



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

**«Η ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΗΣ ΔΙΑΥΓΑΣΗΣ ΤΟΥ ΟΙΝΟΥ ΚΑΙ ΤΑ
ΠΙΘΑΝΑ ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΤΗΣ»**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΑΚΗ



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΦΩΤΙΟΣ ΚΟΥΤΡΟΥΜΠΗΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ

-2018-



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

«Η ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΗΣ ΔΙΑΥΓΑΣΗΣ ΤΟΥ ΟΙΝΟΥ ΚΑΙ ΤΑ
ΠΙΘΑΝΑ ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΤΗΣ»

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΑΚΗ



ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Βαρζάκας Θεόδωρος

Καπόλος Ιωάννης

Κουτρομπής Φώτιος

ΚΑΛΑΜΑΤΑ

-2018-

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέπων καθηγητή μου κο. Φώτιο Κουτρομπή για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του, προκειμένου να επιλυθούν διάφορα θέματα για την πτυχιακή μου εργασία.

Θα θελα επίσης να απευθύνω τις ευχαριστίες μου στους γονείς μου, οι οποίοι στήριξαν τις σπουδές μου με διάφορους τρόπους, φροντίζοντας για την καλύτερη δυνατή μόρφωση μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο τρόπος που σε κάθε χώρα, σε κάθε χώρο, στρώνεται ένα τραπέζι, τα φαγητά που περιλαμβάνει, οι γεύσεις που αναδεικνύει, σκιαγραφούν με ακρίβεια τον πολιτισμό, την παράδοση και τις συνήθειες της κοινωνίας στην οποία ανήκουν οι άνθρωποι που κάθονται γύρω από αυτό για να το απολαύσουν. Και φυσικά απαραίτητο και αναπόσπαστο συμπλήρωμα του χώρου της γεύσης, το κρασί. Προϊόν με ιστορία που χάνεται στο χώρο του μυθου, θεοποιημένο από πολλούς αρχαίους πολιτισμούς, στοιχείο του τελετουργικού πολλών θρησκειών.

Ο ρόλος που παίζει ο οίνος στη ζωή του ανθρώπου είναι πολυσύνθετος. Συμμετέχει στο δαιτολόγιο των ανθρώπων, επιδρά υγιεινά στην ανάπτυξή τους, όταν δεν γίνεται κατάχρηση, και την ίδια στιγμή είναι στοιχείο ψυχαγωγίας με την έννοια του κεφιού και της χαράς.

Μητέρα του κρασιού είναι η άμπελος και για την ακρίβεια ο χυμός του καρπού της, ο μούστος. Απ' αυτόν το γλυκό χυμό, που περιέχει νερό, ζάχαρη άλλα και τουλάχιστον 200 ακόμα πολύτιμα συστατικά, παράγεται με τη βοήθεια της αλκοολικής ζύμωσης το κρασί που φτάνει στον τελικό καταναλωτή.

Προκειμένου λοιπόν να παραχθεί ένας διαυγής οίνος και κατόπιν να διατεθεί στο εμπόριο, είναι απαραίτητο να υποστεί κάποιες διεργασίες, οι οποίες θα τον απαλλάξουν από τα ιζήματα με αποτέλεσμα να μπορεί να ανταποκριθεί στις ανάγκες του καταναλωτή. Οι τεχνικές αυτές είναι, η διαύγαση με φυγοκέντρωση, η διαύγαση με κολάρισμα, η διαύγαση με διήθηση καθώς και η φυσική διαύγαση. Ωστόσο, είναι δυνατό η διαύγαση, να προκαλέσει και κάποια σφάλματα τα οποία μπορεί να οφείλονται είτε σε κolloειδή, είτε σε μέταλλα.

Λέξεις κλειδιά: Οίνος, διαύγαση, σφάλματα, μέθοδοι διαύγασης

ABSTRACT

The way in which each country, in each space, is laid out a table, the food it contains, the flavors it highlights, accurately outline the culture, tradition and habits of the society to which the people sitting around it belong to enjoy it. And of course indispensable and integral complement to the area of taste, wine. A product with a history that is lost in the mythology, deified by many ancient civilizations, an element of the ritual of many religions.

The role that wine plays in human life is complex. It participates in the diet of people, it acts healthy in their development when it is not abused, and at the same time it is an element of entertainment in the sense of prosperity and joy.

Mother of the wine is the vine, and precisely the fruit juice, the must. From this sweet juice, which contains water, sugar and other at least 200 other valuable ingredients, the wine that reaches the final consumer is produced by means of alcoholic fermentation.

Therefore, in order to produce a clear wine and then be marketed, it is necessary to undergo some processes which will release it from the sediment and thus be able to meet the needs of the consumer. These techniques are clarification by centrifugation, clarification by penetration, clarification by filtration as well as physical clarification. However, clarification is possible, causing some errors that may be due to either colloids or metals.

Keywords: Wine, clarification, errors, clarification methods

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ. ΟΙΝΟΣ.....σελ 6	
1.1. Ιστορική αναδρομή.....σελ 6	
1.2. Γενικά.....σελ 7	
1.3. Ποικιλίες αμπέλου.....σελ 12	
1.3.1. Ποικιλίες (ερυθρές – λευκές) που καλλιεργούνται διεθνώςσελ 13	
1.3.2. Ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα.....σελ 14	
2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ. ΔΙΑΥΓΑΣΗ ΟΙΝΩΝ.....σελ 18	
2.1. Παραγοντες που επηρεάζουν την διαύγεια.....σελ 20	
2.1.1. Πυκνότητα αιωρημάτων.....σελ 21	
2.1.2. Μεγεθος σωματιδίων.....σελ 22	
2.1.3. Θερμορασία περιβάλλοντος.....σελ 23	
2.1.4. Ηλεκτρικά φορτία.....σελ 23	
2.1.5. Φυσική δομή.....σελ 24	
2.1.6. Προστατευτικά κολλοειδή.....σελ 24	
2.1.7. Δυναμικό οξειδοαναγωγής.....σελ 25	
2.2. Αναγνώριση ή διάγνωση του θολώματος ή του ιζήματος του οίνου.....σελ 27	
2.2.1. Θολώματα ενζυματικής προέλευσης.....σελ 28	
2.2.2. Θολώματα μικροβιολογικής προέλευσης.....σελ 28	
2.2.3. Θολώματα χημικής προέλευσης.....σελ 29	
2.2.3.1. Θολώματα σιδήρου.....σελ 29	

2.2.3.2.	Θολώματα χαλκού.....σελ	31
2.2.4.	Θολώματα κολλοειδούς προέλευσης.....σελ	32
2.2.4.1.	Πρωτεϊνικό θόλωμα.....σελ	33
2.2.4.2.	Ίζημα τρυγικών αλάτων.....σελ	34
2.2.4.3.	Ίζημα χρωστικών ουσιών.....σελ	36
3.	ΚΕΦΑΛΑΙΟ. ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΥΓΑΣΗΣ.....σελ	37
3.1.	Φυσική διαύγηση.....σελ	37
3.1.1.	Θέρμανση.....σελ	39
3.1.2.	Ψύξη.....σελ	41
3.2.	Διαύγηση με κολλάρισμα.....σελ	42
3.2.1.	Μηχανισμός κολλαρίσματος.....σελ	44
3.2.1.1.	Επίδραση των κατιόντων.....σελ	45
3.2.1.2.	Επίδραση του οξυγόνου.....σελ	46
3.2.1.3.	Επίδραση της οξύτητας.....σελ	47
3.2.1.4.	Επίδραση της θερμοκρασίας.....σελ	47
3.2.1.5.	Επίδραση των προστατευτικών κολλοειδών.....σελ	48
3.2.2.	Υπερκολλάρισμα.....σελ	49
3.2.2.1.	Προσθήκη ταννίνης.....σελ	50
3.2.3.	Προϊόντα διαύγησης και επιλογή αυτών.....σελ	51
3.2.3.1.	Πρωτεϊνικές ουσίες κολλαρίσματος.....σελ	53
3.2.3.2.	Μη πρωτεϊνικές ουσίες κολλαρίσματος.....σελ	58
3.2.3.3.	Μίγματα διαυγαστικών και άλλα διαυγαστικά.....σελ	61

3.2.3.4. Προσθήκη πρωτεϊνολυτικών ή/ και πηκτινολητικών ενζύμων.....	σελ 62
3.2.4. Διαδικασία κολλαρίσματος.....	σελ 64
3.3. Διαύγαση με διήθηση (φιλτράρισμα).....	σελ 65
3.3.1. Υλικά διήθησης.....	σελ 67
3.3.2. Υποστηρίγματα για τις πρώτες ύλες διήθησης.....	σελ 72
3.3.3. Οι κυριότεροι τύποι φίλτρων.....	σελ 72
3.3.3.1. Φίλτρα γης διατόμων.....	σελ 73
3.3.3.2. Φίλτρα με πλάκες.....	σελ 73
3.3.3.3. Φίλτρα με μεμβράνες.....	σελ 74
3.3.3.4. Φίλτρα με σάκους ή φιλτρόπρεσσες.....	σελ 76
3.3.4. Επίδραση της διήθησης στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του οίνου.....	σελ 77
3.3.5. Κολλάρισμα ή διήθηση.....	σελ 77
3.4. Διαύγαση με φυγοκέντριση.....	σελ 78
4. ΚΕΦΑΛΑΙΟ. ΕΚΤΙΜΗΣΗ Η ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΥΓΕΙΑΣ.....	σελ 82
4.1. Νεφελομετρία.....	σελ 83
4.2. Ηλεκτρονική απαρίθμηση των σωματιδίων.....	σελ 83
5. ΚΕΦΑΛΑΙΟ. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΤΗΣ ΔΙΑΥΓΕΙΑΣ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΟΝΤΑΙ ΣΕ ΜΕΤΑΛΛΑ.....	σελ 83
5.1. Σφάλματα που οφείλονται στο σίδηρο.....	σελ 84
5.1.1. Μηχανισμός των θολωμάτων σιδήρου.....	σελ 85
5.1.2. Αντιμετώπιση των σιδηρικών θολωμάτων.....	σελ 85

5.2. Σφάλματα που οφείλονται στο χαλκό.....σελ	93
5.2.1. Μηχανισμός των θολωμάτων χαλκού.....σελ	95
5.2.2. Αντιμετώπιση των θολωμάτων χαλκού.....σελ	96
5.2.2.1. Επεξεργασίες που αφαιρούν τον χαλκό.....σελ	97
5.2.2.2. Επεξεργασίες που παρεμποδίζουν την καθίζηση του CuS και το σχηματισμό των θολωμάτων.....σελ	99
6. ΚΕΦΑΛΑΙΟ. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΤΗΣ ΔΙΑΥΓΕΙΑΣ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΟΝΤΑΙ ΣΕ ΚΟΛΛΟΕΙΔΗ (ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ, ΧΡΩΣΤΙΚΕΣ).....σελ	100
6.1. Σφάλματα που οφείλονται στις πρωτεΐνες.....σελ	100
6.1.1. Μηχανισμός των πρωτεϊνικών θολωμάτων.....σελ	101
6.1.2. Αντιμετώπιση των πρωτεϊνικών θολωμάτων.....σελ	103
6.2. Σφάλματα που οφείλονται στις χρωστικές.....σελ	104
6.2.1. Μηχανισμός των ιζημάτων των χρωστικών ουσιών.....σελ	105
6.2.2. Αντιμετώπιση των ιζημάτων των χρωστικών ουσιών.....σελ	106
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....σελ	107
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....σελ	108

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Ερυθρές ποικιλίες που καλλιεργούνται διεθνώς	Σελ 10
Πίνακας 2: Λευκές ποικιλίες που καλλιεργούνται διεθνώς	Σελ 10
Πίνακας 3: Ερυθρές ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα	Σελ 12
Πίνακας 4: Λευκές ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα	Σελ 13

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΕΙΚΟΝΑ 1: Διαδικασία οινοποίησης	Σελ 7
ΕΙΚΟΝΑ 2: Λευκή, ερυθρή ή μαύρη ποικιλία	Σελ 9

1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ. ΟΙΝΟΣ

1.1 Ιστορική αναδρομή

Η ιστορία της αμπέλου και του οίνου χάνεται στα βάθη των αιώνων. Ιστορικά δεδομένα αναφέρουν ότι η άμπελος είναι, ίσως από τα παλαιότερα φυτά τα οποία παρουσιάστηκαν στη γη. Σύμφωνα με ορισμένους συγγραφείς, η ηλικία της υπολογίζεται ότι ανέρχεται σε 140 εκατομμύρια χρόνια. Με το πέρασμα των χρόνων, το αμπέλι διαδίδεται σε πολλά μέρη της γης, όπως Αίγυπτο (περίπου 3.000 π.Χ), Ιταλία (1.000 π.Χ), περιοχή Ρήνου (200 π.Χ). Στην Ελλάδα εκτιμάται ότι η άμπελος καλλιεργήθηκε γύρω στα 2.400 π.Χ, και μεταγενέστερα (Σουφλερός, 2015).

Αντίθετα με την παρουσία της αμπέλου πάνω στη γη, η χρησιμοποίηση των σταφυλιών προκειμένου να παραχθεί οίνος, ήρθε αργότερα. Παρατηρήθηκε ότι πριν από 10.000 χρόνια περίπου έγινε μια παρέμβαση του ανθρώπου, όπου πήρε γλεύκος από πίεση σταφυλιών, χωρίς να ξέρει όμως την τύχη του (Σουφλερός, 2015). Επομένως είναι βέβαιο, ότι 3.000 χρόνια προ Χριστού η παραγωγή του οίνου ήταν γνωστή. Διάφορες περιστάσεις καθώς και κείμενα το πιστοποιούν με βεβαιότητα.

Η καταγωγή της αμπέλου δεν είναι ξεκάθαρη. Είναι αρκετές οι χώρες οι οποίες συμπεριφέρονται σαν να είναι οι πρώτοι καλλιεργητές της. Το πιο πιθανό όμως είναι ότι η αμπελουργία αναπτύχθηκε παράλληλα σε διάφορες χώρες και συγκεκριμένα σε χώρες της Ανατολής (Σουφλερός, 2015).

Η καλλιέργεια της αμπέλου στην Ελλάδα, δεν είναι ξεκάθαρο από που ξεκίνησε. Ορισμένοι αναφέρουν ότι οφείλει την προέλευσή της στην Κρήτη, από την οποία διαδόθηκε στα νησιά Νάξο, Χίο και αργότερα σε ολόκληρη τη χώρα (Σουφλερός, 2015). Άλλοι θεωρούν ότι η άμπελος ξεκίνησε από την Αιτωλία και άλλοι από την Θράκη, απ' όπου οι Έλληνες προμηθεύονταν τον οίνο κατά την πολιορκία της Τροίας (Σουφλερός, 2015). Στη θράκη παραγόταν, επίσης, ο επονομαζόμενος οίνος Ισμαρος, με τον οποίο ο Οδυσσέας μέθυσε τον Πολύφημο και ο Βύβλιος για τον οποίο κάνει αναφορά ο Ησίοδος.

Αναμφισβήτητα, η Ελλάδα ανήκει στην παραδοσιακή αμπελουργική ζώνη, μιας και από την εποχή του χαλκού όπως μαρτυρούν ιστορικές πηγές, το κρασί κατείχε εξέχουσα θέση στη ζωή του λαού της χώρας αυτής. Γενικότερα, ο Ελληνικός λαός, έδωσε μεγάλη σημασία τόσο στην καλλιέργεια της αμπέλου, όσο και την παραγωγή του οίνου. Προς τιμήν του πραγματοποιούνταν αρκετές γιορτές, όπως τα Ανθεστήρια, τα Διονύσια, τα Λήναια και πολλές πόλεις και τοπωνύμια έφεραν τα ονόματα συναφή με αυτόν. Το ίδιο αναφέρεται επίσης, τόσο από τις θρησκευτικές, όσο και τις λαϊκές παραδόσεις (Σουφλερός, 2015).

Όσον αφορά τις χώρες οι οποίες έχουν την κυριότητα στον οινοαμπελοοινικό τομέα – όπως η Γαλλία και η Ιταλία – η αμπελοκαλλιέργεια διαδόθηκε από την Ελλάδα μέσω της Μασσαλίας και Σικελίας αντίστοιχα.

1.2 Γενικά

Σύμφωνα με την οινική νομοθεσία, Ελληνική και ξένη, οίνος ορίζεται το ποτό, το οποίο προέρχεται αποκλειστικά από την ολική ή μερική ζύμωση νωπών σταφυλιών ή γλεύκους που προέρχεται από νωπά σταφύλια (Σουφλερός, 2015). Επομένως, όλα αρχίζουν από το σταφύλι και ακόμη πιο πίσω, από το αμπέλι (Τσακίρης, 2016).

Από γενική φυσικοχημική άποψη, ο οίνος είναι ένα υδροαλκοολικό διάλυμα το οποίο περιέχει οργανικά οξέα, ένα μέρος των οποίων βρίσκεται υπό μορφή αλάτων.

Αλκοολική ζύμωση είναι η μετατροπή σακχάρων από τα ένζυμα των ζυμών, κατά κύριο λόγο προς αλκοόλη. Ζύμες (ζυμομύκητες, σακχαρομύκητες) είναι μονοκύτταροι οργανισμοί με πολύ μικρές διαστάσεις. Η κυριότερη ζύμη του οίνου είναι η *Saccharomyces cerevisiae*. Οι ζύμες, όπως και τα βακτήρια καθώς και άλλοι μικροοργανισμοί, βρίσκονται στον αμπελώνα, στο έδαφος και στα κλήματα και φυσικά στον χώρο όπου έχει πραγματοποιηθεί ή γίνεται η οινοποίηση. Συγκεκριμένα στο σταφύλι, μεταφέρονται από τον αέρα και τα έντομα (Τσακίρης, 2016). Οι μύκητες αυτοί, όταν βρεθούν στο γλεύκος, πολλαπλασιάζονται με

εξαιρετικά μεγάλη ταχύτητα και ταυτόχρονα διασπούν τα σάκχαρα του γλεύκους, εκλύοντας διοξείδιο του άνθρακα. Στην πραγματικότητα, η αλκοολική ζύμωση είναι ένα φαινόμενο εξαιρετικά σύνθετο, διότι δημιουργούνται ταυτόχρονα και πολλές άλλες ενώσεις οι οποίες εμπλουτίζουν τον οίνο με αρωματικά και γευστικά συστατικά (Τσακίρης, 2016).

Το σταφύλι, ως πρώτη ύλη στην παραγωγή του οίνου, ασκεί σπουδαία επίδραση στον οίνο και την ποιότητα αυτού. Το μέγεθος της επίδρασης αυτής εξαρτάται τόσο από την φύση το σταφυλιού, όσο και από τον τρόπο με τον οποίο το ματαχειρίζεται ο άνθρωπος κατά την οινοποίηση (Σουφλερός, 2015). Το σταφύλι λοιπόν, αποτελείται από το βόστρυχα, που πάνω του βρίσκονται στερεωμένες οι ράγες. Η ράγα απαρτίζεται από τη φλούδα, τη σάρκα και τα γίγαρτα (ή κουκούτσια). Ο ρόλος της φλούδας στην οινοποίηση είναι πολύ σημαντικός. Από τον τρόπο με τον οποίο θα γίνει η διαχείρησή της, εξαρτάται κατά ένα μεγάλο μέρος το είδος του κρασιού το οποίο θα παραχθεί. Αυτό οφείλεται στο ότι οι ανθοκυάνες (χρωστικές των κόκκινων σταφυλιών) και οι ταννίνες (υπεύθυνες για την στυφή αίσθηση), σχηματίζονται κατά κύριο λόγο στη φλούδα της ράγας. Τα σταφύλια τα οποία προορίζονται για οινοποίηση έχουν συνήθως σκληρή φλούδα και χυμώδη σάρκα, σε αντίθεση με τα επιτραπέζια, τα οποία έχουν φλούδα λεπτή και σάρκα τραγανή. Οι αρωματικές ενώσεις υπάρχουν κατά κύριο λόγο στη φλούδα. Η σάρκα αποτελείται σχεδόν αποκλειστικά από γλεύκος - μούστο (χυμό).

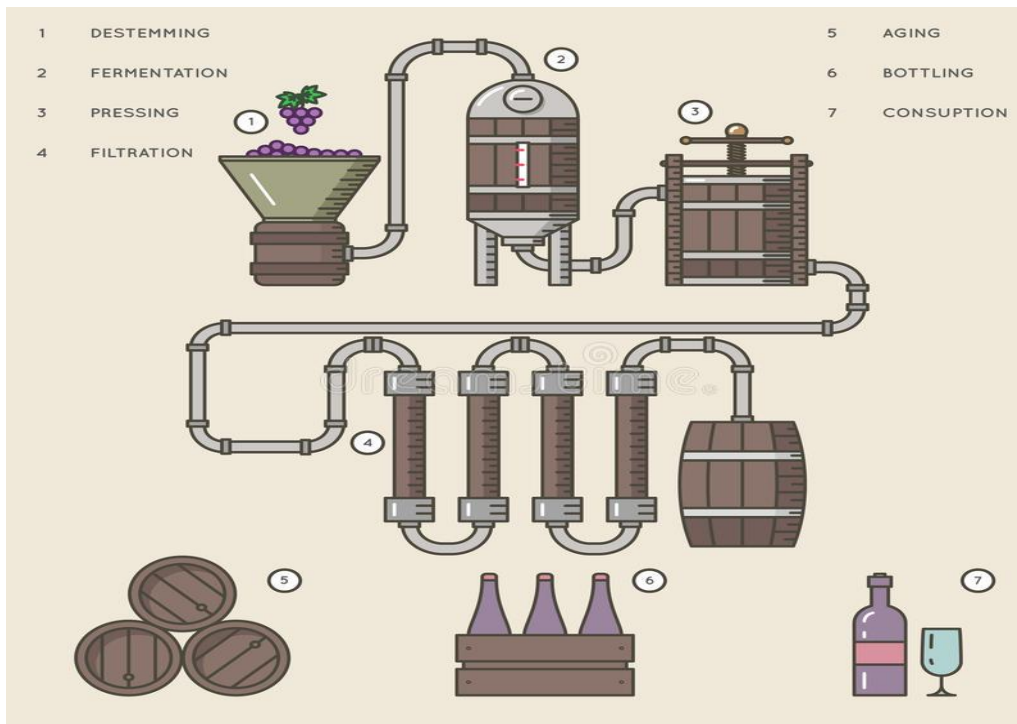
Τα κύρια σάκχαρα του σταφυλιού (γλυκόζη και φρουκτόζη) στην ωρίμανση, μπορούν να φτάσουν γύρω στα 200 g ανά κιλό σταφυλιών. Η περιεκτικότητα σε σάκχαρα διαφέρει ανάλογα με την ποιότητα και το βαθμό ωριμότητας. Το κυριότερο οξύ του σταφυλιού είναι το τρυγικό οξύ. Τα οξέα παίζουν, για τον οίνο, τον ίδιο σημαντικό ρόλο με την ποσότητα των σακχάρων. Αυτό συμβαίνει διότι συμμετέχουν στη γευστική ισορροπία του κρασιού.

Η διαδικασία της οινοποίησης περιλαμβάνει αρχικά τον τρύγο (συγκομιδή), ακολουθεί η γλευκοποίηση, η διαδικασία δηλαδή κατά την οποία εξάγεται το γλεύκος (ή συνηθέστερα ο μούστος) από τα στέρεα συστατικά (φλούδα, γίγαρτα κ.λπ.) και διαφέρει ανάλογα με το αν ο οίνος που θα παραχθεί θα είναι λευκός ή

ερυθρός (Βέκιος κ.α, 2001). Για να γίνει η έκθλιψη του γλεύκους χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι, συνήθως με χρήση ειδικών μηχανημάτων, τα οποία λειτουργούν συνθλίβοντας το σταφύλι ανάμεσα σε περιστρεφόμενους κυλίνδρους. Κατά τη διαδικασία της γλευκοποίησης, επιβάλλεται η αφαίρεση των βοστρύχων (αποβοστρύχωση) του σταφυλιού, διότι είναι επιζήμια τόσο για την γεύση του τελικού κρασιού, όσο και για τη υγεία του καταναλωτή.

Οι βόστρυχοι οδηγούνται με την βοήθεια, του απορροφητήρα, σε ειδικό μέρος και από εκεί απομακρύνονται με αυτοκίνητα. Στη συνέχεια πραγματοποιείται μηχανικά η απομάκρυνση των στεμφύλων (Σουφλερός, 2015). Ο σταφυλοπολτός συγκεντρώνεται σε σκάφη και με τη βοήθεια της αντλίας σταφυλοπολτού, οδηγούνται στα προπιεστήρια και τα πιεστήρια. Από τα πιεστήρια, το γλεύκος ανάλογα με την ποιότητα που προκύπτει κατά την πίεση του πολτού, οδηγείται σε δεξαμενές στις οποίες γίνεται αρχικά η απολάσπωση, και στη συνέχεια η σταθεροποίηση της θερμοκρασίας.

Από το σημείο αυτό, το προϊόν είναι έτοιμο να εισαχθεί στην διαδικασία της οινοποίησης (Βέκιος κ.α, 2001). Κατά τη διαδικασία αυτή, μετά την απολάσπωση και την σταθεροποίηση του, το γλεύκος καταλήγει στις δεξαμενές όπου λαμβάνει χώρα η αλκοολική ζύμωση και η περεταίρω επεξεργασία του. Ακολουθεί το φιλτράρισμα του οίνου που προέκυψε με γη διατόμων και τέλος η αποθήκευσή του σε άλλες οινοδεξαμενές. Για την εμφιάλωση, ο οίνος ψύχεται στους -5°C , κατόπιν αποθηκεύεται σε μεμονωμένες δεξαμενές όπου παραμένει για διάστημα 8-10 ημερών προκειμένου να γίνει η σταθεροποίησή του. Μετά το πέρας αυτού του διαστήματος γίνεται άντληση του οίνου και αφού περάσει από το φίλτρο γης διατόμων, αποθηκεύεται σε δεξαμενές, αναμένοντας την εμφιάλωσή του (Βέκιος κ.α, 2001).



ΕΙΚΟΝΑ 1: Διαδικασία οινοποίησης

Πηγή: <https://gr.dreamstime.com>

Οι οίνοι διακρίνονται γενικά σε λευκούς, ερυθρούς και ροζέ. Αν και θεωρείται ότι το χρώμα του σταφυλιού καθορίζει και το χρώμα του κρασιού, ωστόσο είναι λανθασμένη αυτή η άποψη και ουσιαστικά δεν ισχύει. Στην πραγματικότητα οι χρωστικές ουσίες του σταφυλιού περιέχονται στα στερεά μέρη του (στέμφυλα), και επομένως το χρώμα του σταφυλιού παρέχει το χρώμα του οίνου, μόνο στην περίπτωση που και τα στερεά του μέρη συμμετέχουν στην διαδικασία της ζύμωσης. Το γλέυκος τόσο των ερυθρών όσο και των ανοιχτόχρωμων ποικιλιών διαθέτει το ίδιο ανοιχτό χρώμα (Βέκιος κ.α, 2001). Επομένως ερυθρός οίνος παράγεται από ποικιλίες κόκκινων (ή μαύρων) σταφυλιών, με την προϋπόθεση ότι τα στερεά τους μέρη συμμετέχουν στη ζύμωση, ενώ λευκά κρασιά μπορούν να παραχθούν από οποιαδήποτε ποικιλία, εφόσον τα στερεά μέρη των σταφυλιών διαχωριστούν στη διαδικασία της ζύμωσης (Σουφλερός, 2015). Τα ροζέ κρασιά, ακολουθούν την ίδια διαδικασία παραγωγής η οποία πραγματοποιείται και στα κόκκινα, με τη διαφορά ότι τα στερεά μέρη των

σταφυλιών, παραμένουν στη ζύμωση για ένα πολύ σύντομο χρονικό διάστημα, συνήθως μικρότερο από μία ημέρα.

Επίσης, οι οίνοι κατηγοριοποιούνται ακόμα με το έτος της συγκομιδής σταφυλιών (τρύγος). Συνηθέστερα παράγονται από σταφύλια της συγκομιδής ενός έτους και χρονολογούνται με βάση το έτος αυτό.

Επιπλέον, υπάρχει και μια ειδική κατηγορία κρασιών όπως είναι ο αφρώδης οίνος, ο οποίος περιέχει και το διοξείδιο του άνθρακα ("ανθρακικό") το οποίο παράγεται κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Το διοξείδιο αυτό δεν εισάγεται επιπλέον στο μπουκάλι εμφιάλωσης, όπως πραγματοποιείται στα αναψυκτικά, καθώς αυτή η μέθοδος απαγορεύεται (Τσακίρης, 2016). Προκειμένου να εγκλωβιστεί το διοξείδιο στη φιάλη χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι, οι οποίες λαμβάνουν χώρα είτε μέσω της εμφιάλωσης του κρασιού πριν ολοκληρωθεί η ζύμωση, είτε μέσω της ολοκλήρωσης της ζύμωσης σε αεροστεγείς δεξαμενές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αφρώδους οίνου αποτελεί η γαλλική Σαμπάνια.

Μια άλλη ταξινόμηση η οποία πραγματοποιείται στα κρασιά είναι σε ξηρά, γλυκά ή ημίγλυκα. Η γλυκύτητα των οίνων μπορεί να μετρηθεί κατά τη διαδικασία της συγκομιδής αν και στην πράξη καθορίζεται από το ποσοστό της ζάχαρης το οποίο παραμένει στο κρασί μετά από τη ζύμωση (Σουφλερός, 2015). Έπομένως, το ξηρό κρασί δεν περιέχει υπόλοιπο ζάχαρης.

Το κλίμα της Ελλάδας είναι ήπιο με μεγάλη ηλιοφάνεια, το οποίο ευνοεί την φυσιολογική ωρίμανση των σταφυλιών. Στην Ελλάδα το 5% των καλλιεργούμενων εκτάσεων είναι αμπελώνες. Συνολικά καλλιεργούνται 180.000 εκτάρια, από τα οποία 100.000 με ποικιλίες για παραγωγή κρασιού, 20.000 με ποικιλίες επιτραπέζιες και 60.000 για παραγωγή σταφίδας (Βέκιος κ.α, 2001). Παράγονται περίπου 4.500.000 hl κρασιού από τα οποία το 60% είναι λευκό, το 35% ερυθρό και το 5% ροζέ.

1.3 Ποικιλίες αμπέλου

Στη διαμόρφωση ενός οίνου, συμμετέχουν, ως γνωστόν, η ποικιλία, το έδαφος, το κλίμα της περιοχής, η καλλιεργητική τεχνική καθώς και η τεχνική οινοποίησης. Παρ' όλη τη συνεχή βελτίωση του μηχανολογικού εξοπλισμού και τη καλύτερη γνώση των μυστικών της οινολογικής επιστήμης, δεν έχει ξεπεραστεί η επίδραση των τριών πρώτων παραγόντων. Υπάρχουν ποικιλίες που οι δυνατότητές τους είναι περιορισμένες και από τις οποίες παράγονται απλά, κοινά κρασιά (Βέκιος κ.α, 2001).

Μια ποικιλία έχει ως χαρακτηριστικά την παραγωγικότητα (βάρος σταφυλιών ανά κλήμα ή ανά στρέμμα) τη γονιμότητα, τη ζωηρότητα η οποία υπολογίζεται από το βάρος των κληματίδων που προκύπτουν μετά το κλάδεμα, την ευρωστία που είναι το σύνολο βλάστησης και παραγωγής και, τέλος την ανθεκτικότητα στις ασθένειες και την ξηρασία (Τσακίρης, 2016). Η παραγωγικότητα επηρεάζεται από την ανθρώπινη επέμβαση, ενώ η γονιμότητα και η ζωηρότητα είναι θέμα της ποικιλίας και των εδαφοκλιματικών συνθηκών του τόπου.



EIKONA 2: Λευκή, ερυθρή ή μαύρη ποικιλία

Πηγή: www.google.gr/search?q=kokkina-vs-maura-stafulia-poia-einai-ta-pio-ofelima

1.3.1 Ποικιλίες (ερυθρές, λευκές) που καλλιεργούνται διεθνώς

Οι ερυθρές ποικιλίες που καλλιεργούνται σε διεθνή κλίμακα απεικονίζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 1. Ερυθρές ποικιλίες που καλλιεργούνται διεθνώς

<u>Ερυθρή ποικιλία</u>	<u>Χώρες που καλλιεργείται</u>
Barolo	Ιταλία
Beaujolais	Γαλλία
Cabernet Sauvignon	Γαλλία, Καλιφόρνια, Αυστραλία, Μολδαβία, Ελλάδα
Carmenere	Χιλή
Merlot	Γαλλία, Καλιφόρνια, Χιλή, Ελλάδα, Ουάσινγκτον
PinotNoir	Γαλλία- Καλιφόρνια, Όρεγκον
Rioja	Ισπανία
Valpolicella	Ιταλία
Zinfandel	Καλιφόρνια
Nebbiolo	Ιταλία
Petit Verdot	Γαλλία
Refosco	Ιταλία
Sangiovese	Ιταλία
Syrah	Γαλλία
Tannat	Γαλλία, ουρουγουάη
Tempranillo	Ισπανία
Touriga Nacional	Πορτογαλία

Πηγή: Βέκιος κ.α, 2001

Πίνακας 2: Λευκές ποικιλίες που καλλιεργούνται διεθνώς

<u>Λευκή ποικιλία</u>	<u>Χώρες που καλλιεργείται</u>
Chardonnay	Γαλλία, Καλιφόρνια, Αυστραλία, Ελλάδα
Chablis	Γαλλία
Frascati	Ιταλία
Gewurztraminer	Γαλλία (Αλσατία), Γερμανία, Σλοβακία
Liebfraumilch	Γερμανία
Pinot Gris / Pinot Grigio	Γαλλία, Ιταλία, Όρεγκον

Pouilly-Fuissé	Γαλλία
Riesling	Γαλλία (Αλσατία), Γερμανία
Sauvignon Blanc	Γαλλία, Καλιφόρνια, Νέα Ζηλανδία, Ελλάδα
Soave	Ιταλία
Roussanne	Γαλλία, Ελλάδα

Πηγή: Βέκιος κ.α, 2001

1.3.2 Ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα

Η παραγωγή κρασιών στην Ελλάδα συνεχίζεται χωρίς διακοπή από την αρχαιότητα, στα χρόνια της Βυζαντινής Αυτοκρατορίας, κατά τη διάρκεια της Τουρκοκρατίας και μέχρι σήμερα, διαιωνίζοντας την παράδοση. Η παράδοση στο πέρασμα των αιώνων ακολούθησε και προσαρμόστηκε στις κατά καιρούς απαιτήσεις και τους νεωτερισμούς της οινοποίησης, όπως για παράδειγμα το πέρασμα από το πιθάρι στο βαρέλι (Βέκιος κ.α, 2001).

Η αμπελοκαλλιέργεια, και κατ' επέκταση και η παραγωγή οίνων στην Ελλάδα διαμορφώθηκε κάτω από συνθήκες, οι οποίες έχουν άμεση σχέση με την Ιστορία του γένους και τις εθνικές εξεγέρσεις, με σκοπό την κατάκτηση της ελευθερίας. Η σχεδόν για πέντε αιώνες υποδούλωση της Ελλάδας στους Τούρκους, της στέρησε τη δυνατότητα να εξελιχθεί στον τομέα της οινοποιίας και να παρακολουθήσει την πρόοδο των υπόλοιπων Ευρωπαϊκών χωρών (Βέκιος κ.α, 2001). Η αποχώρηση των κατακτητών σταδιακά μετά την επανάσταση του 1821, επέτρεψε την εκ νέου διάδοση της αμπελοκαλλιέργειας η οποία για πολλά χρόνια κινήθηκε με γνώμονα την κάλυψη των εσωτερικών αναγκών και την πώληση κρασιών χύμα στο εξωτερικό.

Η ιστορία της σύγχρονης Ελληνικής οινοπαραγωγής αρχίζει στη δεκαετία του 1970, με τη θεσμοθέτηση των ποικιλιών και των ζωνών παραγωγής κρασιών, με ένδειξη Ονομασίας Προέλευσης, συνεχίζοντας τη δεκαετία του 1990 με την εφαρμογή κατάλληλων τεχνολογικών επεξεργασιών, προκειμένου οι χαρακτήρες του σταφυλιού από ορισμένα οικοσυστήματα, όπως ορίζεται ο συνδυασμός

ποικιλίας – εδάφους – κλίματος, να φτάνουν στο ποτήρι του καταναλωτή (Βεκίος κ.α, 2001).

Σήμερα, στην Ελλάδα, κι ενώ το διεθνές περιβάλλον κινδυνεύει να γίνει οινολογικά μονότονο, μέσα από την επικράτηση ελάχιστων εκλεκτών ποικιλιών αμπέλου, υπάρχουν και καλλιεργούνται ελληνικές ποικιλίες. Ο ελληνικός αμπελώνας αποτελείται κυρίως από γηγενείς ποικιλίες, οι οποίες σε ορισμένες – κυρίως στα δυτικά και νότια σημεία της Ελλάδας – εξακολουθούν να είναι αυτόριζες, ενώ στις υπόλοιπες περιοχές έχουν εμβολιαστεί σε αντιφυλλοξηρικά υποκείμενα. Η Βηλάνα στην Κρήτη, το Αθήρι και η Μανδηλαριά στο Αιγαίο, το Ασύρτικο στη Σαντορίνη, το Ξινόμαυρο στη Νάουσα, στο Αμύνταιο και στη Γουμένισσα, το Αγιωργήτικο στη Νεμέα, το Μοσχοφίλερο στη Μαντινεία, το Μοσχάτο λευκό στη Σάμο, η Ρομπόλα στην Κεφαλονιά, η Μαυροδάφνη στην Πάτρα, η Ντεμπίνα στην Πάρο καθώς και ο Ροδίτης σε όλο σχεδόν τον Ελλαδικό χώρο, αποτελούν μερικές χαρακτηριστικές πινελιές στον πίνακα των Ελληνικών κρασιών.

Στην Ελλάδα, κύριες αμπελοοινικές περιοχές είναι η Πελοπόννησος, η Κρήτη, η Στερεά Ελλάδα και Εύβοια, η Μακεδονία και η Θράκη. Σημαντικές αμπελουργικές εκτάσεις υπάρχουν επίσης στα νησιά του Αιγαίου και του Ιονίου, στα Δωδεκάνησα και στη Θεσσαλία. Παρακάτω ακολουθεί πίνακας με τις ποικιλίες σταφυλιών, οι οποίες καλλιεργούνται στην Ελλάδα.

Πίνακας 3: Ερυθρές ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα

Αγιαννιώτικο	Θράψα	Μαυροδάφνη	Πατρινό
Αγιωργίτικο	Κολλινιατικό	Μαυροτράγανο	Πετροκόριθο
Αηδάνι μαύρο	Κολινδρινό	Μαύρο	Πρεκνιάρικο
Αυγουσιάτης	Κοτσιφάλι	Μεσενικόλα	Ρωμείο
Βερτζαμί	Κρασάτο	Μοσχάτο Αμβούργου	Σμυρνείο

Βλάχικο	Λαδικινό	Μοσχοφίλερο	Σταυροχιώτικο
Βοϊδόματο	Λιάτικο	Μούχταρο	Σιδερίτης
Γαλανό	Λημνιό	Μπεκάρι	Συκιώτης
Δημινίτης	Μαντηλαριά	Νεγκόσκα	Φειδιά
Ζαλοβίτικο	Μαυράθηρο	Ξινόμαυρο*Σταυρωτό	Φωκιανό
Θειακό	Μαυράκι	Παμίτι	Χαραμπραΐμι

Πηγή: Βέκιος κ.α, 2001

Πίνακας 4: Λευκές ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα

Αγούμαστος	Κυδωνίτσα
Αθήρι	Μαλαγουζιά
Αηδάνι	Μαλουκάτο
Αρακλινό	Μονεμβασιά
Ασπρούδα	Μοσχάτο Αλεξανδρείας
Ασπροχιώτικο	Μοσχάτο Λευκό
Ασύρτικο	Μοσχάτο Σάμου
Αυγουλάτο	Malvasia Aromatica
Βαρδέα	Μπατίκι
Βηλάνα	Ντεμπίνα
Βιδιανό	Παύλος
Βολίτσα	Πετρουλιανός
Γαΐδουριά	Πλυτό
Γουστολίδι	Ροδίτης

Δαφνιώτικο	Ροκανιάρης
Ζουμιάτικο	Ρομπόλα
Κακοτρύγης	Σαββατιανό
Κατσανό	Τινακτορώγος
Κοντοκλάδι	Τσαούσι

Πηγή: Βέκιος κ.α, 2001

2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ. ΔΙΑΥΓΑΣΗ ΟΙΝΩΝ

Το κρασί μπορεί να θολώσει τόσο από μικροβιακές αιτίες όσο και από φυσικοχημικά φαινόμενα. Περιέχει σωματίδια σε διάλυση καθώς και σωματίδια σε κolloειδή κατάσταση, τα οποία είναι αόρατα με γυμνό μάτι. Αυτά είναι δυνατό να ενωθούν μεταξύ τους, να γίνουν ορατά και άρα να θολώσουν το κρασί. Η αύξηση των διαστάσεων των σωματιδίων, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του θολώματος (Doulia D., *et al.*, 2017). Αν η αύξηση αυτή συνεχιστεί, οι διαστάσεις γίνονται τόσο μεγάλες που τα συστατικά αποκτούν μεγάλο βάρος και έτσι καταβυθίζονται. Με αυτό τον τρόπο σχηματίζεται ίζημα (κατακάθι). Σε ένα οίνο μπορούν να δημιουργηθούν ιζήματα από διάφορα συστατικά, όπως πρωτεΐνες, τρυγικά άλατα. Συχνή είναι επίσης η εμφάνιση θολωμάτων τα οποία οφείλονται σε αναζυμώσεις, δηλαδή εκ νέου παραγωγή ζυμών μέσα στο κρασί (Τσακίρης, 2016). Για να συμβεί αυτό, θα πρέπει να έχουν παραμείνει στο κρασί σάκχαρα του σταφυλιού τα οποία δε ζυμώθηκαν κατά τη διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης. Η καθαριότητα και η σωστή χρήση του θειώδη ανυδρίτη επιτρέπει την προφυλαξη από θολώματα μικροβιακής προέλευσης (Τσακίρης, 2016).

Ουσιαστικά, η διαύγαση είναι ένα βασικό βήμα στην οινοποίηση. Γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται μια ποικιλία από παράγοντες διαύγασης καθώς και άλλοι τρόποι, προκειμένου να απομακρύνουν ή να μειώσουν τη συγκέντρωση ενός ή περισσοτέρων ανεπιθύμητων συστατικών, και να ενισχύσουν τη διαύγεια, το χρώμα, το άρωμα, τη γεύση ή / και τη σταθερότητα (Doulia D., *et al.*, 2017).

Η στιγμή της εμφιάλωσης είναι για τον οίνο μια διαδικασία η οποία δεν επιδέχεται διόρθωση, δεδομένης της καταστροφής και των προβλημάτων τα οποία προκύπτουν από μια πιθανή απεμφιάλωση και επανακατεργασία του κρασιού. Ο καταναλωτής απαιτεί τέλεια διαύγεια του οίνου, τόσο μέσα στο μπουκάλι, όσο και στο ποτήρι (Τσακίρης, 1994). Στοιχείο ποιότητας αποτελεί και η οπτική παρουσία της διαύγειάς του. Δε φτάνει μόνο το κρασί να είναι καλό από άποψη οσμής και γεύσης. Κάθε θόλωμα, κάθε ίζημα τρυγικών αλάτων ή χρωστικών καθώς και κάθε παράξενη εμφάνιση του οίνου μετατρέπει τον καταναλωτή σε αυστηρό κριτή της ποιότητας του. Οι οπτικές εντυπώσεις είναι οι πρώτες οι οποίες σχηματίζει ο καταναλωτής ή ο δοκιμαστής του οίνου με αποτέλεσμα να επηρεάζεται σημαντικά,

προκαταλαμβάνεται (Doulia D., *et al.*, 2017). Για το σκοπό αυτό είναι αναγκαίο να λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα τα οποία απαιτούνται, προκειμένου το κρασί να απαλλάσσεται από τα υπάρχοντα θολώματα ή ιζήματα πριν την εμφιάλωση, όσο και από τις αιτίες που πιθανό να τα δημιουργήσουν στο μέλλον (Τσακίρης, 1994). Επίσης, η φυσική κατακάθιση και μετάγγιση είναι η αυθόρμητη πτώση των πιο βαριών συστατικών, τα οποία κατακάθονται στον πυθμένα του βαρελιού. Μπορούν να απομακρυνθούν με μετάγγιση. Φυσιολογικά, ένα κρασί διαυγάζει από μόνο του χωρίς καμία επέμβαση (Τσακίρης, 2016).

Σε ένα κρασί διακρίνεται η διαύγεια και η σταθεροποίηση, η οποία είναι η διατήρηση της διαύγειας. Βασικό στοιχείο είναι ότι η διαύγεια πρέπει να αποτελεί μόνιμο ποιοτικό χαρακτηριστικό των οίνων, οποιεσδήποτε και αν είναι οι συνθήκες θερμοκρασίας, αερισμού ή φωτισμού κάτω από τις οποίες διατηρούνται (Doulia D., *et al.*, 2017). Υπάρχουν περιπτώσεις, όπως εκείνες των κρασιών τα οποία παραμένουν εμφιαλωμένα για μεγάλο χρονικό διάστημα, στα οποία είναι αδύνατο να αποφευχθεί η εναπόθεση χρωστικών ουσιών στον πυθμένα της φιάλης. Βέβαια στις περιπτώσεις αυτές το ίζημα θα είναι το κατά δυνατό μικρότερο, εάν το κρασί έχει υποστεί τις κατάλληλες επεξεργασίες. Η αποτελεσματική πρόληψη και θεραπεία των ατελειών της διαύγειας, επιτυγχάνεται μόνο με την καλή γνώση και μελέτη των μηχανισμών που τα προκαλούν.

Η μεθοδολογία που ακολουθείται προκειμένου να αντιμετωπιστούν, τα θολώματα ή τυχόν ιζήματα, περιλαμβάνει την αναγνώριση και το χαρακτηρισμό των ατελειών της διαύγειας τα οποία υπάρχουν ήδη στα κρασιά και την προσπάθεια ανίχνευσης των μελλοντικών ατελειών της διαύγειας, που θα προκαλέσουν οι διάφορες συνθήκες διατήρησης ή παλαίωσης του (Τσακίρης, 1994). Τέλος, την εφαρμογή κατάλληλων επεξεργασιών, οι οποίες έχουν σκοπό τη διατήρηση της διαύγειας των οίνων και μετά την εμφιάλωση. Για να ελεγχθεί η σταθερότητα των διαυγών κρασιών και κατ' επέκταση να γίνει διάγνωση των θολωμάτων που τυχόν θα προκύψουν πριν την εμφιάλωση, με σκοπό την πρόληψη των ατυχημάτων στα εμφιαλωμένα κρασιά, είναι απαραίτητο να λαμβάνονται κάποιες προφυλάξεις (Τσακίρης, 1994). Οι προφυλάξεις αυτές

συνίσταται στο να γίνουν διάφορες δοκιμές συμπεριφοράς του οίνου, τοποθετώντας το σε ακραίες συνθήκες διατήρησης, προκειμένου να εμφανιστούν τυχόν ατέλειες στη διαύγεια του κρασιού.

Στις περιπτώσεις που δεν εμφανιστούν θολώματα, η εμφιάλωση των οίνων μπορεί να γίνει κανονικά. Αντιθέτως, όταν κατά τη διάρκεια των δοκιμών συμπεριφοράς του οίνου λάβουν χώρα ορισμένες ατέλειες της διαύγειάς του, τότε πριν από τη διαδικασία της εμφιάλωσης το κρασί πρέπει να υποβληθεί σε κάποιες κατεργασίες, ανάλογα με το είδος του θολώματος (Doulia D., *et al.*, 2017). Οι κατεργασίες αυτές γίνονται προκειμένου να αποτραπεί κάθε αλλοίωση της διαύγειας του εμφιαλωμένου κρασιού. Είναι σημαντικό μετά τις κατάλληλες επεξεργασίες να επαναλαμβάνονται οι δοκιμές ανίχνευσης θολωμάτων, έτσι ώστε να εκτιμηθεί η αποτελεσματικότητά τους. Κάθε δοκιμή είναι απαραίτητο να εφαρμόζεται σε διαυγές οίνο. Εάν το κρασί είναι θολό, τότε υποβάλλεται σε διήθηση χρησιμοποιώντας πλάκες κυτταρίνης και όχι αμιάντου ή γης διατόμων, διότι αυτές οι ουσίες δεσμεύουν τις πρωτεΐνες με συνέπεια τα αποτελέσματα της δοκιμής, να μην είναι ενδεικτικά ως προς τις πρωτεΐνες. Για να γίνει η αναγνώριση του θολώματος ή του ιζήματος πραγματοποιούνται διάφορες δοκιμές χαρακτηριστικές για το καθένα από αυτά (Τσακίρης, 1994).

Ουσιαστικά η διαύγηση αποτελεί μία από τις λιγότερο δαπανηρές κατεργασίες στην παραγωγή κρασιού, αλλά έχει σημαντικό αντίκτυπο στην ποιότητα του. Στόχος της είναι να μαλακώσει ή να μειώσει τη στυπτικότητα και / ή την πικρία του κρασιού, να σταθεροποιήσει και να μειώσει το χρώμα, με την προσρόφηση και την καθίζηση των πολυμερών φαινολικών ενώσεων και των ταννινών (Uberti *et al.*, 2014).

2.1. Παράγοντες που επηρεάζουν την διαύγεια

Το γλεύκος περιέχει ένα μεγάλο αριθμό από αιωρούμενα σωματίδια, από τα οποία πολλά καθιζάνουν κατά την διάρκεια της ζύμωσης, ενώ πολλά άλλα

παραμένουν σε αιώρηση και μετά το πέρας της ζύμωσης. Μερικά από αυτά τα σωματίδια είναι τα στερεά τμήματα του σταφυλιού, οι ζύμες, τα βακτήρια, οι κρύσταλλοι τρυγίων, τα διάφορα κολλοειδή κ.α (Σουφλερός, 2015).

Η παρουσία των περισσότερων απ'αυτά αιωρημάτων γίνεται αισθητή μόνο υπό μορφή θολώματος, διότι είναι πολλά σε αριθμό και αρκετά μικρά, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η διάκριση τους ένα προς ένα και να αποτελούν όλα μαζί το θόλωμα (Doulia D., *et al.*, 2017). Μερικές φορές, τα σωματίδια αυτά είναι τόσο μικροσκοπικά, που η παρουσία τους δεν αντιλαμβάνεται, παρά μόνο στην περίπτωση που ο οίνος φωτιστεί ισχυρά από τα πλάγια, οπότε προκαλείται σκεδασμός του φωτός (φαινόμενο Tyndal).

Τα προαναφερθέντα αιωρήματα, επειδή είναι πρακτικά αδύνατο να έχουν την ίδια πυκνότητα με τον οίνο, θα είναι ή ελαφρύτερα ή βαρύτερα από εκείνον (Σουφλερός, 2015). Εκτός από πολύ λίγα, τα υπόλοιπα σωματίδια είναι πιο βαριά από τον οίνο, με αποτέλεσμα να καθιζάνουν αργά ή γρήγορα σχηματίζοντας το ίζημα.

Η ταχύτητα με την οποία καθιζάνουν τα αιωρήματα εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Οι παράγοντες αυτοί, ανάλογα με το μέγεθος και τη σπουδαιότητά τους, συμβάλλουν σε μια διαύγαση η οποία πραγματοποιείται από μόνη της (φυσική διαύγαση, είτε σε σύντομο χρονικό διάστημα, είτε μετά από αρκετές δυσκολίες και μεγάλη καθυστέρηση. Στη δεύτερη αυτή περίπτωση, η παρέμβαση του ανθρώπου θεωρείται επιτακτική προκειμένου να επιταχυνθεί η διαύγαση. Ο οινολόγος, με την παρεμβολή του, θα διευκολύνει ή θα προκαλέσει το μηχανισμό της καθίζησης των αιωρούμενων σωματιδίων (Σουφλερός, 2015). Σε αντίθετη περίπτωση, τα σωματίδια αυτά θα συνεχίσουν να αιωρούνται για μεγάλο ακόμη χρονικό διάστημα. Παρακάτω αναλύονται οι παράγοντες οι οποίοι παίζουν σημαντικό ρόλο στην ταχύτητα διαύγασης των οίνων.

2.1.1. Πυκνότητα αιωρημάτων

Η ταχύτητα καθίζησης των σωματιδίων, τα οποία συμβάλλουν στη δημιουργία θολώματος των οίνων, είναι ανάλογη με τη διαφορά πυκνότητας που

υπάρχει ανάμεσα σε αυτά και τον οίνο. Έτσι, ανάλογα με την πυκνότητα τους, τα αιωρήματα καθιζάνουν από μόνα τους τόσο κατά ή αμέσως μετά την αλκοολική ζύμωση, όσο και κατά το παραπέρα χρονικό διάστημα (Doulia D., *et al.*, 2017). Χαρακτηριστικό παράδειγμα βραδείας καθίζησης αποτελεί η περίπτωση των λευκών γλυκών οίνων στους οποίους η διαύγαση είναι δύσκολη και μακρόχρονη, προκειμένου να επιβάλλεται η παρέμβαση του οινολόγου.

2.1.2. Μέγεθος σωματιδίων

Ένας άλλος παράγοντας ο οποίος επιδρά σημαντικά στην ταχύτητα πτώσης των διαφόρων σωματιδίων, είναι το μέγεθος τους (Σουφλερός, 2015). Όσο πιο μικρή είναι η διάμετρος ενός σωματιδίου, τόσο πιο πολύ μικραίνει η ταχύτητα πτώσης του. Αυτό γίνεται κατανοητό πόλυ εύκολα, λαμβάνοντας υπόψη το νόμο του STOCKES ο οποίος διέπει την ταχύτητα καθίζησης:

$$V = \frac{D^2 * (\rho_1 - \rho_2) * g}{18 * \eta}$$

Όπου:

V= Ταχύτητα πτώσης των σωματιδίων (m/s)

D= Διάμετρος των σωματιδίων (m)

η = Συντελεστής ιξώδους του γλεύκους (kg/s*m)

ρ_1 = Πυκνότητα των σωματιδίων (kg/m³)

ρ_2 = Πυκνότητα του υγρού (kg/m³)

g= Επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s²)

2.1.3. Θερμοκρασία περιβάλλοντος

Όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι υψηλότερη από εκείνη του οίνου, τότε παρατηρείται κάποια θέρμανση των τοιχωμάτων των δεξαμενών ή των

βαρελιών, η οποία μεταβιβάζεται και στη λεπτή στιβάδα του οίνου που έρχεται σε επαφή με αυτά (Doulia D., *et al.*, 2017). Επιπλέον, τα θερμότερα εξωτερικά στρώματα γίνονται ελαφρύτερα και ανέρχονται, ενώ τα ψυχρότερα εσωτερικά κατέρχονται. Εξαιτίας αυτού δημιουργούνται ρεύματα κυκλικά, τα οποία έχουν ως αποτέλεσμα την ανακίνηση του οίνου παρεμποδίζοντας την καθίζηση των αιωρημάτων. Για το λόγο αυτό, στην πράξη – κατά την άμεση μεταζυμωτική περίοδο- αποφεύγεται η έκθεση των οινοδοχείων σε ρεύματα αέρα.

Ακόμη, το φαινόμενο αυτό επηρεάζεται από το μέγεθος των υποδοχέων και τη θερμοαγωγιμότητα του υλικού κατασκευής τους. Η ανύψωση των σωματιδίων του ιζήματος είναι δυνατό να προκληθεί, επίσης, και από δονήσεις του εδάφους ή την απελευθέρωση του ενσωματωμένου CO₂, όταν η ατμοσφαιρική πίεση γίνεται μικρότερη (Σουφλερός, 2015). Αυτό το φαινόμενο λοιπόν, επιδρά πιο έντονα στους αφρώδεις οίνους και γι' αυτό αποφεύγονται οι μεταγγίσεις σε παρόμοιες συνθήκες.

2.1.4. Ηλεκτρικά φορτία

Το μεγαλύτερο πλήθος των σωματιδίων, τα οποία βρίσκονται στον οίνο, είναι φορτισμένα ηλεκτροστατικά. Τα περισσότερα από τα αιωρούμενα σωματίδια είναι αρνητικά φορτισμένα, ενώ ένα μικρότερο μέρος είναι φορτισμένα θετικά.

Τα παραπάνω γίνονται εύκολα κατανοητά, αν περαστεί μέσα από τον οίνο συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα (Doulia D., *et al.*, 2017). Εκείνη τη στιγμή διαπιστώνεται ότι προς την άνοδο κατευθύνονται τα αρνητικά φορτισμένα σωματίδια όπως: οι ταννίνες, οι χρωστικές, οι ζύμες, τα βακτήρια, ο μπετονίτης, ο άνθρακας, ο αμίαντος από φίλτρα (δε χρησιμοποιείται πλέον) κ .α. Αντίθετα προς την κάθοδο μετακινούνται τα αιωρήματα τα οποία έχουν θετικό ηλεκτρικό φορτίο, όπως είναι η κυτταρίνη και οι πρωτεΐνες.

Τα σωματίδια, τα οποία στην εξωτερική τους στιβάδα έχουν ομώνυμο ηλεκτροστατικό φορτίο, απωθούνται μεταξύ τους και διατηρούνται με τον τρόπο

αυτό σε αιώρηση, αποφεύγοντας έτσι να σχηματιστεί ίζημα. Σε περίπτωση όμως, που για οποιονδήποτε λόγο, τα ηλεκτροστατικά φορτία των σωματιδίων εξασθενήσουν ή πάψουν τελείως να υπάρχουν (ισοηλεκτρικό φορτίο), τότε σταματούν να υπάρχουν και οι απωθητικές δυνάμεις οι οποίες αναπτύσσονται ανάμεσα στα σωματίδια (Σουφλερός, 2015). Τα τελευταία, με τις εσωτερικές κινήσεις του οίνου, έρχονται σε επαφή, συσσωματώνονται και με την επίδραση του βάρους τους καθιζάνουν.

2.1.5. Φυσική δομή

Η φυσική δομή των σωματιδίων είναι άλλος ένας παράγοντας ο οποίος παίζει σημαντικό ρόλο στην επιτάχυνση ή επιβράδυνση της πτώσης τους. Μερικά από αυτά παρουσιάζουν μεταξύ τους μεγάλη δυνατότητα προσρόφησης (absorption), με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο όγκος και το βάρος τους και κατά συνέπεια η ταχύτητα καθίζησης τους. Η ιδιότητα αυτή αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα των κολλοειδών (Oberholster *et al.*, 2013). Σαν παραδείγματα αναφέρονται ο καολίνης και οι άλλες μορφές των αργιλωδών κολλοειδών, τα οποία προσροφούν τις πρωτεΐνες και τις καθιζάνουν. Επίσης και ο ζωικός άνθρακας λειτουργεί με παρόμοιο τρόπο, παρασύροντας το μεγαλύτερο μέρος των κολλοειδών και κυρίως τις χρωστικές.

2.1.6. Προστατευτικά κολλοειδή

Τα προστατευτικά κολλοειδή ασκούν επίσης μια πολύ σημαντική επίδραση στα φαινόμενα διαύγασης του οίνου. Εξαιτίας της εμφάνισης τους στον οίνο, παρεμποδίζεται οποιαδήποτε αύξηση της διαμέτρου των αιωρημάτων, (ουσιαστικά αποτρέπεται η συσσωμάτωση τους), με αποτέλεσμα να επιβραδύνεται η καθίζηση τους ή να μην πραγματοποιείται τελείως.

Η παρουσία επομένως των προστατευτικών κολλοειδών έχει πλεονέκτημα για τους διαυγείς οίνους, διότι προστατεύουν τη διαύγειά τους από παραπέρα

αλλοιώσεις (Σουφλερός, 2015). Όμως, στις περιπτώσεις των θολών οίνων, η ύπαρξη αυτών των κολλειδών είναι ανεπιθύμητη διότι παρεμποδίζουν την διαύγαση των οίνων. Εξαιτίας αυτού, η φυσική διαύγαση ορισμένων λευκών γλυκών οίνων, τα οποία περιέχουν πληθώρα σε προστατευτικά κολλοειδή, γίνεται με πολύ αργό ρυθμό αν όχι καθόλου.

Στην κατηγορία των προστατευτικών κολλειδών ανήκουν τα κόμμεα, μερικοί πολυσακχαρίτες, η δεξτράνη κ.α. Στην πράξη χρησιμοποιούνται ορισμένα απο την κατηγορία αυτή, όπως το αραβικό κόμμι, προκειμένου να σταθεροποιήσουν τους οίνους οι οποίοι έχουν ήδη διαυγαστεί (Doulia D., *et al.*, 2017).

2.1.7. Δυναμικό οξειδοαναγωγής

Ένας επιπλέον παράγοντας ο οποίος επηρεάζει την διαύγαση των οίνων, είναι το δυναμικό οξειδοαναγωγής (Σουφλερός, 2015). Το οξυγόνο ή αλλιώς το οξειδοαναγωγικό δυναμικό, εκτός από τα θολώματα οξείδωσης που προκαλεί, επιδρά σημαντικά και στα θολώματα, τα οποία δημιουργούνται εξαιτίας της μεγάλης ποσότητας του σιδήρου (>12 mg/L).

Στους οίνους βρίσκεται ο τρισθενής σίδηρος (Fe^{3+}) και ο δισθενής (Fe^{2+}). Ο πρώτος είναι πιο επικίνδυνος από τον δεύτερο διότι περιλαμβάνεται πολύ στενά στις διάφορες ενώσεις, με αποτέλεσμα να αποτελεί μέρος του ανιόντος. Επίσης, το τρυγικό άλας των σιδήρου και καλίου ($C_4O_6H_2Fe$) Κ π.χ., όταν βρίσκεται σε ιονισμό, χωρίζεται στο Κ το οποίο αποτελεί το κατιόν, ενώ ο σίδηρος είναι το μέρος του ανιόντος. Εξαιτίας αυτού, ο σίδηρος δεν μπορεί να προσφερθεί στα διάφορα συστατικά του οίνου για αντίδραση. Αντίθετα, τα ιόντα του δισθενή σιδήρου είναι πιο προσιτά και, όταν ο οίνος έρθει σε επαφή με το οξυγόνο, μετατρέπονται σε ιόντα του τρισθενή σιδήρου (Oberholster *et al.*, 2013). Τα ιόντα αυτά που προέκυψαν ενώνονται ταχύτατα με το φωσφορικό οξύ, με αποτέλεσμα να σχηματίζονται φωσφορικά άλατα. Τα τελευταία, ενώ μπορούν να διαλύονται σε μικρές ποσότητες, καθιζάνουν με την πάροδο του χρόνου και σχηματίζουν μικρά λευκά συσσωματώματα (λευκό θόλωμα).

Επιπλέον, όταν ο οίνος έχει χαμηλή οξύτητα, τα νέα ιόντα του τρισθενή σιδήρου ενώνονται με τις ταννίνες ή τις ανθοκυάνες, με αποτέλεσμα να σχηματίζονται μικρά συσσωματώματα κυανού ή μαύρου χρώματος (κυανό θόλωμα ή μελάνωση).

Τα θολώματα που προκαλεί ο τρισθενής σίδηρος σε συνδυασμό με τα παραπάνω συστατικά μπορούν να μην εμφανιστούν, όταν είναι μακριά από το ισοηλεκτρικό σημείο (Σουφλερός, 2015). Όμως, ο σχηματισμός των στοιχείων του θολώματος εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το οξειδοαναγωγικό δυναμικό.

Ακόμη, η περίσσεια ποσότητα του χαλκού (>0,5 mg/ L) δημιουργεί θολώματα στους οίνους, μόνο στην περίπτωση που το περιβάλλον είναι αναγωγικό και όχι οξειδωτικό. Όταν οι συνθήκες είναι αναγωγικές, ο μονοσθενής χαλκός αντιδρά με το διοξείδιο του θείου (SO₂), με αποτέλεσμα να σχηματίζεται Cu₂S η οποία είναι αδιάλυτη ένωση (Σουφλερός, 2015). Αντίθετα η ένωση Cu₂SO₄ είναι πολύ διαλυτή.

Οι οινολάσπες, σχηματίζονται από τα διάφορα αιωρήματα του οίνου τα οποία συλλέγονται με το πέρασμα του χρόνου, στον πυθμένα των δεξαμενών ή των βαρελιών.

Οι οινολάσπες, όπως αναφερθηκε παραπάνω, αποτελούνται από χώμα, στερεά τμήματα του σταφυλιού, ζύμες, βακτήρια, τρυγικά άλατα, φαινολικές ενώσεις όπως χρωστικές, κολλειδή κ.α. Ένα μεγάλο μέρος από τα συστατικά της οινολάσπης θεωρούνται ως κίνδυνος για την συντήρηση του οίνου, ενώ άλλα συντελούν στην αλλοίωση των οργανοληπτικών του χαρακτηριστικών π.χ οσμή, H₂S, χρώματος κ.α (Doulia D., *et al.*, 2017). Επομένως, είναι αναγκαίο να γίνεται η όσο το δυνατόν συντομότερη απομάκρυνση της οινολάσπης. Ο στόχος αυτός επιτυγχάνεται με τις διάφορες μεταγγίσεις του οίνου, οι οποίες εφαρμόζονται σε τακτά χρονικά διαστήματα, τόσο κατά το άμεσο μεταζυμωτικό στάδιο όσο και κατά την παραπέρα διατήρησή του ή παλαίωση.

Υπάρχουν όμως περιπτώσεις, όπου τα μικροτερα σωματίδια δεν καθιζάνουν εύκολα, με αποτέλεσμα να συνθέτουν τα διάφορα θολώματα για

μεγάλο χρονικό διάστημα. Στις περιπτώσεις αυτές και εφόσον θεωρείται αναγκαία η επιτάχυνση της διαύγασης του οίνου, είναι επιβεβλημένη η παρέμβαση του οινολόγου (Σουφλερός, 2015). Επειδή, όμως, η σωστή αντιμετώπιση του προβλήματος εξαρτάται από το είδος του θολώματος, θα ήταν απαραίτητο πριν από κάθε ενέργεια να γίνεται αναγνώριση του θολώματος, να εξακριβωθεί δηλαδή η αιτία στην οποία οφείλεται το θόλωμα.

Ανεξάρτητα, όμως, από κάθε ενέργεια η οποία αποσκοπεί στην διαύγαση του οίνου (εξάλειψη των θολωμάτων), ο οινολόγος είναι απαραίτητο να φροντίσει και για την σταθεροποίησή του, δηλαδή το να διατηρείται η διαύγεια μέχρι την κατανάλωση του (Σουφλερός, 2015). Επομένως, διαύγαση και σταθεροποίηση είναι δύο διαφορετικές έννοιες και γι' αυτό δεν πρέπει να συγχέονται.

2.2 Αναγνώριση ή διάγνωση του θολώματος ή του ιζήματος του οίνου

Προκειμένου να διαπιστωθεί που οφείλονται τα διάφορα θολώματα ή ιζήματα τα οποία παρατηρούνται στους οίνους, εφαρμόζονται διάφορες δοκιμές (tests) χαρακτηριστικές για το καθένα από αυτά.

Ανάλογα με το είδος του σφάλματος της διαύγειας διαφοροποιούνται οι παρακάτω κατηγορίες:

2.2.1 Θολώματα ενζυματικής προέλευσης

Το θόλωμα που προκαλείται από τις οξειδάσες (casse oxydasiqne) (κοινό ως καστανό θόλωμα) παρουσιάζεται κυρίως σε νέους οίνους, που προέρχονται από σταφύλια τα οποία περιέχουν σε μεγάλο ποσοστό πολυφαινολοξειδάσες,

εξαιτίας της προσβολής τους από τη φαιά σήψη (*Botrytis cinerea*) (Σουφλερός, 2015).

Οι οξειδάσες αυτές επιδρούν στα διάφορα συστατικά του οίνου και, ιδιαίτερα στις πολυφαινόλες. Επομένως, οι λευκοί οίνοι σκουραίνουν, αρχίζουν να θολώνουν και γίνονται λευκόφαιοι. Αντίθετα, οι ερυθροί οίνοι χάνουν τις ανθοκυάνες, θολώνουν και τελικά αποκτούν το χρώμα της σοκολάτας, δηλαδή γίνονται καστανοί.

Για να γίνει η διαδικασία του ελέγχου, τοποθετείται το κρασί σε ένα ποτήρι το οποίο είναι γεμισμένο μέχρι τη μέση περίπου, και στη συνέχεια εκτίθεται στον αέρα για 12 ώρες (Oberholster *et al.*, 2013). Αν μετά το πέρασμα του χρόνου αυτού, δεν εμφανιστεί κανένα σφάλμα στη διαύγεια του, συμπεραίνεται ότι δεν υπάρχει κίνδυνος να παρουσιαστεί θόλωμα μετά την εμφιάλωση, το οποίο θα οφείλεται στη δράση των οξειδασών (Τσακίρης, 1994). Χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτού του θολώματος είναι η εξαφάνισή του μετά από την προσθήκη 3-5 g/hl SO₂, κατά τη διάρκεια της πρώτης μετάγγισης (Σουφλερός, 2015). Το ενζυματικό αυτό θόλωμα δεν παρατηρείται σε οίνους οι οποίοι έχουν υποστεί κάποιο βαθμό παλαίωσης, εκτός από ελάχιστες εξαιρέσεις.

2.2.2 Θολώματα μικροβιολογικής προέλευσης

Τα θολώματα αυτά παρουσιάζονται σε οίνους οι οποίοι περιέχουν αζύμωτα σάκχαρα ή μηλικό οξύ και δεν είναι επαρκώς θειωμένοι. Σε αυτούς τους οίνους είναι δυνατό να αναπτυχθούν ζύμες ή βακτήρια σχηματίζοντας θόλωμα ή ακόμη και ίζημα (Σουφλερός, 2015).

Επίσης, και τα φυσικά κολλοειδή του κρασιού μαζί με ορισμένα σωματίδια όπως ζυμομύκητες, βακτηριακά στελέχη και υπολείμματα κυττάρων προκαλούν θολότητα στο ακατέργαστο κόκκινο κρασί μετά από αλκοολική και μηλογαλακτική ζύμωση. Αυτό δεν είναι αποδεκτό από τον καταναλωτή και θεωρείται ως ένδειξη υποβάθμισης του προϊόντος (Martínez-Lapuente *et al.*, 2017).

Ο έλεγχος γίνεται σε μια φιάλη οίνου η οποία είναι γεμάτη και κλεισμένη με βαμβάκι, και στη συνέχεια τοποθετείται σε επωαστικό θάλαμο στους 25 °C (Τσακίρης, 1994). Αν μετά από 8 ημέρες δε σχηματιστεί θόλωμα, τότε υπάρχει κίνδυνος να αναπτυχθούν ζύμες. Σε περίπτωση όμως που εμφανιστεί θόλωμα μετά το πέρας των 8 ημερών, τότε είναι δυνατή η ανάπτυξη βακτηρίων (Τσακίρης, 1994). Για να αναγνωρισθεί αυτό το σφάλμα πραγματοποιείται μικροσκοπική εξέταση:

- Άμεση, όταν το θόλωμα είναι έντονο ή όταν υπάρχει ίζημα και
- Μετά από φυγοκέντρηση, όταν το θόλωμα δεν είναι έντονο.

Εξαιτίας της μεγάλης μεγένθυσης του μικροσκοπίου είναι εφικτό να διακριθεί αν πρόκειται για ζύμες ή για βακτήρια, όμως δεν επιτρέπει την αναγνώριση όλων των ειδών αυτών.

2.2.3 Θολώματα χημικής προέλευσης

Μια άλλη κατηγορία θολωμάτων είναι τα θολώματα χημικής προέλευσης, τα οποία διακρίνονται στα θολώματα σιδήρου και χαλκού αντίστοιχα.

2.2.3.1 Θολώματα σιδήρου

Αυτό το θόλωμα λαμβάνει χώρα σε οξειδωτικό περιβάλλον (μετά από αερισμό του οίνου) και οφείλεται στην περίσσεια σιδήρου, δηλαδή σε περιεκτικότητα μεγαλύτερη των 12 mg/L (Martínez-Laruelle *et al.*, 2017). Γι' αυτό το λόγο είναι χρήσιμο πριν από κάθε δοκιμή, να προσδιορίζεται η περιεκτικότητα του σιδήρου με χρωματομετρική μέθοδο. Επιπλέον, είναι απαραίτητο να αποφεύγεται με κάθε τρόπο η επαφή των σταφυλιών, γλεύκους και οίνου με σιδερένια αντικείμενα και δοχεία (Τσακίρης, 2016).

Ο έλεγχος πραγματοποιείται με οξυγόνωση. Συγκεκριμένα, σε μια άχρωμη φιάλη τοποθετείται οίνος μέχρι τη μέση περίπου και στη συνέχεια εμπλουτίζεται με οξυγόνο (Oberholster *et al.*, 2013). Εισάγεται καθαρό οξυγόνο με πίεση από οβίδα ή πεπιεσμένος αέρας ή ανακινείται η φιάλη για 30 δευτερόλεπτα. Στη συνέχεια, πωματίζεται και τοποθετείται σε θερμοκρασία αποθήκευσης του κρασιού. Οίνοι οι οποίοι έχουν πλεόνασμα σιδήρου, πιθανόν να σχηματίσουν θόλωμα μετά από 48 ώρες. Αν εξακολουθήσουν να είναι διαυγείς και μετά από μία εβδομάδα, τότε δεν υπάρχει κίνδυνος να εκδηλώσουν θόλωμα σιδήρου.

Επιπλέον, γίνεται έλεγχος με παραμονή στους 0 °C. Παραμονή του υπό δοκιμή οίνου σε αυτή τη θερμοκρασία, για μια εβδομάδα, είναι δυνατό να παρουσιάσει στο μέλλον θόλωμα σιδήρου. Προκειμένου να γίνει η αναγνώριση αυτού του θολώματος εφαρμόζονται διάφορες δοκιμές, οι οποίες λαμβάνουν δράση, είτε κατευθείαν στο κρασί όταν το θόλωμα είναι έντονο ή υπάρχει ίζημα, είτε μετά από φυγοκέντριση όταν αυτό δεν είναι έντονο. Το ίζημα που σχηματίζεται μπορεί να διαλυθεί σε διάλυμα HCL 1:2, αργά σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και γρηγορότερα με θέρμανση (Martínez-Lariente *et al.*, 2017). Τα θολώματα ή ιζήματα σιδήρου είναι διαλυτά στο HCL. Προκειμένου να διαπιστωθεί γίνεται η εξής διαδικασία: Σε δοκιμαστικό σωλήνα, προστίθεται 10 ml οίνου και 1 ml διαλύματος HCL 1:2 και κατόπιν γίνεται ανάδευση. Στη συνέχεια, παρατηρείται αν διαλυθεί το ίζημα.

Το θόλωμα αυτό ή αντίστοιχα το ίζημα, διαλύεται αμέσως όταν προστίθεται διθειώδες νάτριο. Η αντίδραση αυτή είναι χαρακτηριστική των σιδηρικών θολωμάτων. Ο έλεγχος πραγματοποιείται αναμιγνύοντας σε δοκιμαστικό σωλήνα 10 ml οίνου και λίγων κρυστάλλων διθειώδους νατρίου (Τσακίρης, 1994). Το σχηματιζόμενο ίζημα, το οποίο προκύπτει εξαιτίας της φυγοκέντρισης θολού οίνου, αποκτά κόκκινο χρωματισμό με την προσθήκη διαλύματος 1:2 θειοκυανιούχου καλίου (KSCN). Επομένως, το ίζημα αυτό είναι απαραίτητο προηγουμένως να έχει πλυθεί. Για το χαρακτηρισμό αυτού του θολώματος, αναμιγνύονται σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα 10 ml κρασιού, 1 ml HCL 1:2 και μια μικρή ποσότητα θειοκυανιούχου καλίου (KSCN) και ελέγχεται το χρώμα του.

Πριν από κάθε δοκιμή, για να διαπιστωθούν τα σιδηρικά θολώματα είναι χρήσιμο να προσδιορίζεται η περιεκτικότητα του σιδήρου με τη χρωματομετρική μέθοδο (Σουφλερός, 2015).

2.2.3.2 Θολώματα χαλκού

Τα θολώματα χαλκού συναντούνται κατεξοχήν στα λευκά κρασιά, στα οποία η περιεκτικότητα σε χαλκό είναι μεγαλύτερη από 0,5 mg/L και λαμβάνει χώρα σχεδόν πάντοτε σε αναγωγικό περιβάλλον. Εξαιτίας αυτού, τέτοιου είδους ατυχήματα συμβαίνουν σε εμφιαλωμένους οίνους, όπου ουσιαστικά δεν υπάρχει οξυγόνο (Martínez-Lapiente *et al.*, 2017). Πριν από κάθε δοκιμή, προκειμένου να γίνει έλεγχος ή αναγνώριση των θολωμάτων χαλκού, καλό είναι να προσδιορίζεται η περιεκτικότητα του χαλκού με χρωματομετρική μέθοδο. Ο έλεγχος πραγματοποιείται με έκθεση στο διάχυτο φως ή σε υπεριώδεις ακτίνες. Στη συνέχεια, σε μία άχρωμη φιάλη προστίθεται το υπο δοκιμή κρασί, κατόπιν πωματίζεται και τοποθετείται οριζόντια στο διάχυτο ηλιακό φως. Αν ο οίνος παραμένει διαυγής για 7 ημέρες, συμπεραίνεται ότι δεν υπάρχει κίνδυνος θολώματος του περιεχομένου του από την παρουσία χαλκού (Τσακίρης, 1994). Επίσης, η ανίχνευση των θολωμάτων αυτών μπορεί να γίνει, τοποθετώντας μια φιάλη η οποία είναι γεμάτη με κρασί και πωματισμένη, σε θερμοθάλαμο στους 30 °C. Σε αυτή τη δοκιμή, αν υπάρχει περίσσεια χαλκού, έχει ως αποτέλεσμα να εμφανίζεται θόλωμα σε 3-4 εβδομάδες. Για να γίνει η αναγνώριση των θολωμάτων χαλκού εφαρμόζονται διάφορες δοκιμές, όπως και στην περίπτωση των σιδηρικών θολωμάτων, είτε κατευθείαν στον οίνο όταν το θόλωμα είναι έντονο ή όταν υπάρχει ίζημα είτε μετά από φυγοκέντριση όταν αυτό δεν είναι έντονο. Και στις δύο περιπτώσεις συγκρίνονται τα δείγματα με μάρτυρα (Martínez-Lapiente *et al.*, 2017).

Το θόλωμα ή το ίζημα διαλύεται με την προσθήκη διαλύματος HCL 1:2 αργά στη θερμοκρασία περιβάλλοντος και γρηγορότερα μετά από θέρμανση. Για να γίνει η διαπίστωση, τοποθετούνται σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα 10 ml κρασιού και

1 ml HCL 1:2 και αναδεύονται. Στη συνέχεια παρατηρείται αν θα διαλυθεί το σχηματιζόμενο ίζημα (Gonzalez-Neves *et al.*, 2014). Το θόλωμα λοιπόν ή το ίζημα, διαλύεται ολότελα μετά την έκθεση του οίνου στον αέρα για 24 έως 48 ώρες και το κρασί ξαναγίνεται διαυγές. Ο χαλκός αντιδρά με το αντιδραστήριο 2,2 δικινολίνη όταν επίδρα σε ίζημα το οποίο έχει διαλυθεί με HCL 1:2 και εμφανίζει ιώδη χροιά, η οποία είναι χαρακτηριστική του θολώματος του χαλκού. Η διαδικασία που πραγματοποιείται προκειμένου να αναγνωρισθεί το θόλωμα χαλκού είναι η εξής: Σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα διαλύεται το ίζημα του κρασιού με HCL 1:2. Κατόπιν, προστίθεται μια μικρή ποσότητα υδροχλωρικής υδροξυλαμίνης και λίγο οξικό νάτριο. Στη συνέχεια, προστίθενται μερικές σταγόνες από το αντιδραστήριο 2,2 δικινολίνη. Τέλος, γίνεται έλεγχος για το σχηματισμό ιώδους χροιάς. Πριν από κάθε δοκιμή, για να γίνει η διαπίστωση του θολώματος του χαλκού είναι χρήσιμο να προσδιορίζεται η περιεκτικότητα του χαλκού με τη χρωματομετρική μέθοδο (Σουφλερός, 2015).

2.2.4 Θολώματα κολλοειδούς προέλευσης

Μια άλλη κατηγορία θολωμάτων τα οποία λαμβάνουν χώρα στον οίνο, είναι τα θολώματα κολλοειδούς προέλευσης και περιλαμβάνουν το πρωτεϊνικό θόλωμα, το ίζημα τρυγικών αλάτων και το ίζημα χρωστικών ουσιών.

2.2.4.1 Πρωτεϊνικό θόλωμα

Το θόλωμα αυτό παρατηρείται σε λευκά νέα κρασιά, πλούσια σε πρωτεΐνες, στα οποία δεν έχει προηγηθεί αφαίρεση των πρωτεϊνών με μπετονίτη. Το πρωτεϊνικό θόλωμα δημιουργείται εξαιτίας της συσσωμάτωσης των πρωτεϊνών (Τσακίρης, 1994). Στους ερυθρούς οίνους συνήθως δεν παρατηρείται το παραπάνω θόλωμα, διότι οι οίνοι αυτοί περιέχουν σε μεγάλες ποσότητες ταννίνες,

με τις οποίες οι πρωτεΐνες σχηματίζουν σύμπλοκα τα οποία καθιζάνουν. Το ίζημα που δημιουργείται απομακρύνεται με τις απολασπώσεις (Gonzalez-Neves *et al.*, 2014).

Ο έλεγχος γίνεται με δοκιμή σε υδατόλουτρο. Μια φιάλη με το υπό δοκιμή κρασί τοποθετείται σε υδατόλουτρο στους 80 °C για 30 λεπτά. Σε περίπτωση που υπάρχει θόλωμα θα εμφανιστεί μετά την ψύξη του οίνου (Τσακίρης, 1994). Αν το κρασί εξακολουθήσει να παραμένει διαυγές μετά το πέρας των 24 ωρών, δεν υπάρχει κίνδυνος πρωτεϊνικού θολώματος. Ο έλεγχος μπορεί επίσης να γίνει και με προσθήκη ταννίνης. Οι πρωτεΐνες έχουν τη δυνατότητα να ενώνονται με τις ταννίνες και να σχηματίζουν θόλωμα ή ίζημα. Η δημιουργία θολώματος μετά την προσθήκη 500 mg/L ταννίνης αποκαλύπτει την παρουσία πρωτεϊνών.

Για να γίνει η αναγνώριση του πρωτεϊνικού θολώματος, πραγματοποιούνται διεργασίες απευθείας πάνω στον οίνο. Σε περίπτωση όμως που το θόλωμα είναι ασθενές, είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούνται δοκιμαστικοί σωλήνες οι οποίοι έχουν μεγάλη διάμετρο. Το αποτέλεσμα που προκύπτει συγκρίνεται με το μάρτυρα (Oberholster *et al.*, 2013).

Όταν πρόκειται για πρωτεϊνικό θόλωμα ή ίζημα, αυτό είναι:

- Αδιάλυτο σε διάλυμα HCL 1:2
- Διαλυτό με θέρμανση στους 80 °C. Η θέρμανση πραγματοποιείται σε υδατόλουτρο 80 °C, όπου τοποθετείται ένας δοκιμαστικός σωλήνας ο οποίος περιέχει 10 ml θολού οίνου.

2.2.4.2 Ίζημα τρυγικών αλάτων

Μια άλλη κατηγορία κolloειδών θολωμάτων, αφορά τα ιζήματα τρυγικών αλάτων. Η πτώση των τρυγικών αλάτων οφείλεται στο υδρογονοτρυγικό κάλιο και το ουδέτερο τρυγικό ασβέστιο. Η διαλυτότητα αυτών των ενώσεων μειώνεται με τη μείωση της θερμοκρασίας (Τσακίρης, 2016). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η

καταβύθιση του όξινου τρυγικού καλίου, το οποίο εξαρτάται από τη θερμοκρασία, να πραγματοποιείται κυρίως κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Σε αυτή την ιδιότητα στηρίζεται και η τεχνητή απομάκρυνση του όξινου τρυγικού καλίου με τη βοήθεια ψυκτικών μηχανημάτων. Ο οίνος, αφού ψυχθεί στην κατάλληλη θερμοκρασία (περίπου $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$), πρέπει να παραμένει σε αυτή ένα ορισμένο χρονικό διάστημα (περίπου 2 εβδομάδες) προκειμένου να ολοκληρωθεί ο σχηματισμός και η καταβύθιση των κρυστάλλων (Martínez-Lapuente *et al.*, 2017).

Το όξινο τρυγικό κάλιο και το ουδέτερο τρυγικό ασβέστιο αποτελούν τις λεγόμενες τρυγίες. Αυτά τα άλατα – και ιδιαίτερα το τρυγικό ασβέστιο – συχνά δημιουργούν ιζήματα σε οίνους τα οποία εμφανίστηκαν πολύ νωρίς, χωρίς να υποστούν την κατάλληλη επεξεργασία (Oberholster *et al.*, 2013).

Τα ιζήματα των τρυγικών αλάτων είναι κρυσταλλικά και σχηματίζονται συνήθως όταν το εμφιαλωμένο κρασί παραμένει σε ψυχρό περιβάλλον (Τσακίρης, 1994). Υπάρχει περίπτωση βέβαια, ιζήματα τέτοιου είδους να εμφανίζονται με το πέρασμα του χρόνου εξαιτίας φυσικοχημικών αλλαγών οι οποίες συμβαίνουν στη σύσταση του οίνου. Ο έλεγχος πραγματοποιείται με παρατεταμένη παραμονή μιας φιάλης κρασιού στο ψύχος τουλάχιστον για μια εβδομάδα, σχηματίζοντας ίζημα το οποίο οφείλεται στη δημιουργία των τρυγικών αλάτων (Τσακίρης, 1994). Η φιάλη τοποθετείται συνήθως σε ψυγείο στους $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Επιπλέον γίνεται με παραμονή του δείγματος για 4 ημέρες σε θερμοκρασία -4 έως $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Στη συνέχεια, το δείγμα τοποθετείται σε σωλήνα που καταλήγει σε κωνικό άκρο προκειμένου να είναι πιο εύκολη η παρατήρηση του θολώματος ή η πτώση του ιζήματος. Τέλος, ο σωλήνας τοποθετείται σε λουτρό, στο οποίο κυκλοφορεί ψυκτικό υγρό (Martínez-Lapuente *et al.*, 2017).

Η αδιαλυτότητα των αλάτων αυτών και επομένως και η καθίζησης τους ευνοούνται και ενισχύονται, ακόμη από ένα άλλο παράγοντα ο οποίος είναι η ύπαρξη και η περιεκτικότητα της αλκοόλης (Gonzalez-Neves *et al.*, 2014). Όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα σε αλκοόλη, τόσο μεγαλύτερος είναι ο ρυθμός

σχηματισμού ιζημάτων από αδιάλυτα τρυγικά άλατα. Αντιθέτως, η ύπαρξη ορισμένων οξέων όπως για παράδειγμα μηλικό και γαλακτικό, έχουν ως συνέπεια να αυξάνουν τη διαλυτότητα των τρυγικών αλάτων και να περιορίζουν τα ιζήματα.

Οι δοκιμές αυτές δεν είναι απόλυτα αξιόπιστες διότι ο σχηματισμός των κρυστάλλων είναι συχνά αρκετά βραδύς. Η αναγνώριση πραγματοποιείται με μικροσκοπική παρατήρηση η οποία δείχνει τον κρυσταλλικό χαρακτήρα τους. Δεν είναι όμως δυνατό, με τον τρόπο αυτό, να γίνει διάκριση ανάμεσα στα άλατα του καλίου και τα άλατα ασβεστίου (Τσακίρης, 1994). Η μικροσκοπική αυτή παρατήρηση γίνεται αφού πρώτα οι κρύσταλλοι πλυθούν με κρύο νερό, πάνω σε διηθητικό χαρτί χωρίς τέφρα.

Για να διακριθούν, όμως, μεταξύ τους τα παραπάνω άλατα, χρησιμοποιούνται άλλα κριτήρια τα οποία αναφέρονται παρακάτω:

1. Άλατα όξινου τρυγικού καλίου

Οι κρύσταλλοι των αλάτων αυτών έχουν όξινη γεύση, είναι διαλυτοί σε ζεστό νερό και αδιάλυτοι σε HCL 1:2.

2. Άλατα ουδέτερου τρυγικού ασβεστίου

Οι κρύσταλλοι των αλάτων του ουδέτερου τρυγικού ασβεστίου έχουν ουδέτερη γεύση, είναι αδιάλυτοι σε ζεστό νερό, αλλά διαλυτοί σε HCL 1:2. Επίσης, αντιδρούν με οξαλικό αμμώνιο (Gonzalez-Neves *et al.*, 2014). Για την πραγματοποίηση αυτής της αντίδρασης γίνεται η εξής διαδικασία:

Σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα διαλύονται με τη βοήθεια HCL 1:2 μερικοί κρύσταλλοι ουδέτερου τρυγικού ασβεστίου (Σουφλερός, 2015). Στη συνέχεια, προστίθενται μερικές σταγόνες οξαλικού αμμωνίου και κατόπιν το περιβάλλον μετατρέπεται σε ουδέτερο, προσθέτοντας με τη βοήθεια σιφωνίου μερικές σταγόνες αμμωνίας. Τέλος, παρατηρείται αμέσως ο σχηματισμός γαλακτώδους ιζήματος οξαλικού ασβεστίου.

2.2.4.3 Ίζημα χρωστικών ουσιών

Τελευταία κατηγορία θολωμάτων αποτελούν τα ιζήματα χρωστικών ουσιών, στα οποία η ομαλή εξέλιξη των ερυθρών οίνων, συνοδεύεται πάντα με ένα ίζημα αποτελούμενο από άμορφα σωματίδια, τα οποία οφείλονται στις χρωστικές ουσίες (Σουφλερός, 2015). Αυτό συμβαίνει συχνά σε οίνους οι οποίοι εμφιαλώθηκαν πολύ νωρίς και ολοκληρώνεται συνήθως από την παρουσία τρυγίων (Gonzalez-Neves *et al.*, 2014). Ο σχηματισμός των ιζημάτων από τις χρωστικές ουσίες οφείλεται στα φαινόμενα συμπύκνωσης και συσσωμάτωσης των φαινολικών ενώσεων. Επίσης, ένας άλλος παράγοντας είναι η ενζυματική υδρόλυση των χρωστικών στα συστατικά από τα οποία αποτελείται το μόριο τους, δηλαδή στο άγλυκο τμήμα (ανδοκυανιδίνη), το οποίο παρουσιάζει μια μικρή διαλυτότητα και στο ζάχαρο. Τέλος, ο σχηματισμός αδιάλυτων ή λίγο διαλυτών ενώσεων ανάμεσα σε χρωστικές ουσίες και αλδεύδες.

Ο έλεγχος πραγματοποιείται με παραμονή του οίνου σε ψυγείο στους 0 °C για 12- 24 ώρες. Αυτό αποκαλύπτει το σχηματισμό του θολώματος το οποίο οφείλεται στις χρωστικές ενώσεις. Επισημαίνεται ότι το θόλωμα αυτό εξαφανίζεται όταν ο οίνος αποκτήσει ξανά τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος (Τσακίρης, 1994).

Η αναγνώριση γίνεται με τη μικροσκοπική του παρατήρηση η οποία στηρίζεται στα εξής:

- i. Στη μικροσκοπική παρατήρηση αυτού: Αρκετές φορές δίπλα στις «πλάκες» των χρωστικών ουσιών, παρατηρούνται κρύσταλλοι τρυγίων.
- ii. Στην ιδιότητα του ιζήματος να διαλύεται σε θερμοκρασία 40 °C και
- iii. Στην ιδιότητα του να διαλύεται σε αλκοόλη 50% vol.

3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ. ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΥΓΑΣΗΣ

Στις μεθόδους διαύγασης του οίνου ανήκουν η φυσική διαύγαση, η διαύγαση με κολλάρισμα, η διαύγαση με διήθηση ή αλλιώς φιλτράρισμα καθώς και η διαύγαση με φυγοκέντριση.

3.1 Φυσική διαύγαση

Η μέθοδος αυτή συνίσταται στην καθίζηση των διαφόρων αιωρημάτων του οίνου – η οποία πραγματοποιείται αυθόρμητα κατά τη μακρόχρονη διατήρηση και παλαίωση αυτού – καθώς και στην απομάκρυνση του ιζήματος σε τακτά χρονικά διαστήματα (Σουλερός, 2015). Τα συστατικά τα οποία κατακάθονται, είναι σωματίδια που το ειδικό βάρος τους είναι αισθητά μεγαλύτερο από αυτό του οίνου. Με αυτή τη μέθοδο, δεν πραγματοποιείται τέλεια διαύγαση διότι αφαιρείται ένα μέρος μόνο από τα βακτήρια, καθώς και της περίσσειας των χρωστικών (Τσακίρης, 1994). Επίσης, η φυσική διαύγαση θεωρείται ότι είναι αργή και επομένως, μπορεί να μην είναι αρκετή για τη σωστή διαύγεια και σταθερότητα του οίνου (Gonzalez-Neves *et al.*, 2014).

Το ίζημα σχηματίζεται χωρίς καμία παρέμβαση του οινολόγου, αφού πραγματοποιείται εντελώς φυσικά, κάτω από την επίδραση των διαφόρων παραγόντων όπως αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 2: πυκνότητα και μέγεθος σωματιδίων, θερμοκρασία περιβάλλοντος, ηλεκτροστατικά φορτία κτλ (Σουφλερός, 2015).

Αν και ορισμένοι από αυτούς τους παράγοντες – όπως η θερμοκρασία, η ατμοσφαιρική πίεση, το CO₂ και άλλοι – συμβάλλουν στο να πραγματοποιηθεί «εκ νέου» αιώρηση των συστατικών του ιζήματος, είναι σκόπιμη η όσο το δυνατόν γρηγορότερη απόκρυσή του (Martínez-Laruenta *et al.*, 2017). Η απομάκρυνση του ιζήματος πραγματοποιείται με τις μεταγγίσεις.

Ο τρόπος αυτός διαύγασης απαιτεί, προκειμένου να επιτευχθεί η πραγματοποίησή του, μεγάλο χρονικό διάστημα και ενδείκνυται για οίνους οι

οποίοι προορίζονται για παλαίωση (Uberti *et al.*, 2014). Αποτελεί τον κλασικό τρόπο διαύγασης που εφαρμόζεται στους ερυθρούς οίνους υψηλής ποιότητας, που παράγονται στα φημισμένα chateaux της Γαλλίας ή και σε άλλες περιοχές παραδοσιακής οινοποίησης.

Επίσης, είναι απαραίτητο ο οίνος αυτός – πριν από την εμφιάλωσή του - να υποβληθεί και σε άλλες πρόσθετες επεξεργασίες όπως κολλάρισμα, διήθηση προκειμένου να εξασφαλιστεί η πλήρης διαύγεια.

Η φυσική ή άμεση διαύγαση, για να επιτευχθεί, απαιτεί αρκετό χρονικό διάστημα, έχοντας ως συνέπεια:

- Τη δέσμευση κεφαλαίων
- Τις απώλειες οίνου λόγω εξάτμισης και
- Την οξείδωσή του με ανεπιθύμητα, μερικές φορές, αποτελέσματα.

Εξαιτίας των μειονεκτημάτων που παρουσιάζει η φυσική ή αυτόματη διαύγαση, ώθησαν τον παράγοντα άνθρωπο να υιοθετήσει καθώς και να εφαρμόσει άλλες τεχνικές (Σουφλερός, 2015). Οι τεχνικές αυτές επιτρέπουν τη συμπλήρωση της ανεπαρκούς φυσικής διαύγασης, την επιτάχυνση της διαύγασης και την αντιμετώπιση των περιπτώσεων εκείνων, όπου η διαύγαση δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί από μόνη της (π.χ οίνοι *Liquoreux* από σταφύλια με ευγενή σήψη).

Τέτοιες τεχνικές είναι το κολλάρισμα (προσθήκη πρωτεϊνών), η προσθήκη ταννίνης, η προσθήκη πρωτεϊνολυτικών ή πηκτινολυτικών ενζύμων, η προσθήκη μπεντονίτη, η φυγοκέντριση καθώς και η διήθηση κλπ (Σουφλερός, 2015).

Μερικές από τις παραπάνω τεχνικές έχουν διπλό αποτέλεσμα, διότι συμμετέχουν τόσο στη διαύγαση όσο και στη σταθεροποίηση των οίνων.

Στις μεθόδους που χρησιμοποιούνται προκειμένου να επιτευχθεί η φυσική διαύγαση του οίνου, ανήκουν η θέρμανση και η ψύξη.

3.1.1 Θέρμανση

Η θέρμανση του οίνου έχει ως σκοπό την αποστείρωση και χρησιμοποιείται για να καταστρέψει τις ζύμες, οι οποίες τυχόν περιέχονται σε ένα χύμα κρασί ή τη στιγμή της εμφιάλωσης. Η κατάλληλη θερμοκρασία παστερίωσης είναι συνάρτηση του αλκοολικού βαθμού, του PH και του περιεχόμενου θειώδη ανυδρίτη. Ως μονάδα παστερίωσης ορίζεται η θέρμανση στους 60 °C για 1 min (Τσακίρης, 1994). Για παράδειγμα για ένα οίνο ο οποίος έχει 12 % vol απαιτούνται 0,5 μονάδες παστερίωσης, για κρασί 11 %vol χρειάζεται 1 μονάδα παστερίωσης και τέλος 2 μονάδες παστερίωσης όταν το κρασί είναι 10 %vol. Η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί αύξηση του ελεύθερου θειώδη ανυδρίτη και κατ' επέκταση αύξηση της αποτελεσματικότητας της παστερίωσης.

Συνήθως, για να επιτευχθεί η διαδικασία της αποστείρωσης, ο οίνος θερμαίνεται στους 45 – 50 °C για περισσότερο χρόνο. Εφαρμόζεται σε κρασιά τα οποία περιέχουν σάκχαρα ή σε κρασιά μέσης ποιότητας. Ένα μειονέκτημα της παστερίωσης αποτελεί η πιθανότητα να εμφανιστεί πρωτεϊνικό θόλωμα μέσα στο εμφιαλωμένο κρασί (Martínez-Laruelle *et al.*, 2017). Στο χύμα κρασί η παστερίωση δεν έχει τη δυνατότητα να αποκλίσει μια πιθανή επαναμόλυνση του οίνου, γι' αυτό και η αποτελεσματικότητά της πρέπει να ελέγχεται περιοδικά. Αυτοί οι έλεγχοι δείχνουν ότι στην περίπτωση που υπάρχουν ζωντανοί μύκητες μέσα στον οίνο σε μικρό πληθυσμό, αυτός παραμένει μικρός στη διάρκεια του χειμώνα, όμως γίνεται σημαντικός κατά την περίοδο του καλοκαιριού.

Το παστεριωμένο χύμα κρασί θα πρέπει απαραίτητα να αποθηκεύεται σε αποστειρωμένες δεξαμενές. Η αποστείρωση των δεξαμενών πραγματοποιείται με ατμό νερού στους 110 °C από κρουνό, το οποίο βρίσκεται στο κάτω μέρος της δεξαμενής, έχοντας όλους τους υπόλοιπους κρουνούς ανοιχτούς (Uberti *et al.*, 2014). Για παράδειγμα για μια δεξαμενή με χωρητικότητα 300hl απαιτούνται 300 κιλά ατμού. Η παροχή ατμού, είναι απαραίτητο να διαρκεί 20 min από τη στιγμή που ο υγροποιημένος ατμός, αρχίζει να βγαίνει από τη δεξαμενή στους 90 °C. Ο ατμός που παραμένει στο εσωτερικό της δεξαμενής είναι δυνατό να προκαλέσει

υποπίεση στο εσωτερικό, και γι' αυτό ο αέρας που εισέρχεται κατά την ψύξη της δεξαμενής πρέπει να είναι αποστειρωμένος (Τσακίρης, 1994). Η δεξαμενή είναι απαραίτητο να έχει τον ελάχιστο δυνατό εξοπλισμό, προκειμένου να είναι εύκολη η αποστείρωσή της. Η αποστείρωση μπορεί να πραγματοποιηθεί με χημικά μέσα αν και μόνον ο ατμός επιτρέπει την τέλεια αποστείρωση. Επιπλέον, πρέπει οι σωληνώσεις μεταφοράς να αποστειρώνονται με τον ίδιο τρόπο.

Η διαδικασία που πρέπει να ακολουθείται κατά την κατεργασία των κρασιών τα οποία περιέχουν σάκχαρα, περιλαμβάνει αποστείρωση μετά την προσθήκη του θειώδη ανυδρίτη, προσθήκη η οποία πρέπει να έχει σκοπό τη δημιουργία τουλάχιστον 30 mg/L ελεύθερου θειώδη ανυδρίτη και κατόπιν αποθήκευση σε αποστειρωμένη δεξαμενή (Uberti *et al.*, 2014). Μετά τη διαύγαση και σταθεροποίηση του οίνου, κατά τη διάρκεια του χειμώνα, είναι αναγκαίο να ακολουθήσει νέα παστερίωση και συμπλήρωση της περιεκτικότητας σε θειώδη ανυδρίτη. Η εμφιάλωση τέτοιων κρασιών πραγματοποιείται εν θερμώ ή με αποστειρωτική διήθηση.

Η θέρμανση έχει ως αποτέλεσμα την τροποποίηση των κολλοειδών συστατικών του οίνου (Τσακίρης, 1994). Θέρμανση του οίνου στους 75-80 °C, ευνοεί την καταβύθιση των πρωτεϊνών. Επίσης, θερμαίνοντας τον οίνο σε αυτές τις θερμοκρασίες για 20-30 min, έχει ως αποτέλεσμα να καταβυθιστούν όλες οι πρωτεΐνες. Στους 55-70 °C επιτυγχάνεται συγκόλληση των πολυσακχαριδίων καθώς και σχηματισμός προστατευτικών κολλοειδών τα οποία έχουν τη δυνατότητα να εμποδίσουν την πτώση των πρωτεϊνών (Τσακίρης, 1994). Αντίθετα, σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 70 °C, οι πρωτεΐνες καταβυθίζονται, διότι τα προστατευτικά κολλοειδή παύουν να είναι ενεργά. Όμως, ιδιαίτερα στα λευκά κρασιά η θέρμανση καταστρέφει το άρωμα.

Με την επίδραση της θέρμανσης, μπορεί να επιτευχθεί ενζυματική σταθεροποίηση του οίνου. Αυτή αναφέρεται στην καταστροφή της λακάσης με θέρμανση στους 65 °C. Η θέρμανση, επιδρά επίσης στο οξειδοαναγωγικό

δυναμικό του οίνου (Martínez-Lapuente *et al.*, 2017). Παρατεταμένη θερμομανση σε συνδυασμό με απουσία αέρα, έχει ως αποτέλεσμα την αναγωγή ορισμένων συστατικών του κρασιού όπως του Cu^{++} σε Cu^+ καθώς και την απομάκρυνσή του σε μορφή θειούχου χαλκού.

3.1.2 Ψύξη

Η ψύξη του οίνου έχει ως αποτέλεσμα την επιβράδυνση της ανάπτυξης των μικροοργανισμών, την πτώση του όξινου τρυγικού καλίου του οποίου η διαλυτότητα μειώνεται με την ελάττωση της θερμοκρασίας, την πτώση του τρυγικού ασβεστίου, σε μικρότερο βαθμό, διότι η διαλυτότητα του μειώνεται λιγότερο με την μείωση της θερμοκρασίας καθώς και την πτώση μέρους των χρωστικών στους ερυθρούς οίνους και των πρωτεϊνών (Uberti *et al.*, 2014). Η πτώση των πρωτεϊνών με ψύξη είναι ανεπαρκής, προκειμένου να εξασφαλιστεί η προστασία του οίνου από τα θολώματα πρωτεϊνών, όμως μπορεί να συμπληρώσει την κατεργασία με μπεντονίτη. Η ψύξη προκαλεί αφαίρεση 1-2 mg/L σιδήρου. Τέλος, έχει αρνητικά αποτελέσματα στους οργανοληπτικούς χαρακτήρες των ερυθρών οινών οι οποίοι έχουν υποστεί παλαιώση (Τσακίρης, 1994). Αντίθετα, βελτιώνει εκείνους των νέων κρασιών, διότι μειώνει την ολική οξύτητα όταν είναι αυξημένη, καθώς και τις χρωστικές οι οποίες βρίσκονται σε μεγάλη ποσότητα χωρίς παράλληλα να επιδρά στο άρωμα.

Το οξυγόνο είναι πιο διαλυτό στο κρασί σε χαμηλές θερμοκρασίες, παράλληλα όμως επιβραδύνεται η οξειδωτική δράση, σε βαθμό που η ύπαρξη αρκετού ελεύθερου θειώδη ανυδρίτη να τον καθιστά ικανό να εξουδετερώνει την επίδραση του οξυγόνου (Τσακίρης, 1994).

3.2 Διαύγαση με κολλάρισμα

Κολλάρισμα καλείται η προσθήκη ενός φυσικού ή παρασκευασμένου προϊόντος στους οίνους, που έχει ως σκοπό να προκαλέσει την καθίζηση των αιωρούμενων στερεών σωματιδίων και στη συνέχεια τη διαύγαση των οίνων (Σουφλερός, 2015). Τα προϊόντα τα οποία χρησιμοποιούνται πιο συχνά

προκειμένου να πραγματοποιηθεί η διαύγαση, είναι διάφορες πρωτεϊνούχες ουσίες, οι οποίες στην κοινή γλώσσα των οινολόγων λέγονται κόλλες. Ουσιαστικά, πρόκειται για την προσθήκη σε ένα θολό κρασί μιας ουσίας (κόλλας) ικανής να κροκιδωθεί και να καταβυθιστεί, συμπαρασύροντας τα σωματίδια τα οποία αιωρούνται (Τσακίρης, 1994).

Τα διαυγαστικά αυτά προϊόντα έχουν την ιδιότητα να συσσωματώνονται (δηλαδή να δημιουργούν μεγαλομοριακές ενώσεις) και κατόπιν να καθιζάνουν εξαιτίας του αυξανόμενου βάρους τους (Σουφλερός, 2015). Κατά την διάρκεια της πτώσης τους παρασύρουν τα διάφορα αιωρήματα, με αποτέλεσμα να πραγματοποιείται η διαύγαση του οίνου. Χρησιμοποιούνται για την εξάλειψη ή τη μείωση ανεπιθύμητων ουσιών στον οίνο. Ο κύριος σκοπός της χρήσης τους ειδικότερα, είναι να μαλακώσουν τον οίνο και να μειώσουν τη στυπτικότητα του, μέσω της σύμπλεξης των πρωτεϊνών με τις φαινολικές ενώσεις του κρασιού και την απομάκρυνσή τους μέσω της καθίζησης (Oberholster *et al.*, 2013).

Τα προϊόντα διαύγασης διαφέρουν με διάφορους φυσικοχημικούς τρόπους. Τα διαφορετικά χαρακτηριστικά είναι η κατανομή μοριακού βάρους, το ισοηλεκτρικό σημείο και η πυκνότητα του επιφανειακού φορτίου (Oberholster *et al.*, 2013).

Η συσσωμάτωση των πρωτεϊνών προκαλείται κάτω από την επίδραση της ταννίνης, της οξύτητας, των αλάτων καθώς και διάφορων άλλων παραγόντων. Οι πρωτεΐνες αυτές, όταν προστεθούν σε ένα κρασί ($\text{pH} < 4$) συμπεριφέρονται ως υδρόφιλα κολλοειδή, τα οποία είναι θετικά φορτισμένα και δίνουν με τις ταννίνες σύμπλοκα, φορτισμένα αρνητικά (Τσακίρης, 1994). Τα σύμπλοκα αυτά έχουν ιδιότητες υδρόφιλων κολλοειδών και καταβυθίζονται με την επίδραση θετικά φορτισμένων κατιόντων του οίνου.

Το υπόλειμα που συγκεντρώνεται στον πυθμένα της δεξαμενής μετά την προσθήκη της κόλλας αποτελείται όπως αναφέρθηκε παραπάνω από πρωτεΐνες, ταννίνες καθώς και ορισμένα δισθενή και τρισθενή ιόντα. Για την ίδια ποσότητα προστιθέμενης κόλλας, η ποσότητα της ταννίνης που παρασύρεται είναι περίπου η ίδια, ανεξάρτητα από το είδος της κόλλας (Uberti *et al.*, 2014). Αυξάνει με την

περιεκτικότητα του οίνου σε ταννίνες, χωρίς να υπάρχει αναλογική αύξηση. Παρόμοια για την ίδια συγκέντρωση σε ταννίνες, όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα της προστιθέμενης πρωτεΐνης, τόσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα της ταννίνης η οποία παρασύρεται. Στα πλούσια σε ταννίνες ερυθρά κρασιά, η ποσότητα της ταννίνης που απομακρύνεται, είναι ίση περίπου με αυτή της προστιθέμενης πρωτεΐνης, ενώ στα λευκά η ποσότητα των ταννινών που απομακρύνεται είναι ίση με το 1/5 της πρωτεΐνης, η οποία προστίθεται (Τσακίρης, 1994).

Η μέθοδος της διαύγασης με κολλάρισμα γινόταν στους οίνους από πολύ παλιά, χωρίς ωστόσο να είναι γνωστός ο μηχανισμός της διαύγασης (Σουφλερός, 2015). Τα προϊόντα τα οποία χρησιμοποιούνταν, για το σκοπό αυτό, και που εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται ακόμη και σήμερα σε περιοχές παραδοσιακής οινοποίησης είναι το γάλα, το λεύκωμα (ασπράδι) του αυγού, το αίμα κ.ά. Επίσης, το διαυγαστικό μέσο μπορεί να είναι μια ανόργανη ένωση ή ένα άλας οργανικού οξέος όπως το αλγινικό νάτριο, του οποίου το οξύ μέσα στον οίνο αδιαλυτοποιείται και κροκιδώνεται (Martínez-Lapuente *et al.*, 2017). Οι κόλλες οι οποίες χρησιμοποιούνται σήμερα είναι: οι ζελατίνες, οι αλβουμίνες καθώς και η καζεΐνη.

Απαραίτητες προϋποθέσεις για το κολλάρισμα είναι:

- Ψυχρός καιρός και υψηλή βαρομετρική πίεση.
- Μετάγγιση των νέων κρασιών παρουσία αέρα.
- Πλήρης κατά το δυνατό ανάμιξη των μέσων κολλαρίσματος με το κρασί.
- Προσθήκη θειώδους πριν το κολλάρισμα.

Η δυσκολία του κολλαρίσματος των νέων κρασιών δεν οφείλεται μόνο στην πιθανή έλλειψη ταννινών και τη μεγάλη περιεκτικότητα σωματιδίων τα οποία βρίσκονται σε αιώρηση, αλλά και στη μεγάλη περιεκτικότητα σε προστατευτικά κολλοειδή. Η ζελατίνη είναι επιρρεπής στη δράση τους και λιγότερο η αλβουμίνη. Η καζεΐνη αλλά κυρίως και η υχθυόκολλα είναι πολύ λιγότερο επιρρεπείς (Uberti *et al.*, 2014).

Σύμφωνα με τη σύγχρονη οινική νομοθεσία, μερικά από τα παραπάνω προϊόντα κολλαρίσματος δεν χρησιμοποιούνται, πλέον, (όπως π.χ το αίμα, εξαιτίας της ασθένειας των «τρελών αγελάδων»), ωστόσο ορισμένα άλλα συστατικά εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται (όπως π.χ η ζελατίνη) με την προϋπόθεση να αναγράφονται στην ετικέτα της φιάλης (Σουφλερός, 2015). Εδώ και μερικά χρόνια, οι κόλλες ζωικής προέλευσης αρχίζουν και μεταβιβάζουν, ολοένα και περισσότερο, τη θέση τους στις κόλλες φυτικής προέλευσης. Συνήθως, - μαζί με αυτές τις κόλλες – συμπεριλαμβάνεται και ο μπετονίτης, ο οποίος θεωρείται ως «κόλλα» ανόργανη σε αντιθεση με τα συστατικά τα οποία αποτελούν τις οργανικές κόλλες. Τέλος, στα διαυγαστικά μέσα ανήκει και το διοξειδίο του πυριτίου σε στερεή μορφή ή σε κολλοειδές διάλυμα (Uberti *et al.*, 2014).

Επιστημονική μελέτη του κολλαρίσματος ξεκίνησε τη δεκαετία του 1950, στη Γαλλία από τους Jean Ribereau – Gayon και Emille Peynaud.

3.2.1 Μηχανισμός κολλαρίσματος

Το διαυγαστικό μέσο (ή κόλλα) που προστίθεται προκειμένου να επιτευχθεί διαύγαση του οίνου, σχηματίζει διάφορα συσσωματώματα, κάτω από την επίδραση των εξής παραγόντων: ταννίνη, κατιόντα, οξύτητα, θερμοκρασία κ.α (Muhlack R., and Colby C., 2018). Ο μηχανισμός αυτός βασίζεται στις γενικές ιδιότητες των κολλοειδών.

Επιπλέον, σύμφωνα με παλαιότερες αντιλήψεις, η καθίζηση των πρωτεϊνούχων ουσιών πραγματοποιούνταν από ταννίνες, ως αποτέλεσμα που προέκυπτε εξαιτίας του σχηματισμού κάποιας ένωσης μετά από χημική αντίδραση ανάμεσα στα δύο αυτά σώματα.

Στη σημερινή εποχή, μετά από πολυετή έρευνα και μελέτη του θέματος, θεωρείται ότι η συσσωμάτωση καθώς και η καθίζηση των πρωτεϊνών προκύπτει από την προσρόφηση της ταννίνης πάνω στην κόλλα, βασισμένη στην αντίθεση

των ηλεκτροστατικών τους φορτίων. Επίσης, η παρουσία της ταννίνης δεν είναι αρκετή προκειμένου να πραγματοποιηθεί διαύγαση του οίνου. Αντίθετα, απαιτούνται διάφορα κατιόντα. Η δράση της ταννίνης περιορίζεται στο να αλλάξει το θετικό ηλεκτρικό φορτίο των πρωτεϊνών σε αρνητικό, καθώς και να τις μετατρέψει από υδρόφιλα κολλοειδή σε υδρόφοβα.

Τα καινούρια αυτά κολλοειδή (υδρόφοβα και με αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο) έχουν την ιδιότητα να καθιζάνουν με την επίδραση των κατιόντων, σε αντίθεση με τα αρχικά κολλοειδή (υδρόφιλα και θετικά φορτισμένα).

3.2.1.1. Επίδραση των κατιόντων

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η παρουσία πρωτεΐνης και ταννίνης δεν αρκεί προκειμένου να γίνει μια ικανοποιητική διαύγαση των οίνων. Με αυτές τις δύο ουσίες, ο οίνος θολώνει, όμως η διαύγασή του είναι επίπονη, μακρόχρονη και όχι ικανοποιητική.

Αντίθετα, η ύπαρξη διάφορων αλάτων (Na, K, Ca, Mg) διευκολύνει καθώς και επιταχύνει τη συσσωμάτωση των πρωτεϊνών, οι οποίες καταβυθίζοντας αφήνουν σχεδόν διαυγή τον οίνο (Σουφλερός, 2015).

Ιδιαίτερα σημαντικός είναι ο ρόλος του άλατος του τρισθενούς σιδήρου (Fe^{3+}), ο οποίος είναι πολύ πιο δραστικός συγκριτικά με τα άλλα μέταλλα, προκειμένου να δίνει εξαιρετικά αποτελέσματα.

Ο ρόλος αυτός του τρισθενούς σιδήρου, οφείλει την παρουσία του στο σχηματισμό του συμπλέγματος ταννίνη – σίδηρος, το οποίο είναι αρνητικά φορτισμένο και συσσωματώνεται αμοιβαία με τη θετικά φορτισμένη κόλλα (ζελατίνη), όταν εισάγεται στους οίνους (Uberti *et al.*, 2014). Στην περίπτωση των λευκών οίνων, όπου περιέχεται μικρότερη περιεκτικότητα σε ταννίνη, η αναγκαιότητα του τρισθενούς σιδήρου στη διαύγαση του οίνου είναι μεγαλύτερη. Σε αντίθεση με τους ερυθρούς οίνους, στους οποίους υπάρχει μεγάλη ποσότητα

ταννίνης, ο Fe^{3+} δεν είναι τόσο απαραίτητος στη διαύγαση, όμως δίνει καλύτερα και ταχύτερα αποτελέσματα.

Επιπλέον, η λειτουργία των άλλων αλάτων (τα οποία αναφέρθηκαν παραπάνω), είναι διαφορετική, διότι αυτά δρουν μετά το σχηματισμό του συμπλέγματος πρωτεΐνη – ταννίνη.

Η δράση αυτών των αλάτων ήταν διαδεδομένη από πολύ παλιά, χωρίς ωστόσο να είναι γνωστός ο μηχανισμός της. Εμπειρικά, κατά τη χρησιμοποίηση λευκώματος (ασπράδι) αυγού προκειμένου να επιτευχθεί διαύγαση του οίνου, πραγματοποιούνταν με προσθήκη μαγειρικού άλατος (NaCl).

3.2.1.2. Επίδραση του οξυγόνου

Όταν ένα κρασί αποθηκευτεί απουσία οξυγόνου για μεγάλο χρονικό διάστημα, άρα ο σίδηρος βρίσκεται σε δισθενή μορφή, η κροκίδωση είναι δύσκολη και ατελής (Τσακίρης, 1994). Αντίθετα αερίζοντας το κρασί και μετατρέποντας το δισθενή σίδηρο σε τρισθενή, η κροκίδωση καθώς και η καταβύθιση είναι γρήγορη και τέλεια. Ουσιαστικά η διάλυση του οξυγόνου στους οίνους διευκολύνει και βελτιώνει τη διαύγασή τους (Σουφλερός, 2015). Κάτω από τις ίδιες συνθήκες, η χαμηλή θερμοκρασία ευνοεί την κροκίδωση και καθίζηση. Στην τελευταία, παρατηρούνται διαφορές ακόμη και για διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, της τάξης των 2-3 °C (Martínez-Lapuente *et al.*, 2017). Για το λόγο αυτό το κολλάρισμα είναι απαραίτητο να γίνεται κατά προτίμηση το χειμώνα.

3.2.1.3 Επίδραση της οξύτητας

Σε πειραματικό στάδιο, έχει διαπιστωθεί ότι η οξύτητα επιδρά σημαντικά στη διαύγαση των οίνων κατά τη διάρκεια του κολλαρίσματος. Επίσης, ασκεί επίδραση στην κροκίδωση, κυρίως σε οίνους οι οποίοι είναι φτωχοί σε ταννίνες (Τσακίρης, 1994). Όσο η οξύτητα διατηρείται σε υψηλά επίπεδα, τόσο δυσκολότερη είναι η διαύγαση και κατ' επέκταση τόσο κατώτερο το αποτέλεσμα της (Muhlack R., and

Colby C., 2018). Ολόκληρος ο μηχανισμός του κολλαρίσματος εξελίσσεται σαν να υπάρχει μικρή περιεκτικότητα σε ταννίνη.

Η επίδραση της οξύτητας είναι τόσο σημαντική, που ακόμη και διαφορές pH της τάξης του 0,2 δίνουν πολύ διαφορετικά αποτελέσματα.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, έχει παρατηρηθεί ότι η αποτελεσματικότητα των διαφόρων πρωτεϊνικών παρασκευασμάτων (κόλλες), συγκριτικά με την οξύτητα, κυμαίνεται ανάλογα με το είδος αυτών. Έτσι, διαπιστώθηκε ότι σε λειτουργικούς οίνους οι οποίοι έχουν μέση οξύτητα (pH 3), η καζεΐνη ή η αλβουμίνη δίνουν καλύτερα αποτελέσματα διαύγασης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι ταννίνες, σε pH μεταξύ 2 και 2,5 μεταβάλλεται το ηλεκτρικό φορτίο από αρνητικό σε θετικό, ενώ το pH του οίνου είναι αρνητικό (Uberti *et al.*, 2014). Επομένως, όσο μειώνεται το pH του οίνου προς το 2- 2,5 τόσο εξασθενεί το αρνητικό φορτίο, και με αυτόν τον τρόπο μικραίνει το αποτέλεσμα της διαύγασης.

3.2.1.4 Επίδραση της θερμοκρασίας

Η θερμοκρασία αποτελεί επίσης έναν παραγοντα ο οποίος επηρεάζει σημαντικά την αποτελεσματικότητα του κολλαρίσματος με πρωτεΐνες. Όταν επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες, η διαύγαση πραγματοποιείται καλύτερα και ταχύτερα απ' ό,τι σε υψηλές (Muhlack R., and Colby C., 2018). Τα αποτελέσματα που προκύπτουν είναι πολύ διαφορετικά ανάμεσα σε κολλαρίσματα τα οποία γίνονται το χειμώνα σε θερμοκρασία 10 °C, και σε εκείνα, που επιτελούνται το καλοκαίρι στους 25 °C. Εμπειρικά, εξάλλου, είναι γνωστό ότι το κολλάρισμα είναι απαραίτητο να γίνεται το χειμώνα.

3.2.1.5 Επίδραση των προστατευτικών κολλοειδών

Τα προστατευτικά κολλοειδή, όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, έχουν ως στόχο να παρεμποδίσουν τη συσσωμάτωση διαφόρων άλλων κολλοειδών, και κατά συνέπεια να εμποδίσουν και τη διαύγαση των οίνων.

Ο οίνος περιέχει ορισμένα πολυσακχαρίδια τα οποία δρουν ως προστατευτικά κολλοειδή και τα οποία προέρχονται από το σταφύλι, την αυτόλυση των ζυμών, τη δράση των βακτηρίων της μηλογαλακτικής ζύμωσης καθώς και τη δράση του μύκητα της φαιάς σήψης (Τσακίρης, 1994). Στην τελευταία αυτή περίπτωση σχηματίζεται η γλυκάνη. Πρόκειται για ένα πολυσακχαρίδιο (1,3-β 1,6-β- γλυκόζη) το οποίο εντοπίζεται στα επιδερμικά κύτταρα του φλοιού σε επαφή με τα κύτταρα της σάρκας. Η βίαιη εκχύμωση της ράγας του σταφυλιού έχει ως αποτέλεσμα να εξάγεται γλυκάνη στο γλεύκος (Τσακίρης, 1994). Η τελευταία έχει ινώδη μορφή σαν δίκτυο αράχνης και με την επίδραση της αιθανόλης έχει την ιδιότητα να σχηματίζει συσσωματώματα, τα οποία προκαλούν γρήγορο κλείσιμο των πόρων των ηθμών. Τα πολυσακχαρίδια αυτά παίζουν το ρόλο του προστατευτικού κολλοειδούς, εμποδίζοντας την κροκίδωση των άλλων κολλοειδών. Είναι δυνατό να απομακρυνθούν με διήθηση σε φίλτρο γης διατόμων με αποτέλεσμα η κροκίδωση των κολλαριστικών να είναι ευκολότερη (Muhlack R., and Colby C., 2018). Ουσιαστικά οι οίνοι περιέχουν από τη φύση τους μια ποσότητα προστατευτικών κολλοειδών (κόμμεα, βλεννώδεις ουσίες). Η περιεκτικότητά τους είναι πιο υψηλή σε οίνους, οι οποίοι προέρχονται από σταφύλια που έχουν προσβληθεί από σαπίλα (*Botrytis cinerea*).

Αρκετές φορές προστίθενται προστατευτικά κολλοειδή, όπως το αραβικό κόμμι, προκειμένου να διαφυλάξουν τη διαύγεια των οίνων. Εφόσον, είναι γνωστή η δράση τους, θα πρέπει να αποφεύγεται η προσθήκη αραβικού κόμμεως πριν τη διαδικασία της διαύγασης του οίνου (Τσακίρης, 1994). Αυτα τα κολλοειδή έχουν αρνητική επίδραση στη διαύγαση, η οποία είναι μεγαλύτερη σε υψηλές θερμοκρασίες αλλά και σε υψηλές περιεκτικότητες σε ταννίνη.

Η δυσκολία του κολλαρίσματος των νέων κρασιών δεν οφείλεται μόνο στην πιθανή έλλειψη ταννινών και τη μεγάλη περιεκτικότητα σε σωματίδια, τα οποία βρίσκονται σε αιώρηση, αλλά και στη μεγάλη περιεκτικότητα σε προστατευτικά κολλοειδή (Muhlack R., and Colby C., 2018).

3.2.2. Υπερκολλάρισμα

Μετά την αναφορά των παραπάνω παραγόντων, διαπιστώνεται ότι η απόδοση ενός κολλαρίσματος εξαρτάται αρκετά από αυτούς, και επομένως δεν είναι εφικτό να εφαρμοστούν γενικοί κανόνες, σχετικά με τη χρησιμοποίηση μιας προκαθορισμένης κόλλας σε ποσότητα που είναι ήδη προκαθορισμένη (Σουφλερός, 2015).

Αν οι συνθήκες που επικρατούν δεν είναι κατάλληλες για την πραγματοποίηση της διαύγασης, τότε συμβαίνει το υπερκολλάρισμα. Ουσιαστικά, πρόκειται για φαινόμενο κατά το οποίο οι πρωτεΐνες που προστίθενται δε συσσωματώνονται και δεν καθιζάνουν, αλλά παραμένουν σε διάλυση μέσα στους οίνους. Μεγαλύτερο κίνδυνο για να δημιουργηθεί αυτό το φαινόμενο παρουσιάζει η ζελατίνη, γι' αυτό πρέπει να αποφεύγεται η χρήση της σε λευκά κρασιά τα οποία είναι πολύ φτωχά σε ταννίνες (Τσακίρης, 1994). Ακολουθεί η αλβουμίνη αυγού και τελευταία έρχεται η αλβουμίνη αίματος. Οι υπόλοιπες κόλλες δεν προκαλούν υπερκολλάρισμα.

Το υπερκολλάρισμα λαμβάνει χώρα σε οίνους οι οποίοι έχουν μικρή περιεκτικότητα σε ταννίνη (πχ λευκοί οίνοι), σε υψηλές θερμοκρασίες και υψηλές οξύτητες, καθώς και σε περιπτώσεις που υπάρχουν προστατευτικά κολλοειδή.

Το φαινόμενο αυτό αποτελεί κίνδυνο για τη μελλοντική σταθερότητα της διαύγειας του οίνου, διότι ο οίνος -αν και μακροσκοπικά θεωρείται διαυγής σε ορισμένες δεδομένες συνθήκες- θα θολώσει, όταν οι συνθήκες αυτές αλλάξουν (Jaeckels *et al.*, 2017). Τέτοια θολώματα παρουσιάζονται όταν ο οίνος: ψυχθεί ή θερμανθεί, αναμιχθεί με άλλους οίνους, εμπλουτιστεί με ταννίνες μετά από μακρόχρονη παραμονή σε βαρέλι κ.α.

Προκειμένου να αποτραπούν οι κίνδυνοι για να δημιουργηθούν μελλοντικά θολώματα, τα οποία οφείλονται στο υπερκολλάρισμα, είναι απαραίτητο να γίνει έρευνα για την ύπαρξη του. Για το σκοπό αυτό, προστίθεται 500 mg ταννίνης σε δείγμα οίνου ενός λίτρου (Σουφλερός, 2015). Μετά από 24 ώρες, ελέγχεται η εμφάνιση θολώματος, του οποίου η ένταση προσδιορίζει και τη σπουδαιότητα του υπερκολλαρίσματος.

Η αντιμετώπιση αυτού του φαινομένου πραγματοποιείται προσθέτοντας την ελάχιστη απαραίτητη ποσότητα ταννίνης, προκειμένου να καταβυθιστεί η πρωτεΐνη. Μια τέτοια κατεργασία προσδίδει πικράδα στα λευκά κρασιά και τα καθιστά σκληρά (Muhlack R., and Colby C., 2018).

3.2.2.1 Προσθήκη ταννίνης

Όπως διαπιστώθηκε παραπάνω, η ταννίνη παίζει σπουδαίο ρόλο στο κολλάρισμα των οίνων και επομένως η παρουσία της, σε συγκεκριμένη ποσότητα, θεωρείται απαραίτητη (Σουφλερός, 2015). Για τους ερυθρούς οίνους, οι οποίοι περιέχουν μεγάλες ποσότητες ταννινών, δεν υπάρχει κανένα πρόβλημα. Το πρόβλημα, όμως, εμφανίζεται στους λευκούς οίνους, οι οποίοι – σε αντίθεση με τους ερυθρούς- είναι πλούσιοι σε πρωτεΐνες και πολύ φτωχοί σε ταννίνες. Επομένως, συχνά, προκύπτει η ανάγκη να προστεθεί ταννίνη για δύο κυρίως λόγους:

- Είτε γιατί πρέπει να απομακρυνθεί η περίσσεια των πρωτεϊνών, προκειμένου να αποφευχθούν μελλοντικά προβλήματα αστάθειας της διαύγειας του οίνου.
- Είτε γιατί, συχνά, πραγματοποιείται η τεχνική του κολλαρίσματος με κάποια πρωτεϊνούχο ουσία, όπως είναι η ζελατίνη, η οποία για να συσσωματωθεί έχει την ανάγκη από την παρουσία της ταννίνης. Αντίθετα, η καζεΐνη συσσωματώνεται, χωρίς την ύπαρξη της ταννίνης (Muhlack R., and Colby C., 2018). Επίσης, η ιχθυόκολλα μετά από προσθήκη ταννίνης, προκαλεί διαύγαση του οίνου η οποία δεν είναι τόσο επιτυχής, δηλαδή διαυγάζει τον οίνο λιγότερο καλά.

Η ταννίνη προστίθεται σε περιεκτικότητα ίση με εκείνη της ζελατίνης. Η πρώτη «σκληραίνει» τον οίνο και τον κάνει ευαίσθητο στο «μαδερισμό».

Στο εμπόριο είναι διαθέσιμα διάφορα παρασκευάσματα οινολογικής ταννίνης σε μορφή διαλυμάτων, από τα οποία είναι κατάλληλα εκείνα που έχουν ως διαλύτη νερό ή αλκοόλη.

3.2.3. Προϊόντα διαύγασης και επιλογή αυτών

Τα προϊόντα τα οποία χρησιμοποιούνται για την κατεργασία του κολλαρίσματος των οίνων είναι πολυάριθμα. Μεταξύ αυτών διακρίνονται οι διαλυτές ζωικές πρωτεΐνες, οι οποίες περιέχονται σε ορισμένα φυσικά προϊόντα, όπως είναι το αυγό, το αίμα καθώς και το γάλα (Muhlack R., and Colby C., 2018). Οι πρωτεΐνες αυτές ανήκουν αντίστοιχα στις αλβουμίνες, στις γλοβουλίνες και στις καζεΐνες και εφαρμόζονται χωρίς να χρειάζεται να υποστούν κάποια μεταβολή. Σε άλλες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται, επίσης, οι ζελατίνες οι οποίες προέρχονται από ζωικούς ιστούς μετά από θερμική επεξεργασία.

Στην κατηγορία των διαυγαστικών ουσιών μπορούν να συμπεριληφθούν και τα διάφορα οινολογικά παρασκευάσματα, τα οποία αποτελούν μίγματα πρωτεϊνών (κόλλες) και άλλων ουσιών (Σουφλερός, 2015). Τέτοια διαυγαστικά είναι τα μίγματα του μπεντονίτη με σκόνη αίματος, με σκόνη ζελατίνης κ.α. Επιπλέον, άλλες ουσίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, είναι οι φυτικές πρωτεΐνες από φύκια, δημητριακά, όσπρια κ.α καθώς διάφορες άλλες ουσίες, όπως: η πολυβινυλοπυρρολιδόνη, η σκόνη νάυλον κ.α.

Όλα τα παραπάνω προϊόντα διαύγασης, μπορούν να ενταχθούν σε μία από τις ακόλουθες κατηγορίες:

- ❖ Οργανικές κόλλες ζωικής προέλευσης: Ζελατίνες, αλβουμίνες, καζεΐνες
- ❖ Οργανικές κόλλες φυτικής προέλευσης
- ❖ Άλατα αλγινικού οξέος: Συστατικά των φυκιών
- ❖ Ανόργανες κόλλες: Μπεντονίτης
- ❖ Μίγματα πρωτεϊνών με διάφορες ουσίες
- ❖ Οινολογική ταννίνη

Η κατάλληλη κόλλα, για τη διαύγαση ενός οίνου, επιλέγεται με βάση την απόδοσή της σε διάφορες δοκιμές. Είναι πολύ μεγάλος ο αριθμός των προϊόντων και τόσο διαφορετικές οι συνθήκες, με αποτέλεσμα να επηρεάζουν τη δράση της κάθε κόλλας (Jaeckels *et al.*, 2017). Γι' αυτό το λόγο για την επιλογή του

κατάλληλου είδους και της ποσότητας της κόλλας που θα χρησιμοποιηθεί, λαμβάνονται υπόψη τα πειραματικά δεδομένα στα οποία έχουν εφαρμοστεί.

Οι δοκιμές πραγματοποιούνται σε διαφανή δοχεία μικρών αποστάσεων (γυάλινες φιάλες, γυάλινοι σωλήνες), τα οποία –αν και δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα- επιβάλλονται ωστόσο από πρακτικούς λόγους.

Για να αξιολογηθεί η καταλληλότητα μιας κόλλας, λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω κριτήρια:

- Ταχύτητα συσσωμάτωσης (εμφάνιση κροκίδων).
- Ταχύτητα καθίζησης.
- Βαθμός διαύγειας μετά από επαρκή παραμονή.
- Ύψος (πάχος) του ιζήματος στον πυθμένα του δοχείου.
- Ποσότητα ιζήματος.

Ως καταλληλότερη θεωρείται η κόλλα η οποία διαυγάζει καλύτερα, καθιζάνει ταχύτερα και αφήνει το μικρότερο όγκο ιζήματος.

Από δοκιμές που έγιναν μέχρι σήμερα, σχετικά με το είδος και την ποσότητα της χρησιμοποιούμενης κόλλας καθώς και το είδος του οίνου, εξάγονται οι παρακάτω πληροφορίες:

Οίνοι λευκοί		Οίνοι ερυθροί	
Προτεινόμενη κόλλα	Ποσότητα g/Ηl	Προτεινόμενη κόλλα	Ποσότητα g/Ηl
Ιχθυόκολλα	1-2,5	Ζελατίνη	10-15
Σκόνη αίματος (*)	10-15	Σκόνη αίματος	15-25
Καζεΐνη	10-100	Αλβουμίνη αυγού	6-10
Μπεντονίτης	25-50 και πλέον	Μπεντονίτης	25-40

(*) Δεν χρησιμοποιείται πλέον, εξαιτίας της ασθένειας των τρελών αγελάδων

3.2.3.1. Πρωτεϊνικές ουσίες κολλαρίσματος

3.2.3.1.1. Ζελατίνη ή οστεόκολλα

Η ζελατίνη προστίθεται στο λευκό γλεύκος και ιδιαίτερα στο γλεύκος πίεσης, προκειμένου να βοηθήσει την διαύγαση και να μειώσει το επίπεδο των φαινολικών ενώσεων, τα οποία συνδέονται με την πικράδα, τη στυπτικότητα καθώς και την αμαύρωση. Για τον ίδιο λόγο προστίθεται και στον ερυθρό οίνο απ' όπου όμως είναι δυνατό να αφαιρέσει και ορισμένο χρώμα (Muhlack R., and Colby C., 2018). Η ουσία αυτή αλληλεπιδρά κυρίως με μεγαλύτερες πολυμερισμένες φαινολικές ενώσεις. Σε ορισμένες περιπτώσεις, προστίθεται συνδυαστικά με διοξείδιο του πυριτίου ή με ταννίνη με σκοπό να δώσει καλύτερα αποτελέσματα στη διαύγαση των λευκών οίνων.

Η ζελατίνη είναι η πιο «δυνατή» από τις πρωτεϊνικές ουσίες κολλαρίσματος και είναι ικανή να οδηγήσει σε υπερκολλάρισμα καθώς και αφαίρεση χρώματος (Uberti *et al.*, 2014). Επειδή είναι διαλυτή στο κρασί και θερμικά ασταθής πρωτεΐνη, αν χρησιμοποιηθεί σε περίσσεια, είναι δυνατό να προκαλέσει σχηματισμό πρωτεϊνικού θολώματος στους οίνους με χαμηλή περεκτικότητα σε ταννίνη, π.χ τύποι ροζέ.

Παρασκευάζεται μετά από μακρόχρονη θερμική επεξεργασία – σε αυτόκλειστο- ουσιών με κολλαγόνο, όπως οστά ζώων, χόνδροι και δερματοξέσματα. Στο εμπόριο συναντιέται σε λεπτά διαφανή φύλλα, σε πλάκες ορθογώνιες, σε λεπτά φιλίδια (ροκανίδια) ή σε λεπτά νήματα ή τέλος σε σκόνη. Το χρώμα της κυμαίνεται από το άγχρωμο μέχρι το καστανέρυθρο, ανάλογα με την καθαρότητά της (Σουφλερός, 2015).

Η ζελατίνη, η οποία χρησιμοποιείται στην οινοποιία, πρέπει να είναι ολότελα καθαρή και να μη προσδίδει καμία οσμή και γεύση στους οίνους.

Για να χρησιμοποιηθεί πρέπει να διαλυθεί σε ζεστό νερό (40 °C). Ενδείκνυται για τη διαύγαση των ευθρών και ερυθρωπών (ροζέ) οίνων σε αναλογία 10 ή 15 g/hL, αντιστοίχως.

3.2.3.1.2. Ιχθυόκολλα ή ψαρόκολλα

Η ιχθυόκολλα είναι παρασκεύασμα, το οποίο προέρχεται από το κολλαγόνο του ψαριού οξύρρυγχος και χρησιμοποιείται κυρίως στη διαύγαση των λευκών οίνων. Επίσης, προσδίδει μια εξαιρετική διαύγεια στον οίνο και έχει μικρότερη αρνητική επίδραση στο σώμα του κρασιού, σε σχέση με τη ζελατίνη (Uberti *et al.*, 2014). Η κόλλα αυτή αντιδρά με τα μονομερή και τις μικρότερες πολυφαινολικές ενώσεις και με αυτόν τον τρόπο μπορεί να συμβάλλει στην απομάκρυνση της τραχιάς γεύσης. Τα ιζήματα που δημιουργούνται τείνουν να είναι ελαφριά και καταλαμβάνουν μεγάλο όγκο. Κατά τη μετάγγιση /φιλτράρισμα, απαιτείται προσοχή προκειμένου να μην διαταραχθεί η οινολάσπη. Η περίσσεια ιχθυόκολλας είναι ικανή να προκαλέσει θόλωμα καθώς και να προσδώσει οσμή ψαριού στο κρασί.

Στο εμπόριο απαντάται με τη μορφή ροκανιδιών ή λεπτών νημάτων. Η ιχθυόκολλα, που χρησιμοποιείται στους οίνους ή σε άλλα τρόφιμα, είναι απαραίτητο να είναι απαλλαγμένη από την οσμή των ψαριών και να έχει λευκό χρώμα.

Επιπλέον, η ιχθυόκολλα συνιστάται για τους λευκούς οίνους και δίνει πολύ καλά αποτελέσματα. Χρησιμοποιείται σε μικρές δόσεις, δε δημιουργεί κινδύνους υπερκολλαρίσματος και απαιτεί πολύ λίγη ταννίνη για να συσσωματωθεί (Jaeckels *et al.*, 2017). Αντίθετα, ως μειονεκτήματα της ιχθυόκολλας αποτελούν η βραδεία καθίζηση και το ογκώδες ίζημα.

Η ουσία αυτή χρησιμοποιείται σε μορφή gelee, που σχηματίζεται μετά από διόγκωση της για 10 ώρες σε κρύο νερό, παρουσία μικρής ποσότητας οξέος. Σε καμία περίπτωση δεν επιτρέπεται η θέρμανσή της.

Για την παρασκευή του ζελέ εισάγονται σε 100 λίτρα νερού: 10 Kg ιχθυόκολλας, 100 g τρυγικού οξέος και 20 g SO₂. Η κόλλα διογκώνεται σε λίγες ώρες και στη συνέχεια ακολουθούν επαναλαμβανόμενες αναδεύσεις (Σουφλερός, 2015). Συνιστάται να χρησιμοποιείται σε δόσεις της τάξης του 1- 2,5 g ξηρής κόλλας ανά hL οίνου.

3.2.3.1.3. Λεύκωμα αυγού ή ασπράδι (Αλβουμίνη αυγού)

Το λεύκωμα αυγού, νωπού η αποξηραμένου, περιέχει αλβουμίνη και γλοβουλίνη, οι οποίες συνιστούν 2-2,5 g ενεργού πρωτεΐνης για κάθε αυγό.

Η χρήση του λευκώματος του αυγού προϋποθέτει και την ταυτόχρονη προσθήκη NaCl, προκειμένου να διαλυθεί η γλοβουλίνη η οποία δεν είναι διαλυτή στο κρύο νερό (Σουφλερός, 2015). Αντίθετα, η αλβουμίνη διαλύεται στο κρύο νερό.

Το ασπράδι του αυγού, για να δώσει καλά αποτελέσματα, είναι απαραίτητο να μη σχηματίσει αφρό πριν ενσωματωθεί στους οίνους, διότι τότε παραμένει στην επιφάνεια και έτσι δε συμμετέχει στη διαδικασία του κολλαρίσματος.

Το λεύκωμα του αυγού συνιστάται μόνο για τη διαύγαση των ερυθρών οίνων και χρησιμοποιούνται 2-3 ασπράδια αυγού για κάθε hL οίνου. Ένα αυγό μεσαίου μεγέθους με ασπράδι περίπου 30 g περιέχει 12 g καθαρή πρωτεΐνη.

Η αλβουμίνη του αυγού συναντάται, επίσης, στο εμπόριο με τη μορφή σκόνης η κατεψυγμένου λευκώματος αυγού (Σουφλερός, 2015). Η χρησιμοποίησή της κάνει τους οίνους πιο απαλούς, χωρίς να τους «αδυνατίζει» καθώς σέβεται τη λεπτότητα τους. Προστίθεται 6-10 g/hL. Επίσης, δημιουργεί συσσωματώματα με μερικές ταννίνες του οίνου και απομακρύνει την πλεονάζουσα ποσότητα της πίκρας και της στυπτικότητας. Καθιερώθηκε σαν η πρωτεΐνη που σέβεται περισσότερο την ισορροπία και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των οίνων. Στις κανονικές δοσολογίες χρήσεως, δεν υπάρχει κίνδυνος να παρουσιάσει το κρασί το φαινόμενο του υπερκολλαρίσματος (Jaeckels *et al.*, 2017).

Ωστόσο, τα υπολείμματα του λευκώματος του αυγού στο τελικό κρασί, ενδέχεται να παρουσιάσουν κίνδυνο για τα άτομα που είναι αλλεργικά στα αυγά διότι περιέχει αρκετές αλλεργιογόνες πρωτεΐνες όπως η ωοαλβουμίνη, η ωοτρανσφερρίνη και η λυσοζύμη (Uberti *et al.*, 2014). Αν και η αλλεργία στις πρωτεΐνες των αυγών είναι σπάνια στους ενήλικες, η παρουσία των πρωτεϊνών αυτών στον οίνο μπορεί να προκαλέσει ανεπιθύμητες ενέργειες σε ευαίσθητα άτομα.

3.2.3.1.4 Αίμα νωπό η αποξηραμένο (Δεν χρησιμοποιείται, πλέον, λόγω της ασθένειας των «τρελών αγελάδων»)

Το αίμα περιέχει 70 g/hL ενεργού αλβουμίνης. Προέρχεται από τα σφαγεία και παλαιότερα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στη διαύγαση του οίνου ως νωπό ή ως αποξηραμένο (αφυδάτωση σε χαμηλή θερμοκρασία). Η μορφή σκόνης είναι πιο πρακτική και διατίθενται στο εμπόριο σε μίγμα με απορροφητικό άνθρακα, σε αναλογία 5-10 % (Σουφλερός, 2015). Ο άνθρακας έχει ως σκοπό την απόσμιση του φυσικού αυτού προϊόντος, τη διατήρηση του καθώς και τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στη διαύγαση.

Η αλβουμίνη του αίματος χρησιμοποιούνται τόσο για τους λευκούς όσο και για τους ερυθρούς οίνους, σε αναλογία 10-15 g/hL και 15-25 g/hL αποξηραμένης σκόνης, αντίστοιχα. Το νωπό αίμα προστίθεται σε αναλογία 100-200 g/hL. Η σκόνη διαλύεται σε κρύο νερό, στο οποίο –για να γίνει πιο εύκολη η διάλυσή του– προστίθεται όξινο ανθρακικό νάτριο (Σουφλερός, 2015).

3.2.3.1.5. Γάλα και Καζεΐνη (Καζεϊνικό κάλιο)

Το γάλα περιέχει 30 g καζεΐνης και 10 -15 g αλβουμίνης ανα λίτρο και αποτελεί, για το λόγο αυτό, ένα από τα διαυγαστικά του οίνου. Πολλές φορές χρησιμοποιείται μόνο η καζεΐνη του γάλακτος, η οποία συναντάται σε μορφή σκόνης (Σουφλερός, 2015).

Η χρησιμοποίηση αυτών των προϊόντων ενδείκνυται για τη διαύγαση των λευκών οίνων.

Το γάλα μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε αποβουτυρωμένο είτε πλήρες, σε αναλογία 0,5 g/hL. Το αποβουτυρωμένο γάλα έχει την ικανότητα να διαυγάσει αλλά και να αποχρωματίζει τους οίνους, ενώ το πλήρες προκαλεί επιπλέον και απόσμηση (αφαίρεση δυσάρεστων οσμών και γεύσεων). Εξατίας της ιδιότητας του γάλακτος να αποχρωματίζει, το προϊόν αυτό δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ερυθρούς και ροζέ οίνους.

Η καζεΐνη χρησιμοποιείται σε αναλογίες των 15-20 g/hL, ενώ για ορισμένες διορθώσεις μπορεί να φτάσει στα 100 g/hL, αφού η καζεΐνη δε δημιουργεί το φαινόμενο του υπερκολλαρίσματος (Jaeckels *et al.*, 2017).

Επιπλέον, η καζεΐνη ενδείκνυται για τον αποχρωματισμό των κιτρινισμένων και οξειδωμένων λευκών οίνων και προστατεύει από το «μαδερισμό», εξαιτίας της αφαίρεσης των υπεύθυνων πολυφαινολών.

Το πρωτεϊνούχο αυτό προϊόν χρησιμοποιείται διαλύοντας το σε 15πλάσιο όγκο κρύου νερού, το οποίο περιέχει όξινο ανθρακικό νάτριο ή απλώς ανθρακικό νάτριο ή κάλιο σε αναλογία 10-15% (Σουφλερός, 2015).

Ακόμη, ένας άλλος τύπος καζεϊνικών ουσιών είναι τα καζεϊνικά άλατα καλίου. Εκείνο που χρησιμοποιείται πιο συχνά είναι το καζεϊνικό κάλιο (Uberti *et al.*, 2014). Η καζεΐνη χρησιμοποιείται κυρίως στο λευκό κρασί ή γλεύκος για να μειωθεί το επίπεδο των φαινολικών ενώσεων και η πικράδα/αμαύρωση. Έχει περιορισμένη διαυγαστική δράση.

3.2.3.2. Μη πρωτεϊνικές ουσίες κολλαρίσματος

3.2.3.2.1. PVPP (Πολυβινυλ-πολυπυρολιδόνη)

Το PVPP είναι ένα συνθετικό πολυμερές που χρησιμοποιείται για τη μείωση του επιπέδου των φαινολικών ενώσεων που συνδέονται με την αμαύρωση και την

στυπτικότητα στο λευκό κρασί. Χρησιμοποιείται ιδιαίτερα στον οίνο πίεσεως και σε ορισμένες περιπτώσεις στα ελαφρά χρωματισμένα κόκκινα κρασιά. Πρακτικά, είναι αδιάλυτο στο κρασί και απορροφά κατά κύριο λόγο τα φαινολικά συστατικά χαμηλού μοριακού βάρους, ιδιαίτερα τις ανθοκυάνες και τις κατεχίνες (Muhlack R., and Colby C., 2018). Σε υψηλά ποσοστά, το PVPP μπορεί να οδηγήσει στην αλλοίωση του χρώματος και της γεύσης και θα πρέπει να χρησιμοποιείται με προσοχή. Μερικές φορές χρησιμοποιείται ως συν-διαυγαστικό μέσο με τον άνθρακα, για τη μείωση του χρώματος. Χρησιμοποιείται επίσης ως μικτό μέσο κολλαρίσματος, π.χ. με καζεϊνικά άλατα καλίου και διοξείδιο του πυριτίου. Αυτή η ιδιότητά του, τείνει να μειώσει τη επίδραση του κολλαρίσματος. Τέλος, ένα πλεονέκτημα του PVPP είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέσο για την απομάκρυνση των φαινολικών ενώσεων μετά την πρωτεϊνική σταθεροποίηση.

3.2.3.2.2. Άνθρακας

Ο άνθρακας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την απομάκρυνση του χρώματος, των οσμών και γεύσεων από το γλεύκος και το κρασί. Οι ενώσεις που πρέπει να αφαιρεθούν απορροφώνται με φυσικό τρόπο από τη μεγάλη επιφάνεια των σωματιδίων του άνθρακα (Muhlack R., and Colby C., 2018)

Ο άνθρακας θεωρείται ένα αυστηρό και σχετικά μη-εξειδικευμένο υλικό κολλαρίσματος και θα πρέπει να χρησιμοποιείται με μεγάλη προσοχή.

3.2.3.2.3. Διοξείδιο του πυριτίου

Τα παρασκευάσματα του διοξειδίου του πυριτίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να βοηθήσουν στην κροκίδωση και καθίζηση της προστιθέμενης ζελατίνης ενισχύοντας έτσι τη διαυγαστική δράση της. Το ποσοστό συμμετοχής του στην παρασκευή του μίγματος για το κολλάρισμα προσδιορίζεται από τον προμηθευτή (Jaeckels *et al.*, 2017).

3.2.3.2.4. Μπεντονίτης

Ο μπεντονίτης, γνωστός και ως αργιλόκολλα, είναι ενυδατωμένο πυριτικό αργίλιο (μοντμοριλονίτης) και χρησιμοποιείται τόσο για τη διαύγαση των οίνων όσο και για τη σταθεροποίησή τους. Η μέχρι σήμερα εμπειρία έδειξε ότι ο μπεντονίτης ως προς τη διαυγαστική του ικανότητα, είναι κατώτερος από τις κόλλες που χρησιμοποιούνται, ενώ αντίθετα διαθέτει σημαντική ικανότητα σταθεροποίησης των οίνων. Θεωρείται ότι είναι ο μόνος παράγοντας λείανσης ο οποίος, όπως αναφέρθηκε, είναι ικανός να στεθεροποιήσει τον οίνο, και κατά συνέπεια να τον προστατέψει από τον σχηματισμό πρωτεϊνικού θολώματος μετά την εμφιάλωση (Jaeckels *et al.*, 2017). Χρησιμοποιείται από τους οινοπαραγωγούς, για τον οινολογικό έλεγχο της αστάθειας των πρωτεϊνών, σε βιομηχανική κλίμακα, από τη δεκαετία του 1930 (Muhlack R., and Colby C., 2018).

Επιπλέον, χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση των ασταθών πρωτεϊνών. Είναι ένα αρνητικά φορτισμένο, αργιλώδες κολλοειδές και αντιδρά με θετικά φορτισμένες πρωτεΐνες προκαλώντας την καθίζηση τους στο κρασί (Jaeckels *et al.*, 2017). Επειδή το θετικό φορτίο στις πρωτεΐνες είναι ισχυρότερο σε χαμηλότερες τιμές pH, η αποτελεσματικότητα του μπεντονίτη είναι μεγαλύτερη σε οίνους με χαμηλότερες τιμές pH. Εάν πρόκειται να γίνει ρύθμιση του pH και της ογκομετρούμενης οξύτητας του κρασιού, τότε αυτό θα πρέπει να πραγματοποιείται πριν από το κολλάρισμα με μπεντονίτη, δεδομένου ότι η σταθερότητα μπορεί να είναι διαφορετική κάτω από τις νέες συνθήκες pH.

Ο μπεντονίτης συμπεριφέρεται ως ιοντοανταλλάκτης με μικρή δυνατότητα ιονοανταλλαγής εμπλουτίζοντας τον οίνο με ιόντα νατρίου και δεσμεύοντας μεταλλικά κατιόντα (Τσακίρης, 1994). Η κύρια δράση του είναι η δυνατότητα να δεσμεύει τις πρωτεΐνες του οίνου συμπεριλαμβανομένων και των πρωτεϊνών ενζύμων και των κολλοειδών χρωστικών ενώσεων.

Η προσθήκη του μπεντονίτη συνιστάται να γίνεται στο γλεύκος και όχι στον οίνο και μάλιστα πριν από την έναρξη της αλκοολικής ζύμωσης. Αυτό πρέπει να

γίνεται διότι, μπορεί να επιβραδυνθεί η ζύμωση, λόγω της επίδρασής του στο γλεύκος και την πιθανή απομάκρυνση ορισμένων αυξητικών παραγόντων, όπως τα λιπαρά οξέα, τα φωσφολιπίδια και οι στερόλες (Butzke C., 2010). Η εφαρμογή του στην κατάλληλη αυτή στιγμή έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της απαιτούμενης εργασίας, τη μικρότερη ταλαιπωρία του παρασκευασμένου οίνου καθώς και την καθίζηση του μπεντονίτη μετά την αλκοολική ζύμωση, χωρίς επαύξηση της οινολάσπης (Σουφλερός, 2015)

Η προσθήκη του μπεντονίτη έχει ως αποτέλεσμα:

- Την απομάκρυνση μέρους των πρωτεϊνών οι οποίες υπάρχουν στον οίνο, μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο του πρωτεϊνικού θολώματος. Οι πρωτεΐνες έχουν την ικανότητα να σχηματίζουν συσσωματώματα τα οποία δημιουργούν θολώματα.
- Τη μερική δέσμευση των οξειδωτικών ενζύμων (πολυφαινολοξυδάσες), υποβοηθώντας έτσι τη δράση του θειώση ανυδρίτη (SO₂).
- Τον ελαφρό αποχρωματισμό του γλεύκους.
- Την οργανοληπτική βελτίωση των οίνων.
- Τη βελτίωση της φυσικής διαύγασης αυτών.
- Την προστασία των οίνων από τα θολώματα χαλκού κ.α.

Ωστόσο ο χειρισμός του προκαλεί ανησυχίες για θέματα επαγγελματικής υγείας και ασφάλειας και γι'αυτο το λόγο, δίνεται σήμερα μεγαλύτερη προσοχή στην ανάπτυξη εναλλακτικών πρακτικών για τη σταθεροποίηση των οίνων, που θα διατηρούν την ποιότητα, θα μειώσουν το κόστος και κατά συνέπεια θα είναι πιο βιώσιμες (Sauvage *et al.*, 2010).

Ο μπεντονίτης χρησιμοποιείται κυρίως σε λευκά κρασιά, όμως, εξαιτίας του μικρού κλάσματος του αζώτου, μπορεί να προκαλέσει την εμφάνιση θολώματος και αλλαγές στη γεύση σε λευκούς και ροζέ οίνους (Xifang *et al.*, 2007).

Οι δόσεις, που χρησιμοποιούνται, εξαρτώνται από την περιεκτικότητα του γλεύκους σε πρωτεΐνες καθώς και από την ποιότητα του μπεντονίτη και

κυμαίνονται από 50 ως 100 g/hL γλεύκους (Σουφλερός, 2015). Ο μπεντονίτης, σε μικρές συγκεντρώσεις (0.1 με 0.2 g/L), μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την απομάκρυνση των ασταθών κολλοειδών χρωστικών σε νέους ερυθρούς οίνους.

3.2.3.3. Μίγματα διαυγαστικών και άλλα διαυγαστικά

Προκειμένου να αυξηθεί η ταχύτητα διαύγασης των οίνων, χρησιμοποιούνται σήμερα πολυάριθμα διαυγαστικά προϊόντα. Η αρχή λειτουργίας των προϊόντων αυτών, βασίζεται στην ταυτόχρονη προσθήκη στους οίνους, ουσιών με αντίθετα ηλεκτρικά φορτία, που έχει ως αποτέλεσμα να πραγματοποιείται ταχύτερα η συσσωμάτωση καθώς και η κατακρήμνιση αυτών (Σουφλερός, 2015).

Τέτοιου είδους προϊόντα αποτελούν τα μίγματα του μπεντονίτη ή παρόμοιων αργίλων με σκόνη αλβουμίνης ή σκόνη αίματος. Πιο πολύπλοκα μίγματα είναι εκείνα που αποτελούνται από: σκόνη αίματος 25% κατά βάρος, NaCl 10% κατά βάρος και καολίνη 65% αντιστοίχως. Ή εκείνα τα οποία περιέχουν σκόνη αίματος 35% κατά βάρος, άνθρακα 5%, μπεντονίτη + διατομίτη 30%, NaCl 20% και KHSO₃ 10% αντίστοιχα.

Τα παραπάνω μίγματα χρησιμοποιούνται σε δόσεις των 50 g/hL.

Επίσης, γίνεται χρήση και άλλων προϊόντων για τον σκοπό αυτό, όπως: το σιδηροκυανιούχο κάλι (μπλε κόλλα), το αγαρ-άγαρ, η μεθυλοκυτταρίνη, η διαλυτή πολυβινυλοπυρρολιδόνη (PVP), το nylon, μερικές πρωτεΐνες φυτικές προέλευσης όπως η σόγια, η κόλλα λουξ, το μίγμα Kieselsol- ζελατίνη (ενδείκνυται για λευκούς οίνους κ.α). Το Kieselsol είναι ένα κολλοειδές διάλυμα του πυριτίου (SiO₂) σε νερό 30% και προστίθεται αντί της ταννίνης.

Η σχέση Kieselsol/ ζελατίνη κυμαίνεται από 5/1 μέχρι 10/1. Τα αποτελέσματα της διαύγασης με αυτό το μίγμα είναι εξαιρετικά (Xifang *et al.*, 2007).

Επιπλέον, η πολυβινυλοπυρρολιδόνη (PVPP), είναι ένα από τα διαυγαστικά τα οποία χρησιμοποιούνται στις ΗΠΑ για τη διαύγαση των οίνων. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι, καλύτερα αποτελέσματα για τους

ερθρούς οίνους οι οποίοι έχουν διορθωθεί με PVPP παρά με ζελατίνη. Η κόλλα αυτή έχει την ιδιότητα να παρασύρει περισσότερο ταννίνη και έτσι να επιταχύνει τη διαδικασία της διαύγασης. Σε αντίθεση με τα προηγούμενα, στους λευκούς οίνους υπερτερεί η διαύγαση με ζελατίνη (Σουφλερός, 2015).

Το νυλον επίσης συνιστάται για να καλυτερεύσει το χρώμα των λευκών οίνων, διότι αφαιρεί τα συστατικά τα οποία ευθύνονται για την πρόκληση του καστανού θολώματος, αυξάνει την αντίσταση στο θόλωμα αυτό και μειώνει την περιεκτικότητα σε ανθοκυάνες και ταννίνες.

Για την καλύτερη απόδοση των παραπάνω διαυγαστικών, θεωρείται ότι σκόπιμο να γίνεται προσδιορισμός τους είδους και της δόσης τους μετά από πειραματισμούς.

Η χρησιμοποίηση ή μη του καθενός από τα προαναφερόμενα διαυγαστικά υλικά προβλέπεται από την οινική νομοθεσία της κάθε χώρας.

3.2.3.4. Προσθήκη πρωτεϊνολυτικών ή/και πηκτινολυτικών ενζύμων

Τα πρωτεϊνολυτικά ένζυμα, αλλά ιδιαίτερα τα πηκτινολυτικά, παίζουν σπουδαίο ρόλο στη διευκόλυνση καθώς και στην επιτάχυνση της διαύγασης απελευθερώνοντας περισσότερα συστατικά χρώματος και γεύσης τα οποία είναι παγιδευμένα στη φλοίδα του σταφυλιού, διευκολύνοντας την απελευθέρωση των φαινολικών ενώσεων (Belda *et al.*, 2016). Τα μόρια τα οποία θα προκύψουν από την υδρόλυση των πρωτεϊνών και πηκτίνων είναι πολύ μικρά, προκειμένου να σχηματίσουν επικίνδυνα κολλοειδή.

Η χρήση των πηκτινολυτικών ενζύμων θεωρείται απαραίτητη, ιδιαίτερα, για τους ερυθρούς οίνους πίεσης- οι οποίοι περιέχουν μεγαλύτερη ποσότητα πολυσακχαριτών σε σύγκριση με τους οίνους εκροής – και τους οίνους οι οποίοι προέρχονται από τη θερμοοινοποίηση. Η θερμική επεξεργασία της σταφυλόμαζας καταστρέφει τα πηκτινολυτικά ένζυμα και η προσθήκη τους θεωρείται απαραίτητη (Butzke C., 2010).

Επιπλέον, μεγάλη περιεκτικότητα σε πολυσακχαρίτες περιέχουν τα γλεύκη ή οι οίνοι, που προκύπτουν από σταφύλια προσβεβλημένα από το μύκητα *Botrytis cinerea*.

Οι πολυσακχαρίτες όπως έχει ήδη αναφερθεί, ενεργούν ως προστατευτικά κολλοειδή και παρεμποδίζουν τη συσσωμάτωση των διαφόρων κολλοειδών των οίνων και επομένως και τη διαύγαση αυτών.

Η προσθήκη των πηκτινοληκτικών ενζύμων – σύμφωνα με πειραματικά δεδομένα – είναι πιο αποτελεσματική, όταν πραγματοποιείται κατά την αλκοολική ζύμωση ή αμέσως μετά το τέλος αυτής. Σε περίπτωση που γίνει προσθήκη αυτών των ενζύμων, πριν από τη συμπίεση λευκών σταφυλιών, καθιστά το χρώμα του γλεύκους σκουρότερο.

Η δοσολογία στην οποία πρέπει να χρησιμοποιούνται τα ένζυμα, οφείλει να προσδιορίζεται βάση πειραμάτων.

Επίσης, τα πηκτινοληκτικά ένζυμα δεν αντικαθιστούν τις διάφορες κόλλες αλλά βοηθούν στην όσο το δυνατό καλύτερη αποτελεσματικότητα αυτών.

3.2.4 Διαδικασία κολλαρίσματος

Η ιδιότητα που χαρακτηρίζει ορισμένες κόλλες να συσσωματώνονται αμέσως, όταν έρθουν σε επαφή με τον οίνο, καθιστά δύσκολη τη διαδικασία του κολλαρίσματος. Για τον παραπάνω λόγο, η προσθήκη καθώς και ο ομοιόμορφος διασκορπισμός της κόλλας στη μάζα του οίνου είναι απαραίτητο να γίνει σχεδόν στιγμιαία (Xifang *et al.*, 2007). Αυτό μπορεί να γίνει διαλύοντας την κόλλα σε λίγο νερό (250 ml νερού/ hL οίνου) και κατόπιν προοδευτική ενσωμάτωση της στον

οίνο, με τη βοήθεια αεροσυμπιεστών ή εμβολοφόρων αντλιών ή άλλων αναδευτήρων.

Η κόλλα δεν πρέπει ποτέ να διαλύεται απευθείας στον οίνο, διότι, με τον τρόπο αυτό, εισάγεται κόλλα η οποία έχει ήδη συσσωματωθεί κατά ένα μέρος.

Ο αποτελεσματικότερος τρόπος κολλαρίσματος πραγματοποιείται με τη βοήθεια δοσομετρικής αντλίας, σε συνδυασμό με τη μετάγγιση του οίνου. Η προσθήκη της κόλλας παρεμβάλλεται στο δίκτυο – το οποίο μεταφέρει τον οίνο από τη μια δεξαμενή στην άλλη- και γίνεται προοδευτικά ανάλογα με τη διερχόμενη ποσότητα αυτού. Με αυτό τον τρόπο, επιτυγχάνεται συστηματικότερη ομοιομορφία στο κολλάρισμα (Belda *et al.*, 2016).

Παρακάτω ακολουθούν μερικές παρατηρήσεις οι οποίες μπορούν να γίνουν σχετικά με το κολλάρισμα:

1. Το κολλάρισμα είναι προτιμότερο να πραγματοποιείται σε ημέρες που ο καιρός είναι ψυχρός και η βαρομετρική πίεση υψηλή. Αυτό προτιμάται διότι μπορεί να γίνει συνδυασμός με τα φαινόμενα τα οποία επηρεάζουν τη φυσική διαύγαση των οίνων.
2. Οι νέοι οίνοι, πριν υποστούν κολλάρισμα, είναι απαραίτητο να μεταγγίζονται προκειμένου να απομακρυνθεί η περίσσεια του περιεχομένου CO₂. Το τελευταίο ενσωματώνεται στα συσσωματώματα που δημιουργεί η κόλλα και τα καθιστά ελαφρότερα, με αποτέλεσμα την επιβράδυνση της διαύγασης (Σουφλερός, 2015).

3.3 Διαύγαση με διήθηση (φιλτράρισμα)

Η τεχνική του κολλαρίσματος, όσο καλά και αν γίνει, έχει συνέπειες. Πιο συγκεκριμένα το κολλάρισμα αφήνει πάντα σε αιώρηση ορισμένα μικρά σωματίδια καθώς και υπολείμματα από τις κόλλες που χρησιμοποιούνται (Σουφλερός, 2015) Προκειμένου να ολοκληρωθεί η διαδικασία της διαύγασης καθώς και της επιτάχυνσης αυτής είναι απαραίτητη η εφαρμογή της διήθησης.

Διήθηση ή φιλτράρισμα καλείται η τεχνική με την οποία διαχωρίζεται η στερεά από την υγρή φάση ενός θολού υγρού, όταν το τελευταίο αναγκάζεται να διέλθει μέσα από μια πορώδης επιφάνεια μικρής διαμέτρου, που αποτελεί το φίλτρο ή το διηθητικό μέσο (ηθμός).

Πορώδες είναι το κενό ενός ηθμού συγκριτικά με τον ολικό όγκο του. Εκφράζεται επί τοις εκατό. Το πορώδες εξαρτάται από το σχήμα των σωματιδίων τα οποία αποτελούν τον ηθμό και τη διάταξή τους στο χώρο (Belda *et al.*, 2016). Δεν πρέπει να συγχέεται το πορώδες με τη διάμετρο των πόρων (οπών). Ενδεικτικά αναφέρεται το πορώδες ορισμένων υλικών τα οποία χρησιμοποιούνται στη διήθηση των οίνων, όπως οι φιλτρόπλακες με πορώδες 80%, γη διατόμων με πορώδες 84-94%.

Διαπερατότητα είναι η ιδιότητα ενός υλικού να αφήνει να περάσει περισσότερο ή λιγότερο εύκολα ένα υγρό. Μετριέται σε Darsie (Τσακίρης, 1994). Η ποσότητα υγρού το οποίο διέρχεται σε ένα ορισμένο χρονικό διάστημα (παροχή) είναι ανάλογη της επιφάνειας του πορώδους υλικού, της διαφοράς πίεσης εισόδου και εξόδου, της διαπερατότητας καθώς και αντιστρόφως ανάλογη του ιξώδους του υγρού και του πάχους του υλικού.

Η διήθηση είναι ένα μηχανικό φαινόμενο και ως τέτοιο χαρακτηρίζεται αφενός για την ποιότητά του –πόσο καλά δηλαδή γίνεται η διαύγαση – και αφετέρου για την ποσότητα του, δηλαδή την ανά μονάδα χρόνου απόδοση του φίλτρου (Xifang *et al.*, 2007). Σημαντική επίσης είναι και η συνολική απόδοση του φίλτρου μέχρι να σταματήσει να εργάζεται αποτελεσματικά, λόγω κορεσμού (μπούκωμα).

Το φίλτρο είναι μια συσκευή η οποία αποτελείται από ένα διαπερατό (διάτρητο) υποστήριγμα (υπόστρωμα), πάνω στο οποίο τοποθετείται η στιβάδα διήθησης και από ένα μηχανισμό, που οδηγεί τον οίνο να περάσει –υπό πίεση- μέσα από τη στιβάδα διήθησης.

Η στιβάδα διήθησης είναι δυνατό να αποτελείται από πολυάριθμα υλικά διαφορετικής φύσης (Belda *et al.*, 2016). Τέτοια είναι: η κυτταρίνη, ο αμίαντος (δεν

επιτρέπεται πλέον η χρησιμοποίησή του στα τρόφιμα και ποτά), μίγμα των δύο αυτών υλικών, ο διατομίτης, οι μεμβράνες αποστειρωτικής διήθησης κ.α.

Η διηθητική στιβάδα είναι δυνατό να διατίθεται έτοιμη (προκατασκευασμένη), όπως είναι η περίπτωση των πλακών κυτταρίνης ή και αμιάντου, ή να προετοιμάζεται στο οινοποιείο πριν ή κατά τη διάρκεια της διήθησης, όπως είναι τα φίλτρα γης διατόμων. Τα τελευταία αυτά φίλτρα, το υλικό –το οποίο θα αποτελέσει τη διηθητική στιβάδα (κυρίως γη διατόμων) – εναποτίθεται πάνω σε μεταλλικά υφασμάτινα πλέγματα με δύο τρόπους:

- I. Πριν από τη διήθηση, αφού διαλυθεί σε ένα μικρό μέρος του οίνου το οποίο θα περάσει από το φίλτρο, προκειμένου να δημιουργηθεί η στιβάδα και
- II. Κατά τη διάρκεια της διήθησης, αφού αναμιχθεί στο σύνολο του οίνου το οποίο προορίζεται να φιλτραρισθεί.

Όσον αφορά το μηχανισμό διήθησης, οι στιβάδες διήθησης χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- a) Εκείνες, όπου τα διάφορα σωματίδια κατακρατούνται κατά κύριο λόγο με προσρόφηση, πάνω στη στιβάδα διήθησης εξαιτίας των αντίθετων ηλεκτροστατικών φορτίων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της κατηγορίας αποτελεί η κυτταρίνη.
- b) Εκείνες, όπου η κατακράτηση των σωματιδίων πραγματοποιείται πρώτιστα λόγω αδυναμίας να περάσουν μέσα από τους μικρής διαμέτρου πόρους. Τέτοιου είδους στιβάδα σχηματίζει για παράδειγμα ο αμιάντος ο οποίος ωστόσο δεν χρησιμοποιείται πλέον.

Στην πραγματικότητα, όμως, καμία στιβάδα δεν εργάζεται αποκλειστικά με ένα μόνο από τους παραπάνω τρόπους (εκτός από τις αποστειρωτικές μεμβράνες), αλλά συνυπάρχουν όλοι οι ενδιάμεσοι τύποι οι οποίοι περιέχονται σε αυτές τις δύο ακραίες περιπτώσεις (Butzke C., 2010). Με άλλα λόγια, κατά τη διάρκεια της διήθησης, η κατακράτηση των σωματιδίων τα οποία αποτελούν το θόλωμα πραγματοποιείται τόσο με την προσρόφηση όσο και μηχανικά, δηλαδή με την

αδυναμία περάσμάτος τους μέσα από τους μικρούς πόρους της διηθητικής στιβάδας. Ωστόσο, υπάρχει προτεραιότητα στον έναν ή στον άλλο τρόπο, ανάλογα με το διηθητικό υλικό.

3.3.1 Υλικά διήθησης

Τα υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται για τις στιβάδες διήθησης, προκειμένου να δίνουν καλά αποτελέσματα, είναι απαραίτητο να έχουν τις παρακάτω ιδιότητες:

- a) Το ειδικό τους βάρος οφείλει να είναι τέτοιο, ώστε – όταν αναμιγνύονται με το υγρό το οποίο πρόκειται να διηθηθεί – να διατηρούνται σε αιώρηση για μεγάλο χρονικό διάστημα. Με αυτό τον τρόπο, το υλικό διήθησης έχει την ιδιότητα να μεταφέρεται εύκολα στο υπόστρωμα του φίλτρου και να συμμετέχει έτσι στο σχηματισμό της στιβάδας διήθησης (Xifang *et al.*, 2007). Όταν το ειδικό του βάρος είναι μεγαλύτερο, το υλικό διήθησης καθιζάνει στα δοχεία τροφοδοσίας του φίλτρου ή εναποτίθεται στις σωληνώσεις απ' όπου περνάει.
- b) Η ικανότητα διήθησης πρέπει να είναι υψηλή.
- c) Η χημική τους σύνθεση είναι απαραίτητο να είναι τέτοια, προκειμένου τα υλικά αυτά να είναι αδρανή και αβλαβή για το υγρό το οποίο πρόκειται να διηθηθεί, αλλά και αβλαβή για την υγεία του καταναλωτή.
- d) Τέλος, πρέπει να είναι πρακτικά στη χρήση τους καθώς και να αφαιρούνται με ευκολία.

Τα κυριότερα από τα υλικά διήθησης είναι τα ακόλουθα:

3.3.1.1 Η κυτταρίνη

Η κυτταρίνη είναι ένας πολυσακχαρίτης της γλυκόζης. Επίσης, είναι ένας γλυκοζίτης (ή οσίδιο) το οποίο προέρχεται από μεγάλο αριθμό μορίων γλυκόζης. Αποτελεί μια ένωση η οποία βρίσκεται σε όλες τις φυτικές κυτταρικές μεμβράνες.

Ο διγλυκοζίτης (διοσίδιο) κελλοβιόζη αποτελεί τη βάση για την παραγωγή της κυτταρίνης (Σουφλερός, 2015). Εκατό περίπου μόρια κελλοβιόζης είναι ικανά να σχηματίσουν μακρομόρια κυτταρίνης τα οποία συνιστούν τα νημάτια (ίνες) αυτής.

Επιπλέον, η κυτταρίνη είναι ανάγκη να αποτελείται από επιμήκεις ίνες (35-165 μ), να είναι ελαφριά, λεία, με μικρούς πόρους, απαλλαγμένη από ανόργανα συστατικά καθώς και να φέρει ηλεκτροαρνητικό φορτίο.

Βιομηχανικά παραλαμβάνεται από το ξύλο με χημικές μεθόδους αφού υποστεί διαδοχικούς καθαρισμούς. Επίσης, χρησιμοποιείται σαν «σκελετός» για την κατασκευή φιλτρόχαρτων (Xifang *et al.*, 2007). Ακόμη, σκέτο ή μαζί με πολυαιθυλένιο για τη δημιουργία του πρώτου στρώματος κατά τη διήθηση με φίλτρο γης διατόμων. Αν και πρόκειται για χημικά καθαρή ένωση είναι ανάγκη να πλένεται με νερό πριν τη χρησιμοποίησή της έτσι ώστε να μη παίρνει ο οίνος την οσμή του χαρτιού.

Προκειμένου να παραχθούν διηθητικές στιβάδες από κυτταρίνη χρησιμοποιείται η λευκή χαρτόμαζα, καλά καθαρισμένη με ειδική επεξεργασία.

Η κυτταρίνη υπάρχει επίσης σε μορφή σκόνης, ροκανιδίων, αφρού κτλ., ενώ είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί ως διηθητική στιβάδα και το λευκό βαμβάκι (Σουφλερός, 2015).

Το υλικό αυτό μπορεί, επίσης, να αναμιχθεί με γη διατόμων σε αναλογία 1:3, αντί να χρησιμοποιηθεί αμίαντος, ο οποίος σήμερα θεωρείται ακατάλληλος – για τη διήθηση των οίνων καθώς και των άλλων τροφίμων και ποτών – ως επιβλαβής στην υγεία των καταναλωτών.

Η κυτταρίνη έχει την ιδιότητα να δεσμεύει νερό, με τη βοήθεια χημικών ή τριχοειδών φαινομένων, με αποτέλεσμα να διογκώνεται σημαντικά κατά την επεξεργασία της με νερό (Butzke C., 2010). Η διόγκωση αυτή προκαλεί σημαντική μείωση της διηθητικής ικανότητας του φίλτρου πράγμα που αποτελεί πρόβλημα, το οποίο μπορεί να περιοριστεί χρησιμοποιώντας νερό το οποίο περιέχει σε διάλυση 5 g/L CaCl₂.

Η διήθηση που επιτυγχάνεται με την κυτταρίνη, οφείλεται κυρίως στο φαινόμενο της προσρόφησης των μικροσωματιδίων πάνω σε αυτή, και δευτερευόντως στην αδυναμία τους να διέλθουν μέσα από τους μικρούς πόρους της διηθητικής επιφάνειας.

Σημειώνεται ότι μέχρι το 1980, για τη διήθηση, χρησιμοποιήθηκε κυτταρίνη με αρνητικό ηλεκτροκινητικό φορτίο (Σουφλερός, 2015). Από το 1980 όμως και μετά, οι κατασκευαστές πλακών έστρεψαν το ενδιαφέρον τους σε κυτταρίνη η οποία είχε θετικό ηλεκτροκινητικό φορτίο.

3.3.1.2 Ο αμίαντος (Δεν χρησιμοποιείται πλέον στη διήθηση του οίνου)

Ο αμίαντος αποτελεί ένα πυριτικό μαγνήσιο της μορφής $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$. Είναι προϊόν με μεγάλες δυνατότητες (Τσακίρης, 1994). Υπάρχει σε πολλούς τύπους οι οποίοι διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την αντοχή, την ελαστικότητα, την αντοχή τους στη χημική δράση ή τη φωτιά, τη διάρκεια, τη δυνατότητα τους να χρησιμοποιούνται στη διήθηση κ.α (Σουφλερός, 2015).

Περιλαμβάνεται, επίσης, σε μορφή ινών, αλλά οι ίνες αυτές είναι πιο λεπτές από εκείνες της κυτταρίνης, με αποτέλεσμα να λαμβάνεται υφή η οποία είναι περισσότερο πυκνή. Αυτό συμβάλλει προκειμένου η διηθητική ικανότητα των στιβάδων αμιάντου να οφείλεται περισσότερο στο μικρό εύρος των πόρων, παρά στο φαινόμενο της προσρόφησης (Σουφλερός, 2015).

Παλαιότερα, ο αμίαντος, συμμετείχε στην κατασκευή διηθητικών πλακών συνδυαστικά με την κυτταρίνη και τους διατομίτες. Έπρεπε να είναι απαλλαγμένος από διάφορες προσμίξεις καθώς και οι ίνες του να έχουν πλάτος 1-5 μm και μήκος 10-20 μm .

Επιπλέον, έχει το πλεονέκτημα ότι ενισχύει σημαντικά τη διηθητική στιβάδα, μειώνει αισθητά τον κίνδυνο να σχηματιστούν ρωγμές σ' αυτή, παρεμποδίζει το

πέραςμα της μέσα από το υπόστρωμα και αποκολλάται με ευκολία από αυτό (Butzke C., 2010).

Από το 1980 και μετά, η χρησιμοποίηση του αμιάντου στη διήθηση του οίνου ή άλλων τροφίμων και ποτών περιορίστηκε σε μεγάλο βαθμό, ενώ σήμερα απαγορεύεται ολοσχερώς η χρήση του, διότι θεωρείται καρκινογόνο υλικό.

3.3.1.3 Ο διατομίτης ή γη διατόμων

Η γη διατόμων ή διατομίτης αποτελεί ένα φυσικό πέτρωμα, φυτικής προέλευσης το οποίο σχηματίζεται από τα απολιθωμένα κελύφη κάποιου είδους μικροσκοπικών μονοκυττάρων φυκιών. Τα τοιχώματά τους αποτελούνται από πυρίτιο σε μορφή πυριτικού αργιλίου (Τσακίρης, 1994).

Βρίσκονται σε διάφορα σημεία ανά τον κόσμο σε μορφή μαλακών ερυθρωπών πετρωμάτων, τα οποία είναι διογκωμένα από το νερό (60% περίπου) από όπου εξάγονται και οδηγούνται σε κατεργασία, η οποία περιλαμβάνει την απομάκρυνση του νερού με θέρμανση στους 45 °C.

Ανάλογα με το είδος των κατεργασιών που ακολουθούν λαμβάνονται τρία είδη γη διατόμων. Η πρώτη ποιότητα (φυσική) λαμβάνεται με κονιορτοποίηση και τμηματοποίηση με τη βοήθεια αέρα (Τσακίρης, 1994). Η δεύτερη ποιότητα (απανθρακωμένη) παίρνεται με επιπλέον θέρμανση στους 850-950 °C, προκειμένου να καταστραφούν τα οργανικά υπολείμματα και να συσσωματωθεί η άργιλος. Αποτελεί ένα προϊόν με ροζ απόχρωση εξαιτίας του τρισθενούς σιδήρου που περιέχει. Το 60-80% της ποιότητας αυτής έχει διάμετρο πόρων 10 μ, ενώ το 40-60% 5 μ. Τέλος, η Τρίτη ποιότητα (ψημένη) λαμβάνεται με την ίδια κατεργασία όπως αυτή της πρώτης, με επιπλέον κατεργασία την προσθήκη ανθρακικού νατρίου καθώς και θέρμανση στους 900-1100 °C. Ακολουθεί κονιορτοποίηση. Η γη διατόμων που υφίσταται κατεργασία είναι απαραίτητο να φυλάσσεται σε μέρος το

οποίο είναι απαλλαγμένο από υγρασία, μακριά από οσμηρές ουσίες (Butzke C., 2010).

3.3.1.4 Ο περλίτης

Ο περλίτης προέρχεται, μετά από επεξεργασία, από ηφαιστειογενές κοίτασμα του οποίου η δομή φαίνεται να αποτελείται από σφαιρικά στοιχεία, τα οποία μοιάζουν με μαργαριτάρια. Το πέτρωμα αυτό αποτελείται από πυριτικό αργίλιο (Σουφλερός, 2015).

Το υλικό αυτό παρουσιάζει μια σημαντική ιδιαιτερότητα, να διαστέλλεται, συγκεκριμένα θέρμανσή του στους 800-1100 °C προκαλεί τη χαρακτηριστική διόγκωση του κατά 10-20 φορές σε σχέση με τον αρχικό του όγκο (Τσακίρης, 1994). Το γεγονός αυτό δίνει στον περλίτη μικρή πυκνότητα και τον μετατρέπει σε διηθητικό υλικό μεγάλης απόδοσης (Butzke C., 2010). Η διόγκωσή του αυτή συμβάλλει στη μείωση κατά 30% του βάρους των διηθητικών στιβάδων από περλίτη, συγκριτικά με τους διατομίτες.

Υστερεί, όμως, έναντι του διατομίτη ως προς την ποιότητα της διήθησης, εξαιτίας της διαφορετικής απορρόφησης ή προσρόφησης, και στο γεγονός ότι προκαλεί, λόγω της γρανιτώδους υφής του, μεγαλύτερη φθορά (διάβρωση) στις αντλίες, οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά των διαλυμάτων του.

Τέλος, το υλικό αυτό χρησιμοποιείται κυρίως για τη διαύγαση γλευκών και οίνων οι οποίοι περιέχουν πολλά σωματίδια (Τσακίρης, 1994).

3.3.2 Υποστήριγματα για τις πρώτες ύλες διήθησης

Οποιοδήποτε υλικό και αν χρησιμοποιηθεί για τη διηθητική στιβάδα, είναι αναγκαίο να υπάρχει κάποιο υποστήριγμα, πάνω στο οποίο θα τοποθετηθεί ή θα επιστρωθεί το υλικό διήθησης (Σουφλερός, 2015). Το υποστήριγμα ή το υπόβαθρο

χρησιμοποιείται προκειμένου να εξασφαλίσει στη στιβάδα διήθησης την απαραίτητη μηχανική αντοχή στις δυνάμεις, οι οποίες αναπτύσσονται από την προώθηση του οίνου με πίεση (αντλίες).

Τα υποστηρίγματα αυτά είναι δυνατό να διακριθούν σε περισσότερους τύπους όπως:

- Υποστηρίγματα μεταλλικά, τα οποία αποτελούνται είτε από ύφασμα μεταλλικών ινών (πλέγμα), είτε από υπέρθεση μεταλλικών δακτυλίων (ροδέλες), είτε από περιτυλιγμένο σύρμα.
- Υποστηρίγματα από ύφασμα βαμβακερό.
- Υποστηρίγματα από ύφασμα συνθετικό ή από υπέρθεση συνθετικών ροδελών διαφόρων σχημάτων.
- Υποστηρίγματα από πορώδες χαρτόνι.

Συχνά, τα παραπάνω υποστηρίγματα δεν είναι πολύ ανθεκτικά και για το λόγο αυτό χρειάζονται άλλα αραιότερα, αλλά πιο ανθεκτικά, τα οποία θα τα προστατεύουν (Butzke C., 2010).

Σε όλες τις περιπτώσεις, τα μέταλλα που χρησιμοποιούνται στα φίλτρα πρέπει να είναι οπωσδήποτε από ανοξείδωτο χάλυβα.

3.3.3 Οι κυριότεροι τύποι φίλτρων

Τα φίλτρα που χρησιμοποιούνται σήμερα περισσότερο, διακρίνονται – ανάλογα με τον τύπο της διηθητικής στιβάδας – στις εξής κατηγορίες:

- ✓ Φίλτρα γης διατόμων.
- ✓ Φίλτρα με πλάκες.
- ✓ Φίλτρα με μεμβράνες.
- ✓ Φίλτρα με σάκους ή φιλτρόπρεσες.

3.3.3.1 Φίλτρα γης διατόμων

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται τα φίλτρα, στα οποία η διηθητική στιβάδα, παρασκευάζεται με εναπόθεση σκόνης διατομίτη ή περλίτη ή μίγμα αυτών πάνω σε μια διάτρητη επιφάνεια, η οποία χρησιμεύει ως υπόστρωμα ή υποστήριγμα (Σουφλερός, 2015).

Τα φίλτρα αυτά χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα για χονδροειδή διήθηση. Ο τύπος αυτής της διήθησης εξαρτάται σημαντικά από το μέγεθος των κόκκων της σκόνης της γης διατόμων.

3.3.3.2 Φίλτρα με πλάκες

Τα φίλτρα αυτά αποτελούνται από:

- Το σκελετό τους, πάνω στον οποίο φέρονται τα πλαίσια.
- Έναν υποδοχέα (λεκάνη) κάτω από τις πλάκες, για τη συλλογή του οίνου που διαρρέει από αυτές.
- Έναν κεντρικό κοχλία, προκειμένου να γίνει η σύσφιξη πλακών και πλαισίων.
- Τα διάφορα μανόμετρα και κοχλίες για την απαέρωση και τη ρύθμιση της ροής του οίνου , και
- Τις πλάκες διήθησης.

Ουσιαστικά, αποτελούνται από ένα σταθερό πλαίσιο και δύο κύρια στηρίγματα. Ένα σταθερό και ένα κινητό το οποίο εξασφαλίζει το σφίξιμο και τη στεγανοποίηση. Ανάμεσα σε αυτά τοποθετούνται πολλά κινητά, στηρίγματα στα οποία τοποθετούνται οι ηθμοί. Κάθε κινητό στήριγμα έχει δακτύλιους, μέσα από τους οποίους περνά ο οίνος (Τσακίρης, 1994). Η αντλία που εξασφαλίζει το πέρασμα του οίνου από τον ηθμό είναι απαραίτητο να είναι κοχλιωτή, εφοδιασμένη με ρυθμιστή παροχής, σύστημα επιστροφής καθώς και βαλβίδα ασφαλείας για μέγιστη πίεση. Η αντλία είναι αναγκαίο να είναι φυγοκεντρική, όμως όχι εμβολοφόρος. Το φίλτρο πρέπει επίσης να είναι εφοδιασμένο με όργανο που να δείχνει την παροχή, η οποία είναι απαραίτητο να είναι πάντοτε κάτω από ορισμένα

όρια, ανάλογα με το είδος του ηθμού που χρησιμοποιείται, καθώς και μανόμετρα εισόδου, εξόδου.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι πλακών και με διαφορετικό διαμέτρημα πόρων. Για να επιλεγθεί ποια πλάκα είναι η πιο κατάλληλη, η πείρα έδειξε ότι μία καλή και συμφέρουσα οικονομικά διήθηση πραγματοποιείται, όταν η απόφραξη («μπούκωμα») του φίλτρου επέρχεται μετά το πέρασμα 2-4 hL οίνου για κάθε πλάκα, με διαστάσεις 40X40 cm (Butzke C., 2010). Για πλάκες, οι οποίες επιτρέπουν το πέρασμα μεγαλύτερου όγκου οίνου, η διήθηση δεν θα είναι «σφιχτή», ενώ για μικρότερο όγκο το κόστος διήθησης ανά μονάδα ογκου θα είναι αρκετά υψηλό.

Η διήθηση με πλάκες εφαρμόζεται, συνηθέστερα σε οίνους οι οποίοι έχουν υποστεί προηγουμένως χονδροειδή διήθηση με φίλτρα γης διατόμων προκειμένου να απαλαχθούν από μικρότερα σωματίδια (απομακρύνεται ακόμη και το μεγαλύτερο μέρος των ζυμών).

3.3.3.3 Φίλτρα με μεμβράνες

Οι μεμβράνες διήθησης αποτελούνται από εστέρες της κυτταρίνης ή άλλων πολυμερών, τα οποία είναι βιολογικά αδρανείς. Συνηθέστερα συναντώνται σε μορφή φύσιγγας με μήκος που κυμαίνεται από 254 ως 787 mm και διάμετρο 76 mm (Σουφλερός, 2015). Τα φίλτρα αυτά χρησιμοποιούνται για αποστειρωτική διήθηση, προκειμένου να απομακρυνθεί κάθε ίχνος μικροοργανισμού και με αυτόν τον τρόπο να εξασφαλιστεί πλήρη ασηψία. Ουσιαστικά αποτελεί μέθοδο απαλλαγής από μικροοργανισμούς και λιγότερο διαύγασης (Τσακίρης, 1994). Η διήθηση του οίνου με μεμβράνες πραγματοποιείται μετά το πέρασμα του από πλάκες αποστείρωσης –οι οποίες παρέχουν πολύ πυκνή διήθηση – και πάντα πριν την εμφιάλωση.

Οι μεμβράνες που χρησιμοποιούνται συνήθως στις βιομηχανίες φαρμάκων και ειδών διατροφής, είναι πολύ λεπτές σε πάχος (150 μm) και φέρουν πολυάριθμους πόρους με διάμετρο 0,05-10 μm (Σουφλερός, 2015). Οι μεμβράνες που χρησιμοποιούνται περισσότερο στην αποστειρωτική διήθηση του οίνου είναι εκείνες που έχουν πόρους με διάμετρο 1,2 μm , προκειμένου να κατακρατηθούν οι ζύμες και 0,45 ή 0,65 μm , για την κατακράτηση των βακτηρίων.

Οι μεμβράνες διήθησης λειτουργούν σαν πολύ λεπτά κόσκινα, αλλά ταυτόχρονα, εξαιτίας του ηλεκτροθετικού δυναμικού τους, διαθέτουν και σημαντική ικανότητα προσρόφησης (Σουφλερός, 2015). Συγκριτικά με τις πλάκες, οι μεμβράνες χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερες αποδόσεις διήθησης, οι οποίες οφείλονται τόσο στο διπλό τρόπο κατακράτησης των σωματιδίων, όσο και στο υψηλό ποσοστό πόρων το οποίο ανέρχεται στο 80%, περίπου, της συνολικής επιφάνειας της μεμβράνης.

Όταν ο οίνος δεν έχει προετοιμαστεί κατάλληλα έχει ως αποτέλεσμα η μεμβράνη να φράζει γρήγορα. Όμως, στην περίπτωση που έχει προηγηθεί διήθηση με φίλτρο γης διατόμων η διήθηση είναι απαραίτητο να πραγματοποιείται το αργότερο μετά από 12 ώρες, διαφορετικά πρέπει να επαναλαμβάνεται. Ηθμός μεμβράνης με διάμετρο πόρων 1,2 μ . Είναι ικανός να αφαιρέσει τις ζύμες αλλά όχι τα βακτήρια από τα ερυθρά, ροζέ καθώς και λευκά κρασιά (Τσακίρης, 1994). Για τους παραπάνω οίνους ηθμός μεμβράνης με διάμετρο πόρων 0,65 μ . είναι ικανό να αφαιρέσει ζύμες και τον μεγαλύτερο πληθυσμό των βακτηρίων. Επίσης, ηθμός μεμβράνης με διάμετρο πόρων 0,45 μ . μπορεί να απομακρύνει τις ζύμες και τα βακτήρια από τα λευκά κρασιά.

Τα φίλτρα μεμβράνης αποτελούνται:

- ✚ Από έναν κατακόρυφο μεταλλικό κύλινδρο από ανοξείδωτο χάλυβα, ερμητικά κλεισμένο.
- ✚ Από οριζόντιους δίσκους, οι οποίοι περιέχονται στο εσωτερικό του κυλίνδρου και αποτελούν το υποστήριγμα για τις μεμβράνες.
- ✚ Από διακόπτες και μανόμετρα για τη ρύθμιση της διήθησης.

Τα φίλτρα αυτά μπορούν να εργάζονται με διαφορεική πίεση ίση με 7 bars, αλλά η πίεση που συνιστάται συνήθως είναι 3-5 bars. Οι μεμβράνες όταν τοποθετούνται πάνω στα υποστηρίγματα τους, παρουσιάζουν εξαιρετική αντοχή στην πίεση (Σουφλερός, 2015). Η θερμική τους αντοχή, μέχρι τους 130 °C επιπρέπει την εξασφάλιση ασηψίας, η οποία επιτυγχάνεται με νερό 85-100 °C, με ατμό ή με θέρμανση σε αυτόκλειστο. Ένα ακόμη πλεονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι δε προσδίδουν καμία δυσάρεστη οσμή και γεύση στους οίνους.

3.3.3.4 Φίλτρα με σάκους ή φιλτρόπρεσσες

Τα φίλτρα αυτά χρησιμοποιούνται προκειμένου να γίνει διήθηση της οινολάσπης, σκοπέυοντας την παραλαβή του οίνου που περιέχεται σε αυτή.

Η συσκευή της φιλτρόπρεσσας αποτελείται από ορθογώνιους κατακόρυφους δίσκους (πλαίσια), εσωτερικά κενούς, πάνω στους οποίους τοποθετείται ένα ειδικό πανί (Σουφλερός, 2015). Το πανί αυτό κατακρατεί τα στερεά συστατικά της οινολάσπης, τα οποία αποτελούν τη διηθητική στιβάδα.

Κάθε δίσκος, στο κάτω μέρος του, έχει ένα διακόπτη ο οποίος επιτρέπει την παραλαβή της υγρής φάσης, που συλλέγεται στο εσωτερικό του. Το υγρό περνά μέσα από τη σχηματιζόμενη διηθητική στιβάδα με τη βοήθεια πίεσης που φτάνει τα 3-5 bars.

Υπάρχουν αρκετές φιλτρόπρεσσες οι οποίες διαφέρουν ως προς τις διαστάσεις, αλλά οι πιο συνηθισμένες είναι εκείνες που τα πλαίσιά τους έχουν διαστάσεις 63X63 cm ή 80X80 cm (Σουφλερός, 2015).

3.3.4 Επίδραση της διήθησης στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του οίνου

Η διήθηση θεωρείται ότι «αδυνατίζει» τους οίνους, όμως αυτή η άποψη δεν είναι αληθινή. Υπάρχουν άλλες δυσμενείς επιδράσεις της διήθησης, οι οποίες

προκειμένου να αποφευχθούν απαιτούν προσοχή (Σουφλερός, 2015). Τέτοιες επιδράσεις είναι:

- 1) Ο εμπλουτισμός του οίνου σε οξυγόνο, το οποίο οδηγεί αφενός σε θόλωμα σιδήρου, όταν το μέταλλο αυτό βρίσκεται σε μεγάλη ποσότητα, και αφετέρου στην απόκτηση μιας δυσάρεστης γεύσης.
- 2) Οι ανεπιθύμητες γεύσεις χρώματος, χαρτιού ή πανιού, οι οποίες οφείλονται στα υλικά διήθησης που χρησιμοποιούνται.

3.3.5 Κολλάρισμα ή διήθηση

Οι κατεργασίες του κολλαρίσματος και της διήθησης χρησιμοποιούνται προκειμένου να εξασφαλιστεί η διαύγεια των οίνων (Kontoudakis N., *et al*, 2019). Επομένως, είναι εύλογο να αναρωτιέται κάποιος ποια απο τις δύο αυτές ενέργειες είναι η πιο κατάλληλη, η πιο απαραίτητη ή η πιο αποτελεσματική, το κολλάρισμα ή διήθηση;

Για να δοθεί απάντηση στο παραπάνω ερώτημα, πρέπει να εξεταστούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που παρουσιάζει το καθένα απο αυτά.

Το κυριότερο πλεονέκτημα της διήθησης έναντι του κολλαρίσματος είναι η ταχύτητα καθώς και η ποιότητα διαύγασης του οίνου (Butzke C., 2010). Επίσης, το πλεονέκτημα αυτό γίνεται ακόμη μεγαλύτερο, αν ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι η διήθηση είναι δυνατό να εφαρμοστεί με την ίδια, ίσως, ταχύτητα και στους νέους θολούς οίνους οι οποίοι δεν «παίρνουν» την κόλλα.

Αν και η διήθηση εξασφαλίζει ανώτερη στιγμιαία διαύγεια, το κολλάρισμα ωστόσο έχει μεγαλύτερο πλεονέκτημα ως προς τη σταθερότητα της διαύγειας. Επιπλέον, το κολλάρισμα μπορεί και απομακρύνει ορισμένα πολύ λεπτά στοιχεία, τα οποία παρασύρονται από τα συσσωματώματα της κόλλας. Συνήθως η διήθηση δεν είναι ικανή να επιτελέσει αυτό το αποτέλεσμα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιων στοιχείων αποτελεί η κολλοειδής χρωστική ύλη των ερυθρών οίνων (Σουφλερός, 2015).

Επομένως, η απάντηση στο ερώτημα «κολλάρισμα» ή διήθηση» είναι: και τα δύο. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατό να επιτευχθεί διαύγαση η οποία θα επωφεληθεί από τα πλεονεκτήματα και των δύο αυτών ενεργειών, δηλαδή, και της διαύγασης αλλά και της σταθερότητας (Σουφλερός, 2015). Εξάλλου η εφαρμογή της διήθησης, μετά από το κολλάρισμα, αυξάνει σημαντικά και την απόδοση των φίλτρων.

3.4 Διαύγαση με φυγοκέντριση

Η χρήση της φυγοκέντρισης στη διαύγαση του οίνου αποτελεί σχετικά νέα τεχνική. Αν και η πρώτη έρευνα της τεχνικής αυτής στους οίνους έγινε το 1928, η φυγοκέντριση άρχισε να γίνεται ευρέως γνωστή από το 1955 και μετά (Σουφλερός, 2015).

Η διαύγαση με αυτή τη μέθοδο στηρίζεται στη διαφορά του ειδικού βάρους των ξένων σωματιδίων, τα οποία αιωρούνται μέσα στον οίνο, συγκριτικά με εκείνο του οίνου.

Η φυγοκέντριση έχει σκοπό να επιταχύνει την πτώση καθώς και την απομάκρυνση των αιωρημάτων του υγρού. Με την τεχνική αυτή, η επιτάχυνση της βαρύτητας πολλαπλασιάζεται με την ταχύτητα περιστροφής, η οποία στους φυγοκετρικούς διαχωριστές που χρησιμοποιούνται, ανέρχεται σε 4.000 – 6.800 στροφές / mn. Ουσιαστικά, με τη φυγοκέντριση πετυχαίνεται σε λίγα δευτερόλεπτα απομάκρυνση των αιωρημάτων, η οποία θα γινόταν σε περισσότερες ημέρες ή εβδομάδες, αν τα σωματίδια αυτά αφήνονταν να πέσουν από μόνα τους (Σουφλερός, 2015).

Οι φυγοκεντρικοί διαχωριστές, οι οποίοι χρησιμοποιούνται σήμερα, είναι αρκετά τελειοποιημένοι, εργάζονται με συνεχή τρόπο και συνδυάζουν διαχωρισμό των αιωρημάτων και απομάκρυνση της λάσπης που προκύπτει από αυτά.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι φυγοκεντρικών διαχωριστών, οι οποίοι ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους – χρησιμοποιούνται σε διάφορες εφαρμογές, όπως είναι:

- 1) Η γρήγορη απολάσπωση των γλευκών, αμέσως μετά την προπίεση και πίεση της σταφυλομάζας. Η απομάκρυνση της λάσπης γίνεται αυτόματα. Η ζύμωση ενός «καθαρού» γλεύκους δίνει καλύτερο οίνο.
- 2) Η απομάκρυνση των ζυμών κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Η διαδικασία αυτή χρησιμοποιείται στη σταθεροποίηση ορισμένων γλυκών οινών με την τεχνητή μείωση του αζώτου (Σουφλερός, 2015).
- 3) Η διαύγαση του οίνου, λίγο αργότερα μετά το τέλος της ζύμωσης. Η αφαίρεση ζυμών και οινολάσπης, η οποία πραγματοποιείται με τον τρόπο αυτό, εξασφαλίζει καλύτερη διατήρηση του προϊόντος.
- 4) Η επιτάχυνση της διαύγασης ενός οίνου μετά τη διαδικασία του κολλαρίσματος.
- 5) Η απομάκρυνση της οινολάσπης, η οποία σχηματίζεται κατά την παραγωγή των αφρωδών οίνων.
- 6) Η αφαίρεση των κρυστάλλων, που παράγονται όταν ο οίνος ή το γλεύκος καταψύχεται, κατά τη συμπύκνωσή τους.
- 7) Πλέον, κατασκευάζονται υψηλών επιδόσεων, οι οποίοι μπορούν να απομακρύνουν και τα βακτήρια και με αυτόν τον τρόπο να πλησιάζουν στην αποστείρωση του προϊόντος. Όμως, δεν είναι ικανοί να αντικαταστήσουν την αποστειρωτική διήθηση, που πετυχαίνεται με τις διάφορες μεμβράνες.

Υπάρχουν τρία είδη φυγοκέντρων που χρησιμοποιούνται στην οινοποίηση.

Αυτοί είναι:

- Με ομοκεντρικούς θαλάμους.
- Με δίσκους ή πιάτα και
- Με κοχλία (Σουφλερός, 2015).

Οι διαχωριστές με πιάτα είναι συνεχούς λειτουργίας, ενώ εκείνοι με ομοκεντρικούς θαλάμους είναι συνεχούς λειτουργίας.

Στους διαχωριστές ομοκεντρικών θαλάμων, ο οίνος εισέρχεται απο τον κεντρικό θάλαμο και πορεύεται προοδευτικά προς τον εξωτερικό. Η φυγόκεντρος δύναμη αυξάνει όσο προχωράει προς τα εξω και με αυτόν τον τρόπο εξηγείται το γεγονός ότι τα σωματίδια που είναι πιο βαριά και μεγάλα συλλέγονται στον κεντρικό θάλαμο, ενώ τα πιο μικρά και ελαφριά βρίσκονται στον εξωτερικό. Τα υπόλοιπα κατανέμονται στους άλλους θαλάμους, ανάλογα με το βάρος και το μέγεθός τους (Σουφλερός, 2015).

Στην οινοποιία χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα οι φυγοκεντρικοί διαχωριστές με πιάτα και με περιοδική απομάκρυνση της οινολάσπης. Τα πλεονεκτήματα που συγκεντρώνει αυτός ο τύπος διαχωριστών είναι: η καλή διαύγαση, ο αυτόματος καθαρισμός των πιατών όταν ρυθμιστεί με ακρίβεια η γωνία κλίσης και της μεταξύ τους απόστασης, και τέλος ο συνεχής τρόπος λειτουργίας.

Οι σύγχρονοι φυγοκεντρικοί διαχωριστές, ανάλογα με τον τύπο του οίνου καθώς και την επεξεργασία στην οποία θα υποβληθεί (προδιήθηση κ.α), έχουν την δυνατότητα να αποκτήσουν επιτάχυνση της τάξης των 15.000 g και να έχουν αποδόσεις, οι οποίες κυμαίνονται απο 5.000 μέχρι 15.000 l/h (λίτρα/ ώρα) (Σουφλερός, 2015).

Οι διαχωριστές αυτοί είναι κατασκευασμένοι, προκειμένου η τροφοδοσία τους και η απομάκρυνση του προϊόντος να γίνονται εντελώς ερμητικά. Με αυτό τον τρόπο ο οίνος δεν έρχεται σε επαφή με την ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα να αποφεύγονται:

- Ο εμπλουτισμός σε οξυγόνο.
- Οι απώλειες του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και
- Οι απώλειες του διοξειδίου του θείου (SO₂).

Ο τρόπος αυτός διαύγασης παρουσιάζει πλεονεκτήματα έναντι της διήθησης, στα εξής:

- ❖ Εξασφαλίζει συνεχή τρόπο εργασίας.
- ❖ Δίνει υψηλότερες αποδόσεις.

- ❖ Αποτρέπει απώλειες χρωστικών, εξαιτίας της προσρόφησης από τη διηθητική στιβάδα.
- ❖ Αποτρέπει δυσμενείς επιδράσεις στη γεύση.
- ❖ Δεν προκαλεί μόλυνση του περιβάλλοντος από διηθητικά υλικά και τέλος
- ❖ Ο φυγοκεντρικός διαχωριστής καθαρίζεται πιο εύκολα από τα φίλτρα.

Η φυγοκέντριση χρησιμοποιείται κυρίως για τη διαύγαση οίνων, μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί για τη διαύγαση γλεύκους με την προϋπόθεση το γλεύκος να μη περιέχει μεγάλη ποσότητα στερεών. Μια άλλη χρήση της είναι η απομάκρυνση των ζυμών από ένα γλεύκος σε ζύμωση, προκειμένου να επιβραδυνθεί η αλκοολική ζύμωση, δίνοντας τη δυνατότητα να σταματήσει η ζύμωση σε κάποιο επιθυμητό σημείο ώστε να κρατηθεί η ποσότητα σακχάρων που απαιτείται, χρησιμοποιώντας τη μικρότερη δυνατή ποσότητα θειώδη ανυδρίτη (Butzke C., 2010).

Η χρήση φυγοκέντρου στον οίνο είναι είναι δυνατόν να το απαλλάξει από το 99% τουλάχιστον των ζυμών που περιέχει με αποτέλεσμα να μειώνονται στους 250/ ml κρασιού. Η μέθοδος αυτή ακόμη και σε υψηλό αριθμό στροφών δεν έχει τη δυνατότητα να απομακρύνει πλήρως τους μικροοργανισμούς δεδομένου ότι τα βακτήρια είναι πολύ μικρότερα από τις ζύμες.

Η φυγοκέντριση δίνει μικρότερη διαύγεια από αυτή της διήθησης. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις διαύγασης κρασιού που έχει ήδη κατεργαστεί με μια κόλλα, προκειμένου να απομακρυνθούν γρήγορα τα συγκολλημένα συστατικά. Επίσης, είναι ικανή να απομακρύνει τα κρύσταλλα τρυγικού μετά από ψύξη του κρασιού (Τσακίρης, 1994).

Σύμφωνα με τα παραπάνω διαπιστώνεται ότι η διαύγαση με αυτή τη μέθοδο θα μπορούσε να αποτελέσει εξαιρετική εναλλακτική λύση της διήθησης τουλάχιστον, για τους περισσότερους σκοπούς για τους οποίους εφαρμόζεται.

4. ΚΕΦΑΛΑΙΟ. ΕΚΤΙΜΗΣΗ Ή ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΥΓΕΙΑΣ

Προκειμένου να γίνει αξιολόγηση της διαύγειας του οίνου, είναι απαραίτητο να γίνει οπτικός έλεγχος αυτού, αφού όμως τοποθετηθεί σε διαφανές και εντελώς άχρωμο σκέυος.

Η παραλαβή του οίνου καθώς και η τοποθέτησή του στο διαφανές σκέυος είναι αναγκαίο να πραγματοποιείται με τρόπο κατά τον οποίο, να αποφεύγεται κάθε θόλωμα αυτού (Σουφλερός, 2015). Για να γίνει η δειγματοληψία, χρησιμοποιείται γαύλινο σιφώνιο, το οποίο θεωρείται ως ο περισσότερο κατάλληλος τρόπος δειγματοληψίας.

Προκειμένου να διαπιστωθεί εάν ο έλεγχος της διαύγειας του οίνου είναι αποτελεσματικός, τα λευκά δείγματα τοποθετούνται σε διαφανείς, άχρωμες και καλά καθαρισμένες φιάλες, σε αντίθεση με τα ερυθρά τα οποία τοποθετούνται σε δοκιμαστικούς γυάλινους σωλήνες με διάμετρο 2-3 cm.

Η εκτίμηση της διαύγειας του οίνου – στην πιο απλή μορφή της - πραγματοποιείται μακροσκοπικά καθώς και με τη βοήθεια μιας φωτεινής πηγής, μικρής έντασης (Kontoudakis N., *et al*, 2019). Επίσης χρησιμοποιείται ένα κερί ή ένας λαμπτήρας 15W, για τους λευκούς οίνους και 25W για τους ερυθρούς. Αυτή η μέθοδος εκτίμησης, δίνει αρκετά καλά αποτελέσματα. Όμως η εκτίμηση της διαύγειας στο φως της ημέρας, μπροστά σ' ένα παράθυρο, δεν είναι ικανοποιητική.

Για να γίνει η εκτίμηση της διαύγειας του οίνου περισσότερο αντικειμενική, σήμερα χρησιμοποιούνται σύγχρονες μέθοδοι, οι οποίες έχουν μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και ακρίβεια (Σουφλερός, 2015). Σε αυτές τις μεθόδους συγκαταλέγεται η νεφελομετρία και η ηλεκτρονική απαρίθμηση των σωματιδίων.

4.1 Νεφελομετρία

Αυτή η μέθοδος στηρίζεται στη μέτρηση του διαχυόμενου φωτός, το οποίο επιτρέπει τον καθορισμό του θολώματος. Η μέτρηση αυτή πραγματοποιείται μετρώντας το ηλεκτρικό ρεύμα το οποίο σχηματίζεται από το διαχυόμενο φως, όταν πέσει σε ένα φωτοηλεκτρικό κύτταρο.

4.2 Ηλεκτρονική απαρίθμηση των σωματιδίων

Ο οίνος που έχει δεχτεί 1 % NaCl προκειμένου να αυξηθεί η αγωγιμότητα, διέρχεται μέσα από ένα μικρό άνοιγμα, το οποίο βρίσκεται ανάμεσα σε δύο ηλεκτρόδια βυθισμένα στο προς εξέταση υγρό (Σουφλερός, 2015). Στα ηλεκτρόδια αυτά εφαρμόζεται συνεχής και ρυθμιζόμενη τάση, έτσι ώστε το πέρασμα κάθε σωματιδίου από το άνοιγμα να μεταβάλλει την αντίσταση ανάμεσα στα δύο ηλεκτρόδια και έτσι να δημιουργεί μια ώθηση. Αυτή η ώθηση έχει ως αποτέλεσμα να καταγράφεται το σωματίδιο από μια ηλεκτρονική συσκευή.

5. ΚΕΦΑΛΑΙΟ. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΤΗΣ ΔΙΑΥΓΕΙΑΣ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΟΝΤΑΙ ΣΕ ΜΕΤΑΛΛΑ

Τα μέταλλα τα οποία προκαλούν προβλήματα στη διαύγεια των οίνων είναι κυρίως ο σίδηρος (Fe) και ο χαλκός (Cu). Λιγότερα προβλήματα προκαλούν το αργίλιο (Al) , ο κασσίτερος (Sn) καθώς και το νικέλιο (Ni).

5.1 Σφάλματα που οφείλονται στο σίδηρο

Όταν η περιεκτικότητα του οίνου είναι μεγαλύτερη από 15 – 20 mg/L, συχνά υπάρχει κίνδυνος να δημιουργηθούν σφάλματα στη διαύγεια του (θόλωμα ή ίζημα) (Σουφλερός, 2015). Τα σφάλματα αυτά λαμβάνουν χώρα, όταν ο οίνος είναι εμπλουτισμένος σε οξυγόνο και περιέχει, εκτός από το σίδηρο, μεγάλες ποσότητες ταννίνης (κυανό θόλωμα) ή φωσφορικού οξέος (λευκό θόλωμα). Στο παρελθόν, η

παρουσία του χαλκού και του σιδήρου στον οίνο, οφείλεται κατά κύριο λόγο σε μόλυνση μετά την επαφή του οίνου ή του γλεύκους με ορειχάλκινο ή σίδηρο στα οινοποιεία (Kontoudakis N., *et al*, 2019).

Σήμερα, όμως, κυρίως λόγω της χρήσης ανοξειδωτου χάλυβα σε όλα τα οινοποιεία, η μόλυνση μέσω της επαφής με τον εξοπλισμό είναι πολύ λιγότερο συνηθισμένη και ως εκ τούτου οι συγκεντρώσεις μετάλλων στο κρασί είναι γενικά χαμηλότερες (Kontoudakis N., *et al*, 2019).

Ωστόσο, ο σίδηρος που περιέχεται στους οίνους προέρχεται:

1. Από τα σταφύλια τα οποία προσφέρουν στο γλέυκος 2-5 mg/L.
2. Από το χώμα που επικάθεται στα σταφύλια, και
3. Από τα μεταλλικά αντικείμενα με τα οποία έρχονται σε επαφή τα σταφύλια, το γλέυκος και ο οίνος κατά τα διάφορα στάδια της επεξεργασίας τους.

Οι περιεκτικότητες του σιδήρου, οι οποίες προέρχονται από το χώμα ή τα μεταλλικά αντικείμενα, είναι μεγαλύτερες από εκείνες που προέρχονται από τα σταφύλια και είναι κατά κύριο λόγο υπεύθυνες για τα σφάλματα της διαύγειας των οίνων (Σουφλερός, 2015).

Επίσης, η μόλυνση των σταφυλιών από το σίδηρο, μπορεί να προκαλέσει δυσμενείς συνέπειες στο τελικό κρασί, καθώς η ζύμη έχει μικρή ικανότητα να απομακρύνει το Fe κατά τη διάρκεια της ζύμωσης (Kontoudakis N., *et al*, 2019).

5.1.1 Μηχανισμός των θολωμάτων σιδήρου

Ο σίδηρος περιέχεται στους οίνους με διάφορες μορφές. Σε αναερόβιες συνθήκες συναντάται ως δισθενής, ενώ σε οίνους οι οποίοι είναι εμπλουτισμένοι με οξυγόνο, ο δισθενής σίδηρος μετατρέπεται προοδευτικά σε τρισθενή (Σουφλερός, 2015).

Τόσο ο δισθενής όσο και ο τρισθενής σίδηρος περιέχονται υπό μορφή ενώσεων, οι οποίες – κατά ένα μέρος – βρίσκονται σε διάσταση, προκειμένου να διατηρείται ισορροπία ανάμεσα στα αδιάστατα μόρια των ενώσεων τους καθώς και στα ιόντα Fe^{++} και Fe^{+++} αντίστοιχα.

Οι ενώσεις του δισθενή σιδήρου είναι πάντα διαλυτές στον οίνο, χωρίς να υπάρχει κίνδυνος να προκαλέσουν προβλήματα στη διαύγειά του (Xifang *et al.*, 2007). Σε αντίθεση με τις ενώσεις του τρισθενή σιδήρου, από τις οποίες άλλες είναι διαλυτές (ενώσεις με οξέα που περιέχουν ομάδες $-C-OH$) και άλλες αδιάλυτες (ενώσεις με H_3PO_4 ή με φαινολικές ενώσεις). Αυτές οι αδιάλυτες ενώσεις του τρισθενή σιδήρου είναι εκείνες οι οποίες είναι υπαίτιες, για τα διάφορα προβλήματα στη διαύγεια των οίνων.

5.1.2. Αντιμετώπιση των σιδηρικών θολωμάτων

Για να σταθεροποιηθεί η διαύγεια των οίνων, ενάντια στα σιδηρικά θολώματα, μπορεί να πραγματοποιηθεί με αρκετές διαδικασίες (Σουφλερός, 2015). Οι διαδικασίες αυτές λειτουργούν με διαφορετικούς και ποικίλους τρόπους όπως:

- Η μείωση της ολικής περιεκτικότητας του σιδήρου, προκειμένου η ποσότητα των ενώσεων αυτού να μη φτάνει ποτέ το όριο της αδιαλυτοποίησής τους.
- Η παρεμπόδιση του σχηματισμού ιόντων τρισθενούς σιδήρου (Fe^{+++}).
- Η αδιαλυτοποίηση του σιδήρου μετά από κατάλληλη δέυσμεση του.
- Η παρεμπόδιση της συσσωμάτωσης του χρησιμοποιώντας προστατευτικά κολλοειδή κ.α.

Οι διάφοροι τρόποι αντιμετώπισης των θολωμάτων σιδήρου –οι οποίοι αναφέρθηκαν παραπάνω- αποτελούν τεχνολογικές δυνατότητες, χωρίς ωστόσο

να είναι αναγκαστικά επιτρεπτές από νομοθετική άποψη. Η οινική νομοθεσία των διάφορων χωρών ή οργανισμών, καθώς και οι συνέπειες των μεθόδων αυτών στην υγεία του καταναλωτή, καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την εφαρμογή τους (Sauvage *et al.*, 2010). Οι τρόποι αντιμετώπισης των σιδηρικών θολωμάτων αναφέρονται αναλυτικά παρακάτω:

5.1.2.1 Εμπλουτισμός του οίνου με οξυγόνο

Η μέθοδος αυτή λειτουργεί στο να προκληθεί θελημένα το θόλωμα του οίνου, προκειμένου να γίνει η αποσιδήρωσή του και να μην δημιουργηθούν στο μέλλον προβλήματα διαύγειας (Σουφλερός, 2015). Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται ως εξής:

- Αρχικά προστίθεται στον οίνο 10-15 g ταννίνης / hL.
- Μετά από παραμονή 48 ωρών γίνεται εμπλουτισμός του οίνου σε οξυγόνο, χρησιμοποιώντας αέρα ή καθαρό οξυγόνο. Με την οξυγόνωση, ο τρισθενής σίδηρος που σχηματίζεται, ενώνεται με την ταννίνη και δίνει στον οίνο σκούρο χρώμα (μολυβί).
- Ακολουθεί κολλάρισμα με ζελατίνη ή καζεΐνη και διήθηση για γρηγορότερη διαύγηση.

Η μέθοδος δίνει καλύτερα αποτελέσματα όταν πραγματοποιείται σε ψυχρό περιβάλλον. Η προδθήκη του κιτρικού οξέος και του αραβικού κόμμεως διασφαλίζουν τη διαύγεια του οίνου.

Μειονέκτημα αυτής της μεθόδου αποτελεί η αφαίρεση ορισμένων αρωματικών συστατικών, αιτία που οδήγησε στην εγκατάλειψή της.

5.1.2.2 Φυτικό ασβέστιο

Το φυτικό ασβέστιο προστίθεται σε ποσότητα ανάλογη με εκείνη της ταννίνης, που αναφέρθηκε στην προηγούμενη διαδικασία, με τη διαφορά ότι διαθέτει μεγαλύτερη αποσιδηρωτική ικανότητα (Σουφλερός, 2015).

Εμπλουτίζοντας τον οίνο σε οξυγόνο σχηματίζεται μια ιδιαίτερα αδιάλυτη ένωση, το άλας του φυτικού σιδήρου.

Το φυτικό οξύ είναι η μορφή με την οποία εναποθέτεται ο φώσφορος στους διάφορους σπόρους (Xifang *et al.*, 2007).

Επιπλέον, το φυτικό ασβέστιο είναι εμπορικό παρασκεύασμα, εύκολο στη χρήση του και αρκετά δυσδιάλυτο στον οίνο. Χρησιμοποιείται στην αποσιδήρωση των οίνων για τις παραπάνω ιδιότητές του.

Η λευκή σκόνη του φυτικού ασβεστίου είναι αρκετά διαλυτή στον οίνο, μόνο όταν γίνει η διάλυση από πολύ ώρα πριν και σε μικρή ποσότητα του οίνου στον οποίο πρόκειται να προστεθεί (Σουφλερός, 2015). Καλύτερα αποτελέσματα διάλυσης προκύπτουν όταν πραγματοποιείται σε ζεστό διάλυμα κιτρικού οξέος. Στη συνέχεια αναμιγνύεται με τον οίνο, ο οποίος έχει ήδη εμπλουτιστεί σε οξυγόνο, και αφήνεται 3-4 ημερες για να ολοκληρωθεί η αντίδραση. Ακολουθεί κολλάρισμα και διήθηση.

Παλαιότερα, αντί του φυτικού ασβεστίου χρησιμοποιούταν το πύτυρο σιταριού, διότι –όπως αναφέρθηκε παραπάνω- αυτή η ουσία περιέχεται στο φλοιό του σιταριού.

Σύμφωνα με τον κανονισμό 822/ 87 της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τα κράτη μέλη θα μπορούσαν να αποφασίσουν για όλους τους ερυθρούς οίνους, οι οποίοι παράγονται στο έδαφός τους, καθώς και την αντικατάσταση της χρησιμοποίησής του σιδηροκυανιούχου καλίου με εκείνη του φυτικού ασβεστίου (Σουφλερός, 2015).

5.1.2.3 Σιδηροκυανιούχο κάλιο

Η προσθήκη του σιδηροκυανιούχου καλίου αποτελεί τον ευρέως χρησιμοποιούμενο τρόπο αποσιδήρωσης των οίνων.

Το συστατικό αυτό έχει την ιδιότητα να ενώνεται με τα μέταλλα και να δίνει με αυτά άλατα, ολότελα αδιάλυτα και ποικιλότροπα χρωματισμένα. Συγκεκριμένα, όταν ενώνεται με τον τρισθενή σίδηρο δίνει ένα ίζημα με έντονο κυανό χρώμα. Αντίθετα, με το δισθενή σίδηρο δημιουργεί ένα άλας λευκωπό (Kontoudakis N., *et al*, 2019). Με το χαλκό δίνει άλας φαιό, ενώ με τα άλλα μέταλλα (Pb,Zn, Mn κ.α), προκαλεί άλλους χρωματισμούς.

Ανεξάρτητα της μεγάλης αποτελεσματικότητας που παρουσιάζει το σιδηροκυανιούχο κάλιο $[\text{Fe}(\text{CN})_6\text{K}_4]$, η χρήση αυτού του συστατικού θέτει πολλά ερωτηματικά, εξαιτίας της μεγάλης τοξικότητας που παρουσιάζει το υδροκυάνιο (HCN). Το τελευταίο αποτελεί προϊόν αποσύνθεσης των σιδηροκυανιούχων αλάτων, ευνοείται σε περιβάλλον με χαμηλό pH, αυξημένη θερμοκρασία και μεγάλο χρόνο επαφής της κυανής υποστάθμης με το κρασί (Τσακίρης, 1994).

Εξαιτίας αυτού, η αποσιδήρωση των οίνων με αυτή τη μέθοδο επιβάλλεται να πραγματοποιείται από έμπειρο οινολόγο και με κάθε δυνατή προφύλαξη (Σουφλερός, 2015).

Η διαδικασία αποσιδήρωσης με σιδηροκυανιούχο κάλιο περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

- ❖ Προετοιμασία του διαλύματος του $\text{Fe}(\text{CN})_6\text{K}_4$ σε κρύο νερό.
- ❖ Ακολουθεί δοκιμαστικό στάδιο όπου γίνεται ο κατά προσέγγιση υπολογισμός της απαιτούμενης ποσότητας του σιδηροκυανιούχου καλίου.
- ❖ Εφαρμογή της αποσιδήρωσης με κάθε προφύλαξη και λαμβάνοντας υπόψη κάθε δυσμενή επίδραση (αερισμός, χρησιμοποιούμενη μέθοδο, ατέλειες εφαρμογής κτλ.).
- ❖ Δοκιμή ελέγχου για να διαπιστωθεί εάν υπάρχουν υπολείμματα σιδηροκυανιούχου καλίου.

Το δείγμα οίνου πάνω στο οποίο εφαρμόζεται ο παραπάνω προσδιορισμός, είναι απαραίτητο να βρίσκεται στην ίδια κατάσταση οξειδοαναγωγής με το κρασί της δεξαμενής προς αποσιδήρωση, διότι ο πιθανός

αερισμός κατά τη λήψη του δείγματος, μετατρέπει μέρος του δισθενή σιδήρου σε τρισθενή, με αποτέλεσμα τη διάσταση μεταξύ πειραματικών και πραγματικών αποτελεσμάτων (Τσακίρης, 1994). Κατά την κατεργασία του οίνου σκόπιμο είναι να αποφεύγεται ο αερισμός του, προκειμένου ο σίδηρος να είναι σε μορφή δισθενή και όχι τρισθενή. Ο σίδηρος αυτός δεσμεύεται σε σύμπλοκα και η αντίδρασή του με το σιδηροκυανιούχο είναι βραδεία. Το κρασί που πρόκειται να αποσιδηρωθεί δεν πρέπει να είναι πολύ θολό, δηλαδή πρέπει να είναι απαλλαγμένο από το μεγαλύτερο ποσοστό των προστατευτικών κολλοειδών, τα οποία εμποδίζουν την καταβύθιση καθώς και την κροκίδωση του σιδηροκυανιούχου σιδήρου. Στις περιπτώσεις που η περιεκτικότητα του σιδήρου στον οίνο είναι μεγάλη, η προσθήκη του σιδηροκυανιούχου καλίου είναι απαραίτητο να πραγματοποιείται σε δύο δόσεις (Xifang *et al.*, 2007).

Το σιδηροκυανιούχο κάλιο πριν την εφαρμογή του διαλύεται σε χλιαρό νερό σε αναλογία 1:10 περίπου. Η προσθήκη αυτού του διαλύματος δεν πρέπει να γίνεται σε ένα μέρος του κρασιού, αλλά με ανάμειξη σε όλη τη μάζα του. Μετά από παραμονή 5-8 ημερών ανάλογα με την ταχύτητα καταβύθισης, ο οίνος χωρίζεται από την υποστάθμη η οποία έχει δημιουργηθεί διηθώντας με φίλτρο γης διατόμων ή με φίλτρο πλακών (Τσακίρης, 1994). Τέλος, η τεχνική της φυγοκέντρισης ή της απλής μετάγγισης είναι ανεπαρκής, προκειμένου να απαλλάξουν εντελώς το κρασί από τα συσσωματώματα που προκαλεί το σιδηροκυανιούχο κάλιο.

5.1.2.4 Κιτρικό οξύ

Η προσθήκη του κιτρικού οξέος αποτελεί τον ευκολότερο τρόπο για να διαφυλαχτεί η διαύγεια του οίνου από το σιδηρικό θόλωμα.

Η δράση του κιτρικού οξέος οφείλεται στην ιδιότητα που έχει να δεσμεύει τον τρισθενή σίδηρο σχηματίζοντας διαλυτά σύμπλοκα. Παρατηρείται ότι οι συνθήκες, που επικρατούν μέσα στους οίνους, είναι τέτοιες που ευνοούν τη δέσμευση του σιδήρου από το κιτρικό οξύ παρά από το φωσφορικό (Σουφλερός, 2015). Η εύνοια είναι πολύ ελαφριά, προκειμένου και μια ελάχιστη ακόμη αλλαγή

των συνθηκών να είναι ικανή να οδηγήσει στο σχηματισμό των φωσφορικών αλάτων και επομένως στο θόλωμα του οίνου.

Η προσθήκη του κιτρικού οξέος σε άλλες χρωες επιτρέπεται ενώ σε άλλες απαγορεύεται. Σύμφωνα με τους κανονισμούς 1678/77 και 822/87 της Ευρωπαϊκής Ένωσης επιτρέπεται η χρήση του κιτρικού οξέος, προκειμένου να σταθεροποιηθεί ο οίνος με την προϋπόθεση ότι η συνολική περιεχόμενη ποσότητα δεν ξεπερνά το 1 g/L (Xifang *et al.*, 2007) .

Από τεχνολογική άποψη, η προσθήκη του κιτρικού οξέος στους οίνους είναι προτιμότερο να αποφεύγεται και μάλιστα στις περιπτώσεις όπου δε πραγματοποιείται η διαδικασία της θείωσης. Στους ερυθρούς οίνους είναι μεγαλύτερη η ανάγκη να μην γίνεται αυτή η προσθήκη (Kontoudakis N., *et al*, 2019) . Οι λόγοι οι οποίοι απαιτούν τη μη χρησιμοποίηση του στις περιπτώσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω, είναι η μεγάλη αστάθεια που παρουσιάζει το οξύ αυτό απέναντι στα γαλακτικά βακτήρια, με συνέπεια να αυξάνεται η πτητική οξύτητα.

Για βελτίωση της γεύσης, θεωρείται προτιμότερη η προσθήκη κιτρικού καλίου αντί του κιτρικού οξέος.

5.1.2.5 Άλλα συστατικά που δεσμεύουν το σίδηρο

Άλλα προϊόντα τα οποία ενεργούν περίπου όπως το κιτρικό οξύ, δεσμεύοντας το σίδηρο και παρεμποδίζοντας με αυτό τον τρόπο το σχηματισμό θολωμάτων ή ιζημάτων σιδήρου είναι τα παρακάτω:

- **Οξαλικό οξύ:** Έχει την ικανότητα να δεσμεύει τον τρισθενή σίδηρο (Fe⁺⁺⁺) πιο σταθερά απ' ότι το κιτρικό οξύ, αλλά απαγορεύεται η χρήση του για λόγους τοξικότητας.
- **Σορβιτόλη.**
- **Κοζικό οξύ.**

- **Πυροφωσφορικό οξύ ($P_2O_7H_4$):** Έχει την ιδιότητα να δεσμεύει το τρισθενή σίδηρο εξίσου ισχυρά με το οξαλικό οξύ, παρεμποδίζοντας – για ορισμένο χρονικό διάστημα – τα σφάλματα της διαύγειας τα οποία οφείλονται στα σιδηρικά θολώματα (Σουφλερός, 2015). Αντίθετα η χρησιμοποίησή του στους οίνους δεν ενδείκνυται, διότι υδρολύεται προς ορθοφωσφορικό οξύ (H_3PO_4), το οποίο οδηγεί στο σχηματισμό του λευκού θολώματος.
- **Τριπολυφωσφορικό και εξαμεταφωσφορικό νάτριο:** Τα δύο αυτά άλατα αποτελούν τα σημαντικότερα μέλη των φωσφορικών αλάτων, με αποτελεσματικότητα στην κατεργασία των οίνων κατά των θολωμάτων σιδήρου.

Το πυροφωσφορικό νάτριο δεσμεύει το τρισθενή σίδηρο σχηματίζοντας μαζί του διαλυτά άλατα, με αποτέλεσμα την παρεμπόδιση εκδήλωσης του θολώματος (Kontoudakis N., *et al*, 2019). Σε αντίθεση με το εξαμεταφωσφορικό νάτριο το οποίο σχηματίζει με το τρισθενή σίδηρο αδιάλυτα άλατα, τα οποία αρχικά θολώνουν τον οίνο, αλλά στη συνέχεια από μόνα τους ή με τη βοήθεια κάποιου διαυγαστικού καθιζάνουν.

Τα παραπάνω προϊόντα δεν επιτρέπονται να χρησιμοποιούνται στους οίνους.

- **Άλας νατρίου του αιθυλενο-διαμινο-τετρα-οξικού οξέος (EDTA).**
Το άλας νατρίου του EDTA έχει την ικανότητα να σχηματίζει με τα δισθενή και τρισθενή μέταλλα διάφορα σύμπλοκα, τα οποία παρεμποδίζουν έτσι τα θολώματα χαλκού. Η αποτελεσματικότητά του προϊόντος έναντι των θολωμάτων χαλκού και των τρυγικών αλάτων είναι ανύπαρκτη. Επίσης, το EDTA δε χρησιμοποιείται στους οίνους.

5.1.2.6. Ασκορβικό οξύ

Το ασκορβικό οξύ ή βιταμίνη C χαρακτηρίζεται για τον αντιοξειδωτικό του ρόλο. Η παρουσία του στους οίνους αποτρέπει ή δυσχεραίνει την οξειδωση του

δισθενή σιδήρου σε τρισθενή, με αποτέλεσμα να παρεμποδίζει το σχηματισμό σιδηρικών θολωμάτων ή ιζημάτων (Σουφλερός 2015).

Το ασκορβικό οξύ είναι αρκετά αποτελεσματικό, όταν η προσθήκη του συνδυάζεται με προσθήκη του θειώδη ανυδρίτη.

Ο πιο κατάλληλος χρόνος για να προστεθεί το ασκορβικό οξύ στους οίνους είναι η στιγμή της εμφιάλωσής του.

5.1.2.7 Ρητίνες ανταλλαγής ιόντων

Οι ρητίνες ανταλλαγής ιόντων έχουν την δυνατότητα να αφαιρούν τα διάφορα μέταλλα (Σουφλερός, 2015). Όμως, σύμφωνα με ορισμένους συγγραφείς, δεν είναι ικανοί να αντικαταστήσουν την αποτελεσματικότητα του σιδηροκυανιούχου καλίου στην εξάλειψη τόσο του χαλκού όσο και του σιδήρου.

Η χρησιμοποίηση των ιντοανταλλακτών δε βρίσκει - για την ώρα- ευρεία εφαρμογή στην αντιμετώπιση των σφαλμάτων διαύγειας των οίνων.

5.1.2.8. Ρουμπεανικό οξύ

Το ρουμπεανικό οξύ έχει μικρότερη αποτελεσματικότητα για την αφαίρεση του σιδήρου συγκριτικά με την αφαίρεση του χαλκού (Xifang *et al.*, 2007).

Το ελάττωμα που εμφανίζει η χρησιμοποίηση αυτού του προϊόντος είναι ότι πρέπει να διαλυθεί σε αλκοόλη, γεγονός που απαιτεί άδεια από τις αρμόδιες αρχές και ότι το κόστος του είναι υψηλό.

5.1.2.9 Αραβικό κόμμα

Το αραβικό κόμμα είναι ένα προστατευτικό κολλοειδές το οποίο παρεμποδίζει το σχηματισμό των ενώσεων με το σίδηρο, διατηρώντας με αυτόν τον τρόπο τη διαύγεια του οίνου σε καλή κατάσταση.

Το προϊόν αυτό χρησιμοποιείται μόνον όταν η διαύγεια του οίνου είναι άριστη. Επίσης, είναι καλύτερα να μην χρησιμοποιείται σε ερυθρούς οίνους ή οίνους ειδικούς οι οποίοι προορίζονται για μακρόχρονη παλαίωση (Σουφλερός, 2015). Η παρουσία του αραβικού κόμματος έχει την ιδιότητα να παρεμποδίζει το φυσικό σχηματισμό των ιζημάτων και να διατηρεί έτσι κάποια θολερότητα.

5.2 Σφάλματα που οφείλονται στο χαλκό

Τα θολώματα, τα οποία δημιουργούνται εξαιτίας της ύπαρξης μεγάλης ποσότητας χαλκού (Cu), παρουσιάζονται ευκαιριακά σε εμφιαλωμένους λευκούς οίνους οι οποίοι περιέχουν θειώδη ανυδρίτη (SO₂). Οι παραπάνω συνθήκες δείχνουν ότι υπαίτιος για τα θολώματα χαλκού είναι η αναγωγική μορφή αυτού, δηλαδή ο μονοσθενής χαλκός (Cu⁺). Η έκθεση του οίνου στον αέρα ή η προσθήκη H₂O₂ συμβάλλουν στην επαναδιάλυση του θολώματος ή του ιζήματος τα οποία είχαν ήδη σχηματιστεί (Sauvage *et al.*, 2010).

Ο σχηματισμός του θολώματος ή του ιζήματος χαλκού επιταχύνεται με την έκθεση των εμφιαλωμένων οίνων στο διάχυτο ηλιακό φως. Ουσιαστικά πρόκειται για ένα φωτοχημικό φαινόμενο. Εξαιτίας αυτού, σήμερα, χρησιμοποιούνται έγχρωμες φιάλες, οι οποίες προσφέρουν στο περιεχόμενό τους προστασία από τις ακτινοβολίες.

Το πρόβλημα που προκύπτει από τα σφάλματα της διαύγειας, τα οποία οφείλονται στη περίσσεια του χαλκού, είναι αρκετά σημαντικό (Σουφλερός, 2015). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα σφάλματα λαμβάνουν χώρα σε οίνους, οι οποίοι για να εξαιρεθούν από το χαλκό, προϋποθέτουν άνοιγμα των φιαλών.

Το θόλωμα του χαλκού, συχνά υπάρχει μαζί με το θόλωμα το οποίο οφείλεται στην περίσσεια των πρωτεϊνών.

Για να διαχωριστούν τα θολώματα αυτά μεταξύ τους, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- ✚ Ίζημα κονιώδες και φαιό το οποίο αποτελείται από μικρά στοιχεία: ίζημα χαλκού.
- ✚ Ίζημα λευκωπό με φλόκους: ίζημα πρωτεϊνικό.

Ο χαλκός που περιέχεται στους οίνους προέρχεται:

- I. Από τα σταφύλια ως φυσικό συστατικό αυτών.
- II. Από τα διάφορα φυτοφάρμακα και κυρίως το βορδιγάλειο πολτό (χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση του περονόσπορου, μυκητολογική ασθένεια της αμπέλου) που περιέχουν αρκετό χαλκό (Σουφλερός, 2015). Από τις παραπάνω αιτίες ο χαλκός, ο οποίος περιέχεται στο γλεύκος φτάνει τα 5-10 mg/L. Κατά τη διάρκεια όμως της αλκοολικής ζύμωσης, το μεγαλύτερο μέρος του χαλκού δεσμεύεται από τις ζύμες ή και απομακρύνεται ως ίζημα με τη μορφή αδιάλυτου θείου, εξαιτίας του H_2S το οποίο σχηματίζεται κατά τη ζύμωση. Μετά από αυτά η περιεκτικότητα του νέου οίνου σε χαλκό είναι αρκετά μικρή: 0,1- 0,2 mg/L.
- III. Από τα μεταλλικά αντικείμενα με τα οποία έρχεται σε επαφή ο οίνος και τα οποία αποτελούν την κυριότερη πηγή προέλευσης του χαλκού (Σουφλερός, 2015). Τέτοια είναι οι βάνες των δεξαμενών ή άλλα σκεύη τα οποία είναι κατασκευασμένα από χαλκό και μπρούντζο, οι σωληνώσεις ή σκεύη από εμαγιέ κ.α. Η ιδέα να αντικατασταθεί ο σίδηρος, οποίος θεωρείται υπαίτιος για την εμφάνιση των σιδηρικών θολωμάτων, οδήγησε στη χρήση εξαρτημάτων από χαλκό με αποτέλεσμα να εμφανίζονται αντίστοιχα θολώματα.

Τα θολώματα χαλκού σχηματίζονται στους λευκούς οίνους, στους οποίους η συγκέντρωση του μετάλλου αυτού είναι μεγαλύτερη από 0,5 mg/L.

5.2.1. Μηχανισμός των θολωμάτων χαλκού

Σύμφωνα με παρατηρήσεις που έγιναν στο ίζημα, το οποίο προέρχεται από περίσσεια χαλκού, έδειξαν ότι μαζί με αυτόν υπάρχει και θείο (S) με διάφορες μορφές (π.χ H_2S , CuS ..). Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το θείο συμβάλλει στο μηχανισμό των θολωμάτων χαλκού (Σουφλερός, 2015). Για το μηχανισμό των θολωμάτων αυτών υπάρχουν δύο υποθέσεις.

Επιπλέον, σύμφωνα με την πρώτη υπόθεση, το ίζημα καταλογίζεται στο θειούχο χαλκό σε κολλοειδή μορφή. Το γεγονός ότι το θόλωμα χαλκού εξαφανίζεται σε οξειδωτικό περιβάλλον, εξηγείται με τη μετατροπή του CuS σε $CuSO_4$ (Xifang *et al.*, 2007). Στη δεύτερη υπόθεση, η αναγωγή του Cu^{++} φθάνει μέχρι το μεταλλικό χαλκό (Cu) σε κολλοειδή μορφή, ο οποίος σχηματίζοντας σύμπλοκα με τις πρωτεΐνες, είναι υπεύθυνος για τη δημιουργία του θολώματος χαλκού. Επίσης, μέρος του Cu ανάγει το SO_2 σε H_2S .

Η αναγωγή του ιόντος Cu^{++} σε ιόν Cu^+ είναι πιο πιθανή, όταν το PH του οίνου είναι υψηλό. Αντίθετα, όταν το PH είναι χαμηλό ($PH < 3$), τότε ευνοείται περισσότερο η αναγωγή του ιόντος Cu^{++} σε μεταλλικό Cu. Έχοντας υπόψη ότι το PH του οίνου είναι συνήθως μεγαλύτερο του τρία ($PH > 3$), συνεπάγεται ότι επικρατέστερη είναι η αναγωγή του Cu^{++} σε Cu^+ . Στην πραγματικότητα, όμως, το θόλωμα χαλκού αποτελεί συνδυασμό ενώσεων (Σουφλερός, 2015). Συγκεκριμένα περιλαμβάνει πρωτεΐνες – ταννίνες, χαλκό- πρωτεΐνες και θειούχο χαλκό. Οι πρωτεΐνες επεμβαίνουν όχι μόνο με τη μορφή κολλοειδών τα οποία προκαλούν την κροκίδωση του χαλκού, αλλά και με τη μορφή συμπλόκων τα οποία σχηματίζουν σε αναγωγικό περιβάλλον με την κυστεΐνη, που περιέχουν στο μόριο τους.

Από τα παραπάνω γίνεται γνωστό ότι η κατάσταση οξειδοαναγωγής του χαλκού μέσα στους οίνους έχει μεγάλη σημασία για την εμφάνιση θολώματος ή/και ιζήματος, όπως και εκείνη του PH (Σουφλερός, 2015).

5.2.2. Αντιμετώπιση των θολωμάτων χαλκού

Για την αντιμετώπιση των θολωμάτων χαλκού χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι, οι οποίες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη έχει ως εφαρμογή την απομάκρυνση του χαλκού με: θέρμανση, σιδηροκυανιούχο κάλιο, θειούχο νάτριο καθώς και ρητίνες ανταλλαγής ιόντων (Σουφλερός, 2015). Η δεύτερη στηρίζεται στην παρεμπόδιση της συσσωμάτωσης του κολλοειδούς χαλκού είτε με την προσθήκη ενός προστατευτικού κολλοειδούς (αραβικό κόμμι) είτε με την ολική αφαίρεση της πρωτεΐνης του οίνου (μπεντονίτης). Και οι δύο αυτές κατηγορίες έχουν προληπτικό χαρακτήρα.

Από τις μεθόδους που αναφέρθηκαν παραπάνω διαπιστώνεται ότι, ένα μέρος συγκαταλέγεται στους γενικούς τρόπους που χρησιμοποιούνται, προκειμένου να διατηρηθεί η διαύγεια (θέρμανση, μπεντονίτης), ενώ άλλες (αραβικό κόμμι, σιδηροκυανιούχο κάλιο) είναι ίδιες μ' εκείνες που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση των σιδηρικών θολωμάτων (εκτός από το θειούχο νάτριο). Επιβεβαιώνεται έτσι η ταυτόχρονη αντιμετώπιση των δύο αυτών θολωμάτων (Xifang *et al.*, 2007). Παρακάτω παρουσιάζονται πιο αναλυτικά οι τρόποι αντιμετώπισης των θολωμάτων χαλκού.

5.2.2.1 Επεξεργασίες που αφαιρούν το χαλκό

5.2.2.1.1. Θειούχο νάτριο $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$

Το θειούχο νάτριο αποτελεί το μόνο εξειδικευμένο μέσο για την αντιμετώπιση των θολωμάτων χαλκού και γι' αυτό το λόγο προορίζεται για τις

περιπτώσεις εκείνες, που οι οίνοι περιέχουν υψηλές ποσότητες χαλκού (Σουφλερός, 2015).

Η προσθήκη του θειούχου νατρίου οδηγεί στο σχηματισμό του πρακτικά αδιάλυτου CuS , ο οποίος για να καθιζάνει ταχύτερα απαιτεί –εξαιτίας της κολλοειδούς του μορφής- κάποιο κολλάρισμα. Η χρησιμοποίηση του μέσου αυτού συνιστάται σε οίνους οι οποίοι είναι εμπλουτισμένοι σε οξυγόνο, διότι οδηγεί στο σχηματισμό του διαλυτού CuSO_4 και ένα μέρος του Cu αποφεύγει την καθίζηση (Σουφλερός, 2015). Σε αυτές τις περιπτώσεις, προκειμένου να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα προστίθεται υψηλές ποσότητες θειούχου νατρίου με συνέπεια να παράγεται H_2S -με τη γνωστή δυσάρεστη οσμή- καθώς και διάφορα άλλα παράγωγα με πικρή γεύση.

Όταν οι συνθήκες είναι ιδανικές, για να απομακρυνθεί 1 mg Cu απαιτούνται 2,5 mg $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$.

Η προσθήκη του θειούχου νατρίου στους οίνους πρέπει να γίνεται μετά από δοκιμαστική εφαρμογή σε δείγματα, τα οποία δέχονται αυξανόμενες ποσότητες από την ουσία αυτή (Σουφλερός, 2015). Με τον τρόπο αυτό μπορεί να υπολογιστεί η απαιτούμενη ποσότητα του θειούχου νατρίου.

Για την προσθήκη του, το θειούχο νάτριο διαλύεται αρχικά σε ζεστό νερό, ενσωματώνεται στον οίνο χωρίς αερισμό και ακολουθεί αμέσως κολλάρισμα και διήθηση. Τέλος, ελέγχεται η αποτελεσματικότητα με έκθεση του οίνου στο φως της ημέρας.

Η χρήση του θειούχου νατρίου στους οίνους δεν επιτρέπεται από την οινική νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (κανονισμοί 1678/77 και 822/87).

5.2.2.1.2 Σιδηροκυανιούχο κάλιο $\text{Fe}(\text{CN})_6\text{K}_4$

Με την προσθήκη του σιδηροκυανιούχου καλίου σχηματίζεται αδιάλυτος σιδηροκυανιούχος χαλκός, ο οποίος καθιζάνει μαζί με το σιδηροκυανιούχο σίδηρο (Σουφλερός, 2015).

5.2.2.1.3 Προϊόντα με βάση τον κυανιούχο σίδηρο

Τέτοια προϊόντα αποτελούν το «κυανό της Προύσσας», το cufex κ.α και έχουν την ικανότητα να σχηματίζουν με το χαλκό αδιάλυτα σύμπλοκα.

5.2.2.1.4 Ρουμπεινικό οξύ (NH-C-SH)₂

Το οξύ αυτό σχηματίζει με το χαλκό άλας έγχρωμο και αρκετά αδιάλυτο. Περιεκτικότητα 2 mg ρουμπεινικού οξέος έχουν την ικανότητα να καθιζάνουν 1 mg Cu. Για την απομάκρυνσή του απαιτείται κολλάρισμα (Xifang *et al.*, 2007).

5.2.2.1.5. Ιοντοανταλλάκτες

Οι ανταλλάκτες κατιόντων δεσμεύουν το χαλκό σε αντάλλαγμα με το H⁺ ή Na⁺. Χρησιμοποιούνται σε μορφή στήλης ή σε μορφή σκόνης η οποία αναμιγνύεται με τον οίνο.

5.2.2.1.6 Θέρμανση

Θερμαίνοντας τον οίνο, στους 75-80 °C για μια ώρα, ο χαλκός και οι πρωτεΐνες καθιζάνουν, ενώ για μικρές ποσότητες χαλκού σχηματίζονται προστατευτικά κολλοειδή, τα οποία παρεμποδίζουν –προσωρινά ίσως- τη

δημιουργία θολωμάτων. Για καλύτερα αποτελέσματα, η θέρμανση είναι απαραίτητο να ακολουθείται από κολλάρισμα (Σουφλερός, 2015)

5.2.2.2. Επεξεργασίες που παρεμποδίζουν την καθίζηση του CuS και το σχηματισμό των θολωμάτων

5.2.2.2.1 Μπεντονίτης

Ο μπεντονίτης δρα με την πλήρη απομάκρυνση των πρωτεϊνών, οι οποίες είναι απαραίτητες για τη συσσωμάτωση του κολλοειδούς χαλκού (Σουφλερός, 2015). Απαιτούνται συνήθως 50-100 g/hL.

5.2.2.2.2 Αραβικό κόμμι

Το αραβικό κόμμι είναι ένα φυσικό προϊόν, το οποίο αποτελεί προστατευτικό κολλοειδές. Ενεργεί παρεμποδίζοντας τη συσσωμάτωση του κολλοειδούς χαλκού. Τέλος, προστίθεται σε ποσότητες 5-20 g/hL οίνου (Σουφλερός, 2015).

6. ΚΕΦΑΛΑΙΟ. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΤΗΣ ΔΙΑΥΓΕΙΑΣ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΟΝΤΑΙ ΣΕ ΚΟΛΛΟΕΙΔΗ (ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ, ΧΡΩΣΤΙΚΕΣ)

Σε αυτή την κατηγορία υπάγονται τα σφάλματα τα οποία προκαλούνται από τις πρωτεΐνες και τις χρωστικές ουσίες του οίνου.

6.1 Σφάλματα που οφείλονται στις πρωτεΐνες

Τα πρωτεϊνικά θολώματα και ιζήματα εμφανίζονται κυρίως στους νέους και λευκούς οίνους, οι οποίοι είναι πλούσιοι σε πρωτεΐνες. Η παρουσία τους σε εμφιαλωμένους οίνους ή σε οίνους – οι οποίοι είναι έτοιμοι να δοθούν για κατανάλωση – είναι ανεπιθύμητη και ενοχλητική, διότι προϋδεάζει με δυσμένεια τον καταναλωτή (Σουφλερός, 2015). Αντίθετα, η εμφάνιση των θολωμάτων και των ιζημάτων αρκετά πριν από την κατανάλωση των οίνων ως χύμα ή από την διαδικασία της εμφιάλωσης τους είναι επιθυμητή, διότι συμβάλει στη σταθεροποίηση των οίνων, όσον αφορά στις πρωτεΐνες. Η παραμονή του οίνου σε ηρεμία για μεγάλο χρονικό διάστημα, το κολλάρισμα ή/και η διήθηση οδηγούν στην πλήρη διαύγασή του.

Οι πρωτεΐνες που περιέχονται στους οίνους προέρχονται:

- ✓ Από τα σταφύλια, ως φυσικό τους συστατικό. Ένα μέρος των πρωτεϊνών αυτών χάνεται κατά την αλκοολική ζύμωση (πρωτεολυτική δράση ορισμένων ζυμών), ενώ ένα άλλο μέρος καθιζάνει κάτω από την επίδραση των ταννινών (Xifang *et al.*, 2007). Το υπόλοιπο των πρωτεϊνών παραμένει στον οίνο και είναι εκείνο το οποίο θα γίνει, ενδεχομένως, η αιτία ενός πρωτεϊνικού θολώματος.
- ✓ Από το υπερκολλάρισμα. Όταν προστίθεται υπερβολική ποσότητα πρωτεϊνούχων συστατικών (κόλλες) στους οίνους, έχει ως αποτέλεσμα να οδηγή στην εκδήλωση ομόνυμων θολωμάτων.

Τα σφάλματα της διαύγειας, εξαιτίας των πρωτεϊνών, λαμβάνουν χώρα κάτω από ορισμένες συνθήκες οι οποίες αναπτύσσονται στη συνέχεια.

6.1.1 Μηχανισμός των πρωτεϊνικών θολωμάτων

Η δημιουργία των πρωτεϊνικών θολωμάτων και ιζημάτων εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως: οι ταννίνες, η θερμοκρασία, η αλκοόλη, τα άλατα και το pH.

Οι ταννίνες, η θερμοκρασία και η αλκοόλη –σε συνδυασμό με το pH- καθώς και τα διάφορα άλατα συμβάλλουν στην παραποίηση της φύσης (μετουσίωση) των πρωτεϊνών και την καταβύθισή τους (Σουφλερός, 2015).

Πιο αναλυτικά:

Οι ταννίνες, επειδή είναι ηλεκτροαρνητικές, ενώνονται με τις πρωτεΐνες – οι οποίες είναι ηλεκτροθετικές στο pH του οίνου – και τις μετατρέπουν από υδρόφιλα ηλεκτροθετικά κολλοειδή σε υδρόφοβα ηλεκτροαρνητικά. Το συσσωμάτωμα πρωτεΐνης και ταννίνης με αρνητικό φορτίο καθιζάνει εξαιτίας της επίδρασης διαφόρων αλάτων, τα οποία έχουν ως σκοπό την εξουδετέρωση των ηλεκτρικών φορτίων. Τα μόρια που έχουν αποφορτιστεί, λόγω των κινήσεων τους στο εσωτερικό του οίνου, έρχονται σε επαφή μεταξύ τους, συσσωματώνονται (θρομβούνται) και αποβάλλονται (Σουφλερός, 2015). Κατά τη μετουσίωση των πρωτεϊνών, εκτός από την ηλεκτροστατική αποφόρτισή τους, πραγματοποιείται και αφυδάτωση αυτών.

Όταν το pH του οίνου βρίσκεται γύρω από το ισοηλεκτρικό σημείο (pH 4,7), τότε το ηλεκτροστατικό φορτίο των πρωτεϊνών είναι μηδέν (δηλαδή ουδέτερο). Σε αυτή την περίπτωση δεν υπάρχουν απωθητικές δυνάμεις ανάμεσα στα ομώνυμα μόρια των πρωτεϊνών, τα οποία παρεμποδίζουν τη θρόμβωσή τους, αλλά ούτε και ελκτικές δυνάμεις ανάμεσα σ' αυτά και τις ταννίνες (Sauvage *et al.*, 2010). Τα μόρια των πρωτεϊνών, τα οποία δεν έχουν φορτία συσσωματώνονται μεταξύ τους – όπως αναφέρθηκε και παραπάνω – εξαιτίας των εσωτερικών κινήσεων στον οίνο και καθιζάνουν.

Η καθίζηση των πρωτεϊνών – η οποία λαμβάνει χώρα στη δεύτερη αυτή περίπτωση, χωρίς την παρέμβαση άλλων παραγόντων (άλας, ταννίνες κ.α) – είναι μικρότερη σε σχέση με την πρώτη. Άλλωστε, οι πιθανότητες, που το pH του οίνου είναι τόσο υψηλό, είναι μικρές (Σουφλερός, 2015). Εντούτοις, από τα παραπάνω προκύπτει το συμπέρασμα ότι: η αύξηση ή η μείωση του pH οδηγεί αντιστοίχως σε μικρότερη ή μεγαλύτερη θρόμβωση των πρωτεϊνών.

Η θέρμανση του οίνου, στους 80 °C για 10 min ή στους 60 °C για 30 min, συντελεί στη θρομβωση (καθίζηση) των πρωτεϊνών. Η διαδικασία της καθίζησης πραγματοποιείται σε δύο στάδια (Σουφλερός, 2015). Στο πρώτο στάδιο συμβαίνει ένα χημικό φαινόμενο, το οποίο αντιστοιχεί στη μετουσίωση των πρωτεϊνών εξαιτίας της αφυδάτωσης που προκαλεί η θέρμανση. Στο δεύτερο στάδιο γίνεται ένα φυσικοχημικό φαινόμενο, το οποίο αντιστοιχεί στη συσσωμάτωση των πρωτεϊνών κάτω από την επιδραση των ταννινών και των αλάτων. Η συσσωμάτωση συνήθως αποδίδεται στην αργή ανάπτυξη των πρωτεϊνών κατά την αποθήκευση, που προκαλείται από την έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες (Sauvage *et al.*, 2010).

Σε περίπτωση παραμονής του οίνου στους 30 °C για μεγάλο χρονικό διάστημα – συνθήκες οι οποίες προσομοιάζουν με εκείνες του καλοκαιρού – προκαλεί την προοδευτική καθίζηση των πρωτεϊνών. Αν στον ίδιο αυτό οίνο έχει εφαρμοστεί προληπτική θέρμανση στους 70 – 80 °C, τότε δε σχηματίζει κανένα καινούριο πρωτεϊνικό ίζημα (Σουφλερός, 2015).

Η ψύξη του οίνου στους -4 °C, για πολλές ημέρες, συμβάλει σε μερική μόνο καθίζηση των πρωτεϊνών.

Η αλκοόλη επιδρά, επίσης, στην αντιστρεπτή θρόμβωση των πρωτεϊνών και στη συνέχεια στην καταβύθισή τους. Αντιστρεπτή θρόμβωση ονομάζεται η θρόμβωση εκείνη η οποία παύει να υπάρχει μετά την απομάκρυνση του μέσου που ευθύνεται για την πρόκλησή της.

6.1.2. Αντιμετώπιση των πρωτεϊνικών θολωμάτων – ιζημάτων

Οι παράγοντες που αναφέρθηκαν παραπάνω και που συμμετέχουν στο μηχανισμό των θολωμάτων, αποτελούν ταυτόχρονα και τα μέσα για την αντιμετώπιση αυτών (πρόληψη ή διόρθωση).

Επομένως, η θέρμανση στους 70 – 80 °C για 15 – 30 min, ή ψύξη στους -4 °C, ή προσθήκη 10- 50 g ταννίνης ανά hL οίνου και η χρησιμοποίηση του σιδηροκυανιούχου καλίου αποτελούν ορισμένους τρόπους, προκειμένου να εκδηλωθούν τα πρωτεϊνικά θολώματα με ταυτόχρονη μείωση ή περιορισμό αυτών (Kontoudakis N., *et al*, 2019). Η συσσωμάτωση των πρωτεϊνών με μακροχρόνια θέρμανση αποτελεί έναν από τους πιο αποτελεσματικούς τρόπους για την αντιμετώπιση των πρωτεϊνικών θολωμάτων.

Επίσης, ένας άλλος τρόπος που εφαρμόζεται και θεωρείται ικανοποιητικός είναι εκείνος που βασίζεται στην προσρόφηση των πρωτεϊνών πάνω σε ορισμένα ορυκτά συστατικά. Τέτοια συστατικά αποτελούν η γη των διατόμων, ο μπεντονίτης, ο καολίνης, το πυριτικό οξύ, ο αμίαντος και τέλος ο ζωικός ή φυτικός άνθρακας (Σουφλερός, 2015). Περισσότερο αποτελεσματικός από τα προαναφερθέντα ορυκτά συστατικά είναι ο μπεντονίτης, ο οποίος θα αναλυθεί εκτενέστερα παρακάτω.

Επιπλέον, η χρησιμοποίηση των πρωτεολυτικών ενζύμων σε δόσεις 25 – 100 mg/L οίνου, είναι ικανή να προκαλέσει διάσπαση των πρωτεϊνών με αποτέλεσμα ο οίνος να μη θολώνει πλέον, όταν θερμαίνεται ή όταν προστίθεται ταννίνη (Σουφλερός, 2015). Τα ένζυμα αυτά έχουν άριστη αποτελεσματικότητα στους 45 – 50 °C. Από τις πολλαπλές μεθόδους αντιμετώπισης των πρωτεϊνικών θολωμάτων, οι οποίες αναφέρθηκαν παραπάνω, μόνο η θέρμανση του οίνου καθώς και η προσθήκη του μπεντονίτη, είναι δυνατόν να προκαλέσουν μερική μόνο απομάκρυνση αυτών.

Στην πράξη, ο μπεντονίτης προστίθεται προληπτικά σε όλες σχεδόν τις λευκές οινοποιήσεις, σε δόσεις, οι οποίες κυμαίνονται από 50 – 100 mg/hL, ανάλογα με την περιεκτικότητά της σε πρωτεΐνες (Σουφλερός, 2015). Το πιο

κατάλληλο στάδιο για να γίνει η προσθήκη είναι εκείνο της αλκοολικής ζύμωσης, διότι προκαλεί ένα είδος ανάδευσης.

Όμως, πριν από κάθε εμφιάλωση λευκού οίνου, χρήσιμο είναι να ελέγχεται η σταθερότητα αυτού σε πιθανά πρωτεϊνικά θολώματα που μπορεί να προκύψουν στο μέλλον, όπως γίνεται και για όλα τα άλλα θολώματα.

Αντίθετα, οι ερυθροί οίνοι δεν κινδυνεύουν από την εμφάνιση πρωτεϊνικού θολώματος, διότι περιέχουν μεγάλη ποσότητα ταννινών οι οποίες ενεργούν με σκοπό την απομάκρυνσή τους.

6.2 Σφάλματα που οφείλονται στις χρωστικές

Οι ερυθροί οίνοι, με την πάροδο του χρόνου καθώς και την επίδραση της χαμηλής θερμοκρασίας, θρομβούνται και στη συνέχεια δημιουργούν ερυθρό ίζημα (Σουφλερός, 2015). Το ίζημα αυτό οφείλεται στις ανθοκυάνες, οι οποίες έχουν κολλοειδή χαρακτήρα, ή καλύτερα στο σύμπλοκο που σχηματίζεται από τις ανθοκυάνες και ένα κολλοειδές, όπως είναι οι πολυσακχαρίτες, οι πρωτεΐνες κ.α. Το μέρος των χρωστικών – το οποίο καθιζάνει- αποτελείται από κολλοειδή σωματίδια στα οποία οι διαστάσεις τους είναι τόσο μικρές, προκειμένου ακόμη και η υπερδιήθηση δεν έχει τη δυνατότητα να τα κατακρατήσει.

Το ίζημα έχει μικροσκοπική κοκκώδη όψη και ο σχηματισμός του δεν εξαρτάται από τα τρυγικά ιζήματα καθώς και την παρουσία σιδηρού, χαλκού και οξυγόνου (Sauvage *et al.*, 2010). Επιπλέον, έχει την ικανότητα να διαλύεται στο ζεστό νερό και στην αλκοόλη.

Το θόλωμα, καθώς και το ίζημα που προκαλούν οι χρωστικές, υποβαθμίζει τη διαύγεια του οίνου με αποτέλεσμα να προκαταλαμβάνει τον καταναλωτή με δυσμένεια. Στην πραγματικότητα δεν έχει καμιά επίπτωση στην ποιότητα του οίνου, εκτός από την εμφάνισή του.

6.2.1 Μηχανισμός των ιζημάτων των χρωστικών ουσιών

Αρκετές απόψεις έχουν διατυπωθεί σχετικά με το μηχανισμό των ιζημάτων των χρωστικών (Σουφλερός, 2015). Σύμφωνα με ορισμένες από αυτές, τα θολώματα – τα οποία δημιουργούνται από τις χρωστικές – οφείλονται στο σχηματισμό του συμπλόκου των ανθοκυανών με κάποιο κολλοειδές (πολυσακχαρίτες, πρωτεΐνες κ.α) κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού καθώς και στη καθίζησή του το χειμώνα που ακολουθεί. Σημειώνεται ότι και ο σύμπλοκο που σχηματίζεται είναι κολλοειδές.

Επιπλέον, σύμφωνα με άλλες παρατηρήσεις, οι συνδυασμοί «πολυφαινόλες – αλδεύδη», φαίνεται να αποτελούν την αιτία του σχηματισμού θολώματος και ιζήματος στους οίνους.

Ακόμη, στη δημιουργία του θολώματος συμμετέχει και ο θειώδης ανυδρίτης (Sauvage *et al.*, 2010). Ο τελευταίος έχει την ικανότητα να προσκολλάται στο μόριο των ανθοκυανών και να τις αποχρωματίζει, με αποτέλεσμα να δημιουργεί παράλληλα και κάποιο ασθενές θόλωμα. Το θόλωμα αυτό δεν εξελίσσεται σε ίζημα, αλλά εξαφανίζεται μετά από την επαφή του οίνου με το οξυγόνο.

Επιπλέον, οι χρωστικές με την επίδραση του ενζύμου διασάση υδρολύονται σε ένα τμήμα που αποτελείται από γλυκόζη, η οποία αυξάνει το ποσοστό των αναγόντων σακχάρων και σε ένα τμήμα που δεν περιέχει σάκχαρο, το οποίο καταβυθίζεται (Τσακίρης, 1994).

Η προσθήκη της ακεταλδεύδης σε οίνο έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει καταβύθιση των χρωστικών. Στους ερυθρούς οίνους οι οποίοι είναι πλούσιοι σε πολυφαινόλες, γίνεται καταβύθιση της ακεταλδεύδης η οποία σχηματίζεται από την οξειδωση της αιθανόλης, με αποτέλεσμα η συγκέντρωση της να παραμένει σταθερή, σε αντίθεση με τους λευκούς οίνους στους οποίους η αύξησή της είναι διαρκής με την πάροδο του χρόνου, συνέπεια της οξειδωσης που υφίσταται το κρασί (Τσακίρης, 1994).

Παλαιότερα, για να ερμηνευτούν τα σφάλματα της διαύγειας του οίνου από τις χρωστικές, εφαρμόζονταν βραδεία συμπύκνωση και πήξη αυτών, χωρίς να απαιτείται η παρέμβαση του οξυγόνου (Σουφλερός, 2015).

Επιπρόσθετα, και άλλες πολλές θεωρίες έχουν διατυπωθεί κατά καιρούς, για το μηχανισμό σχηματισμού των θολωμάτων και ιζημάτων του οίνου, γεγονός που παρουσιάζει το πόσο πολύπλοκο είναι αυτός ο μηχανισμός ή ότι δεν έχει βρεθεί ακόμη με βεβαιότητα η αιτία που τα προκαλεί.

6.2.2 Αντιμετώπιση των θολωμάτων – ιζημάτων των χρωστικών

Η τεχνική του κολλαρίσματος των οίνων με πρωτεϊνούχες κόλλες (ζελατίνη, αλβουμίνη), σε δόσεις 10 – 20 g/hL, και με μπεντονίτη, σε δόσεις 25 – 40 g/hL, προκαλεί παράλληλα διαύγηση και σταθεροποίηση της διαύγειας των οίνων. Και οι δύο αυτές ουσίες έχουν την ικανότητα να παρασύρουν τις χρωστικές, οι οποίες παρουσιάζουν κολλοειδή χαρακτήρα.

Η χρήση του μπεντονίτη φαίνεται να δίνει καλά αποτελέσματα. Επίσης, η ψύξη συμβάλλει στην αδιαλυτοποίηση των κολλοειδών χρωστικών με αποτέλεσμα την αποβολή τους (Σουφλερός, 2015). Η ψύξη με την επίδραση του κολλαρίσματος και της διήθησης επιτρέπει την ολική αφαίρεση των χρωστικών.

Προκειμένου να εξασφαλιστεί πλήρως η διατήρηση της σταθερότητας του οίνου ως προς τις χρωστικές, γίνεται προσθήκη αραβικού κόμμεως σε δόσεις 10 – 25 g/hL. Το προστατευτικό αυτό κολλοειδές παρεμποδίζει τη συσσωμάτωση των κολλοειδών χρωστικών ουσιών εξασφαλίζοντας τη διατήρηση της διαύγειας των οίνων για αρκετούς μήνες.

Πριν από κάθε ενέργεια για την αντιμετώπιση ή την πρόληψη των θολωμάτων – ιζημάτων, τα οποία οφείλονται στις χρωστικές, είναι απαραίτητο να εφαρμόζονται τα όσα αναφέρονται στο κεφάλαιο αναγνώρισης και ανίχνευσης αυτών.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τη βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε για την πραγματοποίηση αυτής της εργασίας, προέκυψε το συμπέρασμα ότι ο οίνος δεν μπορεί να διατεθεί στο χώρο του εμπορίου όπως παραλαμβάνεται μετά τη ζύμωση του διότι είναι θολός. Γι' αυτό το λόγο προκειμένου να γίνει διαυγής, είναι απαραίτητο να υποστεί κάποιες διεργασίες οι οποίες θα το καταστήσουν ένα απόλυτα ιδανικό προϊόν, το οποίο θα αντικατοπτρίζει τις ανάγκες των καταναλωτών. Ωστόσο, για να μπορέσει να πραγματοποιηθεί αυτή η «επιθυμία» εφαρμόζονται διάφορες τεχνικές οι οποίες είναι η διαύγαση με κολάρισμα, η φυσική διαύγαση, η διαύγαση με φυγοκέντρωση καθώς και η διαύγαση με διήθηση.

Αν και η τεχνική της διαύγασης είναι αρκετά αποτελεσματική, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, εντούτοις είναι δυνατό να προκληθούν διάφορα σφάλματα στον οίνο, τα οποία οφείλονται είτε σε μέταλλα, είτε σε κολλοειδή (πρωτεΐνες, χρωστικές).

Επομένως, είναι απαραίτητο να βελτιωθούν καθώς και να εξελιχθούν ολοένα και περισσότερο οι μέθοδοι αυτοί, προκειμένου ο οίνος να απαλλάσσεται εντελώς από τυχόν σχηματιζόμενα ιζήματα, και με αυτόν τον τρόπο να δημιουργείται ένα προϊόν το οποίο θα μπορεί να ανταποκριθεί στις ανάγκες του καταναλωτικού κοινού. Επίσης, θα ήταν χρήσιμο να γίνει μια επιπλέον έρευνα για τις τεχνικές διαύγασης, προκειμένου να ανακαλυφθεί μια νέα μέθοδος, η οποία θα είναι λιγότερο περίπλοκη και περισσότερο αποτελεσματική, χωρίς καμία πιθανότητα σφάλματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βέκιος Γ., Κουκης Δ., Τσακίρης Α., (2001), *Το βιβλίο του κρασιού*, Αθήνα: Ψυχάλου. (Σελ 31-33, 36-44).
2. Σουφλερός Ε., (2015), *Οινολογία επιστήμη και τεχνογνωσία*, 3^η, Θεσσαλονίκη: Αυτοέκδοση. (Σελ 143-147, 543-548, 551- 599, 601- 613, 639- 657).
3. Τσακίρης Α., (1994), *Οινολογία από το σταφύλλι στο κρασί*, Αθήνα: Ψυχάλου. (Σελ 167- 212).
4. Τσακίρης Α., (2016), *Αμπελουργία για κρασιά ποιότητας*, 2^η, Αθήνα: Ψυχάλου. (Σελ 129 -136, 137- 144, 155 - 159, 163 -166).

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Belda I., Conchillo B., Ruiz J., Navascues E., Marquina D., Santos A., (2016), Selection and use of pectinolytic yeasts for improving clarification and phenolic extraction in winemaking, *International Journal of Food Microbiology*, 223 : 1–8.
2. Butzke C., (2010), *Wine clarification, stabilization and preservation*, Woodhead Publishing Limited, pp 102-104.
3. Danae S. D., Anagnos K. A., Liapis S. K., Klimentzos A. D., (2017), Effect of clarification process on the removal of pesticide residues in white wine, *Food Control* 72: 134 -144
4. Gustavo González-Neves, Guzmán Favre, Graciela Gil, (2014), Effect of fining on the colour and pigment composition of young red wines, *Food Chemistry*, 157:385–392.
5. Jaeckels N., Tenzer S., Meier M., Will F., Dietrich H., Decker H., Fronk P., (2017), Influence of bentonite fining on protein composition in wine, *LWT - Food Science and Technology*, 75:335-343.

6. Kontoudakis N., Schmidtke L., Bekkerd M., Smithd M., Smithd P., Scollarya G., Wilkesd E., Clark A., (2019), Analytical strategies for the measurement of different forms of Cu and Fe in wine: Comparison between approaches in relation to wine composition, *Food Chemistry*, 274 (2019) 89–99.
7. Martínez-Lapuente L., Guadalupe Z., Ayestarán B., (2017), Effect of egg albumin fining, progressive clarification and cross-flow microfiltration on the polysaccharide and proanthocyanidin composition of red varietal wines, *Food Research International*, 96:235–243.
8. Muhlack R.A., Colby C.B., (2018), Reduced product loss associated with inline bentonite treatment of white wine by simultaneous centrifugation with yeast lees, *Food and Bioproducts Processing* ,108: 51–57.
9. Oberholster A., Carstens L.M., W.J. du Toit, (2013), Investigation of the effect of gelatine, egg albumin and cross-flow microfiltration on the phenolic composition of Pinotage wine, *Food Chemistry*, 138: 1275–1281.
10. Sauvage FX., Bach B., Moutounet M., Vernhet A., (2010), Proteins in white wines: Thermo-sensitivity and differential adsorption by bentonite, , *Food Chemistry*, 118: 26–34.
11. Uberti F., Danzi R., Stockley C., Peñas E., Ballabio C., Chiara Di Lorenzo, Tarantino C., Restani P., (2014), Immunochemical investigation of allergenic residues in experimental and commercially-available wines fined with egg white proteins, *Food Chemistry*, 159:343–352.
12. Xifang S., Chun L., Zhansheng W., Xiaolin X., Ling R., Hongshen Z., (2007), Adsorption of protein from model wine solution by different bentonites, *Chin.J. Chem. Eng.*, 15(5): 632-638.