

Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΟΙΝΟΛΟΓΙΑ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΛΚΟΟΛΟΥΧΩΝ ΠΟΤΩΝ

Ενότητα 8^η: Κρυστάλλωση - Κολλοειδή - Σταθεροποίηση

Δημήτρης Π. Μακρής *PhD DIC*

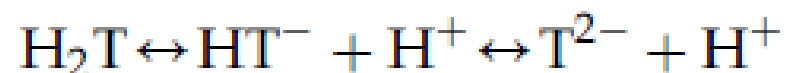
Αναπληρωτής Καθηγητής



© 2022 - 2023

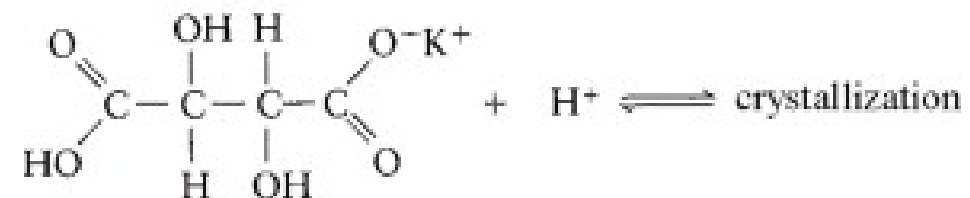
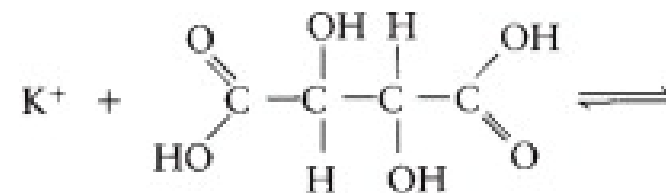
1. Τρυγική διαλυτότητα

Το τρυγικό οξύ (tartaric acid) είναι ένα ασθενές οξύ που, στο pH των οίνων, δίσταται μερικώς σύμφωνα με την παρακάτω εξίσωση ισορροπίας:



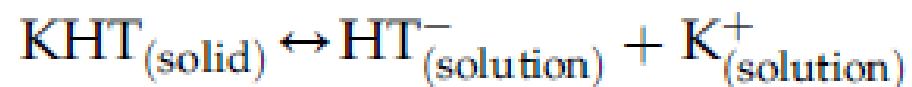
Οι αναλογίες των τριών μορφών που λαμβάνει το τρυγικό οξύ όταν βρίσκεται εν διαλύσει (H_2T , HT^- , και T^{2-}) εξαρτώνται από το pH, την θερμοκρασία, την συγκέντρωση άλλων ιόντων (ιοντική ισχύς), και την συγκέντρωση αιθανόλης.

Το όξινο τρυγικό ιόν (HT^-) παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς σχηματίζει με ιόντα K το όξινο τρυγικό κάλιο (KHT), το οποίο είναι δυσδιάλυτο σε υδραλκοολικά διαλύματα και, επομένως, μακράν υπεύθυνο για την δημιουργία ιζήματος κατά την ζύμωση αλλά και στο τελικό προϊόν (οίνος).



1. Τρυγική διαλυτότητα

Η ισορροπία που σχετίζεται με την καταβύθιση του ΚΗΤ είναι ετερογενής, καθώς εμπλέκει δύο φάσεις: την στερεή (ίζημα κρυσταλλικού ΚΗΤ) και την υδατική (εν διαλύσει ιόντα HT^- και K^+). Η ετερογενής ισορροπία εκφράζεται ως:



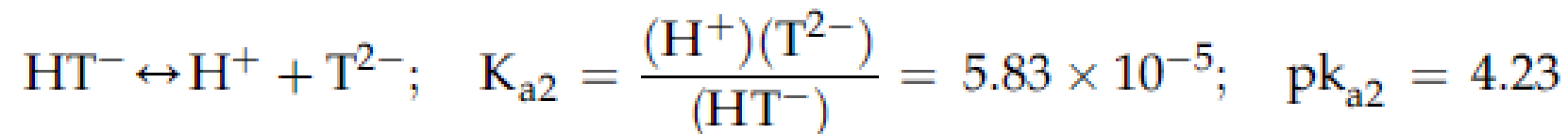
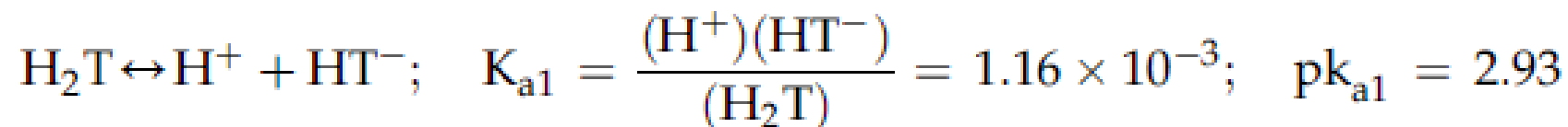
Το γινόμενο διαλυτότητας είναι: $K_{\text{SP}} = [\text{HT}^-] [\text{K}^+]$.

- Όταν το γινόμενο των συγκεντρώσεων των ιόντων είναι ίσο με το γινόμενο διαλυτότητας, το σύστημα βρίσκεται σε ισορροπία και δεν σχηματίζεται ίζημα.
- Αν είναι μεγαλύτερο από το γινόμενο διαλυτότητας, τότε δημιουργείται ίζημα, το οποίο εναποτίθεται υπό την μορφή κρυστάλλων στον πυθμένα ή τα τοιχώματα των δοχείων.

2. Παράγοντες που επηρεάζουν την τρυγική καταβύθιση

pH

Το pH επηρεάζει την συγκέντρωση των διαφόρων φορμών του τρυγικού οξέος σύμφωνα με τις ακόλουθες ισορροπίες:



Όταν το ιόν HT^- λάβει την μέγιστη συγκέντρωση, τότε ισχύει:

$$\text{pH}_{\text{HT}^-_{\text{max}}} = \frac{\text{p}K_{a2} + \text{p}K_{a1}}{2} = \frac{4.37 + 3.01}{2} = 3.69$$

$$[\text{HT}^-] > [\text{T}^{2-}] = [\text{H}_2\text{T}]$$

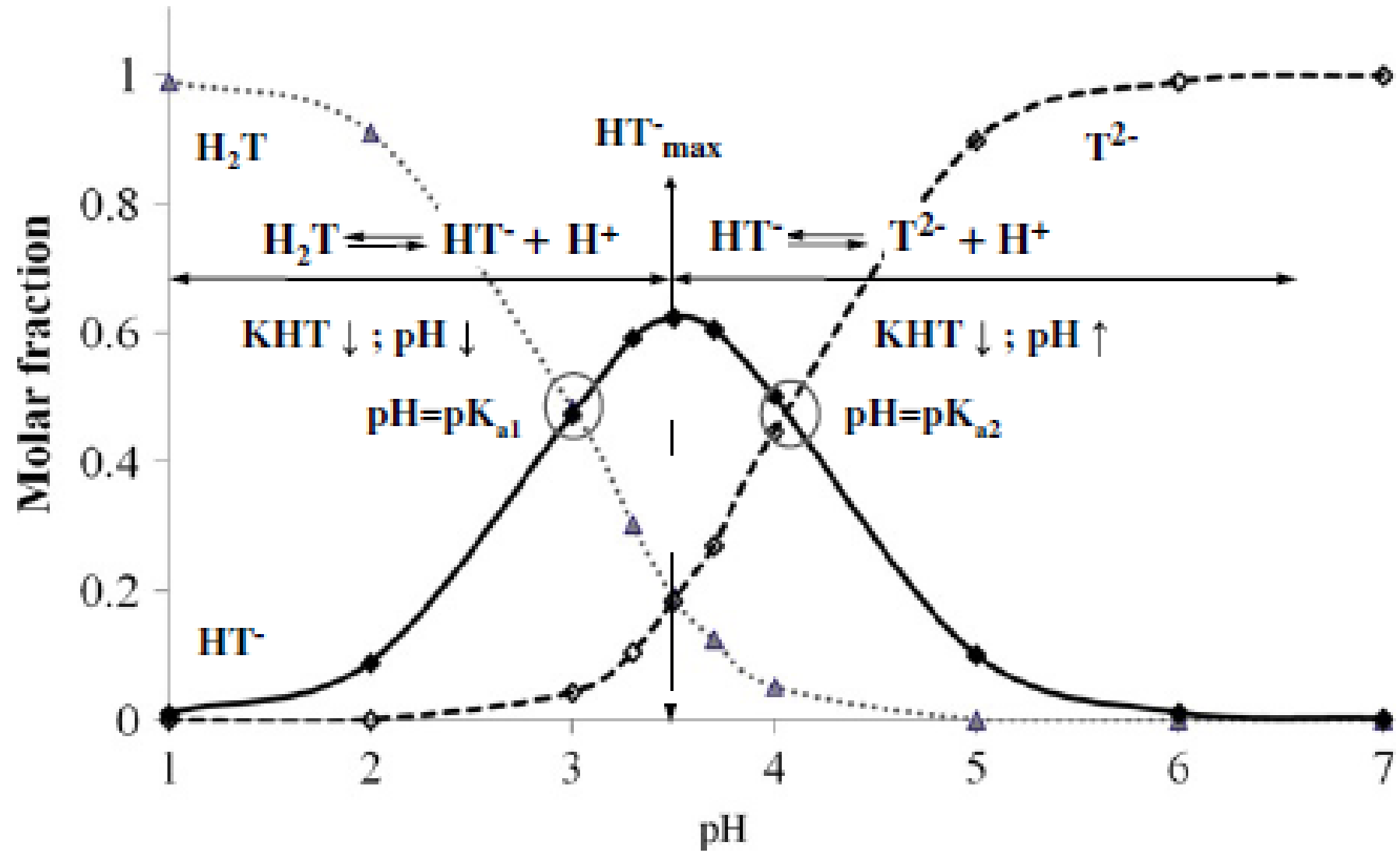
2. Παράγοντες που επηρεάζουν την τρυγική καταβύθιση

Σ' ένα υδατικό διάλυμα, η μέγιστη καταβύθιση ΚΗΤ θα συμβεί σε pH 3.69, γιατί σ' αυτήν την τιμή μεγιστοποιείται η συγκέντρωση του HT^- .

Εντούτοις, αυτή η τιμή pH προσδιορίστηκε με βάση τις pK_{a1} και pK_{a2} που ισχύουν για ένα υδατικό διάλυμα.

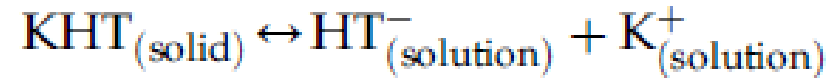
Επειδή η τιμή pK_a αυξάνει καθώς αυξάνει η συγκέντρωση αιθανόλης, το pH στο οποίο η συγκέντρωση του HT^- θα έχει την υψηλότερη τιμή θα είναι επίσης υψηλότερο.

Για παράδειγμα, σε έναν οίνο με επίπεδο αιθανόλης 11% (v/v), η συγκέντρωση του HT^- θα λάβει την μέγιστη τιμή της σε pH 3.9.



2. Παράγοντες που επηρεάζουν την τρυγική καταβύθιση

Η καταβύθιση του ΚΗΤ αυξάνει ή μειώνει το pH των οίνων ανάλογα με το αν αυτό το pH είναι υψηλότερο ή χαμηλότερο από το pH στο οποίο η συγκέντρωση του HT^- έχει την μέγιστη τιμή της.



- Αν $\text{pH}_{\text{οίνου}} < \text{pH}_{\text{maximum}}$, η καταβύθιση του ΚΗΤ θα προκαλέσει μείωση στην συγκέντρωση του HT^- , η οποία θα αναπληρωθεί με μετακίνηση της ισορροπίας ($\text{H}_2\text{T} \rightleftharpoons \text{HT}^- + \text{H}^+$) προς τα δεξιά. Αυτή η μετακίνηση θ' αυξήσει την συγκέντρωση των ιόντων H^+ , και επομένως θα μειωθεί το pH.
- Αν $\text{pH}_{\text{οίνου}} > \text{pH}_{\text{maximum}}$, η καταβύθιση του ΚΗΤ θα προκαλέσει μείωση στην συγκέντρωση του HT^- , η οποία θα αναπληρωθεί με μετακίνηση της ισορροπίας ($\text{HT}^- \rightleftharpoons \text{T}^{2-} + \text{H}^+$) προς τ' αριστερά. Αυτή η μετακίνηση θα μειώσει την συγκέντρωση των ιόντων H^+ , και επομένως θ' αυξηθεί το pH.
- Αν $\text{pH}_{\text{οίνου}} = \text{pH}_{\text{maximum}}$, η καταβύθιση του ΚΗΤ δεν θα προκαλέσει μεταβολή του pH.

2. Παράγοντες που επηρεάζουν την τρυγική καταβύθιση

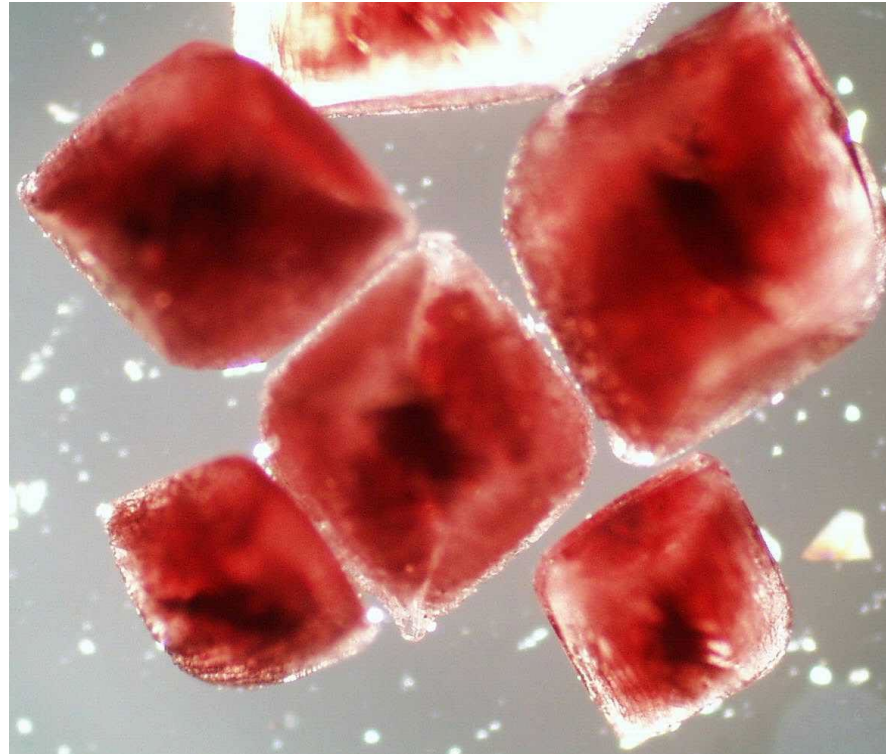
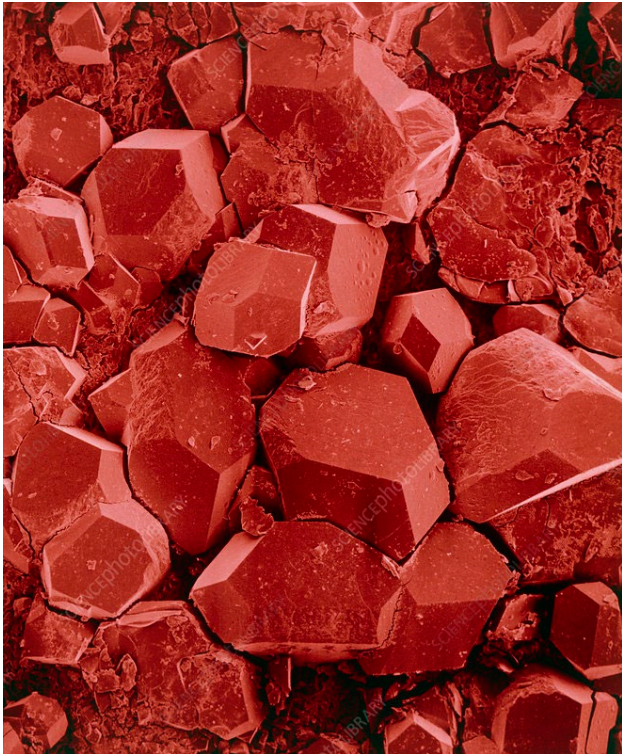
Αιθανόλη

Η αιθανόλη επηρεάζει τις σταθερές διάστασης του τρυγικού οξέος και την διαλυτότητα των αλάτων του, σε σχέση με την διαλυτότητά τους στο νερό. Αυτό οφείλεται στην μείωση της διηλεκτρικής σταθεράς (ϵ) του υδατικού μέσου, γεγονός το οποίο προκαλεί μείωση στην διαλυτότητα ιοντικών ενώσεων.

Solubility (S) and Solubility Product (SP) of Tartrate Salts

		Water			12% (vol/vol) Ethanol		
	MM	S (g/L)	S (mol/L)	SP	S (g/L)	S (mol/L)	SP
KHT	188.1	4.91	26.1×10^{-3}	6.81×10^{-4}	2.76	14.7×10^{-3}	2.15×10^{-4}
CaT	188.1	0.206	1.095×10^{-3}	1.20×10^{-6}	0.103	5.48×10^{-4}	3.0×10^{-7}

KHT = Potassium bitartrate; MM = molar mass; CaT = neutral calcium tartrate



2. Παράγοντες που επηρεάζουν την τρυγική καταβύθιση

Θερμοκρασία

Γενικά, η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει την διαλυτότητα των τρυγικών αλάτων , όπως το ΚΗΤ, και λιγότερο του τρυγικού ασβεστίου.

Ομοίως, η μείωση της θερμοκρασίας μειώνει την διαλυτότητα αυτών των αλάτων, και κυρίως του ΚΗΤ. Γι' αυτόν τον λόγο, τεχνικές με ψύξη του οίνου χρησιμοποιούνται για την σταθεροποίησή του σε σχέση με την καταβύθιση τρυγικών αλάτων.

3. Προστασία ενάντια στην τρυγική καταβύθιση

Η τρυγική σταθεροποίηση πραγματοποιείται συνήθως με ψύξη σε θερμοκρασία - 4 °C για να εξασφαλιστεί η καταβύθιση του ΚΗΤ και ν' αποφευχθεί μελλοντική κρυστάλλωση μέσα στην φιάλη.

Εντούτοις, ακόμα και ψύξη στους - 5 °C για 8 – 10 μέρες μπορεί να μην καταλήγει σ' επαρκή σταθεροποίηση.

Αυτό συμβαίνει επειδή δεν γίνεται κρυστάλλωση της ποσότητας του ΚΗΤ που καθιστά τον οίνο υπέρκορο, κι έτσι εξακολουθεί να υπάρχει αστάθεια.

Η ανεπαρκής κρυστάλλωση οφείλεται στην παρουσία ουσιών που παρεμποδίζουν ή επιβραδύνουν την καταβύθιση του ΚΗΤ, όπως π.χ. η γλυκερόλη.

3. Προστασία ενάντια στην τρυγική καταβύθιση

Η σταθεροποίηση με ψύξη είναι επίσης αναποτελεσματική σε οίνους που περιέχουν υψηλή περιεκτικότητα σε χρωστικές υπό την μορφή κολλοειδούς.

Αυτό υποδεικνύει ότι το ΚΗΤ μπορεί ν' αλληλοεπιδρά μέσω δεσμών υδρογόνου με αυτές τις ουσίες.

Εξίσου σημαντικά είναι και τα κολλοειδή σωματίδια που υπάρχουν στους οίνους. Αυτά είναι μεγάλα σωματίδια (πολυμερή) που συχνά φέρουν αρνητικό φορτίο (πολυφαινόλες) ή θετικό φορτίο (πρωτεΐνες και υψηλού μοριακού βάρους πεπτίδια).

Αυτά τα κολλοειδή αναστέλλουν την ανάπτυξη κρυστάλλων και συνεπώς την καταβύθιση κρυστάλλων ΚΗΤ, και είναι γνωστά ως προστατευτικά κολλοειδή (protective colloids).

Σ' αυτά τα κολλοειδή οφείλεται το γεγονός ότι σε πολλούς οίνους δεν παρατηρείται κρυστάλλωση και καταβύθιση ΚΗΤ, παρότι οι οίνοι αυτοί είναι υπέρκοροι σε ΚΗΤ.

3. Προστασία ενάντια στην τρυγική καταβύθιση

Η τρυγική σταθερότητα μπορεί να ενισχυθεί μέσω της προσθήκης ορισμένων σταθεροποιητικών παραγόντων που ασκούν προστατευτική δράση. Οι κυριότεροι είναι:

- Το μετατρυγικό οξύ (metatartaric acid). Είναι πολυεστέρας που προκύπτει από την διαμοριακή εστεροποίηση του τρυγικού οξέος.
- Η καρβοξυμεθυλ κυτταρίνη (carboxymethyl cellulose).
- Μαννοπρωτεΐνες ζύμης (yeast mannoproteins). Γλυκοζυλιωμένες πρωτεΐνες με μοριακό βάρος περίπου 40 kDa.

4. Τα κολλοειδή των οίνων

Όταν ολοκληρωθεί η αλκοολική ζύμωση και αφηθεί ο οίνος να διαυγάσει φυσικά, στο πυθμένα τις δεξαμενής συσσωρεύονται οινολάσπες. Επί ξηρού, οι οινολάσπες αντιπροσωπεύουν το 1 - 2% της συνολικής μάζας του γλεύκους και έχουν ποικίλη χημική και βιολογική σύσταση.

Τα σημαντικότερα σωματίδια βιολογικής προέλευσης είναι ιστοί από την ράγα του σταφυλιού, ζύμες και βακτήρια. Τα σωματίδια χημικής προέλευσης είναι κρύσταλλοι KH₂PO₄ και TCa, φωσφορικός σίδηρος, θειούχος χαλκός, σύμπλοκα πρωτεϊνών – ταννινών, πηκτίνες και κολλοειδείς χρωστικές.

Τα σωματίδια που προκαλούν θολερότητα είναι αυτά που παραμένουν διεσπαρμένα στον οίνο για αρκετό χρονικό διάστημα. Αν τα σωματίδια καθιζάνουν γρήγορα, δεν προκαλούν θόλωμα.

Συνεπώς, το πρώτο κριτήριο για την κατηγοριοποίηση των ενώσεων που προκαλούν θολερότητα είναι η ταχύτητα καθίζησης. Αυτές που έχουν χαμηλή ταχύτητα, προκαλούν θόλωμα.

4. Τα κολλοειδή των οίνων

Από τα συστατικά των οινολασπών, αυτά που προκαλούν θόλωμα είναι διάφορες χημικές ουσίες, τεμάχια ιστών που προέρχονται από το σταφύλι, καθώς και οι μικροοργανισμοί, έχουν υψηλή ταχύτητα καθίζησης.

Υπάρχουν δύο τύποι σωματιδίων που προκαλούν θολερότητα:

Σωματίδια αποτελούμενα από οργανικές ενώσεις

- Ιζήματα κρυστάλλων κυρίως KHT αλλά και TCa
- Άμορφα ιζήματα πρωτεϊνών/ταννινών ή/και μεταλλικών ιόντων
- Πολυμερισμένες χρωστικές

Σωματίδια που σχηματίζονται από ανόργανες ενώσεις

- Σίδηρος που σχηματίζει σύμπλοκα με φωσφορικό ιόν (white casse), ταννίνες (blue casse), ή χρωστικές (black casse)
- Χαλκός σε συνδυασμό με ιόν σουλφιδίου (copper casse)

Όλες αυτές οι ουσίες προκαλούν θολερότητα και θεωρούνται κολλοειδή, επειδή σχηματίζουν μεγάλα συσσωματώματα.

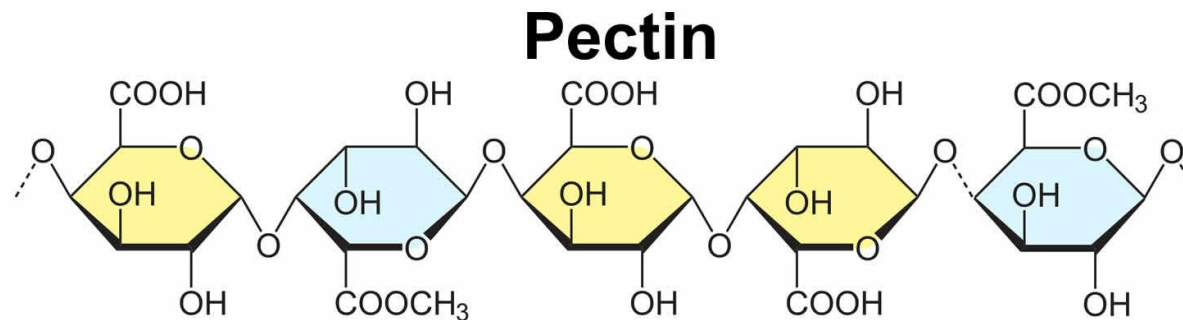
4. Τα κολλοειδή των οίνων

Πηκτίνες

Οι πηκτίνες αποτελούν το 40 με 50% όλων των κολλοειδών στα γλεύκη. Είναι ετεροπολυσακχαρίτες που σχηματίζονται από μόρια γαλακτουρονικού οξέος, μέσω α-1,4-γλυκοζιτικών δεσμών, τα οποία μπορεί να είναι εκτενώς εστεροποιημένα με μεθανόλη.

Οι άλυσσι γαλακτουρονικού οξέος μπορεί επίσης να συνδέονται μέσω δεσμών α-1,2, με πεντόζες (π.χ. αραβινόζη) και εξόζες (ραμνόζη, γαλακτόζη).

Οι πηκτίνες είναι διαλυτές στο νερό, αλλά αδιάλυτες στην αιθανόλη. Η χημική υδρόλυση των πηκτινών αποδίδει γαλακτουρονικό οξύ (65 - 95%), μεθανόλη (3 - 8%), οξικό οξύ (0 - 6%), και μονοσακχαρίτες (8 - 10%), όπως η αραβινόζη, η ραμνόζη, η γαλακτόζη και η ξυλόζη.



4. Τα κολλοειδή των οίνων

Κολλοειδείς χρωστικές

Οι χρωστικές των οίνων αποτελούνται από ανθοκυανίνες και πολυμερή αυτών με φλαβανόλες. Οι φλαβανόλες υπόκεινται σε αντιδράσεις πολυμερισμού, παράγοντας συμπυκνωμένες ταννίνες, οι οποίες έχουν υψηλή ικανότητα συμπλοκοποίησης με πρωτεΐνες.

Όταν οι φλαβανόλες πολυμερίζονται μέσω γεφυρών ακεταλδεΰδης ή συμπυκνώνονται με ανθοκυανίνες, μειώνεται η ικανότητά τους να συμπλέκονται με πρωτεΐνες, λόγω του μεγέθους που αποκτούν.

Ο πολυμερισμός των φλαβανολών λαμβάνει χώρα κατά την παλαίωση των ερυθρών οίνων, και έχει ως συνέπεια την αύξηση του μοριακού τους βάρους.

Σε παλαιωμένους οίνους, οι πολυμερείς φλαβανόλες έχουν μοριακό βάρος περίπου 3000 - 5000 Da, ενώ οι νέοι οίνοι περιέχουν φλαβανόλες με μοριακό βάρος 500 - 600 Da.

Όταν αυτά τα πολυμερή αυξηθούν σε μέγεθος σχηματίζουν ένα αρνητικά φορτισμένο κολλοειδές, το οποίο αλληλοεπιδρά με θετικώς φορτισμένα κολλοειδή, όπως οι πρωτεΐνες και ο κολλοειδής Fe(III), προκαλώντας κροκύδωση.

4. Τα κολλοειδή των οίνων

Πρωτεϊνικά κολλοειδή

Στο pH των οίνων οι πρωτεΐνες υφίστανται ως θετικώς φορτισμένα κολλοειδή. Είναι υπεύθυνες για την εμφάνιση πρωτεϊνικών θολωμάτων που αναπτύσσονται συνήθως σε λευκούς και ερυθρώδεις οίνους.

Στους ερυθρούς οίνους δεν παρατηρείται αυτό το φαινόμενο γιατί η περίσσεια των πρωτεϊνών καταβυθίζεται μέσω συμπλοκοποίησης με ταννίνες.

Οι πρωτεΐνες που προέρχονται από το σταφύλι δεν είναι σταθερές και μπορεί να προκαλέσουν θόλωμα, ιδίως αν οι οίνοι αποθηκευτούν σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες. Αντιθέτως, οι πρωτεΐνες που απελευθερώνονται από τις ζύμες είναι σταθερές.

Η πλέον κοινή μέθοδος για την απομάκρυνση περίσσειας πρωτεϊνών υπεύθυνων για την δημιουργία θολωμάτων είναι η κατεργασία με μπεντονίτη (αρνητικά φορτισμένο κολλοειδές).

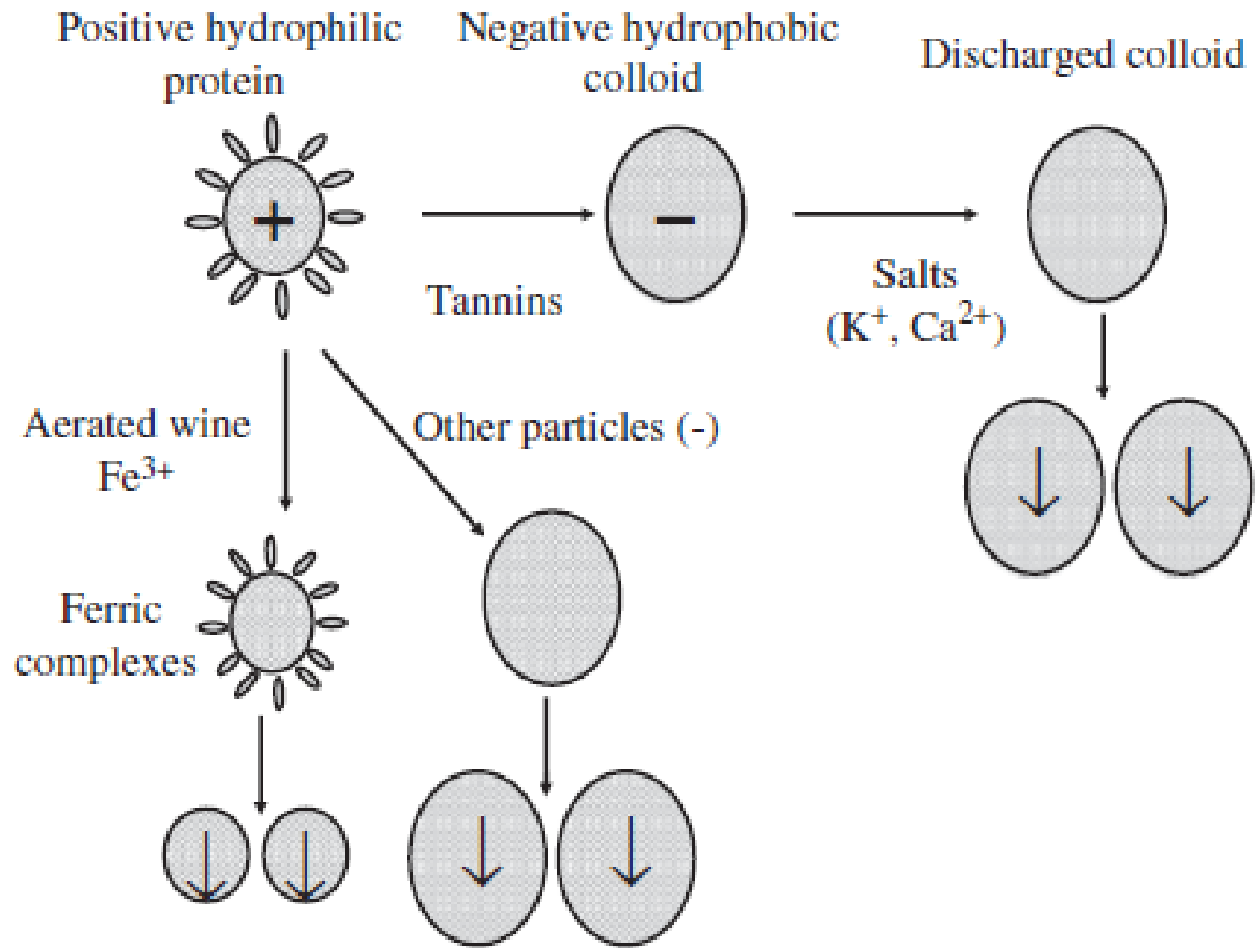
5. Διαύγαση με πρωτεΐνες (κολλάρισμα)

Ο όρος κολλάρισμα (fining) αναφέρεται στην προσθήκη ουσιών στον οίνο, με σκοπό την βελτίωση της σταθερότητας από θολώματα. Η προσθήκη πρωτεϊνών προκαλεί την κροκίδωση σωματιδίων που μπορούν να προκαλέσουν θόλωμα.

Οι πρωτεΐνες που χρησιμοποιούνται γι' αυτόν τον σκοπό φέρουν θετικό φορτίο στο pH των οίνων, και επομένως θεωρούνται θετικά φορτισμένα υδρόφιλα κολλοειδή. Αλληλοεπιδρούν με κολλοειδή που είναι αρνητικά φορτισμένα, όπως πολυφαινόλες, θειούχο χαλκό και φωσφορικό σίδηρο.

Η ζεύξη δύο ή περισσότερων κολλοειδών σωματιδίων προκαλεί κροκίδωση αυτών των σωματιδίων κυρίως για δύο λόγους:

- Τον σχηματισμό μεγάλων σωματιδίων με μηδέν φορτίο που καθιζάνουν εύκολα.
- Τον σχηματισμό ηλεκτρικώς φορτισμένων σωματιδίων που καθιζάνουν υπό την παρουσία αλάτων.



5. Διαύγαση με πρωτεΐνες (κολλάρισμα)

Ζελατίνη

Λαμβάνεται από την όξινη υδρόλυση ζωικών προϊόντων, όπως οι χόνδροι, και το κολλαγόνο του δέρματος και των οστών. Οι κύριες ουσίες αυτών των προϊόντων είναι τ' αμινοξέα γλυκίνη, προλίνη, υδροξυπρολίνη και γλουταμινικό οξύ.

Σύμφωνα με το International Oenological Codex, κατηγοριοποιούνται ως εξής:

- Θερμοδιαλυτές ζελατίνες: Μοριακό βάρος > 105 Da, περιεκτικότητα πρωτεΐνης 30 - 50%, υψηλό φορτίο (0.5 - 1.2 meq(+)/g).
- Υγρές ζελατίνες: Εκτενής χημική υδρόλυση, σχετικά υψηλό μοριακό βάρος (<105 Da), χαμηλό φορτίο, και αφθονία ισχυρά φορτισμένων πεπτιδίων.
- Ψυχοδιαλυτές ζελατίνες: Ενζυμική υδρόλυση, χαμηλό φορτίο, λίγα πεπτίδια και πρωτεΐνες με μοριακό βάρος <105 Da.

5. Διαύγαση με πρωτεΐνες (κολλάρισμα)

Ζελατίνη

Εκτενώς υδρολυμένες ζελατίνες σχηματίζουν ευκολότερα σύμπλοκα με πολυφαινόλες, και επομένως είναι καταλληλότερες για οίνους με υψηλή συγκέντρωση πολυφαινολών.

Οι λιγότερο υδρολυμένες ζελατίνες χρησιμοποιούνται σε οίνους με χαμηλότερη συγκέντρωση πολυφαινολών, γιατί συμπλέκονται μόνο με ταννίνες. Η χρήση εκτενώς υδρολυμένων ζελατινών (μικρότερες πεπτιδικές αλυσίδες, υψηλότερο φορτίο) θ' αποδώσουν οίνους με φτωχό «σώμα» (απογύμνωση από ταννίνες).

Η ζελατίνη για λευκούς οίνους χρησιμοποιείται σε συγκεντρώσεις 3 - 5 g/hL, ενώ για τους ερυθρούς 8 - 15 g/hL. Εντούτοις, οι ζελατίνες συνιστώνται για ερυθρούς οίνους, λόγω της υψηλής συγκέντρωσης σε ταννίνες.

5. Διαύγαση με πρωτεΐνες (κολλάρισμα)

Καζεΐνη

Η καζεΐνη είναι μια πρωτεΐνη που περιέχει φώσφορο και βρίσκεται υπό κolloειδή μορφή στο γάλα, ως καζεϊνικό-φωσφορικό ασβέστιο. Παραλαμβάνεται από το γάλα με καταβύθιση υπό όξινες συνθήκες (π.χ. προσθήκη HCl ή οξικού οξέος) ή ενζυμικά.

Είναι αδιάλυτη στο νερό αλλά διαλυτή σε αλκαλικά διαλύματα, αλλά το άλας της με κάλιο είναι υδατοδιαλυτό. Η καζεΐνη κροκιδώνει και καταβυθίζεται ταχέως σε όξινα pH (όπως αυτά των οίνων), και γι' αυτό πρέπει να χρησιμοποιείται με προσεκτικό τρόπο (ελεγχόμενη προσθήκη), έτσι ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Οι εμπορικά διαθέσιμες καζεΐνες διατίθενται υπό την μορφή άμορφης λευκής-κίτρινης σκόνης και συνιστάται για το κολλάρισμα λευκών οίνων.

Οι συνιστάμενες δόσεις είναι 50 - 100 g/hL για γλεύκη και 20 - 100 g/hL για οίνους.

Η καζεΐνη δρα στις πολυφαινόλες, απομακρύνοντας κυρίως προανθοκυανιδίνες, στις οποίες οφείλεται η αμαύρωση των λευκών οίνων. Δρα επίσης προσροφώντας οξειδωμένες πολυφαινόλες.

Εν μέρει, η καζεΐνη απομακρύνει και σίδηρο(III), ο οποίος στους λευκούς οίνους προκαλεί θόλωμα σιδήρου.

5. Διαύγαση με πρωτεΐνες (κολλάρισμα)

Αλβουμίνη αυγού

Το λευκό του αυγού είναι το παλαιότερο μέσο κολλαρίσματος. Η αλβουμίνη του αυγού περιέχει ένα εύρος πρωτεϊνών, οι κυριότερες από τις οποίες είναι η οβαλβουμίνη και η οβογλοβουλίνη.

Η οβαλβουμίνη είναι διαλυτή σε ψυχρό νερό, όχι όμως και η οβογλοβουλίνη, η οποία είναι διαλυτή σε αραιά διαλύματα NaCl. Η αλβουμίνη χρησιμοποιείται σε μια ποικιλία μορφών (νωπή, κατεψυγμένες νιφάδες, λευκή σκόνη). Η συνιστάμενη δόση είναι 5 - 15 g/hL.

Η χρήση της συνιστάται για ερυθρούς οίνους με υψηλή συγκέντρωση ταννινών, γιατί μειώνει τις «σκληρές» ταννίνες και καθιστά τους οίνους γευστικά πιο απαλούς.

Η χρήση της στους λευκούς οίνους δεν συνιστάται, γιατί απαιτεί υψηλή αναλογία ταννινών για να υποστεί κροκίδωση και καταβύθιση.

5. Πρωτεϊνικό θόλωμα – Επεμβάσεις με μπεντονίτη

Η πρωτεϊνική αστάθεια στους λευκούς οίνους προκαλεί πρωτεϊνικό θόλωμα, το οποίο εκδηλώνεται μετά την εμφιάλωση. Αυτό συνήθως συμβαίνει αν ο οίνος αποθηκευτεί σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες.

Γ' αυτό πολλές φορές συνιστάται η κατεργασία με μπεντονίτη (ορυκτό που περιέχει αργίλιο). Ανεξάρτητα από την συγκέντρωσή του στον οίνο, η ευκολία απομάκρυνσης των πρωτεϊνών με μπεντονίτη εξαρτάται εν πολλοίς από το pH.

Όσο μεγαλύτερη η διαφορά του pH του οίνου από το ισοηλεκτρικό σημείο των πρωτεϊνών, τόσο μεγαλύτερο το θετικό φορτίο των πρωτεϊνών. Συνεπώς, θα είναι μεγαλύτερη και η δραστηριότητα με αντίθετα φορτισμένα κolloειδή.

Σε δόσεις 40 - 45 g/hL, ο μπεντονίτης δεν επηρεάζει το άρωμα και οι οίνοι διατηρούν των φρουτώδη χαρακτήρα τους.

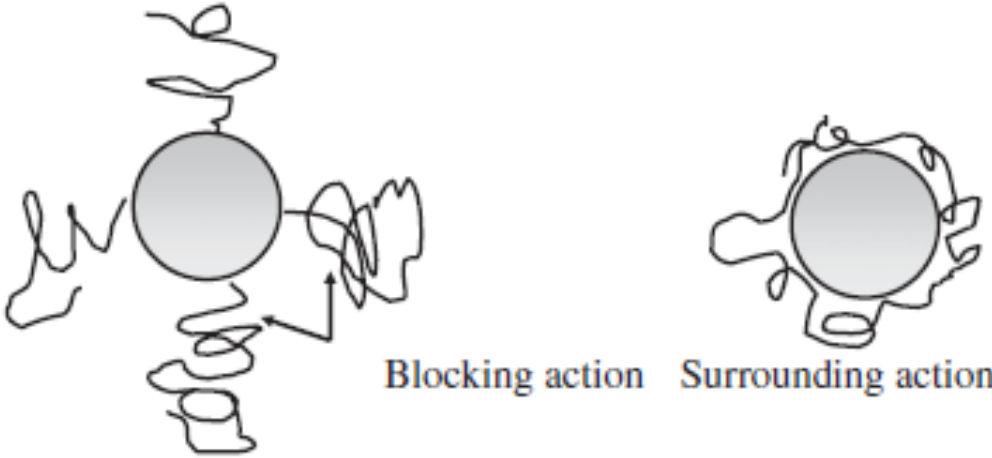
6. Προστατευτικά κολλοειδή

Η κροκίδωση των ασταθών κολλοειδών στους οίνους μπορεί ν' ανασταλεί υπό την παρουσία άλλων κολλοειδών που χαρακτηρίζονται ως «προστατευτικά».

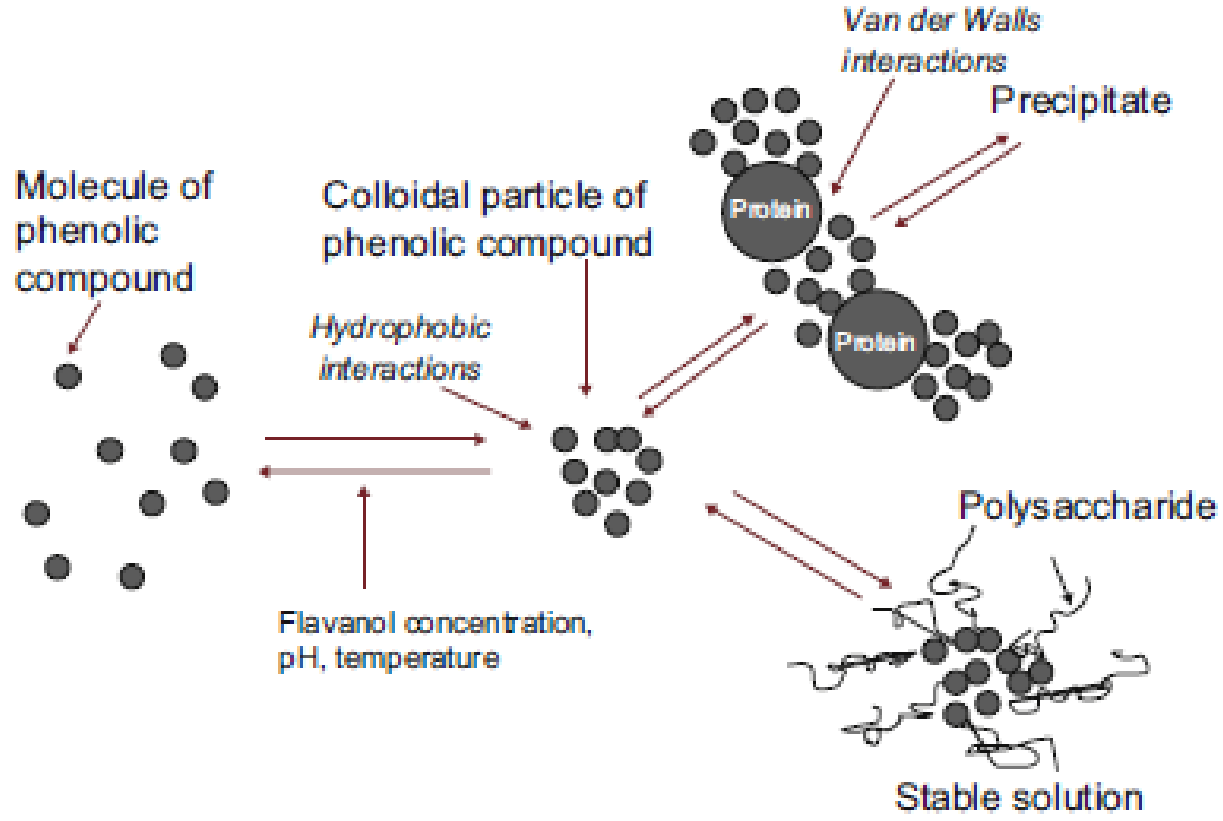
Η προστατευτική δράση εκδηλώνεται όταν μόρια του προστατευτικού κολλοειδούς περιβάλλον το ασταθές κολλοειδές, αποτρέποντας την συσσωμάτωση των σωματιδίων του.

Για παράδειγμα, στην περίπτωση των ερυθρών οίνων, οι πολυμερείς χρωστικές που βρίσκονται υπό την μορφή κολλοειδούς, παρεμποδίζουν την καταβύθιση τρυγικών αλάτων.

Sufficient concentration of protective colloids



Insufficient concentration of protective colloids



Βιβλιογραφία

Jackson R.S., **2020**. Chapter 8: Postfermentation treatments and related topics. In **“Wine Science – Principles and Applications”**, 5th Edition, Elsevier, London.

Moreno J., Peinado R., **2012**. **“Enological Chemistry”**, Elsevier.