

# Avvizzimento degli acini d'uva, perdita d'acqua e morte cellulare: una sfida crescente per i coltivatori nel contesto del cambiamento climatico

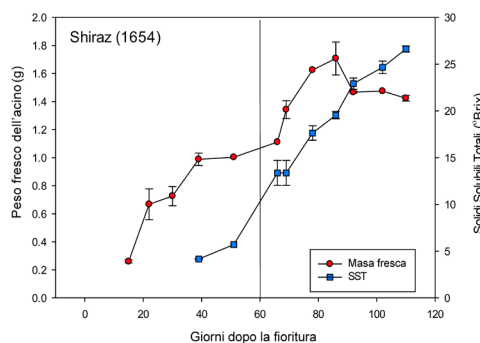
>>> La disidratazione degli acini a maturazione tardiva è un fenomeno importante che si verifica attraverso la perdita d'acqua dell'acino dovuta all'alterazione del bilancio idrico del frutto quando la traspirazione e il gradiente di pressione nel trasporto d'acqua alla pianta superano l'importazione di acqua nell'acino attraverso il floema e lo xilema. L'appassimento degli acini può avere un impatto economico significativo, riducendo le rese più del 25 % con conseguenze sulla composizione degli acini e sul vino prodotto. Si prevede che la sua incidenza e le conseguenze aumenteranno a causa del cambiamento climatico in corso, a causa dello slittamento dello sviluppo dell'uva e della sua maturazione in periodi più caldi (caratterizzati da ondate di calore ed eventi di siccità). <<<

L'avvizzimento degli acini è un fenomeno di perdita di peso delle uve che può verificarsi durante vari stadi di sviluppo, o prima dell'invasatura, già alla fioritura (colpendo gli ovari del fiore) o dopo l'invasatura. Sia le varietà rosse che quelle bianche (Cabernet Sauvignon, Zweigelt, Barbera, Grenache, Semillion, Sauvignon blanc, Shiraz e altre cultivar) hanno dimostrato di essere delle varietà predisposte all'avvizzimento degli acini<sup>1</sup>. In letteratura sono riportati quattro tipi di avvizzimento;

- 1/ Scottature solari prima o dopo l'invasatura, con conseguente scarso sviluppo del colore nelle varietà rosse in casi gravi<sup>2</sup>;
- 2/ Disidratazione del frutto a fine stagione (LSD), caratterizzata da morte cellulare del mesocarpo della bacca e perdita d'acqua che comporta un aumento della concentrazione di solidi solubili totali (SST);
- 3/ Necrosi del gambo del grappolo caratterizzata da tessuto necrotico del rachide che colpisce le punte, le spalle o anche l'intero grappolo. La necrosi del grappolo può manifestarsi direttamente dalla fioritura o successivamente dopo l'invasatura, con diversi impatti sulla composizione dell'uva;
- 4/ Alterazione dell'accumulo di zucchero con conseguente ammorbidimento e deformazione dell'acino che presenterà una riduzione del peso, ridotto tenore in antociani e basso accumulo di zucchero.

La tipologia più comune di avvizzimento nei climi più caldi è l'LSD. Sebbene l'LSD sia variabile tra stagioni, siti e vigneti, sembra essere accelerato da temperature più elevate, dal VPD (*Air Vapour Pressure Deficit*: deficit della tensione di vapore) più alto, da vincoli idrici e/o stress e da un'eccessiva esposizione al sole del grappolo. L'LSD può essere attribuito alla disidratazione e alla perdita di vitalità delle cellule del frutto che si traduce in perdite di resa, qualità e redditività<sup>3</sup>. Chou *et al.*<sup>4</sup> (2018) hanno riferito che l'LSD può causare una riduzione del peso delle bacche fresche del 30-70 % sull'uva Shiraz.

La maggior parte delle pubblicazioni sullo sviluppo delle bacche presenta i risultati ottenuti su campioni misti di uve, in varie fasi di sviluppo (Figura 1). Sebbene richiedano molto tempo, le analisi delle caratteristiche dei singoli acini

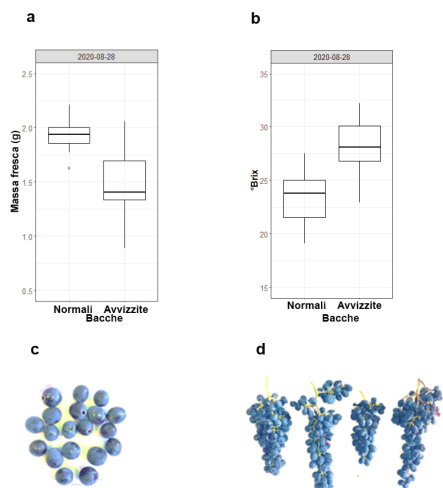


**Figura 1.** Variazioni del peso fresco delle bacche e dei solidi solubili totali in funzione del tempo sulla varietà Shiraz coltivata in un clima caldo. La perdita di peso fresco si verifica in genere intorno agli 80-90 giorni dopo la fioritura. A causa della perdita di acqua dalle bacche, gli zuccheri si concentrano e aumentano ulteriormente i solidi solubili totali.

come i solidi solubili totali (SST), la massa fresca (g), gli acidi organici, l'ossigeno istologico e la morte cellulare/quantità di ossigeno interno delle bacche sono un prerequisito per migliorare la comprensione dell'accumulo dei metaboliti e la loro perdita nelle diverse fasi di sviluppo delle bacche. Questo articolo presenta alcuni risultati originali relativi all'LSD ottenuti analizzando singole bacche di vari grappoli di Shiraz.

Le bacche singole iniziano a accumulare lo zucchero dall'inizio dell'invasatura (ammorbidimento delle bacche) fino a quando la quantità di zucchero per bacca raggiunge un plateau dopo circa 26 giorni<sup>5</sup>. Il plateau si ha generalmente ad una concentrazione di circa 1-1,2 Molare (10-12 % in alcool potenziale; 18-20°Brix), indipendentemente dalla varietà. Parallelamente all'accumulo di zucchero (ma non necessariamente con una relazione lineare), il volume del frutto aumenta grazie all'accumulo d'acqua.

Dal plateau dell'accumulo di zucchero nelle bacche (seconda fase di maturazione delle bacche), l'aumento della concentrazione di zucchero (°Brix) è dovuto principalmente alla perdita d'acqua dalle stesse<sup>6</sup>. Poiché il bilancio idrico della bacca non è più equilibrato tra carico d'acqua e traspirazione o gradiente di pressione nello xilema, la bacca potrebbe essere soggetta ad avvizzirsi in alcune varietà come Shiraz. Pertanto, la concentrazione di zucchero della bacca è risultato di un'equazione tra la quantità totale di zucchero che è stata accumulata (mg/bacca) e il volume della bacca. Un recente studio su singole bacche di Shiraz normali e avvizzite, campionate tutte sugli stessi grappoli alla stessa data (vigneto Montpellier dell'Institut Agro; viti allevate in posizionamento verticale dei germogli, in fertirrigazione), illustra bene la perdita di massa complessiva delle bacche fresche mentre i °Brix aumentano nelle bacche avvizzite, rispetto alle bacche normali (Figura 2). I risultati rivelano una relazione significativa ma debole tra la massa fresca della singola bacca e la sua concentrazione di zucchero, espressa in °Brix sia per le bacche normali che per quelle avvizzite (Figura 3), confermando i recenti risultati pubblicati<sup>7</sup>. È stato dimostrato che l'ipossia (basso contenuto d'ossigeno) nel mesocarpo della bacca (figura 4) può contribuire all'insorgenza della morte cellulare<sup>3</sup>. Studi precedenti hanno dimostrato che le temperature elevate e un'irrigazione insufficiente possono intensificare l'entità della morte cellulare e della disidratazione delle bacche, che può essere migliorata con l'ombreggiatura.

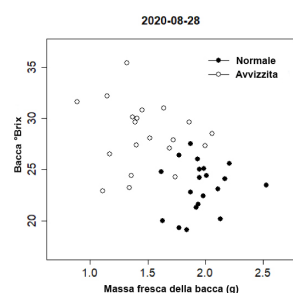


**Figura 2.** Boxplot che rappresenta la massa fresca della bacca (a) e il valore di °Brix (concentrazione di zucchero) (b) delle singole bacche normali (c) e delle bacche avvizzite (d). Ciò illustra la perdita di peso complessiva delle bacche e l'incremento dei °Brix per le bacche avvizzite rispetto alle bacche normali.

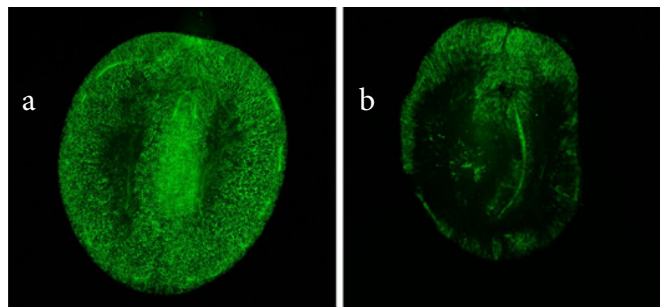
L'avvizzimento delle bacche ha un profondo effetto sull'uva Shiraz e sulla composizione del vino, tuttavia le variazioni dipendono dal tipo di avvizzimento<sup>4</sup>. I vini ottenuti da uve in cui l'80 % degli acini era influenzato dall'LSA avevano livelli alcolici significativamente più alti (oltre 1 % vol), un aumento della tonalità del vino e dell'età chimica e una diminuzione della densità del colore. Un aumento della tonalità del vino corrisponde a un'evoluzione del colore del vino dal viola all'arancio, mentre l'età chimica del vino indica il grado di polimerizzazione tra antociani e tannini. Perciò, l'LSA accentua l'evoluzione del colore nei vini rossi e, a sua volta, riduce il potenziale d'invecchiamento del vino. Inoltre, gli antociani sono inferiori nei vini ottenuti da uve avvizzite<sup>4</sup>. L'LSA altera inoltre la composizione volatile del vino, diminuendo le concentrazioni di alcuni acetati degli alcoli superiori e del beta-damascenone (esaltatore dell'aroma fruttato) mentre aumenta le concentrazioni di  $\gamma$ -nonalattone e massoia lattone. Entrambi i composti sono noti per contribuire agli aromi di frutta matura e prugna essiccata nei vini rossi prematuramente invecchiati. Infine, l'LSA influenza le caratteristiche sensoriali del vino. I vini prodotti con uve affette da LSA sono caratterizzati da una maggiore percezione delle note di frutta cotta e sono più alcolici e astringenti<sup>2</sup>. In generale, composti come gamma-nonalattone, massoia lattone, furaneolo, omofuraneolo, 3-metil-2,4-nonandione e (Z)-1,5-ottandien-3-one sembrano contribuire al carattere di frutta secca nei vini ottenuti da uve disidratate<sup>2</sup>. Va notato che la maturità tardiva non è sempre accompagnata da bacche avvizzite e alte concentrazioni di marcatori chimici legati agli aromi di frutta secca.

### ■ Quindi, che possiamo fare per limitare/evitare la perdita d'acqua delle bacche post-invasatura e, infine, ridurre l'avvizzimento?

• Proteggere la zona del grappolo con le foglie per limitare la traspirazione dell'acino e migliorare il microclima del grappolo in termini di VPD (deficit di tensione di vapore).



**Figura 3.** La relazione tra la massa fresca di un acino e il valore °Brix (concentrazione zuccherina) della stessa bacca è significativa, ma non molto stretta, per gli acini normali e gli acini avvizziti. Ciò illustra: i) la complessa interazione tra il contenuto di zucchero della bacca e il volume della bacca; ii) per una data di campionamento specifica, questi parametri non sono gli stessi perché tutti gli acini non sono allo stesso livello di sviluppo-maturazione.



**Figura 4.** Immagini fluorescenti della superficie della sezione della bacca (taglio longitudinale attraverso l'asse centrale della bacca) colorate con diacetato fluorescente (FDA). Le cellule vitali intatte mostrano un verde fluorescente. Una bacca turgida che mostra cellule sane e intatte all'interno del mesocarpo in (a). Una bacca avvizzita che mostra ampie aree scure che indicano la morte cellulare. Scala: 2 mm.

Tuttavia, si deve anche considerare che le viti eccessivamente vigorose possono subire un maggiore stress idrico in condizioni di caldo intenso se l'assorbimento delle radici è insufficiente per soddisfare la domanda di acqua della vite. Applicare un leggero vincolo idrico dall'acino all'invasatura per forzare la vite e i suoi grappoli ad adattarsi al vincolo idrico durante la stagione (gli acini più piccoli rischiano di subire una minore perdita di peso totale). Proteggere la vite con l'irrigazione prima di un'ondata di calore per limitare la perdita d'acqua delle bacche, tenendo presente che dopo il plateau dell'accumulo di zucchero nelle bacche, l'irrigazione potrebbe non ridurre la perdita d'acqua (Tuttavia, è stato dimostrato che la pioggia durante la fase di avvizzimento può rallentare il tasso di perdita di peso per assorbimento diretto d'acqua attraverso la buccia). Proteggere le viti ombreggiando o applicando filtri solari (come il caolino). ■

Alain Deloire<sup>1</sup>, Suzy Rogiers<sup>2</sup>, Katja Šuklje<sup>3</sup>, Guillaume Antalick<sup>4</sup>, Xiao Zeyu<sup>5</sup>, Anne Pellegrino<sup>1</sup>,  
 1 Montpellier University, L'Institut Agro (SupAgro-IHEV), France  
 2 NWGIC, Department of Primary Industries-NSW, Australia  
 3 Agricultural Institute of Slovenia, Slovenia  
 4 University of Nova Gorica, Vipava, Slovenia  
 5 ARC Training Centre for Innovative Wine Production, National Wine and Grape Industry Centre, Charles Sturt University, Australia

1 Šuklje K., Zhang X., Antalick G., Clark A.C., Deloire A., & Schmidtke L.M., (2016). Berry Shriveling Significantly Alters Shiraz (*Vitis vinifera* L.) Grape and Wine Chemical Composition, *J. Agric. Food Chem.*, 64, 870–880, DOI:10.1021/acs.jafc.5b05158  
 2 Allamy, Darriet & Pons, 2017. Molecular interpretation of dried-fruit aromas in Merlot and Cabernet Sauvignon musts and young wines: Impact of over-ripening. *Food Chemistry*, 266, 245-253. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.06.022  
 3 Xiao, Z., Liao, S., Rogiers, S. Y., Sadras, V. O. & Tyerman, S. D., (2018). Effect of water stress and elevated temperature on hypoxia and cell death in the mesocarp of Shiraz berries, *Australian Journal of Grape and Wine Research* 24, 87-497,, <https://doi.org/10.1111/ajgw.12363>  
 4 Chou, H.-C., Šuklje, K., Antalick, G., Schmidtke, L. M., & Blackman, J. W., (2018). Late-season Shiraz berry dehydration that alters composition and sensory traits of wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 66(29), 7750-7757. doi: 10.1021/acs.jafc.8b01646  
 5 Shahood R., Torregrosa L., Savoie S., Romieu C. (2020). First quantitative assessment of growth, sugar accumulation and malate breakdown in a single ripening berry, *Oeno One*, 4, 1077-1092, DOI:10.20870/oeno-one.2020.54.4.3787  
 6 Rogiers, S. Y., Greer, D. H., Hatfield, J. M., Orchard, B. A. & Keller, M., (2006). Solute transport into Shiraz berries during development and late-ripening shrinkage. *American Journal of Enology and Viticulture* 57, 73-80.  
 7 Triolo, R., Roby, J. P., Plaia, A., Hilbert, G., Buscemi, S., Di Lorenzo, R., & van Leeuwen, C. (2018). Hierarchy of factors impacting grape berry mass: separation of direct and indirect effects on major berry metabolites. *American Journal of Enology and Viticulture*, 69(2), 103-112.