

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ



ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ:

ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ
ΘΟΛΕΡΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΚΡΑΣΙΟΥ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΠΟΣΟΤΙΑΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΠΕΡΣΕΦΟΝΗ ΓΙΑΝΝΟΥΛΗ



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 9147/1
Ημερ. Εισ.: 16-11-2010
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιδετικός Κωδικός: ΠΤ – ΦΠΑΠ
2010
ΠΟΣ

‘ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ
ΘΟΛΕΡΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΚΡΑΣΙΟΥ’

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

1.Π.Γιαννούλη, Επίκουρος καθηγήτρια Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
(επιβλέπουσα)

2.Α. Γκόβαρης, Αναπληρωτής καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας,
μέλος συμβουλευτικής επιτροπής

3.Ι. Μποτζιάρης, Επίκουρος καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας μέλος
συμβουλευτικής επιτροπής

Στους γονείς μου,
Ιωάννη και Βασιλική, στους
καθηγητές μου, στην
επιβλέπουσα καθηγήτρια κα Γιαννούλη Π.
και στους συντρόφους μου,
για την πολύτιμη βοήθεια τους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΣΚΟΠΟΣ.....	6
1.ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	7
2.ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΚΡΑΣΙ.....	10
2.1 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΣΤΑΦΥΛΙΩΝ ΚΑΙ ΚΡΑΣΙΟΥ.....	10
2.2ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΡΑΣΙΟΥ.....	11
2.3ΖΥΜΩΣΗ.....	12
2.4ΩΡΙΜΑΝΣΗ.....	14
2.5ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΖΥΜΩΣΗ.....	15
2.6ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΓΕΥΣΗ.....	16
2.7ΩΣΜΕΣ ΘΕΙΟΥ.....	17
2.8ΑΛΛΙΩΣΗ ΤΟΥ ΚΡΑΣΙΟΥ ΑΠΟ ΒΑΚΤΗΡΙΑ ΟΞΥΚΗΣ ΖΥΜΩΣΗΣ.....	18
2.9 ΜΕΛΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΚΡΑΣΙΟΥ.....	19
2.10ΛΕΥΚΑΝΣΗ ΤΟΥ ΚΡΑΣΙΟΥ.....	20
3.ΘΟΛΕΡΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΚΡΑΣΙΟΥ.....	21
3.1ΦΑΙΝΟΛΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ.....	21

3.2 ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ.....	22
3.3 ΔΡΑΣΗ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ.....	23
3.4 ΜΕΤΑΛΛΑ.....	23
4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ.....	25
4.1 ΔΙΗΘΗΣΗ ΜΕ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ (membrane filtration).....	25
4.2 ΕΠΙΠΛΕΥΣΗ (Floatation).....	28
4.3 ΜΙΚΡΟΔΙΗΘΗΣΗ (Microfiltration).....	29
4.4 ΒΕΝΤΟΝΙΤΗΣ (bentonite treatment).....	33
4.5 ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΕΣΗ (Sedimentationclarification).....	35
4.6 ΘΕΡΜΙΚΗ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ (Heat stabilization).....	37
4.7 ΨΥΧΡΗΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ (Cold – stabilization treatment)....	39
4.8 ΑΡΑΒΙΚΟΚΟΜΜΙ (Arabicgum), ως προστατευτικό για τη σταθεροποίηση της διαλύγεια στο κρασί.....	42
4.9 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΜΕ ΣΗΔΙΡΟΚΥΑΝΙΟΥΧΟ ΚΑΛΙΟ.....	45
4.10 ΡΗΥΤΑΤΕ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ.....	48
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	51
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	56

ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της πτυχιακής αυτής είναι, η μελέτη και η ερμηνεία του προβλήματος της θολερότητας στο κρασί καθώς και η αντιμετώπιση του φαινομένου αυτού με τους διάφορους τρόπους, που αναλύονται παρακάτω. Μέσα απο αυτή την έρευνα επιχειρήται η διεξαγωγή πληροφοριών και δεδομένων έτσι ώστε η επιλογή του τρόπου αντιμετώπισης να είναι η κατάλληλη. Ο στόχος του παραγωγού του κρασιού, το μέγεθος του προβλήματος, όπως και τα ειδικά χαρακτηριστικά του κάθε κρασιού είναι αυτά, που θα καθορίσουν την επιλογή του τρόπου αντιμετώπισης.

1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.

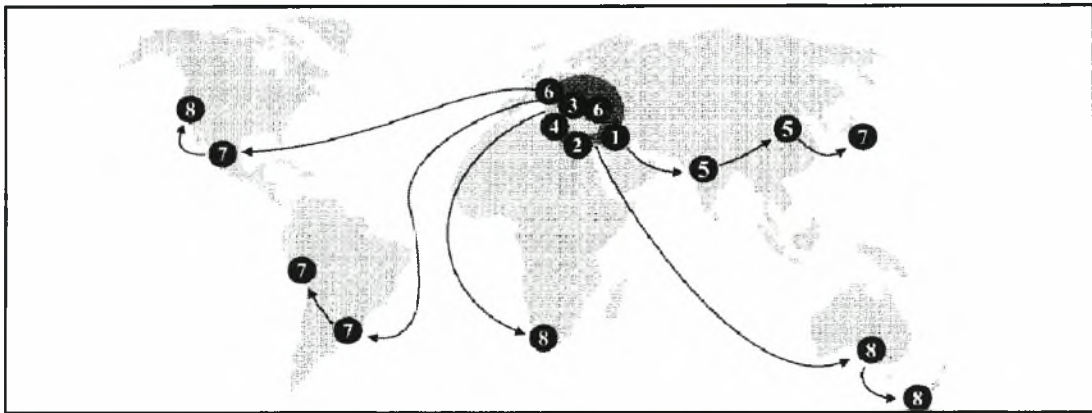
Η παραγωγή κρασιού έχει τις ρίζες της στην Ιστορία του ανθρώπου. Οι ιστορικές πηγές αναφέρουν πως η παραγωγή κρασιού ξεκίνησε από το Καύκασο και τη Μεσοποταμία από το 6000π.Χ. Στην αρχαία Αίγυπτο το κρασί εισάχθηκε από τη Λεβαντινή θάλασσα το 3000π.Χ.. Στο Δέλτα του Νείλου οι Φαραώ είχαν αναπτύξει μια σπουδαία βιομηχανία οινοποίησης. Η βιομηχανία αυτή πιθανώς ήταν το αποτέλεσμα των εμπορικών σχέσεων μεταξύ της Αιγύπτου και της Χαναάν κατά τη διάρκεια της πρώιμης εποχής του Χαλκού, που χρονολογείται από την τρίτη δυναστεία (2650–2575 π.Χ.) στην πρώτη περίοδο του Παλαιού Βασιλείου (2650–2152 π.Χ.). Οι αμπελώνες που καλλιεργούνταν ήταν κυρίως για κόκκινο κρασί, αν και πρόσφατα αρχαιολογικά ευρήματα από τον τάφο του Τουταγχαμών έδειξαν ότι καταναλώνονταν και ποικιλίες λευκού κρασιού στην Αίγυπτο.

Κρασί παράγονταν και στην αρχαία Ελλάδα. Πολλές από τις τεχνικές που εφαρμόζονται σήμερα στην αμπελουργία, είναι παρόμοιες με εκείνες των αρχαίων Ελλήνων. Στην αρχαία Ελλάδα είναι άγνωστο πότε καλλιεργήθηκε πρώτη φορά το αμπέλι, είναι γνωστό όμως ότι καλλιεργούνταν στην Μινωική και Μυκηναϊκή εποχή. Πολλές τεχνικές έχουν περάσει και στον σύγχρονο τρόπο παραγωγής κρασιού, για παράδειγμα το δημοφιλές κρασί «ρετσίνα» είναι κατάλοιπο της αρχαιότητας. Οι αρχαίοι αναμίγνυαν το κρασί με ρητίνη από τα δέντρα.

Στοιχεία από αρχαιολογικές ανασκαφές, που βρέθηκαν σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας, ήταν και υπολείμματα σταφυλιών, που χρονολογούνται 6.500 χρόνια πριν και μαρτυρούν την πιο πρώιμη γνωστή παραγωγή κρασιού στην Ευρώπη. Διάφοροι αρχαίοι συγγραφείς, όπως ο Ρωμαίος Πλίνιος και ο Έλληνας Θεόφραστος, περιγράφουν ότι οι αρχαίοι χρησιμοποιούσαν μερικώς αφυδατωμένο γύψο πριν την

ζύμωση και κάποιο τύπο ασβέστη μετά την ζύμωση του κρασιού, με σκοπό να μειώσουν την οξύτητα του.

Με τις κατακτήσεις τους οι Ρωμαίοι διαδίδουν και καθιστούν το κρασίδημοφιλές σε όλη τη Μεσόγειο. Το εισάγουν επίσης στα Βαλκάνια και στη Γερμανία καθώς και σε όλη τη Βόρεια Ευρώπη μέχρι τη Μεγάλη Βρετανία. Το 500π.Χ., το κρασί παράγονταν στη Σικελία, την Ιταλία, την Πορτογαλία και τη Βόρεια Αφρική (εικ.1) (Pretorius, 2000).



Εικόνα 1: Η εξάπλωση του κρασιού στο κόσμο. 1) 6000 – 4000 π.Χ.: Μικρά Ασία, Καύκασος, Μεσοποταμία, 2) 5000 π.Χ.: Αίγυπτος, Φοινίκη 3) 2000 π.Χ.: Ελλάδα, 4) 1000 π.Χ.: Σικελία, Ιταλία, Βόρεια Αφρική, 5) 100 π.Χ.: Βόρεια Ινδία, Κίνα, 6) 0 π.Χ.: Βαλκάνια, Βόρεια Ευρώπη, 7) 1530 – 1600: Μεξικό, Ιαπωνία, Αργεντινή, Περού, 8) 1600 – 1800: Νότια Αφρική, Καλιφόρνια, Αυστραλία, Νέα Ζηλανδία (Pretorius, 2000).

Οι Ευρωπαίοι εξερευνητές εισήγαγαν το δέκατο έκτο αιώνα το αμπέλι στην Αμερική. Το 1530 οι Ισπανοί κατακτητές φύτεψαν το *Vitis vinifera* στο Μεξικό, την Αργεντινή, το Περού και τη Χιλή. Το 1655 οι Ολλανδοί άποικοι στη Νότια Αφρική φύτεψαν μοσχεύματα των γαλλικών αμπέλων στις χαμηλές κλίσεις του ακρωτηρίου της Καλής Ελπίδας. Σύντομα ακολούθησε η εισαγωγή του κρασιού στην Καλιφόρνια και μετά από έναν αιώνα, το 1813, στην Αυστραλία και στη Νέα Ζηλανδία (Pretorius, 2000).

Τα τελευταία 150 χρόνια η οινοποίηση έχει μελετηθεί αρκετά από την επιστήμη και πολλές τεχνικές της έχουν βελτιωθεί σημαντικά. Το 1863, ο Louis Pasteur παρατήρησε μικροβιακή δραστηριότητα στη διαδικασία ζύμωσης του κρασιού και απέδειξε ότι η ζύμη είναι απαραίτητη στη διαδικασία ζύμωσης του κρασιού. Η έρευνά του είχε βασιστεί στις εργασίες του Antonie van Leeuwenhoek (1680), που είχε παρατηρήσει στο μικροσκόπιο τις ζύμες, και των Cagniard-Latour, Kützing και Schwann (τέλη 1830s) που απέδειξαν ότι είναι έμβιοι οργανισμοί. Γνωρίζοντας ότι η ζύμη είναι υπεύθυνη για τη βιολογική μεταβολή των σακχάρων των σταφυλιών (κυρίως γλυκόζη και φρουκτόζη) σε αλκοόλη και διοξείδιο του άνθρακα, οι οινοποιοί θα μπορούσαν να ελέγξουν τη διαδικασία παραγωγής καρπού από τον αμπελώνα μέχρι και στις εγκαταστάσεις εμφιαλώσεως. Αργότερα ο Müller – Thurgau επέλεξε ζύμες με βελτιωμένα χαρακτηριστικά από καθαρές καλλιέργειες ζυμών. Κατά συνέπεια, η ποιότητα και η ποσότητα παραγωγής κρασιού βελτιώθηκαν σημαντικά (Pretorius, 2000).

2. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΚΡΑΣΙ

2.1. Ποικιλίες Σταφυλιών και Κρασιού

Το σταφύλι αποτελεί την πρώτη ύλη για την παραγωγή των κρασιών. Το επίπεδο ωριμότητάς του είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τον καθορισμό της ποιότητας κρασιού. Είναι το αποτέλεσμα όλων των σύνθετων φυσιολογικών και βιοχημικών φαινομένων των οποίων η κατάλληλη ανάπτυξη και ένταση συσχετίζεται περίπλοκα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες (ποικιλίες αμπέλων, χώματα, κλίμα) (Ribéreau-Gayon et al., 2006a).

Τα σταφύλια είναι οι καρποί των αμπελιών που ανήκουν στα γένη *Vitis* και *Muscadinia* (οικογένεια *Vitaceae*). Ανάλογα με το είδος και την ποικιλία, ο χρωματισμός τους ποικίλει από το απαλό πράσινο μέχρι το βαθύ κόκκινο ή το μαύρο, επίσης ποικίλουν και οι ποσότητες των σακχάρων που περιέχουν.

Τα σταφύλια χωρίζονται σε δυο κατηγορίες έχοντας μια σημαντική διαφορά γεύσης, στα ευρωπαϊκά και στα αμερικάνικα. Το ευρωπαϊκό σταφύλι *Vitis vinifera* L. θεωρείται ότι έχει καλά χαρακτηριστικά και χρησιμοποιείται ως κύρια ποικιλία για την παραγωγή ακριβών εμπορικών κρασιών. Αυτό το είδος έχει μεγαλύτερη ρώγα και λεπτότερο φλοιό από τα αμερικανικά είδη. Το είδος ευδοκμεί σε όλη την Ευρώπη, στη Νότια Αφρική και Αυστραλία. Οι ποικιλίες είναι ευαίσθητες στον παγετό και στην υψηλή υγρασία.

Υπάρχουν τουλάχιστον 4000 ποικιλίες του είδους *Vitis vinifera* που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή των κρασιών. Η ποικιλομορφία και η ποιότητα του κρασιού δεν οφείλεται μόνο από τον τύπο σταφυλιού που χρησιμοποιείται αλλά και από τις διακριτικές ιδιότητες του χόματος, της τοπογραφίας και του κλίματος της περιοχής καλλιέργειας. Κατά τη διάρκεια των ετών, έχει αναπτυχθεί μια ευρεία ποικιλία τεχνικών οινοποίησης, όσον αφορά την ποιότητα κρασιού, που

διαφοροποιούνται με την τεχνική της ζύμωσης. Τα βασικά βήματα της διαδικασίας παραμένουν ίδια, για όλες τις τεχνικές οινοποίησης (Hornsey, 2007).

Στην Ελλάδα καλλιεργούνται περίπου 300 ποικιλίες αμπέλου. Οι κυριότερες είναι το ασύρτικο, η ρομπόλα, το αγιωργίτικο, το σαββατιανό, το ξινόμαυρο, η μαυροδάφνη, η μανδηλαριά, ο ροδίτης, το αθήρι, και το γουστολίδι, το μοσχάτο Σάμου, το λημινό, κ.α. Η καλλιεργούμενη έκταση με αμπελώνες είναι 970.000 στρέμματα. Οι εδαφολογικοί παράγοντες παίζουν σημαντικό ρόλο στην συνολική ποιότητα του κρασιού. Η κανονική ωρίμανση ευνοείται από το ήπιο και θερμό κλίμα, και η ποιότητά του από τα εδάφη μέτριας γονιμότητας (Ζαρμπούτης και Τσιβεριώτου, 2003).

2.2. Παραγωγή Κρασιού

Η διαδικασία μπορεί να διαιρεθεί σε τέσσερα βασικά στάδια. Το πρώτο στάδιο είναι η συγκομιδή των σταφυλιών. Το δεύτερο στάδιο είναι η ζύμωση, όπου γίνεται ο έλεγχος των διαφόρων παραμέτρων που επηρεάζουν τη ζύμωση, όπως η θερμοκρασία. Στο τρίτο στάδιο γίνεται καθαρισμός του κρασιού. Το τελευταίο στάδιο αφορά την ωρίμανση του κρασιού. Εκτός από το πρώτο στάδιο, τα άλλα στάδια αλληλεπικαλύπτονται. Κάθε στάδιο συμβάλει στα χαρακτηριστικά του κρασιού, αλλά το πρώτο στάδιο θεωρείται σημαντικό για την ποιότητα του κρασιού (Eisenman, 1998).

Μόλις επιλεχτούν τα σταφύλια, μεταφέρονται στην οινοποιία, όπου λαμβάνονται ορισμένα προπαρασκευαστικά μέτρα πριν την διαδικασία παραγωγής κρασιού. Η καθαρότητα και η υγιεινή θεωρούνται κρίσιμα σημεία για την καλή οινοποίηση, δεδομένου ότι οι ανεπιθύμητοι μικροοργανισμοί μπορούν να αλλοιώσουν το τελικό προϊόν, το κρασί. Ο εξοπλισμός αποστειρώνεται με ένα καυστικό διάλυμα με βάση το οξυγόνο, στη συνέχεια ξεπλένεται με νερό, και

ακολουθεί καθαρισμός με αντιβακτηριδιακό διάλυμα θειώδους άλατος και τέλος πάλι ξέπλυμα με νερό. Τα σταφύλια με την άφιξη στο οίνο, υφίστανται επεξεργασία με 50-75 ppm ελεύθερου διοξειδίου θείου (SO₂). Αυτή η διαδικασία καλείται θείωση, και προστατεύει τα σταφύλια από τους ανεπιθύμητους μικροοργανισμούς και τα άγρια είδη ζύμης.

2.3. Ζύμωση

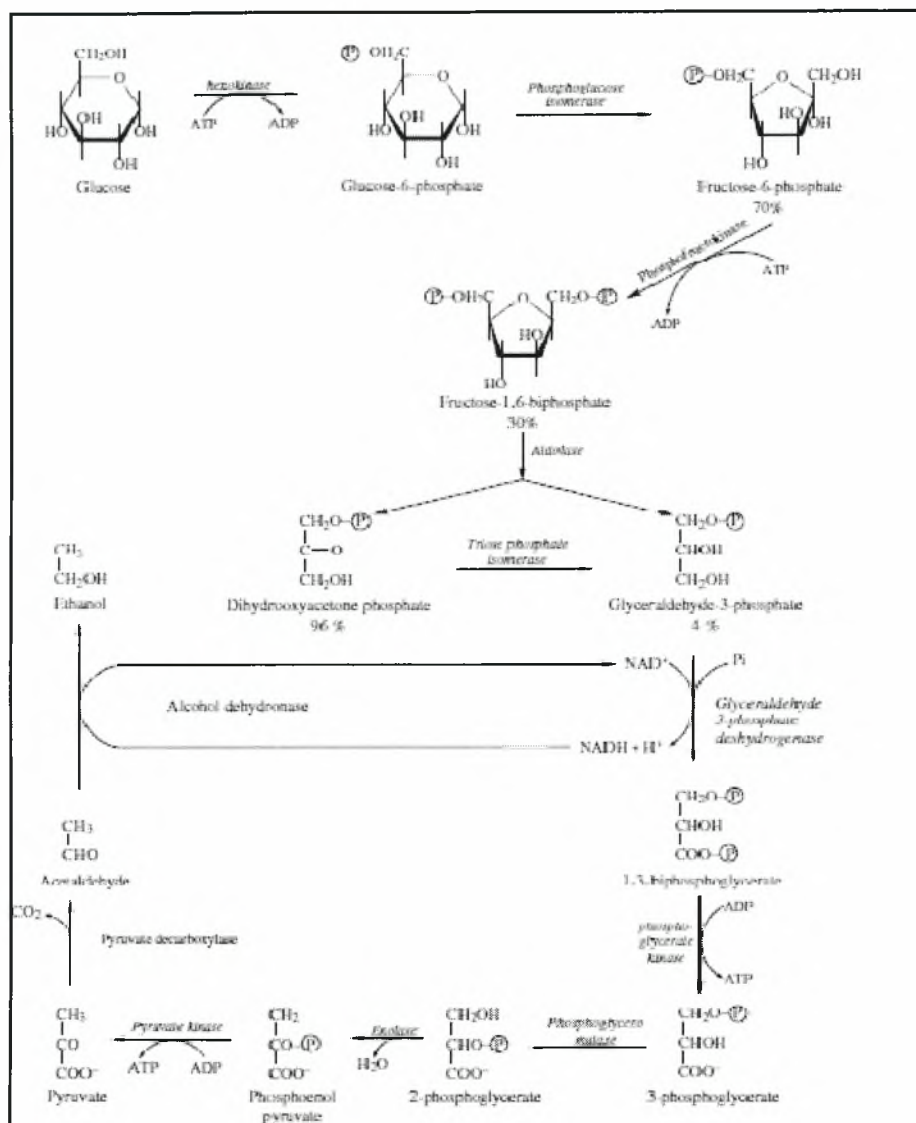
Οι ζύμες είναι απαραίτητες κατά τη διάρκεια της σύνθετης διαδικασίας της οίνοποίησης. Για την οίνοποίηση μόνο 16 είδη από τα 700 είδη είναι κατάλληλα, *Brettanomyces (Dekkera)*, *Candida*, *Cryptococcus*, *Debaryomyces*, *Hanseniaspora (Kloeckera)*, *Kluyveromyces*, *Metschnikowia*, *Pichia*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces*, *Saccharomycodes*, *Schizosaccharomyces*, *Torulasporea*, και *Zygosaccharomyces*. Τα βακτήρια, που βρίσκονται συνήθως στο μούστο και στα σταφύλια, είναι α) τα βακτήρια του γαλακτικού οξέος, τα οποία έχουν σημαντικό ρόλο στην οίνοποίηση, και β) τα βακτήρια οξικού οξέος που είναι παράγοντες αλλοίωσης της ποιότητας του κρασιού (Bartowsky και Pretorius, 2009).

Το *Saccharomyces cerevisiae* είναι η κυρίαρχη ζύμη στην οίνοποίηση και είναι η πρότυπη ζύμη κατά την περιγραφή των μεταβολικών αντιδράσεων του. Η γλυκόλυση συνδέεται με την παραγωγή αιθανόλης και αποτελεί το κλειδί για την παραγωγή του κρασιού. Αυτή η μεταβολική διαδικασία οδηγεί τις ενζυματικές αντιδράσεις των κύριων σακχάρων των σταφυλιών, γλυκόζη και φρουκτόζη, οι οποίες είναι το κλειδί και για άλλες μεταβολικές διαδικασίες, όπως για παράδειγμα η μετατροπή της ακεταλδεΐδης σε αιθανόλη. Στα αρχικά στάδια της οίνοπνευματώδους ζύμωσης, η γλυκόλυση εμφανίζεται υπό αερόβιες συνθήκες, αλλά σύντομα με την παραγωγή του διοξειδίου του άνθρακα το περιβάλλον μούστου/κρασιού μεταφέρονται σε αναερόβιες (Bartowsky και Pretorius, 2009).

Η ζύμωση είναι η διαδικασία μετατροπής του μούστου σε κρασί, όπου οι ζύμες, σε έλλειψη οξυγόνου, μετατρέπουν τα κυριότερα σάκχαρα (φρουκτόζη, γλυκόζη) του μούστου σε αιθανόλη και διοξείδιο του άνθρακα. Κατά τη διαδικασία της ζύμωσης θα πρέπει να ελέγχεται αν διάφοροι παράγοντες όπως, η θερμοκρασία, που επηρεάζει σημαντικά τη ζύμωση, και η περιεκτικότητα σε οινόπνευμα, η οποία θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 987 – 995 g/dm³ (Fernández-Novales et al., 2008).

Η θερμοκρασία είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που έχουν επιπτώσεις στη ζύμωση. Η σύγχρονη τεχνική, απαιτεί να πραγματοποιηθεί η ζύμωση των λευκών κρασιών μεταξύ 8 - 15°C, για να επιταχυνθεί η σύνθεση των φρουτώδων εστέρων, όπως το ισοαμυλικό οξικό άλας, τα ισοβουτυλικά και εξαλικά οξικά άλατα. (Mallouchos et al., 2003).

Ο καθαρισμός του μούστου είναι μια πολύ σημαντική λειτουργία για τη βελτίωση της ποιότητας του κρασιού. Η αφαίρεση των ουσιών, που προσδίδουν δυσάρεστη γεύση στο κρασί, ευνοούν τη διαδικασία της ζύμωσης, αυξάνοντας το ρυθμό ζύμωσης. Ο καθαρισμός του μούστου έχει επίσης θετική επίδραση στο άρωμα του κρασιού, λόγω της μείωσης παραγωγής της αλκοόλης και της αυξημένης συγκέντρωσης των εστέρων. Αν η διαδικασία αυτή είναι εκτενής τότε παρεμποδίζεται η διαδικασία της ζύμωσης με αποτέλεσμα την παραγωγή των κρασιών με χαμηλή ποιότητα. Αυτό παρατηρείται επειδή οι ουσίες που αποτελούν το υπόστρωμα για την ανάπτυξη της ζύμης αφαιρούνται κατά τη διάρκεια του καθαρισμού. Ο καθαρισμός στο στάδιο της προζύμωσης επιδρά στα αζωτούχα συστατικά του μούστου, όπως οι βιταμίνες, και άλλοι αυξητικοί παράγοντες όπως οι στερόλες. Οι βιταμίνες όπως η θειαμίνη και το παντοθενικό οξύ, είναι απαραίτητες για να αποτραπούν οι χρονοβόρες ζυμώσεις, ενώ οι ζύμες χρειάζονται λιπίδια και ακόρεστες στερόλες ως υπόστρωμα για να αναπτυχθούν (εικόνα 2) (Ferrando et al., 1998).



Εικόνα 2: Γλυκόλυση και αλκοολική ζύμωση του κρασιού (Ribèreau-Gayon et al., 2006).

2.4. Ωρίμανση

Οι μέθοδοι ωρίμανσης του κρασιού, οι οποίες σήμερα θεωρούνται παραδοσιακές, δεν αναπτύχθηκαν σκόπιμα, αλλά προέκυψαν από την προσπάθεια βελτίωσης της διαθεσιμότητας, δηλαδή τη συντήρηση του κρασιού. Οι διαδικασίες όπως η χρήση ξύλινων βαρελιών είναι το αποτέλεσμα χρήσης φυσικών υλικών που ήταν προσιτά. Οι γενικοί στόχοι της ωρίμανσης διαιρούνται σε τέσσερις κατηγορίες: η αφαίρεση, προσθήκη, μεταφορά και πολλαπλασιασμός. Αυτοί οι στόχοι πρέπει να ενσωματωθούν στον ολοκληρωμένο τρόπο συντήρησης που καθορίζει τα επιθυμητά

χαρακτηριστικά του κρασιού. Η αφαίρεση περιλαμβάνει την απομάκρυνση των ανεπιθύμητων χαρακτηριστικών, όπως το CO₂ ή μια ευδιάκριτη σουλφιδική κηλίδα (Hornsey, 2007).

Το διοξείδιο του θείου είναι το κύριο συντηρητικό, αντισηπτικό και αντιοξειδωτικό που χρησιμοποιείται στην οινοποίηση για την προστασία του κρασιού από τις αλλοιώσεις. Έχει χρησιμοποιηθεί από καιρό στην οινοποίηση για να εμποδίσει την οξείδωση (ελεύθερο SO₂) και την αύξηση των ανεπιθύμητων μικροοργανισμών συμπεριλαμβανομένης της άγριας ζύμης, και τα οξικά και γαλακτικά βακτήρια (μοριακό SO₂) (Salaha et al., 2008).

2.5. Προβλήματα κατά τη ζύμωση

Η αυθόρμητη διακοπή ή η αναστολή των αλκοολικών ζυμώσεων του μούστου, πριν από τον πλήρη μετασχηματισμό των σακχάρων ή προτού να περιέχει το κρασί το επιθυμητό επίπεδο αλκοόλης, παραμένει ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα της σύγχρονης διαδικασίας παραγωγής κρασιού. Επίσης πρόβλημα μπορεί να δημιουργήσει μια ανεπιθύμητη ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων. Η πρόωρη διακοπή της ζύμωσης μπορεί να προκληθεί από διάφορους παράγοντες, όπως οι υψηλές συγκεντρώσεις σακχάρων στο μούστο, έλλειψη βιταμινών ή υποστρωμάτων αζώτου, η παρουσία αντιζυμικών παραγόντων, οι αναερόβιες συνθήκες, υψηλή θερμοκρασία ζύμωσης και ο καθαρισμός του μούστου (Lafon-Lafourcade et al., 1984).

Η ζύμωση του κρασιού ολοκληρώνεται ως φυσική συνέπεια του κύκλου αύξησης της ζύμης. Οι τροποποιήσεις στη μέση σύνθεση λόγω του μεταβολισμού ενεργούν στην κυπελοειδή δομή, με αποτέλεσμα την παρεμπόδιση της ζύμωσης. Η αιθανόλη, τα λιπαρά οξέα και οι εστέρες, αποτελούν ανασταλτικούς παράγοντες για

τη ζύμωση. Τα τελευταία παράγονται κατά τη διάρκεια της αύξησης της ζύμης. Συχνά χρησιμοποιούνται «φαντάσματα» ζυμών ώστε να αφαιρεθούν οι ανασταλτικές ουσίες από τους μερικώς ζυμωμένους μούστους σταφυλιών και από τα κολλημένα κρασιά (stuckwine) (Lafon-Lafourcade et al., 1984).

Οι προβληματικές ζυμώσεις κρασιού προσκρούουν άμεσα και στην παραγωγικότητα και στην ποιότητα του κρασιού. Οι πολυάριθμοι μεταβολίτες μπορούν να μετρηθούν χρησιμοποιώντας την τρέχουσα τεχνολογία σε καθορισμένα διαστήματα κατά τη διάρκεια μιας ζύμωσης οινοποίησης. Είναι δυνατό να εξαχθούν οι πολύτιμες πληροφορίες από αυτές τις περιοδικές μετρήσεις που δεν πρέπει να αγνοηθούν, δεδομένου ότι υπάρχει η δυνατότητα να προβλεφθεί η συμπεριφορά ζύμωσης. Η ανάσυρση δεδομένων μπορεί να εξαγάγει τις χρήσιμες πληροφορίες από τις μεγάλες βάσεις δεδομένων, οι οποίες μπορούν έπειτα να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη, τη διαμόρφωση ή τον προσδιορισμό των αλληλεξαρτήσεων (Urtubia et al., 2007).

2.6 Μεταλλική γεύση

Το φαινόμενο της μεταλλικής γεύσης είναι περιστασιακό στα ξηρά κρασιά. Η προέλευση του είναι άγνωστη. Τα ιόντα σιδήρου και χαλκού όταν έχουν συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από τις φυσιολογικές στο κρασί (> 20 και 2 mg/l, αντίστοιχα). Η ανίχνευση του Cu^{2+} αυξάνεται από τις τανίνες. Οι αρωματικές ενώσεις, όπως το oct-1-en-3-one, έχουν συσχετιστεί με την μεταλλική αίσθηση στα γαλακτοκομικά προϊόντα. Τα ακεταμίδια θεωρούνται παράγοντες για τη μεταλλική γεύση στα κρασιά. Έχει ειπωθεί ότι επειδή τα μέταλλα συχνά καταλύουν την οξείδωση των λιπιδίων, μπορεί να ευνοούν το σχηματισμό του oct-1-en-3-one. Αυτή η αντίδραση εξηγεί το γεγονός ότι ο θειούχος σίδηρος αφήνει μια μεταλλική γεύση στο στόμα (Jackson, 2009).

2.7 Οσμές θείου

Το υδρόθειο είναι μια ιδιαίτερα δραστική ένωση, η οποία μπορεί να συμμετέχει σε μια σειρά αντιδράσεων και να παραχθούν ενώσεις που επηρεάζουν τη γεύση ενός κρασιού, όπως μερκαπτάνες (αιθανοδιόλη), διμεθυλικό σουλφίδιο, και τα πολυσουλφίδια (διμεθυλικό δισουλφίδιο, διμεθυλικό τρισουλφίδιο, και διμεθυλικό τετρασουλφίδιο). Αντίθετα από το υδρόθειο, αυτές οι ενώσεις δεν μπορούν να αφαιρεθούν με την προσθήκη χαλκού. Για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της παραγωγής υδρόθειου κατά τη διάρκεια της οινοποίησης, οι κλασσικές βιολογικές μη-ΓΤΟ τεχνικές χρησιμοποιήθηκαν πρόσφατα για να αναπτύξουν διάφορες καλλιέργειες στελεχών του *S. cerevisiae* που δεν παράγουν υδρόθειο σε μούστους με χαμηλή περιεκτικότητα σε άζωτο. Οι δοκιμές στο μούστο Chardonnay που ζυμώθηκε με τρεις καλλιέργειες στελεχών του *S. cerevisiae* και με την αρχική πατρική καλλιέργεια (PDM) έδειξαν ότι οι αναπτυγμένες καλλιέργειες ήταν σε θέση να ζυμώσουν το μούστο τόσο αποτελεσματικά όσο η πατρική χωρίς την ανίχνευση παραγωγής υδρόθειου (Bartowsky and Pretorius, 2009).

Το υδρόθειο και διάφορες οργανικές ουσίες του θείου παράγονται σε διάφορα στάδια της παραγωγής και της ωρίμανσης του κρασιού. Η δυσοσμία του υδρόθειου να αποβάλλεται συνήθως με ήπιο αερισμό. Δυστυχώς, ο αερισμός δε βοηθά στην απομάκρυνση των οσμών που παράγονται από τις περισσότερες πτητικές ενώσεις του θείου. Οι οσμές που παράγονται από τις μερκαπτάνες (mercaptans), θυμίζουν λιπάσματα αγροκτημάτων, σάπια κρεμμύδια, κ.λπ., μπορούν να οξειδωθούν αργά σε δισουλφίδια. Ωστόσο οι οσμές από τα σουλφίδια θυμίζουν από μαγειρεμένο λάχανο έως γαρίδα. Πολλές άλλες παρόμοιες ενώσεις οι 2-mercaptoethanol και 4-(methylthio)butanol παράγουν οσμές που θυμίζουν σιτάρι και σκόρδο αντίστοιχα. Αυτές οι ενώσεις μπορούν να παραχθούν από τους μικροοργανισμούς, αλλά συχνά

εμφανίζονται αβιοτικά στα κατακάθια κάτω από ιδιαίτερα δυσμενείς συνθήκες. Το διοξείδιο θείου προστίθεται στο κρασί κατά τη διάρκεια της παρασκευής του, της ωρίμανσης, ή της εμφιάλωσης. Παράγεται επίσης από το μεταβολισμό της ζύμης. Εντούτοις, μια μείωση της χρήσης σημαίνει ότι το διοξείδιο θείου εμφανίζεται σπάνια στις συγκεντρώσεις των κατώτατων ορίων. Ακόμη και πάνω από τα κατώτατα όρια, η οσμή απομακρύνεται γρήγορα, συνήθως κατά τη διάρκεια στροβιλισμού του κρασιού (Jackson, 2009).

2.8 Αλλοίωση κρασιού από βακτήρια οξικής ζύμωσης

Η παρουσία και η αύξηση των βακτηρίων οξικής ζύμωσης αφορούν γενικά την αλλοίωση κρασιού, συνήθως με την αύξηση της οξύτητας. Εντούτοις, οι αλλαγές που προκαλούνται από τα βακτήρια οξικού οξέος στο κρασί εξαρτώνται από το στάδιο της διαδικασίας. Η γενική επίδραση της αύξησης των βακτηρίων οξικής ζύμωσης των σταφυλιών θεωρείται ως όξινη αποσύνθεση που μπορεί μερικές φορές να συμπεριληφθούν και άλλοι μικροοργανισμοί όπως ο μύκητας *Botrytis cinerea*. Στο σταφύλι ή στο μούστο η κύρια πηγή άνθρακα που χρησιμοποιείται από τα βακτήρια της οξικής ζύμωσης είναι γλυκόζη, η οποία εύκολα οξειδώνεται σε γλουκονικό οξύ. Στην πραγματικότητα, το γλουκονικό οξύ στην οινολογία θεωρείται ως δείκτης της αλλοίωσης *Botrytis*, αν και το μεγαλύτερο μέρος του γλουκονικού οξέος παράγεται από τα βακτήρια της οξικής ζύμωσης. Επίσης, η φρουκτόζη μπορεί να οξειδωθεί σε οξοφρουκτόζη, αν και προτιμάται η γλυκόζη ως υπόστρωμα. Η παραγωγή του γλουκονικού οξέος και οξοφρουκτόζης είναι σημαντική όχι μόνο λόγω των οργανοληπτικών αλλαγών που πραγματοποιούνται, αλλά και λόγω της σύνδεσης και της μείωσης του ελεύθερου SO₂ (Guillamón and Mas, 2009).

Η παραγωγή του οξικού οξέος απαιτεί οξυγόνο και συσχετίζεται άμεσα με τις οινολογικές πρακτικές που μπορούν να ωθήσουν σε μια αύξηση στο διαλυμένο

οξυγόνο (αερισμός, άντληση, τελειοποίηση, κ.λπ.). Κατά τη διάρκεια του μετασχηματισμού του οινοπνεύματος σε ακεταλδεΐδη και οξικό οξύ και στο αιθυλικό οξικό άλας που παράγονται, οι οποίες είναι επίσης αξιοπρόσεχτες στα κρασιά λόγω της χαμηλής επιτρεπομένης συγκέντρωσή τους. Πέρα από την επίδραση της ακεταλδεΐδης στο άρωμα και την γεύση, η ακεταλδεΐδη είναι δραστική ένωση και δεσμεύει το SO₂. Μετά από την αιθανόλη, η γλυκερίνη είναι επίσης ένα κύριο προϊόν αλκοολικής ζύμωσης και μπορεί να είναι ένα υπόστρωμα για την οξείδωση από τα βακτήρια. Το παραγόμενο προϊόν είναι dihydroxyacetone, το οποίο δεν δίνει στο στόμα την απαλότητα της γλυκερίνης και δεσμεύει επίσης ελεύθερο SO₂. Άλλες ενώσεις του κρασιού, όπως τα οργανικά οξέα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως οξειδωτικό υπόστρωμα. Τα επίπεδα μηλικού οξέος, τρυγικού οξέος και κιτρικού οξέος μειώνονται μετά από την αλλοίωση του κρασιού από τα βακτήρια της οξικής ζύμωσης. Όλες αυτές οι αλλαγές έχουν επιπτώσεις στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του κρασιού (Guillamón and Mas, 2009).

2.9 Μελάνωση του κρασιού

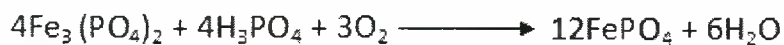
Η μελάνωση του λευκού κρασιού, σχετίζεται με την οξείδωση και αποτελεί ένα σημαντικό πρόβλημα σταθερότητας στο λευκό κρασί. Η μεγάλη περιεκτικότητα φαινολικών ενώσεων ενισχύει την ευαισθησία στην οξείδωση, με αποτέλεσμα την αλλοίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του κρασιού. Αυτό οφείλεται αρχικά στην οξείδωση των φαινολικών ενώσεων συμπεριλαμβανομένων των κατεχινών, προανθοκυανίνων και του υδροξυκιναμικού οξέως στο κρασί. Οι Barrosο, López-Sánchez, Otero, Cela, και Pérez-Bustamente (1989) σύνδεσαν την ευαισθησία στην αμαύρωση με την περιεκτικότητα των φαινολικών ενώσεων. Οι Spagna, Barbagallo, και Pifferi (2000), πρότειναν την απομάκρυνση των πολυφαινολών για να

σταθεροποιηθούν τα λευκά κρασιά για να περιοριστεί το φαινόμενο της αμαύρωσης (Cosme et al., 2008).

Τα ιόντα Cu^{2+} , Fe^{3+} και Mn^{2+} αντιδρούν με το οξυγόνο και λειτουργούν ως καταλύτες για την οξείδωση των οργανικών ενώσεων σε αλδεύδες και την αντίδραση των κετόνων με τις ρίζες υδροξυλίου. Επίσης ο Fe^{3+} καταλύει την οξείδωση των πολυφαινόλων, ενώ το Mn^{2+} συμμετέχει στην αντίδραση σχηματισμού ακεταλδεύδης, η οποία αντιδρά με τις πολυφαινολικές ενώσεις (αντιδράσεις Femediated) για να σχηματιστεί ίζημα. Συνέπεια αυτών είναι η παραγωγή χαμηλότερης ποιότητας και σταθερότητας κρασιού (Pohl, 2007).

2.10 Λεύκανση του κρασιού

Η λεύκανση του κρασιού σχετίζεται με τις ενώσεις του σιδήρου. Όταν το κρασί περιέχει μεγάλες ποσότητες φωσφορικού οξέος και σιδήρου και έρθει σε επαφή με τον αέρα τότε εμφανίζεται το λευκό θόλωμα. Ο σίδηρος αντιδρά με το φωσφορικό οξύ και σχηματίζεται φωσφορικός σίδηρος δισθενής. Σε επαφή με το ατμοσφαιρικό οξυγόνο, ο δισθενής μετατρέπεται σε τρισθενή που είναι δυσδιάλυτος σύμφωνα με την αντίδραση:



Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με την προσθήκη κιτρικού οξέος για να αυξηθεί η οξύτητα του κρασιού και να παρεμποδίσει την εμφάνιση της λεύκανσης.

(Ζαρμπούτης και Τσιβεριώτου, 2003).

3.ΘΟΛΕΡΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΚΡΑΣΙΟΥ

Η ποιότητα του κρασιού είναι κύρια απαίτηση των καταναλωτών. Υπάρχουν όμως διάφοροι παράγοντες που επιδρούν αρνητικά στην ποιότητα, όπως για παράδειγμα η θολερότητα γιατί αλλοιώνει την εμφάνιση και το χρώμα του κρασιού. Η θολερότητα στα υγρά συστήματα είναι ένα οπτικό φαινόμενο γνωστό ως φαινόμενο Tyndall, που προκαλείται από την παρουσία αιωρούμενων σωματιδίων που διαθλούν το φως (Ribèreau-Gayon et al., 2006b; Hornsey, 2007).

Το κρασί περιέχει δύο παράγοντες που είναι πιθανό να προκαλέσουν τη θολερότητα: (1) εναπομείναντα μόρια όπως τα κύτταρα ζύμης και τμήματα σταφυλιών, τα οποία προκαλούν την προφανή αδιαφάνεια και τα οποία να αφαιρεθούν με διήθηση ή φυγοκέντρωση και (2) μακρομόρια όπως πρωτεΐνες και τανίνες, οι οποίες είναι ικανές να προκαλέσουν θολερότητα και δεν μπορούν να αφαιρεθούν με την διήθηση. Οι τανίνες αναφέρονται γενικά ως κολλοειδή και διακρίνονται σε δύο ομάδες: σταθερές και ασταθής. Τα σταθερά κολλοειδή δεν αποτελούν πρόβλημα, αλλά οι ασταθείς μορφές πρέπει να αφαιρεθούν επειδή μπορεί να προκαλέσουν θολερότητα μετά την εμφιάλωση. Τα κολλοειδή είναι συνήθως πρωτεΐνες, πηκτίνες, μεταλλο-κολλοειδή και φαινολικές ενώσεις (Hornsey, 2007).

3.1 Φαινολικές ενώσεις

Οι φαινολικές ενώσεις είναι υπεύθυνες για το χρώμα κρασιού και μπορούν να οξειδωθούν με κατάλυση από βαρέα μέταλλα, με συνέπεια αλλοίωση του χρώματος και της οσμής. Η θολερότητα μπορεί επίσης να προκληθεί από τις πρωτεΐνες. Είναι επομένως σημαντικό να αφαιρεθούν οι πολυφαινολικές ενώσεις, οι πρωτεΐνες και τα βαριά μέταλλα προκειμένου να σταθεροποιηθεί το κρασί και να αποτραπεί η θολερότητα και η οξείδωση. Για αυτόν τον λόγο, χρησιμοποιούνται και οι οργανικές (caseinate, ζελατίνη και polyvinylpolypyrrolidone καλίου) και ανόργανες (βεντονίτης,

ξυλάνθρακας και κολλοειδές διοξείδιο πυριτίου) ουσίες διευκρίνισης (χρησιμοποιούνται στην τεχνολογία οινοποίησης) (Cabrasetal., 1995).

3.2 Πρωτεΐνες

Οι συγκεντρώσεις των αζωτούχων ενώσεων στο κρασί, μεταξύ των οποίων και των πρωτεϊνών, ποικίλουν από 15 έως 300 mg/l. Η αργή μετουσίωση των πρωτεϊνών, ενδεχομένως ως αποτέλεσμα των δυσμενών συνθηκών αποθήκευσης, θεωρείται ότι δημιουργεί τα πρωτεϊνικά συσσωματώματα και την κροκύδωση σε ένα θολώδες αιώρημα, που οδηγεί στην εμφάνιση της θολερότητας ή ιζήματος στο εμφιαλωμένο κρασί. Αυτή η θολερότητα δεν έχει επιπτώσεις στην οσμή και στη γεύση του κρασιού. Εντούτοις, η διαύγεια είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την ποιότητα κρασιού. Για το λόγο αυτό, η καθίζηση των πρωτεϊνών στα κρασιά μειώνει την εμπορική αξία τους και δείχνει ότι είναι ασταθείς και επομένως απαράδεκτά για πώληση. Παρόλα αυτά, ο ακριβής μοριακός μηχανισμός του πρωτεϊνικού σχηματισμού θολερότητας και οι σχετικοί παράγοντες παραμένουν κατά ένα μεγάλο μέρος ακαθόριστοι (Batistaetal., 2009).

Αν και έχουν υπάρξει πολυάριθμες έρευνες στις πρωτεΐνες σταφυλιών, μούστου και κρασιού τα τελευταία χρόνια, η φύση των αρμόδιων πρωτεϊνών, ή των παραγόντων που προκαλούν, τη θολερότητα στο κρασί παραμένουν ασαφείς. Η παρουσία πρωτεϊνών στο κρασί είναι βεβαίως μια προϋπόθεση για το σχηματισμό ελαφριάς θολερότητας και είναι γενικά αποδεκτό ότι όσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση σε συνολική πρωτεΐνη κρασιού, τόσο ασταθές θα είναι το κρασί. Εντούτοις, μερικοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι η πρωτεϊνική αστάθεια δεν συσχετίζεται καλά με τη συγκέντρωση συνολικής πρωτεΐνης, και, επομένως, η δυνατότητα εμφάνισης της θολερότητας δεν είναι προβλέψιμη από την περιεκτικότητα σε συνολική πρωτεΐνη. Εάν αυτό είναι σωστό, υπάρχουν δύο

εναλλακτικές υποθέσεις για να εξηγηθεί η αδιαλυτότητα των πρωτεϊνών στα κρασιά: (1) οι μεμονωμένες πρωτεΐνες συμπεριφέρονται διαφορετικά στην μεταβολή της θερμότητας, που συμβάλλει διαφορεικά στο σχηματισμό ελαφριάς θολερότητας, οπότε σ' αυτή την περίπτωση, μόνο μέρος του πρωτεϊνικού μίγματος είναι αρμόδιο για την αστάθεια παρά η συνολική περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (2) αν και εξαρτάται από τις πρωτεΐνες, η ανάπτυξη της θολερότητας στα κρασιά ελέγχεται από διάφορους παράγοντες μη πρωτεϊνικής προέλευσης (Ferreiraetal., 2002).

3.3 Δράση μικροοργανισμών

Η δράση των μικροοργανισμών (ζύμες και μύκητες) ευθύνεται για την εμφάνιση θολερότητας. Οι σημαντικότερες ζύμες στο εμφιαλωμένο κρασί είναι τα είδη *Zygosaccharomyces* και *Brettanomyces*, επίσης περιλαμβάνονται τα γαλακτικά βακτήρια, τα οξικά βακτήρια και διάφορα είδη του γένους *Bacillus*. Μπορεί να εμφανιστεί σε συγκεντρώσεις μικρότερες από 10^2 κύτταρα/ml. Για άλλα είδη ζυμών η θολερότητα αναπτύσσεται σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 10^5 κύτταρα/ml. Άλλοι μύκητες προκαλούν την ανάπτυξη της θολερότητας, αλλά μόνο κάτω από αερόβιες συνθήκες. Ορισμένα γαλακτικά βακτήρια παράγουν ένα νεφελώδες, κολλώδες ίζημα στο κόκκινο κρασί. Το κρασί αποκτά ένα καφεκόκκινο χρώμα, αναπτύσσει κηλίδες, και μπορεί να παρουσιάσει φυσαλίδες με εγκλωβισμένο διοξείδιο του άνθρακα (Jackson, 2009).

3.4 Μέταλλα

Τα είδη σταφυλιών που χρησιμοποιούνται για την οινοποίηση πρέπει να ισορροπηθούν χημικά για να ζυμωθούν χωρίς προσθήκη επιπλέον σακχάρων, οξέων, ενζύμων ή θρεπτικών ουσιών. Σύμφωνα με αυτόν τον ορισμό, μπορεί να αναμένεται ότι η προέλευση των μετάλλων στο κρασί είναι διπλή. Αρχικά τα μέταλλα προέρχονται από έδαφος στο οποίο αναπτύσσονται τα αμπέλια και περνούν στο κρασί

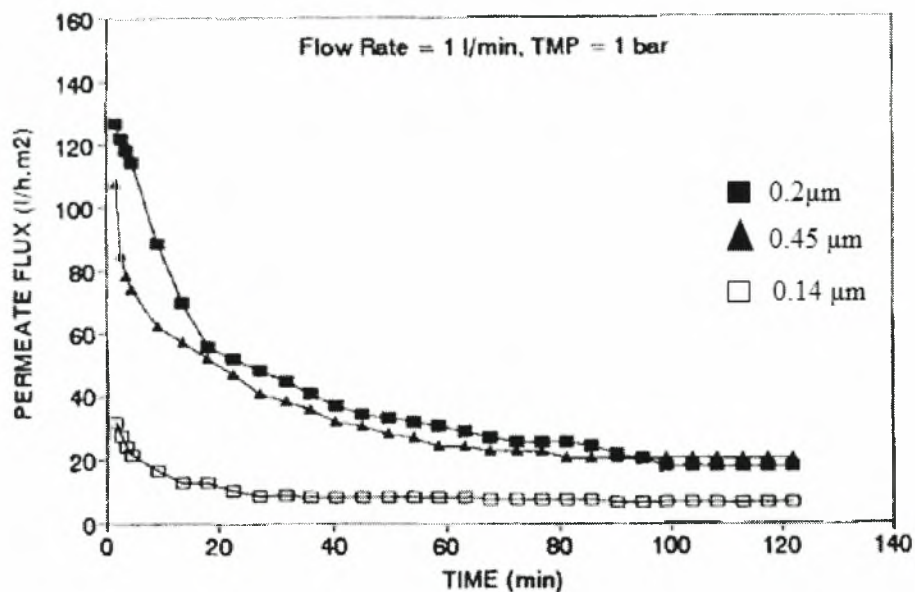
μέσω των σταφυλιών. Η συγκέντρωσή τους είναι χαρακτηριστική και αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος της συνολικής περιεκτικότητας σε μέταλλα στο κρασί. Συνδέεται με την ωριμότητα των σταφυλιών, την ποικιλία τους, το έδαφος και τις κλιματολογικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της αύξησης τους. Τα μέταλλα επιδρούν στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του κρασιού, όπως η γεύση, το άρωμα, και το χρώμα, κυρίως οφείλεται στα ιζήματα που διαμορφώνονται (ιζήματα ζύμης, τελειοποίησης και διήθησης) ή θολερότητας κατά τη διάρκεια της ζύμωσης κρασιού, της ωρίμανσης και της αποθήκευσης. Τα περισσότερα μέταλλα είναι σημαντικά για την αποδοτική οινοπνευματώδη ζύμωση. Το Ca, το K, το Mg και το Na συμμετέχουν στη ρύθμιση του μεταβολισμού των ζυμών με τη διατήρηση του pH και της ιοντικής ισορροπίας. Τα δευτερεύοντα μέταλλα (Cu, Fe, Mn, Zn) και μερικά μέταλλα σε ίχνη είναι επίσης ευνοϊκά για τις ζύμες γιατί απαιτούνται για την προσθετική μεταλλο-ενζυμική ενεργοποίηση. Η μείωση K και Ca αλλάζει το pH, το οποίο ενισχύει την οξείδωση των Cu και Fe και επιρεάζει το μηχανισμό εμφάνισης θολερότητας από Al, Cu και Fe. Και η οξείδωση και η θολερότητα έχουν επιπτώσεις στη συντήρηση κρασιού (Pohl, 2007).

4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ

4.1 Διήθηση με μεμβράνες (membranefiltration)

Η διαύγεια είναι μια από τις κύριες καταναλωτικές απαιτήσεις ποιότητας. Είναι μια σημαντική πτυχή της πρώτης επαφής του καταναλωτή με το κρασί και ένα βασικό στοιχείο της οπτικής ικανοποίησης. Ενισχύει επίσης την αίσθηση της γεύσης. Η θολερότητα είναι αναμφισβήτητα ένας σημαντικός παράγοντας, ο οποίος επηρεάζει αρνητικά την αξιολόγηση ενός κρασιού (Ribéreau-Gayonet al., 2006b).

Η διαπερατότητα των μεμβρανών έχει μελετηθεί θεωρητικά σε επίπεδο εργαστηρίου με τους πόρους των μεμβρανών να τροφοδοτούνται συνεχώς με χυμό φρούτων, μύρα, κρασί και άλλα ποτά (Γραφ. παρ.1). Τα πλεονεκτήματα που προσφέρονται από τη διύλιση με μεμβράνες είναι: (α) μείωση του χρόνου, (β) η απλοποίηση της μεθόδου, (γ) αύξηση της ποσότητας του χυμού, (δ) η δυνατότητα πραγματοποίησης σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, και η διατήρηση της νωπότητας του χυμού, του αρώματος και της θεραπευτικής αξίας, (ε) βελτίωση της ποιότητας του τελικού προϊόντος μέσω της αφαίρεσης των ξένων ουσιών. Η διαδικασία προκαλεί πολύ λίγες αλλοιώσεις στο τελικό προϊόν από κάποιες άλλες επεξεργασίες, π.χ. θερμική συμπύκνωση, διατηρώντας τα επιθυμητά χαρακτηριστικά (Severo et al., 2007).



Γραφική Παράσταση 1: Σύνδεση της διαπερατότητας με το χρόνο και το μέγεθος πόρων της μεμβράνης (GuptaandEnfert, 1996)

Η διήθηση προκαταρκτικών στρωμάτων (precoatfiltration) είναι μια αποτελεσματική τεχνική για τον καθαρισμό της μύρας και του κρασιού. Τα ενισχυτικά φίλτρων, τα μόρια που διαμορφώνουν τα προκαταρκτικά στρώματα διήθησης, λόγω των ιδιοτήτων της μορφής και της επιφάνειάς τους έχουν την ικανότητα να συγκρατούν έως και τα πολύ μικρά σωματίδια. Στην διήθηση του κρασιού χρησιμοποιούνται ως ενισχυτικά φίλτρων μόρια πυριτίου. Το βέλτιστο ποσό ενισχυτικών φίλτρων που χρησιμοποιείται εξαρτάται από το μέγεθος, το ποσό και τον τύπο των αιωρούμενων σωματιδίων που αφαιρούνται. Στην παραγωγή κρασιού, το ποσό ενίσχυσης φίλτρων που εφαρμόζεται συνήθως είναι περίπου 1 kg ενισχυτικών φίλτρων ανά m^2 της επιφάνειας διήθησης για σχηματισμό στρώματος προκαταρκτικών στρωμάτων και 1 g/L του διαλύματος που φιλτράρεται (Boittelleetal., 2008).

Οι πόροι της μεμβράνης κλείνουν από τις πρωτεΐνες που συγκολλούνται, με αποτέλεσμα μια μεγάλη μείωση στη ροή, αυτό οφείλεται στις υδροφοβικές αλληλεπιδράσεις των πρωτεϊνών με τη μεμβράνη και στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ

των μορίων των πρωτεϊνών. Σε σύγκριση με τις πρωτεΐνες, η τάση αυτή είναι λιγότερο ισχυρή στους πολυσακχαρίτες, αλλά μπορεί να σημειωθεί μια σημαντική μείωση ροής. Επίσης οι υδρόφιλες μακρομοριακές διαλυτές ουσίες μπορούν να δεσμευτούν στις λιγότερες υδρόφιλες επιφάνειες μεμβρανών μέσω της "αφυδάτωσης της επιφάνειας".

Οι πολυφαινόλες είναι δευτεροβάθμιοι μεταβολίτες που βρίσκονται σε όλα τα φρούτα και τα λαχανικά και χαρακτηρίζονται από την αντιοξειδωτική δράση τους. Εντούτοις, υπάρχει η ανάγκη να μειωθεί η περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες στα τρόφιμα και τα ποτά προκειμένου να σταθεροποιηθεί η ποιότητα τους. Σε διάφορες μελέτες έχει μελετηθεί η διήθηση των πολυφαινολών, αλλά δεν υπάρχει κάποια ικανοποιητική εξήγηση για το μηχανισμό συγκόλλησης στους πόρους της μεμβράνης (Ulbricht et al. 2009).

Τα ένζυμα έχουν έναν σημαντικό ρόλο στην οινοποίηση. Τόσο κατά την ζύμωση όσο και κατά την διάρκεια της ωρίμανσης, καταλύουν διάφορες βιολογικές αντιδράσεις. Οι περισσότεροι από αυτούς τους βιολογικούς καταλύτες προέρχονται από το σταφύλι, τη γηγενή μικροχλωρίδα σταφυλιών, ή τις ζύμες και τα βακτηρία κατά τη διάρκεια της οινοποίησης. Οι ενζυμικές επεξεργασίες εφαρμόζονται στην οινοποίηση για διάφορους λόγους, όπως για παράδειγμα: βελτίωση της καθαρότητας και της ικανότητας διήθησης του κρασιού, απελευθέρωση των ποικίλων αρωμάτων από τις πρόδρομες ενώσεις, και εξαγωγή των φαινολικών ενώσεων (Humbert-Goffard et al. 2004).

Τα ένζυμα χρησιμοποιούνται για να καθαρίσουν τους πόρους της μεμβράνης από τις ουσίες που συγκολλούνται σ'αυτούς. Το διαλυτό ένζυμο βρίσκεται στην πλευρά των μεμβρανών όπου είναι σε επαφή με το υπόστρωμα (που διατηρείται επίσης), ενώ το προϊόν της ενζυμικής αντίδρασης είναι αρκετά μικρό να διαπεράσει

μέσω της μεμβράνης. Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα αυτής της διάταξης είναι ότι καθιστά την αποκατάσταση και την επαναχρησιμοποίηση του ενζύμου πιθανές. Επιπλέον, η παρεμπόδιση προϊόντων μπορεί να μειωθεί σημαντικά με την χρήση της μεθόδου FEMR (free enzyme membrane reactor). Ένα πρόσθετο πλεονέκτημα της συνεχούς ανακύκλωσης αντιδραστήρα μεμβρανών είναι η υψηλή αποδοτικότητα και το χαμηλό κόστος του. Τα σημαντικότερα προβλήματα στην εφαρμογή ενός αντιδραστήρα μεμβρανών είναι μεγάλες μειώσεις στη διαπερατή ροή λόγω της πόλωσης της συγκόλλησης και συγκέντρωσης, αν και η χρήση των υδρολυτικών ενζύμων βοηθά στη μείωση αυτών των αποτελεσμάτων (Rodriguez-Nogales et al., 2008)

Η χρήση της διήθησης πρέπει να γίνει σε συγκεκριμένες συνθήκες και με προσοχή, σε αντίθετη περίπτωση το κρασί θα αλλοιωθεί σημαντικά. Όπως κάθε τεχνική, η διήθηση έχει τα μειονεκτήματά της, τα οποία θα πρέπει να εξεταστούν. Εκτός από τις αλλαγές στη χημική σύνθεση, κατά τη διήθηση εμφανίζονται δευτερογενείς επιπτώσεις εξαιτίας των τεχνικών λειτουργίας ή τη χρήση μη συντηρημένου εξοπλισμού διήθησης.

Κατά τη διήθηση ο αέρας έρχεται σε επαφή με το κρασί, το φαινόμενο αυτό πρέπει να αποτραπεί. Συχνά οι αρνητικές επιπτώσεις οφείλονται στη διείσδυση του αέρα κατά την άντληση. Επίσης το κρασί αναμιγνύεται με το O_2 όταν βγει από το φίλτρο, ενώ συγχρόνως χάνει CO_2 . Αυτό προκαλεί απώλεια αρώματος, κυρίως στα κρασιά με χαμηλή περιεκτικότητα SO_2 . Για αυτό η διαδικασία πρέπει να λαμβάνει χώρα σε αεροστεγή συστήματα διήθησης (Ribéreau-Gayon et al., 2007).

4.2 Επίπλευση (floatation)

Τα λευκά κρασιά της ποικιλίας Debina παράγονται από μούστους που καθαριστήκαν με τη μέθοδο της επίπλευσης, χρησιμοποιώντας το άζωτο (N_2) ως

παράγοντα πλευστότητας. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ο αέρας ως παράγοντας πλευστότητας (υπεροξειδωση του μούστου). Η επίπλευση είναι μια αποτελεσματική μέθοδος για τη μείωση της θολερότητας, των αιωρούμενων σωματιδίων και των φαινολών του κρασιού. Τα κρασιά ήταν καλής ποιότητας αλλά εμφάνισαν μια ελαφρά οξύτητα στη γεύση. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η επίπλευση που χρησιμοποιεί το άζωτο μπορεί να είναι αποτελεσματική στην παραγωγή του κρασιού Debina, ενώ η επίπλευση που χρησιμοποιεί τον αέρα μπορεί να είναι χρήσιμη σε ποικιλίες επιτραπέζιου κρασιού χωρίς προσθήκη SO₂ (Sindouetal., 2008).

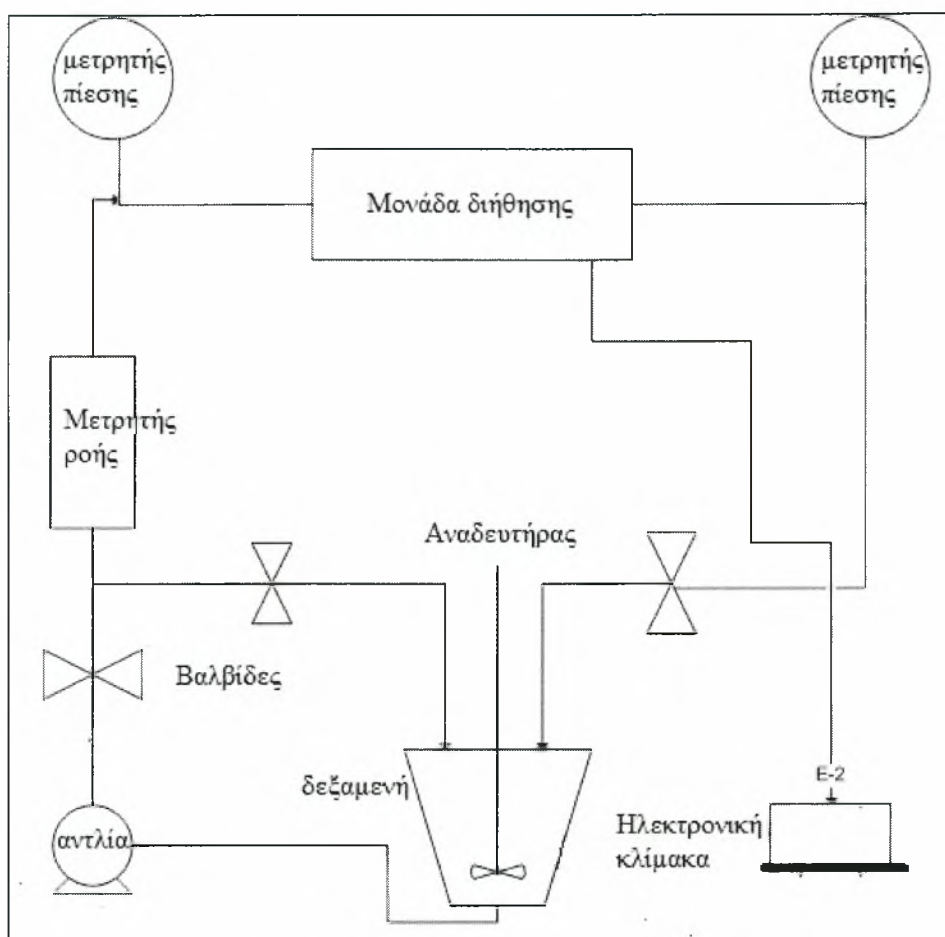
Η ηλεκτρο-επίπλευση (EF) είναι μια στερεά/υγρή διαδικασία διαχωρισμού βασισμένη στα αιωρούμενα σωματίδια από τις φυσαλίδες αερίου (υδρογόνο και οξυγόνο) που παράγονται στην επιφάνεια των ηλεκτροδίων από την εφαρμογή ενός ρεύματος. Όταν συγκρίνεται με άλλες τεχνικές επίπλευσης, η EF έχει το πλεονέκτημα για να παραγάγει μικρότερες ομοιομεγεθείς φυσαλίδες αερίου, το οποίο θα οδηγούσε σε μια αποδοτικότερη διαδικασία διευκρίνισης. Επιπλέον, είναι επίσης δυνατό να ελεγχθεί η συγκέντρωση φυσαλίδων στο σύστημα με την μεταβολή της πυκνότητας ρεύματος. Κάθε φορά πραγματοποιείται τροποποίηση της διαδικασίας με σκοπό τη βελτίωση της διευκρίνισης (Araya-Fariasetal., 2008).

4.3 Μικροδιήθηση (microfiltration)

Η τεχνολογία μεμβρανών είναι ένα σημαντικό εργαλείο στη βιομηχανία μεταποίησης τροφίμων τα τελευταία 30 χρόνια. Σήμερα συνήθως χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία διάφορων ποτών (κρασί, μύρα, χυμός φρούτων, γάλα, κ.λπ.). Στη βιομηχανία κρασιού, η μικροδιήθηση διασταυρώσεων (CF-MF) εμφανίστηκε ως ελπιδοφόρος διαδικασία να επιτυγχάνει την ταυτόχρονη διευκρίνιση και τη μικροβιολογική σταθεροποίηση του προϊόντος. Εκτός από μια μεγάλη απλοποίηση

της γραμμής επεξεργασίας κρασιού, το CF-MF προσφέρει διάφορα άλλα πλεονεκτήματα όπως η μείωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης καθώς επίσης και της αυτοματοποίησης των διαδικασιών διήθησης και καθαρισμού (Boissier et al., 2008).

Η διαδικασία προεπεξεργασίας είναι ένας σημαντικός παράγοντας στον καθορισμό της επιτυχίας της διαδικασίας αφαλάτωσης. Ένας συνδυασμός συμβατικών τεχνικών όπως η επίπλευση αέρα, η διευκρίνιση, η διήθηση άμμου και η διήθηση κασετών πριν από τις σπειροειδείς μεμβράνες αφαλάτωσης αντίστροφης όσμωσης (RO) πληγών έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αφαλάτωσης ως μηχανισμός προεπεξεργασίας. Εντούτοις, οι μεμβράνες μικροδιήθησης (MF) θεωρούνται τώρα ως εναλλακτική λύση για την προεπεξεργασία αφαλάτωσης λόγω των ειδικών ελκυστικών χαρακτηριστικών γνωρισμάτων τους, στο λέρωμα της βελτίωσης ελέγχου και ροής για το ύδωρ (τροφών για την αφαλάτωση). Αυτά τα ειδικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα επεκτείνουν τη διάρκεια ζωής των μεμβρανών RO και ενισχύουν την οικονομική δυνατότητα πραγματοποίησης της διαδικασίας αφαλάτωσης.



Εικόνα 3: Σχηματική απεικόνιση της διαδικασίας της μικροδιήθησης (Ahmad and Mariadas, 2004).

Η μικροδιήθηση (MF) (εικόνα 3) είναι μια ελκυστική τεχνική προεπεξεργασίας που όλο και περισσότερο χρησιμοποιείται στις εφαρμογές πόσιμου νερού, νερού της θάλασσας και απόβλητου ύδατος. Διάφορες έρευνες έχουν δείξει ότι το MF και UF είναι σε θέση με συνέπεια τις θολούρες λιγότερο από 0,1 NTU, ανεξάρτητα από το εισρέον επίπεδο θολούρας. Αναμένεται ότι η MF θα ανταγωνιστεί έντονα με τη συμβατική προεπεξεργασία από την άποψη της αξιοπιστίας και των συνολικών λειτουργικών δαπανών (Ahmad and Mariadas, 2004).

Τα μόρια στα ακατέργαστα κρασιά είναι κυρίως οι μικροοργανισμοί που υπονοούνται στις οينوπνευματώδεις (*Saccharomyces cerevisiae* και ζύμες) και malolactic (γαλακτικά βακτήρια) ζυμώσεις και τα κολλοειδή σύνολα που διαμορφώνονται από την μείωση των μακρομοριακών συστατικών. Η κύρια δυσκολία στο συσχετισμό

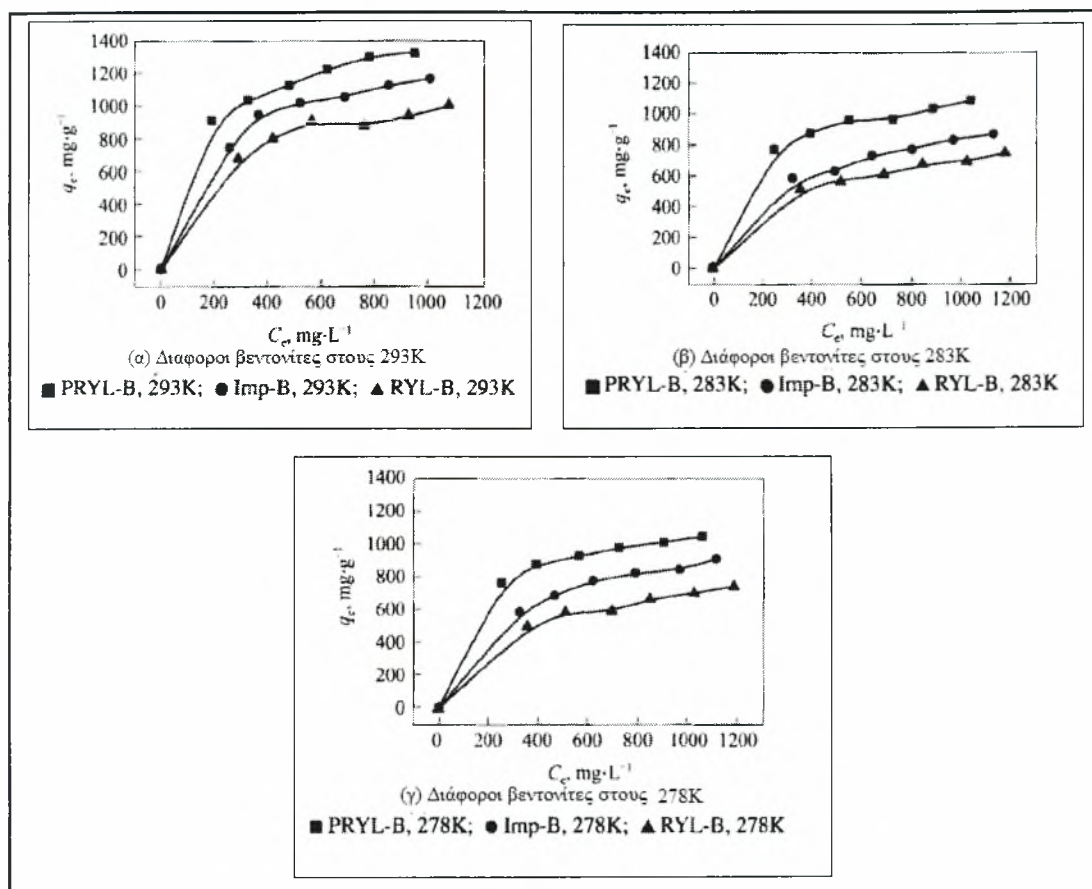
των αποδόσεων MF την περιεκτικότητα σε μόρια οφείλεται στη μεγάλη μεταβλητότητα των τελευταίων στα κρασιά. Αυτή η μεταβλητότητα εξαρτάται: (α) στην κολλοειδή σταθερότητα του προϊόντος που καθορίζει την έκταση του κολλοειδούς σχηματισμού ελαφριάς θολούρας (β) στην επιλογή του οινοποιού όσον αφορά την πραγματοποίηση της malo-lactic ζύμωσης (διενεργηθείσας ή όχι) (γ) στις τεχνολογικές διαδικασίες που εφαρμόζονται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας και της συντήρησής του. (Boissier et al., 2008).

Η χρήση της μικροδιήθησης διασταυρώσεων για τη διευκρίνιση και τη μικροβιολογική σταθεροποίηση του κρασιού δοκιμάζει μια συνεχή πρόοδο. Όπως με άλλα σύνθετα μέσα, οι αποδόσεις διαδικασίας είναι ακόμα περιορισμένες από την άποψη της διαπερατής ροής λόγω του αυστηρού λερώματος μεμβρανών. Το ακατέργαστο κρασί (μετά από τις ζυμώσεις) είναι ένα πολύ σύνθετο μέσο συμπεριλαμβανομένων των μορίων διαλυτής ουσίας, των κολλοειδών και ουσιών όπως η ζύμη, των γαλακτικών βακτηρίων, των οργανικών ιζημάτων και των κυψελοειδών συντριμμίων. Τα κολλοειδή στα κρασιά είναι πηκτικά και ζύμη που παρέχουν τους πολυσακχαρίτες, και μοριακά σύνολα ως αποτέλεσμα της ένωσης των μικρών διαλυτών ουσιών κατά τη διάρκεια του κρασιού που γερνά ή/και ως αποτέλεσμα των φυσικοχημικών αλλαγών (θερμοκρασία, οξειδοαναγωγική δυνατότητα, κ.λπ.). Εξετάζοντας αυτήν την πολυπλοκότητα, οι διαφορετικοί μηχανισμοί μπορούν να συνδεθούν με το να στηριχτούν στη μεμβράνη που λερώνει κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας του κρασιού, όπως η διαλυτή ουσία και η προσρόφηση κολλοειδών στην επιφάνεια μεμβρανών ή στους πόρους, το φράξιμο πόρων, το σχηματισμό του μιας κατάθεσης επιφάνειας, κ.λπ. (Vernhet and Moutounet, 2002).

4.4 Βεντονίτης (Bentonitetreatment)

Οι βεντονίτες είναι ενώσεις ελασματικής δομής, οι οποίες έχουν ως κύριο συστατικό το πυριτικό άλας του αργιλίου. Η δράση του στοχεύει τη μείωση των ασταθών πρωτεϊνών, οι οποίες προκαλούν τη θολερότητα. Επιπλέον δρουν στη μείωση των ιόντων του Cu και καθιζάνει τα υπολείμματα των χρωστικών ουσιών. Εντούτοις, η χρήση του υποβαθμίζει την ποιότητα του κρασιού, γιατί για παράδειγμα συμβαίνει αλλοίωση του αρώματος. Η απώλεια του αρώματος μπορεί να είναι άμεσης μορφής (προσρόφηση από τον βεντονίτη) ή έμμεσα (ArmadaandFalqué, 2007) (Γραφ. παρ. 2).

Ο βεντονίτης χρησιμοποιείται ευρέως στις βιομηχανίες χημικών ουσιών και τροφίμων εξ αιτίας της αρνητικά χρωμένης επιφάνειας. Δεδομένου ότι ο Saywel υπέβαλε έκθεση το 1934, ο βεντονίτης έχει χρησιμοποιηθεί κυρίως στα άσπρα κρασιά και άλλα ποτά. Ήταν γνωστό ότι η πρωτεΐνη, ως δευτερεύον μέρος αζώτου, μπορεί να προκαλέσει την εμφάνιση της θολερότητας. Το περιεχόμενο της πρωτεΐνης κρασιού παρουσιάζει μεγάλη μεταβλητότητα λόγω των διαφορετικών κλιματολογικών συνθηκών, των χωμάτων, των ποικιλιών, των πολιτιστικών πρακτικών, των όρων αύξησης, και των οινολογικών πρακτικών. Οι Moyo και Addeo (1989) αναφέρουν ότι η περιεκτικότητα σε συνολική πρωτεΐνη του κρασιού ποικίλλει από 14.2mg/l - σε 275mg/l, το ισοηλεκτρικό σημείο (pI) ποικίλλουν από 3,1 έως 9,2, και τα μοριακά βάρη ποικίλλουν από 11000 έως 160000 (Sunetal., 2007).



Γραφική παράσταση 2: Δράση των βεντονιτών σε διάφορες θερμοκρασίες (Sunetal., 2007)

Οι αζωτούχες ενώσεις είναι μεταξύ των θρεπτικών ουσιών που επηρεάζουν το ποσοστό ζύμωσης και μπορούν να τροποποιηθούν από το καθαρισμό του μούστου. Οι πηγές αζώτου στην αρχή της ζύμωσης μούστου είναι τα ιόντα αμμωνίου και τα ελεύθερα αμινοξέα, τα και οποία μεταφέρονται στο εσωτερικό της ζύμης για τη χρήση του. Στη ζύμη, η μεταφορά του αζώτου με την μορφή αμμωνίου που εμφανίζεται μέσω δύο συγκεκριμένων διαδικασιών, προχωρά από την ενεργό μεταφορά και δεν εμποδίζεται ανταγωνιστικά από τα αμινοξέα και απαιτεί την παρουσία μιας πηγής ενέργειας. Η μεταφορά των αμινοξέων εμφανίζεται συνολικά μέσω της διαπερατότητας του αμινοξέος που εμποδίζεται από την παρουσία του ιόντος αμμωνίου και η ενεργοποίησή της συμπίπτει με την εξαφάνιση αυτού του ιόντος από το μέσο (Ancinetal., 1996a).

Η προσθήκη βεντονίτη στη διαδικασία παραγωγής του κρασιού που παρασκευάζεται με την παραδοσιακή μέθοδο, τροποποιεί σημαντικά τη σύνθεση πρωτεΐνης και πεπτιδίων του κρασιού, ενώ η συγκέντρωση αμινοξέων δεν επηρεάζεται σημαντικά με την χρήση του βεντονίτη. Ωστόσο η χρήση του βεντονίτη κατά τη διάρκεια του tirage έχει επιπτώσεις και τις δύο παραμέτρους αφρίσματος που αξιολογούνται συνολικά και τις οπτικές, οσφρητικές και γαστρονομικές ιδιότητες που μπορούν να εκτιμηθούν σε ένα κρασί, με συνέπεια μια μείωση της ποιότητας (Martínez-Rodriguez and Polo, 2003).

4.5 Ιζηματογένεση (Sedimentation clarification)

Οι κύριες πτητικές ενώσεις στα κρασιά είναι δευτεροβάθμια προϊόντα της αλκοολικής ή μηλικής ζύμωσης και η παρουσία τους είναι παράγοντας ποιότητας. Μεταξύ των πτητικών ενώσεων είναι και οι αλκοόλες. Ο μηχανισμός περιλαμβάνει το σχηματισμό της αλκοόλης απαιτεί τον αποκαρβοξυλισμό του αντίστοιχου κετοχρωμικού οξέως. Το σχετικό ποσό που διαμορφώνεται σε κάθε μεταβολικό μονοπάτι για κάθε αλκοόλη εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως η θερμοκρασία αύξησης της ζύμης, το pH του μούστου, ο βαθμός αερισμού, και το επίπεδο των σωματιδίων. Επιπλέον, η ποικιλία σταφυλιών και η ωριμότητα επηρεάζουν τη συγκέντρωση των αλκοολών, πιθανώς λόγω της ύπαρξης των ποιοτικών και ποσοτικών διαφορών στους μούστους στη σύνθεση αμινοξέων. Επίσης, η παρουσία μεγάλων ποσών αιωρούμενων σωματιδίων στους μούστους κατά τη διάρκεια της ζύμωσης στο κρασί επηρεάζει τα επίπεδα των αλκοολών και των εστέρων. Επομένως, η μέθοδος καθαρισμού του μούστου (στατική ιζηματογένεση ή με ένα περιστροφικό κενό φίλτρο) έχει μια επίδραση στη συγκέντρωση των διαφορετικών αλκοολών κατά τη διάρκεια της διαδικασίας σταθεροποίησης κρασιού (Ancin et al., 1996b) (Εικόνα 4).

Εικόνα 4: Χαρακτηριστικά κρασιού και μούστου (Ancin et al., 1996b)

		pH	Θολερότητα (NTU)	Συνολική οξύτητα (g/l)	SO ₂	Συνολικό άζωτο (mg/l)	Πρωτεϊνικό άζωτο (mg/l)
<i>Garnacha</i>	Έλεγχου	3,31	1460	4,8	53,3	583,6	174
	μετάγγισης	3,3	205	5,3	40	553,4	150
	διηθημένο	3,31	66	4,5	15,7	504	24,3
<i>Viura</i>	Έλεγχου	3,51	695	4,11	25,1	412,6	80,5
	μετάγγισης	3,51	200	4,66	37,8	369	61,7
	διηθημένο	3,47	97	4,32	24,8	332,6	27,6

Η σταθεροποίηση του κρασιού μπορεί να προχωρήσει φυσικά ή να επιταχυνθεί τεχνητά. Το φιλτράρισμα, η ψύξη ή η θέρμανση χρησιμοποιούνται συχνά για να καθαρίσουν και να σταθεροποιήσουν το κρασί. Μια από τις χρησιμοποιημένες διαδικασίες είναι ψύξη που προκαλεί: (i) μείωση των αλάτων (bitartrate καλίου και, σε μικρότερα ποσά, ασβεστίου tartrate) (ii) μερική αδιαλυτότητα των χρωστικών ουσιών (iii) κροκίδωση των πρωτεϊνών και (iv) ιζηματογένεση των πρωτεϊνών και των ιόντων μετάλλων στη κolloειδή φάση, τα υλικά πηκτίνης κ.α.. Επομένως, η ψύξη εξασφαλίζει σε μεγάλο βαθμό την καθαρότητα και μια αποτελεσματική φυσικοχημική σταθεροποίηση. Η χρήση των αποστειρωμένων φίλτρων εξασφαλίζει την μείωση των ζυμών και των μικροοργανισμών και βοηθά στην βιολογική σταθεροποίηση του κρασιού. Συνήθως γίνεται χρήση μη αποστειρωμένων φίλτρων για να επιτραπεί η ανάπτυξη βιολογικών φαινομένων όπως η λύση ζύμης και η μηλική ζύμωση. Τα ελεύθερα αμινοξέα στο κρασί είναι άριστες πηγές αζώτου για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών, όπως τα γαλακτικά βακτήρια. Αφ' ετέρου, η ζύμωση των γλυκών κρασιών η ανάπτυξη των ζυμών περιορίζει το ποσοστό των ελεύθερων αμινοξέων (Ayestaranetal., 1996).

4.6 Θερμική σταθεροποίηση (Heatstabilization)

Μέχρι σήμερα δεν υπάρχει κάποια κοινά αποδεκτή μέθοδος για να μετρά την αστάθεια της πρωτεΐνης. Οι διαθέσιμες μέθοδοι απαιτούν την υποβολή του δείγματος σε θερμοκρασία ή σε χημικά οξειδωτικά, όπως το τριχλωροοξικό οξύ (TCA), πριν από την εφαρμογή δοκιμών για ανάπτυξη θολερότητας. Οι Pocock και Rankine (1973) διαπίστωσαν ότι το 40% της πρωτεΐνης είχε κατακρημνιστεί στους 40°C για 24 ώρες, και το 95-100% της πρωτεΐνης στους 60°C για το ίδιο χρονικό διάστημα. Επίσης απέδειξαν ότι η αύξηση της θερμοκρασίας, μειώθηκε ο απαιτούμενος χρόνος για την ανάπτυξη της θολερότητας. Η απότομη μείωση της θερμοκρασίας (συνθήκες κατάψυξης) μετά την θερμική επεξεργασία ευνοεί την ανάπτυξη της θολερότητας (Hornsey, 2007).

Η θέρμανση σε υψηλές θερμοκρασίες μετουσιώνει τις ασταθείς πρωτεΐνες στα λευκά κρασιά και επιταχύνει την κροκύδωση κατά τη διάρκεια της ψυχρής επεξεργασίας που ακολουθεί. Το πρωτεϊνικό ίζημα αποβάλλεται έπειτα με την τελειοποίηση. Τα περισσότερα λευκά κρασιά θα παραμείνουν σταθερά στο μπουκάλι υπό κανονική θερμοκρασία αποθήκευσης (6-24 °C), και ακόμη και σε υψηλότερες θερμοκρασίες (30 °C) εάν θερμαίνονται σε 75 °C για 10 λεπτά, έπειτα φιλτράρονται και τελειοποιούνται. Μια επίδραση της θέρμανσης είναι να διαλυθούν οι κρυσταλλικοί πυρήνες, οι οποίοι είναι απαραίτητοι για τα σύμπλοκα για να αυξηθούν και να κατακρημνίσουν. Το νέο κρασί είναι ένα υπερκορεσμένο διάλυμα άλατος τρυγικού οξέως. Η μείωση των αλάτων, εντούτοις, απαιτεί την παρουσία υποмикροσκοπικών πυρήνων που είναι η αφετηρία από την οποία τα μόρια θα προσδεθούν στα κρύσταλλα. Το θερμό κρασί, ειδικά εμφιαλωμένο, μπορεί να είναι επαρκές για να σταθεροποιήσει και να αποτρέψει την μείωση των αλάτων. Ο

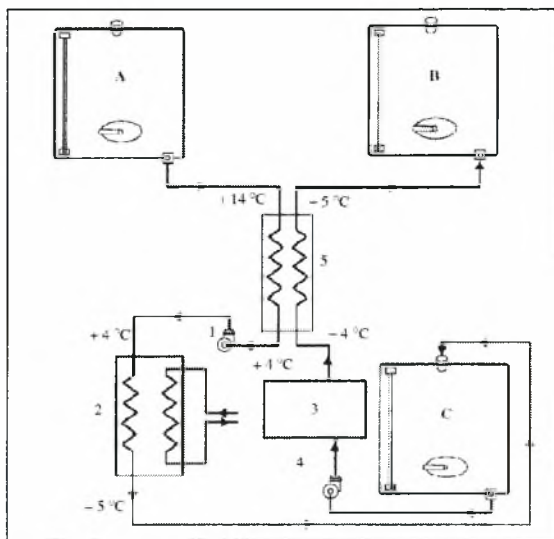
σχηματισμός των κολλοειδών είναι μια άλλη επίπτωση της θέρμανσης που αξίζει την περαιτέρω έρευνα (Ribéreau-Gayon et al., 2006b).

Επίσης χρησιμοποιούνται διάφορες χημικές ενώσεις όπως, η αιθανόλη, το θειούχο αμμώνιο, το τριχλωροοξικό (τριχλωροαιθανοϊκό) οξύ, το phosphomolybdic οξύ και το phosphotungstic οξύ. Τα χημικά αυτά θα μετουσιώσουν και θα κατακρημνίσουν τις πρωτεΐνες. Ο Jakob (1962) είχε χρησιμοποιήσει διάλυμα phosphomolybdic οξέος με υδροχλωρικό οξύ, τα ελεύθερα ιόντα μολύβδου δημιούργησαν σύμπλεγμα με την πρωτεΐνη, μετουσίωσαν και κατακρήμνισαν την πρωτεΐνη. Συχνά όμως χρησιμοποιείται η έκθεση του κρασιού σε κάποια θερμοκρασία για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Οι κύριες μέθοδοι για την παρατήρηση της θολερότητας είναι η TCA και η ανάμειξη ίσων όγκων αιθανόλης και κρασιού (Horsey, 2007).

Τα κόκκινα και λευκά κρασιά που έχουν θερμανθεί και έχουν ψυχθεί έχουν παρόμοιες ιδιότητες με εκείνα που παράγονται με την προσθήκη ενός κολλοειδούς, όπως το αραβικό κόμμι. Αυτά τα αποτελέσματα περιλαμβάνουν μια αργή ιζηματογένεση των αιωρούμενων σωματιδίων, την προστασία από το σύμπλοκο του χαλκού και τα προβλήματα κροκύδωσης όταν χρησιμοποιείται η ζελατίνη για την τελειοποίηση. Η θέρμανση καταστρέφει επίσης τα ένζυμα και, συνεπώς, εμποδίζει τις αντιδράσεις που καταλύουν. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τα οξειδωτικά ένζυμα (τυροσινάση και λακάση) που καταστρέφονται με θέρμανση στους 60-70°C. Αυτή η τεχνική είναι αποτελεσματική για την επεξεργασία μούστου. Στα νέα κρασιά, η θέρμανση αναμφισβήτητα θα ενίσχυε την επίδραση, αλλά χρησιμοποιείται σπάνια (Ribéreau-Gayon et al., 2006b).

4.7 Ψυχρήσταθεροποίηση (Cold-stabilization treatment)

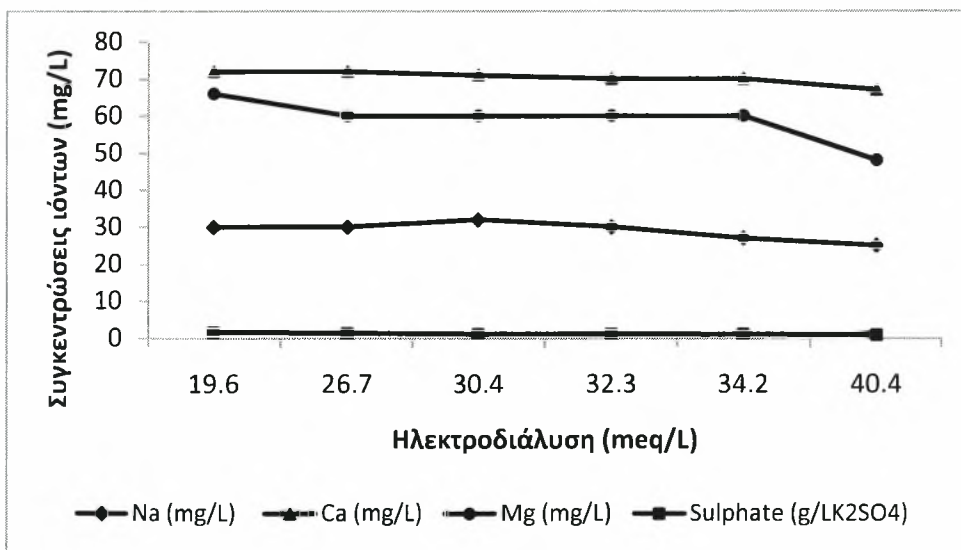
Μια συχνή αιτία της απώλειας σταθερότητας ενός κρασιού είναι ο σχηματισμός των κρυστάλλινων αλάτων bitartrate καλίου (KHT) που εμφανίζεται κυρίως στις χαμηλές θερμοκρασίες συνεπεία μιας μεγάλης μείωσης στη διαλυτότητά του. Για τη σταθεροποίηση των κρασιών μερικές φορές χρησιμοποιείται η προσθήκη του metatartaric οξέος και πρωτονίων. Η ψυχρή επεξεργασία μπορεί να εφαρμοστεί με τους διαφορετικούς τρόπους, αλλά ο πιο διαδεδομένος είναι διατήρηση για μια εβδομάδα σε θερμοκρασία κοντά στο σημείο ψύξης του κρασιού. Αυτή η επεξεργασία παράγει μια σταθερή επίδραση στα ξηρά λευκά κρασιά, ενώ αυτό είναι αμφισβητήσιμο στα κόκκινα και φυσικά γλυκά κρασιά. Αλλά τέτοια κρύα επεξεργασία έχει υψηλό κόστος και είναι χρονοβόρα. Η ηλεκτροδιάλυση βασίζεται στο διαχωρισμό των διαφορετικά φορτισμένων ιόντων, με την χρήση των εκλεκτικών διαπερατών μεμβρανών, στο πλαίσιο της δράσης ενός ηλεκτρικού πεδίου (Benitezetal., 2003) (Εικόνα 5).



Εικόνα 5: Σχηματική απεικόνιση της ψυχρής σταθεροποίησης : A, μη επεξεργασμένο κρασί (+14°C); B επεξεργασμένο κρασί (+5°C); C, κρασί σε σταθεροποίηση (-5°C); 1, αντλία μη επεξεργασμένου κρασιού; 2, επεξεργασία κρασιού στους -5°C (σύστημα ψύξης και επίπεδος ανταλλάκτης θερμότητας); 3, διήθηση με το τέλος της διαδικασίας; 4, αντλία 5, ανταλλάκτης θερμότητας για την προψύξη του κρασιού που αντιμετωπίζεται με τη χρησιμοποίηση του στο θερμό επεξεργασμένο κρασί.

Το bitartrate καλίου είναι έντονα αδιάλυτο στις χαμηλές θερμοκρασίες. Δεν υπάρχει κανένας επιπλέον κίνδυνος καθίζησης μετά από την επεξεργασία, δεδομένου ότι το κρασί δεν ψύχεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία από αυτή της επεξεργασίας και η κολλοειδής δομή δεν αλλάζει σημαντικά. Η ψυχρή σταθεροποίηση είναι επίσης μερικώς αποτελεσματική στην παρεμπόδιση άλλων τύπων κολλοειδών ιζημάτων. Εντούτοις, ακόμα και μετά από τον αερισμό για να προωθήσουν το σχηματισμό των ιόντων Fe^{3+} που περιλαμβάνονται σε αυτούς τους μηχανισμούς, ελάχιστες ποσότητες σιδήρου αποβάλλονται (Ribéreau-Gayonet al., 2006b) (Γραφική Παράσταση 3).

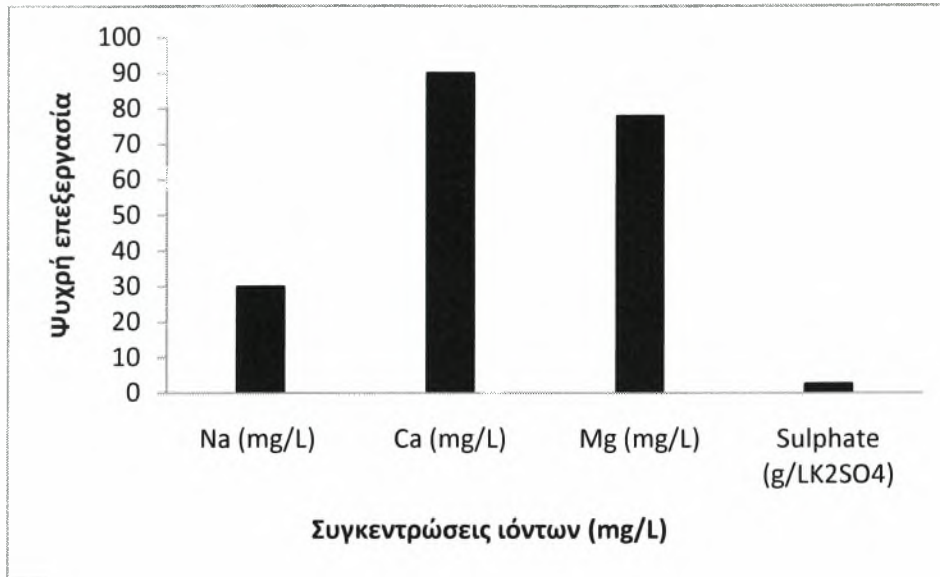
Η χρήση της τεχνικής ηλεκτροδιάλυσης μειώνει ελαφρώς τη συγκέντρωση των ιόντων (Mg, Na, Ca) και ειδικά τη συγκέντρωση του θειικού άλατος. Αυτό είναι σημαντικό για τα κρασιά, που περιέχουν μεγάλη συγκέντρωση θειικού άλατος, και πραγματοποιείται η χρήση προσθήκης $CaSO_4$. Η χρήση του $CaSO_4$ στα κρασιά μειώνει το pH πριν από τη ζύμωση.



Γραφική Παράσταση 3: Συγκέντρωση ιόντων κατά την επεξεργασία με ηλεκτροδιάλυση (τροποποιημένο από Benitez et al., 2003).

Η επίδραση της ηλεκτροδιάλυσης στη συγκέντρωση του θειικού άλατος εξηγείται επειδή είναι ανιόν ισχυρού οξέος και επομένως είναι πιο ενεργό στις μεμβράνες. Τα μεταλλικά ιόντα είχαν σχετικά μεγάλη συγκέντρωση και κατά την επεξεργασία. Η

ψυχρή επεξεργασία προκάλεσε μεγαλύτερη μείωση στο θειικό άλας από την ηλεκτροδιάλυση (Γραφική Παράσταση 3 και 4) (Benitez et al., 2003).



Γραφική Παράσταση 4: Συγκεντρώσεις ιόντων κατά την ψυχρή επεξεργασία (τροποποιημένο από Benitez et al., 2003).

Η τελειοποίηση ταυτόχρονα με την κρύα σταθεροποίηση βελτιώνει την αποτελεσματικότητα επεξεργασίας αλλά δεν είναι ποτέ επαρκής για να αποτρέψει εντελώς το σύμπλοκο του σιδήρου. Η κατάσταση σχετικά με την κροκύδωση των πρωτεϊνών είναι παρόμοια. Αποβάλλονται μερικώς, αλλά όχι αρκετά για να εξασφαλίσουν συνολική σταθεροποίηση. Σε ειδικά δωμάτια εφαρμόζεται αρκετά ψυχρή ατμόσφαιρα όπου το κρασί έχει μια θερμοκρασία κοντά στους 0°C για έναν ή δύο μήνες. Ο μούστος κρασιού προηγουμένως έχει φιλτραριστεί. Οι δεξαμενές μπορούν να εξοπλιστούν με τους μεμονωμένους ανταλλάκτες για να επιταχύνουν την ψύξη. Αυτός ο τύπος εγκατάστασης είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός (Ribéreau-Gayonet al., 2006b).

4.8 Αραβικό κόμμι (Arabic Gum), ως προστατευτικό για την σταθεροποίηση της διαύγειας στο κρασί

Το αραβικό κόμμι είναι γνωστό ως ιδιαίτερα αποδοτικό και προστατευτικό κολλοειδές για τη σταθεροποίηση της διαύγειας (Ribéreau - Gayon et al., 1977). Η επεξεργασία με το αραβικό κόμμι επιτρέπεται σε πολλές χώρες όπως και στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Το αραβικό κόμμι είναι ένα φυσικό προϊόν με ουδέτερη γεύση, που χρησιμοποιείται συνήθως στη βιομηχανία τροφίμων. Δεν έχει επιπτώσεις στην οργανοληπτική ποιότητα του κρασιού, ακόμη και όταν χρησιμοποιείται σε συγκεντρώσεις πολύ υψηλές. Χρησιμοποιείται όμως με επιφύλαξη στα κρασιά που απαιτούν μεγάλο χρόνο ωρίμανσης. Το αραβικό κόμμι είναι φυσικό προϊόν που λαμβάνεται από ορισμένα δέντρα της οικογένειας των ακακιών. Αυτό που χρησιμοποιείται συνήθως στην οινοποίηση είναι όσο το δυνατόν καθαρό αποπροσμίξεις. Είναι διαθέσιμο υπό τη μορφή στερεών λευκών ή κοκκινωπών τεμαχίων διάφορων μεγεθών. Το λεπτό κονιοποιημένο βιομηχανικό αραβικό κόμμι είναι γενικά ευδιάλυτο.

Η σχετικά λεπτή διήθηση δεν είναι αδύνατη όταν χρησιμοποιούνται οι κανονικές δόσεις (10-20 g/hl) ενός καλής ποιότητας προϊόντος. Για αυτόν τον λόγο, το αραβικό κόμμι αναμιγνύεται γενικά στο κρασί αμέσως πριν από την τελική διήθηση πριν από την εμφιάλωση. Η διήθηση είναι δυσκολότερη, αλλά η προστατευτική επίδραση δεν επηρεάζεται σημαντικά. Το αραβικό κόμμι είναι μια προληπτική επεξεργασία για πολλά προβλήματα που περιλαμβάνουν την κολλοειδή πτώση. Είναι αποτελεσματικό στην αντιμετώπιση του συμπλόκου του χαλκού και χρησιμοποιήθηκε ευρέως όταν συχνά τα κρασιά περιείχαν υπερβολικά ποσά χαλκού λόγω της επαφής τους με τον χάλκινο εξοπλισμό των κελαριών. Οι δόσεις 10-15 g/hl ήταν αποτελεσματικές στην παρεμπόδιση αυτού του προβλήματος, υπό τον όρο ότι τα

κρασιά δεν περιείχαν περισσότερα από 1,0 mg/l του χαλκού. Εάν η περιεκτικότητα σε χαλκό ήταν υψηλότερη, ήταν προτιμότερο να αποβληθεί ο υπερβολικός χαλκός από μια κατάλληλη επεξεργασία. Ακόμα και σε αυτήν την περίπτωση, το αραβικό κόμμι συστήθηκε ως συμπληρωματική επεξεργασία. Το αραβικό κόμμι είναι αποδοτικότερο σε υψηλές τιμές pH. Εάν οι ποικίλες δόσεις του αραβικού κόμμι προστίθενται στα δείγματα ενός κρασιού με υψηλή περιεκτικότητα σε χαλκό και το σύμπλοκο του χαλκού προκαλείται με την έκθεση του κρασιού στο φως, η θολερότητα είναι σημαντικά λιγότερο αδιαφανής στα δείγματα με υψηλότερη τη περιεκτικότητα σε αραβικό κόμμι. Πράγματι, η θολερότητα είναι αντιστρόφως ανάλογη προς την ποσότητα του αραβικού κόμμι που προστίθεται. Το αραβικό κόμμι δεν έχει επιπτώσεις στο σχηματισμό του κολλοειδούς σουλφιδίου του χαλκού, αλλά μάλλον το αποτρέπει από το σχηματισμό κροκιδώματος. Το αραβικό κόμμι είναι λιγότερο αποτελεσματικό στην παρεμπόδιση του συμπλόκου του σιδήρου στα λευκά κρασιά. Πράγματι, το ασταθές κολλοειδές φωσφορικού σιδήρου που κατακρημνίζεται έχει μια πολύ μεγαλύτερη μάζα από το θειούχο χαλκό που περιλαμβάνεται στο σύμπλοκο του χαλκού. Μια πολύ μεγαλύτερη ποσότητα αραβικού κόμμι επομένως θα απαιτούταν για να παρέχει την κατάλληλη επεξεργασία, και αυτό είναι πιθανό να είχε επιπτώσεις στη θολερότητα του κρασιού. Το αραβικό κόμμι είναι αποτελεσματικό μέχρι ένα σημείο, αλλά η επίδραση του είναι μεταβλητή από τον τύπο κρασιού. Οι συνιστώμενες δόσεις κυμαίνονται από 20 έως 25 g/hl ως συμπληρωματική επεξεργασία. Το αραβικό κόμμι είναι επίσης τουλάχιστον μερικώς αποτελεσματικό ως επεξεργασία για το σύμπλοκο του σιδήρου στα κόκκινα κρασιά. Δεν αποτρέπει την εμφάνιση ενός σκούρου, γαλαζωπού χρώματος, λόγω του σχηματισμού κολλοειδές σιδηρικό tannate, αλλά σταματά το σχηματισμό κροκιδώματος των κολλοειδών. Ενεργεί διαφορετικά από το κιτρικό οξύ, το οποίο αποτρέπει την αλλαγή

του χρώματος, δεδομένου ότι παράγει ένα διαλυτό σύμπλοκο με το σίδηρο. Αυτές οι δύο δράσεις είναι συχνά συμπληρωματικές. Η σημαντικότερη εφαρμογή του αραβικού κόμεος στην οινοποίηση είναι στην παρεμπόδιση της μείωσης των φαινολών και του χρώματος στα κόκκινα κρασιά.

4.9 Επεξεργασία με Σιδηροκυανιούχο Κάλιο

Τα επεξεργασμένα κρασιά με σιδηροκυανιούχο κάλιο ή το «μπλε τελειοποίησης» ξεκίνησε στη Γερμανία πριν από το 1923. Στη Γαλλία, αυτή η επεξεργασία εγκρίθηκε για τα λευκά και τα ροζέ κρασιά, το 1962. Επιτρέπεται επίσης για τα vins doux naturels.

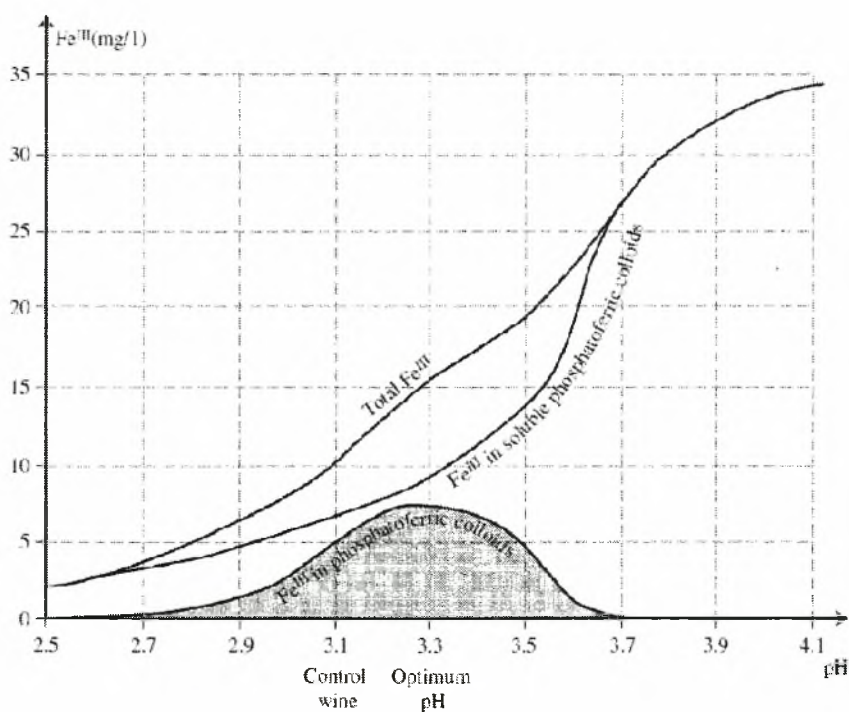
Το σιδηροκυανιούχο Κάλιο αντιδρά και με τα σιδηρούχα (Fe^{2+}) και σιδηρικά (Fe^{3+}) ιόντα και παράγονται διάφορα αδιάλυτα άλατα διαφορετικών χρωμάτων. Το σιδηρούχο άλας είναι λευκό, ενώ ο σιδηρικός σίδηρος παράγει ένα μπλε ίζημα. Άλλα μέταλλα κατακρημνίζονται επίσης, κυρίως ο χαλκός και ο ψευδάργυρος καθώς επίσης και, σε μικρότερη έκταση, ο μόλυβδος και ο κασσίτερος. Εάν ο σίδηρος είναι σιδηρικός, απαιτούνται 5,65 mg του σιδηροκυανιούχου άλατος για να αποβληθεί 1 mg του σιδήρου και η αντίδραση είναι η ακόλουθη:



Η αντίδραση που περιλαμβάνει το σιδηρούχο σίδηρο είναι πιο σύνθετη και παράγει τα αδιάλυτα άλατα, $\text{Fe}(\text{CN})_6 \text{FeK}_2$ και $\text{Fe}(\text{CN})_6\text{Fe}_2$. Θεωρητικά απαιτούνται ποσότητες μεταξύ 3,78 και 7,56 mg του σιδηροκυανιούχου άλατος για να αποβληθεί 1 mg του σιδήρου. Στην πράξη, εντούτοις, γενικά θεωρείται ότι απαιτούνται μεταξύ 6 και 9 mg του το σιδηροκυανιούχου καλίου για να αποβληθεί 1 mg του σιδήρου από το κρασί. (Vogt, 1931).

Αυτό μπορεί να είναι συμφέρον στα άσπρα κρασιά ευαίσθητα στην πρωτεϊνική θολερότητα. Η μείωση των πρωτεϊνών δεν οφείλεται το ίδιο στο σιδηροκυανιούχο άλας, αλλά μάλλον στο αδιάλυτο τρισθενή σίδηρο. Πράγματι, όταν προστίθεται το σιδηροκυανιούχο κάλιο σε ένα κρασί που δεν περιέχει σίδηρο, καμία πρωτεϊνική θολερότητα δεν παρατηρείται. Πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη ότι μόνο

τα ιόντα Fe^{3+} αντιδρούν με το σιδηροκυανιούχο άλας, και ότι το μεγαλύτερο μέρος του Fe (III) συνδυάζεται στα διαλυτά σύμπλοκα με τα οργανικά οξέα. Δεδομένου ότι το σιδηροκυανιούχο άλας αντιδρά με τα ιόντα Fe^{3+} , η διαλυτότητα των σύμπλοκων για να επαναφέρει μια ιοντική ισορροπία, που παράγει νέα ιόντα Fe^{3+} που αντιδρούν στη συνέχεια. Αυτή η σειρά αντιδράσεων μπορεί να συνεχιστεί για αρκετές ώρες, ή ακόμα και ημέρες. Ο χρόνος αντίδρασης είναι ο πιο μακρόχρονος σε υψηλό pH, δεδομένου ότι οι μεγαλύτερες ποσότητες διαλυτών σύμπλοκων είναι παρόν (Γραφική Παράσταση 5).



Γραφική Παράσταση 5: Οι διάφορες μορφές του τρισθενούς σιδήρου μετά από τον κορεσμό με το οξυγόνο, σε διάφορα αρχικά μειωμένα δείγματα του ίδιου κρασιού, που δεν περιέχει κανένα ιόν Fe (III) και προσαρμοσμένος σε διαφορετικές τιμές του pH.

Αυτό οδηγεί σε δύο σημαντικές συνέπειες. Αφ' ενός, υπάρχει ένας κίνδυνος ότι το σιδηροκυανιούχο κάλιο μπορεί να διασπαστεί στο κρασί, διαμορφώνοντας το υδροκυάνιο. Αφ' ετέρου, εάν το σιδηρικό σιδηροκυανιούχο άλας αποβάλλεται με την τελειοποίηση προτού να τερματίσει η αντίδραση, οποιαδήποτε ποσότητα σιδηροκυανιούχου καλίου, που δεν έχει αντιδράσει ακόμα παραμένει στο διάλυμα.

Αυτό μπορεί να δημιουργήσει θολερότητα σε μεταγενέστερο στάδιο και υπάρχει ένας κίνδυνος εμφάνισης γαλάζιων ιζημάτων στο εμφιαλωμένο κρασί. Η αντίδραση με το σιδηροκυανιούχο κάλιο είναι σχεδόν γρήγορη όταν είναι ο σίδηρος με τη δισθενή μορφή. Η προγενέστερη επεξεργασία (24 ώρες πριν) με το ασκορβικό οξύ (5-6 g/hl) βελτιώνει αρκετά την αποτελεσματικότητα.

Οι ανωτέρω εκτιμήσεις δείχνουν όχι μόνο πόσο δύσκολο είναι να προβλεφθεί η ποσότητα σιδηροκυανιούχου άλατος που απαιτείται για να επιτευχθεί η σταθεροποίηση, αλλά και πόσο δύσκολη είναι η αποφυγή των δύο σχετικών κινδύνων. Η χρήση των τυποποιημένων δόσεων, παραδείγματος χάριν 10 g/hl για να αντιμετωπιστεί το σιδηρούχο σύμπλοκο και 3 g/hl για το σύμπλοκο του χαλκού, δεν συστήνεται βεβαίως. Είναι επίσης αλήθεια ότι μια δοκιμή της περιεκτικότητας σε σίδηρο του κρασιού δεν είναι επαρκής για να προβλέψει την ποσότητα σιδήρου που πρέπει να αποβληθεί. Είναι αναγκαίο να πραγματοποιηθούν οι προκαταρκτικές δοκιμές (Ribéreau - Gayon et al., 1977).

Αυτές οι δοκιμές αποτελούνται από τον καθορισμό, σε εργαστηριακή κλίμακα, της ποσότητας σιδηροκυανιούχου άλατος που κατακρημνίζεται αμέσως από το σίδηρο στο κρασί. Οι αυξανόμενες ποσότητες σιδηροκυανιούχου καλίου, π.χ. οι δόσεις μεταξύ 5 και 25 g/hl, προστίθενται στα δείγματα δοκιμής. Μόλις ομογενοποιηθεί το διάλυμα, προστίθεται 1 ml διαλύματος παραγόντων τελειοποίησης, που αντιστοιχεί σε 2 g/hl της καζεΐνης. Μετά από λίγα λεπτά, το δείγμα φιλτράρεται, ή υποβάλλεται κατά προτίμηση σε φυγοκέντρωση. Η αλουμίνα σιδήρου χρησιμοποιείται για να εξετάσει το κρασί για υπερβολικό σιδηροκυανιούχο άλας που δεν έχει αντιδράσει. Το διάλυμα γίνεται μπλε εάν περιέχεται σιδηροκυανιούχο κάλιο. Είναι έτσι δυνατό να μετρηθεί η υψηλότερη δόση του σιδηροκυανιούχου άλατος που κατακρημνίζεται εντελώς. Η επόμενη δοκιμή μπορεί

έπειτα να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας την ίδια διαδικασία, βασισμένη στα αποτελέσματα της πρώτης δοκιμής, π.χ. προσθέτοντας μεταξύ 17 και 23 g/hl του σιδηροκυανιούχου καλίου. Σαν προληπτικό μέτρο, 3 g/hl λιγότερο σιδηροκυανιούχο άλας καλίου χρησιμοποιείται στην επεξεργασία από τη μέγιστη δόση που προσδιορίζεται στην προκαταρκτική δοκιμή. Μόλις αρχίσει η αντίδραση, το σιδηροκυανιούχο άλας του δισθενούς σιδήρου πρέπει να απομακρυνθεί.

Στην πράξη, το κρασί επεξεργάζεται με 30 g/hl και κάποια ποσότητα σιδηροκυανιούχου καλίου θα παρέμενε στο διάλυμα, με όλους τους κινδύνους που αυτό συνεπάγεται. Μόλις καθιερωθεί η κατάλληλη δόση, η ολόκληρη batch κρασιού μπορεί να επεξεργαστεί. Είναι ουσιαστικό ότι πρέπει να είναι στις ίδιες συνθήκες με το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε για την προκαταρκτική δοκιμή. Η επεξεργασία πρέπει επομένως να πραγματοποιηθεί αμέσως μετά από τη δοκιμή και ο μούστος να μην επεξεργαστεί στο μεταξύ. Εάν το κρασί, που επεξεργάζεται κρατιέται σε διάφορα εμπορευματοκιβώτια, οι χωριστές δοκιμές πρέπει να πραγματοποιηθούν για καθεμία. Το νερό (50-100 g/l), που προστίθεται έπειτα στο κρασί πρέπει να αναμιχθεί καλά. Το διάλυμα των παραγόντων τελειοποίησης (λευκωματίνη καζεΐνης ή αίματος) προστίθεται μετά στις ίδιες συνθήκες. Το μπλε ίζημα απομακρύνεται γρήγορα. Μπορεί να αφαιρεθεί από τη διήθηση μετά από τέσσερις ημέρες. Αν και αυτή η επεξεργασία μπορεί να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική, είναι κατά κάποιο τρόπο μια καθολική λύση σε όλα τα προβλήματα σταθερότητας.

4.10 Phytate ασβεστίου επεξεργασία

Η επεξεργασία σιδηροκυανιούχου άλατος καλίου είναι περιορισμένη στα λευκά και τα ροζέ κρασιά, τουλάχιστον στη Γαλλία. Ο υπερβολικός σίδηρος αποβάλλεται από τα κόκκινα κρασιά χρησιμοποιώντας phytate ασβεστίου. Το phytic οξύ είναι εξαφωσφορικός εστέρας μέσο-ινοσιτόλης. Το phytic οξύ παράγει ένα μικτό

άλας ασβεστίου-σιδήρου, γνωστό ως Calciphos, με την ακόλουθη σύνθεση: Ασβέστιο, 20%, Ρ, 14% και Fe^{3+} , 2%. Αυτό το μικτό άλας δεν είναι ευδιαλυτό στο νερό και τα ιζήματα αποβάλλονται εύκολα και κατά συνέπεια η περίσσεια του τρισθενούς σιδήρου. Το phytic οξύ είναι πολύ διαδεδομένο στα φυτά. Ενεργεί ως αποθήκη φωσφόρου, που βρίσκεται στο περίβλημα του σπόρου, δηλ. στο σίτο, στο πίτουρο ρυζιού και καλαμποκιού. Το πίτουρο σίτου μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα για να αποβάλει το σίδηρο από το κρασί. μερικές φορές συστήνονται οι τυποποιημένες δόσεις phytate ασβεστίου, παραδείγματος χάριν 20 g/hl. Σε αυτήν την συγκέντρωση, το phytate δεν κατακρημνίζει ποτέ εντελώς και, παρά τη χαμηλή διαλυτότητά του, μερικές από παραμένει στο κρασί. Αυτό είναι μια ανεπαρκής κατάσταση, αν και το phytate ασβεστίου είναι αρκετά ακίνδυνο για την υγεία. Δεδομένου ότι μόνο ο $Fe(III)$ αντιδρά με phytate ασβεστίου, το πρώτο στάδιο στην επεξεργασία είναι να αεριστεί το κρασί με το βασανισμό ή την έγχυση του οξυγόνου. Αφήνεται έπειτα για τέσσερις ημέρες, έτσι ώστε η συγκέντρωση τρισθενούς σιδήρου να φθάσει σε ένα ανώτατο όριο. Ο μούστος κρασιού προστατεύεται με 3-5 g/hl για να αποφευχθεί η εκτενής αλλοίωση λόγω της οξειδωσης. Σε αυτήν την συγκέντρωση, το SO_2 δεν αποτρέπει την οξειδωση από το σίδηρο. Ο τρισθενής σίδηρος είναι έπειτα τυποποιημένος για να καθοριστεί η δόση phytate που απαιτείται, δεδομένου ότι 5 mg phytate αποβάλλουν 1 mg $Fe(III)$. Η χρησιμοποιούμενη δόση είναι 1 g/hl λιγότερο από το υπολογισμένο ποσό, για να υπάρχει ένα περιθώριο ασφάλειας.

Η άσπρη phytate ασβεστίου σκόνη διαλύεται σε θερμό διάλυμα κιτρικού οξέος. Το προκύπτον διάλυμα αναμιγνύεται πλήρως με το κρασί. Το σιδηρικό phytate αρχίζει να σχηματίζει κροκίδωμα μερικές ώρες αργότερα. Τρεις έως τέσσερις ημέρες είναι απαραίτητες για να ολοκληρωθεί η διαδικασία. Το κρασί πρέπει έπειτα να τελειοποιηθεί (με τη λευκωματίνη ζελατίνης, καζεΐνης ή αίματος) για να εξασφαλίσει

ότι όλο το κολλοειδές σιδηρικό phytate έχει σχηματίσει κροκίδωμα και, τελικά, διηθείται. Το phytate ασβεστίου είναι μια αποδοτική επεξεργασία για το σύμπλοκο του σιδήρου στα λευκά, αλλά προ πάντων στα κόκκινα κρασιά.

Η αποτελεσματικότητά της, μπορεί να ενισχυθεί με την προσθήκη του κιτρικού οξέος ή του αραβικού κόμεος. Εάν η ανωτέρω διαδικασία εφαρμόζεται κατάλληλα, κανένα υπόλειμμα δεν υπάρχει στο κρασί, και έτσι δεν μπορεί να υπάρξει καμία αντίρρηση για λόγους υγείας. Η επεξεργασία phytate ασβεστίου έχει επικριθεί για την αύξηση της περιεκτικότητας σε ασβέστιο (20-30 mg/l). Το κύριο μειονέκτημά του, εντούτοις, βρίσκεται στο γεγονός ότι ο μούστος κρασιού είναι καλά οξυγονωμένος και απαιτούνται εκτενείς διαδικασίες διαχείρισης, συνεπάγοντας τον κίνδυνο αλλοίωσης των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών.

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι πρωτεΐνες είναι συνήθως υπεύθυνες για το σχηματισμό μιας ελαφριάς θολερότητας στα κρασιά, οι οποίες περιέχονται φυσικά στα σταφύλια και στο κρασί. Αντιμετωπίζεται με τη χρήση του βεντονίτη, η επεξεργασία έχει μεγάλο κόστος, ενώ προκαλεί απώλεια του αρώματος του κρασιού και υποβαθμίζεται η ποιότητά του. Κατά τη ζύμωση του κρασιού, το είδος *Saccharomyces cerevisiae* συνθέτει μαννοπρωτεΐνες, οι οποίες δρουν ενάντια στο σχηματισμό της θολερότητας. Οι Ledoux et al. (1992) παρατήρησαν πως τα κρασιά που ζυμώθηκαν με τα κατακάθια είχαν μικρότερες απαιτήσεις σε βεντονίτη για να αντιμετωπιστεί η θολερότητα σε σχέση με τα κρασιά που ζυμώθηκαν χωρίς τα κατακάθια (Dupin et al., 2000).

Έχει αποδειχθεί για άλλες γλυκοπρωτεΐνες, όπως η arabinogalactan πρωτεΐνη του κρασιού, η arabinogalactan πρωτεΐνη του μήλου και το αραβικό κόμμι, η δράση τους ενάντια στο σχηματισμό της θολερότητας. Σε όλες τις γλυκοπρωτεΐνες το ενεργό τμήμα είναι η ανθρακική αλυσίδα της πρωτεΐνης. Έχει μελετηθεί η σημασία της στην arabinogalactan πρωτεΐνη του κρασιού (AGP) για την προστατευτική της δράση για το σχηματισμό της θολερότητας. Η περιοδική οξείδωση και έπειτα η υποβάθμιση Smith του AGP περιόρισαν την δράση της αλλά και μείωσαν πολύ την ποσότητα της πρωτεΐνης. Ο ακριβής μηχανισμός για την προστασία της θολερότητας των ασταθών πρωτεϊνών παραμένει ακόμα ασαφής. Εντούτοις, έχει καθοριστεί ότι η προσθήκη των μαννοπρωτεϊνών δεν απέτρεψε τη θολερότητα από τις πρωτεΐνες στο κρασί αλλά μείωσε το μέγεθος των μορίων που προκαλούν τη θολερότητα (Dupin et al., 2000).

Το επίπεδο κρίσιμων συστατικών χυμού ποικίλλει ανάλογα με την ποικιλία και τις συνθήκες ανάπτυξης. Το pH στο μούστο και στο κρασί μπορούν να ποικίλουν από 3,0 έως 4,0 ενώ η περιεκτικότητα σε σάκχαρα ποικίλλει μεταξύ 20 και 24 "Brix. Τα επίπεδα πηκτίνης είναι 181-755 mg/L και 0,2-0,6% του βάρους των σταφυλιών.

Οι κατεχίνες και οι πολυφαινολικές ενώσεις ποικίλλουν αρκετά στο μέγεθος και τη συγκέντρωση ανάλογα με την ποικιλία σταφυλιών και την ηλικία του κρασιού. Οι Gorenstein et al. (1984) αναφέρουν ότι τα επίπεδα των πολυφαινόλων είναι 20-240 mg/L στο κρασί. Τα επίπεδα καλίου μεταξύ 1,6 έως 2,5 g/L έχουν αναφερθεί από Zoecklein (1995). Ποικίλα πρωτεϊνικά επίπεδα έχουν αναφερθεί συμπεριλαμβανομένων 55,2 mg/L για το κόκκινο κρασί, 126,2 mg/L για το ροδαλό κρασί, 20-260 mg/L για το κόκκινο κρασί, και 181-878 mg/L για το μούστο σταφυλιών. Η ζύμη βρέθηκε για να συμβάλλει το πεπτίδιο 75 mg/L στο κρασί μετά από τη ζύμωση. Ο διαχωρισμός του κρασιού από τα κατακάθια μετά από τη ζύμωση αποδείχθηκε ότι μπορεί να μειώσει την ελαφριά θολερότητα που προκαλεί η ζύμη. Άλλοι ερευνητές έχουν διαπιστώσει ότι τα πεπτίδια ζύμης δεν συμβάλλουν στο σχηματισμό της θολερότητας (Fenchak et al., 2002).

Η παραδοσιακή μέθοδος παραγωγής κόκκινου κρασιού, στην οποία η malolactic ζύμωση πραγματοποιείται σε δεξαμενές και η ωρίμανση στα βαρέλια, έχει μελετηθεί ευρέως. Εντούτοις, έχει μελετηθεί λιγότερο η malolactic ζύμωση στα βαρέλια, στα οποία ο έλεγχος της διαδικασίας είναι σχετικά ελλιπής και, επομένως, συνεπάγεται περισσότερους κινδύνους. Υπάρχουν επίσης λίγες μελέτες για τις αλλαγές που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης σε βαρέλια με τα κατακάθια. Η έρευνα έχει εστιάσει περισσότερο στις αλλαγές στη σύνθεση των φαινόλων και των πολυσακχαριτών και έχει πραγματοποιηθεί στα κρασιά, στα οποία έχουν προστεθεί κύτταρα ζύμης ή οι αυτολυτικές ζύμες. Μέχρι σήμερα, δεν έχει υπάρξει καμία μελέτη με αντικείμενο την επίδραση αυτής της μεθόδου παραγωγής στις αλλαγές στη σύνθεση αμινοξέων και στο σχηματισμό βιογενών αμινών. Ο σχηματισμός των βιοαμινών στα κρασιά εξαρτάται από την παρουσία γαλακτικών βακτηρίων, τα οποία έχουν τη

δυνατότητα αποκαρβονιλοποίησης των αντίστοιχων αμινοξέων. Το pH του κρασιού και η ποσότητα του SO_2 που προστίθεται στην αρχή της οινοποίησης έχουν επιπτώσεις επίσης στο πληθυσμό των γαλακτικών βακτηρίων (Alcaide-Hidalgo et al., 2007).

Το κόκκινο χρώμα του κρασιού επηρεάζεται έντονα από τη συγκέντρωση των φαινολών των σταφυλιών, καθώς επίσης και τις μεθόδους οινοποίησης και τις συνθήκες αποθήκευσης. Συνήθως γίνεται αποδεκτό ότι το χρώμα του νέου κόκκινου κρασιού οφείλεται κυρίως στη σύνθεση ανθοκυάνης των σταφυλιών ενώ το χρώμα ωρίμανσης του κόκκινου κρασιού είναι μια συνέπεια της αστάθειας και της δραστηρότητάς του. Η διαδικασία προσθήκης χρωστικών επίσης θεωρείται ότι οφείλεται το χρώμα των κόκκινων κρασιών και θα μπορούσαν επίσης να ενεργήσουν ως πρώτο στάδιο στο σχηματισμό νέων χρωστικών ουσιών που καθορίζουν το χρώμα ηλικίας των κόκκινων κρασιών. Φαίνεται, επομένως, ότι η εξαγωγή και η διατήρηση χρώματος στο κρασί επηρεάζονται πολύ από διάφορους συμπαράγοντες. Για τον λόγο αυτό μερικοί συντάκτες προτείνουν την ενσωμάτωση των πρόσθετων χρωστικών από την εξωτερική προσθήκη. Η προσθήκη των caffeic και p-coumaric οξέων στο στάδιο πριν τη ζύμωση ενισχύει τη βελτίωση του χρώματος που παρατηρείται στα κόκκινα κρασιά. Μια άλλη πρακτική που θα μπορούσε να συμβάλει για να αυξήσει την έκταση της διαδικασίας βελτίωσης του χρώματος είναι η ζύμωση διαφορετικών ποικιλιών σταφυλιών μαζί (García-Marino et al., 2010).

Παραδοσιακά το κρασί ωριμάζει σε ξύλινα βαρέλια λόγω των πλεονεκτημάτων που εμφανίζουν στην ποιότητα του. Στα πλεονεκτήματα συμπεριλαμβάνονται η σταθεροποίηση του χρώματος, η αυθόρμητη διαύγαση η οποία πραγματοποιείται μέσα στο βαρέλι, και το άρωμα του κρασιού. Το κρασί που ωριμάζει στα βαρέλια μπορεί προηγουμένως να φιλτραριστεί για να μειωθεί ή να διατηρηθεί αρχική θολερότητα του κρασιού που πρόκειται να ωριμάσει. Η διήθηση

τροποποιεί τη σύνθεση του κρασιού επειδή το προϊόν χάνει τα υπολείμματα από το σταφύλι, τη ζύμη, τα βακτήρια, τα άλατα, τα κολλοειδή, και τις άμορφες ουσίες. Αφ' ετέρου, διάφοροι ερευνητές έχουν διαπιστώσει ότι ορισμένες αμετάβλητες ενώσεις όπως οι μαννοπρωτεΐνες ή τα κύτταρα ζύμης, που εμπεριέχονται φυσικά στο κρασί, μπορούν να δεσμεύσουν τις πτητικές ενώσεις (Jiménez Moreno et al., 2007).

Η φυσική μικροχλωρίδα, που υπήρχε στα σταφύλια, χρησιμοποιούνταν για τη ζύμωση του κρασιού. Η τοποθέτηση των κυττάρων του σταφυλιού βοηθά τις ενζυμικές αντιδράσεις, αφού απελευθερώνονται ένζυμα που υπήρχαν στο σταφύλι. Η κατευθυνόμενη ωρίμανση μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα κρασιού δεδομένου ότι οι φαινολικές ενώσεις (π.χ. ανθοκυάνες και τανίνες) είναι σημαντικά συστατικά του χρώματος κόκκινου κρασιού. Η ωρίμανση διαδραματίζει έναν οριστικό ρόλο στην παραγωγή του κρασιού. Τα αρμόδια ένζυμα για τη διαδικασία της ωρίμανσης όχι μόνο προέρχονται από το ίδιο το σταφύλι, αλλά και από τις ζύμες και άλλους μικροοργανισμούς σχετικούς με το σταφύλι (van Rensburg et al., 2007).

Οι πολυσακχαρίτες μπορούν να επηρεάσουν τη διαύγαση και η σταθεροποίηση του μούστου και του κρασιού. Οι πολυσακχαρίτες, που βρίσκονται στα κρασιά είναι μεταξύ 300 και 1000 mg l⁻¹, μπορούν να προέρχονται από το σταφύλι, τους μύκητες του σταφυλιού και/ή από τους παρόντες μικροοργανισμούς κατά τη διάρκεια της διαδικασίας οινοποίησης. Οι κύριοι πολυσακχαρίτες αρμόδιοι για τις διακοπές της θολερότητας, του ιξώδους και των φίλτρων είναι πηκτίνες, β-γλυκάνες και, σε μια μικρότερη έκταση, ημικυττερίνες (κυρίως xylans). Οι βιομηχανικές ενζυμικές προετοιμασίες που χρησιμοποιούνται για να περιορίσουν αυτούς τους πολυσακχαρίτες διαδραματίζουν έναν σημαντικό ρόλο στη βελτίωση του παραγόμενου κρασιού, η απελευθέρωση των τμημάτων χρώματος και γεύσης, και τη βελτίωση της διαύγασης και της διήθησης του κρασιού (van Rensburg et al., 2007).

Σήμερα, ο μηχανισμός του σχηματισμού ελαφριάς θολερότητας πρωτεϊνικής φύσης δεν γίνεται κατανοητός πλήρως παρά τις μεγάλες προσπάθειες που γίνονται παγκοσμίως σε αυτό το θέμα. Είναι γνωστό ότι πρωτεϊνικό θόλωμα είναι μια διαδικασία εξαρτώμενη από την παρουσία πρωτεϊνών και μη-πρωτεϊνούχων τμημάτων κρασιού (παράγοντας X), μεταξύ του οποίου το ανιόν θειικού άλατος έχει προταθεί ως πλέον πιθανός υποψήφιος για τον ελλείποντα ουσιαστικό παράγοντα. Θεωρείται ότι μια αργή αλλοίωση οδηγεί στην πρωτεϊνική συνάθροιση, με την επακόλουθη κροκύδωσή τους σε μια θολερή αναστολή και, τελικά, έναν σχηματισμό των ιζημάτων. Η πρωτεϊνική δραστηριότητα με τις ενδογενείς τανίνες έχει μελετηθεί εκτενώς, αν και ο ακριβής χαρακτηρισμός της συμπεριφοράς των ενιαίων πρωτεϊνικών τμημάτων είναι ελλιπής. Διάφορες μελέτες προτείνουν ότι η υδροφοβική σύνδεση μπορεί να είναι ο σημαντικότερος τρόπος αλληλεπίδρασης μεταξύ των συμπυκνωμένων τανινών και των πρωτεϊνών. Οι Oth και οι συνεργάτες του μελέτησαν την αλληλεπίδραση των τανίνο-πρωτεϊνικών συγκροτημάτων, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι ο κυρίαρχος τρόπος ήταν η υδροφοβική αλληλεπίδραση. Ο Siebert και η ομάδα του επιβεβαίωσαν αυτήν την υπόθεση, που δείχνει ότι ο δεσμός υδρογόνου δεν είναι τόσο σημαντικός όσο οι υδροφοβικές αλληλεπιδράσεις στον καθορισμό της αντιδράσεως μεταξύ των πρωτεϊνών και πολυφαινολών. Οι υδροφοβικές αλληλεπιδράσεις περιλαμβάνονται στην αντίδραση πρωτεϊνών-τανίνων προκαλούν το σχηματισμό της ελαφριάς θολερότητας (Marangon et al., 2010).

6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Alcaide-Hidalgo J.M., Moreno-Arribas M.V., Martín-Álvarez P.J., Polo M.C. (2007). Influence of malolactic fermentation, postfermentative treatments and ageing with lees on nitrogen compounds of red wines. *Food Chemistry* 103: 572–581.
2. Ancín C., Ayestarán B., and Garrido J., (1996a). Sedimentation clarification of Garnacha musts. Consumption of amino acids during fermentation and aging. *Food Research International*, 29 (3-4): 345 – 353.
3. Ancín C., Ayestarán B., Corroza M., Garrido J. and Gonziilez A. (1996b) Influence of prefermentation clarification on the higher alcohol contents of wines. *Food Chemistry*, 55 (3): 241-249.
4. Araya-Farias M., Mondor M. Lamarche, F., Tajchakavit S., Makhoulouf J. (2008). Clarification of apple juice by electroflotation. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 9: 320–327
5. Armada L., and Falqué E., (2007). Repercussion of the clarification treatment agents before the alcoholic fermentation on volatile composition of white wines. *Eur Food Res Technol*, 225: 553–558.
6. Ayestarán B., Ancín C., Corroza M. and Garrido J. (1996). Changes in free amino acid concentration during stabilization and aging of wines derived from garnacha and viura musts clarified by static sedimentation. *Food Control*, 7 (3): 157-163.
7. Bartowsky E.J., and Pretorius I.S. (2009) 11. Microbial Formation and Modification of Flavor and Off-Flavor Compounds in Wine. In “Biology of Microorganisms on Grapes, in Must and in Wine”, König H., Uden G., and Fröhlich J. [Eds]. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 209-232

8. Batista L., Monteiro S., Loureiro V.B., Teixeira A.R., Ferreira R.B. (2009). The complexity of protein haze formation in wines. *Food Chemistry* 112: 169–177
9. Benítez J.G., Palacios Macías V.M., Gorostiaga Szekely P., Veas López R., Pérez Rodríguez L., (2003). Comparison of electrodialysis and cold treatment on an industrial scale for tartrate stabilization of sherry wines. *Journal of Food Engineering* 58: 373–378.
10. Boissier B., Lutin F., Moutounet M., Vernhet A., (2008). Particles deposition during the cross-flow microfiltration of red wines—incidence of the hydrodynamic conditions and of the yeast to fines ratio. *Chemical Engineering and Processing*, 47: 276–286.
11. Boittelle C., Poupot C., Milisic V., and Mietton-Peuchot M. (2008). Advances in the Precoat Filtration Process. *Separation Science and Technology*, 43: 1701–1712.
12. Cabras P., Garau V.L., Melis M., Pirisi F.M. and Tuberoso C.I.G., (1995). The Effect of Clarifying Substances on Organophosphorous Insecticide Residues in Wine. *Journal of Wine Research*, 6 (3): 201-205.
13. Cosme F., Ricardo-da-Silva J.M., Laureano O. (2008). Interactions between protein fining agents and proanthocyanidins in white wine. *Food Chemistry* 106: 536–544
14. Dupin I.V.S., McKinnon B.M., Ryan C., Boulay M., Markides A.J., Jones G.P., Williams P.J. and Waters E.J. (2000). *Saccharomyces cerevisiae* Mannoproteins That Protect Wine from Protein Haze: Their Release during Fermentation and Lees Contact and a Proposal for Their Mechanism of Action. *J. Agric. Food Chem.*, 48: 3098-3105

15. Fenchak S.F. Kerr W.L. and Corredig M. (2002). Multifactorial Study of Haze Formation in Model Wine Systems. *Journal of Food Quality* 25: 91-105.
16. Fernández-Navales J., López M.-I., Sánchez M.-T., García J.-A., and Morales J., (2008). A feasibility study on the use of a miniature fiber optic NIR spectrometer for the prediction of volumic mass and reducing sugars in white wine fermentations. *Journal of Food Engineering* 89: 325–329
17. Ferrando M., Güell C., and López F., (1998). Industrial Wine Making: Comparison of Must Clarification Treatments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46:1523-1528
18. Ferreira R.B., Piçarra-Pereira M.A., Monteiro S., Loureiro V.B., and Teixeira A.R. (2002). The wine proteins. *Trends in Food Science & Technology* 12: 230–239
19. García-Marino M., Hernández-Hierro J.M., Rivas-Gonzalo J.C., Escribano-Bailón M. T. (2010). Colour and pigment composition of red wines obtained from co-maceration of Tempranillo and Graciano varieties. *Analytica Chimica Acta* 660: 134–142
20. Guillamón J.M. and Mas A. (2009). Acetic Acid Bacteria. In “Biology of Microorganisms on Grapes, in Must and in Wine”, König H., Uden G., and Fröhlich J. [Eds]. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 30 – 46
21. Gupta B. B. and Enfert E., (1996). Use of a Helical Baffle for Red Wine Clarification on a Mineral Membrane. *Separation Science and Technology*, 31(20): 2775-2789
22. Hornsey I., (2007). The Chemistry and Biology of Winemaking. RSC Publishing pp. 161 – 202.

23. Humbert-Goffard A., Saucier C., Moine-Ledoux V., Canal-Llaubères R-M, Dubourdiou D, Glories Y. (2004). An assay for glucanase activity in wine. *Enzyme and Microbial Technology*, 34: 537–543
24. Jackson R.S. (2009). Wine tasting, a professional handbook. Elsevier, London, UK, pp. 499
25. Jiménez Moreno N., González Marco A., and Ancín Azpilicueta C. (2007). Influence of Wine Turbidity on the Accumulation of Volatile Compounds from the Oak Barrel. *J. Agric. Food Chem.*, 55: 6244-6251.
26. Lafon-Lafourcade S., Geneix C., and Ribereau-Gayon P., (1984). Inhibition of Alcoholic Fermentation of Grape Must by Fatty Acids Produced by Yeasts and Their Elimination by Yeast Ghosts. *Applied and Environmental Microbiology*, 47 (6): 1246-1249.
27. Mallouchos A., Komaitis M., Koutinas A., and Kanellaki M., (2003). Wine fermentations by immobilized and free cells at different temperatures. Effect of immobilization and temperature on volatile by-products. *Food Chemistry* 80: 109–113.
28. Martínez-Rodríguez A.J., and Polo M.C. (2003). Effect of the addition of bentonite to the tirage solution on the nitrogen composition and sensory quality of sparkling wines. *Food Chemistry* 81: 383–388.
29. Martínez-Rodríguez A.J., and Polo M.C., (2003). Effect of the addition of bentonite to the tirage solution on the nitrogen composition and sensory quality of sparkling wines. *Food Chemistry*, 81: 383–388.
30. Pohl P. (2007). What do metals tell us about wine? *Trends in Analytical Chemistry*, 26 (9): 941-949.

31. Pretorius I.S. (2000) Tailoring wine yeast for the new millennium: novel approaches to the ancient art of winemaking. *Yeast*, 16: 675-729.
32. Ribéreau-Gayon P., Dubourdieu D., Donèche B. and Lonvaud A. (2006a). Handbook of Enology Volume 1. The Microbiology of Wine and Vinifications 2nd Edition, John Wiley & Sons, England, pp. 241 – 297.
33. Ribéreau-Gayon P., Glories Y., Maujean A. and Dubourdieu D. (2006b). Handbook of Enology Volume 2: The Chemistry of Wine and Stabilization and Treatments. John Wiley & Sons, England, pp. 301-328.
34. Rodriguez-Nogales J.M., Ortega N., Perez-Mateos M., Busto M.D., (2008) Pectin hydrolysis in a free enzyme membrane reactor: An approach to the wine and juice clarification. *Food Chemistry* 107: 112–119
35. Salaha M.-I., Kallithraka S., Marmaras I., Koussissi E., and Tzourou I. (2008). A natural alternative to sulphur dioxide for red wine production: Influence on colour, antioxidant activity and anthocyanin content. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21: 660– 666
36. Severo Jr J.B., Almeida S.S., Narain N., Souza R.R., Santana J.C.C., Tambourgi E.B.(2007). Wine clarification from *Spondias mombin* L. pulp by hollow fiber membrane system. *Process Biochemistry* 42:1516–1520.
37. Sindou, E., Vaimakis, V., Vaimakis, T., Roussis, I.G. (2008). Effect of juice clarification by flotation on the quality of white wine and orange juice and drink. *Czech Journal of Food Sciences*, 26 (3): 223-228.
38. Sun X, Li C, Wu Z., Xu X., Ren L. and Zhao H. (2007). Adsorption of Protein from Model Wine Solution by Different Bentonites. *Chin. J. Chem. Eng.*, 15(5): 632-638.

39. Ulbricht M., Ansorge W., Danielzik I., König M., Schuster O. (2009). Fouling in microfiltration of wine: The influence of the membrane polymer on adsorption of polyphenols and polysaccharides. *Separation and Purification Technology*, 68 335–342.
40. Urtubia A., Pérez-Correa J. R., Soto A., and Pszczółkowski P., (2007). Using data mining techniques to predict industrial wine problem fermentations. *Food Control*
41. Vernhet A. and Moutounet M. (2002) Fouling of organic microfiltration membranes by wine constituents: importance, relative impact of wine polysaccharides and polyphenols and incidence of membrane properties. *Journal of Membrane Science* 201: 103–122
42. Ζαρμπούτης Γ.Β. και Τσιβεριώτου Μ.Α. (2003). Στοιχεία Αμπελουργίας και Οινολογίας. Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα. Σελ: 107-115
43. van Rensburg P., Strauss M.L.A., Lambrechts M.G., Cordero Otero R.R. and Pretorius I.S. (2007). The heterologous expression of polysaccharidase-encoding genes with oenological relevance in *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Applied Microbiology* 103: 2248–2257
44. Marangon M., Vincenzia S., Lucchetta M. and Curioni A., (2010). Heating and reduction affect the reaction with tannins of wine protein fractions differing in hydrophobicity. *Analytica Chimica Acta*, 660 (1-2): 110-118

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_wine

Barr H. The Process of Winemaking: http://www.whitman.edu/environmental_studies/WWRB/winemaking.htm



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000104266