



Οινολογία Ι

Χημεία Οίνου

Βασιλική Κοντογιάννη, Χημικός, MSc., Ph.D.

Σταθερά Οργανικά οξέα

- ▶ Τα οργανικά οξέα αποτελούν μια σπουδαία ομάδα συστατικών των οίνων και είναι υπεύθυνα όχι μόνο για την όξινη γεύση των οίνων αλλά και για την προστασία αυτών από τις μικροβιολογικές ή χημικές προσβολές καθώς επίσης και για τη διατήρηση του χρώματος.
- ▶ Τα οργανικά οξέα γίνονται ρυθμιστές τόσο της ολικής ή ογκομετρούμενης οξύτητας γλεύκους και οίνου, όσο και του pH ή ενεργού οξύτητας.
- ▶ Η ολική οξύτητα είναι το σύνολο των ελεύθερων (όχι των εξουδετερωμένων) καρβοξυλομάδων των οξέων, είτε βρίσκονται σε διάσταση είτε όχι, ενώ το pH ορίζεται από το σύνολο των καρβοξυλομάδων που βρίσκονται σε διάσταση και οι οποίες ρυθμίζουν την όξινη γεύση του οίνου.
- ▶ Οπωσδήποτε όμως η όξινη γεύση επηρεάζεται αισθητά και από άλλα συστατικά, όπως είναι η αλκοόλη, τα ζάχαρα, οι ταννίνες κτλ.



Σταθερά Οργανικά οξέα

- ▶ Τα οργανικά οξέα είτε προέρχονται από το σταφύλι είτε σχηματίζονται κατά τις ζυμώσεις του γλεύκους και τις μικροβιακές αλλοιώσεις του οίνου.
- ▶ **Τα κυριότερα οξέα του σταφυλίου**
 - ▶ Τρυγικό ($\text{HO}_2\text{CCH}(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{CO}_2\text{H}$),
 - ▶ μηλικό ($\text{HO}_2\text{CCH}_2\text{CHOHCO}_2\text{H}$),
 - ▶ κιτρικό ($\text{HOOC}(\text{COOH})(\text{CH}_2\text{COOH})_2$),
 - ▶ οξαλικό ($\text{HO}_2\text{CCO}_2\text{H}$),
 - ▶ ουρονικά οξέα (σακχαρικά οξέα),
 - ▶ (εξουρονικό οξύ, L-ασκορβικό οξύ βιταμίνη C, $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$).
 - ▶ Το γλυκονικό οξύ (γλουκονικό οξύ, $\text{HOCH}_2(\text{CHOH})_4\text{COOH}$)
 - ▶ και άλλα οξέα υπάρχουν όταν συμβαίνει φαιά σήψη.



Τα κυριότερα οργανικά οξέα

Οξέα σταφυλιού

1. Τρυγικό οξύ
2. Μηλικό οξύ
3. Κιτρικό οξύ
4. Ουρονικά οξέα
5. Γλυκονικό οξύ
6. Οξαλικό οξύ
7. Ασκορβικό οξύ

Οξέα ζυμώνσεων και προσβολών

1. Ηλεκτρικό οξύ
2. Γαλακτικό οξύ
3. Κιτρομηλικό οξύ
4. Διμεθυλογλυκερικό οξύ
5. Πυροσταφυλικό ή πυρουβικό οξύ
6. α-Κετογλουταρικό οξύ

7. Οξικό οξύ
8. Μυρμηκικό οξύ (από σταφύλι)
9. Προπιονικό οξύ
10. Ισοβουτυρικό οξύ
11. Βουτυρικό οξύ

Σταθερά οξέα

Πτητικά οξέα

Σταθερά Οργανικά οξέα

- ▶ Κατά τη **ζύμωση** σχηματίζονται **ηλεκτρικό οξύ** ($\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$) και **γαλακτικό οξύ** ($\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$), που με εστεροποίηση προκύπτουν αιθυλικοί εστέρες που συμβάλλουν σημαντικά στο άρωμα.
- ▶ Άλλα οξέα **ζυμώνσεων και μικροβιακών αλλοιώσεων** είναι το κιτρομηλικό, το διμεθυλογλυκερινικό, το πυροσταφυλικό, το α-κετογλουταρικό.
- ▶ Τα οξέα, μηλικό, τρυγικό, κιτρικό και γαλακτικό (υδροξυοξέα), δεσμεύουν το σίδηρο και έτσι αποφεύγονται θολώματα σιδήρου.
- ▶ Το κιτρικό σχηματίζει πιο ισχυρά σύμπλοκα με το σίδηρο και χρησιμοποιείται για αποφυγή θολωμάτων σιδήρου.



Σταθερά Οργανικά οξέα

- ▶ Τα οργανικά οξέα συμβάλλουν θετικά στην ποιότητα του οίνου.
- ▶ Ρυθμίζουν την ογκομετρούμενη και την ενεργό οξύτητα του γλεύκους και του οίνου.
- ▶ Το σύνολο των καρβοξυλομάδων που βρίσκονται σε διάσταση ρυθμίζουν την όξινη γεύση του οίνου.
- ▶ Η υψηλή οξύτητα του οίνου περιορίζει την ανάπτυξη διάφορων μικροοργανισμών όπως βακτηρίων αλλοίωσης του οίνου, και έτσι συμβάλλει στη συντήρησή του.
- ▶ Το χαμηλό pH ευνοεί τη ζωηρότητα του χρώματος των οίνων.
- ▶ Όμως, ορισμένα οξέα προσβάλλονται κάποιες φορές από μικροοργανισμούς και έτσι προκαλούνται αλλοιώσεις των οίνων

Σταθερά Οργανικά οξέα

- ▶ Τα οργανικά οξέα βρίσκονται είτε ως ελεύθερα οξέα είτε με τη μορφή αλάτων.
 - ▶ Τα ελεύθερα οξέα μπορεί να βρίσκονται σε μερική διάσταση, ενώ τα άλατα βρίσκονται σε πλήρη διάσταση.
 - ▶ Η συνολική αποτίμηση των οργανικών οξέων στους οίνους προκύπτει από
 - ▶ α) την ολική ή ογκομετρούμενη οξύτητα , που εκφράζει το σύνολο των καρβοξυλομάδων των οξέων είτε βρίσκονται σε διάσταση είτε όχι,
 - ▶ β) την ενεργό οξύτητα ή pH, που εκφράζει το σύνολο των καρβοξυλομάδων που βρίσκονται σε διάσταση και που αντιστοιχεί στο σύνολο των κατιόντων υδρογόνου, και
 - ▶ γ) την αλκαλικότητα της τέφρας, που εκφράζει το σύνολο των οργανικών οξέων που βρίσκονται υπό μορφή αλάτων και που μετατρέπονται σε ανθρακικά άλατα με αποτέφρωση.
-



Σταθερά Οργανικά οξέα- Τρυγικό οξύ

- ▶ **Τρυγικό οξύ** (2-5 g/L): το φυσικό τρυγικό οξύ του οίνου είναι το D-τρυγικό οξύ.
- ▶ Είναι το σπουδαιότερο από τα σταθερά οξέα του οίνου.
- ▶ Είναι το πιο ισχυρό και επηρεάζει την ενεργό οξύτητα του οίνου.
- ▶ Από τα τρία κυριότερα οξέα του σταφυλιού (τρυγικό, μηλικό, κιτρικό) το τρυγικό οξύ είναι το πιο ανθεκτικό στις βακτηριακές προσβολές.
- ▶ Με βάση τα παραπάνω, είναι το οξύ που ενδείκνυται περισσότερο για την αύξηση της οξύτητας της σταφυλόμαζας.
- ▶ Όμως, σε υψηλές δόσεις δίνει στον οίνο μία σκληρότητα και στυφότητα.



Σταθερά Οργανικά οξέα- Τρυγικό οξύ

- ▶ Η συγκέντρωση του τρυγικού οξέος στο πράσινο σταφύλι είναι περίπου 15 g/L, και στο ώριμο περίπου 7,5 g/L, λόγω καύσης και διάλυσης στο νερό του σταφυλιού.
- ▶ Κατά την αλκοολική ζύμωση καθιζάνει ποσότητα όξινου τρυγικού καλίου, λόγω μικρότερης διαλυτότητας στη αλκοόλη, και η οξύτητα είναι 2,5-4 g/L.
- ▶ Με τα κρύα του χειμώνα, καταβυθίζονται όξινο τρυγικό κάλιο και τρυγικό ασβέστιο (αρχικά το άλας καλίου και αργότερα το άλας του ασβεστίου) (τρυγία).
- ▶ Έτσι, η συγκέντρωση του τρυγικού οξέος είναι 1,5-2,5 g/L.
- ▶ Μερικές φορές το τρυγικό οξύ προσβάλλεται από γαλακτικά βακτήρια, και η συγκέντρωση του τρυγικού μηδενίζεται ενώ αυξάνει η πτητική οξύτητα.

Σταθερά Οργανικά οξέα- Μηλικό οξύ

- ▶ **Μηλικό οξύ** (0-4 g/L): Το φυσικό μηλικό οξύ είναι το L (-) ισομερές.
- ▶ Έχει σημαντική επίδραση στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των οίνων, και προσδίδει χορτώδη οσμή και στη γεύση κάποια στυφάδα.
- ▶ Στα πράσινα σταφύλια η συγκέντρωσή του είναι 15-25 g/L, στα ώριμα σταφύλια 2-5 g/L.
- ▶ Είναι ασταθές στους μικροοργανισμούς.
- ▶ Οι συνήθεις ζύμες δεν μεταβάλλουν τη συγκέντρωση του μηλικού οξέος κατά την αλκοολική ζύμωση. Όμως, ο *Schizosaccharomyces pombe* μετατρέπει το μηλικό οξύ σε αιθανόλη και διοξείδιο του άνθρακα (μηλοαλκοολική ζύμωση), και έτσι μειώνεται η οξύτητα των οίνων.
- ▶ Μερικές φορές λαμβάνει χώρα η μηλογαλακτική ζύμωση. Μηλογαλακτικά βακτήρια μετατρέπουν το μηλικό οξύ σε γαλακτικό οξύ και διοξείδιο του άνθρακα, και έτσι μειώνεται η οξύτητα.
- ▶ Η μηλογαλακτική ζύμωση ενδείκνυται για τους ερυθρούς οίνους και ιδιαίτερα οίνους με υψηλή οξύτητα, και βελτιώνει τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά.

Σταθερά Οργανικά οξέα- Κιτρικό οξύ

- ▶ **Κιτρικό οξύ** (0-1 g/L): στο σταφύλι βρίσκεται μέχρι 0,5 g/L, ενώ με την ευγενή σήψη μέχρι 0,8-1,0 g/L.
- ▶ Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αύξηση της οξύτητας και τη γευστική βελτίωση των οίνων.
- ▶ Σημειώνεται ότι επιτρέπεται η προσθήκη κιτρικού στον οίνο, ενώ του τρυγικού οξέος μόνο στο γλεύκος.
- ▶ Όμως, είναι ευπρόσβλητο από γαλακτικά βακτήρια με αύξηση της πτητικής οξύτητας.
- ▶ Σωστό είναι αποφεύγεται η προσθήκη, και να προστίθεται μόνο στη δόση για προστασία από θολώματα σιδήρου και μόνο όταν είναι απαραίτητο.
- ▶ Επιτρεπόμενο όριο προσθήκης είναι 50 g/hL, ενώ 20-30 g/hL είναι συνήθως επαρκή.



Σταθερά Οργανικά οξέα- Ουρονικά οξέα

- ▶ **Ουρονικά οξέα:** γαλακτουρονικό οξύ (0,1-1 g/L) και γλυκουρονικό οξύ (0-0,6 g/L).
- ▶ Προέρχονται από το σταφύλι.
- ▶ Το γαλακτουρονικό οξύ προκύπτει με υδρόλυση των πηκτινών (που είναι στον ιστό των ραγών του σταφυλίου) με πηκτινολυτικά ένζυμα. Μπορεί να προκύπτει και μεθανόλη.
- ▶ Οι ερυθροί οίνοι περιέχουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις από τους λευκούς (περίπου 2,5 φορές).
- ▶ Το γλυκουρονικό οξύ προέρχεται από ενζυμική οξείδωση της γλυκόζης.
- ▶ Τα ουρονικά οξέα συνυπολογίζονται μαζί με τα αναγωγικά ζάχαρα.
- ▶ Σημειώνεται ότι για να μην υπάρχει φόβος αναζύμωσης ο προς εμφιάλωση οίνος δεν πρέπει να περιέχει περισσότερο από 0,5-1 g/L πραγματικά αναγωγικά ζάχαρα.



Σταθερά Οργανικά οξέα

- ▶ **Γλυκονικό οξύ** (0-2 g/L): προέρχεται από οξείδωση της αλδεϋδομάδας της γλυκόζης με το ένζυμο γλυκοξειδάση του μύκητα *Botrytis cinerea*.
 - ▶ Δεν προσβάλλεται από βακτήρια.
 - ▶
 - ▶ Έτσι, τα επίπεδά του στον οίνο δηλώνουν την προσβολή από τον μύκητα *Botrytis cinerea*.
 - ▶ Άλλα οξέα που τα επίπεδά τους δηλώνουν προσβολή των σταφυλιών από τον μύκητα *Botrytis cinerea* ή βακτήρια όπως οξικά βακτήρια είναι το βλεννικό οξύ, το κετο-2-γλυκονικό οξύ, το δικετο-2, 5-γλυκονικό οξύ κ.α.
 - ▶ **Οξαλικό οξύ** (0-0,06 g/L): βρίσκεται στο γλεύκος, αλλά μπορεί να σχηματιστεί και με οξείδωση του τρυγικού οξέος.
 - ▶ Βρίσκεται συνήθως με τη μορφή συμπλόκου με τρισθενή σίδηρο.
 - ▶ Εάν δεν γίνει σωστή αποσιδήρωση, στο μπουκάλι ο τρισθενής σίδηρος ανάγεται σε δισθενή και το οξαλικό οξύ καθιζάνει ως οξαλικό ασβέστιο (κρυσταλλικό ίζημα).
-



Σταθερά Οργανικά οξέα

- ▶ **Ασκορβικό οξύ** (0 g/L): υπάρχει στο γλεύκος σε 50-100 mg/L.
- ▶ Καταναλώνεται από τις ζύμες κατά τη ζύμωση, και έτσι δεν υπάρχει στους οίνους.
- ▶ Προστίθεται στους οίνους σε δόσεις μέχρι 100 mg/L.
- ▶ Δρα ως αντιοξειδωτικό, καθόσον οξειδώνεται το ίδιο γρήγορα. Εμποδίζει την οξείδωση του δισθενούς σιδήρου σε τρισθενή.
- ▶ Παρέχει κάποια προστασία σε ενώσεις αρώματος και διατηρεί τη φρεσκάδα του οίνου.
- ▶ Προστίθεται κατά την εμφιάλωση, σε οίνους με επαρκή ποσότητα θειώδη ανυδρίτη.

- ▶ **Ηλεκτρικό οξύ** (0,5-1,5 g/L): σχηματίζεται κατά τη ζύμωση των ζαχάρων, και γι' αυτό είναι σε κάποια αναλογία με την αλκοόλη.
- ▶ Έχει σημαντική επίδραση στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των οίνων, καθόσον η γεύση του συνδυάζει το ξινό, το αλμυρό και το πικρό.
- ▶ Το ηλεκτρικό οξύ είναι πολύ ανθεκτικό σε βακτηριακές προσβολές.



Σταθερά Οργανικά οξέα- Γαλακτικό οξύ

- ▶ **Γαλακτικό οξύ.** L (+) γαλακτικό οξύ (0,1-3 g/L) και D (-) γαλακτικό οξύ (0,1-0,5 g/L).
- ▶ Βρίσκεται στους οίνους αλλά όχι στα γλεύκη.
- ▶ Βρίσκεται και με τα δύο του ισομερή (το αριστερόστροφο (D-) ή/και το δεξιόστροφο (L+)).
- ▶ Προέρχεται από τη δράση των ζυμών κατά τη ζύμωση.
- ▶ Παράγεται το D (-) ισομερές σε 0,1-0,4 g/L, ενώ το L (+) ισομερές μόνο σε ίχνη.
- ▶ Επίσης, προέρχεται από τη δράση των μηλογαλακτικών βακτηρίων κατά τη μηλογαλακτική ζύμωση.
- ▶ Παράγεται μόνο το L (+) ισομερές μέχρι 3 g/L.
- ▶ Έτσι, είναι δείκτης της μηλογαλακτικής ζύμωσης.
- ▶ Ακόμη, παράγεται από τη δράση γαλακτικών βακτηρίων με προσβολή ζαχάρων (εξόζες), της γλυκερίνης και του τρυγικού οξέος.
- ▶ Ανάλογα με το βακτήριο παράγεται το D (-) ισομερές είτε το L (+) ισομερές.



Σταθερά Οργανικά οξέα- Γαλακτικό οξύ

- ▶ Στις περιπτώσεις βακτηριακής αλλοίωσης η ολική συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος είναι υψηλή, ακόμη και μεγαλύτερη από 10 g/L.
- ▶ Όταν τα επίπεδα του γαλακτικού οξέος είναι υψηλά εξετάζονται τα επίπεδα του μηλικού οξέος (για μηλογαλακτική ζύμωση), των ζαχάρων (για βακτηριακή προσβολή ζαχάρων), και του τρυγικού οξέος (για βακτηριακή προσβολή του, εκτροπή).
- ▶ Το γαλακτικό οξύ είναι το πιο σταθερό οξύ του οίνου από χημική και βιολογική άποψη.
- ▶ Έτσι, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για αύξηση της οξύτητας ορισμένων οίνων (το τρυγικό οξύ που χρησιμοποιείται συνήθως προσβάλλεται από βακτήρια).



Σταθερά Οργανικά οξέα

- ▶ **Κιτρομηλικό οξύ ή α-μεθυλομηλικό οξύ** (0,1-0,25 g/L)
- ▶ Είναι δευτερεύον προϊόν της αλκοολικής ζύμωσης, ενώ δεν υπάρχει στα γλεύκη.
- ▶ Η ύπαρξή του στους οίνους είναι δείκτης διάκρισης των γλυκών οίνων από τα μιστέλια (προϊόντα ανάμιξης αζύμωτου γλεύκους με αλκοόλη).
- ▶ Επειδή είναι σπάνιο και ακριβό είναι καλύτερος δείκτης από άλλα συστατικά που μπορεί να είναι δείκτες όπως η γλυκερίνη και το ηλεκτρικό οξύ.
- ▶ **Διμεθυλο-γλυκερικό οξύ** (0,1-0,5 g/L): Δεν παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον.



Κετονικά οξέα

- ▶ **Κετονικά οξέα.**
- ▶ Πυροσταφυλλικό οξύ (CH_3COCOOH , 0-0,5 g/L),
- ▶ α -κετογλουταρικό οξύ ($\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{COCOOH}$, 0-0,2 g/L):
- ▶ Είναι ενδιάμεσα προϊόντα του μεταβολισμού των ζυμών, και δεν υπάρχουν στο γλεύκος.
- ▶ Με την κετονική ομάδα που περιέχουν δεσμεύουν σταθερά τον θειώδη ανυδρίτη, και έτσι μειώνεται η ελεύθερη μορφή του που είναι η δραστική.
- ▶ Με προσθήκη θειαμίνης στο γλεύκος που άρχισε να ζυμώνεται γίνεται αποκαρβοξυλίωση των κετονικών αυτών οξέων, και έτσι πετυχαίνεται αύξηση της συγκέντρωσης του ελεύθερου θειώδη ανυδρίτη.
- ▶ Αυτό παρά το ότι προϊόντα της αποκαρβοξυλίωσης είναι αλδεΐδες και κυρίως ακεταλδεΐδη που σχηματίζουν σταθερές ενώσεις με τον θειώδη ανυδρίτη.



Υδατάνθρακες

- ▶ **Γλυκόζη** (D-γλυκόζη, δεξτρόζη, σταφυλοζάχαρο, $C_6H_{12}O_6$),
- ▶ **Φρουκτόζη** (ζάχαρο φρούτων, $C_6H_{12}O_6$),
- ▶ **ζαχαρόζη** (επιτραπέζιο ζάχαρο, σουκρόζη, $C_{12}H_{22}O_{11}$).
- ▶ Από την **αραβινόζη** και την **ξυλόζη** (αλδοπεντόζες) με δράση γαλακτικών βακτηρίων προκύπτει πτητική οξύτητα (οξικό οξύ).
- ▶ Οι **πολυζαχαρίτες**, που προέρχονται από ζύμες, βακτήρια, *B. cinerea*, μπορεί να δρουν ως προστατευτικά κολλοειδή.
- ▶ Από σάπια σταφύλια προέρχεται η γλυκάνη (πολυζαχαρίτης της γλυκόζης), που με αλκοόλη δημιουργεί συσσωματώματα.



Υδατάνθρακες

- ▶ Τα ζάχαρα του γλεύκους και του οίνου διακρίνονται στα ανάγοντα ή αναγωγικά (ανάγουν το φελίγγειο υγρό) και στα μη ανάγοντα ή αναγωγικά (δεν ανάγουν το φελίγγειο υγρό).

Αναγωγικά ζάχαρα

- ▶ Τα ανάγοντα ζάχαρα ανάγουν το φελίγγειο υγρό με δράση της αλδεϋδικής ή κετονικής ομάδας, ιδιότητα που χρησιμοποιείται στον ποσοτικό τους προσδιορισμό.
- ▶ Τα ανάγοντα ζάχαρα προσβάλλονται από γαλακτικά βακτήρια, με σχηματισμό του γαλακτικού οξέος και αύξηση της πτητικής οξύτητας.
- ▶ Τα ανάγοντα ζάχαρα δεσμεύουν τον θειώδη ανυδρίτη, που δεν είναι ως ενωμένος σημαντικά δραστικός.



Υδατάνθρακες

Ζυμώσιμα ζάχαρα

- ▶ Εξόζες D (+) γλυκόζη ή δεξτρόζη (αλδευδική ομάδα).
- ▶ Ζυμώνεται ταχύτερα από τη φρουκτόζη. D (-) φρουκτόζη ή λεβουλόζη (κετονική ομάδα).
- ▶ Παρουσιάζει μεγαλύτερη γλυκύτητα από τα άλλα ζάχαρα.
- ▶ Ζαχαρόζη=1, φρουκτόζη=1,73 , γλυκόζη=0,74 , αραβινόζη=0,40.
- ▶ D (-) γαλακτόζη (αλδευδική ομάδα). Ζυμώνεται από μικρό αριθμό στελεχών ζυμομυκήτων.



Υδατάνθρακες

- ▶ Το **γλεύκος των ώριμων σταφυλιών** περιέχει 17-25 % κ.β. ζάχαρα, κυρίως γλυκόζη και φρουκτόζη.
- ▶ Τα ζάχαρα παράγονται με τη φωτοσύνθεση των φύλλων και αποθηκεύονται κυρίως στα σταφύλια.
- ▶ Στα πράσινα σταφύλια η γλυκόζη υπερिशύει της φρουκτόζης, ενώ με την ωρίμανση αυξάνει η αναλογία της φρουκτόζης.
- ▶ Έτσι, στο γλεύκος υπάρχει σχεδόν ισομοριακό μίγμα γλυκόζης και φρουκτόζης, με λόγο 0,95 -1.
- ▶ **Κατά την αλκοολική ζύμωση** η γλυκόζη μειώνεται πιο γρήγορα, και έτσι υπερτερεί σημαντικά η φρουκτόζη.
- ▶ Μόνο κάποιοι ζυμομύκητες ζυμώνουν ταχύτερα την φρουκτόζη από τη γλυκόζη.
- ▶ **Μετά την αλκοολική ζύμωση**, η γαλακτόζη, που ζυμώνεται πολύ λίγο από τις ζύμες, περιέχεται στους οίνους σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις από τη γλυκόζη.
- ▶ Αυτό παρά το ότι στο γλεύκος είναι σε περίπου 1000 φορές μικρότερη συγκέντρωση.



Υδατάνθρακες

Μη ζυμώσιμα ζάχαρα

- ▶ Τα μη ζυμώσιμα αναγωγικά ζάχαρα του γλεύκους και του οίνου αποτελούνται από πεντόζες σε συγκεντρώσεις 0,3 ως σπάνια 2 g/L.
- ▶ D-αραβινόζη 300-1000 mg/L,
- ▶ D-ριβόζη 100-500 mg/L,
- ▶ D-ξυλόζη 100 mg/L,
- ▶ L-ραμνόζη < 100 mg/L.

- ▶ Συγκέντρωση πεντοζών μεγαλύτερη από 2 g/L δημιουργεί υποψίες για ανάμιξη με οίνους από άλλα φρούτα, όπως μηλίτη οίνο.

- ▶ Οι πεντόζες δεν ζυμώνονται από τις ζύμες, αλλά προσβάλλονται από γαλακτικά βακτήρια με αύξηση της πτητικής οξύτητας.



Υδατάνθρακες

Μη αναγωγικά ζάχαρα

Μη ζυμώσιμα ζάχαρα

- ▶ Ζαχαρόζη: Στα σταφύλια βρίσκεται σε 2 μέχρι 5 g/L.
- ▶ Η ζαχαρόζη δεν είναι ζυμώσιμη. Όμως, κατά την αλκοολική ζύμωση υδρολύεται από το ένζυμο ιμβερτάση σε D-γλυκόζη και D-φρουκτόζη (ιμβερτοζάχαρο), που ζυμώνονται.
- ▶ Σταχυόζη, που αποτελείται από δύο μόρια γαλακτόζης και ένα ζαχαρόζης, και η ραφινόζη, που αποτελείται από ένα μόριο γαλακτόζης και ένα μόριο ζαχαρόζης, υδρολύονται κατά την αλκοολική ζύμωση στους μονοζαχαρίτες τους, που ζυμώνονται.
- ▶ Εκτός από τα παραπάνω ζάχαρα στα σταφύλια περιέχονται και ίχνη από άλλα ζάχαρα όπως η επτόζη, η οκτόζη, η μελιβιόζη, η λακτόζη και η μαλτόζη.



Πολυζαχαρίτες

- ▶ **Πηκτινικές ουσίες, πηκτίνες και κόμμεα.**
- ▶ Οι πηκτινικές ύλες προέρχονται από τη σταφυλόμαζα.
- ▶ Κατά την οينوποίηση και την αλκοολική ζύμωση διασπώνται και καθιζάνουν, σχηματίζοντας ένα ζελατινώδες ίζημα.
- ▶ Έτσι, στους οίνους βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα, όπως 3 g/L, ενώ στο γλεύκος βρίσκονται σε υψηλότερα επίπεδα, όπως 15 g/L.
- ▶ **Πηκτίνες**
- ▶ Είναι πολυμερή του γαλακτουρονικού οξέος που ενώνονται με 1,4-γλυκοζιτικούς δεσμούς.
- ▶ Μέρος των καρβοξυλομάδων είναι εστεροποιημένες με μεθανόλη, δηλαδή είναι μεθυλεστέρες.
- ▶ Έχουν μεγάλο μοριακό βάρος που μπορεί να φτάσει αρκετές εκατοντάδες χιλιάδες.
- ▶ Οι πηκτίνες περιέχονται στις κυτταρικές μεμβράνες του σταφυλίου, και μετά το σπάσιμο των ραγών υδρολύονται ενζυμικά.



Πολυζαχαρίτες

- ▶ **Πηκτινικές ουσίες, πηκτίνες και κόμμεα.**
- ▶ Οι πηκτινικές ύλες προέρχονται από τη σταφυλόμαζα.
- ▶ Κατά την οينوποίηση και την αλκοολική ζύμωση διασπώνται και καθιζάνουν, σχηματίζοντας ένα ζελατινώδες ίζημα.
- ▶ Έτσι, στους οίνους βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα, όπως 3 g/L, ενώ στο γλεύκος βρίσκονται σε υψηλότερα επίπεδα, όπως 15 g/L.
- ▶ **Πηκτίνες**
- ▶ Είναι πολυμερή του γαλακτουρονικού οξέος που ενώνονται με 1,4-γλυκοζιτικούς δεσμούς.
- ▶ Μέρος των καρβοξυλομάδων είναι εστεροποιημένες με μεθανόλη, δηλαδή είναι μεθυλεστέρες.
- ▶ Έχουν μεγάλο μοριακό βάρος που μπορεί να φτάσει αρκετές εκατοντάδες χιλιάδες.
- ▶ Οι πηκτίνες περιέχονται στις κυτταρικές μεμβράνες του σταφυλίου, και μετά το σπάσιμο των ραγών υδρολύονται ενζυμικά.



Πολυζαχαρίτες

- ▶ **Κόμμεα ή γόμμες (Οζάνες)**
- ▶ Είναι πολυμερισμένοι ανυδρίτες πεντοζών ή εξοζών.
- ▶ Έχουν τύπο $n (C_5H_{10}O_5) - n H_2O$ ή $n (C_6H_{12}O_6) - n H_2O$.
- ▶ Τα συνήθη κόμμεα στους οίνους είναι οι αραβάνες (από αραβινόζη) που είναι οι πιο κύριες, οι ραμνάνες (από ραμνόζη), οι ξυλάνες (από ξυλόζη), οι φρουκτοζάνες (από φρουκτόζη), οι γαλακτάνες (από γαλακτόζη) και οι μαννάνες (από μανόζη).
- ▶ Υδρολύονται στους μονοζαχαρίτες τους που αποτελούν μέρος των αναγωγικών ζαχάρων των οίνων.
- ▶ Τα κόμμεα διακρίνονται σε ουδέτερα που αποτελούνται μόνο από μοναζαχαρίτες, και σε όξινα που περιέχουν και γαλακτουρονικό οξύ.



Πολυζαχαρίτες

- ▶ **Κόμμεα ή γόμμες (Οζάνες)**
- ▶ Η δεξτράνη είναι κόμμι από γλυκόζη.
- ▶ Προέρχεται από την αποικοδόμηση της κυτταρίνης από τον μύκητα *Botrytis cinerea*.
- ▶ Έτσι βρίσκεται σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σε γλεύκη από σταφύλια που έχουν προσβληθεί από τον μύκητα.
- ▶ Η δεξτράνη είναι προστατευτικό κολλοειδές.
- ▶ Σε αλκοολικό περιβάλλον σχηματίζει χαρακτηριστικά νήματα (λεπτή μεμβράνη), και δημιουργεί προβλήματα στη διήθηση και το λαμπικάρισμα του οίνου.
- ▶ Γενικά, οι πηκτινικές ουσίες προκαλούν θολώματα και εμποδίζουν το λαμπικάρισμα των οίνων.
- ▶ Για αντιμετώπιση του παραπάνω προβλήματος χρησιμοποιούνται πηκτινολυτικά ένζυμα, που υδρολύουν τις πηκτινικές ουσίες και διευκολύνουν έτσι τη διαύγαση και διήθηση των οίνων



Αζωτούχες Ενώσεις

- ▶ Τα αμμωνιακά είναι εύκολα αφομοιώσιμα από τις ζύμες.
- ▶ Επίσης τα αμινοξέα, από τα οποία προκύπτουν ανώτερες αλκοόλες.
- ▶ Στους ερυθρούς οίνους συμβαίνει καταβύθιση πρωτεϊνών με ταννίνες. Στους λευκούς μπορεί να προκύψει θόλωμα πρωτεϊνών.
- ▶ Η περιεκτικότητα των αζωτούχων υλών είναι 0,5-4 g/L, περίπου το 20 % του ξηρού υπολείμματος.
- ▶ Διακρίνονται σε οργανικές και ανόργανες.
- ▶ Οι οργανικές αποτελούν το περίπου 95 % των αζωτούχων υλών, και είναι πρωτεΐνες, πεπτίδια, αμινοξέα και άλλα αζωτούχα συστατικά.
- ▶ Οι ανόργανες, που είναι αμμωνιακά άλατα όπως το φωσφορικό αμμώνιο, αποτελούν το υπόλοιπο περίπου 5 % των αζωτούχων υλών.
- ▶ Τα αζωτούχα συστατικά προέρχονται κατά βάση από τα στερεά μέρη του σταφυλίου, ενώ το γλεύκος συχνά εμπλουτίζεται με φωσφορικό ή θειικό αμμώνιο.
- ▶ Η μεγάλη σημασία των αζωτούχων υλών οφείλεται στο ότι αποτελούν θρεπτικά συστατικά των ζυμομυκήτων και των βακτηρίων.

Αζωτούχες Ενώσεις- Πρωτεΐνες, Πεπτίδια- Αμινοξέα

- ▶ Τα συνήθη επίπεδα των πρωτεϊνών είναι 3 % του συνολικού αζώτου.
- ▶ Στους οίνους υπάρχουν ως γλυκοπρωτεΐνες.
- ▶ Σε κάποιες περιπτώσεις λευκών οίνων οι πρωτεΐνες φτάνουν μέχρι το 10 % του συνολικού αζώτου και παρατηρούνται θολώματα ή ιζήματα.
- ▶ Επίσης, θολώματα πρωτεϊνών προκαλούνται όταν για διαύγαση των οίνων προστίθεται υπερβολική ποσότητα πρωτεϊνούχου κόλλας.
- ▶ Τα πρωτεϊνικά θολώματα οφείλονται στον κολλοειδή χαρακτήρα των πρωτεϊνών, που καθιζάνουν με θερμότητα και την αντίδραση με ταννίνες.



Αζωτούχες Ενώσεις- Πρωτεΐνες, Πεπτίδια- Αμινοξέα

- ▶ Το πρωτεϊνικό θόλωμα αντιμετωπίζεται με προσθήκη μπεντονίτη όπως και μαννοπρωτεϊνών, ενώ και η χρήση πρωτεολυτικών ενζύμων είναι ένα μέτρο.
- ▶ Στους ερυθρούς οίνους δεν παρουσιάζεται πρωτεϊνικό θόλωμα καθόσον περιέχουν ταννίνες σε σημαντικά επίπεδα.
- ▶ Τα επίπεδα των πρωτεϊνών περιορίζονται κατά την παλαίωση του οίνου.
- ▶ Τα πεπτίδια με μοριακό βάρος μέχρι 10.000 αποτελούν το 60-80 % του συνολικού αζώτου των οίνων.
- ▶ Το **τριπεπτίδιο γλουταθειόνη** (γλυκίνη-κυστεΐνη-γλουταμινικό οξύ) περιέχεται στους οίνους σε επίπεδα μέχρι 20-30 mg/L είτε και παραπάνω.
- ▶ Έχει αντιοξειδωτική δράση και προστατεύει ενώσεις αρώματος των οίνων όπως εστέρες, τερπενικές αλκοόλες και πτητικές θειόλες.
- ▶ Διατίθενται στο εμπόριο παρασκευάσματα αδρανών ζυμομυκήτων που είναι πλούσια σε γλουταθειόνη για προσθήκη κατά την οινοποίηση.



Αζωτούχες Ενώσεις

- ▶ Τα **αμινοξέα** αποτελούν το 30-40 % του συνολικού αζώτου των οίνων.
- ▶ Τα κυριότερα αμινοξέα είναι η αλανίνη, το ασπαργινικό οξύ, το γλουταμινικό οξύ και η προλίνη που χρησιμοποιούνται ως πηγή αζώτου από τους ζυμομύκητες.
- ▶ Η φαινυλαλανίνη είναι η πρόδρομη ένωση για σχηματισμό της φαινυλαιθανόλης.

Άλλα αζωτούχα συστατικά

- ▶ Τέτοια είναι τα αμίδια και νουκλεϊνικές ενώσεις που είναι σε ελάχιστες συγκεντρώσεις, και οι βιογενείς αμίνες.
- ▶ Μεταξύ των βιογενών αμινών είναι η τοξική ισταμίνη που σχηματίζεται με αποκαρβοξυλίωση της ιστιδίνης.



Φαινολικές Ενώσεις Οίνων

- ▶ Στα φαινολικά συστατικά του οίνου περιλαμβάνονται φαινολικά του σταφυλίου και επίσης φαινολικά που σχηματίζονται κατά την οиноποίηση.
- ▶ Φαινολικά συστατικά συμμετέχουν σε αντιδράσεις στο γλεύκος και στον οίνο.
- ▶ Μεταξύ αυτών σημαντικές είναι η ενζυμική οξείδωση στο γλεύκος, όπως και αντιδράσεις προσθήκης στις οποίες συμμετέχουν ανθοκυάνες και/ή φλαβανόλες.
- ▶ Επίσης, στον οίνο βρίσκονται φαινολικά που προέρχονται από το βαρέλι. Γενικά, κατά την οиноποίηση, παλαίωση και συντήρηση των οίνων λαμβάνουν χώρα πολλοί μετασχηματισμοί των φαινολικών ενώσεων.



Φαινολικές Ενώσεις Οίνων

- ▶ Οι φαινολικές ενώσεις του οίνου διακρίνονται σε **μη-φλαβονοειδή** και **φλαβονοειδή**.
- ▶ Στα μη φλαβονοειδή περιλαμβάνονται τα βενζοϊκά οξέα με σκελετό C6-C1, τα υδροξυκινναμωμικά οξέα με σκελετό C6-C3, τα στιλβένια, η τυροσόλη και η υδροxyτυροσόλη, και οι υδρολυόμενες ταννίνες.
- ▶ Τα φλαβονοειδή έχουν σκελετό C6-C3-C6, και περιλαμβάνουν αρκετές ομάδες που διαφέρουν στο βαθμό οξείδωσης του κεντρικού τους ετεροκυκλικού δακτυλίου.
- ▶ Τα κύρια φλαβονοειδή του οίνου είναι οι φλαβονόλες, οι φλαβανόλες και οι ανθοκυάνες.
- ▶ Οι φλαβανόλες βρίσκονται ως μονομερή, και επίσης ως oligομερή που καλούνται προκυανιδίνες, και πολυμερή που καλούνται συμπυκνωμένες ταννίνες.



Φαινολικές Ενώσεις Οίνων

- ▶ Οι φαινολικές ενώσεις είναι **σημαντικά συστατικά** των οίνων.
 - ▶ Διαδραματίζουν μέγιστο ρόλο στη διαμόρφωση του **χρώματος** των οίνων, συμμετέχουν στη διαμόρφωση **ορισμένων γευστικών χαρακτηριστικών**, όπως στυφάδα και τραχύτητα.
 - ▶ Διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην παλαίωση των οίνων, όσο και στις διάφορες τεχνολογικές επεξεργασίες τους.
 - ▶ Έχουν σημαντική αντιμικροβιακή δράση και συμβάλλουν στην προστασία των οίνων.
 - ▶ Επίσης, έχουν σημαντική αντιοξειδωτική δράση – δέσμευση ελευθέρων ριζών, και έτσι συμβάλλουν στην προστασία των οίνων και έχουν θετικές επιδράσεις στη υγεία του ανθρώπου.
-



Φαινολικές Ενώσεις Ερυθρού και Λευκού Οίνου

- ▶ Πηγή φαινολικών ενώσεων των οίνων είναι τα σταφύλια, ιδιαίτερα οι φλούδες.
- ▶ Έτσι, τα φαινολικά των οίνων εμφανίζουν διαφορές ανάλογα με την ποικιλία του σταφυλίου.
- ▶ Τα ερυθρά και τα λευκά κρασιά διαφέρουν στη φαινολική τους σύσταση.
- ▶ Αυτό οφείλεται σε διαφορές στη φαινολική σύσταση ερυθρών και λευκών σταφυλίων, όπως και σε διαφορές στις πορείες οινοποίησης.
- ▶ Οι φαινολικές ενώσεις προέρχονται από κυρίως από τα στερεά μέρη του σταφυλίου, και κατά συνέπεια βρίσκονται σε πολύ μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στους ερυθρούς οίνους σε σχέση με τους λευκούς.
- ▶ Στην ερυθρή οινοποίηση λαμβάνει χώρα η εκχύλιση των φλούδων, ενώ στην λευκή οινοποίηση οι φλούδες απομακρύνονται.
- ▶ Επιπλέον, οι ερυθροί οίνοι συνήθως παλαιώνουν σε δρύινα βαρέλια, ενώ οι λευκοί συνήθως όχι.
- ▶ Έτσι, στους ερυθρούς οίνους βρίσκονται φαινολικά που προέρχονται από το βαρέλι.
- ▶ Οι ερυθροί οίνοι περιέχουν όλες τις φαινολικές ενώσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω, ενώ οι λευκοί οίνοι περιέχουν κυρίως φαινολικά οξέα.
- ▶ Οι ερυθροί οίνοι περιέχουν πολύ περισσότερα ολικά φαινολικά από τους λευκούς.

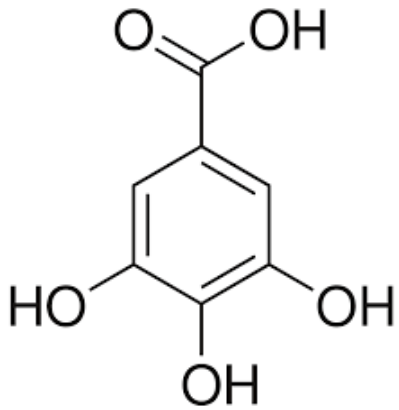


Μη Φλαβονοειδή

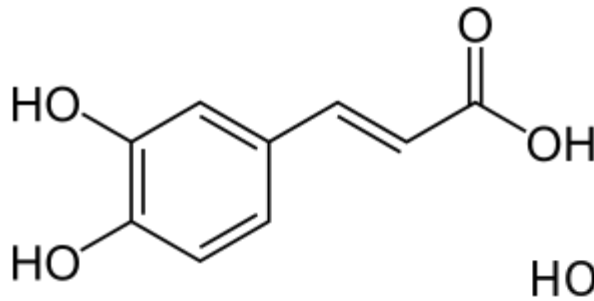
- ▶ Τα **υδροξυκινναμωμικά οξέα**, όπως το καφεϊκό οξύ.
- ▶ Τα **βενζοϊκά οξέα**, όπως το γαλλικό οξύ.
- ▶ Τα **στιλβένια**, όπως η ρεσβερατρόλη.
- ▶ Η **τυροσόλη** είναι μεταβολικό προϊόν του ζυμομύκητα οиноποίησης, και η **υδροξυ-τυροσόλη** σχηματίζεται με υδροξυλίωση της τυροσόλης.
- ▶ Οι **υδρολυόμενες ταννίνες** βρίσκονται ως εστέρες oligομερών του γαλλικού ή του ελλαγικού οξέος με γλυκόζη ή άλλα ζάχαρα.



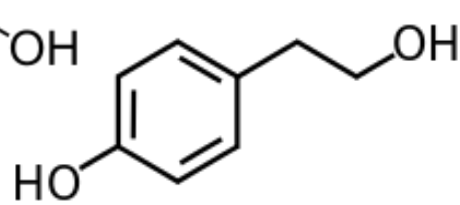
Μη Φλαβονοειδή



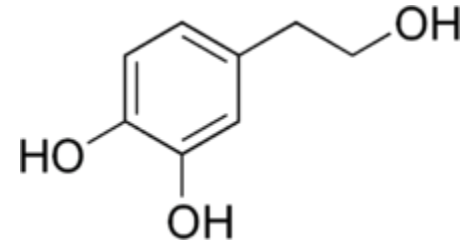
Γαλλικό οξύ



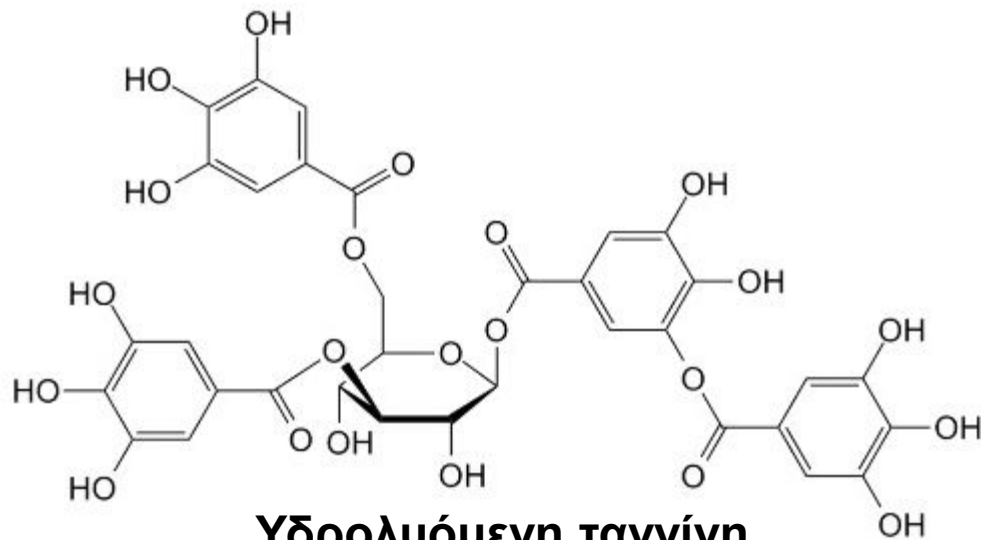
Καφεϊκό οξύ



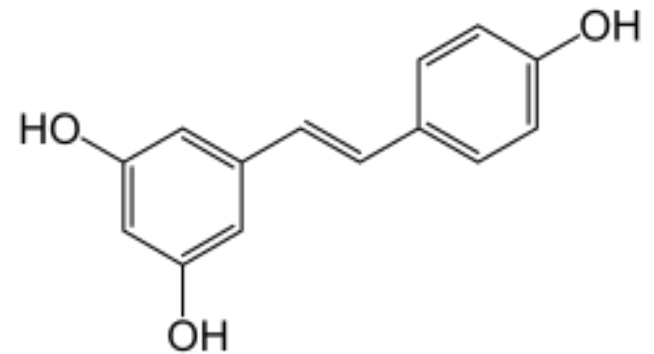
Τυροσόλη



Υδροxyτυροσόλη



Υδρολυόμενη ταννίνη



Ρεσβερατρόλη (*trans*-ρεσβερατρόλη)

Μη Φλαβονοειδή

- ▶ Από τα φαινολικά οξέα, στους οίνους βρίσκονται τα βενζοϊκά οξέα p-υδροξυβενζοϊκό, πρωτοκατεχικό, βανιλικό, γαλλικό, συριγγικό, σαλικυλικό και γεντισικό.
 - ▶ Επίσης, τα κινναμωμικά οξέα p-κουμαρικό, καφεϊκό και φερουλικό.
 - ▶ Τα φαινολικά οξέα παρουσιάζουν σημαντική αντιμικροβιακή δράση.
 - ▶ Επίσης, παρουσιάζουν σημαντική αντιοξειδωτική δράση.
 - ▶ Φαινολικά οξέα, ο-διυδροξυ, όπως το καφεϊκό και το γαλλικό οξύ οξειδώνονται σε κινόνες και συμμετέχουν στην οξείδωση λευκών γλευκών και οίνων.
 - ▶ Τα υδροξυκινναμωμικά οξέα, όπως το καφεϊκό οξύ, στα σταφύλια βρίσκονται ως τρυγικοί εστέρες.
 - ▶ Στο κρασί οι εστέρες υδρολύονται και απελευθερώνονται απλά υδροξυκινναμωμικά οξέα.
-



Μη Φλαβονοειδή

- ▶ Τα βενζοϊκά οξέα, όπως το γαλλικό οξύ, στα σταφύλια βρίσκονται ως εστέρες.
- ▶ Κατά την παλαίωση των οίνων εμφανίζονται βενζοϊκά οξέα σε ελεύθερη μορφή.
- ▶ Τα βενζοϊκά οξέα (γαλλικό οξύ) είναι βασικά συστατικά της δομής των ταννινών.
- ▶ Τα στιλβένια, βρίσκονται στα σταφύλια βρίσκονται ως γλυκοζίτες.
- ▶ Η τυροσόλη και η φαινυλ-αιθανόλη συμμετέχουν στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των οίνων.
- ▶ Οι υδρολυόμενες ταννίνες δεν βρίσκονται στα σταφύλια, αλλά μόνο σε κρασιά που παλαίωσαν για ένα διάστημα σε βαρέλι.

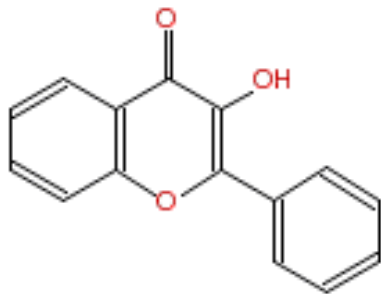
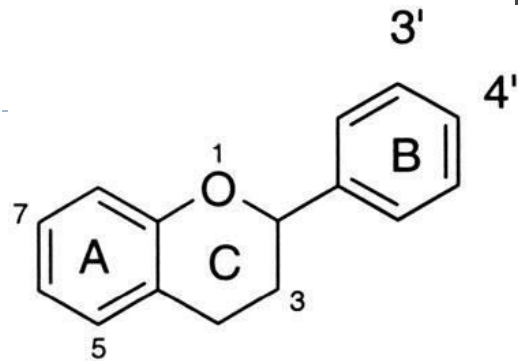


Φλαβονοειδή

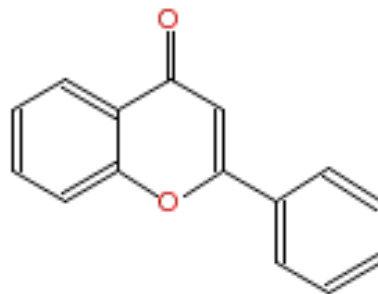
- ▶ Τα φλαβονοειδή των οίνων είναι όλα πολυφαινολικές ενώσεις, που έχουν πολλαπλούς αρωματικούς δακτυλίους που έχουν υδροξυλικές ομάδες.
- ▶ Τα φλαβονοειδή που βρίσκονται στα σταφύλια και τους οίνους όλα έχουν τις ίδιες υδροξυλικές ομάδες υποκατάστασης στο δακτύλιο A, στις θέσεις 5 και 7.
- ▶ Οι διαφορές στην κατάσταση οξείδωσης και υποκατάστασης στο δακτύλιο C, καθορίζουν τις διαφορετικές ομάδες των φλαβονοειδών.
- ▶ Το σχέδιο υποκατάστασης στο δακτύλιο B καθορίζει το μέλος της ομάδας (τάξης).



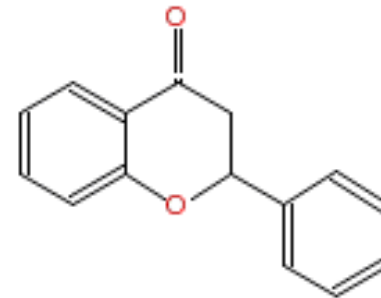
Το σύστημα δακτυλίων των φλαβονοειδών



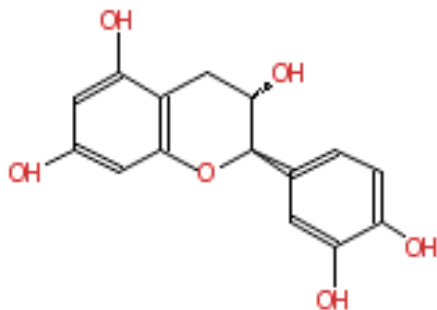
Flavonol



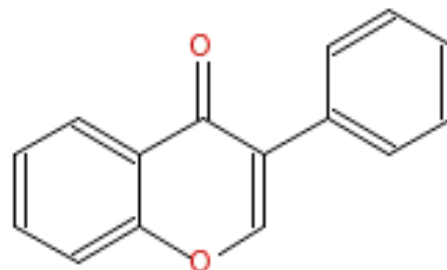
Flavone



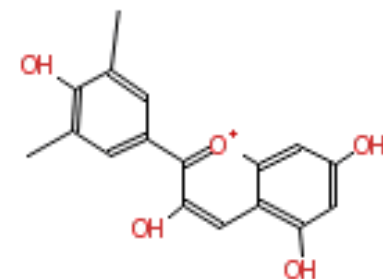
Flavanone



Flavanol (Catechins)



Isoflavone

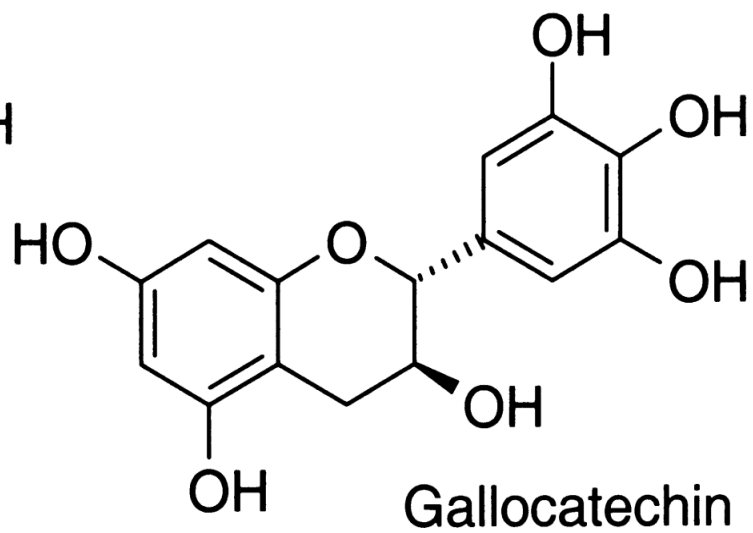
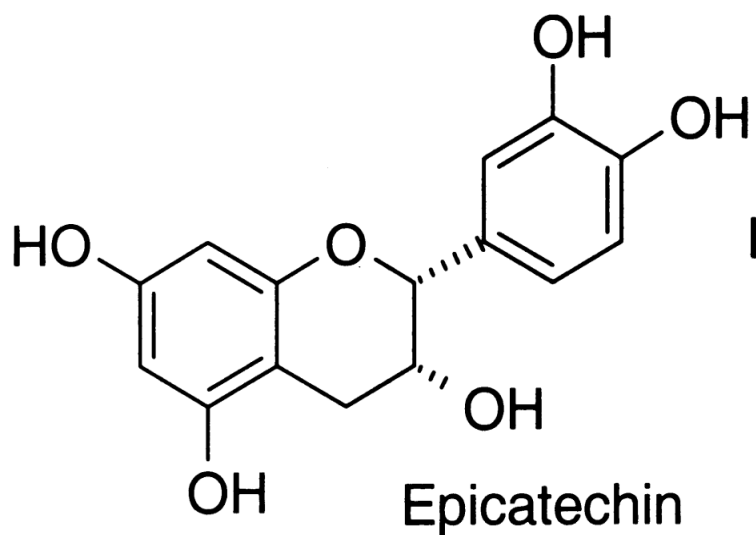


Anthocyanidine

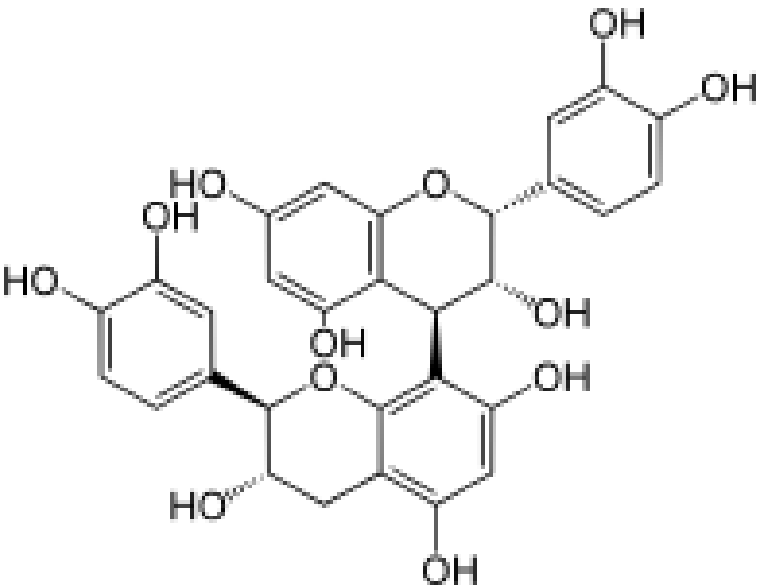
Φλαβανόλες

- ▶ Οι φλαβανόλες είναι τα πιο άφθονα φλαβονοειδή στα σταφύλια και στα κρασιά. Στα σταφύλια βρίσκονται στις φλούδες και στα γίγαρτα.
- ▶ Οι φλαβανόλες συχνά καλούνται φλαβαν-3-όλες για προσδιορισμό της θέσης της αλκοολικής ομάδας στο δακτύλιο C.
- ▶ Οι φλαβαν-3-όλες είναι οι πιο ανοιγμένες μορφές των φλαβονοειδών. Στους οίνους οι φλαβαν-3-όλες βρίσκονται ως γαλλικοί εστέρες.
- ▶ Οι μονομερείς φλαβανόλες-3 συχνά αναφέρονται ως κατεχίνες, ενώ υπάρχουν και οι φλαβανοδιόλες-3,4.
- ▶ Η πλειονότητα των φαινολικών ενώσεων στους ερυθρούς οίνους προέρχονται από πολυμερισμό των παραπάνω με σχηματισμό ολιγομερών (προκυανιδινών) και πολυμερών (συμπυκνωμένες ταννίνες).

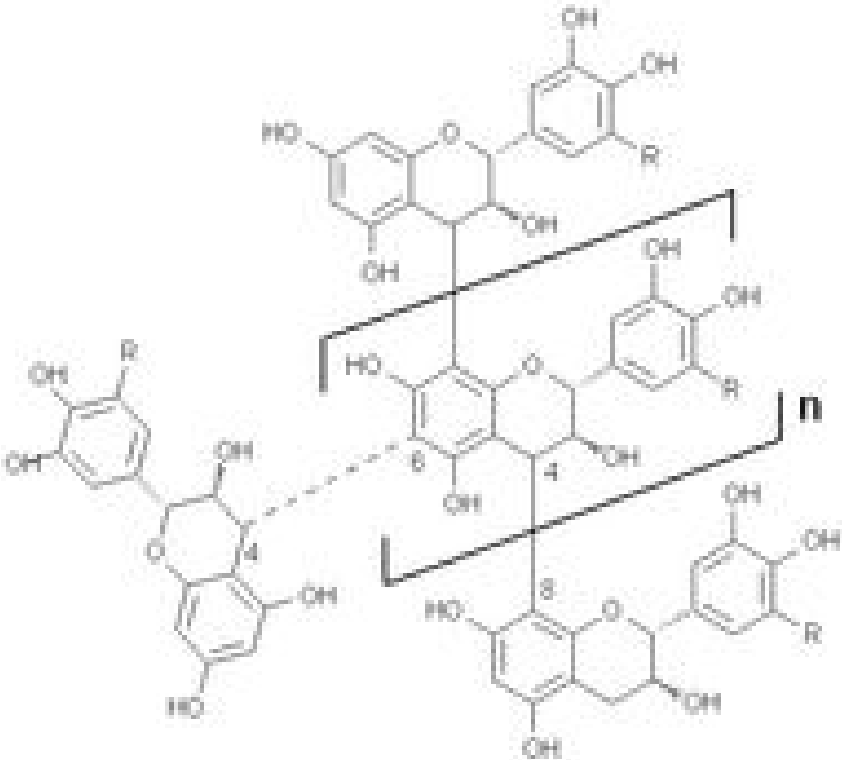
Cis και *trans* μορφές φλαβαν-3-ολών



Φλαβανόλες



Προκυανιδίνη B1



Συμπυκνωμένη ταννίνη

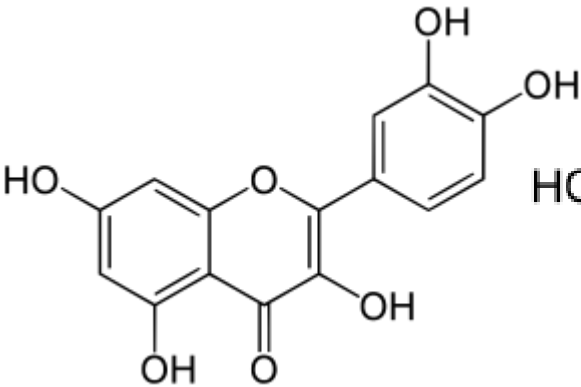


Φλαβονόλες

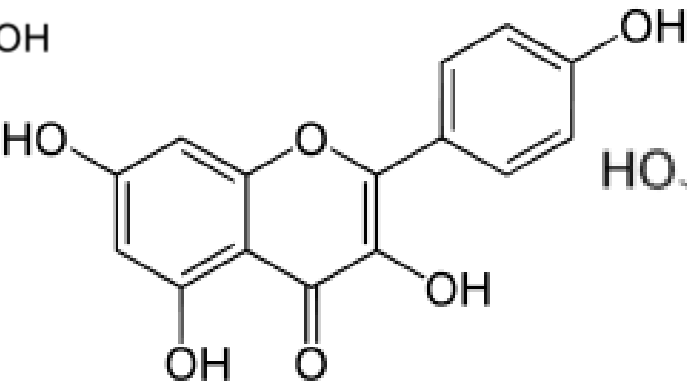
- ▶ Οι 3-υδροξυ-φλαβόνες ή φλαβονόλες είναι κίτρινες χρωστικές των φυτών.
 - ▶ Οι φλαβονόλες βρίσκονται στις φλούδες των σταφυλιών, πάντα με τη μορφή γλυκοζίτη.
 - ▶ Στα σταφύλια υπάρχουν μόνο τρεις μορφές του φλαβονοειδών αγλυκονών.
 - ▶ Αυτές είναι η κερκετίνη, η μυρισετίνη (3'4'5' τριυδροξυ) και καμφερόλη (4' υδροξυ).
 - ▶ Όμως, αυτές οι ενώσεις βρίσκονται με ποικιλία συνδυασμού γλυκοζιτικών μορφών.
 - ▶ Έτσι, υπάρχουν πολλές διαφορετικές ενώσεις.
 - ▶ Στους ερυθρούς οίνους βρίσκονται οι ελεύθερες φλαβονόλες καμφερόλη, κερκετίνη και μυρισετίνη καθώς και συμβαίνει υδρόλυση των παραπάνω σύνθετων μορίων τους.
 - ▶ Στους λευκούς οίνους οι φλαβονόλες περιέχονται σε ίχνη.
-



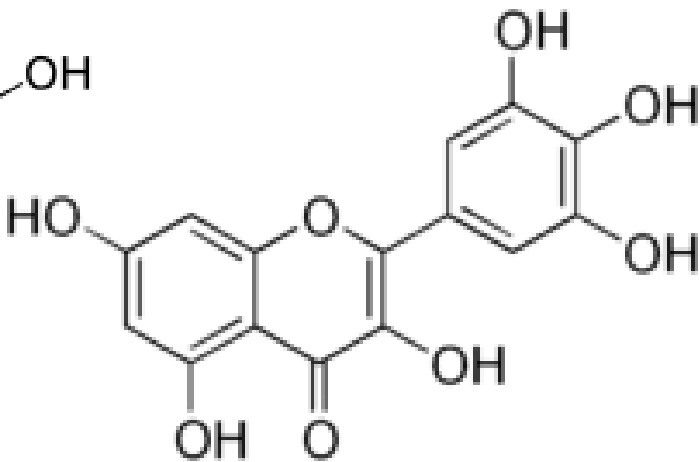
Φλαβονόλες



Κερκετίνη



Καμφερόλη



Μυρισετίνη

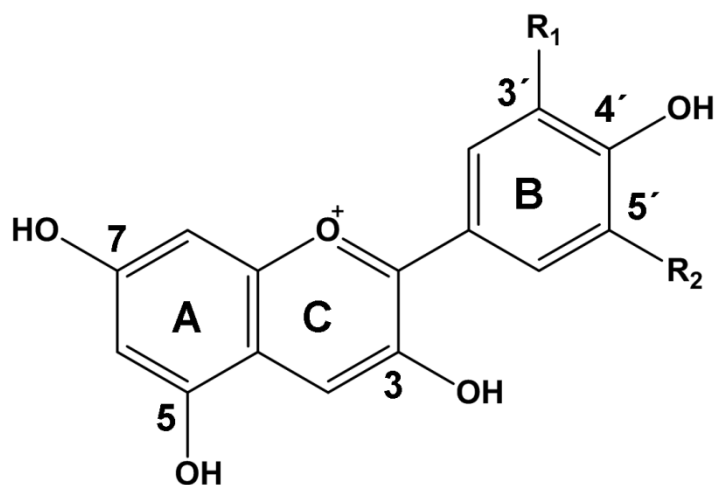
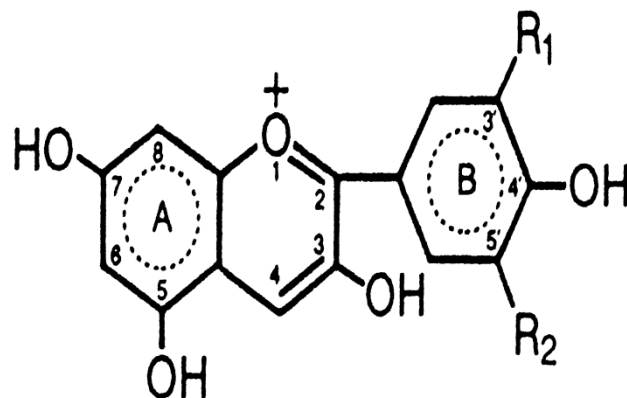


Ανθοκυάνες

- ▶ Οι ανθοκυάνες είναι οι κυριότερες ερυθρές και κυανές χρωστικές στο φυτικό βασίλειο.
- ▶ Προσδίνουν το χρώμα στα ερυθρά κρασιά και το κόκκινο και μπλε χρώμα στις φλούδες των κόκκινων και μαύρων σταφυλιών.
- ▶ Οι ανθοκυάνες είναι γλυκοσυλιωμένες ανθοκυανιδίνες.
- ▶ Στα σταφύλια και στα κρασιά δεν βρίσκονται ανθοκυανιδίνες, εκτός από ίχνη, δεν υπάρχουν ελεύθερες ανθοκυανιδίνες επειδή είναι ασταθείς.
- ▶ Οι ανθοκυανιδίνες διαφοροποιούνται στον δακτύλιο B.
- ▶ Η πιο σημαντική ανθοκυανιδίνη των ερυθρών σταφυλιών είναι η μαλβιδίνη.
- ▶ Άλλες είναι η κυανιδίνη, η πεονιδίνη, η δελφινιδίνη, η πετουνιδίνη (η πελαργονιδίνη δεν περιέχεται).
- ▶ Το ζάχαρο που υπάρχει στις ανθοκυάνες των σταφυλιών είναι η γλυκόζη. Υπάρχουν μονογλυκοζίτες-3 και διγλυκοζίτες-3,5.
- ▶ Ορισμένες φορές ένα κινναμωμικό οξύ, κυρίως το π-κουμαρικό οξύ, ενώνεται με τη γλυκόζη (με ένα υδροξύλιό της) και προκύπτει σύμπλοκο.



Δομή ανθοκυανιδινών



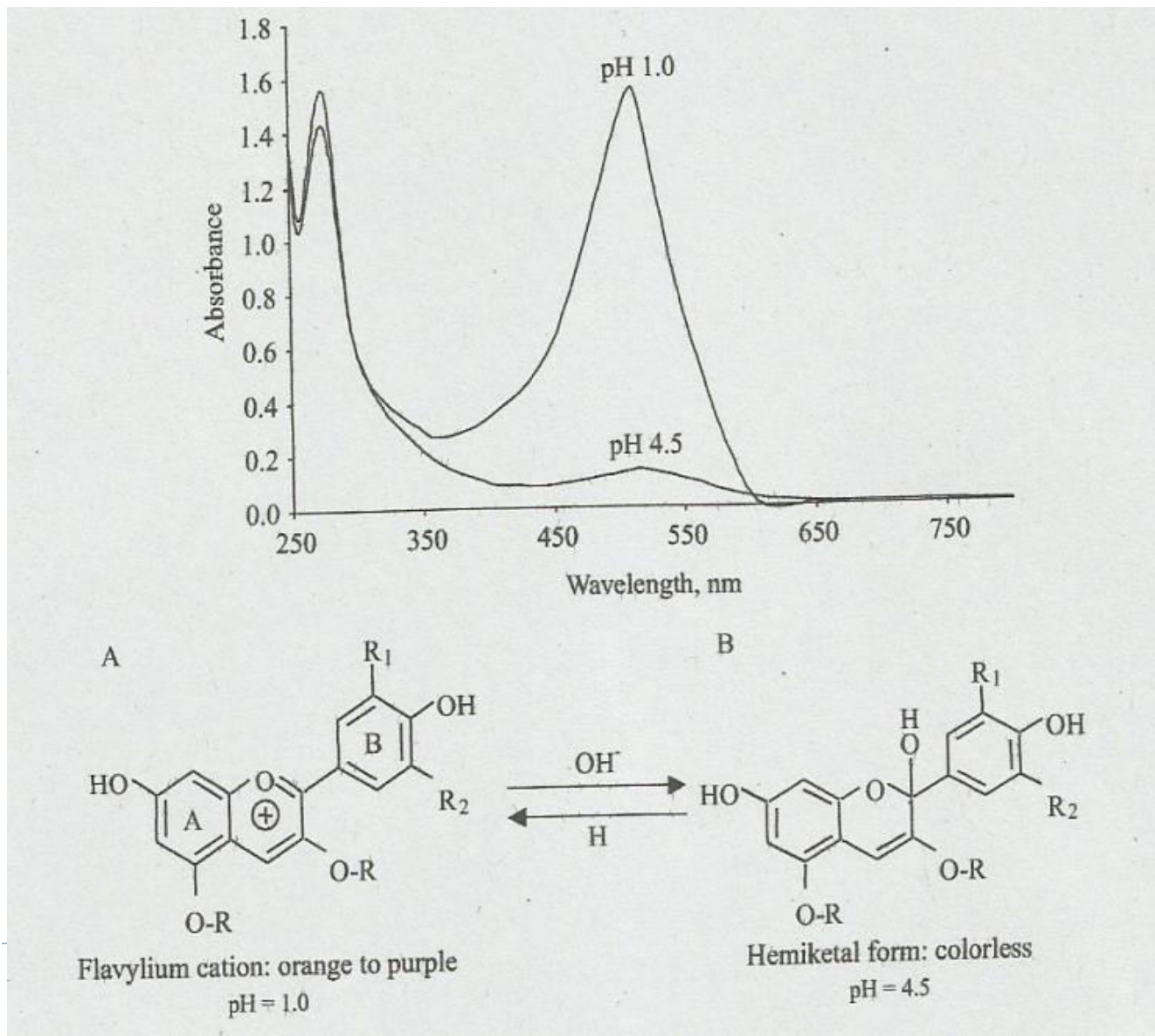
Anthocyanidin	R ₁	R ₂
Pelargonidin	H	H
Cyanidin	OH	H
Delphinidin	OH	OH
Peonidin	OCH ₃	H
Petunidin	OH	OCH ₃
Malvidin	OCH ₃	OCH ₃

Ανθοκυάνες

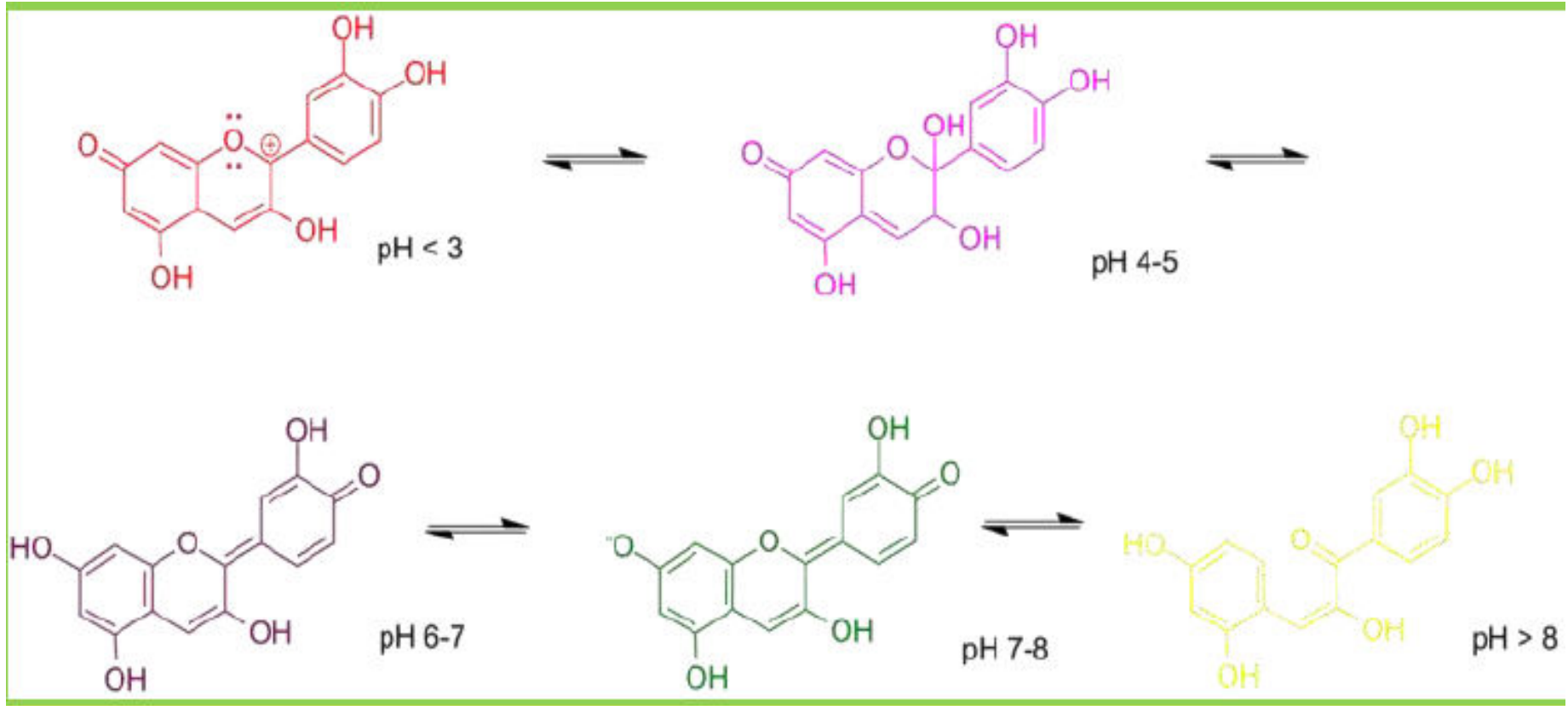
- ▶ Οι ανθοκυάνες στον οίνο συμμετέχουν σε διάφορες αντιδράσεις.
- ▶ Σε ισχυρά όξινο περιβάλλον οι ανθοκυανιδίνες, και ιδιαίτερα η μαλβιδίνη, έχουν ερυθρό χρώμα που οφείλεται στους διπλούς δεσμούς του πυρυλίου.
- ▶ Σε λιγότερο όξινο pH η μαλβιδίνη μετατρέπεται σε άχρωμη μορφή, με δέσμευση ενός υδροξυλίου στη θέση 2.
- ▶ Με μείωση του pH το ερυθρό χρώμα επανέρχεται.
- ▶ Στο pH του οίνου το ποσοστό της άχρωμης μαλβιδίνης είναι σχετικά υψηλό.
- ▶ Αντίθετα, εάν το pH αυξηθεί περαιτέρω η άχρωμη μορφή μετατρέπεται σε κυανή μορφή, με σχηματισμό κινόνης.
- ▶ Στο κρασί η ισορροπία των μορφών των ανθοκυανών είναι συνάρτηση του pH.



Ανθοκυάνες



Χρώμα & σταθερότητα των ανθοκυάνων με το pH



Ανθοκυάνες

- ▶ Οι ανθοκυάνες με δύο υδροξύλια σε ο-θέση αντιδρούν με τρισθενή σίδηρο προς σύμπλοκα κυανού χρώματος, αντίδραση που ευνοείται σε λιγότερο όξινο περιβάλλον.
- ▶ Η μεταβολή του χρώματος των ερυθρών οίνων μετά την οινοποίηση πιθανόν σχετίζεται με την οξείδωση του Fe II σε Fe III και τον σχηματισμό του συμπλόκου.
- ▶ Επίσης, το θόλωμα σιδήρου των ερυθρών οίνων με σχηματισμό συμπλόκων του Fe III με ανθοκυάνες και ταννίνες πιθανόν σχετίζεται με τον παραπάνω σχηματισμό του συμπλόκου.
- ▶ Οι ανθοκυάνες με αντίδραση με τα όξινα θειώδη ιόντα μετατρέπονται σε άχρωμες ενώσεις.
- ▶ Η αντίδραση είναι αμφίδρομη.
- ▶ Γενικά, στα κρασιά οι ανθοκυάνες αντιδρούν με το θειώδη ανυδρίτη με αποτέλεσμα το μερικό αποχρωματισμό.



Ανθοκυάνες

- ▶ Οι ανθοκυάνες μπορούν να αποχρωματιστούν με αναγωγή, αντίδραση που ευνοείται σε ισχυρά όξινο pH και είναι αμφίδρομη.
- ▶ Ο ασθενής χρωματισμός του οίνου μετά την αλκοολική ζύμωση, που είναι αναγωγικά φαινόμενο, πιθανόν να σχετίζεται με την αναγωγή των ανθοκυανών.
- ▶ Κατά την παλαίωση η συγκέντρωση των ανθοκυανών μειώνεται.
- ▶ Η συγκέντρωση των ανθοκυανών στους νέους οίνους είναι της τάξης των 400 mg/L, ενώ στους παλαιωμένους της τάξης των 90 mg/L.
- ▶ Επίσης, ενώνονται με ταννίνες παρουσία οξυγόνου.
- ▶ Κατά την παλαίωση με την ένωση ανθοκυανών-ταννινών σχηματίζονται έγχρωμες, άχρωμες ή πορτοκαλόχρωμες ενώσεις.



Ταννίνες

- ▶ Οι ταννίνες, ανάλογα με τη δομή τους, διακρίνονται στις συμπυκνωμένες και στις υδρολυόμενες ταννίνες.
- ▶ Οι συμπυκνωμένες ταννίνες είναι οι φυσικές ταννίνες των σταφυλικών και των οίνων.
- ▶ Σχηματίζονται με πολυμερισμό της φλαβανόλης-3 (κατεχίνη) και κυρίως της φλαβανοδιόλης-3,4 (λευκοανθοκυανιδίνη).
- ▶ Οι συνήθεις ταννίνες του σταφυλίου είναι ολιγομερή με 2 μέχρι 10-12 μονομερή.
- ▶ Οι ταννίνες των σταφυλιών βρίσκονται στα στερεά, αλλά στον οίνο μεταφέρεται μόνο μικρό τους μέρος.
- ▶ Η συγκέντρωσή τους στους ερυθρούς οίνους είναι 1,5-4 g/L και στους λευκούς 40-200 mg/L.
- ▶ Οι υδρολυόμενες ταννίνες αποτελούνται από ένα ζάχαρο, όπως γλυκόζη, με το οποίο ενώνονται φαινολικές ενώσεις.
- ▶ Αυτές είναι κυρίως το γαλλικό οξύ και το ελλαγικό οξύ (διμερές του γαλλικού οξέος).
- ▶ Οι υδρολυόμενες ταννίνες δεν βρίσκονται στο σταφύλι, αλλά προέρχονται από τις κύριες εμπορικές ταννίνες που χρησιμοποιούνται στις κατεργασίες των οίνων, όπως και από το ξύλο του βαρελιού.



Ταννίνες

- ▶ Οι ταννίνες συμμετέχουν σε διάφορες αντιδράσεις στον οίνο.
- ▶ Με πρωτεΐνες ή άλλα πολυμερή όπως πολυζαχαρίτες σχηματίζουν αδιάλυτες ενώσεις.
- ▶ Έτσι, αντιδρούν με πρωτεΐνες και γλυκοπρωτεΐνες του σάλιου και δημιουργείται το αίσθημα της στυφής και πικρής γεύσης των οίνων.
- ▶ Επίσης, εμπλέκονται στη διαύγηση των οίνων, όπου οι ταννίνες με τις πρωτεϊνικές κόλλες σχηματίζουν σύμπλοκα μεγάλου μοριακού βάρους που καθιζάνουν και συμπαρασύρουν τα διάφορα αιωρήματα.
- ▶ Τις παραπάνω ιδιότητες έχουν ταννίνες με MB 500-3.000.
- ▶ Οι ταννίνες παρουσιάζουν αντιοξειδωτική δράση και παρέχουν προστασία στους οίνους. Από την άλλη πλευρά, συμμετέχουν σε θολώματα των οίνων.
- ▶ Με ενώσεις τους με σίδηρο συμμετέχουν στο θόλωμα σιδήρου.
- ▶ Κατά την παλαίωση και διατήρηση των οίνων οι ταννίνες πολυμερίζονται, και τα πολυμερή που σχηματίζονται συμβάλλουν στο σχηματισμό των ιζημάτων των χρωστικών.

Ταννίνες

-
- ▶ Γενικά, με τον πολυμερισμό των ταννινών αυξάνεται η ένταση ιδιοτήτων τους, αλλά με υψηλότερο πολυμερισμό μειώνεται.
 - ▶ Έτσι, εξηγείται η μείωση της στυφής γεύσης που παρατηρείται κατά την παλαίωση των ερυθρών οίνων.
 - ▶ Οι ανθοκυάνες και οι ταννίνες καθορίζουν το χρώμα των οίνων.
 - ▶ Το χρώμα των νέων ερυθρών οίνων οφείλεται στις ανθοκυάνες.
 - ▶ Από την άλλη πλευρά, στο χρώμα των παλαιωμένων οίνων σημαντικό ρόλο παίζουν οι ταννίνες.
 - ▶ Πάντως, παράμετροι όπως το pH, το οξυγόνο και ο σίδηρος παίζουν σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη του χρώματος.
-



Βιταμίνες

- ▶ Στο σταφύλι και το γλεύκος υπάρχουν διάφορες βιταμίνες, που βρίσκονται, σε διαφορετικές συγκεντρώσεις. Επίσης, βρίσκονται και στον οίνο.
- ▶ Στο σταφύλι η συγκέντρωσή τους μεταβάλλεται κατά την ωρίμανση, ενώ είναι πρόσθετοι παράγοντες ανάπτυξης των ζυμομυκήτων.
- ▶ Ορισμένες βιταμίνες είναι στον οίνο σε συγκεντρώσεις χρήσιμες για τον άνθρωπο.
- ▶ Η βιταμίνη B1 ή θειαμίνη βρίσκεται σε επίπεδα μέχρι 150 $\mu\text{g/L}$, υψηλότερα σε ερυθρούς οίνους.
- ▶ Καταστρέφεται ολοσχερώς από τον θειώδη ανυδρίτη, ενώ πολλές φορές προστίθεται στο γλεύκος για την ανάπτυξη των ζυμομυκήτων.
- ▶ Η βιταμίνη B2 ή ριβοφλαβίνη βρίσκεται σε επίπεδα μέχρι 200 $\mu\text{g/L}$, υψηλότερα σε ερυθρούς οίνους.
- ▶ Το φως και ο θειώδης ανυδρίτης καταστρέφουν σημαντική ποσότητα της ριβοφλαβίνης.

Βιταμίνες

- ▶ Η βιταμίνη B3 ή PP (νικοτιναμίδιο ή νικοτινικό οξύ, νιασίνη) υπάρχει στο γλεύκος μέχρι 3,2 mg/L (δεσμευμένη και ελεύθερη).
- ▶ Χρησιμοποιείται από τους ζυμομύκητες, αλλά και απελευθερώνεται μετά την αυτόλυσή τους. Στον οίνο βρίσκεται σε 1-2 mg/L.
- ▶ Η βιταμίνη B4 ή αδενίνη και η B5 ή παντοθενικό οξύ βρίσκονται, επίσης, σε 1-2 mg/L.
- ▶ Η βιταμίνη B6 ή πυριδοξίνη βρίσκεται σε 0,2-0,8 mg/L.
- ▶ Η βιταμίνη B12 ή κοβαλαμίνη βρίσκεται σε 0,05-0,1 μg/L, και η βιοτίνη σε περίπου 2 μg/L.
- ▶ Η βιταμίνη P βρίσκεται σε ικανοποιητικές συγκεντρώσεις.
- ▶ Επίσης, υπάρχουν το ασκορβικό οξύ και η μυο-ινοσιτόλη (έχουν αναφερθεί παραπάνω).



Ανόργανα συστατικά

- ▶ Κάλιο και το ασβέστιο καταβυθίζονται ως όξινο τρυγικό οξύ και τρυγικό ασβέστιο.
- ▶ Ο σίδηρος, και ο χαλκός μπορεί να δημιουργήσουν θολώματα στα κρασιά.
- ▶ Φωσφορικά προέρχονται από πιθανή προσθήκη στο γλεύκος φωσφορικού αμμωνίου, και θειικά από οξείδωση θειώδους.
- ▶ Το διοξείδιο του άνθρακα προκύπτει από την αλκοολική ζύμωση.
- ▶ Το διαλυμένο σε ατμοσφαιρική πίεση 2 g/L.
- ▶ Στα ερυθρά κρασιά περίπου 400 mg/L , και στα λευκά 500-700 mg/L.
- ▶ Ο οίνος περιέχει ανόργανα συστατικά σε 2-4 g/L, που είναι άλατα ανόργανων οξέων αλλά και μερικών οργανικών.
- ▶ Μέτρο των ανόργανων συστατικών είναι η τέφρα του οίνου.
- ▶ Τα ανόργανα συστατικά βρίσκονται σε διάφορα μέρη του σταφυλιού και παρουσιάζουν διαφορετική διαλυτότητα κατά την οινοποίηση.

Κατιόντα

- ▶ Το κάλιο βρίσκεται στους οίνους σε 0,1-1,8 g/L.
- ▶ Κατά την οينوποίηση αδιαλυτοποιείται στο υδατοαλκοολικό περιβάλλον και απομακρύνεται όξινο τρυγικό κάλιο.
- ▶ Ως όξινο τρυγικό κάλιο παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον καθόσον επηρεάζει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του οίνου (γεύση ξινή και αλμυρή) και τη διαύγειά του (σχηματισμός κρυσταλλικού ιζήματος).
- ▶ Το νάτριο βρίσκεται στους οίνους σε 20-200 mg/L, και σε υψηλότερες συγκεντρώσεις όταν οι αμπελώνες είναι κοντά στη θάλασσα.
- ▶ Το ασβέστιο βρίσκεται στους οίνους σε 80-100 mg/L.
- ▶ Κατά την οينوποίηση αδιαλυτοποιείται στο υδατοαλκοολικό περιβάλλον και απομακρύνεται ουδέτερο τρυγικό ασβέστιο.
- ▶ Τα θολώματα των οίνων από τρυγικά άλατα οφείλονται σε μεγαλύτερο βαθμό στο ουδέτερο τρυγικό ασβέστιο, καθόσον καθιζάνει αργότερα από το όξινο τρυγικό κάλιο.
- ▶ Η συγκέντρωση του ασβεστίου αυξάνεται όταν χρησιμοποιείται ανθρακικό ασβέστιο για μείωση της οξύτητας.

Κατιόντα

- ▶ Το μαγνήσιο βρίσκεται σε 80-120 mg/L. Τα άλατά του είναι διαλυτά.
- ▶ Ο σίδηρος βρίσκεται ως δισθενής και ως τρισθενής, και η συγκέντρωσή του στον οίνο είναι σε επίπεδα μερικών mg/L έως μερικών δεκάδων mg/L.
- ▶ Διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην οξείδωση του οίνου, και εμπλέκεται στα θολώματα σιδήρου.
- ▶ Ο χαλκός βρίσκεται ως μονοσθενής και δισθενής, και η συγκέντρωσή του στους οίνους είναι 0,1-5 mg/L.
- ▶ Διαδραματίζει ρόλο στην οξείδωση του οίνου, και εμπλέκεται στο θόλωμα χαλκού.
- ▶ Άλλα μέταλλα που υπάρχουν στους οίνους είναι το αργίλιο (περίπου 10 mg/L), ο ψευδάργυρος (0,1-5 mg/L), το μαγγάνιο (0,5-10 mg/L), το αρσενικό (περίπου 0,01 mg/L) ο μόλυβδος (0,1-0,4 mg/L) και άλλα.



Ανιόντα

- ▶ Θειικά άλατα προέρχονται από το σταφύλι (0,1-0,4 g/L ως θειικό κάλιο). Όμως, η συγκέντρωση αυξάνει με την προσθήκη θειώδη ανυδρίτη, καθόσον οξειδώνονται σε θειικά.
- ▶ Στους οίνους είναι σε 0,5-0,7 g/L ως θειικό κάλιο, και το επιτρεπτό όριο στην Ελλάδα είναι 1,5 g/L ως θειικό κάλιο.
- ▶ Φωσφορικό αμμώνιο συχνά προστίθεται στο γλεύκος ως πηγή αζώτου για τους ζυμομύκητες.
- ▶ Όμως, τα φωσφορικά εμπλέκονται στο λευκό θόλωμα του σιδήρου σε λευκούς οίνους.
- ▶ Έτσι, όταν υπάρχει περίσσεια σιδήρου, καλό είναι να προστίθεται θειικό αμμώνιο. Η περιεκτικότητα φωσφόρου στους οίνους είναι 0,05-1 g/L, σε πολύ μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στους ερυθρούς οίνους.
- ▶ Το χλώριο βρίσκεται στους οίνους σε περίπου 50 mg/L, και σε σημαντικά μεγαλύτερες συγκεντρώσεις όταν οι αμπελώνες είναι κοντά στη θάλασσα (επιτρεπτό όριο στην Ελλάδα 0,5 g/L).
- ▶ Το πυρίτιο και το βόριο, που είναι με μορφή πυριτικού και βορικού οξέος, είναι το καθένα σε 5-20 mg/L.
- ▶ Το φθόριο είναι σε 2-5 mg/L, και το βρώμιο και το ιώδιο σε συγκεντρώσεις < 1 mg/L.



Συστατικά του κρασιού σε κολλοειδή κατάσταση

- ▶ Τα κολλοειδή διακρίνονται σε υδρόφιλα, όπως είναι τα κόμμεα και οι πρωτεΐνες, και σε υδρόφοβα, όπως είναι ο φωσφορικός σίδηρος, ο σιδηροκυανιούχος σίδηρος, ο σιδηροκυανιούχος χαλκός.
- ▶ Τα υδρόφιλα κολλοειδή δεν καταβυθίζονται σε συνηθισμένες συγκεντρώσεις παρουσία αλάτων, απορροφούν μεγάλες ποσότητες διαλύτη, σχηματίζουν ίζημα με ζελατινώδη μορφή και μοιάζουν με γαλακτώματα.
- ▶ Τα υδρόφοβα κολλοειδή καταβυθίζονται με την παρουσία μικρών ποσοτήτων αλάτων, απορροφούν μικρή ποσότητα του διαλύτη τους, σχηματίζουν κοκκώδες ίζημα.



Συστατικά του κρασιού σε κολλοειδή κατάσταση

- ▶ Το κρασί είναι συγχρόνως πραγματικό και κολλοειδές διάλυμα, γιατί περιέχει μόρια και ιόντα που αποτελούν πραγματική διάλυση και σωματίδια σε κολλοειδή κατάσταση τα οποία μπορούν να κροκιδωθούν και να θολώσουν το κρασί.
- ▶ Το μέγαιωμα των διαστάσεων των κροκιδούμενων κολλοειδών προκαλεί την αύξηση του θολώματος.
- ▶ Αν η αύξηση συνεχιστεί, οι διαστάσεις γίνονται τόσο μεγάλες που οι θρόμβοι των κροκιδωμένων συστατικών αποκτούν μεγάλο βάρος και καταβυθίζονται.
- ▶ Στην πορεία τους συμπαρασύρουν ότι αιωρούμενα σωματίδια συναντήσουν
- ▶ Σ' αυτό τον μηχανισμό στηρίζεται και το κολλάρισμα του κρασιού.



Συστατικά του κρασιού σε κολλοειδή κατάσταση

- ▶ Στην επιφάνεια των σωματιδίων προσροφούνται ιόντα διαλύτη που σχηματίζουν στρώμα φορτισμένων ιόντων που δίνει και το φορτίο στα σωματίδια και αμέσως ένα άλλο στρώμα ιόντων διαλύτη αντίθετου φορτίου που εξασφαλίζουν την ουδετερότητα του συνόλου.
- ▶ Σε χαμηλό pH έχουμε προσρόφηση ιόντων H^+ και άρα θετικά φορτισμένα ιόντα.
- ▶ Σε υψηλό pH έχουμε προσρόφηση OH^- , δηλαδή αρνητικά φορτισμένα ιόντα.
- ▶ Σε κάποιο ενδιάμεσο pH, το οποίο καλείται ισοηλεκτρικό σημείο, τα σωματίδια είναι ουδέτερα.
- ▶ Οι ιδιότητες των κολλοειδών οφείλονται στην ύπαρξη αυτών των ηλεκτρικών φορτίων. Η σταθερότητά τους είναι αποτέλεσμα της αμοιβαίας απώθησης που εμποδίζει τη συσσωμάτωσή τους.



Συστατικά του κρασιού σε κολλοειδή κατάσταση

- ▶ Τα κολλοειδή διακρίνονται σε
 - ▶ υδρόφοβα που φυσιολογικά περιέχει το κρασί, όπως οι φαινολικές ενώσεις (αρνητικά φορτισμένες),
 - ▶ κολλοειδή που σχηματίζονται τυχαία στο κρασί όπως ο θειικός χαλκός, ο φωσφορικός σίδηρος (αρνητικά φορτισμένα),
 - ▶ κολλοειδή που σχηματίζονται μετά από προσθήκη όπως ο σιδηροκυανιούχος σίδηρος, γη διατόμων, μπετονίτης (αρνητικά φορτισμένα) και
 - ▶ σε υδρόφιλα όπως οι πολυσακχαρίτες (αρνητικά φορτισμένοι) και οι πρωτεΐνες (θετικά φορτισμένες).
- ▶ Στους πολυσακχαρίτες ανήκουν τα κόμμεα, οι ανυδρίτες των πεντοζών, όπως αραβινόζη και ραμνόζη, οι πηκτίνες που είναι πολυουρονίδια εστεροποιημένα με μεθανόλη.
- ▶ Οι πρωτεΐνες υπάρχουν φυσικά στο κρασί ή προστίθενται κατά το κολλάρισμα.
 - ▶ Τέτοιες είναι η ζελατίνη, η αλβουμίνη, η καζεΐνη.

Συστατικά του κρασιού σε κολλοειδή κατάσταση

- ▶ Για να προσδιορίσουμε τη φυσικοχημική κατάσταση των κολλοειδών χρησιμοποιούμε τους εξής όρους :
 - ▶ **Αστάθεια** είναι η ελάττωση του ηλεκτρικού φορτίου.
 - ▶ **Κροκίδωση** (θρόμβωση) είναι η σύγκρουση και συγκόλληση γειτονικών σωματιδίων.
 - ▶ **Θόλωμα** είναι η αύξηση της ποσότητας του φωτός που διαχέεται εξαιτίας των συγκολλημένων σωματιδίων.
 - ▶ **Καταβύθιση** είναι η πτώση των συγκολλημένων σωματιδίων.
- ▶ Όταν δύο κολλοειδή διαφορετικού φορτίου έρθουν σε επαφή είναι δυνατόν να προκληθεί η πτώση τους.
- ▶ Στην ιδιότητα αυτή στηρίζεται η χρήση διαυγαστικών μέσων στην οиноποίηση.

Συστατικά του κρασιού σε κολλοειδή κατάσταση

- ▶ Για παράδειγμα, κατά την αποσιδήρωση, ο σιδηροκυανιούχος σίδηρος που σχηματίζεται μετά την προσθήκη του σιδηροκυανιούχου καλίου είναι κολλοειδές αρνητικά φορτισμένο, ενώ η προστιθέμενη ζελατίνη θετικά φορτισμένη, με αποτέλεσμα τα δύο κολλοειδή να συγκολλούνται και από την αύξηση του βάρους τους να καταβυθίζονται.
- ▶ Συχνά, βάζοντας στο ίδιο περιβάλλον ένα υδρόφιλο και ένα υδρόφοβο κολλοειδές, παρατηρούμε μια σταθερότητα απέναντι στην τάση των αλάτων να τα κροκιδώσουν.
- ▶ Το υδρόφιλο που σε αυτήν την περίπτωση καλείται προστατευτικό κολλοειδές, μεταφέρει τη σταθερότητά του στο υδρόφοβο.



Συστατικά του κρασιού σε κολλοειδή κατάσταση

- ▶ Για παράδειγμα, το αραβικό κόμμι (E 414) εμποδίζει το σχηματισμό θολώματος που προκύπτει από τη θρόμβωση των χρωστικών κρασιού.
- ▶ Αυτή η προστασία μπορεί να αποδοθεί σε ένα «τύλιγμα» του υδρόφοβου από το υδρόφιλο.
- ▶ Κάτι τέτοιο προϋποθέτει ότι τα κολλοειδή έχουν ηλεκτρικό φορτίο του ίδιου σημείου, π.χ. το αραβικό κόμμι είναι αρνητικά φορτισμένο υδρόφιλο και οι φαινολικές ενώσεις υδρόφοβα κολλοειδή επίσης αρνητικά φορτισμένα.
- ▶ Ανάλογα με την συγκέντρωση των κολλοειδών, προστατευτικών και υδρόφοβων, μπορεί να παρεμποδιστεί η καταβύθιση και ο σχηματισμός ιζήματος, να ελαττωθεί το θόλωμα όταν έχει εκδηλωθεί, ή ακόμη και να εξαφανιστεί.



Συστατικά του κρασιού σε κολλοειδή κατάσταση

- ▶ Τα προστατευτικά κολλοειδή υπάρχουν φυσικά μέσα στο κρασί.
- ▶ Η παρουσία τους είναι αυξημένη στα ερυθρά κρασιά τα οποία παράγονται με τη μέθοδο της θερμοοινοποίησης.
- ▶ Ορισμένα δημιουργούνται από τη συμπύκνωση των σακχάρων.
- ▶ Μπορούν να απομακρυνθούν με διήθηση από λεπτόκοκκο στρώμα γης διατόμων.



Συστατικά του κρασιού σε κολλοειδή κατάσταση

- ▶ Τα κολλοειδή διαθέτουν προσροφητική ικανότητα, γι' αυτό και τα ιζήματά τους μέσα στο κρασί περιέχουν και άλλα συστατικά του κρασιού.
- ▶ Ονομάζουμε προσρόφηση το φαινόμενο συγκράτησης μιας ένωσης από μία άλλη χωρίς μεταξύ τους να γίνει χημική αντίδραση.
- ▶ Παράδειγμα προσρόφησης στο κρασί έχουμε στην περίπτωση του ζωικού άνθρακα που προσροφά τις τανίνες, τις χρωστικές, τις πρωτεΐνες, και του μπετονίτη που προσροφά τις πρωτεΐνες.
- ▶ Η θεωρία των κολλοειδών είναι σημαντική για την οινολογία γιατί η γνώση της βοηθάει στην πρόληψη των θολωμάτων του κρασιού και είναι άμεσα συνδεδεμένη με τις κατεργασίες διαύγασης και σταθεροποίησης.



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.

