

## Cosa fa lo zolfo nel vino?

di Volker Schneider

**Il 99,5% dei viticoltori afferma che senza SO<sub>2</sub> non si possa torchiare un vino bevibile. Ma cosa fanno questi famigerati solfiti effettivamente nel vino? Sono veramente irrinunciabili? E come si possono almeno ridurre le quantità di zolfo nel vino?**

Una breve anticipazione: il vino non viene trattato con zolfo bensì, nel migliore dei casi, con biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>). Lo zolfo elementare è una polvere gialla che durante la combustione rilascia il diossido di zolfo impiegato nella produzione di vino. La reazione con il liquido crea l'acido solforoso. Questo è parzialmente presente sotto forma dei suoi sali, chiamati solfiti. I termini biossido di zolfo, SO<sub>2</sub>, acido solforoso e solfiti sono interscambiabili nell'uso comune, mentre la definizione triviale "zolfo" non rispecchia assolutamente la realtà.

L'effetto conservante sul vino dei vapori dello zolfo durante la combustione era già noto alle civiltà dell'antichità e vengono usate nelle aree enologiche dell'Europa centrale almeno dal medioevo. Da quest'epoca e in particolare dall'inizio del XX secolo, l'uso di biossido di zolfo è stato sottoposto a dei vincoli sempre più rigidi e i valori massimi ammessi sono stati gradualmente abbassati. Soltanto grazie alla migliore dotazione delle aziende e a migliori conoscenze enologiche del biossido di zolfo è stato possibile usare il biossido di zolfo in modo mirato e ridotto.

I valori massimi ammessi di SO<sub>2</sub> sono stati ridotti sempre di più soprattutto sulla base di considerazioni tossicologiche. La giustificazione pratica di tali riflessioni è tuttavia poco fondata, poiché ogni giorno nel corpo umano vengono comunque creati ca. 2.000 mg di SO<sub>2</sub> tramite la decomposizione di proteine; questo biossido di zolfo viene poi trasformato in solfato ed espulso come tale con l'urina. Il consumo quotidiano di una bottiglia di vino con una media di 100 mg di SO<sub>2</sub> aumenta la naturale trasformazione di SO<sub>2</sub> nel corpo ca. del 5 %, il che non dovrebbe causare problemi tossicologici. Con grande certezza ciò non è la causa del malessere del giorno successivo.

L'obbligo di dichiarazione del biossido di zolfo sulle etichette dei vini imposto dall'UE dal 2005 si rivolge soprattutto alle persone con allergie. In realtà una minima percentuale della popolazione, tra cui soprattutto asmatici, è sensibile all'ingestione di biossido di zolfo. Queste persone devono evitare anche altri generi alimentari e di conforto come frutta secca, verdura in conserva o farina di patate, poiché anche questi sono conservati con biossido di zolfo.

Se i viticoltori tengono i valori di SO<sub>2</sub> il più basso possibile, cercano di farlo principalmente perché vogliono che il loro vino sia un prodotto il più naturale possibile. Per definizione, il vino viene ottenuto tramite la fermentazione del succo di uva fresca. Soprattutto i viticoltori di orientamento biologico od organico si orientano fortemente verso questa definizione originale e puristica e riducono al minimo l'uso di trattamenti e additivi esogeni. In questo contesto, l'uso di

acido solforoso è costantemente messo sul banco di prova. La domanda è quali compiti debba adempiere, quando e quanto debba essere usato, come sia possibile ridurre le quantità utilizzate e se sia possibile creare dei vini di qualità.

### **I legami dell'SO<sub>2</sub> sono responsabili di un alto livello di SO<sub>2</sub> totale**

L'acido solforoso svolge tre diversi compiti nel vino. Essi comprendono:

1. una stabilizzazione microbiologica,
2. una protezione dall'ossidazione e
3. il legame dei sottoprodotti della fermentazione attivi dal punto di vista dell'odore.

Perché l'SO<sub>2</sub> possa svolgere questi compiti nel vino, deve essere presente in forma libera. Tuttavia ciò è solo possibile parzialmente. Una parte variabile e spesso importante è già legata con gli ingredienti del vino. Entrambe le forme - SO<sub>2</sub> libero e legato - compongono il totale dell'SO<sub>2</sub> presente. A questo totale si riferiscono i valori limite prescritti dalla legge.

Per mantenere l'SO<sub>2</sub> totale il più basso possibile, l'interesse giustificato è di ridurre la parte di SO<sub>2</sub> legato, poiché si tratta di inutile zavorra. L'unica soluzione per ridurlo consiste nella riduzione di quegli ingredienti del vino che lo legano. Ci sono diverse possibilità per raggiungere tale scopo, prevalentemente legate alle tecniche di cantina. Per comprendere la loro azione è indispensabile osservare accuratamente i partner di legame.

### **SO<sub>2</sub> legato con acetaldeide**

Il più importante partner di legame è l'acetaldeide. 1 mg di questa sostanza lega 1,45 mg di SO<sub>2</sub>. Soltanto quando l'acetaldeide è stata legata completamente con l'SO<sub>2</sub>, ci possono essere residui di quest'ultimo in forma libera. L'SO<sub>2</sub> in forma libera e l'acetaldeide libera si escludono dunque a vicenda. La caratteristica tipica di acetaldeide libera è un odore proprio descritto come ossidato e che nei vini fruttati è reputata come errata.

L'acetaldeide è il risultato del metabolismo del lievito ed è un sottoprodotto della fermentazione alcolica. La sua formazione dipende dalle condizioni di fermentazione. Più lenta e repressiva è la fermentazione, più si accumula nel vino con un conseguente aumento del fabbisogno di SO<sub>2</sub> fino alla sua saturazione. Alle condizioni di fermentazione ottimali si possono raggiungere valori di 3 mg/l o meno. Ma se la fermentazione è lenta si possono avere valori più alti. Le cause più frequenti di una fermentazione lenta sono una temperatura di fermentazione troppo bassa, un apporto di sostanze nutritive al lievito troppo scarso oppure una degradazione del mosto molto alta. Particolarmente quando vini rimasti dolci, bloccati nel processo di fermentazione o interrotti hanno poi una fermentazione successiva al di sotto della soglia, si hanno altissimi valori di acetaldeide. Queste fermentazioni successive causano il fenomeno dei cosiddetti "divoratori di zolfo". Si tratta di vini che presentano SO<sub>2</sub> libero soltanto quando il loro SO<sub>2</sub> totale ha superato i valori limite prescritti dalla legge.

### **Momento della solfitazione**

Se l' $\text{SO}_2$  viene aggiunto già prima della fermentazione all'uva o al mosto, il lievito lo interpreta come tossico e cerca di eliminarlo. Inoltre si forma una certa quantità di acetaldeide per legarlo. L' $\text{SO}_2$  legato all'acetaldeide non ha alcun effetto nei confronti del lievito. Se in un caso tipico prima dell'inizio della fermentazione vengono usati 50 mg/l di  $\text{SO}_2$ , ca. 25 mg/l di questi vengono eliminati dal sistema con la trasformazione in solfato tramite ossidazione. I restanti 25 mg/l si legano con l'acetaldeide e non appesantiscono in alcun caso il bilancio di  $\text{SO}_2$  del vino finito. Anche dopo il termine della fermentazione, il lievito può creare acetaldeide, quando il vino non filtrato assimila ossigeno. Ciò è dovuto all'ossidazione enzimatica dell'etanolo tramite l'enzima aldeide deidrogenasi derivante dal lievito. Se nel vino giovane è ancora presente sufficiente lievito in sospensione, essa può assorbire nelle sue celle l'ossigeno aggiunto sottraendolo alla reazione. Se tuttavia dopo alcuni mesi la sua capacità di consumare ossigeno è esaurita, essa lo utilizza per la sintesi di acetaldeide. Sia lo stato biochimico del lievito che la quantità dell'ossigeno assimilato dopo la fermentazione sono di grande importanza per il fabbisogno di  $\text{SO}_2$  nei vini bianchi.

Nel vino filtrato dopo l'aggiunta di ossigeno è nota anche un'ossidazione puramente chimica dell'etanolo, che trasforma quest'ultimo in acetaldeide. Essa viene catalizzata tramite sostanze fenoliche e nei vini bianchi poveri di fenoli non è rilevante, mentre ha un certo ruolo nello stoccaggio semiossidativo e nella micro-ossigenazione dei vini rossi. Nei vini rossi ricchi di tannini, l'acetaldeide così creato viene contemporaneamente decomposto tramite legame con il tannino. Sulla base di questa reazione, solitamente i vini rossi presentano tendenzialmente addirittura meno acetaldeide e meno  $\text{SO}_2$  legato dei vini bianchi. In totale, il legame puramente chimico di acetaldeide non ha alcuna rilevanza per la necessità dei vini di legarsi all' $\text{SO}_2$ .

### **$\text{SO}_2$ legato con altri sottoprodotti della fermentazione**

Oltre all'acetaldeide, tutti gli altri legami di carbonile sono in grado di legarsi all' $\text{SO}_2$ . Queste forme di legami sono tuttavia meno fissi e sono in equilibrio con l' $\text{SO}_2$  libero. Esse rappresentano un serbatoio da cui viene costantemente fornito  $\text{SO}_2$  libero, quando quello presente scompare, per es. tramite lenta ossidazione durante lo stoccaggio. In tal senso esse sono meno zavorra dell' $\text{SO}_2$  legato con l'acetaldeide.

Di questi partner di legame dell' $\text{SO}_2$  più deboli fanno parte il piruvato e il ketoglutarato. Anche essi sono sottoprodotti della fermentazione e possono essere ridotti sensibilmente aggiungendo tiamina (vitamina B1). Un aumento del contenuto di tiamina comporta sempre una riduzione del fabbisogno di  $\text{SO}_2$  ed è quasi obbligatorio nei mosti di uva vendemmiata marcia, in cui il Botrytis ha consumato ampiamente il contenuto di tiamina.

Durante la decomposizione biologica degli acidi, sia l'acetaldeide che il piruvato vengono decomposti in gran parte dai batteri presenti. Questo è un ulteriore motivo per il quale i vini rossi

con la loro decomposizione degli acidi praticamente obbligatori presentano tendenzialmente meno SO<sub>2</sub> legato e dunque anche meno SO<sub>2</sub> totale dei vini bianchi.

Un maggiore legame di SO<sub>2</sub> è riscontrabile nei vini di uva marcita a causa del Botrytis. La causa di ciò non è tanto il fungo Botrytis stesso, bensì il maggiore legame di SO<sub>2</sub>. Sugli acini colpiti si annidano lieviti, che iniziano a far fermentare il mosto che fuoriesce dal tessuto danneggiato e formano i sopracitati prodotti di fermentazione che legano l'SO<sub>2</sub>. Inoltre ci sono batteri, che decompongono lo zucchero tramite ossidazione e creano numerosi keto-legami che legano l'SO<sub>2</sub>. Solo nei vini molto dolci ottenuti da uve selezionate e passite lo zucchero (glucosio) è determinante come partner di legame per l'acido solforoso.

### **SO<sub>2</sub> legato con ingredienti estranei alla fermentazione**

Uno dei succitati keto-legami è lo xilosio. Esso è il risultato dell'acido ascorbico contenuto in natura nel mosto oppure aggiunto, che tramite l'ossidazione si trasforma in acido deidro-ascorbico, che a sua volta in presenza di SO<sub>2</sub> si trasforma in xilosio. Lo xilosio è la causa per il maggiore fabbisogno dei vini ai quali è stato aggiunto acido ascorbico prima o dopo la fermentazione.

Nei vini rossi, gli antociani intervengono nel complicato equilibrio tra SO<sub>2</sub> libero e legato. Gli antociani accumulano SO<sub>2</sub> e formano addotti incolori, che sono quasi stabili quanto il legame tra l'acetaldeide e l'SO<sub>2</sub>. Contrariamente all'acetaldeide-SO<sub>2</sub>, questi addotti vengono scissi di nuovo rapidamente durante l'acidificazione, di modo che nella determinazione iodometrica, l'SO<sub>2</sub> libero legato con gli antociani venga rilevato come SO<sub>2</sub> libero. Anche nel corso della maturazione del vino rosso, viene liberata SO<sub>2</sub> al legame, quando il tenore di antociani diminuisce a causa della polimerizzazione con il tannino, creando pigmenti di affinità minore con l'SO<sub>2</sub>.

### **Modi per ridurre il tenore di acido solforoso**

Come esposto nelle esposizioni precedenti, contenuti aumentati di SO<sub>2</sub> totale sono da attribuire in prima linea a maggiori concentrazioni di sottoprodotti della fermentazione che lega l'SO<sub>2</sub>.

Soltanto quando il loro fabbisogno di legarsi all'SO<sub>2</sub> è stato soddisfatto, rimane dell'SO<sub>2</sub> nella forma libera desiderata. Solo l'SO<sub>2</sub> libero protegge dall'ossidazione, dal deterioramento microbiologico e dall'odore caratteristico di acetaldeide.

Il primo passo verso una riduzione dell'acido solforoso consiste logicamente nella diminuzione dei sottoprodotti della fermentazione che legano l'SO<sub>2</sub>, grazie all'ottimizzazione delle condizioni di fermentazione. Per ciò sono necessari un adeguato apporto di sostanze nutritive al lievito, un ottimale andamento delle temperature durante la fermentazione, evitare fermentazioni successive al di sotto della soglia in vini non completamente fermentati, rinunciare alla solfitazione prima della fermentazione e, a seconda del tipo di vino richiesto, una successiva decomposizione degli

acidi. In questo modo, in casi vantaggiosi è possibile creare vini il cui SO<sub>2</sub> libero comporta più del 50% dell'SO<sub>2</sub> totale, per esempio 25 mg/l di SO<sub>2</sub> libero con 40 mg/l di SO<sub>2</sub> libero totale.

Mentre le misure per l'ottimizzazione del processo di fermentazione sono ampiamente note, vige grande insicurezza circa l'uso dell'SO<sub>2</sub> prima della fermentazione. Nella consapevolezza che un tale utilizzo aumenta la zavorra di SO<sub>2</sub> legato nel vino finito, esso viene propagato e applicato in ampie cerchie. La giustificazione apporta due argomenti:

- la perdita di aroma a causa dell'ossidazione del mosto con o senza raspi e bucce. Inoltre i fenomeni sensoriali noti del mosto ossidato vengono trasferiti in modo fittizio al vino. Questa conclusione fallace si basa su una totale ignoranza relativa alle differenze tra l'ossidazione del mosto e del vino. L'ossidazione dei mosti bianchi contrasta perfino l'ossidazione del vino facendo precipitare fenoli ossidabili e stabilizzando l'aroma; (vedi anche: <http://www.ithaka-journal.net/die-kunst-gezielter-oxydation-teil-1-mostoxidation>)

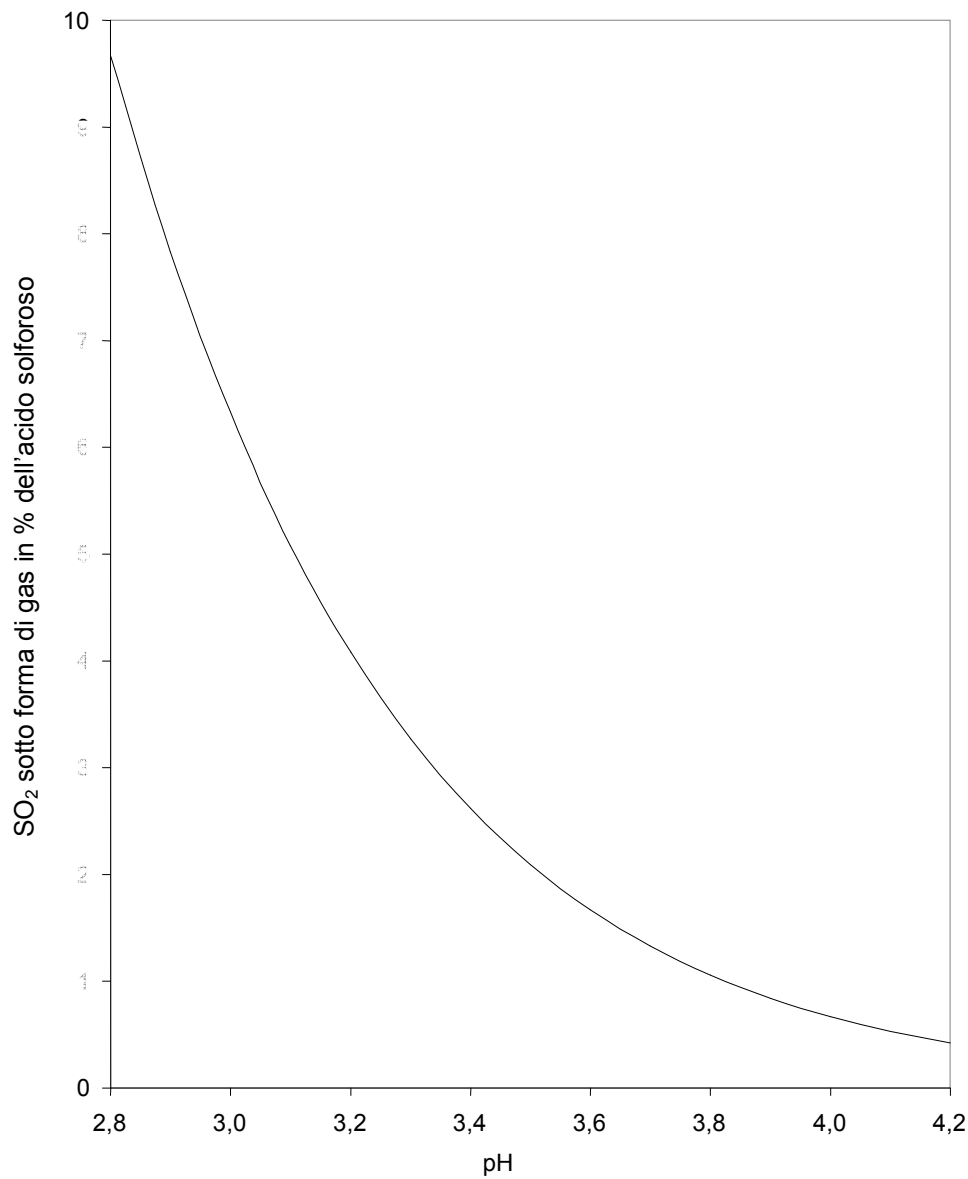
- la formazione di acidi volatili e/o etilacetato tramite lievito selvatico o batteri. La solfitazione dovrebbe richiamare una soppressione dei microrganismi dannosi e causare una selezione dei lieviti positivi. Ciò può essere giustificato in caso di uva vendemmiata complicata dal punto di vista microbiologico oppure di fermentazione spontanea. Si tralascia però che i microrganismi dannosi presenti nel mosto sono esclusivamente di natura aerobica. La loro attività richiede la presenza di ossigeno disciolto. Questo viene detratto istantaneamente ai microrganismi, non appena il mosto inizia a fermentare. *Un inizio di fermentazione repentino tramite innesto per abbreviare i tempi di latenza critici è il modo più sicuro per ottenere una stabilizzazione microbiologica della fermentazione.*

### **Quanto SO<sub>2</sub> è necessario nel vino?**

Un'ulteriore soluzione per ridurre la quantità di SO<sub>2</sub> consiste nello stoccaggio e nell'imbottigliamento con tenori bassi di SO<sub>2</sub> libero. Questo procedimento tocca sia la stabilità microbiologica che la resistenza dei vini nei confronti dell'invecchiamento ossidativo.

La parte dell'acido solforoso presente in forma microbiologicamente attiva e al contempo efficace dal punto di vista dell'odore, è l'SO<sub>2</sub> disciolto effettivamente sotto forma di gas. Le altre forme dell'acido solforoso sono lo ione solfito (SO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e lo ione bisolfito (HSO<sub>3</sub><sup>-</sup>). La percentuale presente sotto forma di gas di SO<sub>2</sub> dipende in modo considerevole dal pH, come illustrato nella figura 1. I vini con un pH basso sono chiaramente avvantaggiati per quanto riguarda la loro stabilità microbiologica, perché la percentuale microbiologicamente attiva dell'acido solforoso libero aumenta con un andamento logaritmico all'aumentare del pH. Questo collegamento è rilevante per lo stoccaggio dei vini non filtrati, ma perde la sua importanza in caso di stoccaggio freddo oppure dopo l'imbottigliamento sterile.

Fig. 1: dipendenza della percentuale di (SO<sub>2</sub>) acido solforoso libero sotto forma di gas dal pH.



Più difficile è la risposta alla domanda della protezione dall'ossidazione. Perché ci possa essere un'ossidazione ci vuole un'assimilazione d'ossigeno, come per esempio tramite la chiusura delle bottiglie. Una parte dell'ossigeno reagisce con l'acido solforoso libero, che ossida e diventa solfato, uscendo dal bilancio di SO<sub>2</sub>. Quando l'acido solforoso è scomparso completamente, il vino non più protetto è soggetto ad ulteriore ossidazione e appare il tipico odore di acetaldeide libero.

Dal punto di vista della protezione dall'ossidazione è meno rilevante quanto alto è il tenore di acido solforoso, quanto la sua stabilità. Dopo l'imbottigliamento, la sua stabilità dipende dall'ermeticità al gas della chiusura della bottiglia. I tappi a corona con pellicola interna di zinco sono piuttosto ermetici nei confronti dell'ossigeno dell'aria e permettono di imbottigliare con bassi

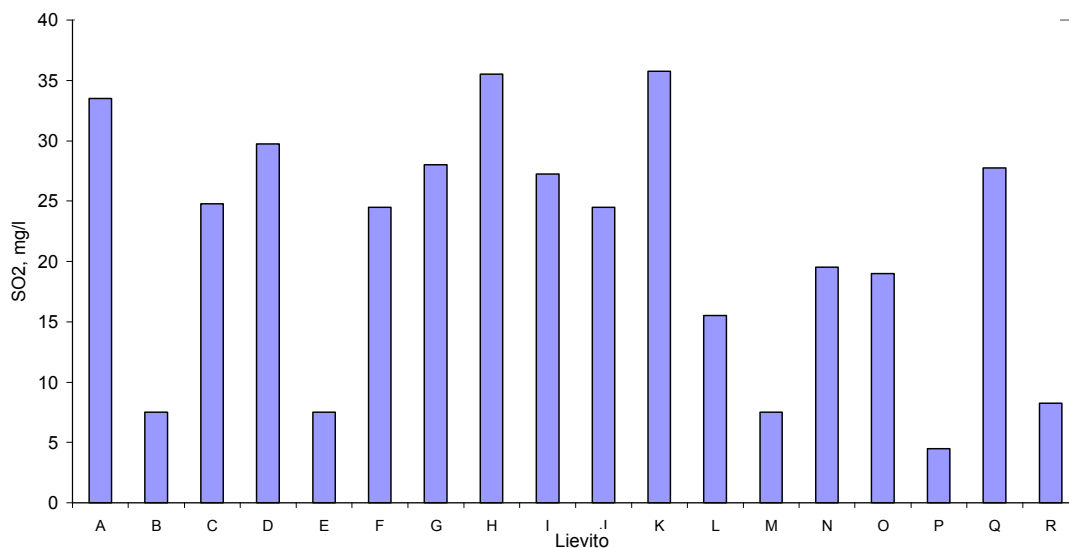
livelli di SO<sub>2</sub>. Allo stato attuale dello sviluppo, la maggior parte dei tappi sintetici si comporta in modo contrario: richiedono un alto livello di SO<sub>2</sub> durante l'imbottigliamento. I tappi in sughero naturale si distinguono molto per quanto riguarda la loro permeabilità e si trovano tra due estremi. Ad ogni modo l'SO<sub>2</sub> libero deve essere adeguato alle chiusure delle bottiglie e alle condizioni di stoccaggio.

### Particolarità nella produzione di vini senza SO<sub>2</sub>

Puntualmente nel settore dell'enologia ci sono delle aspirazioni a produrre vini senza SO<sub>2</sub> aggiunto. Attenendosi a determinate misure precauzionali e alle tecniche adeguate all'uso, questo procedimento può funzionare, senza che il gusto dei vini prodotti con questo metodo si differenzi in modo incisivo.

Innanzitutto va osservato che tutti i lieviti formano determinate quantità di SO<sub>2</sub>. Il precursore è il solfato naturalmente presente in tutti i succhi d'uva in una concentrazione abbastanza omogenea di 200 mg/l. La formazione dell'SO<sub>2</sub> dipende in prima linea dal ceppo di lieviti della fermentazione, ma anche la composizione del mosto ha una certa influenza. La figura 2 mostra le differenze tra 18 diversi lieviti coltivati puri in quattro mosti.

Fig. 2: sintesi dell'acido solforoso tramite lieviti durante la fermentazione. Valori medi di quattro mosti per ceppo di lievito.



La produzione di cosiddetti vini "senza zolfo", che non sono soggetti all'obbligo di dichiarazione, richiede l'uso di un lievito che formi meno di 10 mg/l di SO<sub>2</sub>. Nessuno dei lieviti coltivati puri in commercio, soltanto pochi sono in grado di fare ciò. Il comportamento delle fermentazioni spontanee non è noto e poco calcolabile, perché il ceppo di lieviti dominante è sconosciuto nella pratica.



Inoltre, le condizioni di fermentazione devono essere tali da impedire la formazione di acetaldeide. Nella forma libera, non legata all' $\text{SO}_2$ , essa richiamerebbe l'aroma ossidato nominato in precedenza. Fino a 3 mg/l di acetaldeide è un livello accettabile, perché si ha un legame con l' $\text{SO}_2$  formatosi contemporaneamente. La decomposizione degli acidi per la riduzione dell'acetaldeide può essere sensata, ma non è obbligatoria.

Per evitare danni da ossidazione, dopo la fermentazione e in particolare dopo il filtraggio è necessaria un'ulteriore lavorazione a condizioni assolutamente inerti. A tale scopo sono disponibili le tecniche di ermeticità assoluta, note dall'edilizia, ma dispendiose per l'attività vinicola. Esse prevedono l'evacuazione di tutti i contenitori, condotte e macchine con azoto. Anche fastidiosi tenori alti di anidride carbonica possono essere eliminati utilizzando l'azoto. Per il filtraggio finale si consiglia di usare membrane da 0,2  $\mu$ , poiché non si ha alcuna protezione da germi tramite  $\text{SO}_2$ . Le chiusure ermetiche al gas fanno parte del concetto del trattamento inerte del vino. Inoltre, nei vini bianchi si hanno avuto esiti positivi con una chiara lavorazione ossidativa del mosto, perché protegge ulteriormente il vino dall'ossidazione. Una difformità significativa da questi dati imposti porta a significanti difformità rispetto al comune gusto fresco fruttato dei vini bianchi e mette in discussione la loro conservabilità.

I vini rossi non hanno quasi alcuna maturazione alle condizioni inerti descritte, come ci si aspetta per questo tipo di vino. Tuttavia il loro tannino può legare quantità relativamente grandi di ossigeno e acetaldeide in modo innocuo. Quindi è possibile una lavorazione tendenzialmente ossidativa di vini rossi senza zolfo. In che misura ciò è applicabile, senza che il tono d'aria o la punta marrone appaiano, dipende dal contenuto di tannini originali dell'uva, dagli antociani, nonché dai tannini ellagici. Ulteriori ricerche in tale ambito sarebbero auspicabili.

### **In breve**

La riduzione dell'uso di  $\text{SO}_2$  richiede innanzi tutto un'ottimizzazione delle condizioni di fermentazione, per ridurre la sintesi dei sottoprodotti della fermentazione che legano l' $\text{SO}_2$ . Questi sono soprattutto l'acetaldeide, che nella sua forma libera, non legata all' $\text{SO}_2$  presenta un odore caratteristico, che nei vini di tipo fruttato viene descritto come errato. Rinunciare alla solfitazione prima della fermentazione è il secondo passo. L'imbottigliamento con contenuti bassi di  $\text{SO}_2$  libero è possibile soltanto se l'assimilazione d'ossigeno è rispecchiata dalla chiusura della bottiglia. La produzione di vini senza zolfo riguarda soprattutto nei vini bianchi l'esclusione dell'ossigeno dopo la fermentazione, in modo analogo al procedimento inerte nella fabbricazione della birra, per non mettere a repentaglio la tipicità e la conservabilità. I vini rossi senza zolfo sono meno sensibili nei confronti dell'ossigeno grazie al maggiore contenuto di tannino.