IVES Technical Reviews
vigna & vino

https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2025.8497

Vinificazione in provetta: una metodologia per la caratterizzazione enologica ad alta produttività di vini bianchi ottenuti da uve raccolte da singole viti

Patricia Claudel✉[1], Vincent Dumas[1], Cécile Thibon[2], Gregory Lemarquis[3], Nathalie Jaegli[1], Ana Sivsivadzé[1], Raymonde Baltenweck[1], Philippe Hugueney[1], Éric Duchêne[1]

[1] Université de Strasbourg, INRAE, UMR SVQV, 68000 Colmar, France,
[2] Université de Bordeaux, INRAE, Bordeaux Sciences Agro, Bordeaux INP, UMR Œnologie, ISVV, 33882 Villenave d'Ornon, France,
[3] INRAE, UEAV, 68000 Colmar, France

Per secoli, l'aroma dell'uva ha rappresentato un elemento chiave nella selezione delle varietà di vite[1] e continua a essere un fattore determinante nella qualità del vino. Tuttavia, la sola analisi della composizione dell'uva non è sufficiente per prevedere con accuratezza la qualità e le caratteristiche del vino finale. Sebbene numerosi studi abbiano indagato le basi genetiche della biosintesi degli aromi dell'uva[2] e nonostante l'aumento delle conoscenze sulla composizione del vino, le basi genetiche della diversità dei suoi composti aromatici restano relativamente inesplorate. Al fine di esaminare la relazione tra la variabilità genetica e i composti aromatici in un ampio numero di genotipi di vite, abbiamo sviluppato un metodo di vinificazione in provetta (VP), su piccola scala e ad alta efficienza per la produzione di vini bianchi a partire da uve raccolte da singoli ceppi di vite.

Contesto e obiettivi dello studio

I vini sperimentali sono generalmente prodotti in damigiane da 10 a 25 litri, ma questa scala non è idonea per studi genetici che coinvolgono centinaia di genotipi. Per questo motivo, è necessario sviluppare un metodo semplice e standardizzato, applicabile su scala molto più ridotta, che consenta una caratterizzazione enologica di vini bianchi
altamente efficace. A tal fine, abbiamo sviluppato un protocollo specifico per la produzione di vini bianchi utilizzando meno di 100 ml di mosto. Il metodo VP è stato testato su varietà di vite commerciali e su genotipi di una progenie biparentale, coprendo un'ampia gamma di profili aromatici. I vini ottenuti sono stati analizzati attraverso parametri enologici standard e mediante GC-MS per la quantificazione dei composti volatili.

Produzione di vino bianco su piccola scala e ad alta produttività

Sono stati raccolti da 1 a 2,5 kg di uva da una selezione di varietà di vite commerciali (Riesling, Gewurztraminer, Chardonnay, Chasselas, Floreal e Moscato bianco a piccoli acini) e da quattro genotipi selezionati dalla progenie di un incrocio biparentale tra Riesling e Gewurztraminer[3], al fine di coprire un'ampia gamma di profili aromatici. I mosti sono stati ottenuti dalla pressatura degli acini mediante un setaccio automatico C80® (ROBOT COUPE SNC, Vincennes, Francia), e prima della loro centrifugazione (3500 giri/min, 10 min) sono stati addizionati di SO_2 alla dose di 6 g/hl di

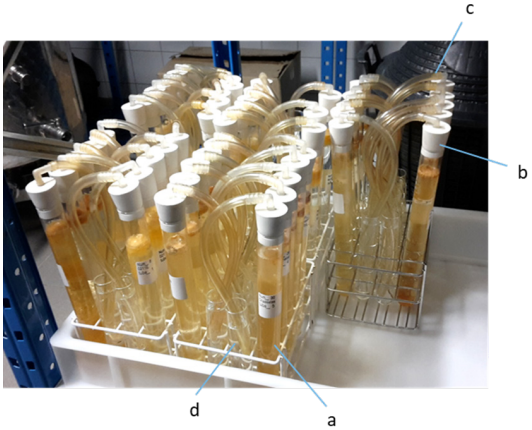


FIGURA 1. Impostazione sperimentale della vinificazione in provetta. 85 ml di mosto sono stati trasferiti in provette di vetro da 100 ml (a) sigillate con tappo di gomma (b) munite di un tubo flessibile (c) la cui estremità è stata immersa in un tubo pieno d'acqua (d) per evitare l'ossidazione del vino durante la fermentazione.

Dopo 24 ore di decantazione a 10 °C e travaso, i mosti chiarificati sono stati arricchiti con i) mosto concentrato rettificato per ottenere una concentrazione alcolica finale del 12,5 % e ii) fosfato biammonico per garantire 200 mg/l di azoto assimilabile. Successivamente, i mosti sono stati inoculati con il ceppo di lievito Levulia® GC (AEB-France, Sigolsheim, Francia).
Il mosto di ciascuna varietà è stato suddiviso in cinque provette da 85 ml per la fermentazione, che è stata condotta a 22 °C in un ambiente a temperatura controllata (Figura 1). Al termine della fermentazione, i vini prodotti sono stati stabilizzati con 8 g/hl di SO_2 e conservati a 10 °C in cella frigorifera fino all'analisi.
Per allestire 50 VP é stata necessaria un'area di 0,3 m². Due persone si sono occupate delle operazioni prefermentative, tra cui diraspatura, pigiatura, estrazione del mosto, decantazione e inoculo. Il processo di vinificazione è stato monitorato da una sola persona.

Valutazione dei parametri enologici

Tutte le fermentazioni effettuate con il metodo VP sono arrivate quasi a secco nell'arco di 25 giorni. I valori dei parametri enologici (pH,

TABELLA 1. Medie ± deviazioni standard (n = 5, tranne che per il Moscato, n = 3) per i parametri enologici dei vini ottenuti mediante le vinificazioni in provetta (VP).

Varietà o genotipo	pH	Glucosio + Fruttosio (g/l)	Grado alcolico (% v/v)
Chardonnay	$3.30^{d*} \pm 0.02$	$1.44^{bcd} \pm 1.52$	$13.8^{ab} \pm 0.25$
Floreal	$3.53^{b} \pm 0.02$	$0.44^{cd} \pm 0.31$	$12.6^{ab} \pm 0.88$
Gewurztraminer	$3.65^{a} \pm 0.04$	$0.94^{cd} \pm 0.68$	$15.0^{a} \pm 1.27$
Riesling	$2.82^{g} \pm 0.02$	$4.42^{a} \pm 2.28$	$13.0^{ab} \pm 0.85$
Chasselas	$3.39^{c} \pm 0.02$	$0.30^{d} \pm 0.00$	$11.0^{b} \pm 1.67$
Moscato bianco a piccoli acini	$3.03^{e} \pm 0.01$	$1.43^{bcd} \pm 1.04$	$14.2^{ab} \pm 0.86$
0074E	$3.31^{d} \pm 0.02$	$3.26^{abc} \pm 1.41$	$15.0^{a} \pm 1.22$
0211E	$3.05^{e} \pm 0.02$	$4.02^{ab} \pm 2.4$	$15.1^{a} \pm 0.72$
0238E	$2.92^{f} \pm 0.02$	$1.04^{cd} \pm 1.26$	$13.2^{ab} \pm 2.87$
4095G	$2.90^{f} \pm 0.02$	$0.78^{cd} \pm 0.69$	$15.1^{a} \pm 0.47$

*Lettere diverse indicano differenze significative a $p \leq 0,05$, secondo il test di Tukey.

La traduzione di questo articolo in italiano vi stata offerta da WineHunter Hub. https://www.winehunterhub.com/

zuccheri residui e contenuto alcolico) dei vini ottenuti erano in linea con i consueti standard enologici (Tabella 1).

Discriminazione dei vini in base al loro profilo volatile

Al fine di studiare la capacità dell'approccio VP di discriminare tra le varietà, abbiamo eseguito un'analisi del profilo dei composti volatili. Da ciascun vino i composti volatili sono stati estratti da campioni di 3 ml utilizzando la microestrazione in fase solida dello spazio di testa (HS-SPME) e analizzati mediante gascromatografia-spettrometria di massa (GC-MS). Sono stati identificati un totale di 108 composti volatili appartenenti a diverse classi chimiche. Queste includevano composti aromatici derivati dalla fermentazione, come esteri, acidi grassi volatili e alcoli superiori, così come composti varietali, come monoterpeni, C13-norisoprenoidi e C15-sesquiterpeni. Sono stati rilevati anche alcuni composti appartenenti alle classi dei benzenoidi, aldeidi, chetoni e lattoni. I tioli volatili sono stati analizzati utilizzando un metodo di estrazione specifico descritto da Thibon *et al.*[4].

I risultati, sintetizzati nella Figura 2, mostrano che il metodo VP è in grado di discriminare le varietà di vite sulla base della loro impronta volatile. Le varietà fortemente aromatiche simili al Moscato (Muscat, 0074E) presentano coordinate positive sia sull'asse 1 (Dim1) che sull'asse 2 (Dim2) (Figura 2A) e sono caratterizzate da elevati livelli di monoterpenoli, come linalolo e α-terpineolo (Figura 2B).

Il genotipo 4095G è caratterizzato da una coordinata positiva elevata su Dim1 e una coordinata negativa su Dim2, insieme ad alti livelli di monoterpenoli. Questi composti varietali contribuiscono ai caratteri floreali, fruttati e agrumati di questi vini[5]. Le varietà aromatiche non-Moscato, come Riesling e Gewurztraminer, si posizionano con coordinate negative sia su Dim1 che su Dim2, separandosi chiaramente dalle varietà non aromatiche, come Chasselas e Chardonnay, che mostrano coordinate positive su Dim1 e negative su Dim2.

Tra le varietà studiate, il Gewurztraminer presenta i livelli più alti di terpenoli, in particolare il contenuto più elevato di citronellolo. Il Riesling e il genotipo 0238E mostrano le concentrazioni più alte di TDN, un un C13-norisoprenoide noto per il suo aroma caratteristico di petrolio o "pietra bagnata", che contribuisce in maniera significativa alla tipicità aromatica dei vini Riesling giovani[6 7].

Elevate concentrazioni di 3-sulfanilesan-1-olo (3SH) sono state riscontrate nel Gewurztraminer e nel 4095G, con livelli particolarmente elevati nello 0074E. Invece, il 4-metil-4-sulfanilpentan-2-one (4MSP) è stato rilevato esclusivamente in Floreal e 0074E. Questi tioli volatili sono particolarmente apprezzati per i loro piacevoli aromi fruttati, che richiamano il ribes nero, il frutto della passione e il pompelmo.

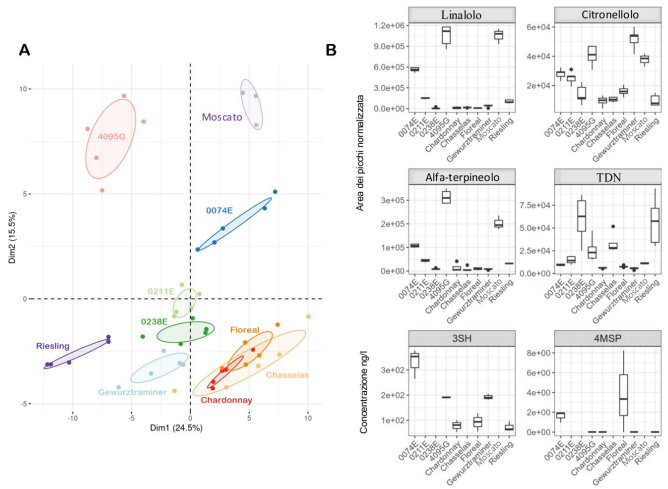


FIGURA 2. Profili dei composti volatili nei vini prodotti mediante vinificazione in provetta (VP). (A) Analisi delle componenti principali (ACP) che illustra la discriminazione dei vini in base alle varietà di vite. (B) Variazione dei composti volatili significativi selezionati nei diversi campioni di vino. TDN: 1,1,6-trimetil-1,2-diidronaftalene, 3SH: 3-sulfanilesan-1-olo, 4MSP: 4-metil-4-sulfanilpentan-2-one.

Conclusioni

Il nostro studio dimostra che il metodo VP rappresenta una soluzione altamente efficace per la produzione di vini bianchi su scala estremamente ridotta (meno di 100 ml), garantendo una fedele rappresentazione del potenziale aromatico delle diverse varietà di vite. Questo approccio di microvinificazione ad alta performance consente la produzione simultanea di centinaia di vini, rendendo possibile valutare il potenziale enologico di numerosi genotipi di vite a partire dalla raccolta di una singola pianta. Tale metodologia di fenotipizzazione diretta, focalizzata sul vino, è stata sviluppata per aprire la strada allo studio del determinismo genetico degli aromi del vino, in particolare per quei composti che non derivano direttamente dall'uva. Inoltre, apre nuove prospettive per la selezione genetica di vitigni con caratteristiche aromatiche desiderabili.

Oltre alla sua rilevanza scientifica, questa tecnica offre importanti vantaggi pratici per i professionisti del settore vitivinicolo, inclusi enologi e reparti di ricerca e sviluppo, in quantofornisce un approccio rapido ed economicamente vantaggioso per valutare tecniche o trattamenti di fermentazione su scala ridotta, prima della loro applicazione su larga scala. Può essere utilizzato per studiare le dinamiche di fermentazione, esplorare il potenziale enologico di diversi ceppi di lievito, valutare la stabilità del vino e studiare l'impatto di pratiche viticole e fattori ambientali sulla qualità finale del prodotto.■

Fonte: *articolo scientifico "A test-tube vinification method for high-throughput characterisation of the oenological and aromatic potential of white wines" (OENO One, 2024).*

1 Lacombe, T. (2012). Contribution à l'étude de l'histoire évolutive de la vigne cultivée (Vitis vinifera L.) par l'analyse de la diversité génétique neutre et de gènes d'intérêt. [Thesis, Institut National d'Etudes Supérieures Agronomiques de Montpellier]. https://hal.inrae.fr/tel-02811247

2 Lin, J., Massonnet, M., & Cantu, D. (2019). The genetic basis of grape and wine aroma. *Horticulture Research*, 6(1), 81. https://doi.org/10.1038/s41438-019-0163-1

3 Duchêne, E., Butterlin, G., Dumas, V., & Merdinoglu, D. (2012). Towards the adaptation of grapevine varieties to climate change: QTLs and candidate genes for developmental stages. *Theoretical and Applied Genetics*, 124(4), 623-635. https://doi.org/10.1007/s00122-011-1734-1

4 Thibon, C., Pons, A., Mouakka, N., Redon, P., Méreau, R., & Darriet, P. (2015). Comparison of electron and chemical ionization modes for the quantification of thiols and oxidative compounds in white wines by gas chromatography–tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1415, 123-133. https://doi.org/10.1016/j.chroma.2015.08.027

5 Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Donèche, B., & Lonvaud, A. (2006). Handbook of Enology Volume 1 The Microbiology of Wine and Vinifications (2nd ed.). John Wiley & Sons, Ltd.

6 Winterhalter, P., & Schreier, P. (1994). C13-Norisoprenoid glycosides in plant tissues: An overview on their occurrence, composition and role as flavour precursors. *Flavour and Fragrance Journal*, 9(6), 281-287. https://doi.org/10.1002/ffj.2730090602

7 Schüttler, A., Friedel, M., Jung, R., Rauhut, D., & Darriet, P. (2015). Characterizing aromatic typicality of Riesling wines: merging volatile compositional and sensory aspects. *Food Research International*, 69, 26-37. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.12.010

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.