

Indagine sulla composizione dell'essudato xilematico in *V. vinifera* cv Chardonnay: prime evidenze

Bertoldi D.^{1-2*}, Larcher R.¹, Nicolini G.¹, Bertamini M.¹, Concheri G.²

¹ Fondazione Edmund Mach, Istituto Agrario di S. Michele all'Adige, via Mach 1, 38010 S. Michele a/Adige (TN) Italia

² Dipartimento di Biotecnologie Agrarie, Università di Padova, viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD)

Survey on xylem sap composition in *V. vinifera* cv Chardonnay: first results

Abstract. The content of 21 amino acids, 11 sugar, 6 organic acids, 5 inorganic ions, 52 mineral and trace elements in Chardonnay bleeding sap collected in 2 vineyards is shown. Mineral composition is analysed also in the xylem sap collected at veraison from the 8th leaf of shoots. Glutamine is the most abundant amino acid, followed by arginine, aspartic and glutamic acids. Saccharose, inositol, ribose, mannitol, quebrachitol, raffinose and sorbitol were present in amounts lesser than 300 μ M. Malic and citric acids formed ca. the 75% of total acidic content but were in different ratio into the 2 vineyards. Shikimic acid was detected only in a early phase of bleeding. Among mineral element, K, Ca, Mg, P, Na, B, Mn, Zn and Sr were the most abundant in bleeding sap. Mineral content is higher at bleed than at veraison and we observed a good correlation between the principal macro- and micro-nutrient (P, K, Mg, Ca, Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Na, Co) content into the 2 types of sample. Iron does not seem to be remobilised at budburst in appreciable amounts but it is probably taken up by plant after canopy development.

Key words: saccharydes, amino acids, anions, organic acids, trace elements

Introduzione

Al risveglio vegetativo la vite presenta il fenomeno del pianto. Durante questo evento si ha sia un assorbimento da parte delle radici di acqua e minerali dal suolo, sia una rimobilizzazione di elementi, sostanze di riserva e ormoni dagli organi di stoccaggio. La composizione chimica degli essudati xilematici, indagata già agli inizi del secolo scorso (Wormall e Priestley, 1925), è stata studiata soprattutto negli ultimi 30 anni grazie allo sviluppo di tecniche più sofisticate (Roubelakis-Angelakis e Kliewer, 1979;

Marangoni *et al.*, 1986; Andersen e Brodbeck, 1989; Glad *et al.*, 1992; Prima-Putra e Botton, 1998; Leita *et al.*, 1998; Larcheveque e Casanova, 1999; Peuke, 2000). Nonostante i diversi studi effettuati, le informazioni disponibili risultano frammentarie e in parte lacunose. In generale l'essudato xilematico contiene piccole molecole organiche, vari cationi e anioni e ormoni vegetali. Le ricerche sono state limitate da difficoltà tecniche di estrazione della linfa. L'utilizzo di camere a pressione (camera di Scholander) fornisce solo ridotti volumi di estratto che possono anche contenere composti derivati da tessuti non xilematici (Ferguson, 1980). E' stato messo in luce, anche in altre specie vegetali, come flusso, pH e composizione dell'essudato xilematico variano in relazione al metodo, al momento, alla durata e al punto (foglia, gemma) utilizzato per il campionamento, nonché in base alla fertilizzazione e alle tecniche di gestione della chioma (Roubelakis-Angelakis e Kliewer, 1979; Marangoni *et al.*, 1986; Liang e Zhang, 1997).

Il prelevamento al momento del pianto, sempre con le dovute accortezze in modo da rendere l'operazione più standardizzata, risulta relativamente più semplice e veloce.

Già nel 1953 Bollard e in seguito, più specificamente per il pianto di vite, Drogamadjan (1975) suggerivano che la composizione degli essudati xilematici poteva essere utilizzata per avere una indicazione dello stato nutrizionale delle piante. L'interpretazione dei risultati è però complicata dalla scarsità di studi a riguardo e quindi dalla difficoltà di avere dati di riferimento.

Lo scopo del lavoro è quello di approfondire la conoscenza circa la composizione di vari zuccheri, acidi organici, amminoacidi ed elementi minerali anche in traccia, nel pianto di vite e, relativamente agli elementi minerali, anche sulla linfa fogliare all'invasatura.

Materiale e metodi

Nel corso del 2006, si è operato in 2 vigneti (vigneto A, S. Michele all'Adige, 240 m s.l.m.; vigneto B, Faedo, 700 m s.l.m.) ognuno suddiviso in 4 parcelle da 54 e 21 piante rispettivamente. Le viti – cv Chardonnay

* daniela.bertoldi@iasma.it

clone 95 su portainnesto 3309 (*V. riparia* x *V. rupestris*) - erano allevate con sistema a Guyot (1,6 x 1 m).

Il pianto è stato campionato in entrambe le zone in una fase avanzata (stadio C secondo Baggiolini; tempo T1) e, nel solo caso del vigneto B, anche in una fase più precoce (stadio B; T0). In entrambi i casi il flusso era comunque abbondante e pari a 0,3-0,4 ml/min. Alla piena invaiatura, nel vigneto A, da 25-30 tralci fruttiferi per ogni parcella, è stata campionata l'8ª foglia dalla quale, applicando una pressione pari al potenziale idrico fogliare mediante una camera di Scholander, è stato prelevato l'essudato fuoriuscito dal picciolo. Le frazioni raccolte dalle singole piante sono poi state unite in modo da ottenere un campione per ogni parcella. Prima del prelievo dei campioni il tralcio o il picciolo fogliare sono stati lavati con una soluzione di acido citrico 0,2% e con acqua distillata e, dopo il taglio, le prime gocce sono state scartate.

L'analisi della composizione in acidi organici, amminoacidi, ammidi, zuccheri, anioni e cationi è stata effettuata solo sui campioni di essudato xilematico raccolti al momento del pianto mentre il contenuto dei macro- e micro-elementi e degli elementi in traccia e ultratraccia è stato determinato anche sulla linfa raccolta all'invaiatura.

Gli acidi tartarico, malico, citrico, piruvico, succinico, α -chetoglutarico, shikimico, ossalico e fumarico sono stati analizzati mediante cromatografia liquida accoppiata con un detector diode array (Application note Phenomenex 14841). Glucosio, fruttosio, saccarosio, inositolo, sorbitolo, trealosio, ramnosio, ribosio, raffiniosio e quebrachitolo sono stati quantificati in cromatografia liquida accoppiata con un rivelatore elettrochimico amperometrico pulsato (Application note ESA 1A-1). Lo ione NH_4^+ e gli amminoacidi (acido aspartico, Asp; acido glutammico, Glu; asparagina, Asn; serina, Ser; glutammina, Gln; istidina, Hys; glicina, Gly; teonina, Thr; citrullina, Cit; arginina, Arg; alanina, Ala; acido γ -amminobutirrico, GABA; tirosina, Tyr, triptofano, Trp; metionina, Met; valina, Val; fenilalanina, Phe; isoleucina, Ile; leucina, Leu; ornitina, Orn; lisina, Lys) sono stati quantificati mediante cromatografia liquida con detector fluorimetrico (Application note Agilent, n° 5980-3088EN). Nitrati, cloruri, fosfati e solfati sono stati misurati per cromatografia ionica (Nicolini *et al.*, 2002). L'analisi degli elementi minerali (Li, Be, B, Na, Mg, Al, P, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Rb, Sr, Y, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Te, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Hf, Hg, Tl, Pb, Bi, Th, U) è stata effettuata mediante spettrometria di massa con sorgente al plasma accoppiata induttivamente (Larcher e Nicolini, 2008).

Risultati e discussione

L'insieme dei campioni di pianto raccolti (N=12) permette di dare indicazioni sulla variabilità compositiva osservata: vengono di seguito presentate le concentrazioni molari e gli intervalli di distribuzione (minimo, mediana, massimo; $\mu\text{moli/l}$) dei vari composti ed elementi analizzati senza distinzione tra zona e momenti di prelievo.

Vari autori hanno osservato come le condizioni ambientali (fra cui disponibilità idrica e temperatura) influenzando il flusso dell'essudato, portano a variazioni nella concentrazione dei vari costituenti del pianto. In base a questa considerazione, oltre ai contenuti molari sono discussi anche i contenuti percentuali normalizzati rispetto al contenuto totale per ogni gruppo di analiti considerati (amminoacidi e ammidi, zuccheri, acidi organici, anioni e cationi).

Il pH varia tra 5,65 e 5,74, come riportato da Roubelakis-Angelakis e Kliewer (1979).

Amminoacidi

Le concentrazioni misurate (tab. 1) sono sostanzialmente in linea con i dati raccolti da Roubelakis-Angelakis e Kliewer (1979) e in genere più basse di

Tab 1. Contenuti ($\mu\text{moli N/L}$) di amminoacidi e ammidi liberi nel pianto (N=12).

Tab 1. Amino acids and amides content ($\mu\text{moli N/L}$) in bleeding sap (N=12)

| | Minimo ($\mu\text{M di N}$) | Mediana ($\mu\text{M di N}$) | Massimo ($\mu\text{M di N}$) |
|------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Asp | 16.9 | 27.8 | 41.1 |
| Glu | 10.8 | 14.5 | 23.5 |
| Asn | <0.2 | 0.4 | 18.2 |
| Ser | 3.9 | 6.0 | 15.8 |
| Gln | 122 | 635 | 1106 |
| Hys | 5.6 | 7.6 | 15.1 |
| Gly | <0.3 | 0.7 | 6.6 |
| Thr | 2.8 | 4.4 | 8.3 |
| Cit | 0.6 | 0.7 | 1.1 |
| Arg | 32.9 | 54.7 | 103 |
| Ala | 3.3 | 4.9 | 15.1 |
| GABA | 3.4 | 7.5 | 29.5 |
| Tyr | 1.0 | 1.6 | 2.8 |
| Trp | 1.0 | 1.8 | 2.3 |
| Met | 0.9 | 2.4 | 5.5 |
| Val | 3.9 | 7.3 | 15.0 |
| Phe | 3.0 | 6.2 | 17.2 |
| Ile | 1.0 | 3.2 | 7.1 |
| Leu | 0.4 | 1.7 | 3.9 |
| Orn | <0.2 | 0.7 | 9.2 |
| Lys | 1.4 | 2.2 | 4.1 |

quelle presentate da Andersen e Brodbeck (1989) per *V. rotundifolia*. Il composto più abbondante è la Gln seguita da Arg, Asp, Glu, Hys, GABA, Val, Phe, Ser, Ala. Gli stessi amminoacidi/ammidi sono fra quelli indicati come dominanti anche da Larcheveque e Casanova (1999). La Gln rappresenta in media più del 50% del N solubile totale (somma di amminoacidi, ammidi, ammonio e nitrati) confermando i risultati riscontrati da Roubelakis-Angelakis e Kliewer (1979). Limitatamente alla frazione ammidica e amminoacidica, la Gln costituisce circa il 77% del totale, l'Arg il 9,4%, l'Asp il 3,4%, il Glu il 2,0%, l'Hys l'1,3%, la Val l'1,2%, e la Phe il 0,9%. La somma di Asn, Gln, Arg, Tyr, Hys, Asp, Glu costituisce mediamente il 93% del totale. Tale valore è maggiore di quelli ricavabili, al netto della prolina da noi non quantificata, dai dati di Larcheveque e Casanova (1999) che variavano tra 59-77,5%.

Zuccheri

In una fase iniziale il pianto è particolarmente ricco di zuccheri (quasi 37000 $\mu\text{mol/L}$) poi la concentrazione cala di 30 volte fino a valori di circa 1360 $\mu\text{mol/L}$. Glucosio e fruttosio presentano concentrazioni notevoli, ma anche una forte variabilità attribuibile proprio ai diversi momenti di prelievo come già indicato in letteratura (Marangoni *et al.*, 1986) (tab. 2). Insieme, costituiscono circa il 90% della somma totale degli zuccheri e addirittura il 98% nella fase T0. Sono presenti anche il saccarosio e altri zuccheri minori come inositolo, ribosio, mannitolo, quebrachitolo, raffiniosio e sorbitolo, mentre ramnosio e trealosio non erano mai presenti in concentrazioni rilevabili. Andersen e Brodbeck (1989) riportano per *V. rotundifolia* livelli decisamente minori (pari a 13-76 $\mu\text{mol/L}$) di zuccheri totali: questi erano costituiti da glucosio, fruttosio, mannitolo e sorbitolo mentre non

Tab 2. Contenuti ($\mu\text{mol/L}$) di zuccheri nel pianto (N=12).

Tab 2. Sugar content ($\mu\text{mol/L}$) in bleeding sap (N=12).

| | Minimo (μM) | Mediana (μM) | Massimo (μM) |
|---------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| mannitolo | 14.4 | 21.4 | 47.2 |
| inositolo | 21.2 | 35.5 | 265 |
| sorbitolo | 0.5 | 1.7 | 62.2 |
| glucosio | 404 | 1056 | 21153 |
| fruttosio | 176 | 274 | 17836 |
| saccarosio | 11.0 | 92.2 | 151 |
| ribosio | 9.0 | 30.9 | 61.5 |
| raffiniosio | 2.1 | 10.3 | 16.4 |
| quebrachitolo | <4.2 | 18.9 | 57.9 |
| trealosio | <5.8 | <5.8 | <5.8 |
| ramnosio | <6.0 | <6.0 | <6.0 |

sono stati riscontrati inositolo e saccarosio.

Acidi organici

Gli acidi organici presenti in maggior quantità sono l'acido malico e l'acido citrico che insieme costituiscono circa il 75% del contenuto totale (tab. 3). Sono poi presenti anche tartarico, piruvico, succinico e fumarico mentre l'acido shikimico risulta quantificabile solo nella fase T0 nel vigneto B, peraltro in tutte e 4 le parcelle (valore medio 3.2 $\mu\text{mol/L}$). I contenuti di malico, citrico e tartarico sono in linea con i valori indicati da Glad *et al.*, (1992) e Andersen e Brodbeck, (1989). Questi ultimi riportano per *V. rotundifolia* valori maggiori di acido succinico.

A parità di fase (T1), il pianto del vigneto A è più ricco di acido citrico che di malico (rapporto malico/citrico = 0,5) mentre quello del vigneto B è caratterizzato da maggiori contenuti di ac. malico (rapporto = 2,7). Le differenze nei contenuti di malico e citrico tra i 2 vigneti sono risultate significative ($p < 0,05$) al test U di Mann-Whitney. Si può ipotizzare che la maggior produzione di acido citrico da parte delle piante del vigneto A, decisamente più calcareo, sia in relazione alla nota capacità di questo acido organico di favorire l'assorbimento di vari elementi minerali (es. P, Fe) in suoli con elevati contenuti di CaCO_3 .

Ioni minerali

Gli intervalli di concentrazione molare sono mostrati in Tab. 4. Come valore mediano, NO_3^- Cl^-

Tab 3. Contenuti ($\mu\text{mol/L}$) di acidi organici nel pianto (N=12).

Tab 3. Organic acids content ($\mu\text{mol/L}$) in bleeding sap (N=12).

| | Minimo (μM) | Mediana (μM) | Massimo (μM) |
|---------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Ac. tartarico | 356 | 538 | 984 |
| Ac. malico | 730 | 2560 | 4273 |
| Ac. citrico | 792 | 1144 | 1831 |
| Ac. piruvico | 394 | 451 | 493 |
| Ac. succinico | 22.5 | 61.5 | 131 |
| Ac. fumarico | 4.6 | 5.9 | 15.3 |

Tab 4. Contenuti ($\mu\text{mol/L}$) dei principali ioni inorganici nel pianto (N=12).

Tab 4. Inorganic ions content ($\mu\text{mol/L}$) in bleeding sap (N=12).

| | Minimo (μM) | Mediana (μM) | Massimo (μM) |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| NH_4^+ | 7.9 | 19.6 | 28.3 |
| NO_3^- | 28.2 | 68.8 | 487 |
| Cl^- | 64.4 | 175 | 445 |
| PO_4^{3-} | 122 | 176 | 246 |
| SO_4^{2-} | 46.9 | 125 | 203 |

PO₄³⁻ e SO₄²⁻ costituiscono rispettivamente il 17,1; 32,6; 30,6 e 19,7% della somma di anioni totale.

Lo ione ammonio e lo ione nitrato rappresentano rispettivamente circa il 2% e il 15% dell'N solubile totale confermando, come osservato da Roubelakis-Angelakis e Kliewer (1979), che la vite è una delle poche piante che trasporta a livello del succo xilematico grandi quantità di nitrati mentre l'ammonio rappresenta meno del 5 % dell'N solubile totale.

Elementi minerali

Quattro macroelementi costituiscono quasi il 98 % del contenuto totale sia nel pianto che nella linfa all'invaiaitura: K 50 e 66 %, Ca 34 e 22 %, Mg 11 e 7,2 % e P 3,4 e 2,7 % rispettivamente (tab. 5). Per quanto riguarda il pianto, seguono B 1,0 %, Na 0,89 %, Mn 0,27 %, e Zn 0,13 % mentre per la linfa all'invaiaitura seguono B 1,3 %, Na 0,33 %, Sr 0,22 %, Mn

0,10 % e Fe 0,09 %. Le concentrazioni determinate per il pianto sono in accordo sia con i dati riportati da Roubelakis-Angelakis e Kliewer (1979) per K, Ca che con quelli di Marangoni *et al.* (1986) per K, Ca e Mg mentre i valori di P da noi quantificati sono tendenzialmente più bassi. Glad *et al.* (1992) riportano valori comparabili di Ca e Mg ma in genere più alti di K. In *V. rotundifolia* sono riportati valori simili di Fe, Mn, Cu e Na ma in genere inferiori di P, K, Ca, Mg e Zn (Andersen e Brodbeck, 1989).

Nel pianto sono sempre analiticamente rilevabili Li, Be, V, Cr, Fe, Co, Ni, As, Rb, Y, Mo, Pd, Ag, Cd, Sb, Cs, Hf, Hg, Pb, Bi, Th e tutte le terre rare ma in concentrazioni inferiori a 1 µmoli/L mentre le concentrazioni di Se, Sn, Te, Ir, Au, Tl e U risultano sempre inferiori al limite di rilevamento strumentale. Da notare che il Fe è stato riscontrato solo al tempo T1 peraltro in basse concentrazioni e poi nella linfa

Tab 5. Range dei contenuti (µmoli/L) degli elementi minerali presenti anche in traccia nel pianto (N=12) e nella linfa raccolta al momento dell'invaiaitura (N=4). DL = limite di rilevamento

Tab 5. Range of mineral and elemental contents (µmoli/L) in bleeding sap (left, N=12) and in leaves sap collected at veraison (right, N=4). DL = detection limit

| | detection limit (DL) | Essudato al momento del pianto | | Linfa al momento dell'invaiaitura | |
|----|----------------------|--------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|
| | | Min (µM) | Max (µM) | Min (µM) | Max (µM) |
| Li | <0.001 | < DL | 0.219 | 0.033 | 0.049 |
| Be | <0.0002 | < DL | 0.0031 | 0.0003 | 0.0003 |
| B | <0.16 | 43.4 | 94.2 | 44.7 | 46.4 |
| Na | <0.06 | 29.1 | 110 | 9.63 | 16.2 |
| Mg | <0.13 | 433 | 1116 | 227 | 284 |
| Al | <0.055 | < DL | 1.92 | 0.262 | 0.294 |
| P | <0.03 | 180 | 315 | 88.9 | 112 |
| K | <0.13 | 2604 | 3634 | 2326 | 2454 |
| Ca | <0.26 | 1548 | 4196 | 666 | 798 |
| V | <0.0001 | < DL | 0.0018 | < DL | < DL |
| Cr | <0.002 | 0.002 | 0.029 | 0.018 | 0.031 |
| Mn | <0.001 | 10.4 | 31.8 | 3.30 | 4.17 |
| Fe | <0.032 | < DL | 0.060 | 2.97 | 4.00 |
| Co | <0.00003 | 0.003 | 0.005 | 0.004 | 0.005 |
| Ni | <0.0005 | 0.006 | 0.098 | 0.044 | 0.061 |
| Cu | <0.0007 | 0.272 | 2.91 | 1.11 | 1.87 |
| Zn | <0.001 | 3.39 | 14.9 | 1.37 | 1.76 |
| As | <0.0001 | < DL | 0.0081 | 0.0010 | 0.0012 |
| Se | <0.0001 | < DL | < DL | 0.0001 | 0.0002 |
| Rb | <0.00006 | 0.075 | 0.758 | 0.122 | 0.148 |
| Sr | <0.0004 | 0.940 | 1.94 | 7.21 | 8.29 |
| Y | <0.00001 | 0.00002 | 0.00030 | 0.0001 | 0.0002 |
| Mo | <0.00002 | 0.0012 | 0.0048 | 0.0028 | 0.0044 |
| Pd | <0.00001 | 0.00002 | 0.00038 | < DL | < DL |
| Ag | <0.00001 | 0.0009 | 0.0094 | 0.010 | 0.018 |
| Cd | <0.00002 | < DL | 0.00187 | < DL | < DL |

| | detection limit (DL) | Essudato al momento del pianto | | Linfa al momento dell'invaiaitura | |
|----|----------------------|--------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|
| | | Min (µM) | Max (µM) | Min (µM) | Max (µM) |
| Sn | <0.0001 | < DL | < DL | 0.0001 | 0.0003 |
| Sb | <0.00001 | 0.00003 | 0.00036 | 0.0004 | 0.0006 |
| Te | <0.00001 | < DL | < DL | < DL | < DL |
| Cs | <0.00001 | < DL | 0.0015 | < DL | < DL |
| Ba | <0.0001 | 0.361 | 1.36 | 1.23 | 1.42 |
| La | <0.00001 | 0.0001 | 0.0007 | 0.0001 | 0.0001 |
| Ce | <0.00001 | 0.00001 | 0.00040 | 0.0001 | 0.0001 |
| Pr | <0.00001 | < DL | 0.00009 | 0.00001 | 0.00001 |
| Nd | <0.00001 | 0.00002 | 0.00021 | 0.0001 | 0.0001 |
| Sm | <0.00001 | < DL | 0.00008 | 0.00001 | 0.00001 |
| Eu | <0.00001 | 0.00001 | 0.00003 | 0.00004 | 0.00005 |
| Gd | <0.00001 | < DL | 0.00002 | 0.00002 | 0.00002 |
| Dy | <0.00001 | < DL | 0.00003 | < DL | < DL |
| Ho | <0.00001 | < DL | 0.00005 | < DL | < DL |
| Er | <0.00001 | < DL | 0.00001 | < DL | < DL |
| Tm | <0.00001 | < DL | 0.00004 | < DL | < DL |
| Yb | <0.00001 | < DL | 0.00003 | 0.00001 | 0.00001 |
| Hf | <0.00001 | 0.00006 | 0.00033 | 0.00001 | 0.00002 |
| Ir | <0.00001 | < DL | < DL | < DL | < DL |
| Au | <0.00001 | < DL | < DL | < DL | < DL |
| Hg | <0.00002 | < DL | 0.00016 | 0.005 | 0.009 |
| Tl | <0.00001 | < DL | < DL | < DL | < DL |
| Pb | <0.00001 | 0.001 | 0.009 | 0.005 | 0.007 |
| Bi | <0.00001 | < DL | 0.00009 | < DL | < DL |
| Th | <0.00001 | 0.00035 | 0.00063 | < DL | < DL |
| U | <0.00001 | < DL | < DL | 0.00001 | 0.00002 |

all'invasatura in concentrazioni decisamente maggiori confermando quanto evidenziato da Andersen e Brodbeck (1989) i quali potevano rilevare il Fe in concentrazioni quantificabili solo nei campioni di essudato prelevati in aprile e non in marzo. Il Fe sembra quindi venir assorbito direttamente dal suolo in seguito allo sviluppo della chioma più di quanto non venga rimobilizzato al risveglio vegetativo dagli organi di riserva. Rispetto ai livelli misurati nelle zone minerarie o industriali troviamo concentrazioni di Pb e Cd circa 100 volte minori (Leita *et al.*, 1998). La concentrazione totale di elementi minerali è maggiore nel pianto (mediana 6,38 mmoli/l) che nella linfa (3,58 mmoli/l, test U Mann-Whitney, $p < 0,05$).

Esiste una correlazione positiva tra la composizione del pianto e quella della linfa raccolta all'invasatura ($R^2 = 0,860$; correlazione per ranghi di Spearman: $r_s = 0,972$, $p < 0,05$) (fig. 1) per i principali elementi nutritivi (B, Na, Mg, K, Ca, P, Mn, Fe, Cu, Zn). Particolarmente diversi sono comunque i contenuti di Fe presenti nei 2 essudati.

Conclusioni

Lo studio presenta prime evidenze di un'indagine sulla composizione in amminoacidi, ammidi, acidi organici, zuccheri, anioni, cationi, microelementi ed elementi in traccia presenti nell'essudato xilematico raccolto al momento del pianto in viti della cv. Chardonnay. Il contenuto minerale è stato analizzato anche sull'essudato raccolto all'invasatura. I dati, ricavati grazie ad analisi effettuate con tecniche moderne,

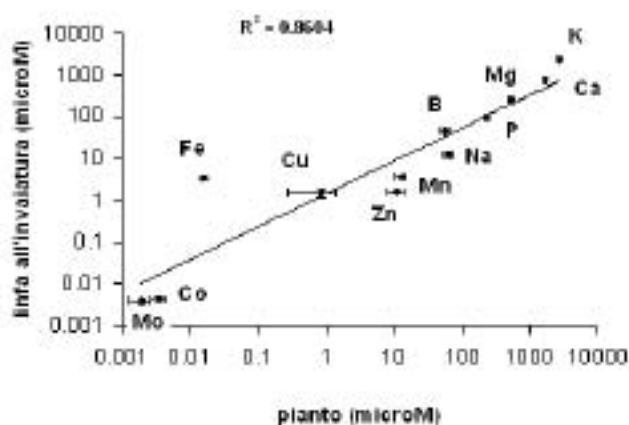


Fig 1 - Correlazione tra i contenuti dei principali macro- e micro-nutrienti (P, K, Mg, Ca, Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Na, Co) nel pianto (vigneto A, tempo T1) e nella linfa raccolta all'invasatura. Per ogni elemento sono rappresentati i valori medi e la deviazione standard (N=4).

Fig 1 - Relation between macro- and micro-nutrients content (P, K, Mg, Ca, Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Na, Co) in bleeding sap (vineyard A, time T1) and in xylem sap collected at veraison from leaves. For each element are shown mean value and standard deviation (N=4).

contribuiscono ad incrementare le incomplete conoscenze sull'argomento. Il presente lavoro è parte dell'attività di ricerca nell'ambito del Dottorato di Ricerca in Viticoltura Enologia e Marketing delle Imprese Vitivinicole dell'Università degli Studi di Padova (finanziato dalla Provincia di Treviso).

Riassunto

Sono stati quantificati amminoacidi, ammidi, zuccheri, acidi organici, ioni inorganici ed elementi minerali anche in traccia presenti nel pianto di vite cv Chardonnay. La composizione minerale del pianto è confrontata con quella dell'essudato fogliare raccolto all'invasatura. Il contenuto minerale risulta maggiore nel pianto che nella linfa fogliare e tra i 2 tipi di essudato si osserva una buona correlazione per i principali macro- e micro-nutrienti. Il Fe sembra venir assorbito direttamente dal suolo in seguito allo sviluppo della chioma più di quanto non venga rimobilizzato al risveglio vegetativo dagli organi di riserva.

Parole chiave: saccaridi, amminoacidi, anioni, acidi organici, minerali in tracce.

Bibliografia

- ANDERSEN P.C., BRODBECK B.V., 1989. *Chemical composition of xylem exudate from bleeding spurs of Vitis rotundifolia Noble and Vitis hybrid Suwannee in relation to pruning date.* American Journal of Enology and Viticulture, 40 (3): 155-160.
- APPLICATION NOTE ESA 1A-1. Carbohydrate analysis in beverages.
- APPLICATION NOTE AGILENT n° 5980-3088EN. Agilent Zorbax Eclipse AAA. Instruction for use.
- APPLICATION NOTE PHENOMENEX, 14841. Aliphatic acids using Synergi Fusion-RP.
- BOLLARD E.G., 1953. *The use of tracheal sap in the study of apple-tree nutrition.* Journal of Experimental Botany, 4: 363-368.
- DROGAMADJIAN A.D. 1975. *La variation du flux de cations minéraux dans les pleurs de la vigne comme moyen de diagnostic.* In: P. Kozma, D. Polyak, E. Hervay eds. Le Controle de l'Alimentation des plantes Cultivees, 3° Colloque Europeen et Mediterranéen, Akademia Kiado (Budapest): 693-699
- FERGUSON A.R., 1980. *Xylem sap from Actinidia chinensis: apparent differences in sap composition from the method of collection.* Annals of Botany, 46: 791-801.
- GLAD C., REGNARD J.L., QUEROU Y., BRUN O., MOROT-GAUDRY J.F., 1992. *Flux and chemical composition of xylem exudates from Chardonnay grapevines: temporal evolution and effect of recut.* American Journal of Enology and Viticulture, 43, 3: 275-282.
- LARCHER R., NICOLINI G. 2008. *Elements and inorganic anions in winemaking: analysis and applications.* In: R. Flamini ed., Hyphenated techniques in grape and wine chemistry: Wiley, (Chichester): 289-333.
- LARCHEVEQUE C., CASANOVA A., 1999. *Les principaux acides amines de la seve brute de Vitis vinifera L. var. Cabernet franc au cours du cycle vegetatif. Recherche d'un acide amine*

- marqueur*. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin, 33 (2): 49-55.
- LEITA L., MONDINI C., DE NOBILI M., SIMONI A., SEQUI P., 1998. *Heavy metal content in xylem sap (Vitis vinifera) from mining and smelting areas*. Environmental monitoring and Assessment, 50: 189-200.
- LIANG J., ZHANG J., 1997. *Collection of xylem sap at flow rate similar to in vivo transpiration flux*. Plant Cell Physiology, 38 (12): 1375-1381.
- MARANGONI B., VITAGLIANO C., PETERLUNGER E., 1986. *The effect of defoliation on the composition of xylem sap from Cabernet franc grapevines*. American Journal of Enology and Viticulture, 37 (4): 259-262.
- NICOLINI G., LARCHER R., FIORINI M., 2002. *Indagine sulla composizione in anioni inorganici di mosti e vini*. Rivista di Viticoltura ed Enologia, 55 (2-3): 3-19.
- PEUKE A., 2000. *The chemical composition of xylem sap in Vitis vinifera L. cv. Riesling during vegetative growth on three different Franconia vineyard soils and as influenced by nitrogen fertilizer*. American Journal of Enology and Viticulture, 51 (4): 329-339
- PRIESTLEY J.H., WORMALL A., 1925. *On the solutes exuded by root pressure from vines*. New Phytologist, 24 (1): 24-38
- PRIMA-PUTRA D., BOTTON B., 1998. *Organic and inorganic compounds of xylem exudate from five woody plants and the stage of bud breaking*. Journal of Plant Physiology, 153: 670-676.
- ROUBELAKIS-ANGELAKIS K.A., KLIEWER W.M., 1979. *The composition of bleeding sap from Thompson seedless grapevines as affected by nitrogen fertilization*. American Journal of Enology and Viticulture, 30 (1): 14-18.