

EFFETTO DI UNA DEFOGLIAZIONE ACCIDENTALE TARDIVA SULLA CONCENTRAZIONE DI AMIDO E AZOTO IN TRALCI DI VITE cv NEBBIOLO CON DIFFERENTE NUTRIZIONE AZOTATA

L. GANGEMI¹, F. SOZZANI², A. FERRANDINO¹

¹ Dipartimento Colture Arboree, Università di Torino. Grugliasco TO, I.

e-mail: luca.gangemi@unito.it

² VitEN Calosso (AT) - e-mail: fabio@viten.net

1. INTRODUZIONE

La vite è una specie fruttifera, a gemme miste, la cui differenziazione è regolata principalmente da fattori genetici, climatici ed agronomici (Srinivasan, Mullins, 1981). Tra questi l'effetto della nutrizione azotata nel sistema vigneto è stato oggetto di numerosi studi.

Nel periodo compreso tra il germogliamento e l'allegagione, la pianta è fortemente dipendente dalle risorse immagazzinate negli organi permanenti, quali radici, branche e fusto. La fioritura costituisce un passaggio molto delicato del ciclo annuale, determinando la maggiore mobilitazione di riserve permanenti (Winkler *et al.*, 1974; Conradie, 1991).

E' noto come lo sviluppo vegetativo delle piante sia regolato dalla disponibilità di acqua e di azoto nel suolo e come dotazioni eccessive di queste due componenti conducano ad uno squilibrio vegeto-produttivo che favorisce la crescita degli apici vegetativi e limita l'accumulo di soluti nei frutti (Keller *et al.*, 1998) e negli organi di riserva. Ad un'elevata disponibilità di azoto prontamente utilizzabile nel suolo corrisponde un prolungamento del periodo di crescita vegetativa, un ritardo della senescenza fogliare, un aumento del vigore della pianta (Keller, Koblet, 1995), una diminuzione delle necrosi fiorali (Keller *et al.*, 2001) ed un incremento nel peso della bacca (Keller *et al.*, 1998, Lovisolo *et al.*, 2000, Tregoat *et al.*, 2002); nella cultivar Nebbiolo, genotipo vigoroso, è stata riscontrata una minor fertilità gemmaria (Gay *et al.*, 1998).

La quantità di azoto somministrato al terreno, tuttavia, non è ritenuta incidere direttamente sulla fertilità delle gemme (Srinivasan, Mullins, 1981; Porro *et al.*, 2001), che è piuttosto in relazione alla disponibilità di carbonio in forma di zuccheri solubili al momento della differenziazione delle gemme stesse nel genere *Vitis* (Botti, Sandoval, 1990) e nel genere *Citrus* (Goldschmidt *et al.*, 1985). Alla differente disponibilità di azoto è correlata una diversa reazione cellulare nei singoli organi e nell'intera pianta, in quanto entità capaci di accumulare o idrolizzare zuccheri di riserva.

In *Chrysanthemum* si è verificato che la somministrazione di bassi quantitativi di N determina una minore mobilitazione delle riserve di amido (Druege *et al.*, 2000) ed una conseguente minore disponibilità di saccarosio traslocabile in nuove strutture vegeto-riproduttive; in cotone a dosi elevate di azoto consegue una minor polimerizzazione dell'amido, con conseguente incremento nel livello di saccarosio (Reddy *et al.*, 1996).

Se è vero che la pianta è nutrizionalmente dipendente dagli organi di riserva fino alla fase di allegagione dei frutti (Araujo, Williams, 1988; Williams, 1991), è altrettanto vero che con il procedere della stagione è l'apparato fogliare a garantire il ripristino delle loro condizioni nutrizionali e la maturazione dei frutti.

Intense defogliazioni in fase di fioritura e post fioritura compromettono le risorse nutritive dell'intera pianta e, di riflesso, la fertilità nella stagione successiva (Hunter, Visser, 1990; Cottignies, 1986). Defogliazioni in fase di maturazione dei frutti causano invece, più probabilmente, la sola mobilitazione delle sostanze di riserva contenute nei tralci di un anno ed eventualmente di quelle degli organi permanenti e, laddove il clima lo permette, anche un prolungamento del ciclo vegetativo (Matzui *et al.* 1979, Candolfi-Vasconcelos, Koblet, 1990, Candolfi-Vasconcelos *et al.*, 1994; Boldingh *et al.*, 2000).

L'amido è la principale riserva energetica e carbonica nei vegetali (Calvert, 1997) e costituisce la principale fonte di zuccheri semplici solubili (Houvet *et al.*, 1982) fino a che la pianta non dispone di un apparato fogliare idoneo ad organizzare sufficienti quantità di CO₂ atmosferica. Laddove l'accrescimento vegetativo della pianta è favorito dalla disponibilità di nutrienti, l'accumulo di amido di riserva in tralci ed organi permanenti viene ritardato, risultando privilegiato il trasporto di saccarosio a tali *sinks* (Ndung'u *et al.*, 1997; Jones *et al.*, 1999; Koussa *et al.*, 2001; Bates *et al.*, 2002).

La disponibilità di zuccheri solubili è un importante fattore stimolante l'organogenesi, non solo nelle gemme, ma anche in talee destinate alla propagazione vegetativa. Questo fenomeno è generalmente correlato positivamente al contenuto iniziale di azoto e di zuccheri solubili (Haissig, 1986; Blazich, 1988; Vaierskov, 1988); tuttavia in *Chrysanthemum* è stata verificata una positiva relazione tra la disponibilità di azoto ed il numero di radici avventizie, senza però che la concentrazione di carboidrati solubili influenzasse la rizogenesi (Druege *et al.*, 1998).

L'obiettivo del presente lavoro era valutare l'influenza di un'intensa defogliazione di origine accidentale (grandinata), sopravvenuta durante la maturazione dell'uva, sul contenuto in amido e azoto del legno di un anno, sulla fertilità delle gemme e sul successivo germogliamento primaverile. Nel vigneto era già in corso una prova volta a valutare l'influenza di diversi livelli di concimazione azotata sullo sviluppo delle piante e sulla maturazione dell'uva. Si è dunque colta l'occasione per valutare se le diverse condizioni nutrizionali delle piante potessero indurre una diversa reazione alla defogliazione causata dalla grandinata.

2. MATERIALI E METODI

La prova è stata iniziata nel 2002 in un vigneto situato nel comune di Barolo (CN) ad un'altitudine di circa 310 m s.l.m. L'impianto, realizzato nel 1980, è costituito da *Vitis vinifera* cv Nebbiolo su 'Kober 5BB' con disposizione dei filari in traverso rispetto alla linea di massima pendenza della pendice. Le viti sono poste a distanza di 2,70 x 1,35 m e allevate a contropalliera con potatura Guyot e capo a frutto di 10 gemme. Dal 1995, il vigneto è oggetto dell'anzidetta sperimentazione di concimazione azotata, impostata secondo uno schema a blocchi randomizzati con 4 ripetizioni di 24 piante ciascuna. I livelli di concimazione azotata erano i seguenti: nessuna somministrazione (testimone), 80 kg di N/ha (N80) e 160 kg di N/ha (N160). L'azoto viene somministrato sotto forma di solfato ammonico circa 30 giorni dopo il germogliamento.

Il 19/08/02 sulla quinta delle 10 piante centrali di ciascuna parcella è stato scelto un germoglio rappresentativo. Su tale tralcio è stato effettuato il conteggio delle foglie principali, delle femminelle e delle foglie presenti sulle femminelle. Tutte le foglie sono state quindi staccate per misurarne l'area con un misuratore di area fogliare (Li-3050A/4 Licor, NE, USA).

Il 3 settembre, circa 30 giorni dopo l'inizio dell'invaiaura e dunque in piena epoca di maturazione delle uve, si è verificata una grandinata di forte entità che ha causato la completa defogliazione delle piante ed ha seriamente danneggiato i grappoli. Durante i mesi successivi alla grandinata e precisamente il 16/09/02, il 29/10/02, il 23/12/02 ed il 24/01/03, su 5 piante per parcella sono stati effettuati prelievi di porzioni lignificate di tralcio nella zona centrale, tra il 4° ed il 6° nodo del tralcio stesso, destinandole all'analisi del contenuto in amido e in azoto totale. Alla potatura invernale, in coincidenza con l'ultimo prelievo, è stato valutato il peso del legno asportato sulle restanti 5 piante centrali di ciascuna parcella.

Dalle piante potate sono state prelevate porzioni di tralci lignificati di circa 0,50 m di lunghezza. Il materiale è stato conservato per 33 giorni in cella frigorifera, alla temperatura di +4 °C, e successivamente impiegato per la produzione di 75 talee monogemma per ciascuna tesi. Tali talee sono state misurate (lunghezza) e pesate prima di essere messe in serra, il 25 febbraio, posizionandole verticalmente, con l'ausilio di una rete, in vaschette di plastica riempite d'acqua. Per favorire la radicazione delle talee, l'acqua era mantenuta costantemente ossigenata per mezzo di iniettori d'aria.

Sulle talee è stato osservato l'evolversi delle fasi fenologiche annotando il numero di gemme che, giorno per giorno, raggiungevano i vari stadi di sviluppo sino a quello noto come "infiorescenze separate" (Baggiolini, 1952). La fertilità delle gemme è stata calcolata rapportando il numero di infiorescenze totali sul numero di germogli totali prodotti dalle talee.

Le talee radicate, prelevate dalla serra il 19/5/03, sono state frazionate, sepa-

rando le porzioni di legno, germogli e radici. Tutto il materiale è stato pesato e sottoposto ad analisi del contenuto di sostanza secca, di amido e di azoto minerale. Per insufficienza del materiale, non è stata condotta l'analisi del contenuto di azoto nelle radici.

Il peso secco del materiale è stato ottenuto mantenendo i campioni in stufa a 105 °C fino a peso costante.

2.1 Analisi chimiche

2.1.1. Amido.

Il contenuto in amido è stato determinato su tessuti sminuzzati posti in una soluzione estraente composta da metanolo, acqua ed acido formico (12:2:1) e conservati a + 4 °C. I campioni sono stati omogeneizzati con Ultra-Turrax T-25 (IKA, Danimarca) e sottoposti ad analisi per via enzimatica seguendo il metodo proposto da Seager ed Haslemore (1993) e modificato da Ferrandino e Guidoni (1998), che prevede anche l'impiego di una (-amilasi termostabile (Termamyl) per la predigestione a caldo dell'amido, e di un kit enzimatico (R-Biopharm-Roche).

2.1.2. Azoto minerale.

Il contenuto di azoto minerale è stato determinato con il metodo Kjeldhal su circa 3 g di materiale con tre ripetizioni di laboratorio per ogni tessuto analizzato.

3. RISULTATI E DISCUSSIONE

3.1. Situazione vegetativa del vigneto

I diversi apporti azotati hanno indotto importanti differenze nello sviluppo vegetativo (tab. 1), benché il numero di foglie e di femminelle per tralcio fosse analogo. La tesi N160, rispetto al testimone, ha prodotto un numero significativamente maggiore di foglie per femminella ed una maggiore superficie media delle foglie portate direttamente sul germoglio principale e di quelle sulle femminelle, come rilevato anche da altri autori (Keller *et al.*, 1998).

Nella stessa tesi l'area fogliare complessiva di un singolo germoglio è risultata maggiore del 58 % rispetto al testimone e del 33 % rispetto alla tesi N80. Analoghe considerazioni valgono per la massa del legno di potatura, significativamente superiore nella tesi N160 rispetto alla tesi N80 ed al testimone (tab. 1).

Tab. 1 - Caratteristiche vegetative rilevate su 'Nebbiolo' il 19/08/02 (N80 = 80 unità/ha; N160 = 160 unità/ha). In questa e nelle tabelle seguenti dati seguiti da una stessa lettera non differiscono significativamente fra loro per $p \leq 0,05$.

| Parametri considerati | Testimone | N80 | N160 |
|---|-----------|---------|---------|
| Foglie su tralcio principale (n) | 10,5 a | 10,5 a | 12,0 a |
| Femminelle per germoglio (n) | 8,8 a | 8,3 a | 11,0 a |
| Foglie per femminelle (n) | 42,8 b | 51,0 b | 63,0 a |
| Superficie foglia germoglio principale (cm ²) | 149 b | 165 b | 194 a |
| Superficie foglia femminella (cm ²) | 66,8 b | 106 ab | 136 a |
| Superficie fogliare totale del germoglio principale | | | |
| • foglie dell'asse principale (cm ²) | 1.568 b | 1.683 b | 2.319 a |
| • foglie delle femminelle (cm ²) | 393 b | 650 ab | 782 a |
| Legno di potatura per ceppo (kg) | 1,60 b | 1,63 b | 2,24 a |

3.2. Composizione dei tralci dopo la grandinata

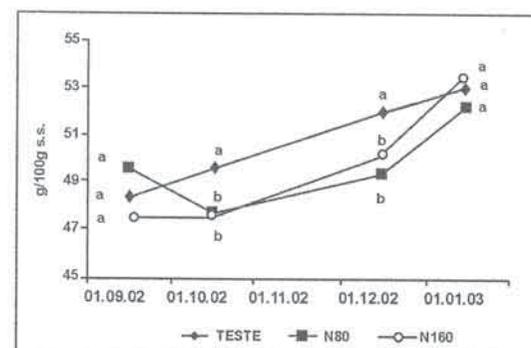


Fig. 1 - Evoluzione del contenuto percentuale di sostanza secca (g/100g sostanza fresca) in tralci di Nebbiolo prelevati in campo dalla maturazione dell'uva alla potatura invernale. Per ciascuna data lettere diverse indicano differenze significative per $p \leq 0,05$.

La maggior disponibilità di azoto nel suolo ha influito sull'agostamento dei tralci che è risultato minore nelle tesi concimate rispetto al testimone nelle due date centrali del campionamento (fig. 1).

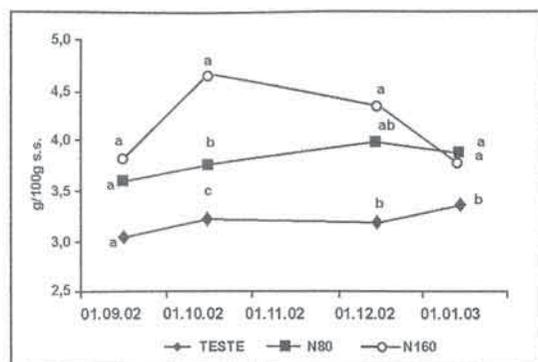


Fig. 2 - Concentrazione di azoto (g/100g sostanza secca) nei tralci prelevati in campo dalla maturazione dei frutti alla potatura invernale. Per ciascuna data lettere diverse indicano differenze significative per $p \leq 0,05$.

La concentrazione di azoto nei tralci (fig. 2) è risultata coerente con le dosi somministrate in campo (Bates *et al.*, 2002): per il testimone e per la tesi N80 si evidenziano concentrazioni pressoché costanti nel periodo in studio, con una differenza di circa 0,5 g/100 g di sostanza secca a favore della tesi N80 rispetto al testimone. Nella tesi N160 si nota invece un incremento rilevante tra i primi due rilievi, cioè nel periodo immediatamente seguente la grandinata, ed una successiva graduale diminuzione fino all'epoca di potatura, quando il contenuto diventa analogo a quello della tesi N80. Questo andamento sembra indicare che in una prima fase vi è stata traslocazione di azoto dalle parti permanenti verso i tralci, quasi a consentire una ripresa vegetativa autunnale, peraltro già riscontrata a seguito di grandinate autunnali che sono giunte ad indurre persino la schiusura anticipata di gemme ibernanti (Boschi *et al.*, 1985). Poiché questo risveglio vegetativo nel caso in esame è stato bloccato dal sopravvenire dell'abbassamento della temperatura dell'aria, a partire da novembre la traslocazione dell'azoto è stata presumibilmente diretta dai tralci verso le parti permanenti della pianta.

Il parametro che meglio "fotografa" la situazione nutritiva dei tralci al momento della defogliazione nelle tre tesi è la concentrazione in amido (fig. 3). Nel primo prelievo di settembre, prossimo, ma successivo, alla completa perdita dell'apparato fogliare, il testimone non concimato ha mostrato la maggiore concentrazione di amido di riserva, con un valore di circa 40 g/100 g di sostanza secca. In successione decrescente segue la tesi N80 con circa 34 g/100 g di sostanza secca e la tesi N160 con 29 g/100 g di sostanza secca. Queste differenze, oltre ad essere molto evidenti e significative, sono in pieno accordo con quanto riscontrato da altri autori nelle ultime fasi di maturazione dei frutti (Ndung'u *et al.*, 1997; Jones *et al.*, 1999; Koussa *et al.*, 2001; Bates *et al.*, 2002).

I rilievi di fine ottobre, dicembre e gennaio hanno indicato fluttuazioni nella concentrazione dovute a probabili fasi alterne di condensazione ed idrolisi degli zuccheri (Koussa *et al.*, 1998), legate probabilmente all'andamento climatico (fig. 3).

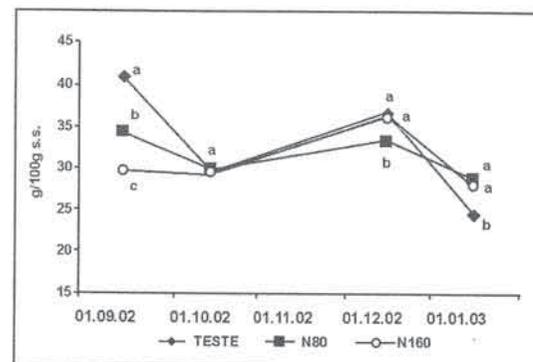


Fig. 3 - Variazione nella concentrazione di amido (g/100 g sostanza secca) nei tralci prelevati in campo tra la maturazione dei frutti e la potatura invernale. Per ciascuna data, lettere diverse indicano differenze significative per $p \leq 0,05$.

Al momento della potatura, i tralci del testimone erano significativamente meno ricchi di amido rispetto alle tesi concimate, a seguito di una diminuzione - rispetto al momento dell'evento defogliaante - di circa 16 g/100 g di sostanza secca. Assumendo il primo rilievo in campo come indicativo dello stato nutritivo dei tralci all'avvento della defogliazione, è legittimo supporre che il livello di zuccheri solubili nel legno in fase di potatura fosse fortemente aumentato nel testimone, come indicano altri studi (Jones *et al.*, 1999; Koussa *et al.*, 1998, 2001; Druege *et al.*, 2000). Dato il breve intervallo fra grandinata e vendemmia ed il fatto che i grappoli erano troppo danneggiati per svolgere una funzione attrattiva, appare improbabile che la defogliazione possa aver causato una mobilitazione delle risorse delle parti permanenti della pianta a favore della maturazione dei frutti (Candolfi-Vasconcelos *et al.*, 1994).

La tesi più concimata è stata probabilmente quella che ha subito danni maggiori dalla grandinata in quanto i tralci erano meno lignificati e la pianta aveva probabilmente destinato minori risorse agli organi permanenti, a causa del prolungarsi dello sviluppo dell'apparato vegetativo (Bates *et al.*, 2002; Keller *et al.*, 1995).

3.3. Rilievi su talee unigemme nell'anno successivo alla grandinata

Il germogliamento delle talee monogemma ricavate dalla fascia assurgente intermedia dei tralci, che avevano una buona omogeneità di maturazione, non ha mostrato differenze tra le tesi concimate ed il testimone (fig. 4): in ciascuna tesi,

il numero di germogli per gemma è stato superiore all'unità, ma il raggiungimento dello stadio di sviluppo di "comparsa del verde" è apparso ritardato nella tesi N160 nelle prime fasi del germogliamento.

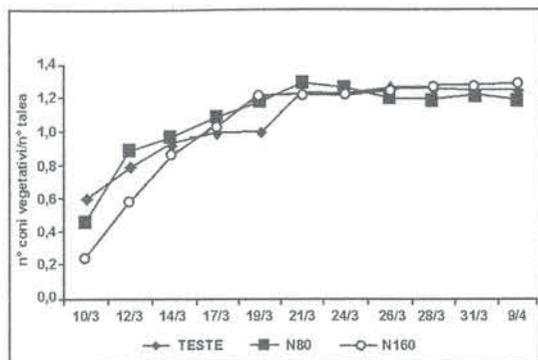


Fig. 4 - Numero di gemme per talea che hanno superato lo stadio fenologico di "comparsa del verde" alle diverse date di osservazione.

Per le fasi fenologiche successive, nel testimone l'evoluzione è apparsa sempre più precoce rispetto alle piante concimate, sia per il raggiungimento dello stadio di "5 foglioline spiegate ed infiorescenze visibili" (fig. 5), sia di quello di "infiorescenze separate" (fig. 6).

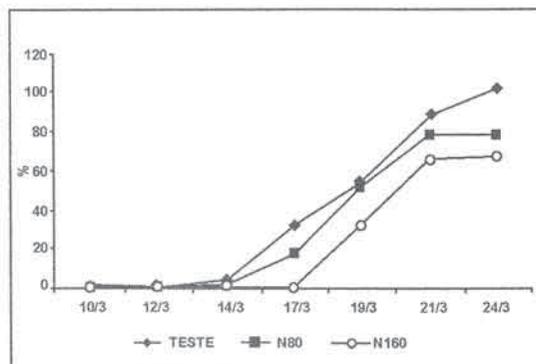


Fig. 5 - Percentuale di germogli che alle diverse date di osservazione raggiungono lo stadio fenologico di "5 foglioline spiegate ed infiorescenze visibili" sul totale delle talee.

La fertilità dei germogli è risultata sempre maggiore nel testimone, che all'ultimo rilievo faceva registrare un'infiorescenza nell'85 % dei germogli. Nella tesi N80 il 74 % dei germogli è risultato fertile, il 78 % nella tesi N160 (fig. 6). Non è stato possibile seguire la successiva fase di fioritura per stabilire se la minore disponibilità di azoto avrebbe provocato eventuali fenomeni di necrosi fiorale nel testimone non concimato così come descritto in precedenza (Keller, Koblet, 1994; Keller *et al.*, 1998).

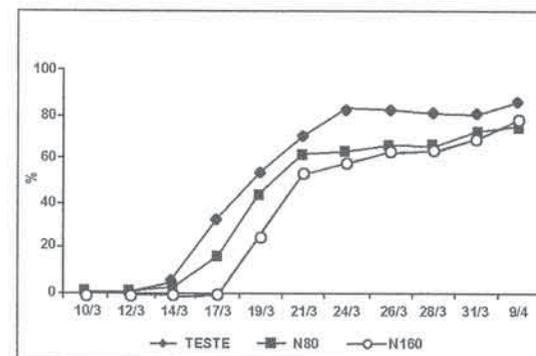


Fig. 6 - Percentuale di germogli che alle diverse date di osservazione raggiungono lo stadio fenologico di "infiorescenze separate".

La concentrazione di amido nel legno della tesi N160 non ha subito variazioni tra il rilievo in campo all'epoca del prelievo delle talee e la fine della prova di germogliamento, mentre nel testimone (e in minor misura nella tesi N80) si è verificato un sostanziale decremento nella concentrazione di amido nel legno (fig. 3 e tab. 2), probabilmente imputabile ad un'idrolisi dell'amido in saccarosio (Mannini e Schneider, 1988). Una maggiore disponibilità di zuccheri solubili nei tralci del testimone potrebbe quindi aver favorito la fertilità delle gemme (Botti, Sandoval, 1990; Goldschmidt *et al.*, 1985) e limitato lo sviluppo dei germogli, che hanno infatti evidenziato un peso significativamente inferiore (tab. 2).

La massa delle radici emesse dalle talee non è risultata significativamente diversa nelle tre tesi, sebbene il valore assoluto nelle tesi concimate sia tendenzialmente maggiore, probabilmente a causa della più elevata capacità di accrescimento radicale in presenza di azoto (Haissig, 1986; Blazich, 1988; Vaierkov, 1988; Keller *et al.*, 1998). Tale ipotesi verrebbe in parte confermata dalla diminuzione del contenuto in azoto nel legno delle barbatelle della tesi N160 alla fine dei rilievi di germogliamento rispetto al periodo della potatura.

Tab. 2 - Massa e contenuto di amido ed azoto nelle diverse porzioni delle barbatelle al 19.5.2003. Medie seguite da una stessa lettera non differiscono significativamente per $p \leq 0,05$ (n.d. = non determinato).

| | Legno | | | Germogli | | | Radici | | |
|----------------------|-------|--------|-------|----------|--------|-------|--------|-------|--------|
| | Test | N80 | N160 | Test | N80 | N160 | Test | N80 | N160 |
| Peso fresco (g) | 8,87a | 8,18a | 8,34a | 1,37b | 1,59ab | 1,80a | 0,44a | 1,19a | 0,89a |
| Peso secco (g) | 3,65a | 3,33a | 3,58a | 0,39b | 0,43ab | 0,47a | 0,07a | 0,13a | 0,10a |
| Amido (g/100 g s.s.) | 30,0a | 32,0a | 28,4a | 32,4a | 29,7a | 30,5a | 25,2b | 40,1a | 32,6ab |
| Azoto (g/100 g s.s.) | 4,13a | 3,57ab | 2,95b | 14,5a | 13,6a | 14,1a | n.d. | n.d. | n.d. |

Le radici della tesi N80 son risultate significativamente più ricche di amido del testimone. La mancata determinazione dell'azoto nelle radici non ha permesso di analizzare il rapporto C:N per confrontarlo con le indicazioni riportate in altri lavori (Huber, Kaiser, 1996; Kaiser, 1997).

4. CONCLUSIONI

La pluriennale somministrazione di crescenti quantitativi di azoto ha determinato, come ci si attendeva, un evidente incremento dei parametri di sviluppo vegetativo delle piante in esame e dell'azoto presente nel tralcio. La concimazione azotata ha determinato un ritardo nel ciclo vegetativo delle piante, evidenziato dal minor agostamento dei tralci e dalla minore dotazione di amido nei tralci alla vendemmia.

La defogliazione indotta dalla grandinata è stata probabilmente troppo tardiva per provocare un effetto rilevante sulla ri-mobilizzazione degli zuccheri di riserva da destinare ai grappoli, anche in considerazione del grave danno arrecato agli stessi che ha probabilmente fatto sì che perdessero la loro funzione attrattiva. Nonostante siano trascorse più di tre settimane dalla grandinata alla raccolta dei grappoli, l'eventuale mobilizzazione di riserve sembra sia stata indirizzata a favorire lo stimolo vegetativo. In tutte le tesi il danno da grandinata ha provocato la distruzione di foglie ancora attive nel promuovere la maturazione dei frutti ed il ripristino delle riserve zuccherine negli organi permanenti, influenzando certamente la sintesi e la traslocazione di carboidrati.

Nel successivo periodo autunno-invernale la concentrazione di amido è andata uniformandosi e a fine gennaio si annullavano anche le differenze nel contenuto di sostanza secca, mentre permaneva una significativa differenza nel contenuto di azoto fra le due tesi concimate ed il testimone.

I risultati dei rilievi effettuati nel corso del germogliamento delle talee unigemma, sebbene non pienamente estrapolabili a quanto sarebbe successo in campo

sulle piante intere, hanno permesso di evidenziare una certa precocità di germogliamento e la tendenza ad una maggiore fertilità nel testimone non concimato.

L'interazione concimazione-grandinata avrebbe quindi intaccato in maniera sensibile il livello dei carboidrati di riserva nei tralci di un anno e negli organi permanenti e alterato la dinamica del germogliamento.

Riassunto

Avversità naturali, come le grandinate, che causino la completa defogliazione, oltre a danneggiare irrimediabilmente la produzione nell'anno in corso, sono passibili di causare interferenze anche nella successiva stagione. Il presente lavoro era inteso a valutare l'interazione tra un'intensa defogliazione di origine accidentale (grandinata), sopravvenuta durante la maturazione dell'uva (*Vitis vinifera* L. cv Nebbiolo) e diversi livelli di concimazione azotata somministrati in precedenza. Le indagini svolte sulla dotazione delle sostanze di riserva dei tralci nel periodo seguente l'evento, sul germogliamento e sulla fertilità delle gemme dell'anno successivo hanno confermato che elevate somministrazioni primaverili di azoto al suolo favoriscono l'accrescimento vegetativo e ritardano l'agostamento dei tralci. La totale assenza di foglie causata dalla grandinata, laddove le condizioni climatiche lo permettono, provoca mobilitazione dell'amido degli organi di riserva. Questa mobilitazione, assieme a quella delle riserve azotate, ha inciso sulle dinamiche di germogliamento e sulla fertilità delle piante nella successiva stagione colturale.

EFFECT OF A DEFOLIATION INDUCED BY A HAILSTORM ON STARCH AND NITROGEN CONCENTRATION IN CANES OF GRAPEVINE (*Vitis vinifera* L. cv Nebbiolo) WITH DIFFERENT NITROGEN NUTRITION LEVELS

Summary

Natural defoliation events, like hailstorms, can cause total removal of vine leaves and compromise yield. The objective of this study was to assess the influence of a natural defoliation during fruit ripening of *Vitis vinifera* L. cv Nebbiolo vines treated with different levels of nitrogen supplies of seven years, on cane reserves, on bud development, and on fertility in the following year. High soil nitrogen supply enhances vegetative growth and leaf total surface, and delays wood ripening. After a leaf-removing meteoric event, resources stored in permanent organs may be mobilized with some influence on bud break and fertility of the next season.

Bibliografia

- Araujo F.J., Williams L.E. - 1988 - Dry matter and nitrogen partitioning and root growth of young field-grown 'Thompson Seedless' grapevine. *Vitis*, 27, 21-32.
 Baggolini M. - 1952 - Les stades de repères dans le développement annuel de la vigne et leur utilisation pratique. *Revue Romande Agric. Vitic.*, 8,1.
 Bates T.R., Dunst R.M., Joy P. - 2002 - Seasonal dry matter, starch, and nutrient distribution in 'Concord' grapevine roots. *HortScience*, 37, 2, 313-316.

- Blazich F.A. - 1988 - Mineral nutrition and adventitious rooting. In: Davis T.D., Haissig B.E., Sankhla N. (eds) *Adventitious root formation in cuttings*. Dioscorides Press, Portland OR, USA, 61-69.
- Boldingh H., Smith G.S., Klages K. - 2000 - Seasonal concentrations of non-structural carbohydrates of five *Actinidia* species in fruit, leaf and fine root tissue. *Ann. of Botany*, 85, 469-476.
- Boschi A., Gay G., Novello V., Schubert A. - 1985 - Danni immediati di una grandinata autunnale in Liguria e ripercussioni nell'anno successivo. *L'Informatore Agrario*, 23, 67-69.
- Botti C., Sandoval E. - 1990 - Inflorescence bud induction in *Vitis vinifera* L. cv Thompson Seedless. Cytohistological events and starch accumulation in the shoot apex. *Vitis*, 29, 123-131.
- Calvert P. - 1997 - The structure of starch. *Nature*, 389, 338-339.
- Candolfi-Vasconcelos M.C., Koblet W. - 1990 - Yield, fruit quality, bud fertility and starch reserves of the wood as a function of leaf removal in *Vitis vinifera* L. - Evidence of compensation and stress recovering. *Vitis*, 29, 199-221.
- Candolfi-Vasconcelos M.C., Candolfi M.P., Koblet W. - 1994 - Retranslocation of carbon reserves from the woody storage tissue into the fruit as a response to defoliation stress during the ripening period in *Vitis vinifera* L. *Planta*, 192, 567-573.
- Conradie, W.J. - 1991 - Translocation and storage of nitrogen by grapevines as affected by time of application. In: Rantz, J.M. (ed.) *Proc. Intern. Symp. Nitrogen Grapes Wine*, Seattle WA, USA, June, 91. Cal. Central Press, Sacramento CA, USA, 32-42.
- Cottignies A. - 1986 - The hydrolysis of starch as related to the interruption of dormancy in the ash bud. *J. Plant Physiol*, 123, 381-338.
- Druege U., Zerche S., Kadner R. - 1998 - Relation between nitrogen and soluble carbohydrate concentrations and subsequent rooting of *Chrysanthemum* cuttings. *Adv. Hort. Sci.*, 12, 78-84.
- Druege U., Zerche S., Kadner R., Ernst M. - 2000 - Relation between nitrogen status, carbohydrate distribution and subsequent rooting of *Chrysanthemum* cutting as affected by pre-harvest nitrogen supply and cold-storage. *Ann. of Botany*, 85, 687-701.
- Ferrandino A., Guidoni S. - 1998 - Seasonal changes in the concentration of carbohydrates and organic acids during the growth of 'Hayward' kiwifruit. *Adv. Hort. Sci.*, 12, 3-7.
- Gay G., Morando A., Lembo S. - 1998 - Effetti diretti e collaterali di tre dosaggi di azoto sull'ecosistema vigneto. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 269 - 274.
- Gay G., Morando A., Lembo S., Lovisolo C. - 2002 - Rilievi sessennali sull'influenza dell'azoto nell'ecosistema vigneto. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2 409-18.
- Goldschmidt E., Aschkenazi N., Herzano Y., Schaffer A.A., Monselise S.P. - 1985 - A role for carbohydrate levels in the control of flowering in *Citrus*. *Scientia Horticulturae*, 26, 2, 159-166.
- Haissig B.E. - 1986 - Metabolic processes in adventitious rooting of cuttings. In: Jackson M.B. (ed.) *New root formation in plants and cuttings*. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, NL 141-189.
- Houvet D., Diopoh J., Keterov F.S., Marchis-Mouren G. - 1982 - Caractérisation et évolution des activités amylasiques des tubercules germés d'ignames. *Physiol. Vég.*, 20, 451-457.
- Huber S.C., Kaiser W.M. - 1996 - Regulation of C/N interactions in higher plants by protein phosphorylation. In: Verma D.P.S. (ed) *Signal transduction in plant growth and development*. Springer-Verlag, Wien, A, 87-112.
- Hunter J.J., Visser J.H. - 1990 - The effect of partial defoliation on growth characteristics of *Vitis vinifera* L. cv Cabernet Sauvignon. II. Reproductive growth. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, 11, 1, 26-32.
- Jones K.S., Paroschy J., McKersie B.D., Bowley S.R. - 1999 - Carbohydrate composition and freezing tolerance of canes and buds in *Vitis vinifera* L. *J. Plant Physiol.*, 155, 101-106.
- Kaiser W.M. - 1997 - Regulatory interaction of carbon and nitrogen metabolism. In: Behn-

- ke H.D., Lutttge U., Esser K., Kadereit J.W., Runge M. (eds). *Progress in Botany*. Springer-Verlag, Berlin D, Heidelberg, 58, 150-163.
- Keller M., Koblet W. - 1994 - Is carbon starvation rather than excessive nitrogen supply the cause of inflorescence necrosis in *Vitis vinifera* L. *Vitis*, 33, 81-86.
- Keller M., Hess B., Schwager H., Schärer H., Koblet W. - 1995 - Carbon and nitrogen partitioning in *Vitis vinifera* L. responses to nitrogen supply and limiting irradiance. *Vitis*, 34, 1, 19-26.
- Keller M., Koblet W. - 1995 - Dry-matter and leaf-area partitioning, bud fertility and second season growth of *Vitis vinifera* L. responses to nitrogen supply and limiting irradiance. *Vitis*, 34, 2, 77-83.
- Keller M., Arnink K.J., Hrazdina G. - 1998 - Interaction of nitrogen availability during bloom and light intensity during veraison. I. Effects on grape growth, fruit development and ripening. *Am. J. Enol. Vitic.*, 49, 333-340.
- Keller M., Kummer M., Vasconcelos M.C. - 2001 - Reproductive growth of grapevines in response to nitrogen supply and rootstock. *Aus. J. Grape and Wine Research*, 7, 1, 12-18.
- Koussa T., Cherrad M., Bertrand A., Broquedis M. - 1998 - Comparaison de la teneur en amidon, en glucides solubles et en acide abscissique des bourgeons latents et des entre-nœuds au cours du cycle végétatif de la vigne. *Vitis*, 37, 1, 5-10.
- Koussa T., Cholet C., Cherrad M. - 2001 - Effect of grapevine latent buds (*Vitis vinifera* L., cv 'Merlot') chilling on their starch content: biochemical and cytological approaches. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 35, 4, 207-214.
- Lovisolo C., Morando A., Gay Eynard G. - 2000 - Effetti della nutrizione azotata sulle caratteristiche vegeto-produttive del 'Moscato bianco'. *Riv. di Irr. e Dren.*, 47, 4, 53-57.
- Mannini, F., Schneider A. - 1988 - Influenza sulla propagazione della vite di sostanze endogene di riserva. *Quad. Vitic. Enol. Univ. Torino*, 12, 194-210.
- Matzui H., Yuda E., Nakagana S. - 1979 - Physiological studies on the ripening of Delaware grapes. I. Effects of the number of the leaves and changes in polysaccharides or organic acids on sugar accumulation in the berries. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, 48, 9-18.
- Ndung'u C.K., Shimizu M., Okamoto G., Hirano K. - 1997 - Abscisic acid, carbohydrates and nitrogen contents of Kyoho grapevine in relation to budbreak induction by water stress. *Am. J. Enol. Vitic.*, 48, 1, 115-120.
- Porro D., Dellaserra M., Zatelli A., Ceschini A., Iacono F. - 2001 - The interaction between nitrogen and shade on grapevine: the effects on nutritional status, leaf age and leaf gas exchange. *Acta Hort.*, 564, 253-260.
- Reddy A.R., Reddy K.R., Padjung R., Hodges H.F. - 1996 - Nitrogen nutrition and photosynthesis in leaves of Pima cotton. *J. Plant Nutrition*, 19, 755-770.
- Seager N.G., Haslemore R.M. - 1993 - Rapid estimation of fruit starch and soluble sugar concentrations in kiwifruit. *HortSci.*, 28, 9, 948-950.
- Srinivasan C., Mullins M.G. - 1981 - Physiology of flowering in the grapevine. A review. *Am. J. Enol. Vitic.*, 32, 1, 47-60.
- Tregat O., Van Leeuwen C., Chone X., Gaudillère J.P. - 2002 - Etude du régime hydrique et de la nutrition azotée de la vigne par des indicateurs physiologiques. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 36 3, 133-142.
- Vaierskov B. - 1988 - Relations between carbohydrates and adventitious root formation. In: Davis T.D., Haissig B.E., Sankhla N. (eds) *Adventitious root formation in cuttings*. Dioscorides Press, Portland OR, USA, 70-78.
- Williams L.E. - 1991 - Vine nitrogen requirements - Utilization of N sources from soil, fertilizers, and reserves. In: Rantz, J.M. (ed) *Proc. Intern. Symp. Nitrogen Grapes Wine*, Seattle Washington, USA, June 91, Cal Central Press, Sacramento, USA, 32-42.
- Winkler A.J., Cook J.A., Kliewer W.M., Lider, L.A. - 1974 - *General Viticulture*. Univ. of California Press, Berkeley, Los Angeles, CA, USA, pp.710.