

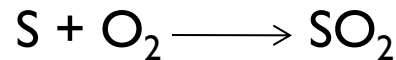


Οινολογία Ι

Χρήση του διοξειδίου του θείου και άλλων προσθέτων στην οινοποίηση.

Θειώδης ανυδρίτης

- ▶ Μετά την έκθλιψη και απορράγιση, η σταφυλομάζα με τη βοήθεια αντλίας μεταφέρεται στις δεξαμενές ζύμωσης.
- ▶ Ταυτόχρονα γίνεται και η προσθήκη του SO_2 , η οποία έχει ως σκοπό την προστασία της σταφυλομάζας και στη συνέχεια του γλεύκους από ορισμένα ανεπιθύμητα βιολογικά και φυσικοχημικά φαινόμενα.
- ▶ Αναλυτικότερα, το SO_2 προκύπτει από την καύση του θείου (S), σύμφωνα με την εξίσωση:



- ▶ Χαρακτηρίζεται από ένα σύνολο ιδιοτήτων, πολύ διαφορετικών μεταξύ τους, οι οποίες το καθιστούν σχεδόν απαραίτητο στις επεξεργασίες και τη μεταφορά του οίνου.
-



Θειώδης ανυδρίτης

Έτσι το SO₂ :

- ▶ Προστατεύει τη σταφυλομάζα, το γλεύκος ή τον οίνο από την οξείδωση δεσμεύοντας το οξυγόνο : $S + 1/2O_2 \longrightarrow SO_3$
- ▶ Καταστρέφει ή αδρανοποιεί τις οξειδάσες οι οποίες αποτελούν τον ενζυματικό καταλύτη της οξείδωσης των συστατικών του οίνου
- ▶ Παρεμποδίζει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Το SO₂ είναι πολύ πιο δραστικό κατά των βακτηρίων (10 φορές περισσότερο) παρά εναντίον των ζυμών
- ▶ Πραγματοποιεί επιλογή ανάμεσα στις διάφορες ζύμες και ανάμεσα σε ζύμες και βακτήρια, ανάλογα με τις χρησιμοποιούμενες δόσεις.
Έτσι σε κατάλληλες δόσεις ευνοεί την ανάπτυξη των ελλειψοειδών ζυμών (π.χ. *Saccharomyces cerevisiae*) και παρεμποδίζει τις οξυκόρυφες (*Hanseniaspora*, *Kloeckera*) ή άλλες ανεπιθύμητες ζύμες (*Candida* ή πρώην *Torulopsis*, *Hansenula*, *Brettanomyces/ Dekkera*)

Θειώδης ανυδρίτης

Έτσι το SO₂ :

- ▶ Απαλλάσσει τον οίνο από το χαρακτήρα του “maché”(= μασημένο) και του “éventé”, που οφείλεται στο σχηματισμό ακεταλδεΐδης μετά από στιγμιαίο αερισμό. Το SO₂ δεσμεύει την ακεταλδεΐδη και βελτιώνει την οσμή και τη γεύση του οίνου.
- ▶ Σε μικρές δόσεις τονώνει τις ζύμες και δραστηριοποιεί τη ζύμωση των ζαχάρων.
- ▶ Διευκολύνει την εκχύλιση των χρωστικών και των άλλων φαινολικών ενώσεων.
- ▶ Επιτρέπει τη μακρόχρονη ωρίμανση του οίνου σε δρύινα βαρέλια, διατηρώντας τη φρεσκάδα του και τη “fruité”.
- ▶ Τέλος οι δυσάρεστοι χαρακτήρες (οσμή και γεύση) του SO₂ συντελούν στη συντηρητική χρησιμοποίησή του, για να μη επισκιάσει τα χαρακτηριστικά του οίνου και να μην προσβάλλει την υγεία του καταναλωτή.

Θειώδης ανυδρίτης

- ▶ Ο θειώδης ανυδρίτης είναι το βασικό **αντιοξειδωτικό και αντιμικροβιακό** που χρησιμοποιείται στην οινοποίηση.
- ▶ Η χρήση του διοξειδίου του θείου άρχισε στα τέλη του 18ου αιώνα.
- ▶ Κατά κανόνα οι οίνοι περιέχουν ΔΘ.
- ▶ Σημειώνεται ότι οι ζύμες παράγουν ΔΘ κατά την ζύμωση, σπάνια πάνω από 10 mg/L, αν και σε ορισμένες περιπτώσεις παραπάνω από 30 mg/L.
- ▶ Οι κύριες ιδιότητες του ΔΘ είναι η **αντιμικροβιακή δράση**, η **αντιοξειδωτική δράση**, η **αντιοξειδασική δράση** και η **δέσμευση της ακεταλδεΐδης**.



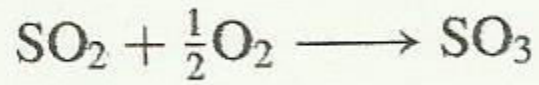
Θειώδης ανυδρίτης-Αντιμικροβιακή δράση

- ▶ Έχει μεγαλύτερη δράση στα **βακτήρια** από ότι στις ζύμες.
- ▶ Η δράση του εξαρτάται από τη **συγκέντρωσή** του και τους **πληθυσμούς των μικροοργανισμών**.
- ▶ Σε μικρές συγκεντρώσεις έχει ανασταλτική δράση, ενώ σε μεγαλύτερες καταστρέφει ποσοστό των μικροοργανισμών.
- ▶ Με μείωση του πληθυσμού των μικροοργανισμών, παράδειγμα με φιλτράρισμα, αυξάνεται η αποτελεσματικότητά του.
- ▶ Κατά τη διατήρηση του οίνου αναστέλλει την **ανάπτυξη όλων των τύπων των μικροοργανισμών, ζύμες, γαλακτικά βακτήρια και σε επίσης οξικά βακτήρια**.



Θειώδης ανυδρίτης- Αντιοξειδωτική δράση

- ▶ Αντιδρά αργά με το οξυγόνο με σχηματισμό SO₃.



- ▶ Έτσι, προστατεύει τον οίνο από χημική οξείδωση.
- ▶ Το ΔΘ παρέχει προστασία σε φαινολικές ενώσεις και κάποιες ενώσεις αρώματος από την οξείδωση.
- ▶ Επίσης, συνεισφέρει στη δημιουργία χαμηλού δυναμικού οξειδο-αναγωγής, που ευνοεί την ανάπτυξη αρώματος και γεύσης κατά την παλαίωση και διατήρηση του οίνου.



Θειώδης ανυδρίτης

- ▶ **Αντιοξειδασική** : αναστέλλει άμεσα τη δράση των οξειδωτικών ενζύμων (τυροσινάση, λακκάση), και με την πάροδο του χρόνου τα καταστρέφει.
- ▶ Έτσι, προστατεύει το γλεύκος από την οξείδωση πριν τη ζύμωση.
- ▶ Επίσης, βοηθάει στην αποφυγή θολώματος οξείδωσης σε λευκούς και ερυθρούς οίνους που παρασκευάζονται από σάπια σταφύλια.
- ▶ **Δέσμευση ακεταλδεΐδης** και άλλων συναφών ενώσεων.



Θειώδης ανυδρίτης

- Στον οίνο το ΔΘ βρίσκεται ελεύθερος ως SO_2 και κυρίως ως HSO_3^- , είτε δεσμευμένος κυρίως με καρβονυλικές ενώσεις.
- Μπορεί να υπάρχει φυσιολογικά στον οίνο μέχρι περίπου **10 mg/L**.
- Τα θειώδη προκαλούν αλλεργικές αντιδράσεις, κυρίως σε άτομα με άσθμα. Επίσης, έχουν **αρνητική επίδραση** στο **άρωμα** και τη **γεύση** του οίνου.
- Έτσι, υπάρχει διεθνώς η τάση για μείωση των επιπέδων που χρησιμοποιείται. Μέγιστο πρόσληψης θειωδών **0,7 mg ανά Kg βάρους σώματος**.
- Ένα **ποτήρι** οίνου περιέχει περίπου **10 mg θειώδη**. Το θειώδες έχει επίδραση στο άρωμα.
- Σε μεγάλες συγκεντρώσεις εξουδετερώνει το άρωμα και σε ακόμη μεγαλύτερες προσδίδει χαρακτηριστικά ελαττώματα, όπως η αίσθηση καψίματος στην επίγευση. Οι δοκιμαστές αντιλαμβάνονται τον θειώδη ανυδρίτη στα 20-30 mg/L.
- Από την άλλη πλευρά, σε ανεπαρκείς συγκεντρώσεις ΔΘ μπορεί με οξείδωση ή μικροβιακή ανάπτυξη να υπάρξει υποβάθμιση του οίνου.

Θειώδης ανυδρίτης

- Δεν είναι εύκολο να καθοριστεί η ακριβής ποσότητα που χρειάζεται, λόγω του σύνθετου της χημικής ισορροπίας του ΔΘ στον οίνο.
- Η συγκέντρωσή του στον οίνο εκφράζεται σε mg/L SO₂, αν και υπάρχει σε διάφορες μορφές στον οίνο.
- Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή νομοθεσία τα μέγιστα όρια στους οίνους **με ζάχαρα < 5 g/L είναι για τους ερυθρούς 160 και τους λευκοί 210 mg/L.**
- Στους οίνους με ζάχαρα > 5 mg/L, για τους ερυθρούς οίνους είναι **210** και για τους λευκούς **260 mg/L.**
- Στην ετικέτα της φιάλης αναγράφεται υποχρεωτικά Περιέχει θειώδη, εάν η συγκέντρωση είναι μεγαλύτερη από 10 mg/L.
- Κατά κανόνα, η νομοθεσία αναφέρεται αποκλειστικά στη συγκέντρωση του ολικού ΔΘ.
- Πάντως, τα επίπεδα ΔΘ που χρησιμοποιούνται είναι χαμηλότερα, όπως ως μέσος όρος **75 mg/L για τους ερυθρούς οίνους και 105 mg/L για τους λευκούς.**

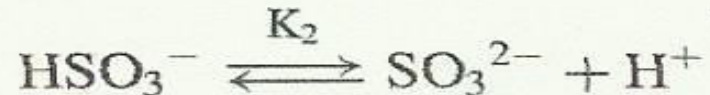
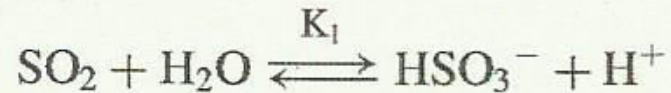
Θειώδης ανυδρίτης

- ▶ Το ΔΘ χρησιμοποιείται με διάφορες μορφές :
 - ▶ Ως **αέριο SO_2** ,
 - ▶ ως **υγροποιημένο αέριο SO_2** ,
 - ▶ ως **διάλυμα** όξινου θειώδους καλίου **KHSO_3** ,
 - ▶ και ως **στερεό** πυροθειώδες κάλιο (**$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$**) (μεταμπισουλφίτ).
- ▶ Η επίδραση της προσθήκης στον οίνο είναι η ίδια ανεξάρτητα από τη μορφή χρήσης του ΔΘ.
- ▶ Η ισορροπία που αποκαθίσταται μεταξύ των διαφόρων μορφών είναι η ίδια.
- ▶ Εξαρτάται από το pH και από την παρουσία μορίων που δεσμεύονται με το διοξείδιο του θείου.



Χημεία ΔΘ - Ελεύθερο θειώδες

- ▶ Κατά τη διάλυση του ΔΘ αποκαθίστανται οι ισορροπίες



- Στο pH του οίνου δεν υπάρχουν SO_3^{2-} , αλλά συμβαίνει η πρώτη ισορροπία.
- Είναι σημαντικό να είναι γνωστές οι συγκεντρώσεις του μοριακού SO_2 (ή θειώδες οξύ στη μορφή του ελεύθερου οξέος) και του HSO_3^- , καθόσον οι κύριες οινολογικές ιδιότητες αποδίδονται στο SO_2 .



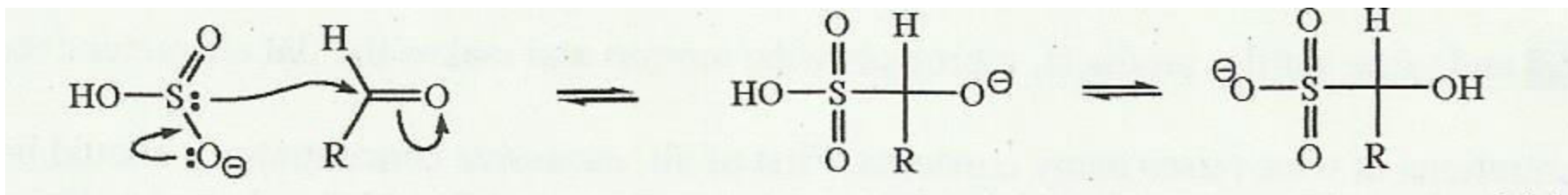
Χημεία $\Delta\Theta$ - Ελεύθερο θειώδες

- ▶ Η **αντιμικροβιακή δράση** μιας συγκέντρωσης **ελεύθερου $\Delta\Theta$** έναντι **ζυμών και βακτηρίων** εξαρτάται από το **pH**, παρά το ότι το **HSO_3^-** έχει κάποια αντιμικροβιακή δράση.
- ▶ Παρόμοια η γεύση και οσμή $\Delta\Theta$ είναι μεγαλύτερη σε πιο όξινο pH.
- ▶ Η % αναλογία του μοριακού SO_2 , που κατά προσέγγιση αντιστοιχεί στο **δραστικό SO_2** , κυμαίνεται από **1-10** και το υπόλοιπο είναι το HSO_3^- .
- ▶ Παράδειγμα σε pH 3,8 το μοριακό SO_2 είναι περίπου 1 % και σε pH 3,0 είναι περίπου 6 %.
- ▶ Αυτό εξηγεί την ανάγκη για χρήση μεγαλύτερων δόσεων θείωσης όταν το pH του γλεύκους ή του οίνου είναι υψηλό.
- ▶ Το ποσοστό του μοριακού SO_2 αυξάνει ανάλογα με τα επίπεδα της αλκοόλης και τη θερμοκρασία, καθόσον οι παράγοντες αυτοί επηρεάζουν την ισορροπία της αντίδρασης.



Χημεία $\Delta\Theta$ - Δεσμευμένο $\Delta\Theta$

- ▶ Τα όξινα θειώδη έχουν την ιδιότητα να δεσμεύουν μόρια που έχουν καρβονυλικές ομάδες.



- ▶ Οι μορφές αυτές είναι το δεσμευμένο $\Delta\Theta$.
- ▶ Το άθροισμα του ελεύθερου $\Delta\Theta$ και του δεσμευμένου $\Delta\Theta$ είναι ίσο με το ολικό θειώδες.

Ενώσεις που δεσμεύουν ΔΘ

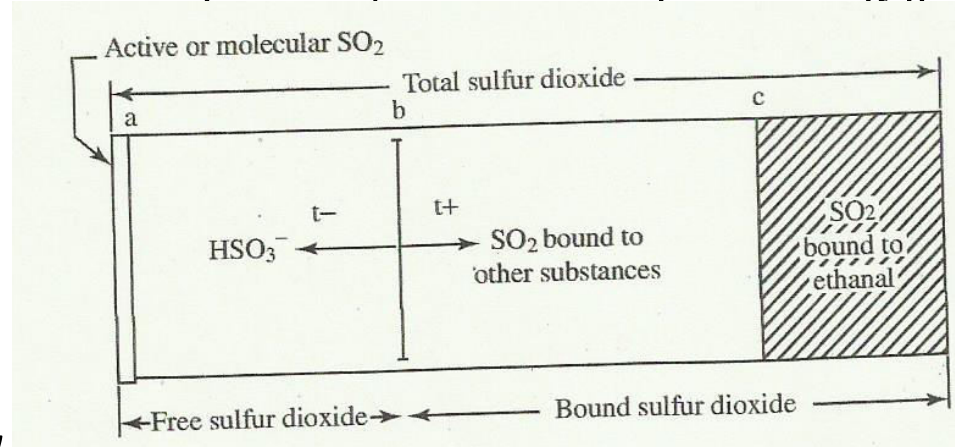
- ▶ Η **ακεταλδεΐδη** δεσμεύει το ΔΘ.
- ▶ Συγκεντρώσεις ακεταλδεΐδης 30-130 mg/L αντιστοιχούν σε πιθανό δεσμευμένο SO₂ 44-190 mg/L.
- ▶ Σε οίνο που δεν έχει ελεύθερο SO₂ μπορεί να υπάρχει απελευθέρωση ιχνών ακεταλδεΐδης.
- ▶ Η ελεύθερη αυτή ακεταλδεΐδη είναι υπεύθυνη για τον επίπεδο χαρακτήρα του οίνου.
- ▶ Όμως, σε οίνο που περιέχει ελεύθερο SO₂ θεωρείται ότι δεν μπορεί να υπάρχει ελεύθερη ακεταλδεΐδη.
- ▶ Η ακεταλδεΐδη είναι ενδιάμεσο της αλκοολικής ζύμωσης, και η παραγωγή της σχετίζεται με τη γλυκεροπυροσταφυλική ζύμωση. Κυρίως, εξαρτάται από τα επίπεδα του αερισμού.
- ▶ Η προσθήκη ΔΘ σε ζυμούμενο γλεύκος πρέπει να αποφεύγεται καθόσον το ΔΘ δεσμεύεται από την ακεταλδεΐδη και δεν είναι δραστικό.

Ενώσεις που δεσμεύουν ΔΘ

- ▶ **Κετονικά οξέα.** Πυροσταφυλλικό οξύ και α-κετογλουταρικό οξύ είναι δευτερογενή προϊόντα της αλκοολικής ζύμωσης. Οι ενώσεις αυτές μπορούν να δεσμεύουν διαφορετικές συγκεντρώσεις θειώδη ανυδρίτη.
- ▶ **Ζάχαρα και παράγωγα ζαχάρων.** Λόγω της αλδεϋδικής/κετονικής ομάδας μπορούν να δεσμεύουν το SO_2 . Όμως, η φρουκτόζη και η ζαχαρόζη δεν αντιδρούν. Η γλυκόζη και η αραβινόζη (βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις) δεσμεύουν το SO_2 . Επίσης, διάφορα παράγωγα ζαχάρων όπως ουρονικά οξέα (γαλακτουρονικό οξύ, γλυκουρονικό οξύ) και προϊόντα οξειδωσης ζαχάρων (όπως κετο-2-γλυκουρονικό οξύ, δικετο-2,5-γλυκονικό οξύ).
- ▶ **Δικαρβονυλικές ενώσεις** (υπάρχουν σε υψηλά επίπεδα στα βοτρυδιασμένα σταφύλια) όπως η γλυοξάλη και η μεθυλογλυοξάλη δεσμεύουν το SO_2 .
- ▶ Ακόμη, **διάφορες άλλες ενώσεις** όπως γλυοξυλικό οξύ, οξαλοξικό οξύ, ακετοΐνη, διακετύλιο, διυδροξυακετόνη δεσμεύουν SO_2 αλλά σε πολύ χαμηλά επίπεδα.

Οι μορφές του ΔΘ

- ▶ Το δεσμευμένο ΔΘ έχει πολύ λιγότερο σημαντική (ή ασήμαντη) αντιμικροβιακή και αντιοξειδωτική δραστηριότητα.
- ▶ Οι μορφές του ΔΘ που υπάρχουν στον οίνο παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα.



- ▶ Το δραστικό SO_2 είναι στα αριστερά.
- ▶ Η διαφοροποίησή του από το HSO_3^- εξαρτάται από το pH.
- ▶ Στα δεξιά είναι το SO_2 που είναι δεσμευμένο με την ακεταλδεΐδη.
- ▶ Η δέσμευση αυτή είναι πολύ σταθερή και εξαρτάται από τη συγκέντρωση της ακεταλδεΐδης.
- ▶ Από την άλλη πλευρά, ο διαχωρισμός μεταξύ ελεύθερου ΔΘ και δεσμευμένου με άλλες ενώσεις δεν είναι σταθερός (προς τη μία ή την άλλη κατεύθυνση) και εξαρτάται από τη θερμοκρασία και τη συγκέντρωση του ελεύθερου SO_2 .

Ιδιότητες μορφών ΔΘ

- ▶ Η μυκητοκτόνα, η βακτηριοκτόνος, η αντιοξειδωτική, η αντιοξειδασική, και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των μορφών του ΔΘ παρουσιάζονται στον πίνακα.
- ▶ Το SO₂ που είναι δεσμευμένο με ακεταλδεΰδη ή πυροσταφυλλικό οξύ φαίνεται να έχει αντιβακτηριακή δράση 5-10 φορές μικρότερη από το ελεύθερο SO₂, ακόμη και σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες κατά 5-10 φορές.

Πίνακας. Ιδιότητες μορφών ΔΘ

Ιδιότητα	SO ₂	HSO ₃ ⁻	R-SO ₃ ⁻
Μυκητοκτόνα	+	μικρή	0
Βακτηριοκτόνα	+	μικρή	μικρή
Αντιοξειδωτική	+	+	0
Αντιοξειδασική	+	+	0
Δυναμικό O/A	+	+	0
Εξουδετέρωση ακεταλδεΰδης	+	+	+
Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά	δριμεία οσμή, γεύση SO ₂	άοσμο, πικρή γεύση	άοσμο, άγευστο (σε τυπικές συγκεντρώσεις)

Χρήση ΔΘ

- ▶ Στη χρήση του ΔΘ πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι **αντιδράσεις ισορροπίας**.
- ▶ Επίσης, η **θερμοκρασία**. Αυξανόμενης της θερμοκρασίας αυξάνεται το ελεύθερο SO_2 και μειώνεται το SO_2 που δεσμεύεται με άλλες ενώσεις εκτός ακεταλδεΐδης (το SO_2 που δεσμεύεται με την ακεταλδεΐδη παραμένει σταθερό).
- ▶ Στη χρήση του ΔΘ η εμπειρική προσέγγιση είναι σημαντική. Προστίθενται αυξανόμενες συγκεντρώσεις SO_2 σε δείγματα του ίδιου οίνου. Πάντως, λίγες ημέρες μετά την προσθήκη του SO_2 στον οίνο, πρέπει να προσδιορίζεται για να διαπιστωθεί εάν έχει επιτευχθεί η επιθυμητή συγκέντρωση, και εάν έχουν επιτευχθεί οι συνθήκες σταθεροποίησης.
- ▶ Οι δόσεις ΔΘ στην οινοποίηση είναι : **Ερυθρή οινοποίηση** : με υψηλή οξύτητα 5 g/hl οίνου, και με χαμηλή οξύτητα 5-8 g/hl οίνου.
- ▶ **Λευκή οινοποίηση** : με υψηλή οξύτητα 5 g/hl οίνου, και χαμηλή οξύτητα 6-8 g/hl οίνου.
- ▶ Κατά τη διατήρηση η θείωση καταρχήν αφορά την προστασία από την οξείδωση.
- ▶ Το ρίσκο της οξείδωσης σε μεγάλο χρόνο διατήρηση των οίνων υπάρχει στους ερυθρούς όταν έχουν λιγότερο από 5-10 mg/L, και στους λευκούς λιγότερο από 20 mg/L.

Συνιστώμενες συγκεντρώσεις ελεύθερου ΔΘ στους οίνους, mg/L

- Από μικροβιολογική άποψη, με θείωση ξηρών λευκών οίνων πρέπει να αποφεύγεται η ανάπτυξη ζυμών και βακτηρίων.
- Οι συνιστώμενες συγκεντρώσεις ελεύθερου ΔΘ είναι οι παρακάτω.

Πίνακας. Συνιστώμενες συγκεντρώσεις ελεύθερου ΔΘ στους οίνους, mg/L.

	Ερυθροί οίνοι	Ξηροί λευκοί οίνοι	Γλυκοί λευκοί οίνοι
Διατήρηση	20-30	30-40	40-80
Εμφιάλωση	10-20	20-30	30-50



Μορφές χρήσης SO₂

- ▶ Το ΔΘ είναι διαθέσιμο σε διάφορες μορφές. Ως **αέριο**, ως **υγροποιημένο αέριο**, ως **διάλυμα**, και ως **σκόνη**.
- ▶ Το **αέριο SO₂** σε ατμοσφαιρική πίεση υγροποιείται στους -15 °C ή υπό πίεση 3 bars σε θερμοκρασία δωματίου. Είναι άχρωμο υγρό και υπάρχει σε μεταλλικέςμποτίλιες. Γίνεται άμεση προσθήκη.
- ▶ Για προσθήκη ΔΘ σε μικρότερους όγκους οίνου ή για καλύτερη ενσωμάτωση χρησιμοποιείται διάλυμα 5-8 % σε νερό ή γλεύκος υγροποιημένου αερίου.
- ▶ **Συμπυκνωμένο διάλυμα 10 % ή 18-20 % KHSO₃** , επίσης χρησιμοποιούνται.
- ▶ Ακόμη, χρησιμοποιούνται διαλύματα περίπου 10 % σε νερό πυροθειώδους καλίου, που αποδίδει περίπου 50 % SO₂.
- ▶ Η θείωση βαρελιών γίνεται με καύση ποσότητας θείου μέσα στα βαρέλια, που αποδίδει σχεδόν το διπλάσιο του βάρους του σε SO₂.
- ▶ Είναι μάλλον η παλαιότερη μορφή χρήσης ΔΘ στην οινολογία.
- ▶ Χρησιμοποιείται για ρύθμιση της συγκέντρωσης του ελεύθερου ΔΘ κατά τη μετάγγιση, και για αποφυγή μικροβιακής μόλυνσης κατά την αποθήκευση άδειων βαρελιών.

Υποκατάστατα θειώδη ανυδρίτη / Μείωση θειώδη ανυδρίτη

Σορβικό οξύ, σορβικό κάλι

- ▶ $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH=CH-COOH}$
- ▶ Έχει αντιμικροβιακή δράση (μυκητοκτόνα). Δρα στους μύκητες, ενώ έχει πολύ μικρή δράση στα βακτήρια.
- ▶ Πρακτικά δεν έχει δράση στα γαλακτικά και στα οξικά βακτήρια. Χρησιμοποιείται το σορβικό κάλι που είναι διαλυτό.
- ▶ Μέγιστο όριο 200 mg/L.
- ▶ Χρησιμοποιείται σε γλυκά κρασιά για αποφυγή επαναζύμωσης.
- ▶ Χρησιμοποιείται μαζί με 30-40 mg/L SO_2 για προστασία από την οξείδωση και αναστολή βακτηρίων.



Υποκατάστατα θειώδη ανυδρίτη / Μείωση θειώδη ανυδρίτη

- ▶ Οκτανοϊκό και δεκανοϊκό οξύ
- ▶ Έχουν σημαντική μυκητοκτόνα δράση.
- ▶ Η συνολική τους συγκέντρωση στους οίνους πρέπει να είναι μέχρι 10 mg/L. Παράδειγμα 3 mg οκτανοϊκού οξέος και 6 mg δεκανοϊκού οξέος.
- ▶ Χρησιμοποιούνται στα γλυκά κρασιά μαζί με τον θειώδη ανυδρίτη, και με το συνδυασμό τους χρησιμοποιείται μικρότερη συγκέντρωση θειώδη ανυδρίτη.
- ▶ Σε γλυκό κρασί 150 mg/L SO₂ + 9 mg/L λιπαρά οξέα φαίνεται να είναι το ίδιο αποτελεσματικά με 250 mg/L SO₂



Υποκατάστατα θειώδη ανυδρίτη / Μείωση θειώδη ανυδρίτη

- ▶ Λυσοζύμη
- ▶ Έχει αντιμικροβιακή δράση έναντι Gram θετικών βακτηρίων, όπως τα γαλακτικά βακτήρια. Δεν έχει δράση έναντι ζυμών και οξικών βακτηρίων.
- ▶ Μπορεί να έχει εφαρμογή στην αναστολή ή επιβράδυνση της μηλογαλακτικής ζύμωσης, όπως και για μικροβιακή σταθεροποίηση μετά τη μηλογαλακτική ζύμωση.
- ▶ Πάντως, μαζί με τη χρήση λυσοζύμης (200 mg/L) χρειάζεται και σημαντική συγκέντρωση SO₂ (50 mg/L) για προστασία από την οξείδωση και αναστολή ζυμών και οξικών βακτηρίων.
- ▶ Έτσι, φαίνεται ότι δεν είναι απαραίτητη η χρήση της. Όμως, η λυσοζύμη έχει δοκιμαστεί με επιτυχία μαζί με ταννίνη για μείωση του χρησιμοποιούμενου θειώδη ανυδρίτη.
- ▶ Στην οινοποίηση χρησιμοποιούνται οινολογικές ταννίνες. Έχουν αντιοξειδωτική και αντιμικροβιακή δράση.



Υποκατάστατα θειώδη ανυδρίτη / Μείωση θειώδη ανυδρίτη

- ▶ Ασκορβικό οξύ
- ▶ Τα σταφύλια περιέχουν ασκορβικό οξύ, περίπου 50 mg/L, αλλά γρήγορα εξαφανίζεται κατά τη ζύμωση και τους αρχικούς αερισμούς.
- ▶ Ο οίνος δεν περιέχει ασκορβικό οξύ.
- ▶ Το ασκορβικό οξύ χρησιμοποιείται στην οινολογία ως αναγωγικό μέσο. Επίσης, έχει προταθεί η αντικατάστασή του με το ισομερές ερυθροβικό οξύ.
- ▶ Μέγιστη συγκέντρωση προσθήκης του είναι τα 150 mg/L. Η συνιστώμενη προσθήκη του είναι 50-100 mg/L, καθόσον σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις έχει επίδραση στη γεύση του οίνου.
- ▶ Είναι πλήρως υδατοδιαλυτό. Δεν υπάρχουν ενστάσεις όσον αφορά τη χρήση του για λόγους υγείας.
- ▶ Το ασκορβικό οξύ δρα ως ένα σύστημα οξειδωσης-αναγωγής. Οξειδώνεται με σχηματισμό δεϋδροασκορβικού οξέος, όπως και δύο ηλεκτρονίων.
- ▶ Αυτά ανάγουν συστατικά του οίνου, ιδιαίτερα τον τρισθενή σίδηρο σε δισθενή. Με τα παραπάνω εξηγείται η παρεμπόδιση του θολώματος σιδήρου, καθόσον οφείλεται στον τρισθενή σίδηρο.

Υποκατάστατα θειώδη ανυδρίτη / Μείωση θειώδη ανυδρίτη

- ▶ Ασκορβικό οξύ
- ▶ Παρουσία οξυγόνου, η οξείδωση του ασκορβικού οξέος οδηγεί στο σχηματισμό υπεροξειδίου του υδρογόνου, που είναι ισχυρό οξειδωτικό.
- ▶ Η παρουσία επαρκούς ποσότητας ελεύθερου θειώδη ανυδρίτη προστατεύει την οξείδωση συστατικών του οίνου, καθόσον οξειδώνεται το ίδιο από το υπεροξείδιο του υδρογόνου.
- ▶ Η οξείδωση του ασκορβικού οξέος καταλύεται από σίδηρο και χαλκό.
- ▶ Η αντίδραση είναι γρήγορη και καταναλώνεται το διαλυμένο οξυγόνο , όταν αυτό δεν είναι σε μεγάλη συγκέντρωση.
- ▶ Γενικά, λόγω της μεγάλης ευαισθησίας του στην οξείδωση είναι αποτελεσματικό σε χαμηλά επίπεδα αερισμού. Παράδειγμα στη φιάλη, ενώ δεν είναι κατάλληλο για διατήρηση μεγάλου χρόνου σε δεξαμενές ή βαρέλια.



Υποκατάστατα θειώδη ανυδρίτη / Μείωση θειώδη ανυδρίτη

- ▶ Ασκορβικό οξύ
- ▶ Από την άλλη πλευρά, ο θειώδης ανυδρίτης οξειδώνεται άμεσα από το μοριακό οξυγόνο.
- ▶ Έχει επιβραδυντική δράση, που είναι σταθερή που συνεχίζεται στο χρόνο ακόμη και με επακόλουθη οξυγόνωση.
- ▶ Δεν παρεμποδίζει το σχηματισμό θολώματος σιδήρου.
- ▶ Η χρήση του ασκορβικού οξέος πρέπει να είναι προσεκτική.
- ▶ Ο οίνος πρέπει να περιέχει επαρκείς συγκεντρώσεις θειώδη ανυδρίτη.
- ▶ Εάν δεν υπάρχει, το υπεροξείδιο του υδρογόνου που παράγεται με την οξείδωσή του μπορεί να οξειδώσει συστατικά του οίνου που δεν οξειδώνονται από το μοριακό οξυγόνο.



Υποκατάστατα θειώδη ανυδρίτη / Μείωση θειώδη ανυδρίτη

- ▶ Γλουταθειόνη
- ▶ Η γλουταθειόνη είναι τριπεπτίδιο (γλυκίνη-κυστεΐνη-γλουταμινικό οξύ) που υπάρχει φυσιολογικά στον οίνο.
- ▶ Έχει αντιοξειδωτική δράση.
- ▶ Χρησιμοποιούνται παρασκευάσματα ξηρών αδρανών ζυμών πλούσια σε γλουταθειόνη για προστασία του αρώματος οίνου από την οξείδωση.
- ▶ Η γλουταθειόνη έχει δοκιμαστεί με επιτυχία μαζί με φαινολικά οξέα (καφεϊκό οξύ, γαλλικό οξύ) για μείωση του χρησιμοποιούμενου θειώδη ανυδρίτη.



Τεχνολογικές παρεμβάσεις

- ▶ **Χρήση αερίων** : κλασσικά για προστασία από χημική ή μικροβιακή οξείδωση συνιστάται η αποφυγή / περιορισμός επαφής με το οξυγόνο. Έτσι, εφαρμόζεται το απογέμισμα. Επίσης, σε συνδυασμό με απογέμισμα χρησιμοποιούνται εσωτερικά αέρια, τα άζωτο, διοξείδιο του άνθρακα και αργό. Το άζωτο είναι αυτό που χρησιμοποιείται, ορισμένες φορές μαζί με CO₂ (παράδειγμα 15 % CO₂ + 85 % N₂). Το αργό χρησιμοποιείται σπάνια.
- ▶ **Παστερίωση** : χρησιμοποιείται για καταστροφή μικροοργανισμών, στους 45 ή 48 °C. Ο χρησιμοποιούμενος θειώδης ανυδρίτης προστατεύει από την οξείδωση. Εφαρμόζεται σε μέσης ποιότητας οίνους.
- ▶ **Υπεροξοξείδωση του γλεύκους** : με υπεροξείδωση του γλεύκους, κυρίως με υπεροξυγόνωση αλλά και προσθήκη ενζύμου, και επακόλουθη καταβύθιση και απομάκρυνση των προϊόντων της οξείδωσης μπορεί να παραχθεί οίνος σταθερός στην οξείδωση. Μάλιστα έχει δοκιμαστεί με επιτυχία με μείωση του χρησιμοποιούμενου θειώδη ανυδρίτη. Πάντως, η εφαρμογή περιορίζεται σε επιτραπέζια μέσης ποιότητας κρασιά.

Επισκόπηση κατεργασιών οίνων

- ▶ Κατά την οινοποίηση γίνονται διάφορες κατεργασίες με σκοπό την προστασία και την μεγαλύτερη διατήρηση του κρασιού.
 - ▶ Στις κατεργασίες του κρασιού περιλαμβάνονται οι παρακάτω:
 - ▶ Φυσική κατακάθιση και μετάγγιση
 - ▶ Απογέμισμα οινοδοχείων
 - ▶ Διαύγαση (με κολλάρισμα, με διήθηση- φιλτράρισμα, με φυγοκέντριση)
 - ▶ Θερμική κατεργασία
 - ▶ Ψύξη
 - ▶ Χημικές -φυσικοχημικές κατεργασίες,
 - ▶ Ανάμιξη των κρασιών
 - ▶ Διόρθωση των κρασιών
 - ▶ Εμφιάλωση
-



Φυσική κατακάθιση και μετάγγιση

- ▶ Είναι η αυθόρμητη κατακάθιση των πιο βαριών συστατικών στο πυθμένα της δεξαμενής και η απομάκρυνσή τους με μετάγγιση.
- ▶ Με την μέθοδο αυτή δεν πετυχαίνεται τέλεια διαύγαση διότι απομακρύνεται μέρος μόνο των βακτηρίων και της περίσσειας των χρωστικών.
- ▶ Η πρώτη μετάγγιση γίνεται μετά το τέλος της αλκοολικής ζύμωσης και διαχωρίζεται το κρασί από την μεγαλύτερη ποσότητα της οινολάσπης.
- ▶ Η δεύτερη μετάγγιση γίνεται κατά το χειμώνα μετά από μεγάλα κρύα που διευκολύνουν την καθίζηση νέας ποσότητας όξινου τρυγικού καλίου.
- ▶ Τρίτη μετάγγιση μπορεί να γίνει στις αρχές της άνοιξης.
- ▶ Η πρώτη μετάγγιση γίνεται παρουσία αέρα για αναζωογόνηση των ζυμομυκήτων (ζύμωση του αζύμωτου ζαχάρου) και διευκόλυνση της παλαίωσης. Οι άλλες μεταγγίσεις γίνονται με αποφυγή αερισμού (αποφυγή οξειδωσης).

Απογέμισμα οινοδοχείων

- ▶ Το οξυγόνο του αέρα επιτρέπει την ανάπτυξη αερόβιων μικροοργανισμών με κίνδυνο πρόκλησης ασθενειών (άνθηση) και της οξικής ζύμωσης.
- ▶ Το ενδεχόμενο αυτό αποφεύγεται με απογέμισμα των οινοδοχείων με την απαιτούμενη ποσότητα κρασιού ώστε να διατηρούνται πάντοτε πλήρη.
- ▶ Το απογέμισμα στις δεξαμενές γίνεται όταν τελειώσει η ζύμωση, μετά την πρώτη μετάγγιση, ενώ στα ξύλινα δοχεία, όπου η εξάτμιση από τους πόρους είναι συνεχής, πρέπει να γίνεται τακτικά.



Διούγαση

- ▶ Η διούγαση του κρασιού έχει ως σκοπό την απομάκρυνση των κολλοειδών σωματιδίων και των ιζημάτων, που είναι:
- ▶ Κρύσταλλοι τρυγικών, θολώματα μετάλλων σε δημιουργία, πρωτεΐνες, πολυσακχαρίτες, ζυμομύκητες, βακτήρια, φυτικά υπολείμματα του σταφυλιού, χρωστικές, υπολείμματα διαυγαστικών.
- ▶ Μέθοδοι που εφαρμόζονται
 - ▶ Φυσική κατακάθιση και μετάγγιση
 - ▶ Διούγαση με διαυγαστικά
 - ▶ Διούγαση με διήθηση
 - ▶ Διούγαση με φυγοκέντρηση



Διαύγαση με κολλάρισμα

- ▶ Ζελατινώδεις κόλλες (ζελατίνες): ζελατίνη ή οστεόκολλα, ιχθυόκολλα ή ψαρόκολλα
 - ▶ Αλβουμινώδεις κόλλες (αλβουμίνες): λεύκωμα αυγού ή ασπράδι, αίμα νωπό ή αποξηραμένο
 - ▶ Καζεΐνες, Καζεϊνώδεις κόλλες: γάλα και καζεΐνη
 - ▶ Αλγινικά άλατα
 - ▶ Οινολογική ταννίνη
 - ▶ Μπεντονίτης
 - ▶ Μίγματα διαυγαστικών

 - ▶ Άλλα διαυγαστικά:
 - ▶ πολυβινυλοπολυπυρρολιδόνη (PVPP), νάυλον (nylon)
 - ▶ Χρήση πρωτεολυτικών ενζύμων
 - ▶ Χρήση πηκτινολυτικών ενζύμων
-

Διαυγαστικά

- ▶ Τα διαυγαστικά διακρίνονται σε:
 - ▶ α) ουσίες στερεές, αδιάλυτες στο κρασί, που προστίθενται με μορφή λεπτής σκόνης ή πολτώδους μάζας και που κατά την καθίζησή τους συμπαρασύρουν μηχανικά τα θολώματα,
 - ▶ β) ουσίες διαλυτές στο κρασί που αντιδρούν μεταξύ τους είτε με ορισμένα συστατικά του κρασιού και σχηματίζουν ιζήματα. Τα ιζήματα κατά την καθίζησή τους συμπαρασύρουν τα θολώματα.
- ▶ Η επιλογή του διαυγαστικού εξαρτάται από το είδος του κρασιού, το αίτιο του θολώματος, ενώ η ποσότητά του καθορίζεται δοκιμαστικά.
- ▶ Στα αδιάλυτα διαυγαστικά ανήκει ο μπεντονίτης και στα διαλυτά η κόλλα λούξ.

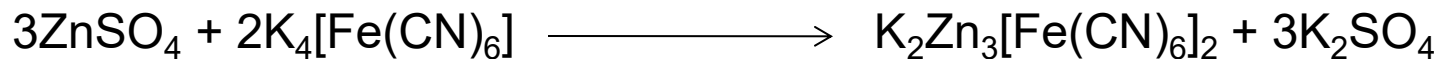


Διαυγαστικά

- ▶ Οι λεγόμενες κόλλες είναι ουσίες που περιέχουν μεγάλα μόρια πρωτεϊνών.
- ▶ Οι πρωτεΐνες αυτές στο κρασί ($\text{pH} < 4$) συμπεριφέρονται ως υδρόφιλα κολλοειδή θετικού φορτίου που δίνουν με τις ταννίνες σύμπλοκα αρνητικού φορτίου.
- ▶ Τα σύμπλοκα αυτά, υδρόφιλα κολλοειδή, καταβυθίζονται με κατιόντα του κρασιού.
- ▶ Έτσι το ίζημα αποτελείται από πρωτεΐνες, ταννίνες και ορισμένα δισθενή και τρισθενή ιόντα.
- ▶ Ο μπεντονίτης κροκιδώνεται από τα κατιόντα του κρασιού.
- ▶ Στα διαυγαστικά ανήκει και το διοξείδιο του πυριτίου, σε στερεή μορφή ή σε κολλοειδή διασπορά.

Διαυγαστικά

- ▶ Η κόλλα Λούξ αποτελείται από δύο εμπορικά προϊόντα, το Λούξ Α και το Λούξ Β.
- ▶ Το Λούξ Α είναι κρυσταλλικός θειικός ψευδάργυρος, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, και το Λούξ Β σιδηροκυανιούχο κάλι, $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$.
- ▶ Χρησιμοποιούνται σε ίσα ποσά (10-25 g/100L, το καθένα) σε υδατικό διάλυμα.
- ▶ Πρώτα προστίθεται το διάλυμα του Λούξ Α και κατόπιν το διάλυμα του Λούξ Β, με συνεχή ανάδευση.
- ▶ Οι δύο ουσίες αντιδρούν και σχηματίζεται ογκώδες ίζημα σιδηροκυανιούχου καλιοψευδαργύρου που καθιζάνει γρήγορα και συμπαρασύρει τις αιωρούμενες ύλες.



- Γενικά μετά την προσθήκη του διαυγαστικού μέσου το κρασί αφήνεται προς καθίζηση του ιζήματος για μερικές ημέρες μέχρι δύο εβδομάδες.
- Κατόπιν το διαυγές κρασί διαχωρίζεται από το ίζημα με διήθηση ή μετάγγιση.

Διαύγαση με διήθηση (φιλτράρισμα)

- ▶ Υλικά διήθησης: κυτταρίνη, γη διατόμων, περλίτης

- ▶ Υλικά υποστήριξης υλών διήθησης: μέταλλα, βαμβακερό ύφασμα, συνθετικό ύφασμα, πορώδες χαρτόνι.
- ▶ Φίλτρα: γης διατόμων, με πλάκες, με μεμβράνες, με σάκους ή φιλτρόπρεσες
Εφαπτόμενη μικροδιήθηση και εφαπτόμενη υπερδιήθηση.
- ▶ Με τη διαύγαση συγκρατούνται στη μάζα του κρασιού σε μικρή αναλογία αιωρούμενα σωματίδια, τα οποία καθιζάνουν πλήρως μετά από αρκετό χρόνο.
- ▶ Έτσι, εφαρμόζεται διήθηση του κρασιού.
- ▶ Πολλές φορές η διήθηση γίνεται και χωρίς να προηγηθεί διαύγαση, οπότε αποτελεί έναν άλλο τρόπο καθαρισμού από τα θολώματα.
- ▶ Σημειώνεται ότι η διήθηση σαν καθαρά μηχανική κατεργασία δεν επιφέρει καμία αλλοίωση στα συστατικά του κρασιού, όπως πολλές φορές συμβαίνει με την διαύγαση.

- ▶ Ακόμη, διήθηση εφαρμόζεται για την απομάκρυνση μικροοργανισμών.

Διαύγαση με διήθηση (φιλτράρισμα)

- ▶ Τα υλικά που χρησιμοποιούνται συνήθως στη διήθηση είναι η γη διατόμων, ο περλίτης, η κυτταρίνη.
- ▶ Η γη διατόμων προέρχεται από τη συσσώρευση κελυφών μικροσκοπικών μονοκύτταρων φυκών, των διατόμων, και είναι ενυδατωμένο πυριτικό υλικό.
- ▶ Βρίσκονται ως μαλακά ερυθρά διογκωμένα απ' το νερό πετρώματα.
- ▶ Ο περλίτης είναι πέτρωμα ηφαιστειακής προέλευσης με σύσταση ανάλογη του γυαλιού. Χρησιμοποιείται κυρίως για την διαύγαση γλευκών και κρασιών με πολλά σωματίδια.
- ▶ Η κυτταρίνη, που παραλαμβάνεται από το ξύλο, χρησιμοποιείται ως σκελετός για την κατασκευή φιλτρόχαρτων. Επίσης μόνη της ή με πολυαιθυλένιο χρησιμοποιείται για το σχηματισμό του πρώτου στρώματος στη διήθηση με φίλτρο γης διατόμων.



Διαύγαση με διήθηση (φιλτράρισμα)

- ▶ Αυτή είναι διήθηση με τροφοδοσία υλικού διήθησης.
- ▶ Τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι γη διατόμων, περλίτης και ενδεχομένως κυτταρίνη για το σχηματισμό του πρώτου στρώματος.
- ▶ Η διήθηση με φίλτρο πλακών προτιμάται στην διήθηση πριν την εμφιάλωση. Η σύνθεση των διάφορων ηθμών είναι συχνά από κυτταρίνη, ίνες βαμβακιού, γη διατόμων και συνθετικές ίνες.
- ▶ Η διήθηση με φίλτρο μεμβράνης γίνεται μέσω πορώδους μεμβράνης με διάμετρο μικρότερη από την διάμετρο των μικροοργανισμών. Είναι μέθοδος απαλλαγής από μικροοργανισμούς και λιγότερο διαύγασης.



Διαύγαση με φυγοκέντρωση

- ▶ Η φυγοκέντρωση χρησιμοποιείται κυρίως για την διαύγαση κρασιών, αλλά επίσης για την διαύγαση γλεύκους (με όχι πολλά στερεά), και για την απομάκρυνση των ζυμομυκήτων από γλεύκος σε ζύμωση.

Θερμική κατεργασία

- ▶ Με την θέρμανση επέρχεται τροποποίηση των κολλοειδών του κρασιού.
- ▶ Με θερμική κατεργασία 75-80°C /20-30 min καταβυθίζονται όλες οι πρωτεΐνες.
- ▶ Στους 55-70°C συμβαίνει συγκόλληση πολυσακχαριτών και δημιουργία προστατευτικών κολλοειδών.
- ▶ Όμως, με την θέρμανση καταστρέφεται το άρωμα, ιδίως των λευκών κρασιών.
- ▶ Η θερμική κατεργασία (παστερίωση) συντελεί επίσης στη σταθεροποίηση των κρασιών, προληπτικά ή θεραπευτικά, με καταστροφή μικροοργανισμών.

Ψύξη

- ▶ Με την ψύξη των κρασιών πετυχαίνεται σταθεροποίηση των κρασιών.
-
- ▶ Συμβαίνει καταβύθιση του όξινου τρυγικού καλίου και σε μικρότερο βαθμό του τρυγικού ασβεστίου, καταβύθιση χρωστικών (στα κόκκινα κρασιά) και πρωτεϊνών όπως και συμπλόκων ταννινών -σιδήρου.
 - ▶ Η καταβύθιση των πρωτεϊνών με ψύξη είναι ανεπαρκής μπορεί όμως να συμπληρώσει την κατεργασία με μπεντονίτη. Η ψύξη προκαλεί αφαίρεση 1-2 mg/l σιδήρου.
 - ▶ Με την ψύξη του κρασιού επιβραδύνεται η ανάπτυξη των μικροοργανισμών.
 - ▶ Το οξυγόνο είναι πιο διαλυτό στο κρασί σε χαμηλές θερμοκρασίες. Όμως συμβαίνει και επιβράδυνση της οξειδωτικής δράσης.
 - ▶ Η ψύξη επιδρά αρνητικά στην ποιότητα των κόκκινων κρασιών παλαίωσης, ενώ αντίθετα βελτιώνει τους οργανοληπτικούς χαρακτήρες των νέων κρασιών. Με την ψύξη δίνεται η δυνατότητα εμφιάλωσης νέων κρασιών, που διαφορετικά θα απαιτούσαν μεγάλη παραμονή και πολλές μεταγγίσεις.
 - ▶ Η ψύξη του κρασιού γίνεται στους -3 έως -5°C, και διαρκεί 4-6 μέρες.
 - ▶ Ακολουθεί διήθηση στην ίδια θερμοκρασία για διαχωρισμό του ιζήματος.

Χημικές -φυσικοχημικές κατεργασίες

- ▶ Οι χημικές και φυσικοχημικές διεργασίες γίνονται με σκοπό την προστασία του κρασιού από θολώματα, αλλά και για διαύγασή τους.

Θολώματα σιδήρου

- ▶ Χρησιμοποιούνται το σιδηροκυανιούχο κάλι $K_4[Fe(CN)_6]$ που αντιδρά με τα περισσότερα κατιόντα των βαρέων μετάλλων του κρασιού, Fe, Cu, Mn, Zn.
- ▶ Οι αντιδράσεις είναι αργές με τρισθενή σίδηρο και γρήγορες με δισθενή σίδηρο. Έτσι πρέπει να αποφεύγεται ο αερισμός του κρασιού για να είναι ο σίδηρος ως δισθενής και όχι τρισθενής.
- ▶ Ο κολλοειδής σιδηροκυανιούχος σίδηρος που σχηματίζεται καταβυθίζεται με κατιόντα ή τις πρωτεΐνες.
- ▶ Ο ενδεχόμενος σχηματισμός HCN οφείλεται σε υδρόλυση του σιδηροκυανιούχου σιδήρου. Στο pH του κρασιού το HCN βρίσκεται ως ενωμένο είτε ως ελεύθερο.
- ▶ Το ενωμένο HCN δεν είναι τοξικό.

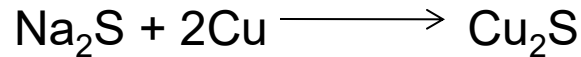


Χημικές -φυσικοχημικές κατεργασίες

- ▶ Εκτός από το σιδηροκυανιούχο κάλι χρησιμοποιούνται και άλλες κατεργασίες για την προστασία από τα θολώματα σιδήρου.
- ▶ Με οξυγόνωση δημιουργείται στα λευκά κρασιά το λευκό θόλωμα και στα κόκκινα το μαύρο θόλωμα. Με την διαύγαση το θόλωμα απομακρύνεται. Η οξυγόνωση όμως προκαλεί οξείδωση των αρωματικών συστατικών του κρασιού.
- ▶ Με προσθήκη φυτικού ασβεστίου σχηματίζεται αδιάλυτο άλας φυτικού ασβεστίου - τρισθενή σιδήρου. Όμως απαιτείται οξυγόνωση και το κρασί εμπλουτίζεται με ασβέστιο.
- ▶ Το κιτρικό οξύ δεσμεύει τον σίδηρο, και είναι αποτελεσματικό σε συγκεντρώσεις μικρότερες από 18mg/l.
- ▶ Το ασκορβικό οξύ ανάγει το τρισθενή σίδηρο σε δισθενή και επαναδιαλύει τον φωσφορικό σίδηρο. Χρησιμοποιείται πριν την εμφιάλωση, 5-10 g/100 lit.
- ▶ Το αραβικό κόμμα εμποδίζει την καταβύθιση του φωσφορικού σιδήρου. Δρα σε σχετικά μικρές συγκεντρώσεις σιδήρου.

Θολώματα χαλκού

- ▶ Με την αποσιδήρωση αφαιρείται και ο χαλκός.
- ▶ Όμως, σε φτωχά σε σίδηρο κρασιά η αφαίρεση του χαλκού δεν είναι πλήρης. Απομάκρυνση του χαλκού μπορεί να γίνει με κατεργασία με θειούχο νάτριο,



- ▶ που πρέπει να γίνεται χωρίς αερισμό (δεν γίνεται σε κρασιά σε βαρέλια διότι ο χαλκός έχει μετατραπεί σε δισθενή).
- ▶ Ο θειούχος υποχαλκός απομακρύνεται με κολλάρισμα, ενώ επίσης απομακρύνονται και τα ίχνη του αρσενικού.



Θολώματα πρωτεϊνών

- ▶ Για την δέσμευση των πρωτεϊνών χρησιμοποιείται ο μπεντονίτης, που δεσμεύει επίσης τις κολλοειδείς χρωστικές ενώσεις.
- ▶ Έτσι προστατεύεται το κρασί από το θόλωμα των πρωτεϊνών και επίσης από το θόλωμα χαλκού (ενώσεις πρωτεϊνών -χαλκού). Στα κόκκινα κρασιά προκαλείται περίπου 10% μείωση των ανθοκυανών.
- ▶ Ο μπεντονίτης, μοντμοριλονιτική άργιλος $Al_2O_3 \cdot 4 SiO_2 \cdot n H_2O$, δεσμεύει νερό και παίρνει κολλοειδή μορφή, και δρα προσροφητικά και ως ιονανταλλάκτης.
- ▶ Η δράση του εμποδίζεται από την παρουσία προστατευτικών κολλοειδών.
- ▶ Ο μπεντονίτης χρησιμοποιείται στα λευκά γλεύκη για αφαίρεση πρωτεϊνών (60-100g/lit), στα λευκά κρασιά για αφαίρεση πρωτεϊνών, διευκόλυνση της διήθησης και κολλάρισμα, και στα κόκκινα κρασιά για καταβύθιση χρωστικών και διευκόλυνση διήθησης νέων κρασιών.

Άλλα υλικά διαύγασης και σταθεροποίησης

- ▶ Μετατρυγικό οξύ, για προστασία από καταβύθιση τρυγικών αλάτων
- ▶ Μαννοπρωτεΐνες, προστασία από θολώματα τρυγικών και πρωτεϊνών
- ▶ Ιοντοανταλλάκτες, για προστασία από θολώματα σιδήρου και χαλκού



Ανάμιξη των κρασιών

- ▶ Η ανάμιξη των κρασιών είναι σπουδαία εργασία, με την οποία επιδιώκεται η παρασκευή κρασιών σταθερής σύνθεσης.
- ▶ Με την ανάμιξη αλληλοσυμπληρώνονται τα χαρακτηριστικά των κρασιών και διορθώνονται μικρά ελαττώματά τους.

Διόρθωση των κρασιών

- ▶ Με τη διόρθωση των κρασιών επιδιώκεται η ελαφρά τροποποίηση της σύνθεσης του κρασιού, ώστε να πλησιάζει κατά το δυνατό τα κανονικά όρια και να μην κινδυνεύει κατά την διατήρησή του.
- ▶ Ιδιαίτερα σημαντική είναι η αποφυγή ύπαρξης στα ξηρά κρασιά υπόλοιπων αζύμωτου ζάχαρου.



Εμφιάλωση

- ▶ Η εμφιάλωση είναι σημαντικό, για την ποιότητα, στάδιο παραγωγής του κρασιού και γίνεται στο εμφιαλωτήριο.
- ▶ Η κυριότερη μέθοδος εμφιάλωσης κρασιών είναι ο πωματισμός γυάλινης φιάλης με φελλό.
- ▶ Το γυαλί είναι αδρανές υλικό, και ο φελλός απομονώνει το κρασί από τους μικροοργανισμούς και εμποδίζει την είσοδο του αέρα.
- ▶ Ο φελλός αποτελείται από μικροσκοπικές κυψέλες που είναι γεμάτες λιπαρές ύλες και αέριο (υπερισχύει το N_2), και των οποίων οι πλευρές αποτελούνται από πολλά κυτταρικά στρώματα.
- ▶ Με το κόψιμο των κυττάρων κατά την επεξεργασία της ακατέργαστης μάζας του φλοιού, που λαμβάνεται από το δένδρο QUERSUS SUBER, σχηματίζονται χιλιάδες μικροσκοπικές βεντούζες που προσφέρουν τέλεια εφαρμογή στο λαιμό του μπουκαλιού.



Εμφιάλωση

- ▶ Ο αερισμός του κρασιού κατά την εμφιάλωση προκαλεί μεταβολές στα συστατικά αρώματος του κρασιού και πικρή γεύση (σχηματισμός ακεταλδεϋδης) που χαρακτηρίζονται ως "ασθένεια της εμφιάλωσης".
- ▶ Η κύρια αιτία οξυγόνωσης του κρασιού κατά την εμφιάλωση είναι ο αέρας που εγκλωβίζεται μεταξύ της επιφάνειας του κρασιού και του φελλού.
- ▶ Η πίεση κατά το κλείσιμο με φελλό αυξάνει την ποσότητα του οξυγόνου που διαλύεται (περίπου 1 mg/l).
- ▶ Για αντιμετώπιση του προβλήματος υπάρχουν συστήματα που διαβιβάζουν αδρανές αέριο πριν την εισαγωγή του φελλού για να διώξουν τον αέρα.
- ▶ Εναλλακτικά μπορεί να τοποθετηθεί το κρασί στη φιάλη σε τέτοια στάθμη ώστε να ξεχειλίζει με την εισαγωγή του φελλού.



Βιβλιογραφία

- Οινολογία: Επιστήμη και τεχνογνωσία. Σουφλερός Ευάγγελος. Εκδόσεις ΣΟΥΦΛΕΡΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ. 2015
- Παραδόσεις Οινολογίας. Ιωάννης Ρούσσης. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 2017 (Σημειώσεις).
- Οινολογία: Από το σταφύλι στο κρασί. Τσακίρης Αργύρης. Εκδόσεις ΨΥΧΑΛΟΥ, Αθήνα, 4^η Έκδοση-2017.



Προτεινόμενη βιβλιογραφία για τις εργασίες

- ▶ Wine Microbiology and Biotechnology, Fleet G.H., CRC Press 1993
- ▶ Handbook of Enology Vol.1, Ribereau-Gayon P., Duburdieu D., Doneche B., Lonvaud A., Wiley 2001.
- ▶ Handbook of Enology Vol.2, Ribereau-Gayon P., Glories Y. Maujean A., Duburdieu D., Wiley 2001.
- ▶ Berger, R.F. (2007). Flavours and Fragrances, Chemistry, Bioprocessing and Sustainability, Verlag Berlin Hridelberg: Springer.
- ▶ Wine Science, Jackson Ronald, Academic Press 2008.
- ▶ Wine Chemistry and Biochemistry, Moreno-Arribas M.V., Polo C., Springer 2009
- ▶ Belitz, H.D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). Food Chemistry. (4th ed.). Berlin, Germany: Springer.
- ▶ International Organisation of Vine and Wine, www.iov.int



Προτεινόμενη βιβλιογραφία για τις εργασίες

- ▶ American Journal of Enology and Viticulture
- ▶ South African Journal of Enology and Viticulture
- ▶ International Journal of Enology and Viticulture
- ▶ Food Chemistry
- ▶ Food Research International
- ▶ Journal of Agricultural and Food Chemistry
- ▶ European Food Research and Technology
- ▶ Food Analytical Methods

