., Blouin A.G., Timudo O.E., Ganey S., Alexander B.J.R. (2009)** - Investigation of an outbreak of Soil-borne wheat mosaic virus in New Zealand. *Austral. Plant Pathol.*, 38: 85-90.

- Maccaferri M., Ratti C., Rubies-Autonell C., Vallega V., Demontis A., Stefanelli S., Tuberosa R., Sanguineti M.C. (2011)** - Resistance to Soilborne cereal mosaic virus in durum wheat is controlled by a major QTL on chromosome arm 2BS and minor loci. *Theor. Appl. Genet.*, 123: 527-544.
- Maccaferri M., Francia R., Ratti C., Rubies-Autonell C., Colalongo C., Ferrazano G., Tuberosa R., Sanguineti M.C. (2012)** - Genetic analysis of Soil-borne cereal mosaic virus response in durum wheat: evidence for the role of the major quantitative trait locus Q_{Sbm.ubo-2BS} and of minor quantitative trait loci. *Mol. Breed.*, 29: 973-988.
- McKinney H.H. (1923)** - Investigations of the rosette disease of wheat and its control. *Journal Agr. Res.*, 23: 771-800.
- Narasimhamoorthy B., Gill B.S., Fritz A.K., Nelson J.C., Brown-Guedira G.L. (2006)** - Advanced backcross QTL analysis of a hard winter wheat x synthetic wheat population. *Theor. Appl. Genet.*, 112: 787-796.
- Perovic D., Forster J., Devaux P., Hariri D., Guilleroux M., Kanyuka K., Lyons R., Weyen J., Feuerhelm D., Kastirr U., Sourdille P., Röder M., Ordon F. (2009)** - Mapping and diagnostic marker development for Soilborne cereal mosaic virus resistance in bread wheat. *Mol. Breed.*, 23: 641-653.
- Rana G.L., Laforteza R. (1988)** - *Nicotiana benthamiana* Domin., nuovo ospite del virus del mosaico comune del grano (SBWMV). *Inf. Fitopatol.*, 11: 46-48.
- Ratti C., Rubies-Autonell C., Maccaferri M., Stefanelli S., Sanguineti M.C., Vallega V. (2006)** - Reaction of 111 cultivars of *Triticum durum* Desf. from some of the world's main genetic pools to Soilborne cereal mosaic virus. *J. Plant Dis. Protec.*, 113: 145-149.
- Ratti C., Pisi A., Vallega V., Rubies-Autonell C. (2009)** - Molecular characterization of Italian Soilborne cereal mosaic virus (SBCMV) isolates. *Parasitica*, 61: 11-16.
- Rosciglione B., Argento Zangara A., Cannizaro G. (1991)** - Preliminary studies on virus disease of Gramineae in Sicily. *Phytopath. Medit.*, 30: 193-195.
- Rubies-Autonell C., Vallega V. (1985)** - Il mosaico comune del frumento riscontrato anche nel Lazio. *Inf. Fitopatol.*, 35: 39-42.
- Rubies-Autonell C., Vallega V. (1987)** - Observations on a mixed Soilborne wheat mosaic virus and spindle streak mosaic Virus infection in durum wheat. *J. Phytopathology*, 119: 111-121.
- Rubies-Autonell C., Ratti C., Turina M., Vallega V., Brandini R., Contoli S., Ferraresi A. (1999)** - Virus del mosaico comune: comportamento delle cultivar di grano duro. *Esiti di un'indagine effettuata nel 1995-96. L'Informatore Agrario*, 36: 47-50.
- Rubies-Autonell C., Vallega V., Ratti C., Canestrone R., Sarti A. (2004)** - Virus del mosaico comune: comportamento delle cultivar di grano duro. *L'Informatore Agrario*, 5: 49-54.
- Rubies-Autonell C., Ratti C., Vallega V. (2008)** - Indexed data for comparing the reaction of durum wheat cultivars to Soilborne cereal mosaic virus assayed in different seasons. *Proc. 7th Symp. International Working Group on Plant Viruses with Fungal Vectors (IWGPVFFV)*, Queensland: 65-70.
- Russo M.A., Ficco D., Marone D., De Vita P., Vallega V., Rubies-Autonell C., Ratti C., Ferragonio P., Giovanniello V., Pecchioni N., Cattivelli L., Mastrangelo A.M. (2011)** - A major QTL for resistance to Soil-borne cereal mosaic virus derived from an old Italian durum wheat cultivar. *J. Plant Interact.*, DOI 10.1080/17429145.2011.640437.
- Shirako Y., Suzuki N., French R.C. (2000)** - Similarity and divergence among viruses in the genus *Furovirus*. *Virology* 270: 201-207.
- Toderi G. (1969)** - Osservazioni agronomiche sul mosaico del grano trasmissibile attraverso il terreno. *Riv. di Agronomia*, 3: 178-182.
- Torrance L., Koenig R. (2005)** - Genus *Furovirus*. In *Virus Taxonomy*, Elsevier Academic Press: 1027-1032.
- Vaianopoulos C., Legreve A., Moreau V., Bragard C. (2009)** - Broad-spectrum detection and quantitation methods of Soilborne cereal mosaic virus isolates. *J. Virol. Methods*, 159: 227-232.
- Vallega V., Rubies-Autonell C. (1985)** - Reactions of Italian *Triticum durum* cultivars to SBWMV. *Plant Disease*, 69: 64-66.
- Vallega V., Rubies-Autonell C. (1989)** - Ulteriori indagini sulla diffusione del virus del mosaico comune in Italia. *Inf. Fitopatol.*, 39: 57-58.
- Vallega V., Rubies-Autonell C., Turina M., Ratti C., Contoli S. (1999)** - Reactions of durum wheat cultivars to infections by SBWMV grown in northern Italy during 1995-96. *J. Plant Dis. Protec.* 106: 284-290.
- Vallega V., Rubies-Autonell C., Ratti C. (2003)** - Reaction of durum wheat cultivars to mixed SBWMV and WSSMV infection in central Italy. *Phytopath. Medit.*, 42: 177-182.
- Vallega V., Ratti C., Lanzoni C., Sarti A., Canestrone R., Rubies-Autonell C. (2006)** - Mosaico comune, ecco le varietà resistenti. *Terra e Vita*, 35: 56-61.
- Vallega V., Rubies-Autonell C., Ratti C. (2006)** - Resistance to accumulation of Soilborne cereal mosaic virus in eight cultivars of *Triticum durum* Desf. *Parasitica*, 62: 79-96.
- Vallega V., Ratti C., Rubies-Autonell C. (2009)** - Serological response of Italian cultivars of *Triticum durum* Desf. to wheat spindle streak mosaic virus. *Petria*, 19: 70-76.
- Vallega V., De Vita P., Ratti C., Rubies-Autonell C. (2011)** - SBCMV-resistance in durum wheat: results of a six-parent diallel cross. *Proc. 8th Symp. International Working Group on Plant Viruses with Fungal Vectors (IWGPVFFV)*, Louvain: 35-40.
- Vallega V., De Vita P., Rubies-Autonell C., Ratti C. (2011)** - Resistance to cereal Soilborne mosaic virus in durum wheat is recessive. *Annual wheat Newsletter*, 58: 88-90.
- Verchot J., Driskel B.A., Zhu Y., Hunger R.M., Littlefield L.J. (2001)** - Evidence that Soilborne wheat mosaic virus moves long distance through the xylem in wheat. *Protoplasma*, 218: 57-66.
- Zhang D., Bai G., Hunger R. M., Bockus W.W., Yu J., Carver B. F., Brown-Guedira G. (2011)** - Association study of resistance to Soilborne wheat mosaic virus in U.S. winter wheat. *Phytopathology*, 101: 1322-1329.

NOMENCLATURA CANGIANTE

Ricercatori di vari Paesi hanno riscontrato un certo numero di differenze tra le sequenze nucleotidiche degli isolati di SBWMV (Soil-borne wheat mosaic virus) americani, asiatici ed europei. Nel 2005 l'International committee on taxonomy of viruses ha giudicato tali differenze significative, deliberando che gli isolati prevalenti in Europa e Cina debbano essere considerati specie virali distinte, da denominare, rispettivamente, virus del mosaico dei cereali (Soil-borne cereal mosaic virus, SBCMV) e Chinese wheat mosaic virus (CWMV).

Questa decisione, peraltro non condivisa da tutti gli esperti in materia – per via del fatto che non è stata riscontrata alcuna differenza biologica tra SBWMV, SBCMV e CWMV – ostacola non poco la comunicazione tra ricercatori, tecnici e agricoltori.

È da notare che anche per il microrganismo vettore del virus, *Polymyxa graminis* Led., vi sono state delle novità tassonomiche.

Da alcuni anni, infatti, una parte degli studiosi non lo annovera più tra i funghi plasmodioforali, bensì tra i protozoi. ●

TABELLA 1 - Coefficienti di correlazione tra gravità dei sintomi, valore ELISA e altri caratteri rilevati nel 2009-2010 a Cadriano (BO)

| Caratteri rilevati | Valore ELISA (¹) | Resa in granella | Altezza delle piante | Peso 1.000 semi | Peso ettolitrico | Spigatura |
|-------------------------|------------------|------------------|----------------------|-----------------|------------------|-----------|
| Gravità dei sintomi (²) | 0,736** | -0,779** | -0,757** | -0,470** | -0,139 n.s. | 0,535** |
| Valore ELISA | - | -0,669** | -0,777** | -0,420* | -0,047 n.s. | 0,491** |

(¹) Media di due date. (²) Media di tre date.

* significativo con $P \leq 0,05$; ** significativo con $P \leq 0,01$; n.s. = non significativo.