

IMPATTO DELLE MALATTIE VIRALI SULLE ATTITUDINI AGRONOMICHE E TECNOLOGICHE DEL VITIGNO NEBBIOLO

Franco MANNINI

Istituto Virologia Vegetale – Unità Viticoltura – CNR, Grugliasco (TO)

1. INTRODUZIONE

Le malattie virali sono numerose e molto diffuse in vite (Martelli, 2001). Per quanto solo alcune abbiano una importanza pratica, la loro presenza nelle piante può risultare molto dannosa (Walter, Martelli, 1996; Mannini, 2003). Le virosi più gravi sono ritenute il complesso dell'arricciamento, o degenerazione infettiva (causata dal nepovirus GFLV), l'accartocciamento fogliare (associato ad infezioni singole o miste di ampelovirus, quali GLRaV-1 e GLRaV-3, o di closterovirus come il GLRaV-2), e il complesso del legno riccio (con diverse sindromi, tra cui le più importanti sono il *Kober stem grooving* e la suberosi corticale, o *corky bark*, associate rispettivamente ai vitivirus GVA e GVB). I danni causati da virosi anche gravi sono sovente sottovalutati dai viticoltori e al momento non esistono terapie dirette, da effettuarsi cioè in campo, in grado di combattere i virus. Unico rimedio possibile la propagazione di materiale naturalmente esente da agenti virali o risanato per mezzo di tecniche quali la termoterapia e/o la coltura *in vitro* di apici meristemati (Gribaudo *et al.*, 2001). Al fine di fornire ai vivaisti materiale di propagazione esente dalle virosi più gravi, oltre che selezionato da un punto di vista genetico (certificato), da tempo in tutto il mondo vitivinicolo sono posti in atto severi e costosi protocolli sanitari

L'incidenza delle virosi purtroppo è elevata anche nel vigneto piemontese e il Nebbiolo ne è colpito come e più di altri vitigni (Mannini, Argamante, 2000). Gli effetti degenerativi più vistosi sulle attitudini vegetative e produttive delle piante sono riscontrati quando è presente il GFLV, tuttavia, anche le infezioni da virus floematici, causa dell'accartocciamento fogliare e del legno riccio, penalizzano gravemente la qualità delle uve. Il fatto che i virus floematici condizionino talora in modo meno evidente del GFLV il vigore delle piante e la quantità di produzione, oltre al fatto di una loro generalizzata diffusione, fa sì che tali virosi siano spesso sottovalutate dai viticoltori, tanto che l'arrotolamento e, a seconda delle cultivar, l'arrossamento o l'ingiallimento delle foglie, sono considerati parte del paesaggio viticolo anziché la manifestazione sintomatologica di una grave patologia.

Al fine di meglio di quantificare l'impatto di queste gravi malattie, in Piemonte sono in corso da parecchi anni prove di confronto in vigneto con piante geneticamente uniformi (cloni), infette da alcuni tra i più importanti e diffusi virus della vite o risanate per termoterapia (Guidoni *et al.* 1997, 2000; Mannini, 2001; Mannini *et al.* 1996, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002). I risultati sin qui acquisiti con particolare riferimento a quelli riscontrati su Nebbiolo verranno presentati e discussi in questo lavoro.

2. MATERIALE E METODI

La problematica virus/vite è stata approfondita in tre vigneti sperimentali localizzati in Piemonte (Barbaresco, Neive e Barolo) in cui la discendenza risanata e quella virosata del medesimo clone erano poste a confronto. Nella discendenza malata dei cloni di Nebbiolo utilizzati nelle prove erano presenti a seconda dei casi il GFLV (in

genere in infezione mista con GFkV, un virus minore i cui effetti sono trascurabili su *Vitis vinifera*) e diverse combinazioni di virus floematici (GLRaV-1, GLRaV-3 e GVA). Nei vigneti sperimentali, gestiti secondo le pratiche colturali correnti nella viticoltura piemontese (allevamento a contropalliera, potatura Guyot e una densità di almeno 3500 viti ad ettaro), sono state effettuate per più anni una serie di rilevazioni sui principali parametri agronomici, produttivi e enologici. Questi ultimi in alcuni casi hanno previsto l'esecuzione di microvinificazioni e di analisi chimiche e sensoriali sul prodotto finito. Le analisi sensoriali sono state effettuate tramite test di preferenza (Kramer 1960). Relativamente alla valutazione del contenuto ed all'evoluzione quali-quantitativa dei polifenoli su campioni di acini e di foglie sono stati analizzati per spettrofotometria gli antociani e i flavonoidi totali. Sugli estratti dei diversi campioni sono state condotte le analisi di antociani, per HPLC (Di Stefano, Cravero, 1991; Di Stefano e Maggiorotto, 1995). I risultati sono stati espressi a seconda delle prove in mg/100 foglie e acini o in mg/ceppo.

Sulle piante sane e virosate sono state condotte anche misure di fotosintesi tramite un analizzatore di scambi gassosi ADC-LCA3 dotato di camera fogliare Parkinson al fine di valutare la funzionalità delle foglie della fascia basale e della fascia alta della vegetazione.

In considerazione dell'aumento di vigoria vegetativa riscontrato nei cloni dopo il risanamento da GFLV, nel triennio 1999-01 si è studiato in un secondo vigneto sito a Barolo il comportamento di un clone risanato di Nebbiolo (biotipo Michet) utilizzando tre diversi sestri d'impianto, vale a dire m 0,80 x 2,70, 1,05 x 2,70 e 1,25 x 2,70 (corrispondenti ad una densità di circa 4300, 3500 e 2900 piante ad ettaro rispettivamente). Anche il numero di gemme per pianta (7, 9 ed 11 rispettivamente) è cresciuto in conseguenza dell'allungamento del capo a frutto in funzione del crescere del sesto utilizzato. Nel corso dei tre anni sono stati rilevati i principali parametri agronomici, la composizione del mosto ed il contenuto di antociani totali delle bacche. Nel corso dell'estate sono stati valutati due parametri relativi alla densità di vegetazione quali il rapporto tra la superficie fogliare e la superficie fogliare esposta (LA/SA) ed il numero di strati fogliari all'interno della chioma (LLN) come indicato da Smart e coll. (1985).

3. RISULTATI E DISCUSSIONE

3.1. Degenerazione infettiva (GFLV)

I controlli effettuati nel biennio 1998-99 sulle differenze di comportamento agronomico e produttivo tra la discendenza infetta da GFLV (+GFkV) o risanata dello stesso clone di Nebbiolo biotipo Michet hanno confermato quanto riportato in precedenti sperimentazioni da Mannini e coll. (1997, 2000, 2001). Le piante sane sono risultate molto più vigorose di quelle infette oltre che maggiormente produttive pur nei limiti tipicamente moderati di questa 'sottovarietà' (tab. 1). Anche la qualità dei mosti inoltre è migliorata grazie ad una superiore concentrazione zuccherina e ad un'acidità fissa inferiore. La dotazione in antociani nelle bucce non è porsa invece influenzata dal risanamento.

La superiore produttività, tuttavia, è stata indotta dall'aumento delle dimensioni medie dei grappoli anziché, come preferibile, da una maggior fertilità che, anzi, si è leggermente ridotta nelle piante sane. Occorre sottolineare che l'aumento delle dimensioni del grappolo è uno dei più comuni effetti potenzialmente negativi del

risanamento da virus per le possibili implicazioni conseguenti ad un livello di compattezza maggiore.

In considerazione dell'incremento di vigoria che si registra con l'eliminazione del GFLV, si è pertanto studiato il comportamento di piante virus-esenti del clone in questione diversificando ed ampliando i sestri di impianto sulla fila (0.80, 1.05 e 1.25 m) mantenendo fissa la distanza tra i filari (2.70 m).

Dopo tre anni di prova, i risultati sembrano indicare il sesto più ampio (1.25 x 2.70) come quello più adatto alle nuove attitudini dei cloni risanati di 'Michet' (tab. 2). Il maggior spazio a disposizione delle piante sulla fila ha consentito infatti un miglior equilibrio della chioma e una riduzione del peso del legno di potatura annuale (quindi del vigore) delle singole viti. In aggiunta sulle viti con capo a frutto più lungo è stato raggiunto l'obiettivo di aumentare la fertilità dei germogli così come il numero di grappoli per pianta alla raccolta anche se la dimensione media dei grappoli non si è modificata con l'aumentare del sesto. La produttività per pianta è aumentata ma non la produzione ad ettaro che anzi è leggermente diminuita a causa del minor numero di piante per unità di superficie. Questo non rappresenta un problema in un'area di produzione come quella del Barolo, in cui i produttori sono molto più attenti alla qualità che non alla quantità dell'uva prodotta. La qualità dell'uva è risultata ulteriormente migliorata nelle piante allevate con sesto più ampio, non grazie ad una maggior concentrazione zuccherina (elevatissima in tutte le tesi) quanto al netto incremento registrato a carico degli antociani totali nelle bucce al momento della raccolta. Questa maggior dotazione di materia colorante è molto importante per i vini a base di Nebbiolo, spesso carenti per questo aspetto. La probabile spiegazione di questo miglioramento qualitativo va ricercata in una miglior distribuzione della vegetazione nello spazio, come confermato dai valori di LA/SA e di LLN che indicano una minor fittezza della chioma, e quindi una miglior penetrazione della luce al suo interno, nelle piante con il sesto più ampio.

3.1. Accartocciamento e legno riccio (GLRaV-1, GLRaV-3 e GVA)

L'eliminazione dei virus floematici (GLRaV-1, GLRaV-3 e GVA) presenti in infezioni singole o miste nelle piante dei quattro cloni in studio ha sempre comportato nella discendenza risanata un aumento di produzione. Tale incremento produttivo è risultato negli anni consistente e statisticamente significativo in 3 cloni su quattro (tab. 3). È particolarmente interessante sottolineare inoltre che nelle piante sane il maggior carico di uva non ha indotto penalizzazioni nella concentrazione zuccherina ma anzi in due casi su quattro il contenuto in zuccheri dei mosti è stato significativamente superiore nelle piante risanate.

Tale sorprendente e positivo risultato è spiegabile dal fatto che la vegetazione delle piante sane risulta più efficiente a livello fotosintetico rispetto alle stesse piante malate. In altri termini la fotosintesi netta delle foglie nelle piante sane si mantiene sempre superiore a quella delle piante malate nel corso della stagione vegetativa. A titolo di esempio si riporta la curva dei valori di fotosintesi netta misurati da giugno a settembre in foglie basali e apicali di piante sane o virosate di uno stesso clone di Nebbiolo (fig. 1). La superiore efficienza fotosintetica delle piante sane è già rilevabile quando le foglie basali nelle piante infette non manifestano ancora i sintomi dell'accartocciamento tipici di questi virus (che divengono evidenti da agosto in poi) e comunque anche a livello di foglie apicali, i cui sintomi non si manifestano nemmeno tardivamente. Ciò significa che la minor efficienza fotosintetica non è solo la

conseguenza delle degenerazioni sintomatologiche delle foglie ma bensì di un disordine nel metabolismo delle piante.

Nel vigneto sperimentale di Barbaresco si è confrontato nel corso della maturazione l'indice di antociani totali delle bacche ed il contenuto delle singole antocianine nella discendenza sana e in quella infetta (GLRaV-3 + GVA) di un clone di Nebbiolo (fig. 2). Nelle piante risanate l'invaiaitura è stata anticipata e l'accumulo di antociani è continuato costantemente nel tempo fino a raggiungere una buona dotazione finale. Nelle piante virosate, viceversa, si è avuto un accumulo più lento che ha portato a fine stagione ad avere un tenore complessivo in antociani totali sensibilmente inferiore a quello che è stato raggiunto nelle piante risanate. Le differenze quantitative, a vantaggio delle piante risanate, erano dovute in particolare al maggior accumulo di peonina, la principale antocianina di queste due cultivar.

L'evoluzione dell'indice di antociani totali è stato seguito nel corso dell'estate anche su campioni fogliari. La curva evidenzia chiaramente come l'accumulo di antociani nelle foglie delle piante infette (ed i conseguenti arrossamenti) inizi a metà agosto per aumentare sempre più con l'invecchiamento delle foglie. Nelle foglie delle piante sane il fenomeno è molto più tardivo (dopo il 10 settembre) e rimane a livelli quantitativi estremamente modesti.

Il contenuto in antociani e polifenoli totali, nonché il contenuto delle singole antocianine, è stato misurato alla raccolta anche nelle bacche della discendenza sana e infetta di un clone di Nebbiolo (presenza o meno di GLRaV-1 + GVA) in un vigneto sperimentale localizzato a Neive. L'eliminazione dei virus ha comportato incrementi nel contenuto sia di antociani che di polifenoli totali. Oltre alla peonidina risultavano incrementate sia la malvidina che la cianina (fig. 3).

Un'altra indicazione molto interessante dell'influenza dei virus floematici sul contenuto delle sostanze polifenoliche nelle bacche è emersa dal confronto effettuato nel vigneto di Barbaresco dove sono presenti le discendenze risanate ed infette da accartocciamento fogliare e legno riccio (GLRaV-1+ GVA e GLRaV-3+GVA rispettivamente) di due cloni di Nebbiolo. Alla vendemmia su campioni di acini sono stati misurati i contenuti nelle bucce di flavonoidi totali e di antociani totali delle quattro tesi (due cloni per due stati virologici). La comparazione tra i contenuti polifenolici dei due cloni nella loro discendenza infetta evidenziava una maggior dotazione di questi composti nelle uve di un clone rispetto all'altro (per i flavonoidi in modo statisticamente significativo). Comparando il contenuto polifenolico dei due cloni una volta risanati, viceversa, la situazione si è modificata radicalmente nel senso che le differenze 'clonali' scompaiono ed i valori sia di antociani che di flavonoidi sono molto simili tra i cloni. Il risultato indica chiaramente che le differenze nel contenuto in polifenoli erano dovute all'effetto dei virus e non a fattori genetici legati al clone. E' quindi evidente che nell'attività di selezione clonale le caratteristiche differenziali tra cloni, almeno per tale parametro, assumono valore solo se le piante possiedono un idoneo stato sanitario. Lo studio ha altresì evidenziato un effetto miglioratore dell'intervento di risanamento. I valori di antociani e flavonoidi totali di entrambi i cloni, quando risanati, sono infatti nettamente, ed in modo statisticamente significativo, superiori a quelli forniti dalle discendenze virosate (tab. 4).

Per vitigni strutturalmente deficitari nel colore come il Nebbiolo una maggior dotazione in antociani può significare un netto miglioramento della qualità finale dei prodotti. Di questo si è avuta conferma sperimentale sottoponendo a microvinificazione le uve provenienti da piante sane e infette dello stesso clone di Nebbiolo, presente a

Barbaresco. I vini quando prodotti con le uve delle piante sane sono risultati, come riportato in tab. , più alcolici, più strutturati (estratto totale e polifenoli superiori) e più colorati (intensità colorante e antociani superiori). I vini sono stati anche sottoposti ad analisi sensoriale tramite un panel di degustatori esperti ed i giudizi di preferenza sono stati elaborati tramite test di preferenza. Le preferenze sono state in modo significativo appannaggio del vino ottenuto dalle piante sane, apprezzate per colore, struttura e profumo (fig. 4).

4. CONCLUSIONI

Una poliennale attività di sperimentazione condotta in Piemonte su materiale clonale di Nebbiolo ha messo in evidenza come la presenza di virosi quali la degenerazione infettiva (GFLV), l'accartocciamento fogliare e il legno riccio (GLRaV-1, GLRaV-3 e GVA) interferisca marcatamente e negativamente con le attitudini vegetative, produttive ed enologiche delle piante.

L'eliminazione di GFLV, a fronte degli evidenti vantaggi produttivi e compositivi, ha comportato consistenti incrementi di vigore nelle piante sane. Una specifica sperimentazione suggerisce che utilizzando piante risanate da GFLV l'adozione di sestri d'impianto più ampi rispetto a quelli tradizionali è preferibile sia in termini di gestione che di qualità finale del prodotto.

Per quanto riguarda l'accartocciamento fogliare e il legno riccio, i danni da essi derivati sono meno vistosi rispetto a quelli dovuti al GFLV, ma non meno gravi. I risultati sin qui acquisiti permettono di affermare, infatti, che il risanamento da queste virosi ha sempre comportato, un aumento dell'efficienza fotosintetica delle piante e un aumento della produttività senza penalizzazioni della qualità o, a parità di carico produttivo, consistenti miglioramenti qualitativi. I risultati delle prove dimostrano che l'accartocciamento fogliare e il legno riccio interferiscono negativamente con l'accumulo nelle bucce delle sostanze polifenoliche e in particolare degli antociani. Gli effetti migliorativi dovuti all'eliminazione dei virus dalle piante, evidenti a livello delle uve, sono stati riscontrati anche nei vini finiti. Questi ultimi, infatti, quando ottenuti da uve prodotte dalle piante risanate sono risultati più strutturati e più colorati rispetto a quelli derivati dalle stesse piante ma infette. All'analisi sensoriale, le differenze compositive tra i vini hanno determinato il convergere delle preferenze dei degustatori su quelli ottenuti dalle viti sane.

Riassunto

Le malattie virali sono molto diffuse in vite e la presenza di alcune di esse nelle piante può risultare molto dannoso. Unico rimedio possibile la propagazione di materiale naturalmente esente o risanato artificialmente.

Tra le malattie virali particolarmente pericolose risultano l'accartocciamento fogliare e il legno riccio, causate da alcuni diffusi virus floematici (GLRaV-1, GLRaV-3 e GVA). Al fine di meglio di quantificare l'impatto di questi patogeni, in Piemonte sono in corso da parecchi anni prove di confronto in vigneto con piante geneticamente uniformi (cloni) infette da alcuni tra i più importanti e diffusi virus della vite o risanate per termoterapia. Molte di queste prove hanno interessato il vitigno Nebbiolo considerato il vitigno più nobile della Regione.

Gli effetti degenerativi più vistosi sulle attitudini vegetative e produttive sono stati riscontrati quando era presente il GFLV. L'eliminazione di questo virus ha determinato infatti un deciso aumento della vigoria vegetativa e un deciso incremento della produzione abbinato ad migliore qualità del mosto (> concentrazione zuccherina, < riduzione acidità fissa). Qualche problema tuttavia potrebbe derivare dall'incremento di vigore vegetativo delle piante sane

rispetto a quelle infette. I dati pluriennali ottenuti nell'area di produzione del vino Barolo, indicano come con il materiale risanato sia preferibile utilizzare sesti un po' più ampi rispetto a quelli tradizionalmente in uso. In termini di qualità, inoltre, si è riscontrato un netto incremento nel contenuto di antociani (quindi di colore), parametro in cui il Nebbiolo è notoriamente deficitario, e più in generale di flavonoidi totali.

Per quanto riguarda l'accartocciamento fogliare e il legno riccio, i danni da essi derivati sono meno vistosi rispetto a quelli dovuti al GFLV, ma non meno gravi. I risultati sin qui acquisiti permettono di affermare, infatti, che il risanamento da queste virosi ha sempre comportato, un aumento dell'efficienza fotosintetica delle piante e un aumento della produttività senza penalizzazioni della qualità o, a parità di carico produttivo, consistenti miglioramenti qualitativi. I risultati delle prove dimostrano che l'accartocciamento fogliare e il legno riccio interferiscono negativamente con l'accumulo nelle bucce delle sostanze polifenoliche e in particolare degli antociani. Gli effetti migliorativi dovuti all'eliminazione dei virus dalle piante, evidenti a livello delle uve, sono stati riscontrati anche nei vini finiti. Questi ultimi, infatti, quando ottenuti da uve prodotte dalle piante risanate sono risultati più strutturati e più colorati rispetto a quelli derivati dalle stesse piante ma infette. All'analisi sensoriale, le differenze compositive tra i vini hanno determinato il convergere delle preferenze dei degustatori quelli ottenuti dalle viti sane.

I risultati evidenziano l'importanza degli aspetti sanitari nel lavoro di selezione clonale.

EFFECT OF GRAPEVINE VIRUS DISEASES ON POLYPHENOL COMPOUNDS OF BERRY SKIN

Summary

Virus diseases are very common in grapevine and the presence of virus such as grapevine fanleaf nepovirus (GFLV), grapevine leafroll associated ampeloviruses (GLRaV-1, GLRaV-3, etc.) and grapevine vitiviruses (GVA and GVB), often found in leafroll and rugose wood diseased vines have very detrimental effects on vine performances. Then sanitary aspects of clonal selection are getting more and more important. In recent years experiments carried out in North-west Italy, comparing the same clones of Nebbiolo with or without known viral agents, confirmed the overall best performances of virus-free plants. In addition phloematic viruses (GLRaVs, GVA, etc.) are shown to interfere heavily with the accumulation in the berry skin of polyphenol compounds and anthocyanins in particular. The elimination of phloematic viruses from the plants resulted in an increase of these compounds in the grapes of Nebbiolo, whose deficiency is well known. The increase of phenols, and particularly of anthocyanins, in the grapes induced improvements also in the wines as shown by the results of sensory evaluation.

In a specific experiment, the effect of different vine spacing was studied with a heat-treated virus-free clone of 'Nebbiolo' in order to optimize canopy management when vegetative vigor increases as a consequence of GFLV eradication. Three vine densities per hectare (4300, 3500 and 2900) were tested in a vineyard located in the area of production of high quality Barolo wines.

The lowest vine density (2900 vine/ha) proved to be the most promising in terms of grape quality (sugars and total anthocyanins were improved) although the yield was slightly reduced. Canopy light interception parameters, which showed a lower total leaf area/sun exposed leaf area ratio of the vines grown with the lowest vine density, may explain the better performance.

Ringraziamenti

L'autore desidera ringraziare R. Credi dell'Istituto di Patologia vegetale, Università di Bologna, per l'attività di risanamento, N. Argamante dell'IVV-Unità Viticoltura del CNR per la collaborazione nei rilievi in campo, S. Guidoni del Dipartimento di Colture arboree, V. Gerbi e L. Rolle del DI.VA.P.R.A. sez. Microbiologia e Industrie agrarie dell'Università di Torino per l'assistenza nelle analisi dei polifenoli e nelle analisi sensoriali dei vini rispettivamente.

Bibliografia

- Di Stefano R., Cravero M.C. - 1991 - Metodi per lo studio dei polifenoli dell'uva. *Riv. Vitic. Enol.* 2, 34-75.
- Di Stefano R., Maggiorotto -1995 – Antociani, acidi idrossicinnamiltartarici e flavonoli del frutto, delle foglie, dei raspi e dei tralci della vite. *Riv. Vitic. Enol.*, 12, 51-65.
- Gribaudo I., Mannini F., Cuzzo D., Gobetto M., Lenzi R., Credi R. - 2002 - Risanamento da malattie virali e virus-simili di cloni di vite (*Vitis SSP*). *Quad. Vitic. Enol. Univ. Torino*, 25, in stampa.
- Guidoni S., Mannini F., Ferrandino A., Argamante N., Di Stefano R. - 1997 - The effect of grapevine leafroll and rugose wood sanitation on agronomic performance and berry and leaf phenolic content of a Nebbiolo clones (*Vitis vinifera* L.). *Am. J. Enol. Vitic.* 48 (4), 438-442.
- Guidoni S., Mannini F., Ferrandino A., Argamante N., Di Stefano R. - 2000 - Effect of virus status on leaf and berry phenolic compound in two wine grapevine *Vitis vinifera* cultivars. *Acta Hort.* 526, 445-452.
- Mannini F., Argamante N., Credi R. - 1996 - Improvement in the quality of grapevine Nebbiolo clones obtained by sanitation. *Acta Hort.* 427, 319-324.
- Mannini F., Gerbi V., Credi R. - 1997 - Heat-treated vs. virus-infected grapevine clones: agronomic and enological modifications. *Acta Hort.* 473, 155-163.
- Mannini F., Argamante N., Credi R. - 1999 - Contribution of virus infections to clonal variability of some *Vitis vinifera* L. cultivars. *Bull. O.I.V.*, Paris, 72, 144-160.
- Mannini F., Argamante N., Credi R. - 2000 a- Leaf morphological modifications induced by different viruses in clones of *Vitis vinifera* cultivars. *Acta Hort.*, 528, 765-768.
- Mannini F., Argamante N. – 2000 b– Ruolo del vitigno e del portinnesto. In: Caratterizzazione delle produzioni vitivinicole del Barolo. *Suppl. al n. 24 Quaderni della Regione Piemonte-Agricoltura*, 55-64.
- Mannini F. – 2001 - Effetti del risamento da virus sulle attitudini di cloni di vite. *Informatore fitopatologico* 4, 25-30.
- Mannini F., Argamante N., Gerbi V., Ferrandino A. - 2001 – Interazione tra gestione del vigneto e malattie virali. *Quad. Vitic. Enol. Univ. Torino*, 25, 51-65.
- Mannini F., Argamante N., Guidoni S. – 2002 – Effetto delle virosi della vite sull'accumulo di antociani nelle bacche. *Quad. Vitic. Enol. Univ. Torino*, 26, in stampa.
- Mannini F. – 2003 – Virus elimination in grapevine and crop performance. *Extended Abs. 14th ICVG Conference, Locorotondo 2003*, 234-239.
- Martelli G.P. - 2001 – Le principali virosi della vite. *Quad. Vitic. Enol. Univ. Torino*, 25, 5-14.
- Kramer A. - 1960 - A rapid method for determining significance of different rank sums. *Food technol.*, 14, 576-581.
- Smart R.E., Robinson J.B., Due G.R., Brien C.J., - 1985 - Canopy microclimate modification for the cultivar Shiraz. I. Definition of canopy microclimate. *Vitis*, 24, 17-31.
- Walter B., Martelli G.P. - 1996 - Sélection clonal de la vigne: sélection sanitaire et sélection pomologique. Influence des viroses et qualité. *Bull. O.I.V.*, Paris, 69, 945-971.

Legenda Figure e Tabelle

Fig. 1 – Fotosintesi netta in foglie apicali (a) e basali (b) di piante sane (HT) o infette (MP) del medesimo clone di Nebbiolo (Neive, 1997).

Fig. 2 – Evoluzione degli antociani totali e della peonidina nelle bacche di piante sane (TP, nero) o infette da GLRaV-3+GVA (PM, bianco) dello stesso clone di Nebbiolo (Barbaresco, 1995).

Fig. 3 – Contenuto in antociane a maturità nelle bacche del medesimo clone di Nebbiolo, sano (nero) o infetto da GLRaV-1+GVA (bianco) (Neive, 1997).

Fig. 4 – Test di preferenza su vini ottenuti dallo stesso clone di Nebbiolo con diverso stato sanitario nei confronti dei virus (Barbaresco, 1996). Più basso l'istogramma migliore il vino.

Tab. 1 - Caratteristiche agronomiche e produttive di viti infette da GFLV + GFkV e risanate per termoterapia (TP) di uno stesso clone di 'Nebbiolo Michet' (Barolo, dati medi 1998-99; ¹1999).

Dati	GFLV (+GFkV)	TP	Sign. F
Peso legno potatura (g/vite)	678	1087	**
N.° infior./germoglio	0,98	0,83	*
Peso grappolo (g)	191	270	**
Produzione (kg/vite)	1,55	1,96	**
Zuccheri (° Brix)	21,6	23,3	**
Acidità tot. (g/L)	7,08	6,35	*
PH	3,05	3,23	*
Indice antociani tot. (mg/100 acini) ¹	591	593	n.s.

Tab. 2 - Caratteristiche agronomiche e produttive di viti risanate per termoterapia di uno stesso clone di 'Nebbiolo Michet' con diversa densità di impianto (Barolo, dati medi 1999-01; ¹1999-00).

Sesto d'impianto (m)	0,85 x 2,70	1,05 x 2,70	1,25 x 2,70
Peso legno potatura (kg/m)	1,33 A	1,24 A	1,12 B
N.° inflor./ germoglio	0,99 B	1,21 A	1,28 A
N.° grappoli/vite	7,20 b	8,30 ab	9,20 a
Peso grappolo (g)	304 a	318 a	325 a
Produzione (kg/vite)	2,14 B	2,60 A	2,96 A
Produzione (t/ha)	9,51 A	9,17 B	87,7 B
Zuccheri (°Brix)	23,86 a	23,92 a	23,94 a
Acidità tot. (g/L)	6,78 a	5,46 b	6,65 a
Acido tartarico (g/L)	3,02 a	3,25 a	3,41 a
Acido malico (g/L)	2,63 a	2,57 a	2,51 a
PH	3,00 a	3,01 a	2,98 a
Invaiaura (%)	50 a	58 a	70 a
Indice antociani tot. (mg/100 acini) ¹	640 a	640 a	733 b
N.°contatti fogliari (LLN) ¹	4,2	3,8	3,6
Indice fittezza (LA/SA) ¹	2,0	1,9	1,6

Medie seguite dalla stessa lettera maiuscola non differiscono a $p < 0.01$, da lettera minuscola a $p < 0,05$

Tab. 3 – Attitudini produttive di discendenze clonali del medesimo clone (A e B), sane o infette da virus, rilevate nei vigneti sperimentali di Barbaresco e Neive.

CLONI e STATO SANITARIO	PRODUZIONE kg/ceppo	Sign. F	ZUCCHERI %	Sign. F	MEDIE ANNI
A SANO Barb.	2,86	**	22,3	n.s.	1992-98
A GLRaV-1+GVA Barb.	2,12		21,9		
B SANO Barb.	1,96	n.s.	21,1	**	1992-98
B GLRaV-3+GVA Barb.	1,80		20,6		
A SANO Neive	4,91	**	22,8	n.s.	1999-00
A GLRaV-1+GVA Neive	3,22		23,2		
A SANO Neive	3,58	n.s.	23,4	*	1999-00
A GLRaV-3+GVA Neive	3,62		23,1		

Tab. 4 – Quadro polifenolico di discendenze clonali di due cloni (A e B), a confronto quando infette da virus e dopo risanamento (Barbaresco, 1994).

TESI	CLONE A GLRA-1+GVA	CLONE B GLRA-3+GVA	CLONE A risanato	CLONE B risanato	Sign. F Risanam.
Antociani tot. (mg/kg acini)	1137 a	968 b	1244 a	1270 a	**
Flavonoidi tot. (mg/kg acini)	737 a	660 a	813 a	769 a	**

Medie seguite dalla stessa lettera minuscola non differiscono a $p < 0,05$