

# Metaboliti primari e secondari della bacca in risposta all'esposizione alla luce solare e alla temperatura nella zona del grappolo

>>> La composizione chimica degli acini al momento della raccolta, la quale influenzerà lo stile di vino ottenuto, è determinata da complessi processi fisiologici che si verificano durante lo sviluppo del frutto dell'allegazione fino alla maturazione, e ciò è strettamente legato a fattori ambientali e di gestione delle colture. Tra tali fattori, le condizioni climatiche in prossimità dei grappoli (cioè il microclima), come la luce e la temperatura, sono ben note per influenzare la fisiologia del frutto a livello della buccia, della polpa e dei semi. Questo articolo presenterà l'impatto del diradamento fogliare nella zona del grappolo al fine di modificare il microclima e la composizione degli acini. <<<

## ■ Il microclima della vite dipende dalle proprietà fisiche del vigneto e dalla sua gestione

I vigneti possono subire variazioni significative dei fattori abiotici come luce solare, temperatura, acqua, vento e umidità dell'aria in dipendenza da:

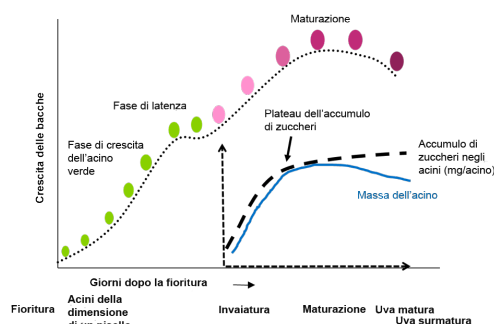
- topografia
- orientamento dei filari
- densità di piantagione
- sistemi di allevamento e potatura
- dimensioni/volume della chioma: altezza e densità

Dovrebbe essere considerata anche la variabilità delle caratteristiche del suolo (profondità, struttura, composizione e tessitura) in quanto essa determina l'architettura radicale e dunque l'assimilazione di acqua e sostanze nutritive da parte della pianta.

## ■ Quali sono gli obiettivi della defogliazione nella zona intorno al frutto?

La letteratura è spesso controversa circa l'effetto della luce solare (esposizione versus ombreggiamento delle bacche) sull'accumulo o sulla degradazione dei metaboliti primari e secondari nell'uva. Quando si studiano gli effetti della luce solare sulla composizione degli acini, è necessario considerare sia la parte esterna che quella interna del grappolo (cioè rivolta verso l'interfila o la chioma). In effetti, si prevede che la composizione del frutto si basi sulla distribuzione spaziale degli acini all'interno di un grappolo specificamente correlata all'entità dell'esposizione, piuttosto che sulla posizione dell'acino nel grappolo dall'alto verso il basso<sup>1</sup>.

I metaboliti primari e secondari degli acini d'uva cambiano drasticamente durante lo sviluppo e quindi gli studi fenologici (fase di crescita dell'acino verde, invaiatura, maturazione e senescenza) permettono di ottenere numerose informazioni (figura 1). Inoltre, lavorando specificamente sulle bacche, Shahood *et al.*, (2015)<sup>2</sup> hanno dimostrato che dopo l'invaiatura, il contenuto d'acqua, zucchero e acidi organici varia notevolmente tra i grappoli e anche tra le bacche all'interno di uno specifico grappolo. Parte di questa eterogeneità ha origine molto prima della maturazione degli acini, già durante la fioritura e l'allegazione degli acini. Quando applicare la defogliazione?



**Figura 1.** Dall'inizio dell'invaiatura (cioè il rammollimento della bacca) la fase di maturazione è suddivisa in due fasi: precedente e successiva al plateau dell'accumulo degli zuccheri (in mg/acino) (adattato da Carbonneau *et al.*, 2020)<sup>3</sup>.

## ■ Fase di crescita dell'acino verde: impatto della luce e della temperatura

La rimozione delle foglie durante la fase in cui le bacche hanno le dimensioni di un pisello (dopo la fioritura e l'allegazione) è interessante perché importanti composti si accumulano solo durante la fase di crescita della bacca nella fase verde e l'intensità della luce solare (LS) potrebbe influire sul loro accumulo/degradazione (figura 2). La risposta della rimozione delle foglie sulla composizione dell'uva dipende fortemente da altri fattori biotici (varietà, cloni) e abiotici (acqua, azoto), ma è possibile evidenziare alcune tendenze generali. Le informazioni seguenti sono estratte dalla letteratura e dalle nostre ricerche e sperimentazioni<sup>4,5,6</sup>:

### • Effetto potenziale della Luce Solare (LS)

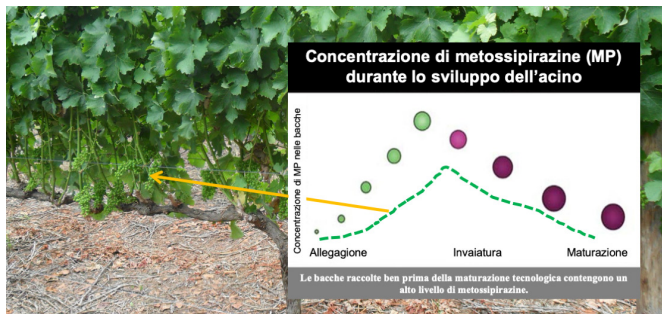
- Acidi organici: nessun effetto della LS
- Tannini: nessun effetto della LS
- Flavonoli: la LS stimola la biosintesi
- Pirazine: la LS riduce l'accumulo di IBMP
- Rotundone: nessuna chiara tendenza dell'effetto della LS
- Carotenoidi e Norisoprenoidi (NI): la LS stimola i carotenoidi e a sua volta l'accumulo di NI come TDN e B-ionone alla raccolta, risulta meno chiaro l'impatto sul Beta-Damascenone
- Monoterpeni: la LS stimola l'accumulo
- Tioli volatili: la LS favorisce l'accumulo di precursori di tioli volatili
- Composti C6: nessun effetto evidente della LS
- Gli esteri sono composti derivati dal lievito, ma la rimozione precoce delle foglie può aumentare il loro livello nel vino bianco modificando la fonte nutritiva per il lievito, presente nel mosto d'uva alla raccolta
- Peso delle bacche: nessun effetto della LS tranne le scottature solari

### • Effetto potenziale della temperatura (T)

L'aumento della luce solare LS a livello del grappolo potrebbe portare ad un aumento della temperatura degli acini, la cui entità dipenderà dalla varietà, dalla topografia del sito (mesoclima) e dall'orientamento delle file. Pertanto, dovrebbe essere considerata l'interazione tra la luce e la temperatura. I potenziali effetti della temperatura sono riassunti di seguito considerando principalmente lo stadio fenologico di crescita dell'acino durante la fase verde<sup>4,5,6</sup>:

- Acidi organici: effetto negativo dell'alta T > 35 °C
- Tannini: nessun effetto della T tranne il caldo estremo, che provoca una diminuzione dei tannini della buccia

- Flavonoli: nessun effetto della T
- Pirazine: alta T > 35 °C riduce l'accumulo di IBMP
- Rotundone: minore accumulo ad alta T
- Carotenoidi: nessun effetto della T
- Tioli volatili: T alta tende ad abbassare i tioli
- Massa della bacca: una temperatura elevata > 40 °C può favorire la perdita di acqua/avvizzimento delle bacche, a seconda dello stato idrico della vite. Detto questo, la perdita di acqua nei frutti può verificarsi anche a bassa temperatura.
- Effetto elevato di alte T/ ondate di calore sulla morte cellulare nella regione centrale della bacca durante la maturazione



**Figura 2.** Illustrazione della rimozione precoce delle foglie intorno ai grappoli durante lo stadio dell'acino a dimensione di pisello (Sauvignon blanc). L'aumento della luce solare a livello del grappolo consente di ridurre la concentrazione di IBMP nei tessuti degli acini prima e dopo l'invaiaura (ispirato dal lavoro di Roujon de Boubee D.).

## ■ Invaiaura e maturazione: effetto della luce e della temperatura

Dall'invaiaura in poi (intorno ai 6 °Brix) il frutto accumula zuccheri quotidianamente. Ciò è concomitante con un aumento del volume delle bacche dovuto all'ingresso di acqua<sup>2</sup>. Una bacca può accumulare fino a 0,8-1,2 moli di zucchero (equivalente a una media di 10,5-11 % di alcol potenziale) e interrompe l'aumento della concentrazione zuccherina una volta raggiunta la maturità<sup>2</sup>. Ciò significa che dopo la fase d'accumulo dello zucchero negli acini, l'aumento della concentrazione zuccherina è dovuta alla perdita di acqua dalla bacca (traspirazione e flusso d'acqua verso la pianta). Pertanto, quando si studia l'effetto della luce solare sull'evoluzione dei metaboliti delle bacche, durante la maturazione è necessario considerare due fasi (figura 1): antecedente e successiva rispetto al plateau di accumulo degli zuccheri nelle bacche<sup>7</sup>. La rimozione tardiva delle foglie (RTF) (durante l'invaiaura) può stimolare la biosintesi o la degradazione dei principali metaboliti attraverso il suo impatto sull'esposizione delle bacche alla luce e alla T. Tuttavia, la RTF dovrebbe essere eseguita con attenzione ed è necessario valutare il rischio di scottature e avvizzimento, poiché in questa fase le bacche sono più sensibili alla disidratazione.

- Antociani: una LS alta stimola la biosintesi e lo sviluppo del colore degli acini mentre una LS bassa porta a vini rossi con intensità colorante inferiore. Ovviamente va considerata l'estrazione/diffusione degli antociani durante il processo di vinificazione.
- Metoxipirazine: sebbene la RTF favorisca la loro degradazione, l'effetto della defogliazione precoce sull'accumulo di IBMP è più intenso
- Altri metaboliti aromatici dell'uva: l'effetto della RTF non è ben compreso in quanto la maggior parte degli studi ha limitato le proprie indagini all'impatto della defogliazione prima dell'invaiaura e al mantenimento della defogliazione dopo l'invaiaura. La disidratazione delle bacche a fine stagione (DFS) influenza il pool di composti aromatici dell'uva e del vino diminuendo

significativamente il livello di Beta-Damascenone (NI) e di esteri (attraverso effetti sul lievito durante la fermentazione). Al contrario, la DFS favorisce l'accumulo di composti C<sub>6</sub> e metaboliti coinvolti nella percezione del carattere di confettura come furanoni e lattoni.

## ■ Messaggio da ricordare

La rimozione delle foglie nella zona intorno al frutto è un potente strumento/pratica colturale per migliorare/modificare la composizione dell'uva, del vino e di conseguenza lo stile del vino. Ciò significa che da un determinato vigneto è possibile produrre diversi stili di vino/vini con diversa tipicità aumentando la luce solare a livello del grappolo. Quando si applica la defogliazione per modulare la composizione del frutto, è necessario considerare lo stadio fenologico della bacca. A questo proposito, lo stadio fenologico più appropriato per aumentare la luce solare a livello di grappolo corrisponde alla fase in cui gli acini hanno le dimensioni di un pisello. La rimozione delle foglie applicata prima della fioritura potrebbe aiutare a ridurre la densità del grappolo riducendo il numero di fiori e ad aumentare l'aerazione del grappolo per migliorare le condizioni sanitarie e aiutare a ridurre la muffa (*Botrytis cinerea*). La rimozione delle foglie all'invaiaura può anche ridurre i marciumi del grappolo e aumentare il colore delle bacche (stimolando la biosintesi degli antociani per le varietà rosse).

Le interazioni tra i fattori abiotici, il frutto e la composizione del vino, inclusi i profili aromatici, sono complesse e, a parte alcuni composti come IBMP (Sauvignon blanc, Merlot, Cabernet Sauvignon), terpenoli (varietà bianche...), TDN (Riesling...) per i quali la LS e la T influenzeranno i profili aromatici del vino, è difficile prevedere l'impatto del microclima intorno ai grappoli sugli stili di vino. ■

Alain Deloire<sup>1</sup>, Suzy Rogiers<sup>2</sup>, Guillaume Antalick<sup>3</sup>, Anne Pellegrino<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Montpellier University, L'Institut Agro (SupAgro-IHEV), France

<sup>2</sup> NSWGIC, Department of Primary Industries-NSW, Australia

<sup>3</sup> University of Nova Gorica, Vipava, Slovenia

1 Reshef N., Walbaum N., Agam N., and Fait A., 2017. Sunlight Modulates Fruit Metabolic Profile and Shapes the Spatial Pattern of Compound Accumulation within the Grape Cluster, *Front. Plant Sci.*, <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00070>

2 Shahood R., Rienth M., Torregrosa L., Romieu C. (2015) Evolution of grapevine (*Vitis vinifera* L.) berry heterogeneity during ripening. *19<sup>th</sup> Int. Symp. GIESCO*, 1-5 June, Gruissan, France.

3 Carbonneau A., Torregrosa L., Deloire A., Pellegrino A., Pantin F., Romieu C., Ojeda H., Jaillard B., Méta A., Abbal P., 2020. *Traité de la Vigne, Physiologie-Terroir-Culture*, Dunod Editeur, Paris, France, ISBN 978-2-10-079857-5, 689 p.

4 Gouot J.C., Smith J.P., Holzapfel B.P., Barril C., 2019. Grape Berry Flavonoid Responses to High Bunch Temperatures Post Véraison: Effect of Intensity and Duration of Exposure, *Molecules*, 24, 4341; doi:10.3390/molecules2423434

5 Blanquaert E. H., Oberholster A., Ricardo-da-Silva J.M., Deloire A.J., 2019. Effects of Abiotic Factors on Phenolic Compounds in the Grape Berry – A Review, *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, Vol. 40, No. 1.

6 Suklje K., Lisjak, K., BašaCesnik H., Janeš L., Du Toit W., Coetzee Z., Vanzo A., Deloire A., 2012. Classification of Grape Berries According to Diameter and Total Soluble Solids To Study the Effect of Light and Temperature on Methoxypyrazine, Glutathione, and Hydroxycinnamate Evolution during Ripening of Sauvignon blanc (*Vitis vinifera* L.), *J. Agric. Food Chem.*, 60, 9454–9461/9456

7 Suklje, K., Antalick, G., Meeks, C., Blackman, J. W., Deloire, A. & Schmidtke, L. M., 2017. Grapes to wine: the nexus between berry ripening, composition and wine style, *International Society for Horticultural Science (ISHS)*, Leuven, Belgium, pp. 43-50, <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1188.6>