

Report Tecnico: Ottimizzazione dell'Analisi della Solforosa nel Vino – Metodi Ufficiali a Confronto con il Sistema CDR WineLab®

Dr. Francesca Bruni ricercatore al CDR Chemical Lab "Francesco Bonicolini"

P2603

1. Il Ruolo Strategico dell'Anidride Solforosa nell'Enologia Moderna

L'anidride solforosa (SO_2) costituisce il pilastro fondamentale della stabilità enologica. Non deve essere considerata un mero additivo, bensì un agente multifunzionale essenziale per la protezione antiossidante e la conservazione microbiologica. In un contesto normativo e sanitario sempre più stringente — considerando che circa il 75% dell'esposizione totale ai solfiti negli adulti deriva dal consumo di vino — la precisione analitica non è solo un obbligo di legge, ma una garanzia di qualità organolettica.

Dal punto di vista chimico, l'anidride solforosa (SO_2) in soluzione acquosa esiste in un complesso equilibrio tra diverse forme. Nel vino, a pH tipico (solitamente tra 3,0 e 3,8), la frazione libera di SO_2 è composta per il 92-99% dallo ione bisolfito (HSO_3^-), mentre la SO_2 molecolare (la forma davvero attiva contro i microrganismi e ossidazioni) rappresenta solo una piccola minoranza. Nei vini dichiarati "senza solfiti aggiunti" ci si attesta su valori di concentrazione compresi tra 10 e 50 mg/L, prodotti naturalmente dall'attività dei lieviti durante la fermentazione. La necessità di monitorare simili concentrazioni rende necessario un confronto puntuale tra le diverse metodologie analitiche disponibili.

2. Panoramica dei Metodi Ufficiali: Complessità e Vincoli Operativi

I metodi definiti dall'Organizzazione Internazionale della Vigna e del Vino (OIV) rappresentano lo standard di riferimento per la conformità legale. Tuttavia, la loro applicazione nella routine di cantina richiede competenze tecniche avanzate e setup laboratoriali complessi.

I principali protocolli ufficiali includono:

- **Aerazione/Ossidazione (Metodo Rankine/Pocock - OIV-MA-AS323-04A):** Questo metodo sposta la SO_2 dal campione acidificato mediante un flusso d'aria costante, fissato rigorosamente a **1 L/min**, trasportandola in una soluzione di perossido d'idrogeno dove viene ossidata ad acido solforico e successivamente titolata con NaOH. Sebbene sia robusto e libero da interferenze della matrice,

richiede beute a fondo tondo, condensatori e una costante supervisione per evitare perdite per volatilità.

- **Titolazione Iodometrica (Metodo Ripper - OIV-MA-AS323-04B):** Basato sulla reazione tra bisolfito e iodio in presenza di salda d'amido. Nonostante la rapidità, presenta criticità insuperabili in una gestione di precisione: il colore dei vini rossi maschera il punto di viraggio e la presenza di acido ascorbico reagisce **quantitativamente** con lo iodio, causando una sovrastima sistematica del dato che richiede analisi separate per essere compensata.
- **Metodo Molecolare (OIV-MA-AS323-04C):** Utilizzato per determinazioni specifiche della frazione gassosa.

Punti critici dei metodi tradizionali:

- **Setup e Spazio:** Necessità di vetreria ingombrante (estrattori, burette) e servizi (gas naturale per bruciatori o sistemi di riscaldamento).
- **Instabilità dei Reagenti:** Soluzioni come lo iodio o il NaOH richiedono standardizzazioni frequenti perché degradano rapidamente.
- **Tempi Operativi:** Il metodo AO richiede circa 20 minuti per singolo campione, rendendo il controllo sequenziale di numerose vasche un collo di bottiglia logistico.

3. Semplificare il processo analitico con CDR WineLab®

Il sistema **CDR WineLab®** è progettato per superare i vincoli del laboratorio tradizionale, integrando la precisione fotometrica con una flessibilità operativa "in-house". Il principio analitico per la determinazione dell'**anidride solforosa libera e totale** si basa sulla reazione della solforosa con un **disolfuro organico**; lo sviluppo del colore risultante, misurato a **420 nm**, è direttamente proporzionale alla concentrazione di SO_2 .

L'operatività è ottimizzata per il tecnico di cantina attraverso procedure specifiche per ogni matrice:

- **Vino tal quale:** Analisi diretta senza pre-trattamento.

- **Mosti:** Centrifugazione o filtrazione per eliminare le torbidità.
- **Vini spumanti o in fermentazione:** Degasaggio obbligatorio tramite l'apposito bagno a ultrasuoni per eliminare l'interferenza della CO₂.

Il sistema utilizza kit di reagenti pre-infiati in provette pronte all'uso, consentendo di eliminare l'errore sistematico derivante dall'uso di titolanti degradati, garantendo una riproducibilità superiore rispetto ai metodi manuali dove la preparazione del reagente è una variabile critica.

4. Analisi Comparativa: Efficienza Temporale e Facilità d'Uso

L'efficienza analitica è una variabile economica: la SO₂ svolge la sua funzione in modo "sacrificale", diminuendo nel tempo in base al tipo di chiusura, all'ossigeno nello spazio di testa e alle condizioni di stoccaggio. Un monitoraggio rapido permette di prevenire il decadimento sotto le soglie di sicurezza microbiologica.

Parametro	Metodo Aerazione/Ossidazione (AO)	CDR WineLab®
Tempo per Test	~20 min / campione	1 min (Totale) / 2 min (Libera)
Sessioni Simultanee	Singola (Sequenziale)	Fino a 16 campioni
Competenze Tecniche	Tecnico di laboratorio esperto	Operatore di cantina (Metodo guidato)
Interferenze	Minime, ma critico il flusso (1 L/min)	Assenti (colore, acido ascorbico)
Trattamento Campione	Complesso (Acidificazione/Riscaldamento)	Centrifuga/Ultrasuoni (se necessario)

La possibilità, data da CDR WineLab®, di analizzare fino a 16 campioni contemporaneamente consente l'ottimizzazione di un protocollo interno di controllo di qualità, alla portata di ogni realtà. Mentre i metodi ufficiali rendono il monitoraggio capillare post-imbottigliamento un onere gravoso, CDR WineLab® consente di agire in tempo reale. Questo previene l'ingresso del vino nella "zona di pericolo" di alterazione ossidativa, permettendo correzioni immediate prima che il danno sensoriale diventi irreversibile.

5. Validazione e Affidabilità del Dato Analitico

Il sistema CDR WineLab® consente così un workflow completamente ottimizzato in cui velocità e semplicità non vanno a discapito della precisione: gli **studi di correlazione condotti dall'Università**

di Firenze hanno confermato l'eccellente linearità del sistema rispetto ai metodi di riferimento OIV.

Analisi	Range di Misura	Risoluzione	Ripetibilità
SO ₂ Libera	1 - 60 mg/L	1 mg/L	2 mg/L
SO ₂ Totale (Bianchi)	15 - 250 mg/L	1 mg/L	4 mg/L
SO ₂ Totale (Rossi)	20 - 250 mg/L	1 mg/L	6 mg/L

Il sistema dimostra una robustezza particolare sui vini rossi, dove elimina l'errore di lettura cromatica tipico del metodo Ripper, e sui mosti, grazie alla standardizzazione dei protocolli di pre-trattamento (centrifugazione/filtrazione). La versatilità e robustezza analitica del metodo consentono di monitorare l'intero processo di vinificazione, partendo dal mosto fino alla fase di imbottigliamento del vino.

6. Conclusioni: L'Impatto sulla Gestione della Cantina

L'integrazione di un sistema come **CDR WineLab®** consente di trasformare il laboratorio da centro di costo reattivo a vero fulcro decisionale strategico. La modernizzazione dell'analisi enologica si traduce in tre pilastri operativi:

1. **Velocità e Autonomia:** Risultati immediati senza dipendenza da laboratori esterni, fondamentali durante il pre-imbottigliamento.
2. **Semplicità procedurale:** Riduzione del rischio di errore umano grazie a reagenti pronti all'uso e sistemi di campionamento standardizzati (ultrasuoni/centrifuga).
3. **Sostenibilità e Precisione:** In linea con la risoluzione **OIV-OENO 631-2020**, il monitoraggio frequente permette di ridurre i dosaggi complessivi di solfiti, rispondendo alla domanda di vini più naturali e salubri.

In conclusione, l'adozione di tecnologie fotometriche avanzate nella **determinazione dell'anidride solforosa libera e totale** permette una gestione dinamica dei dosaggi, garantendo la stabilità del prodotto finale e la piena conformità ai limiti legali internazionali, elevando gli standard di controllo della cantina moderna.