

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
Ι Δ Ρ Υ Μ Α**



ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

**<<ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΜΗΛΟΓΑΛΑΚΤΙΚΗΣ
ΖΥΜΩΣΗΣ ΣΤΟΝ ΟΙΝΟ>>**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΧΙΛΛΕΑΣ ΡΗΓΑΣ



ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2018

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

<<ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΜΗΛΟΓΑΛΑΚΤΙΚΗΣ ΖΥΜΩΣΗΣ ΣΤΟΝ
ΟΙΝΟ>>

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΧΙΛΛΕΑΣ ΡΗΓΑΣ

Εξεταστική επιτροπή:

Σωτήριος – Σπυρίδων Βαμβακάς (επιβλέπων)

Ιωάννης Καπόλος

Φώτιος Κουτρομπής

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2018

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η πτυχιακή μελέτη αυτή εκπονήθηκε στα πλαίσια του προπτυχιακού προγράμματος σπουδών του τμήματος τεχνολογίας τροφίμων. Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους κοντινούς μου ανθρώπους, τους γονείς μου και τους φίλους μου για την υπομονή, την εμπιστοσύνη, τη στήριξη και τη βοήθεια που μου πρόσφεραν όλο το χρονικό διάστημα της συγγραφής της πτυχιακής.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω και τον επιβλέποντα καθηγητή της πτυχιακής κύριο Σωτήριο – Σπυρίδωνα Βαμβακά, για τη συνεργασία και την υπομονή του.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο οίνος είναι ένα προϊόν το οποίο κατέχει μια εξέχουσα θέση στη ζωή των ανθρώπων, καθώς ένα μεγάλο ποσοστό τον χρησιμοποιεί για συνοδεία κατά τα γεύματα τους. Όμως αποτελεί και παράγοντα της οικονομίας της χώρας μας με πολλές βιομηχανίες, μεγάλες και μικρές, να τον διακινούν σε εγχώριες επιχειρήσεις (εστιατόρια, πρατήρια ποτών) αλλά και στο εξωτερικό. Για τους αυτούς τους λόγους ο οίνος θα πρέπει να είναι καλής ποιότητας και να διαθέτει χαρακτηριστικά, τα οποία θα ανταποκρίνονται και θα καλύπτουν τις απαιτήσεις της αγοράς.

Ένα βιολογικό φαινόμενο το οποίο έχει την ικανότητα να βελτιώσει την ποιότητα του οίνου είναι και η μηλογαλακτική ζύμωση, με την προϋπόθεση ότι το φαινόμενο αυτό θα χειριστεί σωστά, με την απαιτούμενη παρακολούθηση του, καθώς σε αντίθετη περίπτωση θα έχει ανεπιθύμητα αποτελέσματα. Στη παρούσα πτυχιακή εργασία μελετήθηκε το όλο φαινόμενο της μηλογαλακτικής ζύμωσης, από τους παράγοντες που την επηρεάζουν (ποικιλία αμπέλου, ωρίμανση σταφυλιών) έως και τις επιπτώσεις που προκαλεί στον οίνο. Επιπλέον αναλύονται, που είναι ο κύριος σκοπός της εργασίας, οι μέθοδοι παρακολούθησης της πορείας της και συγκρίνονται μεταξύ τους.

Λέξεις - κλειδιά: βιολογικό φαινόμενο, παρακολούθηση, τεχνικές, σύγκριση

Abstract

Wine is a product that holds a prominent position in human history, as the majority uses it as meal escorting drink. In addition, it is also a factor in the economy of our country with many industries, large and small, to distributed it to domestic businesses (restaurants, beverage stores) and abroad. For these reasons, the wine should be of good quality and featured, which will cover and correspond the requirements of the market.

A biological phenomenon that plays a significant role in wine quality is malolactic fermentation, provided that this phenomenon will handle properly with the required monitoring, otherwise it will have undesirable effects. In this dissertation, the phenomenon of malolactic fermentation, the factors affecting it (vine variety, maturation of grapes) and the effects it causes to the wine are studied. In addition are analyzed, which is the main purpose of the work, the analytical methods of malolactic fermentation determination and a comparison of them.

Key words: biological phenomenon, monitoring, techniques, comparison

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
Abstract	5
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΑΜΠΕΛΟΣ ΚΑΙ ΣΤΑΦΥΛΙ – Η ΒΑΣΗ ΤΗΣ ΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Ο ΟΙΝΟΣ.....	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Η ΜΗΛΟΓΑΛΑΚΤΙΚΗ ΖΥΜΩΣΗ ΣΤΟΝ ΟΙΝΟ	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	70
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	72
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ.....	73

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εργασία αυτή είχε ως σκοπό τη μελέτη του φαινομένου της μηλογαλακτικής ζύμωσης οίνου. Στην εργασία αναπτύχθηκαν οι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τη ζύμωση αυτή, οι επιπτώσεις θετικές και αρνητικές που μπορεί να έχει η εφαρμογή της. Επιπλέον μελετώνται και η μέθοδοι με τις οποίες γίνεται εφικτή η παρακολούθηση της και συγκρίνονται μεταξύ τους αναφέροντας τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα τους, ώστε να υπάρχουν γνώσεις για την επιλογή της καταλληλότερης. Επίσης γίνεται αναφορά και ανάλυση στις οινοποιητικές διαδικασίες των κυριότερων τύπων οίνου, αλλά και στο προϊόν γενικότερα, ώστε να γίνει κατανοητό σε ποιους τύπους πρέπει να εφαρμόζεται η μηλογαλακτική ζύμωση και για ποιους λόγους.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα από τα αρχαιότερα προϊόντα που συναντάται σε βιβλιογραφικές αναφορές είναι ο οίνος, τον οποίο ο άνθρωπος τον παράγει συστηματικά αιώνες τώρα. Ο οίνος πέρα από την ευχαρίστηση που προσφέρει όταν κάποιος τον δοκιμάσει λόγω της γεύσης του και των αρωμάτων του, έχει και θετικές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου, όπως αντιτοξικές ιδιότητες και βακτηριοκτόνο δράση.

Τα ίχνη του οίνου χάνονται στα βάθη των προϊστορικών χρόνων. Ο Όμηρος στα έπη του, χαρακτηρίζει πολλές περιοχές με επίθετα που μαρτυρούν παράδοση οινοποίησης, ενώ στην ένατη ραψωδία της Ιλιάδας ο Νέστωρας θυμίζει στον Αγαμέμνονα πως τα κελάρια τους είναι γεμάτα από οίνο που τα μετέφεραν από τη Θράκη τα πλοία των Αχαιών. Οι αρχαίοι Έλληνες θεωρούσαν τον οίνο αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής τους και γι' αυτό λάτρευαν τον Διόνυσο, τον θεό του κρασιού και του γλεντιού. Στα συμπόσια ο οίνος έρεε άφθονος διευκολύνοντας την επικοινωνία μεταξύ των συνδαιτημόνων και δημιουργώντας ατμόσφαιρα πρόσφορη για την ανάπτυξη φιλοσοφικών συζητήσεων. Στην αρχαία Ελλάδα μάλιστα επινοήθηκε για πρώτη φορά η έννοια της Ονομασίας Προέλευσης του οίνου. Έτσι σε κείμενα αναφέρεται ο Χίος οίνος, ο Λέσβιος οίνος, ο Θάσιος οίνος κ.α.. Η κάθε πόλη κράτος είχε για τον οίνο της το δικό της σχήμα αμφορέα, με ειδική σφραγίδα που πιστοποιούσε την περιοχή παραγωγής του.

Ο οίνος επιπλέον κατέχει μια ξεχωριστή θέση και στη χριστιανική παράδοση, καθώς μαζί με την άμπελο αναφέρεται πάνω από 250 φορές στην Αγία Γραφή. Ο Χριστός ξεκινάει τα θαύματα του με τη μετατροπή του νερού σε οίνο στο γάμο της κάνα. Όμως ο οίνος αποκτά την ιερή σημασία του στο μυστικό δείπνο, όπου ο Χριστός τον προσέφερε στους μαθητές του, παρομοιάζοντας τον με το αίμα του για άφεση αμαρτιών, το οποίο μυστήριο τελείται ακόμα και σήμερα κατά τη διάρκεια της Θείας λειτουργίας.

Στις μέρες μας στην Ελλάδα παράγονται 250.000.000 λίτρα οίνου, που αντιστοιχεί περίπου στο 2% της συνολικής Ευρωπαϊκής παραγωγής και το 1% της παγκόσμιας. Η αξία όμως των παραγόμενων οίνων αντιπροσωπεύει μόνο το 0,3% της συνολικής αξίας των οίνων της Ε.Ε. και αυτό διότι στη χώρα μας μόνο το 27% της

παραγωγής είναι ΠΟΠ και ΠΓΕ οίνοι, ενώ το υπόλοιπο 73% είναι τοπικοί οίνοι και χύμα κρασί. Ο αριθμός των αμπελουργών είναι γύρω στους 100.000 και ο αριθμός των οινοποιείων ξεπερνάει τα 1.000. Τέλος εξάγονται περίπου 30.000 τόνοι οίνου αξίας 750 εκατομμυρίων ευρώ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΑΜΠΕΛΟΣ ΚΑΙ ΣΤΑΦΥΛΙ – Η ΒΑΣΗ ΤΗΣ ΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗΣ

1.1 Γενικά

Άμπελος ονομάζεται το φυτό το οποίο εντάσσεται στην οικογένεια των Αμπελίδων (*Vitaceae* ή *Ampelidaceae*), στην τάξη των Ραμνωδών (*Rhamnales*) και στο φύλο των *Terebinthales – Rubiales*. Στην οινοφόρο άμπελο περιλαμβάνονται περίπου 6.000 και περισσότερες ποικιλίες, οι οποίες ταξινομούνται πολύ δύσκολα. Με βάση τον προορισμό της κάθε ποικιλίας διακρίνονται σε ποικιλίες οиноποίησης, ποικιλίες που προορίζονται για επιτραπέζια χρήση, ποικιλίες για σταφυδοποιία και ποικιλίες που χρησιμοποιούνται ως υποκείμενα της ευρωπαϊκής αμπέλου για την αντιμετώπιση της φυλλοξήρας. Στην Ελλάδα από τα 132.000 εκτάρια αμπέλου τα 70.000 είναι οιοποιήσιμες ποικιλίες, τα 16.000 είναι επιτραπέζιες και τα 36.000 είναι σταφίδες, στην υπόλοιπη έκταση υπάρχουν νέες φυτείες (Σουφλερός, 2015). Η εργασία αυτή θα ασχοληθεί με τις ποικιλίες οινολογίας. Από την ταξιανθία της αμπέλου προέρχεται το σταφύλι, το οποίο είναι το νωπό προϊόν της δηλαδή. Με βάση τον ορισμό του οίνου, ο οποίος θα αναφερθεί στην συνέχεια, το σταφύλι είναι η πρώτη ύλη για την οινολογία και ασκεί σπουδαία επίδραση στον τύπο και την ποιότητα του οίνου.

1.2 Ελληνικές και ξένες ποικιλίες αμπέλου

Περίπου 300 ποικιλίες αμπέλου καλλιεργούνται στην Ελλάδα. Παρακάτω αναφέρονται οι σπουδαιότερες ελληνικές και ξένες οινολογικές ποικιλίες.

1.2.1 Ελληνικές ποικιλίες αμπέλου

Οι κυριότερες οινολογικές ελληνικές ποικιλίες αμπέλου (Ζαρμπούτης και Τσιβεριώτου, 2003, www.gaiapedia.gr, 2013) είναι:

- Ασύρτικο

Η ποικιλία αυτή είναι λευκή και καλλιεργείται κυρίως στις Κυκλάδες, παρουσιάζει μεγάλες αντοχές σε προσβολές από περονόσπορο και οίδιο. Τα ώριμα σταφύλια της ποικιλίας αυτής χαρακτηρίζονται από υψηλή

περιεκτικότητα σε σάκχαρα και δίνουν οίνους με υψηλό αλκοολικό βαθμό.

- Βηλάννα

Λευκή ποικιλία με μεγάλη παραγωγικότητα η οποία καλλιεργείται στους νομούς Ηρακλείου και Λασιθίου. Από το γλεύκος της παράγεται ο οίνος 'Ήεζά'.

- Ρομπόλα

Η καλλιέργεια της ποικιλίας αυτής συναντάται στην περιοχή της Κεφαλληνίας και Ζίτσας Μετσόβου. Είναι λευκή ποικιλία και το φυτό της αξιοποιεί εδάφη ξερά, με αποτέλεσμα να δίνει οίνους ανωτέρας ποιότητας.

- Σαββατιανό

Λευκή ποικιλία από την οποία παρασκευάζεται η 'ρετσίνα', καλλιεργείται στους νομούς Αττικής, Εύβοιας, Βοιωτίας και Μαγνησίας. Έχει μεγάλη αντοχή στην ξηρασία και στις προσβολές από ασθένειες.

- Ξινόμαυρο

Ποικιλία έγχρωμη η οποία καλλιεργείται στο νομό Ημαθίας, από την οινοποίηση της προκύπτουν οίνοι ανωτέρας ποιότητας με έντονο χρώμα, υψηλή οξύτητα και πλούσιο άρωμα.

- Μαυροδάφνη

Η ποικιλία αυτή καλλιεργείται στην περιοχή της Πάτρας και Κεφαλλονιάς, σε συνδυασμό με την ποικιλία μαύρη Κορινθιακή παράγεται ο γλυκός οίνος 'Μαυροδάφνη Πατρών'.

- Μανδηλαριά

Έγχρωμη ποικιλία με μεγάλη παραγωγικότητα, η οποία καλλιεργείται στην περιοχή Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Λασιθίου, Ηρακλείου και Ρεθύμνου. Περιέχει μεγάλο ποσοστό ταννινών και χρωστικών, για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται σαν ενισχυτικό του χρώματος άλλων ποικιλιών όπως το Ασύρτικο και το Αθήρι.

- Ροδίτης

Η καλλιέργεια της ποικιλίας αυτής πραγματοποιείται κατά βάση στους νομούς Αχαΐας, Ηλείας, Μαγνησίας και Μεσσηνίας. Είναι ποικιλία έγχρωμη και παράγονται λευκοί οίνοι.

- Αθήρι

Η ποικιλία αυτή καλλιεργείται στην Κρήτη και τις Κυκλάδες. Το

σταφύλι της έχει μεγάλο μήκος και είναι πυκνό, ενώ η ράγα είναι ωοειδής με μαλακή και ελαστική επιδερμίδα κίτρινου χρώματος. Από την ποικιλία αυτή παράγεται οίνος καλής ποιότητας λόγω της υψηλής περιεκτικότητας του γλεύκους σε σάκχαρα.

- Γουστολίδι

Στα νησιά του ιονίου πελάγους γίνεται κυρίως η καλλιέργεια της ποικιλίας αυτής, αλλά συναντάται και στη δυτική Πελοπόννησο. Το σταφύλι της έχει μέτριο μέγεθος και η ράγα μικρή, σφαιρική με γλυκό φλοιό. Ο οίνος που παράγεται είναι καλής ποιότητας με λαμπερό ανοιχτό χρώμα.

- Μοσχάτο Σάμου

Η καλλιέργεια της ποικιλίας αυτής πραγματοποιείται σε περιοχές της Σάμου, Αχαΐας και των Δωδεκανήσων. Η ράγα της έχει σκληρή επιδερμίδα και η σάρκα της είναι τραγανή με έντονο άρωμα. Από αυτή την ποικιλία παράγονται οίνοι ημίγλυκοι, τα μιστέλια και η ρετσίνα.

- Ντεμπίνα

Ποικιλία η οποία ευδοκίμει σε ψυχρά κλίματα, για τον λόγο αυτό η καλλιέργεια της συναντάται στα Ιωάννινα και τις γύρο περιοχές. Το σταφύλι της είναι μετρίου ως μεγάλου μεγέθους και η ράγα του έχει χρώμα κιτρινωπό με χυμώδη σάρκα. Αφρώδεις, ξηροί οίνοι, καθώς και ο οίνος με ονομασία προέλευσης "Ζίτσα" προέρχονται από την ποικιλία αυτή.

- Λημνιό

Σε περιοχές της βορείου Ελλάδας και πιο συγκεκριμένα στο νομό Έβρου, Ξάνθης, Ροδόπης, Καβάλας και Χαλκιδικής πραγματοποιείται η καλλιέργεια αυτής της ερυθρής ποικιλίας. Διαθέτει σταφύλι ακανόνιστου σχήματος με ράγα σχεδόν σφαιρική και σάρκα γλυκιά και εύγευστη. Από την ποικιλία αυτή προέρχονται κυρίως ξηροί οίνοι με μέτρια οξύτητα, μέτριες ταννίνες και υψηλή αλκοόλη.

- Λιάτικο

Έγχρωμη ποικιλία η οποία καλλιεργείται στην Κρήτη και παράγονται οίνοι με υψηλό αλκοολικό βαθμό, χαμηλή οξύτητα και μεγάλη ποσότητα χρωστικών.

- Μαντηλάρι

Η ποικιλία αυτή καλλιεργείται στα νησιά των Κυκλάδων, Δωδεκανήσου και την Κρήτη. Το γλεύκος της είναι πλούσιο σε σάκχαρα έως 22% και σε οξύτητα έως 5 τοις χιλίοις σε τρυγικό οξύ ανάλογα την περιοχή. Επιπλέον επειδή αποτελεί από τις πιο πλούσιες σε χρώμα ερυθρές ποικιλίες το γλεύκος της χρησιμοποιείται για να ενισχύσει το χρώμα άλλων ποικιλιών με πιο ασθενή χρώμα.

- Μαύρο Νεμέας

Ποικιλία έγχρωμη που καλλιεργείται συνήθως στο νομό Κορινθίας και παράγονται οίνοι με ονομασία προέλευσης ανωτέρας ποιότητας 'Νεμέα'. Η ποικιλία αυτή είναι γνωστή και ως Αγιοργίτικο.

- Φιλέρι

Η ερυθρή ποικιλία αυτή καλλιεργείται στους νομούς Ηλείας και Μεσσηνίας ενώ μια παραλλαγή του το Μοσχοφίλερο συνιστάται για την οριοθετημένη περιοχή του Ν. Αρκαδίας, για την παραγωγή οίνων ονομασίας προέλευσης ανώτερης ποιότητας 'Μαντινεία'. Τα οινικά προϊόντα της ποικιλίας αυτής αμπέλου χαρακτηρίζονται από το λεπτό άρωμα και την ιδιάζουσα γεύση.

- Κοτσιφάλι

Ποικιλία της οποίας η καλλιέργεια ευδοκimei στο νησί της Κρήτης, στους νομούς Ηρακλείου, Χανίων και Λασιθίου. Είναι έγχρωμη ποικιλία και δίνει οίνους ανωτέρας ποιότητας που πολλοί από αυτούς είναι ονομασίας προέλευσης όπως η Πεζά και Αρχάνες.

1.2.2 Ξένες ποικιλίες αμπέλου

Οι κυριότερες οινοποιήσιμες ξένες ποικιλίες αμπέλου (Ζαρμπούτης και Τσιβεριώτου, 2003, www.gaiapedia.gr, 2013) είναι:

- Cabernet sauvignon

Έγχρωμη γαλλική ποικιλία η οποία καλλιεργείται στις περιοχές Bordeaux και Medoc ενώ στην Ελλάδα ευδοκimei στους νομούς Χαλκιδικής, Κοζάνης και Αχαΐας. Αξιοποιεί φτωχά και ξηρά εδάφη και το γλεύκος της συμμετέχει στην παραγωγή των ερυθρών οίνων Bordeaux, ενώ στη χώρα μας συμμετέχει στην

παραγωγή οίνων ονομασίας προέλευσης ανώτερης ποιότητας σε συνδυασμό με ελληνικές ποικιλίες.

- Carignan

Ποικιλία έγχρωμη η οποία έχει προέλευση από την Ισπανία και στην Ελλάδα καλλιεργείται στις περιοχές της Κρήτης, Πελοποννήσου, Στερεάς Ελλάδας, Μαγνησίας και Θράκης. Εκμεταλλεύεται ξηρά και θερμά εδάφη και δίνει οίνους με βάθη ερυθρό χρώμα και υψηλό αλκοολικό βαθμό. Επίσης το γλεύκος της ποικιλίας αυτής χρησιμοποιείται για τη βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών οίνων άλλων ερυθρών ποικιλιών.

- Chardonnay

Γαλλική ποικιλία της οποίας η καλλιέργεια στην Ελλάδα συναντάται κυρίως στους νομούς Αχαΐας, Γρεβενών και Κοζάνης. Η παραγωγικότητα της χαρακτηρίζεται ως μέτρια. Από την ποικιλία αυτή παράγονται οι λευκοί οίνοι Βουργουνδίας.

- Pinot Noir

Έγχρωμη, παραγωγική γαλλική ποικιλία που καλλιεργείται στις περιοχές της Καμπαρίας και Βουργουνδίας, στην Ελλάδα συναντάται στα γεωγραφικά διαμερίσματα της Πελοποννήσου, Στερεάς Ελλάδας και Ηπείρου. Ευδοκίμει σε ασβεστόχα, δροσερά εδάφη και δίνει οίνους ανωτέρας ποιότητας.

- Merlot

Ποικιλία έγχρωμη που προέρχεται από τη Γαλλία. Στην Ελλάδα η καλλιέργεια της ευδοκίμει στις περιοχές των νομών Γρεβενών, Κοζάνης, Φλώρινας, Λευκάδας, Αχαΐας, Ηλείας, Μεσσηνίας και Αρκαδίας. Είναι παραγωγική ποικιλία με ευαισθησία στον περονόσπορο. Από αυτή παρασκευάζονται οίνοι ερυθροί με απαλότητα και αρώματα, επίσης παρασκευάζονται οίνοι τύπου Bordeaux.

- Syrah

Έγχρωμη ποικιλία γαλλικής προελεύσεως της οποίας η καλλιέργεια στην Ελλάδα συναντάται στα γεωγραφικά διαμερίσματα της Πελοποννήσου, Μακεδονίας, Κρήτης, Στερεάς Ελλάδας, Ηπείρου και Δωδεκανήσου. Χαρακτηρίζεται ως μέτριας παραγωγικότητας ποικιλία και οι οίνοι που παράγονται από αυτή εμφανίζουν υψηλό αλκοολικό βαθμό και είναι πλούσιοι σε χρωστικές και ταννίνες.

- **Riesling Rhenan**

Γερμανική έγχρωμη ποικιλία της οποίας η καλλιέργεια στην Ελλάδα βρίσκεται εφαρμογή στους νομούς Κοζάνης και Γρεβενών. Είναι ποικιλία μέτριας παραγωγικότητας, ανθεκτική στην ξηρασία και ευαίσθητη στους παγετούς της άνοιξης. Δίνει πολύ καλής ποιότητας οίνους με ιδιάζουσα ευωδιά.

- **Sylvaner**

Λευκή ποικιλία με προέλευση από την Αυστρία, η καλλιέργεια της στην Ελλάδα συναντάται στις περιοχές των νομών Φλώρινας, Βοιωτίας και Αττικής. Είναι παραγωγική ποικιλία αμπέλου, ευαίσθητη στις προσβολές του περονόσπορου και του ωιδίου. Από οινοποίηση της παράγονται οίνοι καλής ποιότητας με πρασινοκίτρινο χρώμα.

- **Ugni blanc**

Ποικιλία λευκή με προέλευση από την Ιταλία. Στη Ελλάδα η καλλιέργεια της παρουσιάζεται κυρίως στους νομούς Αττικής, Βοιωτίας, Αχαΐας, Ηλείας, Χανίων, Χαλκιδικής και Μεσσηνίας. Χαρακτηρίζεται μέτριας παραγωγικότητας ποικιλία και είναι κατάλληλη για θερμές και ξηρές περιοχές. Ο οίνος που παράγεται από αυτή έχει υψηλή οξύτητα και δεν οξειδώνεται.

- **Grenache rouge**

Ισπανικής προέλευσης έγχρωμη ποικιλία που συναντάται στις περιοχές των νομών Θεσσαλονίκης, Χαλκιδικής, Ηλείας και Μεσσηνίας. Παραγωγική ποικιλία που ευδοκίμει σε εδάφη ξηρά, χαλικώδη και δίνει πολύ καλής ποιότητας προϊόντα, σε αντίθετη περίπτωση οι παραγόμενοι οίνοι δεν αποκτούν το χαρακτηριστικό, επιθυμητό χρώμα.

1.3 Μορφολογία και σύσταση του σταφυλιού

Ο καρπός της αμπέλου (σταφύλι) (εικόνα 1) στο σύνολο του απαρτίζεται από το βόστρυχο ή τσάμπουρο, το οποίο αποτελεί το ξυλώδες μέρος και τις ράγες, οι οποίες αποτελούν το εδώδιμο και οινοποιήσιμο τμήμα του σταφυλιού.



Εικόνα 1. Το σταφύλι

1.3.1 Ο βόστρυχος

Ο βόστρυχος αποτελείται από ένα κύριο άξονα (ράχη) από τον οποίο ξεκινούν πολλές διακλαδώσεις που ονομάζονται βοστρύδια, στην άκρη των οποίων βρίσκονται 2 με 5 μίσχοι (ποδίσκοι) και ουσιαστικά αποτελούν το σημείο πρόσφυσης των ραγών, δηλαδή ενώνουν τις ράγες με το βλαστό (Ζαρμπούτης και Τσιβεριώτου, 2003). Το κύριο συστατικό που περιέχεται σε μεγαλύτερη αναλογία στο βόστρυχο είναι το νερό. Αρχικά μπορεί να υπάρχει σε ποσοστό μέχρι 90% κατά βάρος, στη συνέχεια όμως περιορίζεται σε ποσοστό 65-70% κατά βάρος, εξαιτίας της ξυλοποίησης των ιστών του και ξήρανσης του (Σουφλερός, 2015). Η ξηρή ουσία του βοστρύχου η οποία αρχικά είναι 10% φτάνει σε ποσοστά 25-30% κατά βάρος ή ακόμα περισσότερο σε κάποιες περιπτώσεις λόγω της μείωσης του νερού. Οι ξυλώδεις ουσίες απαρτίζουν το μεγαλύτερο μέρος της ξηρής ουσίας σε ποσοστό 10-15% κατά βάρος, ενώ το υπόλοιπο μέρος αποτελείται από:

- Ταννίνες 2-4% κατά βάρος
- Ρητίνες 1% κατά βάρος
- Αζωτούχες ουσίες 1-2% κατά βάρος
- Ανόργανα συστατικά 2-3% κατά βάρος
- Οργανικά οξέα 1-2% κατά βάρος
- Σάκχαρα 1% κατά βάρος

Όσο πλησιάζει η ωρίμανση των σταφυλιών αυτό το μικρό ποσοστό των ζαχάρων μειώνεται. Οι βόστρυχοι εξαιτίας της περιεκτικότητας τους σε ταννινοειδείς ουσίες, οι οποίες έχουν γεύση στυφή, τις περισσότερες φορές απομακρύνονται πριν αρχίσει η αλκοολική ζύμωση. Μόνο σε κάποιες περιπτώσεις ερυθρών οίνων γίνεται η οινοποίηση παρουσία τους. Επιπλέον χρειάζεται προσοχή κατά το στάδιο της έκθλιψης των σταφυλιών, ώστε τα εκθλιπτικά μηχανήματα να μην "μασήσουν" τους βοστρύχους με αποτέλεσμα τη μεταφορά ανεπιθύμητων φαινολικών και ταννινοειδών ουσιών στο γλεύκος (Ζαρμπούτης και Τσιβεριώτου, 2003).

1.3.2 Η ράγα

Η ράγα συγκροτείται από το φλοιό, τη σάρκα και τα γίγαρτα ή κουκούτσια. Τα εκατοστιαία ποσοστά κατά βάρος της σύνθεσης της που ακολουθούν παρακάτω, παρουσιάζουν διακύμανση ανάλογα με την ποικιλία της αμπέλου που προέρχεται το σταφύλι, τις εδαφικές και κλιματολογικές συνθήκες, καθώς και το βαθμό ωρίμανσης (Σουφλερός, 2015), είναι:

- Φλοιός 10-20%
- Σάρκα 74-87%
- Γίγαρτα 3-6% (σε κάποιες ποικιλίες δεν υπάρχουν καθόλου)

Φλοιός

Αποτελεί το 6-7% του βάρους των ραγών του σταφυλιού. Είναι από τα σημαντικότερα μέρη του διότι σε αυτόν απαντώνται όλες οι οργανικές ουσίες που διαμορφώνουν τις διάφορες ποικιλίες αμπέλου και κατ' επέκταση τους οργανοληπτικούς χαρακτήρες των παραγόμενων οίνων (Ζαρμπούτης και Τσιβεριώτου, 2003).

Αποτελείται από τρία στρώματα, την εφυμενίδα, την επιδερμίδα και το υπόδερμα, τα οποία αποτελούνται από μια ή περισσότερες στοιβάδες κυττάρων το καθένα (Σουφλερός, 2015). Η εφυμενίδα είναι το εξωτερικό τοίχωμα των κυττάρων της επιδερμίδας, η οποία σκεπάζεται από ένα κηρώδες επικάλυμμα που ονομάζεται ανθορήτα και ελέγχει την επιδερμική διαπνοή, την παρεμπόδιση της εξάτμισης του νερού της ράγας, την είσοδο νερού από βροχές και της δροσιάς και επιπλέον προστατεύει την ράγα από εγκαύματα που οφείλονται στον ήλιο (Τσακίρης, 2014). Τέλος η εφυμενίδα συγκρατεί τους διάφορους μικροοργανισμούς, οι οποίοι είναι

υπεύθυνοι για τις ζυμώσεις του γλεύκους και του οίνου (Σουφλερός, 2015). Την επιδερμίδα αποτελούν μια στοιβάδα λεπτών κυττάρων, σε αυτό το στρώμα του φλοιού περιέχονται αρωματώδη ελαία τα οποία είναι χαρακτηριστικά της ποικιλίας του σταφυλιού (Σουφλερός, 2015). Το υπόδερμα απαρτίζεται από 6-10 στοιβάδες κυττάρων, όπου στις 2-3 πρώτες περιέχονται οι ανθοκυάνες ή φλαβόνες, οι οποίες είναι χρωστικές ουσίες υπεύθυνες για το χρώμα των σταφυλιών και του παραγόμενου οίνου (οι ανθοκυάνες κυρίως), υπάρχουν σπάνιες ελάχιστες ποικιλίες ευρωπαϊκής αμπέλου που έχουν έγχρωμη σάρκα.

Στο φλοιό επιπλέον βρίσκεται ένα μέρος από δεψικές ουσίες (ταννίνες), οι οποίες οφείλονται για την στυφή γεύση των ερυθρών οίνων κυρίως. Επίσης περιέχει μια μικρή ποσότητα σακχάρων. Γενικά το μεγαλύτερο μέρος του αποτελείται από νερό (75-80% κατά βάρος) και υπάρχουν ακόμη ταννίνες (1-2% κατά βάρος), όξινες ενώσεις (1-1,5% κατά βάρος), ανόργανες και αζωτούχες ενώσεις (1,5-2% κατά βάρος) και λοιπές ουσίες (10-15% κατά βάρος) (Σουφλερός, 2015).

Σάρκα

Η σάρκα καλύπτει το μεγαλύτερο ποσοστό της ράγας. Αποτελείται από το μεσοκάρπιο και το ενδοκάρπιο. Είναι το τμήμα της ράγας, στο οποίο περιέχεται ο χυμός του σταφυλιού που αποτελεί το γλεύκος που θα χρησιμοποιηθεί για οινοποίηση, αφού πρώτα γίνει η παραλαβή του με τα κατάλληλα μέσα επεξεργασίας. Η σάρκα επιπλέον διαθέτει διάφορες δέσμες αγγείων, που βοηθάνε την μεταφορά θρεπτικών συστατικών σε διάφορα μέρη της ράγας που προέρχονται από το βλαστό (Σουφλερός, 2015). Τα κυριότερα συστατικά της σάρκας είναι:

- Νερό 65-80% κατά βάρος
- Σάκχαρα 10-30% κατά βάρος
- Άλλες ουσίες 5-6% κατά βάρος

Άλλες ουσίες περιλαμβάνονται τα οργανικά οξέα, τα ανόργανα συστατικά, οι αζωτούχες ουσίες, οι αρωματικές ουσίες, οι ταννίνες κ.α.

Γίγαρτα

Τα γίγαρτα ή πιο κοινώς τα κουκούτσια βρίσκονται στο ενδοκάρπιο της σάρκας και αποτελούν τα αναπαραγωγικά όργανα της αμπέλου. Επιπλέον συμβάλουν στο μέγεθος που έχει η ράγα, διότι έχει παρατηρηθεί ότι ράγες χωρίς γίγαρτα

αδυνατούν να αναπτυχθούν και μένουν μικρές, καθώς και στη χημική σύσταση τους. Τα γιγάρτα αποτελούνται από την σάρκα, η οποία είναι το ζωντανό τμήμα τους διότι στο εσωτερικό της υπάρχει το έμβρυο που δίνει ένα νέο φυτό αμπέλου και είναι πλούσια σε ελαιώδεις και γλυκεροφωσφορούχες ουσίες οι οποίες μπορούν να θρέψουν το έμβρυο και από το κέλυφος, το οποίο περιβάλλει και προστατεύει τη σάρκα. Η κατά βάρος σύσταση των γιγάρτων είναι η εξής:

- Νερό 25-45%
- Υδατάνθρακες 34-36%
- Ελαιώδεις ουσίες 13-20%
- Ταννίνες 4-6%
- Αζωτούχες ουσίες 4-6,5%
- Ανόργανες ουσίες 2-4%
- Λιπαρά οξέα 1%

Κατά την οиноποίηση θα πρέπει να αποφεύγεται η θραύση των γιγάρτων που έχει ως αποτέλεσμα την διάχυση ταννινών και ελαιωδών ουσιών στο γλεύκος επιδρώντας στην ποιότητα του οίνου, προσδίδοντας στυφή γεύση και χαρακτηριστική οσμή εξαιτίας της εκδήλωσης βουτυρικής ζύμωσης αντίστοιχα (Σουφλερός, 2015).

1.4 Ωρίμανση του σταφυλιού και χρόνος συγκομιδής

Ο τρύγος, δηλαδή η συλλογή των οиноποιήσιμων σταφυλιών από το χωράφι και η μεταφορά τους στο χώρο οиноποίησης, πρέπει να πραγματοποιείται όταν αυτά βρίσκονται σε κατάσταση ωριμότητας, η οποία αποτελεί έναν από τους βασικότερους παράγοντες για τη διαμόρφωση της ποιότητας του οίνου. Η ωρίμανση επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες που θα αναφερθούν παρακάτω.

1.4.1 Στάδια ωρίμανσης

Η ωρίμανση των σταφυλιών διακρίνεται σε τέσσερα βασικά στάδια, στο στάδιο αύξησης των ραγών ή άγουρης ράγας, το στάδιο του περκασμού, το στάδιο της ωρίμανσης και το στάδιο της υπερωρίμανσης.

Το πρώτο στάδιο ξεκινάει από τη στιγμή που σχηματίζεται ο καρπός, στον οποίο η ράγα είναι πράσινη, εξαιτίας της χλωροφύλλης που περιέχει και η σάρκα της σκληρή και συνεκτική. Κατά το στάδιο αυτό ο καρπός επεξεργάζεται και αφομοιώνει

τον άνθρακα λόγω της χλωροφύλλης που περιέχει παράγοντας σάκχαρα, άμυλο, οξέα και φαινολικά συστατικά. (Τσακίρης, 2014). Ο βόστρυχος τέλος παίρνει τις οριστικές διαστάσεις του.

Στο στάδιο του περκασμού παρατηρείται διάσπαση της χλωροφύλλης του φλοιού των ραγών με αποτέλεσμα να αλλάζει χρώμα, στις ερυθρές ποικιλίες σχηματίζονται ερυθρές χρωστικές και στις λευκές ποικιλίες οι αντίστοιχες λευκές (κιτρινωπές), επιπλέον διογκώνεται και γίνεται πιο ελαστική και μαλακή. Τα γίγαρτα αλλάζουν όψη και μορφή (Τσακίρης, 2014). Τέλος παρατηρείται ελάττωση της περιεκτικότητας σε οξέα και αύξηση της περιεκτικότητας σακχάρων (Ζαρμπούτης και Τσιβεριώτου, 2003).

Κατά το τρίτο στάδιο, αυτό της ωρίμανσης δηλαδή, η ράγα δεν λαμβάνει τίποτα από τα φύλλα πλέον και συνεχίζει να αποκτά όγκο και να γίνεται πιο μαλακή. Η περιεκτικότητα των οξέων μειώνεται σημαντικά και αυξάνει αυτή των σακχάρων αντίστοιχα (Τσακίρης, 2014). Η ωριμότητα μπορεί να διακριθεί σε τρεις κατηγορίες, τη βιολογική στην οποία τα γίγαρτα έχουν την ικανότητα να βλαστήσουν, τη βιομηχανική όταν τα σάκχαρα αποκτούν το απόλυτο ανώτατο ποσό και η τρίτη κατηγορία η οποία ενδιαφέρει την οινολογία είναι αυτή πολλές τεχνολογικής ωριμότητας που χαρακτηρίζεται από την στιγμή κατά την οποία το σταφύλι μιας ποικιλίας δίνει γλεύκος με χημική σύσταση κατάλληλη για τον τύπο του οίνου που πρόκειται να παρασκευαστεί (Σουφλερός, 2015). Συμπεραίνεται ότι η κατηγορία της τεχνολογικής ωριμότητας είναι μια μεταβαλλόμενη έννοια ανάλογα με τον προορισμό των σταφυλιών της κάθε ποικιλίας.

Το τελευταίο στάδιο είναι αυτό της υπερωρίμανσης, ουσιαστικά είναι η περίοδος που ακολουθεί της πλήρης ωρίμανσης, κατά το στάδιο αυτό οι ανταλλαγές συστατικών μεταξύ της ράγας με το υπόλοιπο φυτό είναι ανύπαρκτες και έχει ως αποτέλεσμα την αφυδάτωση των ραγών εξαιτίας της διαπνοής του βότρυ που συνεχίζεται και ο κυτταρικός χυμός συμπυκνώνεται και λαμβάνεται λιγότερο γλεύκος, αλλά πλουσιότερο σε σάκχαρα. Η υπερωρίμανση σε κάποιες περιπτώσεις είναι επιθυμητή και πραγματοποιείται με τεχνητά μέσα.

1.4.2 Παράγοντες ωρίμανσης

Η ωρίμανση του σταφυλιού, όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο σημείο της ενότητας, αποτελεί συντελεστή για την ποιότητα του παραγόμενου οίνου. Η πορεία της ωρίμανσης και κατ' επέκταση η ποιότητα του σταφυλιού και του οίνου,

επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες. Οι παράγοντες αυτοί διακρίνονται σε σταθερούς, δεν διαφοροποιούνται από τη μια χρονιά στην άλλη και στους μεταβλητούς, οι οποίοι διαφοροποιούνται από τη μια χρονιά στην άλλη και είναι υπεύθυνοι για τα χαρακτηριστικά κάθε χρονιάς.

Η κατηγορία των σταθερών παραγόντων (Σουφλερός, 2015) αποτελείται από:

- Την ποικιλία της αμπέλου: είναι ο πιο βασικός παράγοντας που καθορίζει το χρόνο ωρίμανσης και την ποιότητα των σταφυλιών. Τα χαρακτηριστικά της κάθε ποικιλίας συνοδεύουν το φυτό όπου και αν καλλιεργείται.
- Το υποκείμενο: θεωρείται το ένριζο τμήμα του φυτού πάνω στο οποίο εμβολίζεται η επιθυμητή ποικιλία. Η ζωηρότητα που προσδίδει στο υπέργειο τμήμα της αμπέλου επηρεάζει την ωρίμανση των σταφυλιών, πιο συγκεκριμένα ισχυρά φυτά παρουσιάζουν καθυστέρηση στην ωρίμανση και ο καρπός της έχει μικρή περιεκτικότητα σε σάκχαρα και μεγάλη σε οξέα.
- Η ηλικία του φυτού: μια ηλικιωμένη άμπελος δίνει πάντοτε καλύτερο καρπό απ' ό τι μια νεαρή, αυτό οφείλεται στη διαφορετική ζωηρότητα του υπέργειου φυτού, η οποία όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω επηρεάζει την πρωιμότητα της ωρίμανσης και την ποιότητα του σταφυλιού.
- Το κλίμα: στους σταθερούς παράγοντες ως κλίμα εννοείται η κατηγοριοποίηση του, δηλαδή τροπικό, ηπειρωτικό, εύκρατο και όχι η αλλαγή των καιρικών συνθηκών. Για την παραγωγή ποιοτικών οίνων χωρίς προβλήματα η καλλιέργεια της αμπέλου συνίσταται σε εύκρατο κλίμα. Σε ζεστά κλίματα προτιμώνται οι όψιμες ποικιλίες δίνοντας μεγαλύτερες αποδόσεις καρπών με αυξημένη συγκέντρωση ζαχάρων, ενώ στην αντίθετη περίπτωση ψυχρών κλιμάτων ευδοκιμεί η καλλιέργεια πρώιμων ποικιλιών, οι οποίες δίνουν σταφύλια με υψηλή συγκέντρωση οξέων.
- Το έδαφος: επιδρά στη ζωηρότητα του φυτού και με αυτό το τρόπο συμβάλλει στην ωρίμανση και την ποιότητα του σταφυλιού. Ανάλογα με τη σύσταση του, το ανάγλυφο του και την ικανότητα του για θέρμανση διαμορφώνεται ο βαθμός επίδρασης του στα χαρακτηριστικά της αμπέλου. Για παράδειγμα στεγνά και αμμώδη εδάφη δίνουν πρώιμη ωριμότητα και εξαιρετικό καρπό.

Στην κατηγορία των μεταβλητών παραγόντων περιλαμβάνονται:

- Οι καιρικές συνθήκες: περιλαμβάνονται οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, ηλιοφάνειας και υγρασίας που συντελούνται κάθε χρονιά στην ίδια περιοχή. Για παράδειγμα σε χρονιά με χαμηλές θερμοκρασίες κατά την περίοδο της ωρίμανσης, ο καρπός έχει υψηλά ποσοστά μηλικού οξέος.
- Οι αποστάσεις φύτευσης: η απόσταση των φυτών καθορίζει την ποσότητα των θρεπτικών συστατικών και νερού που έχει το κάθε ένα στη διάθεση του. Οπότε όσο μεγαλύτερο όγκο αυτών των συστατικών διαθέτει το κάθε φυτό τόσο πιο μεγάλη ανάπτυξη έχει.
- Οι καλλιεργητικές τεχνικές: περιλαμβάνεται η περιποίηση του εδάφους, η λίπανση, η άρδευση, το κλάδεμα. Κάποιες από τις προηγούμενες τεχνικές (λίπανση, άρδευση και κλάδεμα) έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της ζωηρότητας του φυτού και της παραγωγικότητας του, αλλά και την καθυστέρηση της ωρίμανσης με την παραγωγή υποβαθμισμένου προϊόντος. Άρα η έννοια της παραγωγικότητας είναι αντίστροφη με αυτή της ωρίμανσής και ποιότητας.
- Οι ασθένειες: ο μολυσματικός εκφυλισμός, η σηψιρριζία, ο περονόσπορος, το ωίδιο, οι εντομολογικές προσβολές και άλλοι παράγοντες ανήκουν σε αυτή την κατηγορία, η οποία επηρεάζει την ποιότητα την ωρίμανση και την ποσότητα του καρπού της αμπέλου.

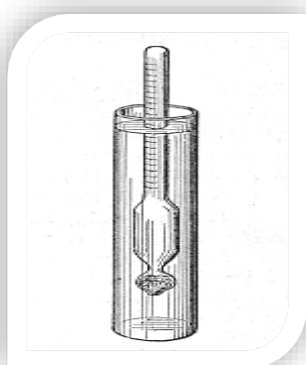
1.4.3 Προσδιορισμός χρόνου συγκομιδής

Η έναρξη του τρυγητού εξαρτάται από την ωριμότητα των σταφυλιών, ο χρόνος της οποίας δεν είναι σταθερός, αλλά διαφοροποιείται ανάλογα με το προϊόν που πρόκειται να παρασκευαστεί και από διάφορους παράγοντες που την επηρεάζουν και αναφέρθηκαν προηγούμενος. Επόμενος και ο χρόνος συγκομιδής δεν είναι σταθερός αλλά μεταβάλλεται. Πολλές φορές οι αμπελουργοί βασίζονται σε εμπειρικά στοιχεία, όπως η γεύση, η υφή των ραγών και το άρωμα, ώστε να καθοριστεί ο χρόνος συγκομιδής. Σε βιομηχανική κλίμακα ο προσδιορισμός της ωριμότητας των σταφυλιών για έναρξη του τρυγητού καθορίζεται μετα από κάποιες μετρήσεις. Η περιεκτικότητα του γλεύκους σε σάκχαρα είναι μεγάλη, ενώ αυτή των οξέων μικρή κατά την εποχή της ωρίμανσης (Ζαρμπούτης και Τσιβεριώτου, 2003). Για το λόγο αυτό πριν την έναρξη της συγκομιδής γίνονται εργαστηριακές μετρήσεις της

οξύτητας και της περιεκτικότητας σε σάκχαρα από δείγμα σταφυλιών το οποίο αποτελείται από ορισμένο αριθμό ραγών που έχουν συλλεχτεί από διάφορα σταφύλια και ορισμένο αριθμό πρεμνών (Ζαρμπούτης και Τσιβεριώτου, 2003). Στη συνέχεια το δείγμα αυτό εκθλίβεται και πιέζεται από εργαστηριακά θλιπτικά μηχανήματα και πιεστήρια (εικ. 2), με φυγοκέντριση καθίσταται διαυγές ώστε να εξεταστεί. Η ογκομετρούμενη οξύτητα προσδιορίζεται με τιτλοδότηση ορισμένης ποσότητας δείγματος με NaOH 0,1 N και εκφράζεται σε γραμμάρια τρυγικού οξέος ανά λίτρο οίνου (Ζαρμπούτης και Τσιβεριώτου, 2003). Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας των σακχάρων γίνεται με διάφορα όργανα όπως αραιόμετρο Baume ή σακχαροδιαθλασίμετρο (εικ. 3) και προκύπτει ο δείκτης ωρίμανσης **σάκχαρο (S)/οξύτητα (A)**, ο οποίος είναι ο πιο αποτελεσματικός και απλός (Σουφλερός, 2015).



Εικόνα 2. Εργαστηριακό πιεστήριο



Εικόνα 3. Αραιόμετρο Baume και σακχαροδιαθλασίμετρο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Ο ΟΙΝΟΣ

2.1 Γενικά

Οίνος ή πιο κοινώς κρασί, σύμφωνα με την οινική νομοθεσία, είτε την ελληνική είτε την ξένη, είναι το αλκοολούχο ποτό που προέρχεται αποκλειστικά από την ολική ή μερική ζύμωση νωπών σταφυλιών ή γλεύκους (χυμού) που προέρχεται από νωπά σταφύλια. Ποτά παρόμοια με τον οίνο παρασκευάζονται από διάφορα άλλα φρούτα ή σπόρους ή άνθη, αλλά οίνος σημαίνει πάντα ότι προέρχεται από σταφύλια (el.wikipedia, 2017). Ο οίνος παρουσιάζει ένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον από την άποψη ότι συνοδεύει και ενισχύει διάφορες μεσογειακές και ευρωπαϊκές γεύσεις, είτε απλές είτε πιο σύνθετες, καθώς αποτελεί σημαντικό γεωργικό προϊόν που αντικατοπτρίζει την ποικιλία του εδάφους και το κλίμα του τόπου (el.wikipedia, 2017). Με βάση τα στοιχεία από έρευνα του ΟΙV (Organisation Internationale de la Vigne et du vin) η Κεντρική Συνεταιριστική Ένωση Αμπελοοινικών Προϊόντων (ΚΕΟΣΟΕ) ανέλυσε τη διάρθρωση της παγκόσμιας αμπελοοινικής οικονομίας, κατατάσσοντας την Ελλάδα στη δωδέκατη θέση παγκοσμίως από άποψη όγκου παραγωγής οίνου.

2.2 Σύσταση του οίνου

Από μια γενική φυσικοχημική άποψη, ο οίνος θεωρείται ως ένα υδροαλκοολικό διάλυμα οργανικών οξέων, που ένα μέρος τους βρίσκεται υπό μορφή αλάτων (Σουφλερός, 2015). Φυσικά ο ορισμός αυτός δεν αντιπροσωπεύει τα πολλά ακόμα συστατικά, που με την επινόηση διάφορων εργαστηριακών μεθόδων, έχουν γίνει πλέον γνωστά. Το γλεύκος από το οποίο προκύπτει ο οίνος, όπως αναφέρθηκε και στο πρώτο κεφάλαιο, προέρχεται από τη σάρκα της ράγας, επομένως και ένα μεγάλο μέρος των συστατικών του οίνου προέρχονται από τη σάρκα, τα συστατικά της αναφέρθηκαν παραπάνω αλλά δεν έγινε ανάλυση τους. Επιπλέον κάποια συστατικά προέρχονται από το φλοιό της ράγας. Τα συστατικά που συνθέτουν τον οίνο είναι:

- Νερό: είναι το κύριο συστατικό του οίνου σε ποσοστό 80-85% αυτού. Καθορίζει την πυκνότητα του οίνου, η οποία είναι σχεδόν όμοια με εκείνη

του νερού (Σουφλερός, 2015). Η περιεκτικότητα σε νερό εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως η ποικιλία του σταφυλιού, το στάδιο ωρίμανσης, οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής και άλλα (Ζαρμπούτης και Τσιβεριώτου, 2003).

- Σάκχαρα: παρατηρείται υψηλή συγκέντρωση σακχάρων στο γλεύκος, σε ποσοστό που κυμαίνεται από 120 έως 300 g/L (Ζαρμπούτης και Τσιβεριώτου, 2003). Η συγκέντρωση αυτή εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως η ποικιλία του σταφυλιού, ο βαθμός ωρίμανσης, οι κλιματολογικές συνθήκες πριν τον τρυγητό κ.α.. Τα κυριότερα σάκχαρα του γλεύκους είναι η γλυκόζη και η φρουκτόζη, τα οποία στα ώριμα σταφύλια βρίσκονται στην ίδια αναλογία. Κατά την αλκοολική ζύμωση τα περισσότερα μετατρέπονται σε αιθυλική αλκοόλη από μικροοργανισμούς που απαντώνται στο γλεύκος.
- Οργανικά οξέα: τα κυριότερα οξέα του οίνου είναι το τρυγικό, το μηλικό και το κιτρικό οξύ, τα οποία βρίσκονται σε όλα τα όργανα της αμπέλου και δημιουργούνται από διάφορα φαινόμενα του μεταβολισμού στα πράσινα μέρη του φυτού (Ζαρμπούτης και Τσιβεριώτου, 2003). Το τρυγικό οξύ είναι το πιο χαρακτηριστικό οξύ του σταφυλιού διότι το μόνο ευρωπαϊκό φυτό που το συνθέτει είναι η άμπελος. Στον οίνο βρίσκεται σε ποσοστό 2-5 g/L. Επιπλέον σχηματίζει με τα κατιόντα του οίνου το τρυγικό κάλιο και τρυγικό ασβέστιο, τα οποία σε είναι δυσδιάλυτα σε αλκοολικά διαλύματα. Το μηλικό οξύ, αντίθετα με το τρυγικό, είναι πιο διαδεδομένο στη φύση και προσβάλλεται πιο ευκολά από ζύμες και βακτήρια. Κατά την ωρίμανση των ραγών παρατηρείται μείωση της συγκέντρωσης του, διότι η διάσπαση – καύση του είναι μεγαλύτερη από τη σύνθεση του. Η μείωση αυτή εξαρτάται πολύ από τις καιρικές συνθήκες κατά την περίοδο της ωρίμανσης και ιδιαίτερα από τη θερμοκρασία. Εφόσον η θερμοκρασία την περίοδο της ωρίμανσης είναι κάτω από 30°C τότε παρατηρείται ότι η συγκέντρωση του στον οίνο είναι υψηλή, αντίθετα με θερμοκρασίες πάνω από 30°C την περίοδο της ωρίμανσης τότε η συγκέντρωση του είναι χαμηλή. Στον οίνο προσδίδει χορτώδη οσμή και γεύση, στυφάδα και βρίσκεται σε ποσοστό 0-4 g/L. Τέλος το κιτρικό οξύ βρίσκεται στον οίνο σε ποσοστό 0,25-0,30 g/L, όσο και στο αρχικό γλεύκος καθώς κατά την αλκοολική ζύμωση δεν σχηματίζονται άλλες ποσότητες κιτρικού οξέος (Ζαρμπούτης και

Τσιβεριώτου, 2003). Επιπλέον στον οίνο υπάρχουν και οξέα τα οποία δεν βρισκόντουσαν στο γλεύκος αλλά προήλθαν από διάφορες ζυμώσεις και δράσεις τέτοια είναι το γαλακτικό οξύ, το οξικό οξύ, το ηλεκτρικό οξύ κ.α. (Ζαρμπούτης και Τσιβεριώτου, 2003).

- Ανόργανες ύλες: περιέχονται στον οίνο σε ποσοστό 2-4 g/L και πρόκειται για άλατα ανόργανων οξέων και μερικών οργανικών. Σχηματίζονται στους βλαστούς της αμπέλου και στη συνέχεια μεταφέρονται στο σταφύλι, από όπου τελικά θα περάσουν στο γλεύκος και στον οίνο (Σουφλερός, 2015). Διακρίνονται σε ανιόντα και κατιόντα. Ανιόντα του οίνου είναι το χλώριο, τα θειικά άλατα και ο φώσφορος, ενώ κατιόντα του οίνου είναι το κάλιο, το νάτριο, το ασβέστιο, το μαγνήσιο, ο σίδηρος και ο χαλκός.
- Αζωτούχες ενώσεις: περιέχονται στον οίνο σε ποσοστό από 0,5 έως 4 g/L, ενώ το καθαρό άζωτο που περιέχεται σε αυτές είναι σε ποσοστό 80-640 mg/L (Σουφλερός, 2015). Διακρίνονται σε ανόργανες, οι οποίες περιέχονται στον οίνο ως αμμωνιακά άλατα και σε οργανικές, οι οποίες περιλαμβάνονται τα αμινοξέα όπως η αλανίνη, η προλίνη, το γλουταμινικό οξύ κ.α., τα πολυπεπτίδια, οι πρωτεΐνες, τα αμιδιόδια όπως η ασπαραγίνη και η γλουταμίνη, οι οζαμίνες, οι νουκλεϊνικές ενώσεις και οι βιογενείς αμίνες.
- Πηκτινικές ύλες: είναι ένα σύνολο από κολλοειδείς ουσίες, οι οποίες προέρχονται από τη σταφυλομάζα και αποτελούνται από πηκτίνες και οζάνες. Κατά την αλκοολική ζύμωση διασπώνται και καθιζάνουν σχηματίζοντας ζελατινώδες ίζημα, με αποτέλεσμα να μειώνεται η ποσότητα των ουσιών στον τελικό οίνο σε ποσοστό 3-5 g/L. Επιπλέον πολλές φορές η καθίζηση των ουσιών αυτών επιδιώκεται, με την προσθήκη ενζύμων, διότι προκαλούν θολώματα στον οίνο (Σουφλερός, 2015).
- Φαινολικές ενώσεις: διακρίνονται σε τέσσερις οικογένειες, τα φαινολικά οξέα, περιέχονται σε ποσοστό 100-150 mg/L στους ερυθρούς οίνους και 10-15 mg/L στους λευκούς προσδίδοντας αντιβακτηριακή και αντιοξειδωτική προστασία (Σουφλερός, 2015). Τις φλαβόνες, οι οποίες είναι κίτρινες χρωστικές των σταφυλιών, αλλά δεν συμμετέχουν, τουλάχιστον σε μεγάλο ποσοστό, στο σχηματισμό του χρώματος των λευκών οίνων (Σουφλερός, 2015). Τις ανθοκυάνες, οι οποίες είναι ερυθρές χρωστικές που βρίσκονται στο φλοιό των σταφυλιών και διαμορφώνουν το χρώμα των ερυθρών οίνων (σε συνδυασμό με τις ταννίνες, τουλάχιστον κατά την παλαίωση). Τέλος οι

ταννίνες περιέχονται σε ποσοστό 1,5-4 g/L στους ερυθρούς οίνους και 40-200 mg/L στους λευκούς. Προσδίδουν μια στυφή γεύση στους οίνους λόγω ότι καθιζάνουν τις πρωτεΐνες και γλυκοπρωτεΐνες του σιέλου (Σουφλερός, 2015). Επιπλέον έχουν αντιοξειδωτική δράση και συμμετέχουν στο στάδιο της παλαίωσης των ερυθρών οίνων.

- Αρωματικές ενώσεις: διακρίνονται σε δυο κατηγορίες ενώσεων, σε εκείνες που διαμορφώνουν το άρωμα στους νέους οίνους και σε αυτές που διαμορφώνουν το "μπουκέτο" στους παλαιωμένους (Σουφλερός, 2015). Οι κύριες ενώσεις που επιδρούν στο άρωμα των οίνων είναι οι ανώτερες αλκοόλες και οι εστέρες, που διαμορφώνουν κυρίως το άρωμα των παλαιωμένων οίνων λόγω αύξησης της περιεκτικότητας τους όσο περνάει ο χρόνος. Επιπλέον συμμετέχουν και άλλες αρωματικές ενώσεις όπως τα τερπένια (έντονο άρωμα κάποιων ποικιλιών όπως το Μοσχάτο), οι κετόνες, οι αλδεΐδες και άλλα.
- Αλκοόλες: διακρίνονται σε απλές μονοαλκοόλες, ανώτερες μονοαλκοόλες και πολυαλκοόλες. Στην πρώτη κατηγορία περιλαμβάνεται η μεθανόλη και η αιθανόλη, η οποία αιθανόλη είναι το πιο σημαντικό συστατικό του οίνου και μετά το νερό καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος του όγκου του (10-16%), συμβάλλοντας στην ποιότητα του (Σουφλερός, 2015). Επιπλέον αποτελεί τη βάση για τη διαμόρφωση του αρώματος και του μπουκέτου του οίνου. Στη δεύτερη κατηγορία εντάσσονται αλκοόλες όπως η προπανόλη και η βουτανόλη κ.α. σε ποσοστό 150-500 mg/L επιδρώντας στη διαμόρφωση του μπουκέτου του οίνου. Τέλος στις πολυαλκοόλες εντάσσονται αλκοόλες όπως η γλυκερόλη, η οποία ανιχνεύεται σε μεγάλα ποσοστά σε ειδικούς γλυκούς οίνους, η μαννιτόλη, η σορβιτόλη κ.α.
- Ένζυμα: προέρχονται από το σταφύλι ή παράγονται από διάφορους μικροοργανισμούς. Τα πιο συνηθισμένα ένζυμα είναι οι καταλάσες, οι οξειδάσες, οι ιμπερτάσες, οι πρωτεάσες, οι πηκτινάσες, οι εστεράσες και οι ταννάσες.
- Βιταμίνες: οι κυριώτερες που ανιχνεύονται στον οίνο είναι η Β₁ ή θειαμίνη, η Β₂ ή ριβοφλαβίνη, Β₃ ή νικοτιναμίδη, Β₄ ή αδενίνη, Β₅ ή παντοθενικό οξύ, Β₆ ή πυριδοξίνη, Β₁₂ ή κοβαλαμίνη, Ι ή μεσοϊνοσιτόλη, Η ή βιοτίνη, C ή ασκορβικό οξύ, Ρ ή βιταμίνη της διαπερατότητας. Αποτελούν πρόσθετους παράγοντες ανάπτυξης μικροοργανισμών και κάποιες από αυτές είναι

χρήσιμες για την ανθρώπινη διατροφή και τη λειτουργία του ανθρωπίνου οργανισμού εξαιτίας της υψηλής ποσότητας τους στον οίνο (Σουφλερός, 2015).

2.3 Μέθοδοι οινοποίησης

Οινοποίηση ονομάζεται η διαδικασία εκείνη στην οποία περιλαμβάνεται ένα σύνολο ενεργειών, με κύρια τη μεταβολή των σακχάρων του γλεύκους σε αλκοόλη από μικροοργανισμούς και κατ' επέκταση τη μετατροπή του γλεύκους σε οίνο. Η οινοποίηση μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε αυθόρμητα από τους αγρίους μικροοργανισμούς που υπάρχουν στο φλοιό των ραγών, είτε με την προσθήκη εξωγενών που πωλούνται στο εμπόριο (Πατεράκη, 2012). Η τελική ποιότητα του παραγόμενου οίνου εξαρτάται από το συνδυασμό της οινοποίησης με την ποιότητα του σταφυλιού, όπως αυτή αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Υπάρχουν διάφορες διαδικασίες οινοποίησης, οι οποίες είναι: η ερυθρή οινοποίηση, η λευκή οινοποίηση, η ερυθρωπή οινοποίηση και οι ειδικές κατηγορίες οινοποίησης.

2.3.1 Ερυθρή οινοποίηση

Κατά τη διαδικασία της ερυθρής οινοποίησης λαμβάνουν χώρα δυο φαινόμενα, αυτό της:

- αλκοολικής ζύμωσης των σακχάρων του γλεύκους παρουσία των στερέων μερών του σταφυλιού (φλοιός, γίγαρτα και σε κάποιες περιπτώσεις οι βόστρυχοι)
- εκχύλισης των διάφορων συστατικών των στεμφύλων κατά την παραμονή τους στο γλεύκος.

Σε ορισμένους οίνους παρατηρείται ένα επιπλέον φαινόμενο , αυτό της μηλογαλακτικής ζύμωσης (Σουφλερός, 2015), το οποίο θα αναλυθεί με ακρίβεια σε επόμενο κεφάλαιο της εργασίας.

Τα στάδια της ερυθρής οινοποίησης (εικ. 4) είναι:

- 1) Έκθλιψη των σταφυλιών με μερική ή ολική αποβοστρύχωση.

Κατά το στάδιο της έκθλιψης πραγματοποιείται η θραύση των ραγών του σταφυλιού, με αποτέλεσμα να απελευθερώνεται ένα μέρος της σάρκας και του περιεχόμενου χυμού της, ώστε να έρχεται σε επαφή με τα στερεά μέρη του σταφυλιού και τους μικροοργανισμούς που υπάρχουν στη επιφάνεια των φλοιών, επιπλέον αερίζεται ελαφρά ενώ πρέπει να αποφεύγεται ο πλούσιος αερισμός.

Η έκθλιψη παλιότερα γινόταν με τα πόδια σε ειδικά πατητήρια έχοντας ως πλεονέκτημα την παραλαβή γλεύκους πρώτης ποιότητας καθώς δεν πραγματοποιούνταν συμπίεση στους βοστρύχους και τα γίγαρτα (Ζαρμπούτης και Τσιβεριώτου, 2003). Σήμερα γίνεται με ειδικά μηχανήματα που ονομάζονται θλιπτήρια, τα περισσότερα από τα οποία αποτελούνται από μια χοάνη που στη βάση της υπάρχουν δυο αυλακωτοί κύλινδροι που κινούνται με αντίθετη φορά και ρυθμίζεται η απόσταση και η ταχύτητα τους ώστε να αποφεύγεται η βίαιη έκθλιψη των ραγών, ο τεμαχισμός των βοστρύχων και το σπάσιμο των γιγάρτων (Ζαρμπούτης και Τσιβεριώτου, 2003, Σουφλερός, 2015). Επιπλέον υπάρχουν θλιπτήρια τα οποία συνδέονται με απορραγιστήρια, μηχανήμα με ένα διάτρητο περιστρεφόμενο κύλινδρο που κατά μήκος του υπάρχει ένας άξονας με πτερύγια ο οποίος περιστρέφεται αντίθετα ως προς τον κύλινδρο (Σουφλερός, 2015), αποτελώντας ένα ενιαίο μηχανήμα σχεδόν, πραγματοποιώντας ταυτόχρονα έκθλιψη και απορράγιση, ώστε να απομακρύνονται οι βόστρυχοι και να διατηρείται για οινοποίηση μόνο οι ράγες και ο χυμός τους έχοντας ως αποτέλεσμα την γευστική βελτίωση του παραγόμενου οίνου. Σε κάποιες περιπτώσεις όμως, όπως όταν στα σταφύλια εμφανίζεται σήψη σε ποσοστό άνω του 30% ή προέρχονται από νεαρά κλίματα, είναι απαραίτητη η παρουσία τους (Σουφλερός, 2015). Γενικά στην ερυθρή οινοποίηση η απορράγιση θεωρείται επιβεβλημένη.

- 2) Θείωση και ταυτόχρονη μεταφορά του σταφυλοπολτού στις δεξαμενές ζύμωσης.

Ο σταφυλοπολτός μετά την έκθλιψη και απορράγιση του οδηγείται στις δεξαμενές ζύμωσης με τη βοήθεια αντλίας, ενώ ταυτόχρονα του πραγματοποιείται θείωση με την προσθήκη θειώδους ανυδρίτη. Στόχος της θείωσης είναι η προστασία του γλεύκους από την οξείδωση, από την

ανάπτυξη ανεπιθύμητων μικροοργανισμών, καθώς ανάλογα με τις προστιθέμενες δώσεις του θειώδους ανυδρίτη δρα επιλεκτικά ως προς την ανάπτυξη και εξόντωση διάφορων ζυμών και βακτηρίων, επιπλέον διευκολύνει την εκχύλιση των ουσιών των φλοιών του σταφυλιού και επιτρέπει τη μακρόχρονη ωρίμανση και αντοχή του. Η ποσότητα του θειώδους ανυδρίτη που θα προστεθεί εξαρτάται από την υγιεινή κατάσταση των σταφυλιών, τη θερμοκρασία αυτών και του περιβάλλοντος και τέλος από την οξύτητα και το pH του γλεύκους (Σουφλερός, 2015).

- 3) Αλκοολική ζύμωση των σακχάρων του γλεύκους και εκχύλιση των συστατικών των στερεών μερών του σταφυλιού.

Στο στάδιο της αλκοολικής ζύμωσης τα σάκχαρα του γλεύκους διασπώνται από μικροοργανισμούς δίνοντας αιθυλική αλκοόλη και διοξείδιο του άνθρακα, καθώς και κάποια δευτερεύοντα προϊόντα, όπως οργανικά οξέα, το φαινόμενο της αλκοολικής ζύμωσης θα αναλυθεί εκτενώς στη συνέχεια της ενότητας. Επιπλέον με την αλκοολική ζύμωση πραγματοποιείται ταυτόχρονα και το φαινόμενο της εκχύλισης των συστατικών από τα στερεά μέρη του σταφυλιού. Η εκχύλιση αυτή επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως η θερμοκρασία της αλκοολικής ζύμωσης (25-35°C η αρίστη θερμοκρασία), την παραγόμενη αιθυλική αλκοόλη, την αναλογία του γλεύκους με τα στέμφυλα, την ύπαρξη θειώδους ανυδρίτη, το ρυθμό διάβροχης των στεμφύλων από το γλεύκος (από ειδικές δεξαμενές) και τη διάρκεια παραμονής των στεμφύλων στο ζημούμενο γλεύκος (Ζαρμπούτης και Τσιβεριώτου, 2003).

- 4) Διαχωρισμός του γλεύκους από τα στέμφυλα

Ανάλογα με τον τύπο του οίνου που πρόκειται να παρασκευαστεί, από το δυναμικό της ποικιλίας (στρεμματικές αποδόσεις, ωρίμανση) που υφίσταται οινοποίηση, το βαθμό θείωσης και τη θερμοκρασία της αλκοολικής ζύμωσης καθορίζεται και ο χρόνος του διαχωρισμού του γλεύκους-οίνου από τα στέμφυλα (Σουφλερός, 2015). Υπάρχουν τρεις χρονικές περίοδοι που μπορεί να πραγματοποιηθεί ο διαχωρισμός αυτός και είναι:

- ✓ Πριν το τέλος της αλκοολικής ζύμωσης, 3-4 μέρες αφού ξεκινήσει η ζύμωση για την παραγωγή απαλών οίνων πρώιμης κατανάλωσης (Σουφλερός, 2015).

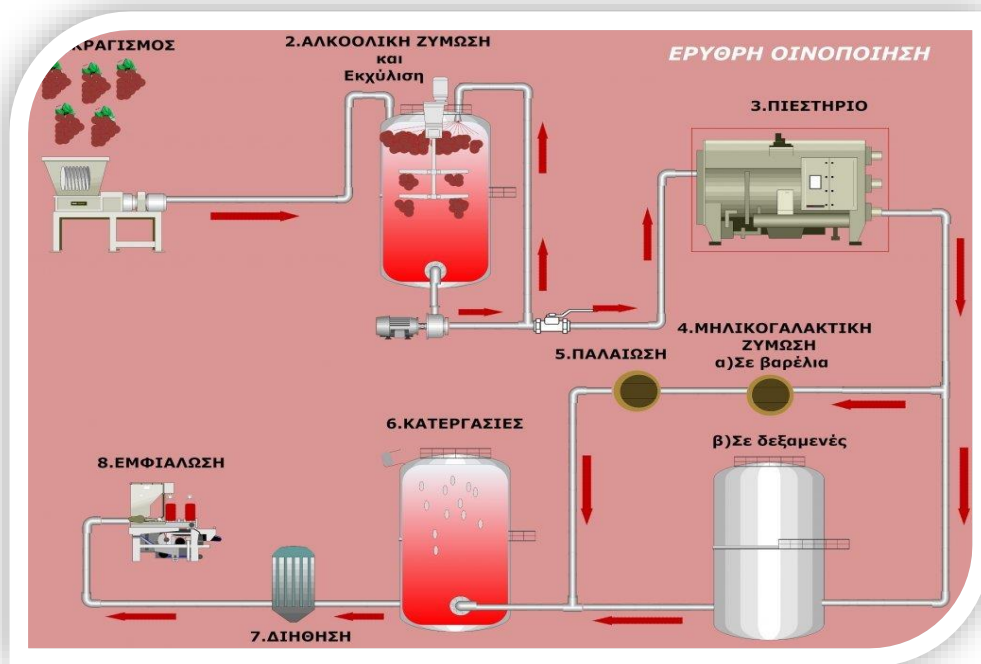
- ✓ Αμέσως μετά το τέλος της αλκοολικής ζύμωσης, για παραγωγή οίνων υψηλής ποιότητας και γρήγορης εμπορίας τους (Σουφλερός, 2015).
- ✓ Πολλές μέρες μετά το τέλος της αλκοολικής ζύμωσης, για παραγωγή οίνων που θα οδηγηθούν για παλαίωση ή οίνους από σταφύλια με μέση ωρίμανση (Σουφλερός, 2015).

Ο οίνος που παράγεται από τις τρεις προηγούμενες περιπτώσεις μεταφέρεται σε άλλες δεξαμενές όπου θα συνεχιστούν οι διάφορες διεργασίες του και ονομάζεται οίνος εκροής, ο οποίος αποτελεί το 85% όλου του οίνου.

5) Πίεση των στεμφύλων

Τα στέμφυλα, τα οποία διαχωρίστηκαν στο προηγούμενο στάδιο από το ζημούμενο γλεύκος, διατηρούν ένα ποσοστό χυμού το οποίο παραλαμβάνεται περνώντας τα από ειδικά μηχανήματα που λέγονται πιεστήρια (διακρίνονται σε συνεχή και ασυνεχή) τα οποία του ασκούν μια μαλακή πίεση. Ο χυμός που παραλαμβάνεται μετά την πίεση αυτή λέγεται οίνος πίεσης και αποτελεί το 15% όλου του οίνου, θεωρείται όμως ποιοτικά κατώτερος από τον οίνο εκροής. Τα στέμφυλα στα οποία ασκήθηκε αυτή η πρώτη πίεση εφόσον προήλθαν από αρίστη ποικιλία και οι συνθήκες της οινοποίησης ήταν σωστές τότε ξανά δέχονται μια δεύτερη πίεση (Ζαρμπούτης και Τσιβεριώτου, 2003).

Με το πέρας της παραπάνω διαδικασίας ο οίνος που έχει παραχθεί μπορεί να υποστεί, εφόσον χρειάζεται (έχει υψηλή οξύτητα) μια δευτερογενή ζύμωση που λέγεται μηλογαλακτική. Αλλιώς οδηγείται είτε για εμφιάλωση, είτε για παλαίωση σε δρύινα βαρέλια ή σε μπουκάλια. Γενικά στην ερυθρή οινοποίηση πρέπει να λαμβάνεται υπόψη οι κλιματολογικές συνθήκες την περίοδο της ωρίμανσης των σταφυλιών και η υγιεινή τους κατάσταση (Ζαρμπούτης και Τσιβεριώτου, 2003).



Εικόνα 4. Στάδια ερυθρής οινοποίησης

2.3.2 Λευκή οινοποίηση

Η διαδικασία της λευκής οινοποίησης έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή οίνων με “λευκό χρώμα”. Ουσιαστικά λευκός ονομάζεται ο οίνος που έχει ένα κιτρινωπό χρώμα. Κατά την οινοποίηση αυτή χρησιμοποιούνται σταφύλια από λευκές ποικιλίες αμπέλου, εκτός από ορισμένες περιπτώσεις (καμπανίτης οίνος) και η αλκοολική ζύμωση του γλεύκους λαμβάνει χώρα χωρίς την παρουσία των στεμφύλων. Το φαινόμενο της εκχύλισης απουσιάζει δηλαδή στην οινοποίηση αυτή.

Τα στάδια της λευκής οινοποίησης (εικ. 5) είναι:

- 1) Συλλογή και μεταφορά των σταφυλιών στο οινοποιείο

Το στάδιο αυτό κατά τη λευκή οινοποίηση παρουσιάζει αυξημένο ενδιαφέρον και σημασία. Η συγκομιδή των λευκών σταφυλιών πρέπει να πραγματοποιείται όταν αυτά βρίσκονται στο κατάλληλο στάδιο της ωρίμανσης τους. Πιο συγκεκριμένα, ένας ποιοτικός λευκός οίνος πρέπει να διαθέτει και το αντίστοιχο άρωμα, το οποίο όμως εξαρτάται από το πρωτεύον

άρωμα που προέρχεται από τα σταφύλια και όχι από αυτό που αναπτύσσεται κατά την αλκοολική ζύμωση (Σουφλερός, 2015). Επόμενος και η συλλογή των σταφυλιών που προορίζονται για την παραγωγή λευκών οίνων πρέπει να συντελείται τη στιγμή της ωριμότητας που το σταφύλι διαθέτει το περισσότερο άρωμα. Αυτή η στιγμή προσδιορίζεται πριν την πλήρη ωρίμανση των σταφυλιών (Σουφλερός, 2015).

Η μεταφορά των σταφυλιών πραγματοποιείται με μικρούς υποδοχείς οι οποίοι επιτρέπουν την κίνηση του αέρα αναμεσά στις ράγες ώστε να αναπνέουν όπως όταν ήταν πάνω στο κλίμα, επιπλέον αποφεύγεται η έκθλιψη και η ανεπιθύμητη εκχύλιση των συστατικών των φλοιών. Επίσης η μεταφορά των σταφυλιών στο οινοποιείο πρέπει να γίνεται σε σύντομο χρονικό διάστημα μετά τον τρύγο ώστε να αποφευχθεί η πρόωρη ανάπτυξη μικροοργανισμών.

2) Έκθλιψη, στράγγιση και πίεση των σταφυλιών

Όπως και στην ερυθρή οινοποίηση, έτσι και στη λευκή κατά το στάδιο της έκθλιψης, τα σταφύλια οδηγούνται στα θλιπτήρια όπου πραγματοποιείται η θραύση των ραγών ώστε να απελευθερωθεί ο περιεχόμενος χυμός τους. Στην οινοποιητική διαδικασία αυτή δεν απαιτείται η απορράγιση όπως στην ερυθρή, καθώς τα στέμφυλα απομακρύνονται αμέσως μετά την έκθλιψη και επιπλέον η απορράγιση έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της οινολάσπης (Σουφλερός, 2015). Επιπλέον κατά την έκθλιψη θα πρέπει να προσέχεται η απαλότητα της, με την αύξηση των αυλακωτών κυλίνδρων του θλιπτηρίου και την μείωση της ταχύτητας τους, ώστε να αποφευχθεί η αύξηση της οινολάσπης.

Στη συνέχεια το γλεύκος που έχει προκύψει από την έκθλιψη των ραγών, απομακρύνεται από την υπόλοιπη σταφυλομάζα, είτε με τη βοήθεια προπιεστηρίων ή διαχωριστών, είτε με στατική στράγγιση σε χώρους που επιτρέπουν την απομάκρυνση του χυμού λόγω της βαρύτητας. Κατά την πρώτη περίπτωση παρατηρείται αυξημένη ποσότητα οινολάσπης στο γλεύκος, ενώ στη δεύτερη λιγότερη (Σουφλερός, 2015).

Τέλος η σταφυλομάζα οδηγείται στα πιεστήρια, ώστε να γίνει παραλαβή και του υπολοίπου γλεύκους, το οποίο δεν διαχωρίστηκε κατά τη στράγγιση. Το γλεύκος αυτό ονομάζεται γλεύκος πίεσης και δεν πρέπει να

γίνεται οινοποίηση του μαζί με το πρώτο γλεύκος καθώς υποβαθμίζεται η ποιότητα του οίνου που θα παραχθεί (Ζαρμπούτης και Τσιβεριώτου, 2003).

3) Θείωση και διαύγαση του γλεύκους

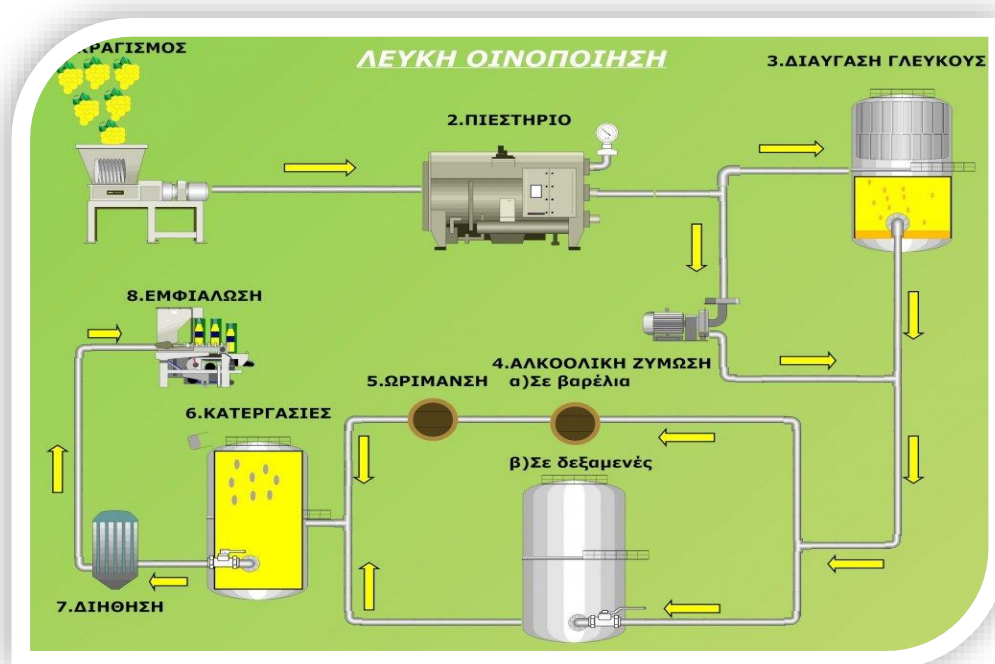
Μετα την μεταφορά του γλεύκους στις δεξαμενές οινοποίησης, απαιτείται άμεση θείωση για την προστασία του από τις οξειδώσεις. Στη λευκή οινοποίηση η θείωση είναι πιο επιτακτική από ότι στην ερυθρή, διότι η οξείδωση είναι πιο εμφανής και έντονη στο χρώμα και στο πρωτεύον άρωμα (Σουφλερός, 2015).

Τόσο κατά το στάδιο της έκθλιψης, όσο και κατά το στάδιο της στράγγισης, ανάλογα με τις τεχνικές της μηχανικής επεξεργασίας που ακολουθούνται (όπως αναφέρθηκε παραπάνω), αλλά και από την υγιεινή των σταφυλιών και την ωριμότητα τους, παρατηρείται ο σχηματισμός μικρής ή μεγάλης ποσότητας οινολάσπης. Οι οινολάσπες αποτελούνται από στερεά κομματιασμένα τμήματα των σταφυλιών, από σκόνη και χρώματα που υπάρχουν σε αυτά, από πρωτεϊνικές ενώσεις και αλάτα. Μετα τη θείωση του γλεύκους επομένως ακολουθεί η απομάκρυνση αυτής της λάσπης, η οποία απομάκρυνση είναι απαραίτητη για την παραγωγή ποιοτικών οίνων. Συνήθως πραγματοποιείται με τη μέθοδο της στατικής απολάσπωσης, η οποία είναι πιο συνηθισμένη και ουσιαστικά είναι η μετάγγιση του γλεύκους σε άλλη δεξαμενή καθώς τα στερεά καθιζάνουν στο πάτο της δεξαμενής (Σουφλερός, 2015).

4) Αλκοολική ζύμωση του γλεύκους

Όπως στην ερυθρή οινοποίηση έτσι και στη λευκή κατά στάδιο της αλκοολικής ζύμωσης τα σάκχαρα του γλεύκους διασπώνται από μικροοργανισμούς δίνοντας αιθυλική αλκοόλη και διοξείδιο του άνθρακα. Επιπλέον κατά την αλκοολική ζύμωση για την παραγωγή λευκών οίνων πρέπει να προσέχεται η θερμοκρασία της να μην ξεπερνά τους 20°C, καθώς η θερμοκρασία αποτελεί τον κύριο παράγοντα για τη διαμόρφωση του αρώματος σε αυτή την κατηγορία των οίνων. Η αλκοολική ζύμωση ελέγχεται και παρακολουθείται σε όλα τα στάδια της και γίνονται μετρήσεις της θερμοκρασίας και του ειδικού βάρους του γλεύκους.

Μετα το τέλος της αλκοολικής ζύμωσης ακολουθεί η μετάγγιση του οίνου και ο διαχωρισμός του επομένως από τις οινολάσπες, ο χρόνος που μεσολαβεί από το τέλος της αλκοολικής ζύμωσης μέχρι τη μετάγγιση του οίνου, καθορίζεται από το αν θα του πραγματοποιηθεί η μηλογαλακτική ζύμωση, καθώς οι οινολάσπες είναι πλούσιες σε γαλακτικά βακτήρια, της οποίας η ωφελιμότητα στους λευκούς οίνους είναι αμφιλεγόμενη (Σουφλερός, 2015). Σε οίνους που πρόκειται να καταναλωθούν νωρίς δεν επιδιώκεται καθώς μειώνει το πρωτεύον άρωμα τους, αντίθετα βελτιώνει το μπουκέτο γι' αυτό εφαρμόζετε σε οίνους που προορίζονται για μια ελαφριά παλαίωση (Σουφλερός, 2015). Επιπλέον στους λευκούς οίνους δεν περιέχονται ταννίνες οπότε η υψηλότερη οξύτητα είναι επιθυμητή. Εφόσον δεν πραγματοποιηθεί ο οίνος θειώνεται, δέχεται διάφορες επεξεργασίες σταθεροποίησης και εμφιαλώνεται.



Εικόνα 5. Στάδια λευκής οινοποίησης

2.3.3 Ερυθρωπή οινοποίηση

Ερυθρωπή ονομάζεται η οινοποιητική διαδικασία, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή οίνων με ροζέ χρώμα. Η κατηγορία αυτού του οίνου θεωρείται ως ενδιάμεση των λευκών και ερυθρών οίνων. Για την παράγωγη ροζέ

κρασιών χρησιμοποιούνται έγχρωμες ποικιλίες σταφυλιών, στα οποία εφαρμόζεται είτε η λευκή οινοποιητική διαδικασία, είτε η ερυθρή, ανάλογα με την ποσότητα των χρωστικών που διαθέτει η προς οινοποίηση ποικιλία.

Στην περίπτωση της παραγωγής ερυθρωπών οίνων που εφαρμόζεται η λευκή οινοποιητική διαδικασία χρησιμοποιούνται ποικιλίες σταφυλιών με υψηλό ποσοστό χρωστικών στο φλοιό τους και επομένως με έντονο χρώμα, τέτοιες ποικιλίες είναι το Cabernet, το Syrah και το Αγιωργίτικο (e-georpoi.gr, 2015). Κατά την παραγωγική διαδικασία αυτή τα σταφύλια δέχονται έκθλιψη, στράγγιση και πίεση όπως στη λευκή οινοποίηση. Σε αυτή την περίπτωση το χρόνο που μεσολαβεί από την έκθλιψη έως την πίεση επιδιώκεται ένα ελαφρό ξεκίνημα της εκχύλισης ώστε το γλεύκος να αποκτήσει το επιθυμητό χρώμα (Σουφλερός, 2015). Στη συνέχεια το γλεύκος θειώνεται, δέχεται μερική στατική απολάσπωση και του πραγματοποιείται αλκοολική ζύμωση όμοια με εκείνη της λευκής οινοποίησης ($\theta < 20^{\circ}\text{C}$).

Στη δεύτερη τεχνική παραγωγής ερυθρωπών οίνων που εφαρμόζεται η διαδικασία της ερυθρής οινοποίησης τα σταφύλια δέχονται έκθλιψη, απορράγιση και η σταφυλομάζα μεταφέρεται με ταυτόχρονη θείωση στις δεξαμενές οινοποίησης. Το γλεύκος με τα στέμφυλα παραμένουν μαζί, ώστε να πραγματοποιηθεί εκχύλιση, από 5 μέχρι 24 ώρες, αλλά μπορεί να φτάσει και ως 36 ώρες ανάλογα με την ποικιλία των σταφυλιών (Σουφλερός, 2015). Στη συνέχεια παραλαμβάνεται και οδηγείται σε άλλη δεξαμενή όπου και ξεκινάει η αλκοολική ζύμωση. Το γλεύκος που παραλαμβάνετε από την πίεση των σταφυλιών οδηγείται για την παραγωγή ερυθρού οίνου (Σουφλερός, 2015).

Ο παραγόμενος ερυθρωπός οίνος της πρώτης τεχνικής μετά το τέλος της αλκοολικής ζύμωσης δεν του εφαρμόζεται η μηλογαλακτική ζύμωση και εμφιαλώνεται αμέσως. Αντίθετα στη δεύτερη τεχνική ο οίνος που έχει παραχθεί δέχεται μηλογαλακτική ζύμωση με αποτέλεσμα να μειώνεται η οξύτητα του και να γίνεται πιο απαλός (Σουφλερός, 2015). Γενικά οι ροζέ οίνοι καταναλώνονται χωρίς παλαίωση.

2.3.4 Ειδικές κατηγορίες οινοποίησης

Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται οινοποιητικές διαδικασίες για την παραγωγή διάφορων οίνων όπως:

- Αφρώδεις
- Γλυκοί

Αφρώδεις οίνοι

Αφρώδεις ονομάζονται οι οίνοι, οι οποίοι παράγουν αφρό κατά το άνοιγμα της φιάλης λόγω έκλυσης διοξειδίου του άνθρακα. Διακρίνονται σε φυσικούς αφρώδεις, με πιο γνωστό της κατηγορίας αυτής τον αφρώδη οίνο Καμπανίας (σαμπάνια) και σε τεχνητούς αφρώδεις. Οι φυσικοί αφρώδεις οίνοι παρασκευάζονται με τη μέθοδο της Καμπανίας και με τη μέθοδο των κλειστών δεξαμενών. Αξίζει να αναφερθεί ότι οι αφρώδεις οίνοι που παρασκευάζονται με τη μέθοδο της Καμπανίας αλλά σε άλλες περιοχές εκτός από αυτή δεν μπορούν να ονομάζονται "σαμπάνια". Ουσιαστικά με την ίδια μέθοδο παραγωγής, παράγονται δυο διαφορετικοί τύποι αφρωδών οίνων. Ενώ οι τεχνητοί αφρώδεις οίνοι παρασκευάζονται με τη μέθοδο της διαβροχής. Στη συνέχεια γίνεται ανάλυση των μεθόδων παρασκευής φυσικών και τεχνητών αφρωδών οίνων.

1. Μέθοδος Καμπανίας

Η μέθοδος της παραγωγής σαμπάνιας ξεκινάει με την προετοιμασία του οίνου βάσης. Ουσιαστικά οίνος βάσης είναι ένας λευκός ξηρός οίνος που παράγεται από τρεις ποικιλίες σταφυλιών και πιο συγκεκριμένα από τις ερυθρές ποικιλίες Pinot noir και Pinot meunier (κυρίως από αυτές), καθώς και από τη λευκή ποικιλία Chardonnay. Ο τρυγητός πρέπει να πραγματοποιείται όταν τα σταφύλια βρίσκονται σε ένα κατάλληλο στάδιο ωριμότητας με την απαραίτητη περιεκτικότητα σε σάκχαρα και αρωματικά συστατικά, όχι όμως σε προχωρημένο στάδιο (Σουφλερός, 2015). Συλλέγονται τα σταφύλια που βρίσκονται σε καλή κατάσταση (όχι σε σήψη) και μεταφέρονται στο οινοποιείο σε μικρά δοχεία σε σύντομο χρονικό διάστημα ώστε να αποφευχθεί η εκχύλιση των συστατικών του φλοιού. Στο οινοποιείο δεν υποβάλλονται σε έκθλιψη και απορράγιση, αλλά κατευθείαν οδηγούνται σε ειδικά πιεστήρια (εικ. 6), για τη μέθοδο αυτή, όπου πιέζονται με τέτοιο τρόπο που το γλεύκος χωρίζεται σε τέσσερα τμήματα. Οι σαμπάνιες εξαιρετικής ποιότητας παράγονται από το γλεύκος της πρώτης πίεσης μόνο, ενώ το γλεύκος της τέταρτης



Εικόνα 6. Πιεστήριο Καμπανίας

πίεσης δεν χρησιμοποιείται καθόλου (Σουφλερός, 2015). Στη συνέχεια γίνεται θείωση του γλεύκους, στατική απολάσπωση του και προσθήκη τανίνης και ορισμένης ποσότητας μπετονίτη, τοποθετείτε σε μικρές δεξαμενές ή σε κλασσικά βαρέλια της Καμπανίας όπου ζυμώνεται σε θερμοκρασίες αντίστοιχες με τη λευκή οινοποίηση. Στον παραγόμενο οίνο βάσης θα πραγματοποιηθεί και μηλογαλακτική ζύμωση ανάλογα με την οξύτητα του (λόγω του κλίματος της περιοχής είναι αναγκαίο) και στη συνέχεια αφού υποστεί τις κατάλληλες διεργασίες διαύγασης του, όπως μετάγγιση και φιλτράρισμα, αναμειγνύεται με άλλους οίνους βάσης ανάλογα με τα αναλυτικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους (Σουφλερός, 2015). Έτσι ολοκληρώνεται το πρώτο στάδιο της μεθόδου.

Κατά το δεύτερο στάδιο στον οίνο βάσης προστίθενται διαλύματα σακχάρων και ζυμών και εμφιαλώνεται σε φιάλες με χοντρά τοιχώματα που πωματίζονται με ειδικά πώματα. Οι φιάλες αποθηκεύονται σε χώρους όπου η θερμοκρασία διατηρείται χαμηλή (11°C), σε οριζόντια θέση καθ' όλη τη διάρκεια που ο περιεχόμενος οίνος δέχεται μια δεύτερη ζύμωση κατά την οποία παράγεται διοξείδιο του άνθρακα και αυξάνεται η πίεση εντός της φιάλης, καθώς και κατά την παλαίωση του. Μετα το τέλος της παλαίωσης οι φιάλες τοποθετούνται με μια κλίση έχοντας το στόμιο προς

τα κάτω και για ένα διάστημα δυο μηνών δέχονται μια απότομη κίνηση ώστε το ίζημα που έχει προκύψει από τις ζύμες να μεταφερθεί στο στόμιο της φιάλης, το οποίο απομακρύνεται με γρήγορο άνοιγμα της με τη μικρότερη δυνατή απώλεια του κρασιού. Στο τέλος της διαδικασίας το κενό της φιάλης που δημιουργήθηκε κατά την απομάκρυνση του ιζήματος συμπληρώνεται με λικέρ απογέμισης που προέρχεται από παλιά σαμπάνια στην οποία έχει προστεθεί ζάχαρη από ζαχαροκάλαμο και αλλά υλικά (Σουφλερός, 2015). Οι φιάλες μετά την επικόλληση ετικέτας διατίθενται στο εμπόριο.

Για την παραγωγή φυσικών αφρωδών οίνων, σε περιοχές εκτός της Καμπανίας, χρησιμοποιείται η ίδια μέθοδος παρασκευής σαμπάνιας με τα ίδια ακριβώς στάδια, είτε από τις ίδιες ποικιλίες σταφυλιών, είτε από διαφορετικές ποικιλίες όμως με υψηλή σχετικά οξύτητα και λεπτό φρουτώδες άρωμα (Σουφλερός, 2015). Αυτοί οι οίνοι όμως θεωρούνται κατώτερης ποιότητας από τη σαμπάνια και δεν φέρουν το συγκεκριμένο όνομα.

2. Μέθοδος κλειστών δεξαμενών

Μια δεύτερη μέθοδος για την παραγωγή φυσικών αφρωδών οίνων, χαμηλότερης ποιότητας όμως, είναι αυτή των κλειστών δεξαμενών. Ουσιαστικά αποτελείται από τις ίδιες διαδικασίες με την προηγούμενη μέθοδο μέχρι το στάδιο της ανάμιξης των οίνων βάσεως, στη συνέχεια όμως διαφοροποιείται ως προς τη δεύτερη ζύμωση καθώς αυτή πραγματοποιείται σε μεταλλικές δεξαμενές με ερμητικό κλείσιμο και όχι στα μπουκάλια. Κατά τη μέθοδο αυτή ο οίνος βάσης τοποθετείται σε μια πρώτη δεξαμενή, θειώνεται και του γίνεται προσθήκη διαλυμάτων σακχάρων και ζυμών. Η ζύμωση πραγματοποιείται σε ελεγχόμενη θερμοκρασία (20-25°C), η οποία ρυθμίζεται από τη δεξαμενή, επιπλέον παρακολουθείτε και η εσωτερική πίεση της δεξαμενής. Όταν η πίεση φτάσει στις 5 atm, η ζύμωση διακόπτετε με ψύξη και θείωση. Ο οίνος στη συνέχεια μεταφέρεται σε μια δεύτερη δεξαμενή όπου ψύχεται στους -5°C, διηθείτε και μεταφέρετε σε μια τρίτη όπου και τελικά εμφιαλώνεται. Με τη μέθοδο αυτή παράγονται και οι αφρώδεις οίνοι Asti-spumante, όπου οίνος βάσης με αζύμωτα σάκχαρα (60-100 g/L), δέχεται δεύτερη ζύμωση σε ερμητικά κλειστές δεξαμενές (Σουφλερός, 2015).

3. Μέθοδος διαβροχής

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για την παραγωγή κυρίως τεχνητών αφρωδών οίνων, τέτοιοι είναι οι αεριούχοι (πίεση < 3 atm) και οι ημιαεριούχοι (πίεση < 2,5 atm) οίνοι. Κατά τη μέθοδο αυτή η δεύτερη ζύμωση δεν πραγματοποιείται, αλλά το διοξείδιο του άνθρακα που περιέχεται έχει εξωγενή προέλευση και προστεθείτε κατά την εμφιάλωση σε κάθε φιάλη ή σε κλειστή δεξαμενή πριν από την εμφιάλωση.

Γλυκοί οίνοι

Γλυκοί ονομάζονται οι οίνοι που περιέχουν σάκχαρα, εξαιτίας της μη ολοκληρωμένης αλκοολικής ζύμωσης, με αποτέλεσμα να έχουν γλυκιά γεύση και υψηλό αλκοολικό βαθμό. Με βάση την ποσότητα των αζύμωντων σακχάρων που διαθέτουν διακρίνονται σε ημίξηρους με περιεκτικότητα σακχάρων από 4-12 g/L, σε ημίγλυκους με περιεκτικότητα σακχάρων από 12,1-45 g/L και σε γλυκούς με περιεκτικότητα σακχάρων πάνω από 45 g/L. Ανάλογα με τον τρόπο που έχει πραγματοποιηθεί η διακοπή της αλκοολικής ζύμωσης οι γλυκοί οίνοι διακρίνονται σε:

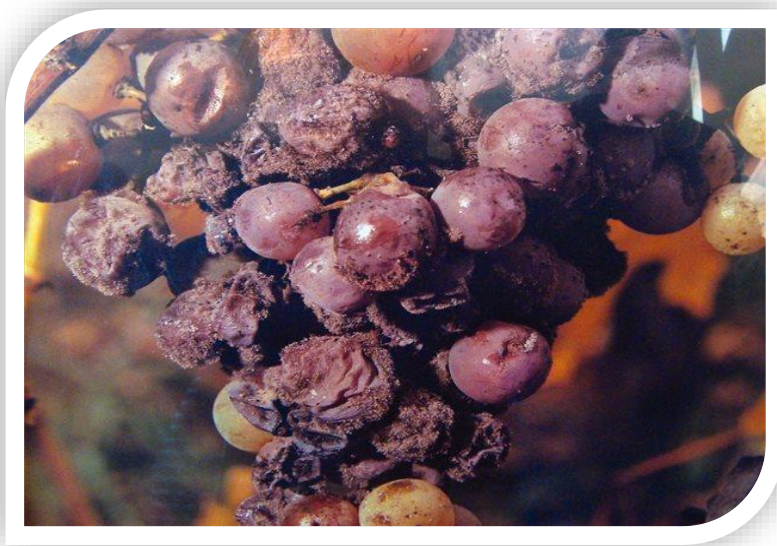
- “Οίνους φυσικώς γλυκούς”
- “Οίνους γλυκούς φυσικούς”

“ Οίνοι φυσικώς γλυκοί”

Σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνονται οι γλυκοί οίνοι στους οποίους η αλκοολική ζύμωση διακόπηκε φυσικά, εξαιτίας της υψηλής συγκέντρωσης αλκοόλης λόγω της ζύμωσης γλεύκους με υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα, ή από φυσικές μεθόδους όπως η ψύξη και η θέρμανση. Οι οίνοι της κατηγορίας αυτής με βάση το γλεύκος από το οποίο προήλθαν χωρίζονται σε γλυκούς οίνους από σταφύλια με ευγενή σήψη και σε λιαστούς οίνους.

- i. Γλυκοί οίνοι από σταφύλια με ευγενή σήψη

Τα σταφύλια, από τα οποία προήλθαν αυτοί οι γλυκοί οίνοι, βρίσκονται σε μια κατάσταση υπερωρίμανσης, η οποία οφείλεται στην επίδραση του μύκητα *Botrytis cinerea* σε συνδυασμό με την εναλλαγή υψηλής θερμοκρασίας και χαμηλής υγρασίας και ονομάζεται ευγενής σήψη (εικ. 7). Γλεύκη που προήλθαν από σταφύλια με ευγενή σήψη, παρουσιάζουν υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα σε συγκέντρωση μέχρι 350 g/L, μειωμένη ολική οξύτητα (το μηλικό οξύ παραμένει σταθερό) και αυξημένο pH, μειωμένη περιεκτικότητα σε άζωτο, περιεκτικότητα σε γλυκερόλη και άλλα. Ο τρυγητός σε αυτή την περίπτωση πρέπει να πραγματοποιείται όταν οι ράγες των σταφυλιών βρίσκονται στο στάδιο της αφυδάτωσης και του σταφιδιάσματος, καθώς τότε παρατηρείται η μεγαλύτερη συγκέντρωση σακχάρων. Αρχικά απομακρύνονται οι χαλασμένες ράγες των σταφυλιών και στη συνέχεια γίνεται η συλλογή των τσαμπιών (Σουφλερός, 2015). Μετα τη συγκομιδή η σταφυλομάζα μεταφέρεται στο οινοποιείο όσο πιο σύντομα γίνεται και υποβάλλεται σε πίεση, χωρίς να προηγηθεί έκθλιψη. Το γλεύκος που παραλαμβάνεται δέχεται επεξεργασίες όπως θείωση (αποφυγή ανάπτυξης οξικών βακτηρίων), απολάσπωση, προσθήκη φωσφορικού αμμωνίου και θειαμίνης. Μετα τις επεξεργασίες αυτές πραγματοποιείται στο γλεύκος η αλκοολική ζύμωση σε ανάλογες συνθήκες με αυτή της λευκής οινοποίησης. Η αλκοολική ζύμωση σε αυτή την κατηγορία γλυκών οίνων σταματάει σε στάδιο που υπάρχουν αζύμωτα σάκχαρα εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας σε αλκοόλη (> 14-15% vol), στη συνέχεια ακολουθεί θείωση του οίνου και για κάποιες μέρες ως και εβδομάδες παρακολουθείτε η περιεκτικότητα σε ελεύθερο θειώδη ανυδρίτη και εφόσον χρειάζεται γίνεται προσθήκη του. Σε περιπτώσεις όμως που το γλεύκος δεν έχει την απαραίτητη περιεκτικότητα σε σάκχαρα ώστε να παραχθεί το απαιτούμενο ποσοστό αλκοόλης και να διακοπεί η αλκοολική ζύμωση, τότε αυτή η διακοπή επιτυγχάνεται με προσθήκη θειώδη ανυδρίτη ή με θέρμανση για να αποφευχθεί η υψηλή ποσότητα του προστιθέμενου SO₂.



Εικόνα 7. Σταφύλι σε ευγενή σήψη

ii. Λιαστοί οίνοι

Μια επιπλέον κατηγορία γλυκών οίνων, που περιλαμβάνονται στους οίνους φυσικώς γλυκούς, είναι και οι λιαστοί. Οι οίνοι αυτοί προέρχονται από σταφύλια τα οποία έχουν, είτε εκτεθεί στον ήλιο ενώ βρίσκονται ακόμα πάνω στο φυτό ή μετα τη συλλογή τους, καθώς στρώνονται σε ψάθινα στρωματά ή κρεμιούνται σε σύρματα, είτε με ελαφριά τους θέρμανση σε ειδικούς χώρους με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται αφυδάτωση τους και η αύξηση της περιεκτικότητας τους σε σάκχαρα ώστε η αλκοολική ζύμωση να διακόπτεται φυσικά ενώ υπάρχουν ακόμα αζύμωτα σάκχαρα. Η διαδικασία οινοποίησης για την παραγωγή λιαστών οίνων είναι η ίδια με αυτή της παραγωγής οίνων από σταφύλια με ευγενή σήψη (Σουφλερός, 2015).

“Οίνοι γλυκοί φυσικοί”

Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται οι οίνοι στους οποίους η αλκοολική ζύμωση διακόπηκε λόγω προσθήκης αποστάγματος οίνου ή αλκοόλης αμπελοοινικής προέλευσης σε όγκο που δεν ξεπερνάει το 10% του ζυμούμενου γλεύκους (Σουφλερός, 2015). Η οινοποιητική διαδικασία των οίνων αυτών μέχρι το στάδιο της αλκοολικής ζύμωσης είναι ίδια με αυτή της ερυθρής ή λευκής οινοποίησης. Η

συμπαράμηση του γλεύκους με τα στέμφυλα και επομένως η εκχύλιση είναι επιθυμητή για οίνους που προορίζονται για παλαίωση. Ο χρόνος που προστίθεται η αλκοόλη κατά την αλκοολική ζύμωση, εξαρτάται ανάλογα με τον τύπο του γλυκού οίνου που πρόκειται να παρασκευαστεί. Μετα το τέλος της αλκοολικής ζύμωσης ακολουθεί η απολάσπωση και η παλαίωση εφόσον χρειάζεται (Σουφλερός, 2015).

Εκτός από τους δυο τύπους οίνων που αναλυθήκαν παραπάνω, στην κατηγορία των ειδικών οινοποιήσεων συναντώνται και άλλοι οίνοι, όπως οι αρωματισμένοι όπου στους οίνους βάσης έχουν προστεθεί αρωματικές ουσίες φυτικής προέλευσης και ο ρητινίτης οίνος ή ρετσίνα όπου πριν αρχίσει η αλκοολική ζύμωση ή κατά τη διάρκεια της προστίθεται ρητίνη, η οποία λαμβάνεται κωνοφόρα δέντρα και κατά κανόνα από τα πεύκα.

2.4 Αλκοολική ζύμωση

Σε όλες τις μεθόδους οινοποίησης, όπως αυτές αναλύθηκαν προηγουμένως, ανεξάρτητα από τον τύπο του οίνου που πρόκειται να παραχθεί, το πιο σημαντικό τους στάδιο που επηρεάζει την ποιότητα του τελικού προϊόντος είναι αυτό της αλκοολικής ζύμωσης. Το φαινόμενο της αλκοολικής ζύμωσης χαρακτηρίζεται από μια ζωνρή αντίδραση που εκδηλώνεται με έντονο αναβρασμό του γλεύκους, το οποίο αφέθηκε σε ηπία θερμοκρασία, με αποτέλεσμα την έκλυση διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), αύξηση της θερμοκρασίας και σχηματισμό αλκοόλης. Παράλληλα η περιεκτικότητα του γλεύκους σε σάκχαρα μειώνεται σταδιακά, εξαιτίας της διάσπασης τους από ζυμομύκητες (μικροοργανισμοί της αλκοολικής ζύμωσης) μέσω διάφορων ενζύμων που περιέχονται στα κύτταρα τους, με συνέπεια της διάσπασης αυτής τα παραπάνω αποτελέσματα (αναβρασμός, έκλυση CO₂ και σχηματισμός αλκοόλης). Η αλκοολική ζύμωση μπορεί συνοπτικά να αποδοθεί από την παρακάτω χημική εξίσωση:



Πρακτικά όμως αποτελεί ένα περίπλοκο φαινόμενο το οποίο δεν περιορίζεται στην παραπάνω σχέση μόνο, αλλά περιλαμβάνει μια ολόκληρη σειρά αντιδράσεων (Σουφλερός, 2015).

2.4.1 Μικροβιολογία της αλκοολικής ζύμωσης

Η αλκοολική ζύμωση προκαλείται από τους ζυμομύκητες που βρίσκονται στο φλοιό των σταφυλιών και μεταφέρονται στο γλεύκος κατά την έκθλιψη, οπότε ο χυμός της σάρκας έρχεται σε επαφή με το φλοιό των ραγών. Οι ζυμομύκητες με τη βοήθεια των εντόμων μεταφέρονται και εγκαθίστανται στις ράγες, πιο συγκεκριμένα στην εφυμενίδα του φλοιού, όταν είναι ώριμες και όχι νωρίτερα (Σουφλερός, 2015).

2.4.1.1 Γενικά χαρακτηριστικά ζυμομυκήτων

Οι ζύμες είναι μονοκύτταροι μύκητες, δηλαδή ανήκουν στο βασίλειο των μυκήτων (από εκεί και το όνομα ζυμομύκητες), με διαφορά όμως από τους τυπικούς μύκητες ότι δεν διαθέτουν μυκήλιο. Είναι μικροοργανισμοί μεσόφιλοι και ψυχρόφιλοι, δρώντας σε θερμοκρασίες κάτω από τους 20°C ή σε ένα εύρος θερμοκρασιών από 20-45°C. Σε γενικές γραμμές αποτελούνται από:

- Κυτταρική μεμβράνη
- Πυρήνα
- Κυτταρόπλασμα
- Βακίλιο
- Μιτοχόνδρια
- Άλλους οργανίτες

Τα είδη των ζυμών ανήκουν κυρίως στους Ασκομύκητες και Βασιδιομύκητες. Η αναπαραγωγή των ζυμομυκήτων πραγματοποιείται αγενώς κυρίως με εκβλάστηση αλλά σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί και με κυτταρική διαίρεση και εγγενώς με ασκοσπόρια ή τελειοσπόρια (Μπαλατσούρας, 2006). Επιπλέον στερούνται από μέσο μετακίνησης όπως βλεφαρίδες και ο μεταβολισμός τους σε κάποια γένη είναι οξειδωτικός (υποχρεωτικά αερόβια) και σε άλλα οξειδωτικός και ζυμωτικός (προαιρετικά αναερόβια).

Το κυριότερο είδος ζυμομυκήτων που συνδέεται με την αλκοολική ζύμωση του οινογλεύκους, αλλά και άλλων σακχαρούχων υποστρωμάτων όπως το βυνογλεύκος, είναι διάφορα στελέχη του *Saccharomyces cerevisiae*, τα οποία είναι κύτταρα με σχήμα σφαιρικό και ωάδες (Μπαλατσούρας, 2006).

2.4.1.2 Ένζυμα ζυμομυκήτων

Η διάσπαση των σακχάρων του γλεύκους κατά την αλκοολική ζύμωση, πραγματοποιείται μέσω των ενζύμων που περιέχονται στο κύτταρο των ζυμών, τα οποία είναι τα μέσα δράσεις τους, συντελώντας όλες τις απαραίτητες μετατροπές για τη ζωή. Τα ένζυμα αυτά διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- Ζυμάση (καρβοξυλάση, δεϋδρογονάση)
- Οξειδαναγωγάσες
- Υδρολάσες

Από τις παραπάνω κατηγορίες, τα ένζυμα της ζυμάσης έχουν τη μεγαλύτερη συμμετοχή στην αλκοολική ζύμωση.

2.4.1.3 Ζυμομύκητες αλκοολικής ζύμωσης

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, οι ζύμες που προκαλούν την αλκοολική ζύμωση βρίσκονται στο φλοιό των σταφυλιών. Τα είδος όμως που συναντάται με περισσότερο πληθυσμό είναι το *Hanseniaspora uvarum* ή ατελής του μορφή *Kloeckera apiculata*, στη συνέχεια ακολουθεί το γένος *Candida* και τρίτο με μεγάλη διάφορα πληθυσμού έρχεται το είδος *Saccharomyces cerevisiae*, το οποίο είναι το πιο επιθυμητό για τη διεξαγωγή της αλκοολικής ζύμωσης και επιτελεί το 90% του φαινομένου λόγω της ικανότητας του να αναπτύσσεται γρήγορα, αντέχει σε αντίξοες συνθήκες (προσθήκη θειώδη ανυδρίτη) και σε περιβάλλον με σχετικά υψηλή περιεκτικότητα αλκοόλης, μέχρι 13-14% vol. Αρχικά η αλκοολική ζύμωση ξεκινάει με τα γένη και είδη των ζυμών που βρίσκονται σε περισσότερο πληθυσμό στο σταφύλι (*Hanseniaspora uvarum* και *Candida*) παράγοντας τα πρώτα ποσοστά αλκοόλης, η περιεκτικότητα της οποίας μπορεί να φτάσει σε ποσοστό 6-8%, ενώ παράλληλα αυξάνεται ο πληθυσμός του *Saccharomyces cerevisiae* που συνεχίζει την ζύμωση καθώς οι αρχικοί ζυμομύκητες μην αντέχοντας το αλκοολικό περιβάλλον που έχει δημιουργηθεί σταματούν να αναπτύσσονται καθιζάνουν στην οινολάσπη. Πριν το τέλος της σε κάποιες περιπτώσεις που το γλεύκος είναι πλούσιο σε σάκχαρα εμφανίζεται και το είδος *Saccharomyces bayanus*, το οποίο είναι πιο ανθεκτικό στην αλκοόλη και την παράγει σε ποσοστό μέχρι 16-18% vol (Σουφλερός, 2015).

Η εκκίνηση της αλκοολικής ζύμωσης όμως από τους ζυμομύκητες που

αναφέρθηκαν πιο πριν, παρότι αυτοί βρίσκονται σε υψηλό πληθυσμό, δεν έχει τα επιθυμητά αποτελέσματα στην ποιότητα του τελικού οίνου. Πιο συγκεκριμένα το είδος *Hanseniaspora uvarum* είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία υψηλού ποσοστού αιθανικού αιθυλεστέρα ή οξικού αιθυλεστέρα (εστεροποίηση αιθανικού οξέος και αιθανόλης), το οποίο αποτελεί μειονέκτημα για τον οίνο. Επιπλέον ο ζυμομύκητας *Candida* είναι υπεύθυνος για την ασθένεια της άνθησης (με την επίδραση του αέρα σχηματίζει στην επιφάνεια του οίνου ένα λευκό ή υποκίτρινο στρώμα). Επομένως οι ζυμομύκητες αυτοί θεωρούνται ανεπιθύμητοι και επιβάλλεται η προσθήκη στο γλεύκος θειώδη ανυδρίτη καθώς παρουσιάζουν αυξημένη ευαισθησία σε αυτόν και παρεμποδίζεται η δράση τους αμέσως (Σουφλερός, 2015, Τσακίρης, 2014).

2.4.2 Έλεγχος πορείας της αλκοολικής ζύμωσης

Η πορεία της αλκοολικής ζύμωσης πρέπει να ελέγχεται και να παρακολουθείται υποχρεωτικά, έτσι ώστε να γίνει έγκαιρα αντιληπτή μια ενδεχόμενη διακοπή της (π.χ. λόγω χαμηλού pH ή υψηλών θερμοκρασιών) και να αντιμετωπιστεί καταλληλά με τις απαραίτητες διεργασίες (αυστηρή απολάσπωση, εμβολιασμός νέων ζυμών) για να συνεχιστεί κανονικά. Επιπλέον γίνεται αντιληπτή η ολοκλήρωση της ή η στιγμή που πρέπει να επιτευχθεί διακοπή της με παρέμβαση του οινοποιού (‘‘Οίνοι γλυκοί φυσικοί’’) και να ακολουθήσουν οι επιβεβλημένες φροντίδες του οίνου. Ο έλεγχος της αλκοολικής ζύμωσης πραγματοποιείται κυρίως με την μέτρηση της θερμοκρασίας και της πυκνότητας του γλεύκους.

a) Έλεγχος της θερμοκρασίας του γλεύκους

Η θερμοκρασία αποτελεί έναν από τους κυριότερους παράγοντες για την ανάπτυξη και τη δράση των ζυμομυκήτων, για το λόγο αυτό μια αύξηση της κατά τη διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης σε τιμές που αναστέλλεται η δράση των ζυμών θα είχε ως αποτέλεσμα τη διακοπή της, αφήνοντας στον οίνο αζύμωτα σάκχαρα με ανεπιθύμητες συνέπειες όπως βιολογική αστάθεια του και δράση βακτηρίων. Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτή και η σημαντικότητα της παρακολούθησης της. Η μέτρηση της θερμοκρασίας πραγματοποιείται με θερμομέτρα ‘‘καντράν’’ ενσωματωμένα σε μεταλλική ράβδο, όπου με τα συγκεκριμένα μετράτε η θερμοκρασία του γλεύκους που βρίσκεται ακριβώς κάτω από τα στέμφυλα (συνήθως

πιο ψηλή από αυτή του υπόλοιπου γλεύκους) και με κανονικό θερμομέτρο το δείγμα που λαμβάνεται από την κάνουλα της δεξαμενής (Σουφλερός, 2015). Επιπλέον υπάρχουν και δεξαμενές με ενσωματωμένα θερμομέτρα, τα οποία έχουν την ικανότητα να παρουσιάζουν την συγκεντρωτική θερμοκρασία. Όμως επειδή στην αλκοολική ζύμωση μια ανεπιθύμητη αύξηση της θερμοκρασίας είναι αναπόφευκτη, συχνά χρησιμοποιούνται συστήματα όπως ανάλλακτες θερμότητας ή προσθήκη πάγου ώστε να παρεμποδίζεται η άνοδος αυτή.

b) Έλεγχος της πυκνότητας του γλεύκους

Η πυκνότητα του γλεύκους, δηλαδή η περιεκτικότητα του σε σάκχαρα, όπως αναφέρθηκε και στο 1^ο κεφάλαιο αποτελεί μέγεθος προσδιορισμού του χρόνου συγκομιδής των σταφυλιών, αποτελεί όμως και μέγεθος με το οποίο παρακολουθείται και η αλκοολική ζύμωση, γνωρίζοντας ότι κατά τη διάρκεια της η περιεκτικότητα αυτή μειώνεται σταδιακά. Η μέτρηση της περιεκτικότητας των σακχάρων κατά την αλκοολική ζύμωση πραγματοποιείται με διάφορα όργανα όπως αραιόμετρο Baume και πυκνόμετρο, αλλά και με τη μέθοδο της χρήσης φελλίγγειου υγρού και της υγρής χρωματογραφίας υψηλής πίεσης (HPLC). Επιπλέον μπορεί να προσδιορίζεται και ο αλκοολικός τίτλος, είτε με πιθανή εκτίμηση του με βάση την περιεκτικότητα των σακχάρων, είτε με την εφαρμογή της απόσταξης και μέτρησης της αιθανόλης με τη χρήση αλκοολομέτρου. Όταν η περιεκτικότητα των σακχάρων φτάσει κάτω από 2 g/L τότε έχει ολοκληρωθεί και η αλκοολική ζύμωση.

2.4.3 Προϊόντα της αλκοολικής ζύμωσης

Η αλκοολική ζύμωση λοιπόν, όπως αυτή αναλύθηκε στα προηγούμενα μέρη της ενότητας αυτής, είναι ένα φαινόμενο που έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή αιθυλικής αλκοόλης και διοξειδίου του άνθρακα, τα οποία αποτελούν και τα κυρία προϊόντα της ζύμωσης. Όμως η παραγωγή προϊόντων δεν περιορίζεται και δεν σταματάει σε αυτά τα δυο, αντίθετα μια σειρά από δευτερογενή προϊόντα σχηματίζονται ταυτόχρονα με τα κυρία προϊόντα της αλκοολικής ζύμωσης. Αυτά τα δευτερογενή προϊόντα ανάλογα με τον τρόπο παραγωγής τους διακρίνονται σε προϊόντα τα οποία προήλθαν από τις ζύμες όπως:

- Το γαλακτικό οξύ (κυρίως D (-) ισομερές)
- Ανώτερες αλκοόλες

Και σε προϊόντα που προήλθαν από μια επιπλέον ζύμωση, η οποία πραγματοποιείται στους κόλπους της αλκοολικής και ονομάζεται γλυκεροπυροσταφυλική ζύμωση (Σουφλερός, 2015). Αυτά τα προϊόντα είναι:

- Οξικό οξύ
- Μυρμηκικό οξύ
- Βουτυρικό οξύ
- Ακετόνη
- Βουτανεδιόλη-2,3
- Μηλικό οξύ
- Ηλεκτρικό οξύ
- Προπιονικό οξύ
- Διμεθυλογλυκερικό οξύ
- Κιτρομηλικό οξύ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Η ΜΗΛΟΓΑΛΑΚΤΙΚΗ ΖΥΜΩΣΗ ΣΤΟΝ ΟΙΝΟ

3.1 Γενικά

Στην οινοποίηση μετά το πέρας της αλκοολικής ζύμωσης ακολουθεί μια δευτερογενής ζύμωση, η οποία είναι χρήσιμη και επιζητείται στους οίνους κάτω από ορισμένα κριτήρια ανεξάρτητα τον τύπο τους και ονομάζεται μηλογαλακτική. Πιο συγκεκριμένα η μηλογαλακτική ζύμωση είναι μια ενζυμική βιομετατροπή του περιεχομένου στον οίνο μηλικού οξέος προς γαλακτικό οξύ και ταυτόχρονη απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), με αποτέλεσμα τη μείωση της οξύτητας του οίνου προς όφελος της τελικής ποιότητας του. Από τον προηγούμενο ορισμό της μηλογαλακτικής ζύμωσης γίνεται κατανοητό ότι το κύριο κριτήριο που καθιστά επιθυμητή τη ζύμωση αυτή, είναι η περιεκτικότητα του οίνου σε μηλικό οξύ, γνωρίζοντας ότι όταν βρίσκεται σε υψηλή συγκέντρωση προσδίδει στους οίνους χορτώδη οσμή και γεύση, στυφάδα, καθώς και τραχύτητα, αποτελώντας σοβαρό

μειονέκτημα στην ποιότητα τους. Επιπλέον η μηλογαλακτική ζύμωση δημιουργεί αρωματικές ενώσεις, οι οποίες βελτιώνουν το μπουκέτο των οίνων, έτσι είναι η εφαρμογή της είναι σημαντική σε οίνους που προορίζονται για παλαίωση. Επομένως η μηλογαλακτική ζύμωση είναι ένα φαινόμενο που επιδιώκεται κυρίως για τους ερυθρούς οίνους και σε ορισμένους τύπους λευκών (αυτοί που οδηγούνται προς παλαίωση κυρίως) και εξαρτάται από παράγοντες όπως την ωριμότητα, την ποικιλία τις καιρικές συνθήκες.

3.2 Μικροβιολογία της μηλογαλακτικής ζύμωσης

Η διάσπαση του μηλικού οξέος προς γαλακτικό οξύ και διοξείδιο του άνθρακα, η οποία χαρακτηρίζει το φαινόμενο της μηλογαλακτικής ζύμωσης, πραγματοποιείται από τη δράση των γαλακτικών βακτηρίων, που βρίσκονται στην εφυμενίδα του φλοιού των ώριμων σταφυλιών, όπως οι ζύμες, περνώντας κατά την έκθλιψη στο γλεύκος. Η κατανομή τους στους αμπελώνες είναι αρκετά ασύμμετρη. Κάθε χρόνο παρατηρείται ότι η μηλογαλακτική ζύμωση πραγματοποιείται πιο δύσκολα στους οίνους ορισμένων ιδιοκτησιών ή περιοχών απ' ότι σε άλλα, χωρίς η σύνθεση του σταφυλιού να μας επιτρέπει την εξήγηση αυτών των διαφορών. Σε ορισμένες περιπτώσεις η μηλογαλακτική ζύμωση μπορεί να αρχίσει μετά από έναν εμβολιασμό των οινοποιητικών δοχείων

3.2.1 Γενικά χαρακτηριστικά γαλακτικών βακτηρίων

Τα γαλακτικά βακτήρια είναι μονοκύτταροι μικροοργανισμοί και ανήκουν στην υποομάδα των κατώτερων πρωτίστων. Είναι προαιρετικός αναερόβια, θετικά κατά Gram, δεν σχηματίζουν σπόρια και το σχήμα τους ποικίλει από σφαιρικό έως ραβδόμορφο, όπου με βάση το σχήμα αυτό διακρίνονται σε κόκκους (σφαιρικό σχήμα) με διάμετρο 0,4-1,0 μm και βακίλους (ραβδόμορφο σχήμα) με πάχος 0,5 μm και μήκος 2-5 μm (Σουφλερός, 2015, Μπαλατσούρας, 2006). Το κύτταρο τους σε γενικές γραμμές αποτελείται από:

- Κυτταρική μεμβράνη
- Κυτταροπλασματική μεμβράνη
- Κυτταρόπλασμα
- Πυρήνα

Τέλος τα γαλακτικά βακτήρια διακρίνονται με βάση το ζυμωτικό τους χαρακτήρα σε ομοζυμωτικά και ετεροζυμωτικά. Πιο συγκεκριμένα τα ομοζυμωτικά γαλακτοβακτήρια έχουν την ικανότητα να ζυμώνουν τα σάκχαρα (γλυκόζη, φρουκτόζη) και να σχηματίζουν γαλακτικό οξύ, ενώ τα ετεροζυμωτικά σχηματίζουν γαλακτικό οξύ και άλλα προϊόντα, όπως αιθανόλη, οξικό οξύ, CO₂ εφόσον ζυμώνουν τη γλυκόζη και μαννιτόλη εφόσον ζυμώνουν τη φρουκτόζη. Στη μηλογαλακτική ζύμωση τα πιο επιθυμητά γαλακτοβακτήρια είναι οι ετεροζυμωτικοί κόκκοι, έτσι γίνεται κατανοητός ο λόγος που πρέπει η ζύμωση αυτή να ξεκινάει αυστηρά μετά το τέλος της αλκοολικής ζύμωσης, ώστε να μην υπάρχουν αζύμωτα σάκχαρα στον οίνο και τα γαλακτοβακτήρια να δρουν αποκλειστικά διασπώντας το μηλικό οξύ και όχι τα σάκχαρα που θα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της πτητικής οξύτητας με καταστροφικές συνέπειες στο τελικό προϊόν (Σουφλερός, 2015, Παπανδρέου, 2016)

3.2.2 Παράγοντες ανάπτυξης γαλακτικών βακτηρίων στον οίνο

Τα βακτήρια της μηλογαλακτικής ζύμωσης, όπως αναφέρθηκε ξανά, βρίσκονται στο φλοιό των σταφυλιών και μεταφέρονται κατά την έκθλιψη στο γλεύκος και στη συνέχεια στον οίνο, όπου κάτω από ορισμένους παράγοντες αναπτύσσονται προκαλώντας τις διάφορες ζυμώσεις. Οι παράγοντες ανάπτυξης αυτών των γαλακτικών βακτηρίων σύμφωνα με τον Μπαλατσούρα (2006) είναι:

- Το pH του οίνου: αποτελεί τον κύριο παράγοντα για την εγκατάσταση και ανάπτυξη των γαλακτοβακτηρίων στον οίνο, επιπλέον δρα επιλεκτικά, παρεμποδίζοντας την ανάπτυξη των ανεπιθύμητων βακτηρίων, καθώς έχουν την ικανότητα να αναπτύσσονται σε διαφορετικές τιμές. Οι άριστες τιμές pH για την ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων είναι 4 με 4,5, όμως αναπτύσσονται και σε χαμηλότερες τιμές μέχρι pH 3. Πιο συγκεκριμένα οι κόκκοι είναι πιο ανθεκτικοί και αναπτύσσονται σε τιμές pH 3 με 3,5, ενώ οι βάκιλοι σε τιμές μεταξύ 3,5 και 4.
- Η θερμοκρασία του οίνου: επηρεάζει σημαντικά το ρυθμό της μηλογαλακτικής ζύμωσης, η άριστη θερμοκρασία της ζύμωσης αυτής βρίσκεται σε ένα εύρος θερμοκρασιών 15°C με 30°C όπου συντελείται με γρήγορο ρυθμό. Πάνω από θερμοκρασία 30°C αναστέλλεται, ενώ όταν πραγματοποιείται πιο κάτω από 15°C μειώνεται ο ρυθμός της.

- Ο αερισμός του γλεύκους: η μηλογαλακτική ζύμωση ευνοείται από το μέτριο αερισμό του γλεύκους, ενώ παρεμποδίζεται από τον πλούσιο αερισμό.
- Ποσοστό του θειώδους οξέος: τα γαλακτικά βακτήρια είναι ευαίσθητα στο θειώδες οξύ, όπου παρουσία του επιβραδύνεται η ζύμωση ή παρεμποδίζεται ολοκληρωτικά. Έρευνες έδειξαν ότι 10 γραμμάρια θειώδους οξέος κατά εκατόλιτρο παρεμποδίζουν την πραγματοποίηση της μηλογαλακτικής ζύμωσης κατά πολύ, ενώ 15 γραμμάρια κατά εκατόλιτρο την παρεμποδίζει τελείως.
- Περιεκτικότητα σε αμινοξέα, βιταμίνες, ανόργανα άλατα κ.α.: τα γαλακτικά βακτήρια για να αναπτυχθούν έχουν ανάγκη από αμινοξέα και πρωτεΐνες. Πιο συγκεκριμένα χρειάζονται δέκα βιταμίνες του σύμπλοκου Β και δεκαοχτώ αμινοξέα (μερικά ή όλα ανάλογα το βακτήριο). Επιπλέον απαιτούνται μαγγάνιο, μαγνήσιο και κάλιο. Η μη ύπαρξη των συστατικών αυτών μπορεί να επιφέρει και την παρεμπόδιση της μηλογαλακτικής ζύμωσης.

3.2.3 Γαλακτικά βακτήρια της μηλογαλακτικής ζύμωσης

Τα κυρία γένη των γαλακτικών βακτηρίων, από τη δράση των οποίων πραγματοποιείται η μηλογαλακτική ζύμωση είναι τα *Oenococcus*, *Lactobacillus* και *Pediococcus*, με βασικότερα είδη τα:

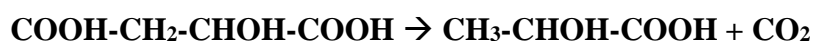
- *Pediococcus cerevisiae*
- *Oenococcus gracile*
- *Oenococcus oeni*
- *Lactobacillus plantarum*
- *Lactobacillus casei*
- *Lactobacillus fructivorans*
- *Lactobacillus desidiosus*
- *Lactobacillus hilgardii*
- *Lactobacillus brevis*

Το πιο επιθυμητό γαλακτικό βακτήριο για την πραγματοποίηση της μηλογαλακτικής ζύμωσης τις περισσότερες φορές είναι το *Oenococcus oeni*, καθώς είναι το πιο ανθεκτικό σε χαμηλό pH (< 3,5), σε υψηλό ποσοστό αλκοόλης (> 10%) και θειώδους οξέος (50 mg/L) (Παπανδρέου, 2016). Αντίθετα ανθεκτικά στελέχη από τα γένη *Lactobacillus* και *Pediococcus* μπορούν να αναπτυχθούν στον οίνο και σε

τιμές pH πάνω από 3,5 να επιτελέσουν αυθόρμητη μηλογαλακτική ζύμωση, η οποία είναι επικίνδυνη για τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος, καθώς δεν γίνεται αντιληπτό πιο γένος και στέλεχος θα υπερισχύσει με αποτέλεσμα την πιθανή διάσπαση άλλων συστατικών (π.χ. ασθένεια εκτροπής από το *Lactobacillus plantarum*), έτσι τα γένη αυτά είναι λιγότερο επιθυμητά από ότι το *Oenococcus*, επιπλέον έρευνες έχουν δείξει ότι ορισμένοι κόκκοι σε χαμηλό pH μπορούν να επιτελέσουν τη μηλογαλακτική ζύμωση χωρίς την προσβολή άλλων συστατικών (Σουφλερός, 2015) . Για το λόγο αυτό κρίνεται επιβεβλημένος ο εμβολιασμός εμπορικών βακτηρίων στον οίνο, ώστε να εξασφαλίζετε ο καλύτερος έλεγχος και διαχείριση της ζύμωσης.

3.3 Βιοχημεία της Μηλογαλακτικής Ζύμωσης

Ο χημισμός της μηλογαλακτικής ζύμωσης είναι απλός και περιγράφεται από την παρακάτω εξίσωση:



οπού ένα μόριο μηλικού οξέος μετατρέπεται σε ένα μόριο γαλακτικού οξέος και ένα μόριο διοξειδίου του άνθρακα (Μπαλατσούρας, 2006). Σε αυτή τη μετατροπή του μηλικού οξέος σημαντικό ρόλο έχουν τα ένζυμα που παράγονται από τα ίδια τα βακτήρια με σκοπό να πράξουν την ενέργεια που έχουν ανάγκη. Ένα τέτοιο ένζυμο είναι το μηλογαλακτικό το οποίο βρίσκεται στο κυτταρικό τοίχωμα των βακτηρίων. Έχει διατυπωθεί ότι τα γαλακτικά βακτήρια έχουν τρεις πιθανές ενζυματικές οδούς για τη μετατροπή του L-μηλικού οξέος σε L-γαλακτικό οξύ και διοξείδιο του άνθρακα.

Η πρώτη γίνεται με την άμεση μετατροπή του μηλικού σε γαλακτικό οξύ με τη βοήθεια της μηλικής αποκαρβοξυλάσης, γνωστό και ως μηλογαλακτικό ένζυμο (EML). Στη δεύτερη περίπτωση υποστηρίζεται ότι το L-μηλικό οξύ, παρουσία του μηλικού ενζύμου (EM), μετατρέπεται σε πυροσταφυλικό οξύ το οποίο στη συνέχεια ανάγεται σε L-γαλακτικό οξύ από τη γαλακτική αφυδρογονάση (LDH). Στη τρίτη πιθανή οδό υποστηρίζεται ότι παρουσία της μηλικής αφυδρογονάσης (MDH) το

μηλικό οξύ μετατρέπεται σε οξαλοξικό οξύ, το οποίο στη συνέχεια με αποκαρβοξυλίωση μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ.

Από τις τρεις παραπάνω περιπτώσεις, οι δυο τελευταίες ουσιαστικά απορρίπτονται για διαφορετικούς λόγους η κάθε μια και θεωρείται σαν πιο σωστή η πρώτη (Σουφλερός, 2015).

3.4 Επιπτώσεις της μηλογαλακτικής ζύμωσης στον οίνο

Η εφαρμογή της μηλογαλακτικής ζύμωσης χαρακτηρίζεται ιδιαίτερα σημαντική, καθώς επιφέρει στον οίνο μεταβολές και επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά. Η πραγματοποίηση της επομένως έχει ως αποτέλεσμα μεγάλες αλλαγές, από τις οποίες κάποιες είναι επιθυμητές και άλλες ανεπιθύμητες (Παπανδρέου, 2016). Οι επιθυμητές επιπτώσεις της μηλογαλακτικής ζύμωσης στον οίνο είναι:

- **Ελάττωση της ολικής οξύτητας**

Η ολική οξύτητα του οίνου μετά την ολοκλήρωση της μηλογαλακτικής ζύμωσης μειώνεται σε ποσοστό έως και 0,1 με 0,3 gr/L τρυγικού οξέος ανάλογα με την ποσότητα του μηλικού οξέος, η συγκέντρωση του οποίου ποικίλει με βάση την ωριμότητα, την ποικιλία και τις καιρικές συνθήκες την περίοδο της ωρίμανσης των σταφυλιών, καθώς έχουν παρατηρηθεί τιμές από 0,7 έως 8,6 gr/L. Η ελάττωση αυτή πραγματοποιείται καθώς κατά την αποικοδόμηση ενός γραμμρίου μηλικού οξέος παράγονται 0,67 gr γαλακτικού οξέος και 0,33 gr διοξειδίου του άνθρακα. Επομένως σε βόρειες χώρες της Ευρώπης όπου οι οίνοι χαρακτηρίζονται από υψηλή οξύτητα η μηλογαλακτική ζύμωση είναι επιθυμητή, ενώ σε θερμές χώρες όπου η οξύτητα των οίνων είναι χαμηλή, η μηλογαλακτική ζύμωση δεν επιζητείται, εκτός σε περίπτωση που μετά το τέλος της διορθωθεί η οξύτητα του τελικού οίνου ενώ έχει αποκτήσει πολυπλοκότητα στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του (Παπανδρέου, 2016).

- **Αύξηση της πτητικής οξύτητας**

Κάτω από φυσιολογικές συνθήκες και ελεγχόμενης μηλογαλακτικής ζύμωσης παρατηρείται μικρή αύξηση του οξικού οξέος σε ποσοστό από 0,01 με 0,05%, η οποία αύξηση είναι φυσιολογική και προέρχεται

από τη δράση των γαλακτικών βακτηρίων στο κιτρικό οξύ (Παπανδρέου, 2016).

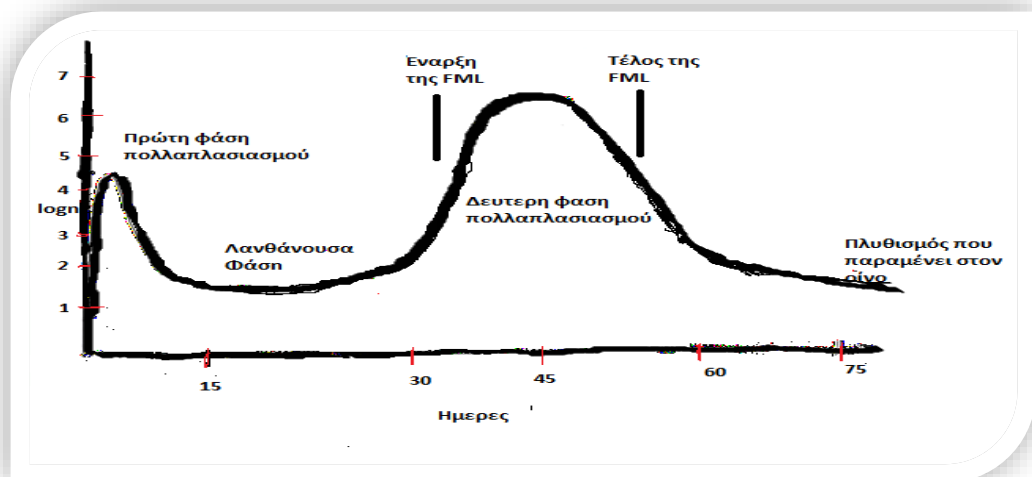
- Επίδραση στους οργανοληπτικούς χαρακτήρες του οίνου
Η μηλογαλακτική ζύμωση σε συνεργασία με την αλκοολική ζύμωση προσδίδει μια πολυπλοκότητα στον οίνο και επηρεάζει σημαντικά το δευτερογενές άρωμα του. Μετα το πέρας της ο οίνος είναι εμπλουτισμένος με αρώματα βουτύρου, καπνού, ξηρών καρπών και φρούτων (Παπανδρέου, 2016). Τα χαρακτηριστικά αρώματα της μηλογαλακτικής ζύμωσης εξαρτώνται από αρωματικά συστατικά όπως το διακετύλιο, ακετοΐνη, η 2,3-βουτανοδιόλη και οι εστέρες (γαλακτικός αιθυλεστέρας, οξικός αιθυλεστέρας, εξανοϊκός και οκτανοϊκός αιθυλεστέρας). Τα προηγούμενα συστατικά παράγονται κατά την αλκοολική ζύμωση και αυξάνονται κατά τη μηλογαλακτική ζύμωση. Τέλος μελέτες έχουν δείξει πως τα γαλακτικά βακτήρια επηρεάζουν έμμεσα και το πρωτογενές άρωμα του οίνου καθώς πολλές πτητικές ενώσεις δεσμεύονται μέσω γλυκοζιτικών δεσμών με τα σάκχαρα και καθίστανται μη πτητικές, οι γλυκοζιτικοί δεσμοί αυτοί όμως διασπώνται από τα γαλακτικά βακτήρια με αποτέλεσμα να απελευθερώνονται οι πτητικές ενώσεις και να εμπλουτίζεται το πρωτογενές άρωμα του οίνου (Παπανδρέου, 2016).
- Βιολογική σταθερότητα του οίνου
Αποτελεί μια από τις σημαντικότερες επιθυμητές επιπτώσεις της μηλογαλακτικής ζύμωσης στον οίνο. Η μηλογαλακτική ζύμωση αν δεν πραγματοποιηθεί πριν την εμφιάλωση του οίνου, εμφανίζει κίνδυνο να εκδηλωθεί ενώ ο οίνος θα έχει εμφιαλωθεί, με αποτέλεσμα την ύπαρξη ιζήματος και θολώματος καθώς και να εκλύεται διοξείδιο του άνθρακα.

Τα γαλακτικά βακτήρια όμως κάτω από ορισμένες συνθήκες, όπως ανάπτυξη ανεπιθύμητου στελέχους, σύσταση του οίνου και οινολογικές πρακτικές, μπορούν να διασπάσουν άλλα συστατικά εκτός από το μηλικό προκαλώντας ανεπιθύμητες επιπτώσεις στον οίνο, τέτοιες είναι:

- Αύξηση της πτητικής οξύτητας από τη διάσπαση αζύμων σακχάρων της αλκοολικής ζύμωσης καθώς και του περιεχομένου στον οίνο κιτρικού οξέος προς οξικό οξύ.
- Διάσπαση του τρυγικού οξέος από γαλακτικά βακτήρια του γένους *Lactobacillus plantarum* προς οξικό οξύ, γαλακτικό οξύ και διοξείδιο του άνθρακα.
- Αίσθηση πικρής γεύσης στον οίνο εξαιτίας της αποικοδόμησης της γλυκερόλης προς ακρολείνη από κάποια γαλακτικά βακτήρια.

3.5 Πορεία και εξέλιξη της μηλογαλακτικής ζύμωσης

Η εξέλιξη καθώς και η πορεία της μηλογαλακτικής ζύμωσης, επηρεάζεται άμεσα από τον πολλαπλασιασμό των γαλακτικών βακτηρίων στον οίνο, η ανάπτυξη των οποίων σύμφωνα με έρευνες διακρίνεται σε δυο διαδοχικούς κύκλους. Κατά τον πρώτο κύκλο, ο οποίος ξεκινάει από τα πρώτα στάδια της οινοποίησης, η ανάπτυξη του βακτηριακού πληθυσμού συμβαδίζει με αυτή των ζυμών, όμως εξαιτίας του σχηματισμού της αλκοόλης η βακτηριακή ανάπτυξη παρεμποδίζεται για ένα χρονικό διάστημα, το οποίο αποτελεί και τη λανθάνουσα φάση. Με το πέρας της περιόδου αυτής, αρχίζει και ο δεύτερος κύκλος της ανάπτυξης των βακτηρίων, όπου όταν ο πληθυσμός τους φτάσει σε αριθμό $10^6/\text{cm}^3$ πραγματοποιούν τη μηλογαλακτική ζύμωση (Φράγκος, 2017, Σουφλερός, 2015). Η ανάπτυξη του πληθυσμού των γαλακτικών βακτηρίων, που περιεγράφηκε προηγουμένως, παρουσιάζεται στο σχήμα 1.



Σχήμα 1. Εξέλιξη της μηλογαλακτικής ζύμωσης

Η ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων και κατ' επέκταση η εξέλιξη της μηλογαλακτικής ζύμωσης εξαρτάται από διάφορους παράγοντες οι οποίοι παρουσιάστηκαν σε σχετική προηγούμενη ενότητα, καθώς και από αυτούς που αναπτύσσονται παρακάτω:

- Η διάρκεια παραμονής του οίνου με τα στέμφυλα
Επηρεάζει σημαντικά την εξέλιξη της μηλογαλακτικής ζύμωσης καθώς ο γρήγορος αποχωρισμός του οίνου από τα στέμφυλα απομακρύνει και μεγάλο μέρος γαλακτικών βακτηρίων με αποτέλεσμα την καθυστέρηση της μηλογαλακτικής.
- Το N₂ ως θρεπτικό στοιχείο
Αμινοξέα όπως τα αλανίνη, αργινίνη, ιστιδίνη, λευκίνη, φαινυλαλανίνη, σερίνη, γλουταμινικό οξύ όπως και άλλα είναι σημαντικά για την ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων. Οι κόκκοι έχουν μεγαλύτερες ανάγκες σε αμινοξέα από τους βακίλους διότι παρουσιάζουν το φαινόμενο της ετεροτροφίας πιο έντονα.
- Οι βιταμίνες
Οι ανάγκες σε βιταμίνες όπως η θειαμίνη, το παντοθενικό οξύ, το νικοτινικό οξύ, η πυριδοξίνη, η βιοτίνη και η μεσοϊνσιτόλη ποικίλουν ανάλογα με τα βακτήρια.
- Τα ανόργανα στοιχεία

Στοιχεία όπως τα Mn, Mg, K, Fe, SO₄ είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων.

- Η αλκοόλη

Επηρεάζει δυσμενώς την ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων, ανάλογα βέβαια με το στέλεχος και είδος του καθενός. Έχει παρατηρηθεί ότι οι βάκιλοι είναι πιο ανθεκτικοί στην αλκοόλη από τους κόκκους και για το λόγο αυτό η μηλογαλακτική ζύμωση σε θερμές περιοχές πραγματοποιείται από αυτούς.

- Αντιβιοτικά και αντισηπτικά

Αποτελούν ανασταλτικούς παράγοντες για την ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων. Επειδή όμως η χρήση τους στον οίνο απαγορεύεται δεν είναι σημαντικό να αναπτυχθούν.

- Ανταγωνισμός ανάμεσα σε ζύμες και βακτήρια

Ο παράγοντας αυτός επηρεάζει άμεσα η έμμεσα την εξέλιξη της μηλογαλακτικής ζύμωσης. Ανάλογα από το είδος των ζυμών που προκάλεσαν την αλκοολική ζύμωση επηρεάζεται και ο χρόνος εκκίνησης της μηλογαλακτικής ζύμωσης καθώς υπάρχουν στελέχη ζυμών τα οποία παρεμποδίζουν την ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων παράγοντας ανασταλτικές ουσίες για την ανάπτυξη τους ή καταναλώνοντας διάφορα θρεπτικά συστατικά για τα βακτήρια.

3.6 Έλεγχος πορείας της μηλογαλακτικής ζύμωσης

Τα γαλακτικά βακτήρια τα οποία αφήνονται να αναπτυχθούν και να πολλαπλασιαστούν ώστε να προκαλέσουν την μηλογαλακτική ζύμωση, έχουν την ικανότητα να προσβάλλουν και άλλα συστατικά του οίνου, όπως θα δούμε παρακάτω, προκαλώντας ανεπιθύμητες ζυμώσεις υπεύθυνες για σημαντικές αλλοιώσεις που υποβαθμίζουν την ποιότητα του τελικού προϊόντος, έτσι η μηλογαλακτική ζύμωση δίνει τα αντίθετα αποτελέσματα από αυτά που επιθυμεί ο οινοποιός. Αυτό συμβαίνει καθώς δεν μπορούμε να γνωρίζουμε ποιο στέλεχος γαλακτικού βακτηρίου θα αναπτυχθεί κάθε φορά και σε περίπτωση εμβολιασμού στελέχους το οποίο έχει αναπτυχθεί σε εργαστήριο, δεν μπορεί κάποιος να είναι σε θέση γνωρίζει αν αυτό θα δράσει αποκλειστικά στο μηλικό οξύ. Με τη διαμόρφωση κάποιων παραμέτρων,

όπως το pH, μπορεί να υπάρξει ένας έλεγχος ως προς το στέλεχος των γαλακτικών βακτηριών που θα αναπτυχθεί, άλλα και πάλι ο κίνδυνος αλλοίωσης του οίνου παραμένει. Για τους παραπάνω λόγους η παρακολούθηση της πορείας της μηλογαλακτικής ζύμωσης κρίνεται επιβεβλημένη. Ο έλεγχος για το εάν έχει πραγματοποιηθεί η μηλογαλακτική ή όχι, στηρίζεται στον ποσοτικό προσδιορισμό του μηλικού οξέος και όχι του γαλακτικού οξέος, καθώς το τελευταίο είναι δυνατόν να παραχθεί και από προσβολή γαλακτικών βακτηρίων σε άλλα συστατικά του οίνου. Πολύ μικρές συγκεντρώσεις μηλικού οξέος ή πλήρης απουσία του αποτελούν σαφείς ενδείξεις για πραγματοποίηση μηλογαλακτικής ζύμωσης. Για την παρακολούθηση της μηλογαλακτικής ζύμωσης επομένως τα οινοποιεία ή τα οινολογικά εργαστήρια εφαρμόζουν κάποιες μεθόδους προσδιορισμού της συγκέντρωσης του μηλικού οξέος. Οι πιο διαδεδομένες είναι η χρωματογραφία χάρτου (PC), η χρωματογραφία λεπτής στοιβάδας (TLC), η ενζυμική ανάλυση, η υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC), η ηλεκτροφορητική μέθοδος και η χρήση υπέρηχων.

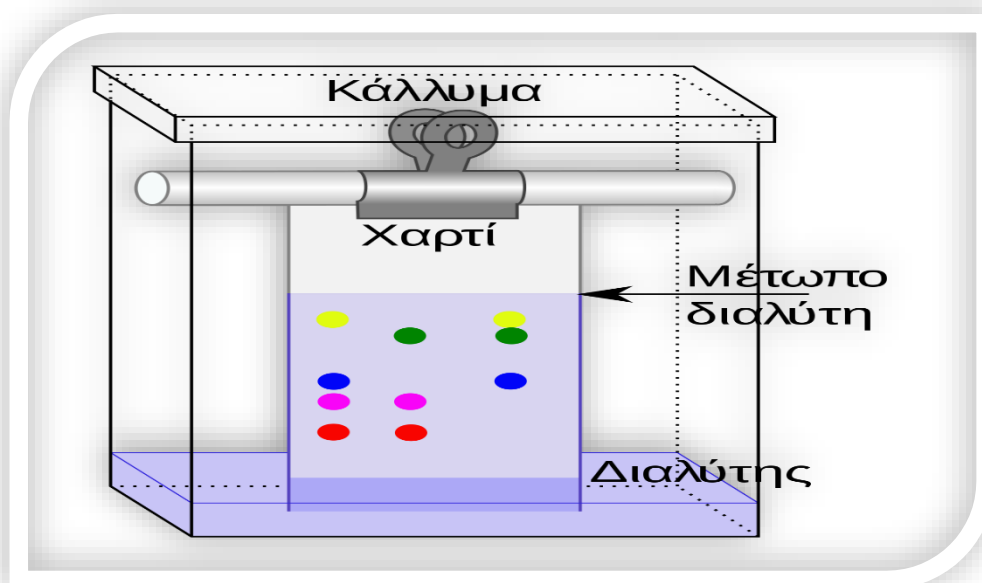
3.6.1 Χρωματογραφία χάρτου (PC)

Η χρωματογραφία χάρτου αποτελεί μια γρήγορη μέθοδο ποιοτικού προσδιορισμού ύπαρξης ή όχι μηλικού οξέος στον οίνο και είναι ιδιαίτερα χρήσιμη να διαπιστωθεί αν πραγματοποιήθηκε η μηλογαλακτική ζύμωση. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στο διαχωρισμό των ενώσεων μεταξύ μιας ακίνητης και μιας κινητής φάσης ανάλογα με την διαλυτότητα τους. Όταν το χαρτί χρωματογραφίας (ακίνητη φάση) τοποθετείται σε έναν διαλύτη διαχωρισμού (κινητή φάση), μέσα σε ένα θάλαμο χρωματογραφίας (θάλαμος ανάπτυξης), ο διαλύτης κινείται με τριχοειδή ροή μέσω των πόρων του χαρτιού και βαθμιαία προχωράει πάνω σε αυτό συμπαρασύροντας τα οξέα του οίνου. Δεδομένου ότι κάθε οξύ έχει διαφορετική δέσμευση με το χαρτί και το διαλύτη, τα διαφορετικά οξέα του οίνου διανύουν διαφορετικές αποστάσεις από την αφετηρία και έτσι διαχωρίζονται (ανάπτυξη χρωματογραφήματος) (Κοτσιδέρης κ.α., 2012). Το μίγμα του διαλύτη που χρησιμοποιείται περιλαμβάνει μια χρωστική που αντιδρά με τα οξέα κι έτσι οι θέσεις των οξέων εμφανίζονται σαν κίτρινες χρωματισμένες κηλίδες. Κάθε κηλίδα δείχνει τη θέση ενός συγκεκριμένου οξέος. Η σύγκριση των θέσεων των κηλίδων του οίνου και των κηλίδων των πρότυπων οξέων επιτρέπει τον προσδιορισμό των διαφορετικών οξέων στο δείγμα.

Για την εφαρμογή της μεθόδου χρειάζεται ένα δοχείο που να κλείνει ερμητικά, διαστάσεων περίπου 20x20x30 cm, διηθητικό χαρτί whatman No 1 και τα διαλύματα

- Διάλυμα κανονικής ισοβουτανόλης: (1 gr βρωμοθυμόλης/ 1 gr βουτανόλης-1)
- Διάλυμα οξικού οξέος: (500 ml οξικού οξέος και 500 ml απεσταγμένου νερού)

Στο θάλαμο ανάπτυξης τοποθετούνται 50 ml από το πρώτο διάλυμα και 25 ml από το δεύτερο. Αυτή η τεχνική είναι κατάλληλη για τα μικρά έως μεσαία οινοποιεία ως ένα απλό μέσο παρακολούθησης της προόδου του της μηλογαλακτικής ζύμωσης χωρίς την πρόσθετη δαπάνη του πολύπλοκου εξοπλισμού (Vintessential Laboratories, 2011). Χαρακτηρίζεται ως μόνο ποιοτική μέθοδος, φθηνή και όχι τόσο περίπλοκη, απλά χρειάζεται να υπάρχει μια εμπειρία ώστε να διαβαστεί σωστά το χρωματογράφημα. Επιπλέον το μείγμα των διαλυτών είναι πολύ ασταθές και θα διατηρηθεί μόνο για λίγους μήνες, αν αποθηκευτεί στο ψυγείο.



Εικόνα 8. Χρωματογραφία χάρτου

3.6.2 Χρωματογραφία λεπτής στοιβάδας (TLC)

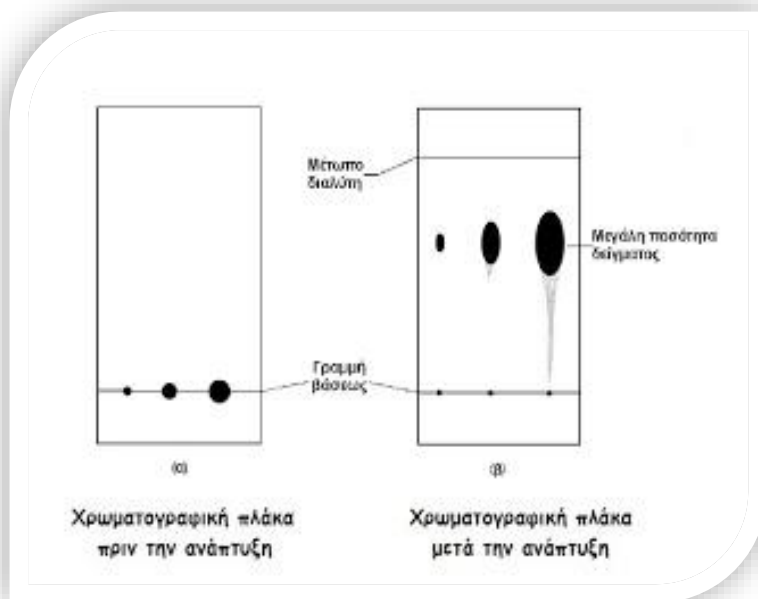
Μια επιπλέον χρήσιμη και ταχεία μέθοδος ποιοτικού προσδιορισμού της

συγκέντρωσης του μηλικού οξέος κατά την μηλογαλακτική ζύμωση είναι η χρωματογραφία λεπτής στοιβάδας. Η μέθοδος αυτή σε γενικές γραμμές είναι παρόμοια με τη χρωματογραφία χάρτου, με τη διαφορά όμως ότι σαν ακίνητη φάση δεν χρησιμοποιείται χρωματογραφικό χαρτί αλλά κάποιο προσροφητικό υλικό, το οποίο επιστρώνεται με κατάλληλο τρόπο πάνω σε γυαλί ή φύλο πλαστικό αλουμινίου (Κοτσιδέρης κ.α., 2012). Έτσι λοιπόν, όπως και στην προηγούμενη μέθοδο, χάρις τη διαφορετική σχέση που έχει κάθε οξύ με το προσροφητικό υλικό και το διαλύτη, το κάθε οξύ διανύει διαφορετική απόσταση με αποτέλεσμα να διαχωρίζονται μεταξύ τους.

Τα υλικά και ο εξοπλισμός που χρειάζονται στη μέθοδο αυτή είναι, ένα δοχείο που κλείνει ερμητικά διαστάσεων 20x20x30 cm, πλακίδια TLC και τα διαλύματα:

- Τολουένιο
- Οξικό οξύ
- n- οξικός βουτυλεστέρας
- διάλυμα δείκτη πράσινο της βρωμοκρεζόλης

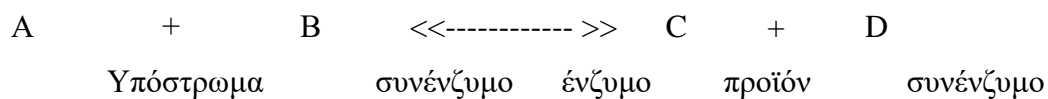
Η τεχνική αυτή είναι κατάλληλη για κάθε οινοποιείο, αλλά ιδιαίτερα για τα μικρά έως μεσαία οινοποιεία. Μπορούν να ληφθούν σχετικά γρήγορα αποτελέσματα και ο οινοπαραγωγός είναι σε θέση να προσδιορίσει την έναρξη της μηλογαλακτικής ζύμωσης μέχρι την πλησιέστερη ολοκλήρωσή της (Vintessential Laboratories, 2011). Είναι φθηνή μέθοδος ενώ τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιούνται είναι πολύ σταθερά υπό την προϋπόθεση ότι είναι καλά φροντισμένα, μπορεί να αναμένεται διάρκεια ζωής τους τουλάχιστον 12 μηνών. Επιπλέον διαχωρίζει το γαλακτικό οξύ από το ηλεκτρικό, έτσι μπορεί το γαλακτικό οξύ να ανιχνευτεί ευκολότερα. Επίσης απαιτεί μικρή ποσότητα διαλυτή. Τέλος δεν απαιτείται εξειδικευμένο προσωπικό για την εφαρμογή της.



Εικόνα 9. Πλακίδια χρωματογραφίας λεπτής στοιβάδας

3.6.3 Ενζυμική ανάλυση

Η ενζυμική ανάλυση είναι μια ακριβής και αξιόπιστη ποσοτική μέθοδος που επιτρέπει την ανίχνευση συγκέντρωσης μηλικού οξέος έως και 0,05 g/L. Ο μηχανισμός της ενζυμική αντίδρασης στον οποίο βασίζεται η μέθοδος περιγράφεται από το παρακάτω σχήμα:



Η παραπάνω αντίδραση είναι στοιχειομετρική, που σημαίνει ότι ένα mole υποστρώματος A αντιδράει με ένα mole συνενζύμου B και σχηματίζουν ένα mole προϊόντος C και ένα mole τροποποιημένου συνενζύμου D με την καταλυτική δράση του ενζύμου (Παπράς, 1995). Για τον προσδιορισμό του L-μηλικού οξέος κατά την μηλογαλακτική ζύμωση το ρόλο του συνενζύμου διαδραματίζει το νικοτιναμίδιο – αδενινο – δινουκλεοτίδιο (NAD⁺), η αντίδραση καταλύεται με την παρουσία L-μηλικής αφυδρογονάσης (L-MDH) και σαν ενδιάμεσο προϊόν από την οξείδωση του

L-μηλικού οξέος παράγεται το οξαλοξικό, το οποίο στη συνέχεια απομακρύνεται από το περιβάλλον της αντίδρασης μετατοπίζοντας την ισορροπία του συστήματος προς τα δεξιά. Το τροποποιημένο συνένζυμο που σχηματίζεται είναι το NADH, η ποσότητα του οποίου είναι στοιχειομετρικά ανάλογη του L-μηλικού οξέος και προσδιορίζεται με απορρόφηση στα 340 nm (Παπανδρέου, 2016). Με αυτόν τον τρόπο προσδιορίζεται και η συγκέντρωση του μηλικού οξέος κατά τη διάρκεια της μηλογαλακτικής ζύμωσης.

Ο εξοπλισμός και τα υλικά τα οποία χρειάζονται για τη μέθοδο αυτή είναι:

- Φασματοφωτόμετρο με δυνατότητα απορρόφησης στα 340 nm
- Κυψελίδες υάλου με οπτική διαδρομή 1 cm
- Διαλυμα NAD συγκέντρωσης 0,047 M
- Διάλυμα L-μηλικής αφυδρογονάσης συγκέντρωσης 5 mg/ml
- Εναιώρημα γλουταμινικής – οξαλοξικής – τρανσαμινάσης συγκέντρωσης 2 mg/ml

Αυτή η τεχνική είναι κατάλληλη για μεσαία έως μεγάλα οινοποιεία. Κατά την ανάλυση κόστους-οφέλους, τα οινοποιεία θα πρέπει να εξετάσουν όχι μόνο το αρχικό κεφάλαιο του εξοπλισμού, αλλά και το πρόσθετο κόστος συντήρησης και βαθμονόμησης του εξοπλισμού. Το κόστος αντιδραστηρίων είναι επίσης πιο ακριβό και θα πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη τα έξοδα πληρωμής ενός κατάλληλα εκπαιδευμένου φορέα εκμετάλλευσης. Η ενζυμική ανάλυση επιπλέον χαρακτηρίζεται από μεγάλη ακρίβεια, υψηλή εξειδίκευση και γρήγορη ταχύτητα. Τα αντιδραστήρια της δοκιμής όμως έχουν περιορισμένη διάρκεια ζωής και πρέπει να αποθηκεύονται στο ψυγείο. Συνήθως, το αντιδραστήριο NAD θα διαρκέσει μόνο για 1 μήνα. Επιπλέον είναι και αρκετά περίπλοκη διότι απαιτείται ακριβής χρήση μικροπιπετών και ιδιαίτερη προσοχή στη λεπτομέρεια της μεθόδου για να είναι επιτυχής η ανάλυση. Επίσης χρειάζεται και ένας καλά εκπαιδευμένος χειριστής που θα εκτελέσει τις δοκιμές και επίσης να διατηρήσει τις μικροπιπέτες και το Φασματοφωτόμετρο σε καλή κατάσταση λειτουργίας.

3.6.4 Υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC)

Η υγρή χρωματογραφία υψηλής πίεσης ή υγρή χρωματογραφία υψηλής

απόδοσης αποτελεί μια εξελιγμένη μορφή της χρωματογραφίας στήλης, όπου η κινητή φάση πλέον δεν ρέει υπό την επίδραση της βαρύτητας, αλλά με τη βοήθεια αντλίας. Αυτό επιταχύνει την ανάλυση και επιτρέπει τη χρήση χρωματογραφικών στηλών με μικρό μέγεθος σωματιδίων υλικού πλήρωσης. Η χρήση μικρού μεγέθους σωματιδίων υλικού πλήρωσης αυξάνει το εμβαδόν της επιφάνειας της στατικής φάσης, που είναι διαθέσιμο να αλληλοεπιδράσει με τα μόρια που μεταφέρονται μέσω της κινητής φάσης και ανάλογα του βαθμού κατακράτησης τους να επιτευχθεί ο διαχωρισμός. Κατά συνέπεια, βελτιώνεται ο διαχωρισμός των αναλυόμενων μορίων και μειώνεται σημαντικά το μέγεθος της στήλης που απαιτείται για έναν διαχωρισμό. Σύμφωνα με τους Ines Mato, Silvia Suarez-Luque, Jose' F. Huidobro (2005) έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς πολλές μέθοδοι HPLC για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης του μηλικού οξέος κατά τη διάρκεια της μηλογαλακτικής ζύμωσης. Τέτοιες μέθοδοι είναι η HPLC αντίστροφης φάσης, HPLC ιοντικών αλληλεπιδράσεων και η HPLC αποκλεισμού ιόντων. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται ευρύτερα για τον προσδιορισμό του μηλικού οξέος είναι η HPLC αντίστροφης φάσης, ενώ οι άλλες δυο παρουσιάζουν μεγαλύτερη ικανότητα προσδιορισμού άλλων οξέων, όπως το κιτρικό και οξικό οξύ (Ines Mato et al, 2005).

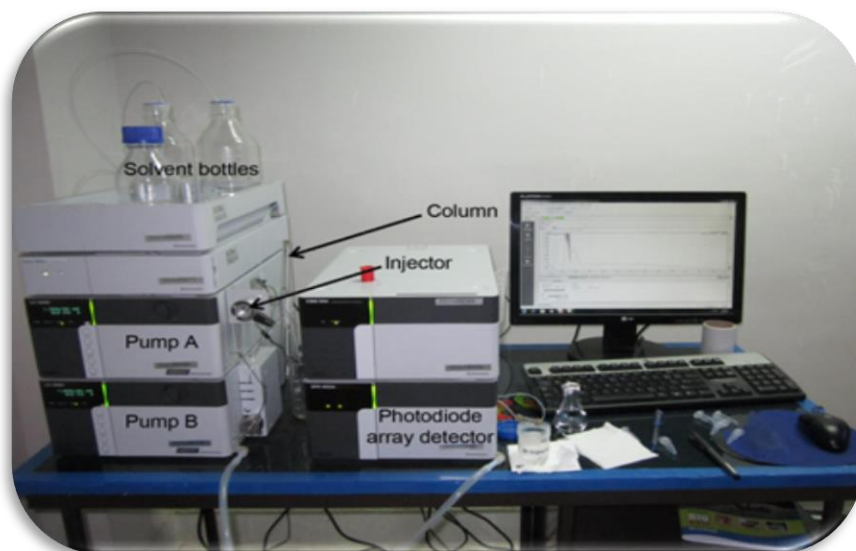
Η οργανολογία της HPLC παρουσιάζεται από τα παρακάτω μέρη τα οποία αποτελούν μια βασική εργαστηριακή διάταξη και φαίνεται στην εικόνα 10:

- Περιέκτες διαλυτών
- Απαερωτής κενού
- Αντλία
- Σύστημα εισαγωγής του δείγματος
- Χρωματογραφική στήλη
- Ανιχνευτής
- Σύστημα επεξεργασίας δεδομένων

Οι ανιχνευτές που χρησιμοποιούνται κυρίως στην HPLC για τον προσδιορισμό του μηλικού οξέος είναι ο φασματοφωτομετρικός ανιχνευτής ορατού – υπεριώδους με διάταξη διοδίων, ο ανιχνευτής δείκτη διάθλασης, ο ανιχνευτής αγωγιμότητας και ο ηλεκτροχημικός ανιχνευτής (Ines Mato et al, 2005).

Η HPLC χρησιμοποιείται περισσότερο σε πολύ μεγάλα οινοποιεία, είναι μια

ποσοτική μέθοδος και χαρακτηρίζεται για την υψηλή της επαναληψιμότητα, ταχύτητα ανάλυσης ανά δείγμα και διαχωριστική της ικανότητα. Όμως είναι αρκετά δαπανηρή, στερείτε ικανότητας ανάλυσης πολλών δειγμάτων παράλληλα, οι διαλυτές που χρησιμοποιούνται καταναλώνονται γρηγορά, είναι περίπλοκη καθώς απαιτείται προεργασία των δειγμάτων πριν την ανάλυση και χρειάζεται εξειδικευμένο προσωπικό.



Εικόνα 10. Τυπική εργαστηριακή διάταξη χρωματογραφίας HPLC

3.6.5 Υπερηχητικός έλεγχος της μηλογαλακτικής ζύμωσης

Η χρήση υπερηχητικών τεχνικών αποτελεί έναν καινούργιο και αξιόπιστο τρόπο για την παρακολούθηση της μηλογαλακτικής ζύμωσης στους οίνους. Η τεχνική αυτή βασίζεται στη διάδοση υπερηχητικών κυμάτων και καταγραφή της ταχύτητας τους, τα οποία είναι κατάλληλα για τον προσδιορισμό διάφορων χαρακτηριστικών σε υγρά, ημι- υγρά, πολυφασικά συστήματα, οπτικά αδιαφανείς ουσίες και πυκνά εναιωρήματα καθώς έχουν την ικανότητα να διεισδύσουν σε δοχεία και τοίχους θαλάμου χωρίς να υφίσταται σημαντική υποβάθμιση και είναι γεμάτα πληροφορίες (Novoa-Díaz et al, 2014). Η οργανολογία της μεθόδου αποτελείται από τα παρακάτω μέρη:

- Αισθητήρας υπερήχων (αποτελούμενος από μια ράβδο ρύθμισης υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλενίου στη μια άκρη της οποίας υπήρχε ένας μετατροπέας υπερήχων και σε σταθερή απόσταση d από την άλλη άκρη της, η οποία ήταν σε επαφή με τον οίνο, υπήρχε ένας ανακλαστήρας κυμάτων κατασκευασμένος από το υλικό της δεξαμενής)
- Γεννήτρια σήματος
- Παλμογράφος
- Σύστημα επεξεργασίας δεδομένων

Η αρχή της λειτουργίας σύμφωνα με τους Novoa-Díaz et al (2014) είναι ότι αρχικά ο μετατροπέας υπερήχων διεγείρεται με την έκρηξη ημιτονοειδούς κύματος από τη γεννήτρια, με αποτέλεσμα να δημιουργείται υπερηχητικό κύμα το οποίο διαδίδεται μέσω της ράβδου ρύθμισης. Στη συνέχεια όταν το υπερηχητικό κύμα φτάσει στο σημείο όπου η ρυθμιστική ράβδος έρχεται σε επαφή με τον οίνο, ένα μέρος (A) του κύματος επιστρέφει στο μετατροπέα υπερήχων ενώ το άλλο μέρος μεταδίδεται μέσω του οίνου μέχρι να φτάσει στον ανακλαστήρα, όπου και πάλι ένα μέρος του σήματος αντανακλάται προς την κατεύθυνση του οίνου και το άλλο μέρος (B) μεταδίδεται μέσω της ρυθμιστικής ράβδου και ανιχνεύεται από τον υπερηχητικό μετατροπέα. Οι υπέρηχοι τέλος καταγράφονται από έναν παλμογράφο και αποθηκεύονται σε υπολογιστή. Έτσι, η ταχύτητα διάδοσης των υπερηχητικών σημάτων μέσω του οίνου μπορεί να ληφθεί μέσω της ακόλουθης εξίσωσης:

$$C_{\text{wine}} = 2xd/\text{TOF}_{\text{wine}}$$

Όπου το TOF είναι ο χρόνος που αντιστοιχεί μεταξύ του (A) και (B)

Η υπερηχητική ταχύτητα κατά τη διάρκεια της μηλογαλακτικής ζύμωσης παρουσίασε αύξηση, το γεγονός αυτό εξηγήθηκε από διάφορα πειράματα τα οποία έδειξαν πως η ταχύτητα των υπερήχων μειώνεται με την αύξηση της συγκέντρωσης του μηλικού οξέος. Επιπλέον, η υπερηχητική ταχύτητα αυξάνεται με τη συγκέντρωση γαλακτικού οξέος (Novoa-Díaz et al, 2014). Παρατηρήθηκε επίσης ότι όταν η μηλογαλακτική ζύμωση τερματίζει τότε η υπερηχητική ταχύτητα σταματά να αυξάνεται. Οπότε σε συνδυασμό με πρότυπες καμπύλες της υπερηχητικής ταχύτητας μπορεί να πραγματοποιηθεί ο έλεγχος της μηλογαλακτικής ζύμωσης.

Η τεχνική αυτή τέλος χαρακτηρίζεται ως ακριβείς , γρήγορη, έχει χαμηλό κόστος και είναι κατάλληλη για αυτοματοποιημένες διαδικασίες, επιπλέον είναι υγιεινή διότι δεν χρησιμοποιούνται επικίνδυνα διαλύματα.

3.6.6 Ηλεκτροφορητική μέθοδος

Για τον προσδιορισμό του μηλικού οξέος, αλλά και άλλων οξέων γενικά, χρησιμοποιείται ευρέως τα τελευταία χρονιά, σε βαθμό μάλιστα που έχει αντικαταστήσει την υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης, η τριχοειδής ηλεκτροφόρηση και πιο συγκεκριμένα η πιο απλή της μορφή η τριχοειδής ηλεκτροφόρηση ζώνης. Ως ηλεκτροφόρηση γενικά ονομάζεται η διαφορική κίνηση φορτισμένων μορίων με έλξη ή άπωση σε ηλεκτρικό πεδίο, πιο συγκεκριμένα ένα θετικό (άνοδος) και ένα αρνητικό ηλεκτρόδιο (κάθοδος) τοποθετούνται σε διάλυμα που περιέχει μόρια. Όταν εφαρμοστεί τάση μεταξύ των ηλεκτροδίων, τα θετικά φορτισμένα και τα αρνητικά φορτισμένα μόρια του διαλύματος θα μετακινηθούν προς το ηλεκτρόδιο αντίθετου φορτίου. Όσο πιο μεγαλύτερο είναι το φορτίο του μορίου τόσο πιο γρηγορά θα κινηθεί προς το ηλεκτρόδιο. Η τριχοειδής ηλεκτροφόρηση θεωρείται ως η ενόργανη προσέγγιση της συμβατικής ηλεκτροφόρησης και είναι μια διαχωριστική τεχνική υψηλής απόδοσης, στην οποία η ηλεκτροφόρηση διεξάγεται σε στενούς τριχοειδείς σωλήνες, μικρής εσωτερικής διαμέτρου, συνήθως 25 έως 100 μm .

Ένα πλήρως αυτοματοποιημένο σύγχρονο όργανο τριχοειδούς ηλεκτροφόρησης περιλαμβάνει:

- Αυτόματο δειγματολήπτη
- Μονάδα ανίχνευσης
- Τροφοδοτικό υψηλής τάσης
- Τριχοειδή σωλήνα
- Υπολογιστή

Οι ανιχνευτές που χρησιμοποιούνται κυρίως στην παρακολούθηση της μηλογαλακτικής ζύμωσης είναι ο ανιχνευτής αγωγιμότητας και ο φασματοφωτομετρικός ανιχνευτής υπεριώδους (Ines Mato et al, 2005).

Η τριχοειδής ηλεκτροφόρηση χαρακτηρίζεται από ικανότητα υψηλής

ανάλυσης δειγμάτων και μάλιστα σε σύντομο χρονικό διάστημα με μεγάλη ακρίβεια, από απλότητα και αυτοματισμό στη λειτουργία της, επιπλέον η κατανάλωση των διαλυτών που χρησιμοποιούνται κατά τη μέθοδο αυτή είναι περιορισμένη, έτσι μειώνεται και το κόστος για την αγορά τους. Ένα ακόμα πλεονέκτημα που εμφανίζει είναι η ελάχιστη προετοιμασία (αραίωση και διήθηση μόνο) που απαιτείται για τα προς ανάλυση δείγματα. Η μέθοδος όμως εμφανίζει το μειονέκτημα της χαμηλής παραγωγικότητας του χρόνου μετανάστευσης.

Εκτός από τις μεθόδους παρακολούθησης που αναπτυχθήκαν προηγουμένως και χρησιμοποιούνται σε οινολογικά εργαστήρια και οινοποιεία με μεγαλύτερη συχνότητα, υπάρχουν και επιπλέον μέθοδοι όπως η αέρια χρωματογραφία και οι φασματοφωτομετρικές μέθοδοι, οι οποίες λόγω της περιπλοκότητας τους και του χρόνου που απαιτούν για την προετοιμασία των δειγμάτων δεν βρίσκουν εφαρμογή σε μεγάλη κλίμακα.

3.7 Ασθένειες οίνων οφειλόμενες από τη μη ελεγχόμενη μηλογαλακτική ζύμωση

Η μη ή η ελλιπής παρακολούθηση της δράσης των γαλακτικών βακτηρίων κατά τη διάρκεια της μηλογαλακτικής ζύμωσης, μπορεί να χαρακτηριστεί ως καταστροφική για την τελική ποιότητα του οίνου, καθώς ορισμένα στελέχη γαλακτικών βακτηρίων μπορούν να ζυμώσουν και άλλα συστατικά, τα οποία περιέχονται στον οίνο, εκτός από το μηλικό οξύ. Αυτά τα συστατικά μπορεί να είναι τα σάκχαρα, το τρυγικό οξύ, η γλυκερόλη, το κιτρικό οξύ προκαλώντας τις παρακάτω ασθένειες:

a. Εκτροπή του οίνου

Η ασθένεια της εκτροπής οφείλεται στη ζύμωση του τρυγικού οξέος από τα γαλακτικά βακτήρια. Πιο συγκεκριμένα το τρυγικό οξύ ζυμώνεται κυρίως προς οξεικό οξύ, ενδεχομένως προς γαλακτικό οξύ και διοξειδίο του άνθρακα, από στελέχη του είδους *Lactobacillus plantarum* (Μπαλατσούρας, 2006). Η ασθένεια αυτή εμφανίζεται σε οίνους που προήλθαν από σταφύλια που η συγκομιδή τους έγινε κάτω από βροχερό καιρό. Ο εκτροπιασμένος οίνος εμφανίζει ένα λεπτότατο και χαρακτηριστικό θόλωμα ενώ όταν τοποθετηθεί στο προσπίπτον φως

μπορεί να γίνει διακριτή μια ελαφριά ανατάραξη του. Το χρώμα των λευκών οίνων που έχουν προσβληθεί από την ασθένεια αυτή αμαυρώνεται ελαφρά, των δε ερυθρών αλλοιώνεται ακόμα περισσότερο αποκτώντας χρώματα αμαυρό, ιώδες και τελικά καστανό. Στα πρώτα βήματα της ασθένειας ο οίνος χάνει το λεπτό του άρωμα, τη δροσερότητα του και την απαλή του γεύση και γίνεται άτονος και άγευστος. Με την πρόοδο της όμως αλλοιώνεται ακόμα πιο πολύ λαμβάνοντας οσμή περιττωμάτων ποντικών και αηδή επίμονη γεύση. Η πρόληψη της ασθένειας μπορεί να επιτευχθεί με προσθήκη θειώδους ανυδρίτη, επιπλέον τα βακτήρια της εκτροπής δεν μπορούν να αναπτυχθούν σε τιμή pH κατώτερη του 3,5, επομένως απαιτείται μια έγκαιρη διόρθωση της οξύτητας του οίνου σε περίπτωση που το pH του είναι πάνω από 3,5 (Μπαλατσούρας, 2006, Σουφλερός, 2015) . Τέλος για την θεραπεία των οίνων που έχουν προσβληθεί από την ασθένεια της εκτροπής συνίσταται παστερίωση στους 65°C, προσθήκη θειώδη ανυδρίτη και αναπλήρωση τρυγικού οξέος (Σουφλερός, 2015).

b. Πίκραση του οίνου

Η πίκραση θεωρείται αρρώστια κυρίως των μαύρων οίνων και μάλιστα των παλιών και πολύ σπάνια των λευκών. Εμφανίζεται σε οίνους που προήλθαν από σάπια σταφύλια ή σε οίνους πίεσης. Κατά την ασθένεια αυτή τα γαλακτικά βακτήρια ζυμώνουν τη γλυκερολη και παράγουν προϊόντα όπως το γαλακτικό οξύ, το οξικό οξύ και την ακροεΐνη η οποία ενώνεται με τις ταννίνες και δίνουν πικρή γεύση. Ο οίνος που έχει προσβληθεί από την πίκραση χαρακτηρίζεται από μια πικρή γεύση που τον καθιστά μη πόσιμο, ενώ με την πρόοδο της ασθένειας εμφανίζει θόλωμα και παχύ καστανέρυθρο ίζημα το οποίο είναι η χρωστική που έχει αποβληθεί. Η πρόληψη της πίκραση πραγματοποιείται με παστερίωση του οίνου στους 65°C και με την τήρηση των κανόνων υγιεινής και την απομάκρυνση των σάπιων σταφυλιών κατά την έκθλιψη (Μπαλατσούρας, 2006, Σουφλερός, 2015). Η θεραπεία της γίνεται με κολλάρισμα και προσθήκη ενεργού άνθρακα (Σουφλερός, 2015).

c. Ζύμωση των σακχάρων από γαλακτικά βακτήρια

Η ασθένεια αυτή εμφανίζεται σε οίνους με υψηλή ποσότητα αζύμωντων σακχάρων επειδή διακόπηκε η αλκοολική ζύμωση και εκδηλώνεται με μια δυσάρεστη οσμή και γλυκόξινη γεύση. Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη ενότητα του κεφαλαίου τα γαλακτικά βακτήρια διακρίνονται σε ομοζυμωτικά και ετεροζυμωτικά, όπου η κάθε κατηγορία συμπεριφέρεται διαφορετικά απέναντι στα σάκχαρα, έτσι διαμορφώνονται τρεις διαφορετικοί μηχανισμοί ζύμωσης των σακχάρων οι οποίοι είναι:

- Η ζύμωση των εξοζών από ομοζυμωτικά γαλακτοβακτήρια:
στην περίπτωση αυτή τα γαλακτικά βακτήρια ζυμώνουν τη γλυκόζη και φρουκτόζη αποκλειστικά προς γαλακτικό οξύ
- Η ζύμωση των εξοζών από ετεροζυμωτικά γαλακτικά βακτήρια:
στην περίπτωση αυτή το γαλακτικό οξύ δεν είναι το μόνο προϊόν που σχηματίζεται από τη διάσπαση των σακχάρων. Η ζύμωση της γλυκόζης εκτός από γαλακτικό οξύ δίνει οξικό οξύ, γλυκερολη, αιθυλική αλκοόλη, ενώ η ζύμωση της φρουκτόζης δίνει τη μαννιτόλη
- Η ζύμωση των πεντοζών:
Οι πεντόζες, αραβινόζη και ξυλόζη, διασπώνται από τα γαλακτικά βακτήρια με μηχανισμό που θυμίζει αυτόν της ετερογαλακτικής ζύμωσης. Η ζύμωση των πεντοζών πραγματοποιείται μετά το τέλος της μηλογαλακτικής ζύμωσης και καθιστά τους οίνους αποξηραμένους και ισχνούς.

Η πρόληψη των ασθενειών αυτών επιτυγχάνεται με αύξηση της οξύτητας, με πλήρη ζύμωση των σακχάρων, με παρακολούθηση της αλκοολικής ζύμωσης ώστε να αποφευχθεί η διακοπή της και με έγκαιρη προσθήκη θειώδη ανυδρίτη. Η θεραπεία πραγματοποιείται με αναστολή της βακτηριακής δράσης με θείωση, σε προχωρημένη προσβολή απαιτείται παστερίωση στους 65°C (Σουφλερός, 2015).

d. Ασθένεια της πάχυνσης

Η πάχυνση αποτελεί μια ιδιαίτερη περίπτωση της μηλογαλακτικής ζύμωσης, κατά την ασθένεια αυτή ένα μέρος του μηλικού οξέος και των αζύμωντων σακχάρων μετατρέπονται από ετεροζυμωτικά γαλακτοβακτήρια του γένους *Oenococcus* σε γλοιώδη μάζα (Μπαλατσούρας, 2006). Ο

προσβεβλημένος οίνος χαρακτηρίζεται από αυξημένο ιξώδες και βλεννώδη σύσταση, όμως διατηρεί τη χαρακτηριστική του γεύση και άρωμα. Ο πρόληψη της ασθένειας γίνεται με προσθήκη SO₂ ή με την προσθήκη τρυγικού οξέος. Τέλος η θεραπεία της πραγματοποιείται με προσθήκη 6-8 g/hL SO₂ σε συνδυασμό με ισχυρή ανατάραξη του οίνου παρουσία αέρα, έτσι θα γίνει διάσπαση του υψηλού ιξώδους.

e. Γαλακτική ζύμωση του κιτρικού οξέος

Η ασθένεια αυτή συντελείται κατά τη διάρκεια της μηλογαλακτικής ζύμωσης, όπου κάποια γαλακτικά βακτήρια δρουν πάνω στο κιτρικό οξύ και παράγουν πτητικά οξέα με αποτέλεσμα την αύξηση της πτητικής οξύτητας. Για το λόγο αυτό η εφαρμογή του κιτρικού οξέος στην οινολογία είναι περιορισμένη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Φτάνοντας στο τέλος αυτής της πτυχιακής εργασίας, κατά την οποία αναπτύχθηκε το περίπλοκο φαινόμενο της μηλογαλακτικής ζύμωσης και αναλυθήκαν όσο το δυνατόν καλύτερα όλοι οι παράγοντες που την επηρεάζουν, παράγοντες όπως η ποικιλίες των σταφυλιών, η ωρίμανση τους και οι τεχνικές οινοποίησης, καθώς και οι παράγοντες που επηρεάζουν το χρόνο εκκίνησης της. Επιπλέον αναπτυχθήκαν οι μέθοδοι με τις οποίες γίνεται εφικτή η παρακολούθηση της, διακρίνοντας τις σε ποιοτικές και ποσοτικές, μπορούν να συγκριθούν και δίνουν τα παρακάτω συμπεράσματα. Αρχικά βλέποντας τις ποιοτικές μεθόδους, χρωματογραφία χάρτου (PC) και χρωματογραφία λεπτής στοιβάδας (TLC) γίνεται κατανοητό ότι και οι δυο μέθοδοι είναι σχετικά φθηνές και παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες για την πρόοδο της μηλογαλακτικής ζύμωσης, όμως δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για επιβεβαίωση ολοκλήρωσης της, όπως οι ποσοτικές, διότι δεν ανιχνεύουν το μηλικό οξύ σε μικρές συγκεντρώσεις. Συγκρίνοντας τις ποιοτικές μεθόδους μεταξύ τους παρατηρείται ότι η TLC πλεονεκτεί έναντι της PC καθώς παρέχει γρηγορότερο διαχωρισμό των ουσιών χρησιμοποιώντας ταυτόχρονα μικρότερη ποσότητα διαλύτη, ο οποίος έχει και μεγαλύτερη αντοχή σε σχέση με τον διαλύτη που χρησιμοποιείται στη PC, ακόμα η TLC στο χρωματογράφημα της μπορεί να διαχωρίσει το γαλακτικό

οξύ από το ηλεκτρικό δίνοντας τη δυνατότητα ανίχνευσης του ευκολότερα. Για τους λογούς αυτούς η χρωματογραφία λεπτής στοιβάδας βρίσκει εφαρμογή σε μεγαλύτερο εύρος στη βιομηχανία οίνου. Συγκρίνοντας τώρα τις ποσοτικές μεθόδους παρακολούθησης της μηλογαλακτικής ζύμωσης στους οίνους βγαίνει το συμπέρασμα πως και οι τέσσερις μέθοδοι που αναπτυχθήκαν δίνουν ακριβή αποτελέσματα. Όμως η τριχοειδής ηλεκτροφόρηση έναντι της υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης (HPLC) και της ενζυμική ανάλυσης εμφανίζει τα πλεονεκτήματα ότι είναι πιο απλή τόσο στην προετοιμασία των δειγμάτων που προορίζονται για ανάλυση, όσο και στη λειτουργία της. Επιπλέον οι διαλύτες που χρησιμοποιούνται κατά τη τριχοειδή ηλεκτροφόρηση καταναλώνονται με αργό ρυθμό και είναι λιγότερο επικίνδυνοι σε σχέση με τους διαλύτες που χρησιμοποιούνται στην HPLC και την ενζυμική ανάλυση, έτσι μειώνεται και το κόστος αγοράς τους.

Σχετικά με την μέθοδο παρακολούθησης την μηλογαλακτικής ζύμωσης με τη χρήση υπερήχων πρέπει να αναφερθεί πως είναι μια τεχνική, η οποία έχει εφαρμοστεί σε εργαστηριακό επίπεδο σε ένα συγκεκριμένο οίνο κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες ζύμωσης και απαιτούνται επιπλέον έρευνες σε οίνους από διαφορετικές ποικιλίες και σε άλλες συνθήκες ζύμωσης ώστε να παρατηρηθούν τα αποτελέσματα που δίνει και να διορθωθούν τυχόν αστοχίες. Οπότε δεν συγκρίνεται σε μεγάλο βαθμό με τις υπόλοιπες μεθόδους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ✓ Ζαρμπούτης Β. Α. και Τσιβεριώτου Α. Μ. (2003). Στοιχεία Αμπελουργίας & Οινολογίας. Αθήνα: Ίων.
- ✓ Κοτσιδέρης Γ., Καλλίθρακα Σ., Προξενία Ν. (2012). ΟΙΝΟΛΙΓΙΑ ΙΙ, Εργαστηριακές ασκήσεις. Αθήνα: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- ✓ Μπαλατσούρας Γ. (2006). Μικροβιολογία Τροφίμων. Β Έκδοση. Αθήνα: Έμβρυο
- ✓ Παπράς Α. (1995). Δράση βακτηρίων γαλακτικού οξέος κατά την οινοποίηση γλεύκους σταφυλιών. Αθήνα: Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- ✓ Παπανδρέου Θ. Σ.Ζ. (2016). Έρευνα για την επίδραση της μηλογαλακτικής ζύμωσης σε ερυθρό οίνο ποικιλίας Αγιωργίτικο με χρήση γαλακτικών βακτηρίων. Αθήνα: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- ✓ Πατεράκη Χ. (2012). Ταυτοποίηση ζυμών και προσδιορισμός φαινολικών συστατικών κατά την ερυθρή οινοποίηση γλεύκους οίνοαμπέλου Αγιωργίτικο. Αθήνα: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- ✓ Τσακίρης Α. (2014). Οινολογία, από το σταφύλι στο κρασί. 4^η Έκδοση. Αθήνα : Ψυχαλού.
- ✓ Σουφλερός ΗΡ. Ε. (2015). Οινολογία, επιστήμη & τέχνη. 3^η Έκδοση. Θεσσαλονίκη: Ευάγγελος Ηρ. Σουφλερός.
- ✓ Φράγκος Γ. Φ. (2017). Μελέτη επίδρασης της μηλογαλακτικής ζύμωσης στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των ερυθρωπών οίνων ποικιλίας Μοσχοφίλερο με χρήση διάφορων στελεχών γαλακτικών βακτηρίων. Αθήνα: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- ✓ Ποικιλίες αμπέλου. (2013). Διαθέσιμο στη σελίδα: http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/Ποικιλίες_αμπέλου. Τελευταία επίσκεψη: 1/2/2018.
- ✓ E-georponoi.gr. (2015). Ροζέ οινοποίηση. Διαθέσιμο στη σελίδα: <http://www.e-georponoi.gr/index.php/2015-10-07-11-20-43/item/79-roze-oinopoiisi>. Τελευταία επίσκεψη: 1/2/2018.
- ✓ Malolactic Fermentation Monitoring. (2011). Available at: <http://www.vintessential.com.au/resources/articles/malolactic-fermentation-monitoring.html>. Τελευταία επίσκεψη: 1/2/2018.

- ✓ Ines Mato, Silvia Suarez – Luque, Jose F. Huido bro*. (2005). A review of analytical methods to determine organic acids in grape juices and wines. Available at: www.sciencedirect.com. Τελευταία επίσκεψη: 3/2/2017.
- ✓ D. Novoa-Díaz, J.M. Rodríguez-Nogales, E. Fernández-Fernández, J. Vila-Crespo, J. García-Álvarez, M.A. Amer, J.A. Chávez, A. Turó, M.J. García-Hernández, J. Salazar. (2014). Ultrasonic monitoring of malolactic fermentation in red wines. Available at: www.sciencedirect.com. Τελευταία επίσκεψη: 1/2/2017.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

- ✓ www.sciencedirect.com.
- ✓ www.vintessential.com.
- ✓ www.gaiapedia.gr
- ✓ www.e-geoponoi.gr
- ✓ www.wineplus.gr
- ✓ www.keosoe.gr