

● SISTEMA OTTICO A 4 LUNGHEZZE D'ONDA

LED per l'analisi in campo della maturazione degli acini

di R. Beghi, V. Giovenzana, A. Tugnolo, A. Casson, R. Guidetti

Il settore vitivinicolo sta assistendo, in questi ultimi anni, all'introduzione di nuove tecnologie a servizio di un maggior controllo sia delle materie prime sia del processo di vinificazione.

Il momento della vendemmia viene spesso stabilito senza avere a disposizione sufficienti dati oggettivi sullo stato di maturazione delle uve.

L'introduzione di metodi non distruttivi per analizzare un elevato numero di campioni e fornire una panoramica rapida e completa dell'andamento della maturazione è pertanto più che mai auspicabile.

A questo proposito la strumentazione ottica attualmente disponibile sul mercato (basata soprattutto sulla spettroscopia nel visibile e vicino infrarosso, vis/NIR) è costituita spesso da dispositivi complessi e non specifici in assoluto per il settore enologico. In letteratura sono presenti diversi studi riguardanti l'applicazione della spettroscopia vis/NIR per misurare attributi di qualità su diversi prodotti ortofrutticoli (Nicolai et al., 2007; Arana et al., 2005; Gonzalez-Caballero et al., 2012; Kemps et al., 2010; Guidetti et al., 2010).

Lo scopo del lavoro è stato quello di progettare e sperimentare un sistema ottico di facile utilizzo e a basso costo, alla portata quindi anche di piccoli produttori, ideato per realizzare misure direttamente in campo a quattro lunghezze d'onda specifiche.

Le lunghezze d'onda sono state individuate attraverso studi di selezione delle variabili e delle bande dello spettro più informative (Giovenzana et al., 2013). Il prototipo è stato sperimentato per valutare il grado di maturazione di uve Chardonnay.

Per confrontare le prestazioni di stima del dispositivo, le misure sono state eseguite anche mediante l'impiego di uno spettrofotometro vis/NIR portatile di tipo commerciale, già disponibile sul mercato.

Avere a disposizione in vigneto degli strumenti in grado di misurare la maturazione delle uve con metodi non distruttivi è auspicabile. Un progetto dell'Università di Milano ha realizzato un prototipo di un sensore ottico a LED di basso costo per trovare direttamente in vigneto il momento ottimale di vendemmia



Controllo maturazione con sistema ottico

Il prototipo di sistema ottico è stato progettato, realizzato e sperimentato per l'analisi rapida della maturazione di uva Chardonnay per vino base spumante Franciacorta.

Il concept di funzionamento del dispositivo è schematizzato insieme a un'immagine del prototipo, riportati in figura 1. Come sorgente luminosa sono stati utilizzati dei diodi emettitori di luce (LED) in modo da poter pilotare in modo indipendente l'intensità della luce inviata sul campione per ogni canale di misura.

I LED sono caratterizzati, infatti, dalla capacità di emettere radiazione luminosa a una determinata ban-

da spettrale ben collimata, con tempi di risposta estremamente ridotti, una buona efficienza e un costo contenuto. Le quattro lunghezze d'onda specifiche selezionate per il dispositivo sono: 630, 690, 750 e 850 nm.

Per veicolare la luce dei LED sugli acini d'uva e contestualmente riportare la radiazione luminosa riflessa dal frutto allo strumento, è stata appositamente realizzata da un'azienda esperta una fibra ottica a 8 rami (4 di andata provenienti dai LED e 4 di ritorno verso i fotodiodi).

Una pulsantiera a 4 tasti collegati alla scheda principale costituisce l'unità di ingresso che consente l'intervento dell'operatore e l'utilizzo dello strumento. Per rendere l'interfaccia di semplice comprensione, ciascun pulsante è ab-

binato a un LED che ne segnala l'attivazione. Tramite i pulsanti l'operatore può: avviare la procedura di calibrazione, eseguire una nuova acquisizione, cancellare l'ultima misura eseguita. I dati acquisiti e altri messaggi sono comunicati in tempo reale all'operatore attraverso un mini display.

Esso contribuisce a semplificare l'utilizzo dell'apparecchiatura nel suo complesso, dando un riscontro immediato all'operatore e fornendo informazioni utili per verificarne il funzionamento. Lo strumento è interfacciato a un personal computer attraverso una scheda Bluetooth; in questo modo si rende possibile la visualizzazione dei dati in remoto a terminale e, soprattutto, il loro salvataggio su disco fisso per eventuali elaborazioni.

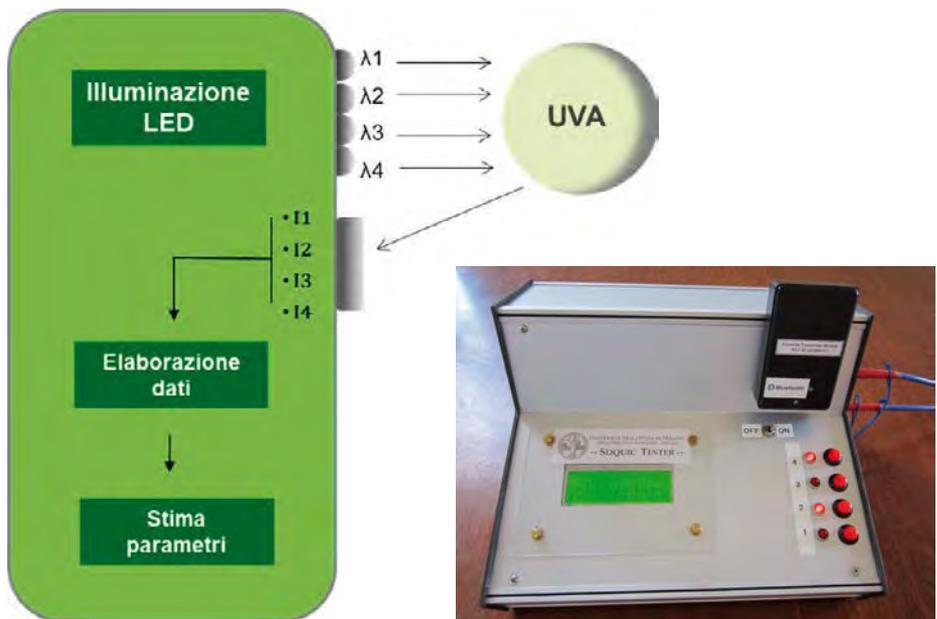
Durante la progettazione del sistema è stata posta particolare attenzione alla sua versatilità; infatti, rendere modulare la sorgente luminosa, con una scelta specifica di lunghezze d'onda per i LED, consente di utilizzare il medesimo strumento per le più svariate applicazioni, sia in termini di fenomeno monitorato sia di matrici analizzate.

Confronto tra sistemi di misurazione

La sperimentazione del dispositivo, dopo una fase di test in laboratorio è stata eseguita su Chardonnay utilizzata per la produzione di spumante Franciacorta (Adro, Brescia, Italia). Sono stati analizzati 95 grappoli d'uva durante le ultime settimane di maturazione fino alla data di vendemmia, utilizzando sia il prototipo a LED a quattro lunghezze d'onda sia uno spettrofotometro vis/NIR portatile operante nell'intervallo 400-1.000 nm (2.048 lunghezze d'onda), al fine di poter fare un confronto sulle performance del prototipo messo a punto.

Come analisi di riferimento per la calibrazione dei modelli di classificazione sono stati misurati il contenuto in solidi solubili (CSS) e l'acidità titolabile (TA), tipicamente impiegati per la decisione della data di vendemmia. Utilizzando i dati spettrali registrati con il sistema commerciale vis/NIR sono stati elaborati dei modelli di classificazione utilizzando una specifica tecnica statistica multivariata, adatta all'elaborazione di dati spettrali. Parallelamente, i dati registrati con

FIGURA 1 - Schema di funzionamento del dispositivo e immagine del prototipo



il sistema ottico a LED sono stati utilizzati per la calibrazione di modelli di classificazione analoghi per gli stessi parametri di maturazione.

Buone performance sui campioni

È stato effettuato un confronto tra le prestazioni di classificazione dei due sistemi. In tabella 1 sono riportate le percentuali di campioni d'uva classificati come maturi o non maturi in base a soglie di maturazione per i parametri analizzati (17 °Brix per CSS e 7 g/dm³ per TA).

I risultati dei modelli di classificazione del prototipo ottico a LED mostrano performance di classificazione leggermente più basse (acini correttamente classificati in base al CSS 79,0%, grappoli correttamente classificati in base al CSS 77,5%, grappoli

correttamente classificati in base al TA 84,3%) rispetto al dispositivo commerciale vis/NIR.

Le differenze in termini di prestazioni di classificazione per CSS su bacche, CSS su grappolo e TA sono, infatti, inferiori rispettivamente del 5,6%, 12,0% e 6,2%. Per entrambe le strumentazioni ottiche, la percentuale dei campioni immaturi erroneamente classificati come maturi per CSS è superiore a quella registrata per l'indice TA.

Le performance di classificazione relative ai due strumenti ottici evidenziano una piccola perdita di informazione spettrale derivante dall'utilizzo di solo quattro lunghezze d'onda che, conseguentemente, penalizza leggermente l'applicabilità del prototipo a LED rispetto al dispositivo commerciale, che registra però tutto lo spettro tra 400 e 1.000 nm e che necessita di un investimento superiore.



Misurazione ottica a LED su uva a bacca nera (foto 1) e a bacca bianca (foto 2)

Sviluppi futuri

I risultati ottenuti sono da considerarsi sicuramente positivi in quanto hanno permesso di avere a disposizione un prototipo di sistema ottico semplice, poco costoso e rapido per l'analisi degli indici di maturazione. L'elaborazione dei modelli statistici ha dimostrato la buona potenzialità di questo strumento nel classificare campioni d'uva maturi e non maturi.

È indubbio che lo sviluppo di un'evoluzione avanzata debba passare necessariamente attraverso l'applicazione di metodi innovativi che possono diventare le tecnologie di riferimento anche per il supporto e la difesa delle produzioni doc e docg.

L'integrazione di semplici algoritmi di elaborazione derivanti dai modelli con poche variabili nel software del microcontrollore dello strumento permetterebbe una visualizzazione in tempo reale dei risultati.

I viticoltori potrebbero impiegare strumenti di questo tipo direttamente in campo per una rapida valutazione del livello di maturazione delle uve.

Inoltre, la progettazione del prototipo del dispositivo ottico a LED è stata realizzata con particolare attenzione alla versatilità e alla modularità. La possibilità, infatti, di modificare facilmente le sorgenti luminose con una scelta specifica di lunghezze d'onda per i LED consente di utilizzare lo stesso

TABELLA 1 - Campioni d'uva (%) correttamente ed erroneamente classificati in base a soglie di maturazione per i parametri analizzati (1)

		CSS su acini (°Brix)		CSS su grappoli (°Brix)		TA (g/dm ³)	
		matturo	non matturo	matturo	non matturo	matturo	non matturo
		misurato					
Dispositivo commerciale							
Stimato	matturo	77,1	22,9	81,8	18,2	95,0	5,0
	non matturo	13,9	86,1	8,2	91,8	10,7	89,3
	CCC totale	84,6		89,5		90,5	
Dispositivo sistema semplificato							
Stimato	matturo	75,0	25,0	66,7	33,3	93,3	6,7
	non matturo	20,6	79,4	22,1	77,9	17,6	82,4
	CCC totale	79,0		77,5		84,3	

CSS = contenuto solidi solubili; TA = acidità titolabile; CCC = campioni correttamente classificati (percentuali totali di campioni correttamente classificati).

(1) 17 °Brix per CSS e 7 g/dm³ per TA.

I risultati dei modelli di classificazione del prototipo ottico a LED mostrano performance di classificazione leggermente più basse rispetto al dispositivo commerciale vis/NIR.

so dispositivo a LED per molte applicazioni differenti e per diverse matrici alimentari (ad esempio, valutazione della maturazione, stima di sostanze chimiche e di proprietà fisiche, ma anche analisi di shelf life per altri ambiti di applicazione).

Una successiva evoluzione e un'ulteriore fase di ingegnerizzazione del sistema dovrà essere ancora eseguita per ottenere un dispositivo più compatto, economico e facile da usare, di dimensioni tascabili, integrabile con

applicativi software per smartphone e pc per una condivisione e archiviazione dei dati via remoto.

In conclusione, gli elementi innovativi del progetto consistono nella progettazione e realizzazione di dispositivi semplici, composti di una parte hardware e di un software. Specifica molto importante è il costo dei dispositivi, che deve essere contenuto per supportare anche le piccole realtà produttrici al fine di migliorare complessivamente la qualità del prodotto grazie a un maggior controllo del processo. Tutto ciò nella prospettiva di fornire strumenti adeguati per identificare tecniche produttive, metodi di gestione pre e post-raccolta e sistemi di classificazione orientati alla qualità dei prodotti per la valorizzazione commerciale delle produzioni.

Roberto Beghi
Valentina Giovenzana
Alessio Tugnola
Andrea Casson
Riccardo Guidetti

*Disaa - Dipartimento di scienze agrarie
 e ambientali
 Università degli studi di Milano*



V Questo articolo è corredato di bibliografia/contenuti extra. Gli Abbonati potranno scaricare il contenuto completo dalla Banca Dati Articoli in formato PDF su: www.informatoreagrario.it/bdo