

**Α.Τ.Ε.Ι. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ  
ΟΙΝΟΠΟΙΩΝ»**



**ΚΙΝΗΡΙΔΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ, ΑΜ: 2004149**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής μελέτης είναι η βιβλιογραφική ανασκόπηση των διαφόρων μεθόδων επεξεργασίας των αποβλήτων που προέρχονται από τα οινοποιεία αλλά και οι τρόποι και το ποσοστό εκμετάλλευσης των προϊόντων αυτής της επεξεργασίας.

Για το σκοπό αυτό, η εργασία χωρίστηκε σε έξι κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην παραγωγική διαδικασία του οίνου με την αναλυτική περιγραφή μιας μονάδας παραγωγής κρασιού. Στη συνέχεια, αναφέρονται όλα τα είδη αποβλήτων που προκύπτουν κατά την παραγωγική διαδικασία στα διάφορα στάδια της οινοποίησης και γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση των διαφόρων μεθόδων επεξεργασίας των αποβλήτων σύμφωνα με την ξένη αλλά και ελληνική βιβλιογραφία. Ακολουθεί το τρίτο κεφάλαιο, στο οποίο γίνεται περιγραφή όλων των πιθανών χρήσεων των προϊόντων της επεξεργασίας των αποβλήτων και το τέταρτο κεφάλαιο στο οποίο αναφέρονται τα ευρωπαϊκά προγράμματα επεξεργασίας αποβλήτων οινοποιίας που βρίσκονται σε ισχύ σήμερα σε Ελλάδα και Κύπρο. Τέλος, αναφέρονται τα οφέλη που προκύπτουν από την επεξεργασία των αποβλήτων των οινοποιείων και δίνονται τα συμπεράσματα της βιβλιογραφικής αυτής ανασκόπησης.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Στο σημείο αυτό θεωρώ υποχρέωσή μου να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου **κ. Φαρμάκη** για την πολύτιμη καθοδήγησή του.

Επιπλέον, οφείλω να αφιερώσω την πτυχιακή μου εργασία στην οικογένειά μου που μου συμπαραστάθηκε όλα τα χρόνια της φοίτησής μου στο ΑΤΕΙ Καλαμάτας.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

|  |    |
|--|----|
| ΠΡΟΛΟΓΟΣ .....                                 | 2  |
| ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....                              | 3  |
| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....                               | 4  |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....                                 | 7  |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 .....                               | 9  |
| ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΟΙΝΟΥ .....                           | 9  |
| 1.1 Η ιστορική αναδρομή του οίνου .....        | 9  |
| 1.2 Γενικά για το κρασί.....                   | 12 |
| 1.3 Χημική σύσταση των σταφυλιών .....         | 14 |
| 1.3.1 Σύσταση του βότρυ (τσαμπιού) .....       | 14 |
| 1.3.2 Σύσταση των γιγάρτων (κουκουτσιών) ..... | 14 |
| 1.3.3 Σύσταση της φλούδας .....                | 15 |
| 1.3.4 Σύσταση της σάρκας .....                 | 15 |
| 1.4 Στάδια ανάπτυξης και επεξεργασίας.....     | 16 |
| 1.4.1 Ο τρύγος.....                            | 16 |
| 1.4.2 Έκθλιψη σταφυλιού .....                  | 17 |
| 1.4.3 Το θειώδες οξύ στην οινοποίηση .....     | 17 |
| 1.5 Στάδια οινοποίησης.....                    | 19 |
| 1.5.1 Συγκομιδή .....                          | 19 |
| 1.5.2 Θραύση .....                             | 19 |
| 1.5.3 Διαχωρισμός του χυμού .....              | 20 |
| 1.5.4 Η κατεργασία του μούστου.....            | 23 |
| 1.5.5 Η διαδικασία της ζύμωσης.....            | 24 |
| 1.5.6 Μηλογαλακτική ζύμωση.....                | 28 |
| 1.5.7 Μεταγγίσεις.....                         | 28 |
| 1.6 Εναλλακτικοί τύποι οινοποίησης.....        | 30 |
| 1.6.1 Λευκή οινοποίηση.....                    | 30 |

|  |    |
|--|----|
| 1.6.2 Ερυθρή και ροζέ οινοποίηση .....                                   | 32 |
| 1.6.3 Οινοποίηση αφρωδών οίνων.....                                      | 33 |
| 1.6.4 Οινοποίηση γλυκών οίνων.....                                       | 34 |
| 1.7 Παλαίωση και εμφιάλωση .....   | 35 |
| 1.7.1 Παλαίωση/ωρίμανση.....   | 35 |
| 1.7.2 Εμφιάλωση.....   | 36 |
| <br>   |    |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 .....   | 39 |
| ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΟΙΝΟΠΟΙΕΙΩΝ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΥΤΩΝ.....                 | 39 |
| 2.1 Γενικά.....  | 39 |
| 2.2 Κατηγορίες αποβλήτων.....  | 40 |
| 2.2.1 Λύματα/wastewaters.....  | 41 |
| 2.2.2 Στερεά απόβλητα .....  | 43 |
| 2.3 Μέθοδοι επεξεργασίας αποβλήτων οινοποιείων .....                     | 46 |
| 2.3.1 Βιοαντιδραστήρες σειράς αλληλουχίας (SBR).....                     | 46 |
| 2.3.2 Αναερόβια χώνευση.....   | 49 |
| 2.3.3 Αποτέφρωση .....   | 51 |
| 2.3.4 Πυρόλυση.....  | 52 |
| 2.3.5 Οξονισμός .....  | 53 |
| <br>   |    |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 .....   | 56 |
| ΠΙΘΑΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΟΙΝΟΠΟΙΙΑΣ..... | 56 |
| 3.1 Γενικά .....   | 56 |
| 3.2 Περιεκτικότητα σε φαινολικά .....                                    | 57 |
| 3.3 Βελτιωτικά και λιπάσματα κομποστοποίησης.....                        | 63 |
| 3.4 Παραγωγή πουλουλάνης.....  | 67 |
| 3.5 Απορροφητικό βαρέων μετάλλων.....                                    | 68 |
| 3.6 Παραγωγή ενέργειας .....   | 71 |
| <br>   |    |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 .....   | 74 |
| ΕΥΡΩΠΑΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΟΙΝΟΠΟΙΕΙΩΝ.....      | 74 |
| 4.1 Πρόγραμμα DIONYSOS .....   | 74 |

|  |    |
|--|----|
| 4.1.1 Γενικά.....                                      | 74 |
| 4.1.2 Στόχος του προγράμματος.....                     | 75 |
| 4.1.3 Μέθοδος επεξεργασίας.....                        | 75 |
| 4.1.4 Βιωσιμότητα επένδυσης.....                       | 77 |
| 4.2 Πρόγραμμα WINEC.....                               | 78 |
| 4.2.1 Γενικά.....                                      | 78 |
| 4.2.2 Στόχος του προγράμματος.....                     | 79 |
| 4.2.3 Πρακτικές εφαρμογές.....                         | 80 |
| <br>   |    |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....  | 82 |
| ΟΦΕΛΗ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ |    |
| .....  | 82 |
| 5.1 Περιβαλλοντικά οφέλη.....                          | 82 |
| 5.2 Οικονομικά οφέλη.....                              | 83 |
| <br>   |    |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....  | 85 |
| <br>   |    |
| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....                                      | 85 |
| <br>   |    |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....                                      | 88 |
| Ελληνική.....  | 88 |
| Ξένη.....  | 88 |
| Δικτυακοί τόποι.....                                   | 91 |

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Λόγω της συνεχούς αύξησης των αποβλήτων και της ραγδαίας αύξησης της μόλυνσης του εδάφους και των υδάτων, οι επιστήμονες έχουν στραφεί στην εύρεση νέων μεθοδολογιών για την ορθολογική επεξεργασία των αποβλήτων. Σήμερα, υπάρχει ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για την αξιοποίηση των καταλοίπων που παράγονται από την βιομηχανία οίνου. Συγκεκριμένα, τα απόβλητα από τα οινοποιεία φαίνεται πως θα μπορούσαν να αποτελέσουν μια εναλλακτική πηγή φυσικών αντιοξειδωτικών. Τα φυσικά αντιοξειδωτικά έχουν κερδίσει έδαφος έναντι των συνθετικών λόγω του γεγονότος ότι είναι περισσότερο ασφαλή για τον ανθρώπινο οργανισμό. Επιπλέον, τα απόβλητα από την παραγωγή κρασιού μπορούν δυνητικά να χρησιμοποιηθούν ως βελτιωτικό εδάφους ή ως λίπασμα στους αμπελώνες.

Σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής μελέτης είναι η βιβλιογραφική ανασκόπηση των διαφόρων μεθόδων επεξεργασίας των αποβλήτων που προέρχονται από τα οινοποιεία αλλά και οι τρόποι και το ποσοστό εκμετάλλευσης των προϊόντων αυτής της επεξεργασίας.

Για το σκοπό αυτό, η εργασία χωρίστηκε σε έξι κεφάλαια. Συγκεκριμένα:

Στο **πρώτο κεφάλαιο** γίνεται αναφορά στην παραγωγική διαδικασία του οίνου με την αναλυτική περιγραφή μιας μονάδας παραγωγής κρασιού.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο**, αναφέρονται όλα τα είδη αποβλήτων που προκύπτουν κατά την παραγωγική διαδικασία στα διάφορα στάδια της οινοποίησης και γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση των διαφόρων μεθόδων επεξεργασίας των αποβλήτων σύμφωνα με την ξένη αλλά και ελληνική βιβλιογραφία.

Στο **τρίτο κεφάλαιο**, γίνεται περιγραφή όλων των πιθανών χρήσεων των προϊόντων της επεξεργασίας των αποβλήτων.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο** στο οποίο αναφέρονται τα ευρωπαϊκά προγράμματα επεξεργασίας αποβλήτων οινοποιείας που βρίσκονται σε ισχύ σήμερα σε Ελλάδα και Κύπρο.

Στο **πέμπτο κεφάλαιο** αναφέρονται τα οφέλη που προκύπτουν από την επεξεργασία των αποβλήτων των οινοποιείων.

Τέλος, στα **συμπεράσματα** ανακεφαλαιώνονται τα σημαντικότερα σημεία της βιβλιογραφικής αυτής ανασκόπησης.



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΟΙΝΟΥ

### 1.1 Η ιστορική αναδρομή του οίνου

Η καλλιέργεια της αμπέλου άρχισε στις Ανατολικές ακτές της Μαύρης Θάλασσας πριν 10.000 χρόνια περίπου και από εκεί εξαπλώθηκε προς την Αίγυπτο, περνώντας από την Περσία και την Βαβυλωνία (Ασημιάδης, Μ., 2002). Οι Ρωμαίοι γνώρισαν το κρασί από τους Έλληνες αποίκους και τους γηγενείς Ετρούσκους (Johnson, H., Robinson, J., 2001). Οι Ρωμαίοι ήταν οι πρώτοι που προσπάθησαν να εγκαταστήσουν αμπελοκαλλιέργειες στις κατεκτημένες περιοχές, εισήγαγαν όμως και ελληνικά κρασιά (Johnson, H., 1989). Τελικά, διέπρεψαν στην παραγωγή (βελτίωσαν τις τεχνικές καλλιέργειας και οινοποιίας) και κυρίως στο εμπόριο, εκτοπίζοντας σταδιακά από την αγορά την παρακμάζουσα Ελλάδα και κυριαρχώντας μέχρι και το τέλος της αρχαιότητας (Johnson, H., 1989).

Στους χρόνους μετά την κατάρρευση της Ρώμης, με τις μεταναστεύσεις των λαών και τις καθόδους διάφορων νομαδικών φύλων στην Ευρώπη και τη Μεσόγειο, η αμπελουργία βρέθηκε σε μια περίοδο οπισθοδρόμησης. Ειδικά στη Δύση, με την αποδιάρθρωση του εμπορίου και της γεωργίας, μειώθηκαν τόσο οι καλλιεργούμενες εκτάσεις, όσο και η ποιότητα των κρασιών. Σε κάποιες περιοχές η αμπελουργία εγκαταλείφθηκε για αιώνες. Οι κληρικοί και μοναχοί, που χρειαζόνταν το κρασί, κυρίως για λειτουργικούς σκοπούς, ήταν σε πολλές περιπτώσεις αυτοί που συνετέλεσαν στη διατήρηση της οινοποιητικής παράδοσης των τέως Ρωμαϊκών κτήσεων, όπως η Γαλλία, η Ισπανία και η περιοχή του Ρήνου στη Γερμανία. Ακόμη και σήμερα μερικοί δημοφιλείς γαλλικοί αμπελώνες ανήκουν σε μοναστήρια. Από τα χρόνια του Καρλομάγνου, κατά το ξεκίνημα του κυρίως Μεσαίωνα, η τέχνη του κρασιού άρχισε σιγά-σιγά να ακμάζει. Ο ίδιος ο Καρλομάγνος όρισε την αμπελοφύτευση περιοχών της Γερμανίας και της Ελβετίας (Willi K.H. Bode, 1993).

Στο Βυζάντιο, οι μοναχοί διαδραμάτισαν σπουδαίο ρόλο, συν τοις άλλοις και για το λόγο ότι όλο και μεγαλύτερες καλλιεργήσιμες εκτάσεις περιέρχονταν στη μοναστηριακή και εκκλησιαστική περιουσία. Οι μοναχοί είχαν έτσι την άνεση να κατασκευάζουν μεγάλα, σύγχρονα για την εποχή οινοποιεία, να βελτιώνουν τις τεχνικές παραγωγής και την ποιότητα του κρασιού. Μεταξύ των πραγμάτων που άλλαξαν είναι και η συνήθεια των αρχαίων Ελλήνων της ανάμειξης του οίνου με νερό, που εγκαταλείφθηκε οριστικά. Κρασί παραγόταν σε όλη τη βυζαντινή επικράτεια, αλλά τα πιο ξακουστά κρασιά παρέμεναν αυτά των περιοχών που είχαν και στην αρχαία Ελλάδα αντίστοιχη φήμη. Η περίοδος της Τουρκοκρατίας, παρά τις δυσκολίες της, δεν περιόρισε σημαντικά την ελληνική αμπελουργία καθώς τα μοναστηριακά κτήματα και πολλές νησιωτικές περιοχές είχαν ευνοϊκότερη αντιμετώπιση όσον αφορά το καθεστώς φορολογίας (Βασιλοπούλου, Φ., Ταμπακοπούλου, Χ. κ.ά., 2008).

Την ίδια περίοδο στη Δύση, η τέχνη του κρασιού γνώρισε τη μεγάλη ανάπτυξη που οδήγησε στη σημερινή της ακμή. Από το 13ο αιώνα οι Άραβες προώθησαν την αμπελουργία στην κατεκτημένη Ιβηρική χερσόνησο. Έτσι το 16ο αιώνα η καλλιέργεια αμπελιών έχει πλέον εξαπλωθεί σχεδόν παντού στην Ισπανία, αλλά και τη Γαλλία. Η εποχή αυτή έφερε αρκετές τεχνικές καινοτομίες, όπως τη χρήση της γυάλινης φιάλης και του φελλού και την παρασκευή σαμπάνιας, που αποδίδεται στον Γάλλο Βενεδικτίνο μοναχό Περινιόν. Με την εξερεύνηση των θαλασσιών οδών από τους Ισπανούς και Πορτογάλους εξερευνητές, άνοιξαν νέοι ορίζοντες: το εμπόριο συνέβαλε, όπως και παλαιότερα, στην ανάπτυξη της οινοποιίας, ενώ επιχειρήθηκε η αμπελοκαλλιέργεια στη Νότιο Αφρική, την Αυστραλία και το Νέο Κόσμο (Johnson, H., 1989).

Το τελευταίο αυτό εγχείρημα είχε απρόβλεπτες συνέπειες, οφειλόμενες κυρίως σε ένα μικρό και άγνωστο μέχρι τότε έντομο, τη φυλλοξήρα, στον αμερικανικό περονόσπορο καθώς και στον επίσης αμερικανικής προέλευσης μύκητα ωίδιο. Η ευρωπαϊκή άμπελος (*Vitis vinifera*) δε μπορούσε να επιβιώσει στη νέα ήπειρο, ιδίως στο βόρειο τμήμα της. Αυτό ανάγκασε τους αποίκους να χρησιμοποιήσουν ενδημικά, ανθεκτικά αμερικανικά είδη (άγρια μέχρι τότε, καθώς οι ινδιάνοι ουδέποτε επιδόθηκαν στην αμπελουργία), όπως τα *Vitis rotundifolia*, *V. labrusca*, *V. riparia*

κ.ά., συνήθως μετά από υβριδισμό με ευρωπαϊκές ποικιλίες *V. vinifera*. Όταν, από το 18ο αιώνα και έπειτα, μεταφέρθηκαν τέτοιες υβριδικές ποικιλίες στην Ευρώπη, το ωίδιο και ο περονόσπορος προκάλεσαν μεγάλες καταστροφές στους Γαλλικούς αμπελώνες. Η εισαγωγή καθαρών αμερικανικών ποικιλιών συνοδεύτηκε από την εισαγωγή της φυλλοξήρας, που πλέον σχεδόν εξολόθρευσε τα γαλλικά αμπέλια. Τα προβλήματα αυτά λύθηκαν με τη μελέτη και καλλιέργεια "διηπειρωτικών" υβριδίων, ανθεκτικών μεν, αλλά με μορφολογία και καρπό όμοιο με των πατροπαράδοτων ευρωπαϊκών ποικιλιών.

Η ελληνική αμπελουργία υπέστη σχεδόν ολοκληρωτική καταστροφή κατά την επανάσταση του 1821, αλλά κατόπιν γρήγορα οι καλλιεργούμενες εκτάσεις αποκαταστάθηκαν και μάλιστα αυξήθηκαν. Μεγάλο μέρος αυτών όμως, κυρίως στην Πελοπόννησο, φυτεύτηκε πλέον όχι με άμπελο για οινοποιία, αλλά με σταφιδάμπελο. Η κορινθιακή σταφίδα ήταν το κύριο εξαγωγικό προϊόν και στύλος της εθνικής οικονομίας του νεοσύστατου κράτους, με ανοδικές τάσεις μέχρι και το τέλος του 19ου αιώνα. Ας σημειωθεί ότι η σταφίδα αυτή συνήθως προοριζόταν για παραγωγή ξηροσταφιδίτη οίνου στο εξωτερικό, κυρίως στη Γαλλία, που εκείνα τα χρόνια έχανε τα αμπέλια της από τη φυλλοξήρα (Βασιλοπούλου, Φ., Ταμπακοπούλου, Χ. κ.ά., 2008).

Σε αυτές και τις επόμενες δεκαετίες η αμπελουργία συνολικά αναπτύχθηκε και οι αντίστοιχες εκτάσεις στην ελληνική επικράτεια αυξήθηκαν, ειδικά με τις προσαρτήσεις της Θεσσαλίας, της Μακεδονίας και της Κρήτης. Έως τα μέσα όμως του 20ού αιώνα είχε επέλθει ξανά σημαντική πτώση, οφειλόμενη στην επιδημία φυλλοξήρας που έπληξε τη Μακεδονία, αλλά και στις πολυτάραχες ιστορικές συγκυρίες. Σημαντικό πάντως για την ελληνική οινοποιία από την επανάσταση και έπειτα είναι ότι στην περίοδο αυτή μπήκαν οι βάσεις της ελληνικής οινολογίας και της ελεγχόμενης και υψηλής ποιότητας παραγωγής κρασιού, που ξέφυγε από τα δεδομένα του πατροπαράδοτου σπιτικού κρασιού (Βασιλοπούλου, Φ., Ταμπακοπούλου, Χ. κ.ά., 2008).

## 1.2 Γενικά για το κρασί

Κρασί είναι το αλκοολούχο ποτό που παρασκευάζεται από τη ζύμωση του χυμού των *σταφυλιών*. Τα κρασιά τα οποία παρασκευάζονται από άλλα φρούτα πάντα φέρουν την αντίστοιχη ονομασία. Η χημική σύσταση του κρασιού είναι περίπου 87,7% νερό, 11,0% αλκοόλ, 1,0% οξέα και 0,2% τανίνες (Ασημιάδης, Μ., 2002).

Το κρασί είναι ιδιαίτερου ενδιαφέροντος για διάφορους λόγους. Είναι αφενός ένα δημοφιλές ποτό που συνοδεύει και ενισχύει ένα ευρύ φάσμα γεύσεων και αφετέρου αποτελεί σημαντικό γεωργικό προϊόν που αντικατοπτρίζει την ποικιλία του εδάφους και το κλίμα ενός τόπου. Χρησιμοποιείται, επίσης, σε θρησκευτικές τελετές σε πολλούς πολιτισμούς, ενώ το εμπόριο κρασιού είναι ιστορικής σπουδαιότητας για πολλές περιοχές (Τσακίρης, Α.& Παπούλιας Θ., 1996).

Γενικά η παρασκευή του οίνου διακρίνεται σε 3 στάδια:

1. *Γλυκοποίηση* (διαδικασία παρασκευής χυμού).
2. *Ζύμωση* (μετατροπή σακχάρων σε αλκοόλη,  $\text{CO}_2$  και θερμότητα) σύμφωνα με την αντίδραση:  
$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2 + 23,5 \text{ Kcal}$$
3. *Ωρίμανση* (βελτίωση και σταθεροποίηση των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του).

Υπάρχουν διάφορα βήματα επεξεργασίας κατά την παραγωγή του κρασιού. Αρχικά, τα σταφύλια αφήνονται να ωριμάσουν στον αμπελώνα έως ότου επιτύχουν την κατάλληλη περιεκτικότητα σε ζάχαρη, η οποία είναι περίπου 18,0% ή περισσότερο, καθώς και το κατάλληλο επίπεδο οξύτητας. Βέβαια πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στο στάδιο αυτό διότι κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης στον αμπελώνα, τα σταφύλια μπορεί να μολυνθούν από μύκητες, ζύμες και βακτηρίδια.

Το δεύτερο βήμα στην παραγωγή του κρασιού είναι η ζύμωση των σταφυλιών με διάφορες ζύμες και βακτηρίδια γαλακτικού οξέος. Τα σταφύλια μπορούν να ζυμωθούν με την προσθήκη επιλεγμένων ζυμών κρασιού για να κυριαρχήσουν της ζύμης που προέρχεται από τον αμπελώνα (επιφάνεια, φύλλα, και μίσχοι σταφυλιών),

καθώς και του περιβάλλοντος των οινοποιιών (δεξαμενές, βαρέλια, μάνικες). Η προσθήκη ενός επιλεγμένου είδους ζύμης εξασφαλίζει μια πλήρη ζύμωση χωρίς την απώλεια αρώματος, καθώς επίσης και την παραγωγή ενός κρασιού με συγκεκριμένη ποιότητα γεύσης. Η θερμοκρασία ζύμωσης και τα χαρακτηριστικά των επιλεγμένων ζυμών καθορίζουν την ποσότητα και τον τύπο των αρωματικών ουσιών στο τελικό προϊόν, οπότε και πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα. Κατά τη διάρκεια της αυθόρμητης ζύμωσης διαφορετικές ζύμες παράγονται σε διαφορετικά στάδια της ζύμωσης (Αλεξιάκης, Α. & Χούνος, Ν., 2003).

Στη συνέχεια, ακολουθεί μια δεύτερη ζύμωση από τα βακτηρίδια του γαλακτικού οξέος, γνωστή ως μηλογαλακτική ζύμωση. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, τα βακτηρίδια γαλακτικού οξέος μετατρέπουν το μηλικό οξύ σε γαλακτικό οξύ και διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), γεγονός που οδηγεί σε ελάττωση της οξύτητας του κρασιού. Οι μεταβολικές δραστηριότητες των βακτηριδίων αλλάζουν επίσης τη φρουτώδη γεύση του κρασιού και εισάγουν μερικές αρωματικές ενώσεις. Η θερμοκρασία, το pH, και η διαθεσιμότητα άλλων πηγών ενέργειας έχουν επιπτώσεις στο ποσοστό ανάλωσης του μηλικού οξέος (Ασημιάδης, Μ., 2002).

Μετά από τη ζύμωση, πραγματοποιείται πρόσθετη λεύκανση στο κρασί με διήθηση και έπειτα σταθεροποίηση. Οι γεύσεις του κρασιού μπορούν να συνεχίσουν να αλλάζουν, ενώ το κρασί αποθηκεύεται στα ξύλινα βαρέλια, τις δεξαμενές ανοξειδωτού χάλυβα, και τα γυάλινα μπουκάλια. Σε αυτό το στάδιο της διεργασίας, η παρουσία διαφόρων ζυμών και βακτηριδίων μπορεί να προκαλέσει περαιτέρω μεταβολές στη γεύση του κρασιού. Ανάλογα με το είδος του μικροοργανισμού και την έκταση της αύξησής του, οι επιθυμητές γεύσεις φρούτων μπορούν να αντικατασταθούν από δυσάρεστες οσμές και γεύσεις. Ωστόσο, ορισμένα κρασιά ωφελούνται από την παρατεταμένη ή την βραχυπρόθεσμη ωρίμανση (Ασημιάδης, Μ., 2002).

## 1.3 Χημική σύσταση των σταφυλιών

### 1.3.1 Σύσταση του βότρου (τσαμπιού)

Η χημική σύσταση του βότρου είναι φτωχή σε σάκχαρα με σημαντική περιεκτικότητα σε εξουδετερωμένα οξέα, διότι περιέχει μεγάλη ποσότητα ανόργανων ιόντων. Είναι ιδιαίτερα πλούσιος σε πολυφαινόλες και ο κυτταρικός χυμός του έχει pH μεγαλύτερο του 4. Η συμμετοχή του βότρου στην εκχύλιση έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ολικής οξύτητας και την αύξηση της ενεργού οξύτητας (pH). Η περιεκτικότητά του σε νερό κυμαίνεται μεταξύ 65,0 και 80,0% και εξαρτάται από το βαθμό της ωριμότητάς του, ενώ η περιεκτικότητά του σε σάκχαρα δεν ξεπερνά τα 10/1000g.

### 1.3.2 Σύσταση των γιγάρτων (κουκουτσιών)

Κάθε ράγα περιέχει τέσσερα κουκούτσια. Αποτελούν το 3,0 -6,0% του συνολικού βάρους του σταφυλιού. Η σύσταση τους σε γραμμάρια ανά 100 γρ. είναι:

- Νερό 25,0 – 45,0gr
- Σάκχαρα-πολυσακχαρίτες 34,0 –36,0gr
- Έλαια 13,0 –20,0 gr
- Τανίνες 4,0 –6,0 gr
- Αζωτούχα συστατικά 4,0 –6,5gr
- Ανόργανα συστατικά 2,0 –4,0 gr
- Λιπαρά οξέα 1,0 gr

Ορισμένα συστατικά που βρίσκονται στο εσωτερικό του κουκουτσιού, κυρίως τα έλαια, είναι δυνατόν να υποβαθμίσουν την ποιότητα του κρασιού στην περίπτωση που εξαχθούν και διαλυθούν στο γλεύκος διότι προσδίδουν δυσάρεστη οσμή και γεύση. Για το λόγο αυτό πρέπει να αποφεύγεται το σπάσιμο των κουκουτσιών κατά τη διάρκεια των μηχανικών κατεργασιών του σταφυλιού (Ασημιάδης, Μ., 2002).

### 1.3.3 Σύσταση της φλούδας

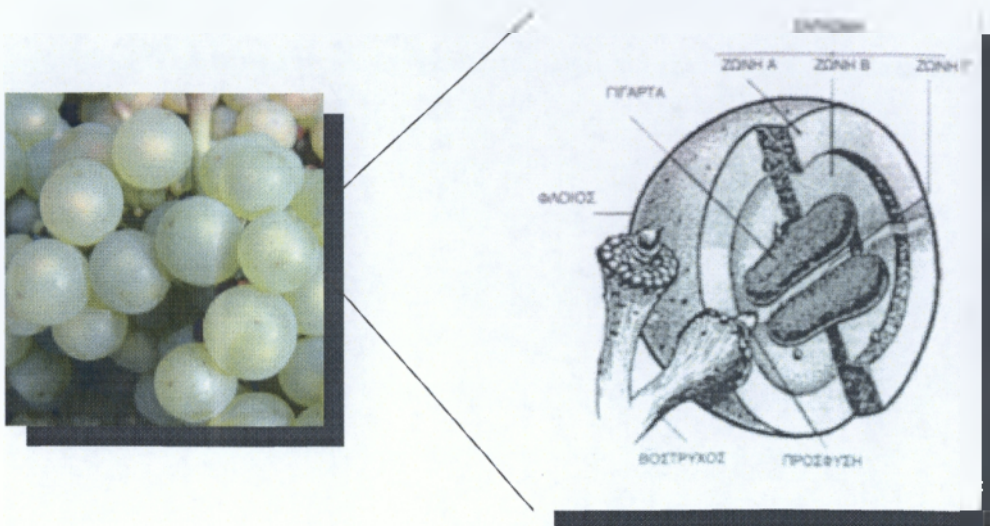
Το ποσό των φλοιών επί τοις εκατό του βάρους των ραγών ποικίλλει ανάλογα με την ποικιλία του αμπελιού και του βαθμού της ωριμότητας της σταφυλής, η οποία κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 7 έως 12%. Επίσης, το ποσοστό του νερού ποικίλλει, συνήθως όμως κυμαίνεται σε ποσοστό 70,0 – 80,0%.

Η φλούδα αποτελείται από την επιδερμίδα και μερικά στρώματα κυττάρων κάτω από αυτήν. Αποτελεί το 6,0 – 9,0% του βάρους του σταφυλιού και ο ρόλος της στην οινοποίηση είναι σημαντικός, αφού από τον τρόπο που θα μεταχειριστεί εξαρτάται κατά ένα μεγάλο μέρος το είδος του κρασιού που θα παραχθεί. Τα σταφύλια που προορίζονται για οινοποίηση έχουν συνήθως σκληρή φλούδα και χυμώδη σάρκα, αντίθετα με τα επιτραπέζια που έχουν φλούδα λεπτή και σάρκα τραγανή.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον ωστόσο, παρουσιάζουν οι χρωστικές των έγχρωμων σταφυλιών οι οποίες περιέχονται μόνο στον φλοιό. Οι χρωστικές αυτές ονομάζονται ανθοκυάνες και απαντώνται σε δυο ή τρία στρώματα κυττάρων κάτω από την επιδερμίδα.

### 1.3.4 Σύσταση της σάρκας

Η σάρκα είναι το πιο σημαντικό μέρος της ράγας και κατέχει συνήθως το 83 με 87% του συνολικού βάρους των ραγών, αλλά πολλές φορές και περισσότερο, μέχρι 90% περίπου. Το κύριο συστατικό του σαρκώματος είναι ο χυμός του, δηλαδή το γλεύκος, αποτελούμενο κυρίως από ζυμώσιμα σάκχαρα και οργανικά οξέα. Τα στερεά μέρη της σάρκας αποτελούνται από τα κυτταρικά τοιχώματα και τις αγγειώδεις δεσμίδες, μέσα από τις οποίες επικοινωνεί η ράγα με το υπόλοιπο φυτό. Τα στερεά αυτά μέρη αποτελούν το 0,5% της σάρκας και συμμετέχουν στη δημιουργία της λάσπης του γλεύκους. Πρέπει να σημειωθεί πως η σάρκα αποτελείται σχεδόν αποκλειστικά από κυτταρικό χυμό (γλεύκος).



**Εικόνα 1.1:** Σάρκωμα (πηγή: <http://antikleidi.wordpress.com/2011/09/05/wine1/>).

## 1.4 Στάδια ανάπτυξης και επεξεργασίας

### 1.4.1 Ο τρύγος

Η κατάσταση της πρώτης ύλης (σταφυλιού) προδικάζει την ποιότητα του τελικού προϊόντος (του κρασιού). Για το λόγο αυτό, πρέπει να τηρούνται οι ακόλουθες διεργασίες:

1. Να γίνεται επιλογή της κατάλληλης ποικιλίας, όταν πρόκειται για ερυθρό ή λευκό κρασί.
2. Η κατάσταση του σταφυλιού να είναι άριστη από πλευράς θρέψης και υγειονομικής κατάστασης.
3. Ο τρύγος να γίνεται σε μέρες με χαμηλή ατμοσφαιρική υγρασία. Εάν υπάρχουν βροχές, διακόπτεται για περίπου δύο ημέρες.
4. Η μεταφορά των σταφυλιών στα οινοποιεία ή στους τόπους έκθλιψης να γίνεται στο συντομότερο δυνατό χρόνο και μέσα σε δοχεία αδρανούς υλικού, συνήθως πλαστικές ή ξύλινες κλούβες μικρής χωρητικότητας.
5. Το προϊόν πρέπει να μην έρχεται σε επαφή με σιδερένια αντικείμενα ή δοχεία.
6. Να έχει πραγματοποιηθεί γενική καθαριότητα όλων των μέσων που χρησιμοποιούνται και έρχονται σε επαφή με το σταφύλι και το μούστο.



### 1.4.2 Έκθλιψη σταφυλιού

Η διαδικασία παραγωγής του γλεύκους και του κρασιού αρχίζει από τη στιγμή που εισέρχεται το προϊόν (σταφύλι) στους χώρους επεξεργασίας.

Τα στοιχεία που πρέπει να εξεταστούν και να τηρηθούν σε αρχείο είναι:

1. Βάρος σταφυλιών.
2. Βάρος σακχάρων, οξύτητας και pH.
3. Φυτούγειονομική κατάσταση του προϊόντος.
4. Επικρατούσες καιρικές συνθήκες.

Ανάλογα με τον τύπο του κρασιού που θα παρασκευαστεί, ακολουθείται η διαδικασία εναπόθεσης των σταφυλιών στους χώρους έκθλιψης, οι οποίοι δύνανται να είναι:

1. Σε ερασιτεχνική βάση: Παραδοσιακά πατητήρια, μηχανικά πιεστήρια, υδραυλικά πιεστήρια. Σημαντικό είναι τα σταφύλια ή ο μούστος να μην έρχονται σε επαφή με σιδερένια αντικείμενα, ενώ τα μηχανήματα και τα δοχεία ζύμωσης πρέπει να είναι απολυμασμένα και βαμμένα στα σιδερένια σημεία τους.
2. Σε επαγγελματική βάση: Τα σταφύλια τοποθετούνται στη σταφυλοδόχο για απορραγισμό και εκροή του γλεύκους και εν συνεχεία το παραγόμενο προϊόν μεταφέρεται στα πιεστήρια. Τα επαγγελματικά πιεστήρια διακρίνονται σε συνεχή και ασυνεχή.

### 1.4.3 Το θειώδες οξύ στην οινοποίηση

Το θειώδες οξύ χρησιμοποιείται σε μεγάλη έκταση στην οινοποιία, καθώς δυσχεραίνει την παρουσία και διατήρηση μικροοργανισμών (μυκήτων και βακτηριδίων) που είναι δυνατό να προκαλέσουν διάφορες ασθένειες στο ζυμούμενο γλεύκος ή στο κρασί. Ο θειώδης ανυδρίτης στην οινοποίηση δεν επεμβαίνει μόνο σαν αντιοξειδωτικό αλλά, κυρίως, σαν αντιοξειδωτικό καταστρέφοντας τις οξειδάσες, οι οποίες είναι ένζυμα που περιέχει το γλεύκος. Η θείωση του γλεύκους προστατεύει το

χρώμα του λευκού κρασιού ενώ στα ερυθρά κρασιά έχει σαν αποτέλεσμα την ενίσχυση του ερυθρού χρώματος έναντι του κίτρινου.

Η ποσότητα του θειώδους που εισάγεται στο μούστο εξαρτάται από τις εξής παραμέτρους:

1. Το βαθμό ωρίμανσης του σταφυλιού
2. Την κατάσταση υγείας του σταφυλιού
3. Τη θερμοκρασία περιβάλλοντος
4. Το pH του γλεύκους

Οι σακχαρομύκητες παρουσία του θειώδους οξέος μπορούν να δράσουν όταν η περιεκτικότητα του σαν διοξείδιο του θείου ( $\text{SO}_2$ ) είναι μικρότερη των 200mg/L, ενώ η δράση τους αναστέλλεται όταν η περιεκτικότητα του κυμαίνεται σε 300–400mg/L. Σε αυτή την περίπτωση τα κύτταρα των σακχαρομυκητών “ναρκώνονται” προσωρινά, οπότε παρεμποδίζεται η αλκοολική ζύμωση. Τέτοιες δοσολογίες εφαρμόζονται όταν θέλουμε να καθυστερήσουμε την έναρξη της αλκοολικής ζύμωσης, προκειμένου να απολασπώσουμε το γλεύκος ή να το μεταφέρουμε σε κάποια μακρινή απόσταση.

Το θειώδες οξύ στο γλεύκος δε βρίσκεται σε μια μόνο μορφή, το μεγαλύτερο μέρος του ενώνεται με καρβονυλικές ενώσεις, σάκχαρα, χρωστικές κ.λπ., ενώ το υπόλοιπο παραμένει ελεύθερο. Από το ελεύθερο θειώδες ένα μέρος εκδιώκεται κατά την ζύμωση, ενώ ένα άλλο μέρος ενώνεται με κατιόντα του γλεύκους προς όξινα θειώδη άλατα κι έτσι παραμένει ένα μικρό ποσό σαν  $\text{SO}_2$ , το οποίο και έχει την κύρια αντισηπτική δράση.

Το θειώδες οξύ χρησιμοποιείται:

- Σαν αέριο που προκύπτει από την καύση του θείου ( $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$ ), η οποία μορφή χρησιμοποιείται κυρίως για την απολύμανση των οινοδοχείων.
- Με τη μορφή του πυροθειώδους καλίου  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ . Πρόκειται για σκόνη που διαλύεται πρώτα σε νερό και μετά προστίθεται στο γλεύκος. Αντιδρά με το τρυγικό οξύ του γλεύκους και απελευθερώνεται  $\text{SO}_2$ .
- Σαν υγρό εντός φιαλών υπό πίεση 3 - 4 ατμοσφαιρών.

## 1.5 Στάδια οινοποίησης

### 1.5.1 Συγκομιδή

Τα φρέσκα και πλήρως ωριμασμένα σταφύλια προτιμώνται ως πρώτη ύλη για την οινοποίηση. Η συγκομιδή των σταφυλιών προτού φθάσουν στην πλήρη ωριμότητα οδηγεί σε ανεπάρκεια ζάχαρης, η οποία δύναται να διορθωθεί με την άμεση προσθήκη ζάχαρης ή με την προσθήκη συμπυκνωμένου χυμού σταφυλιών. Τα σταφύλια που αφήνονται, ώστε να φθάσουν στην πλήρη ωριμότητα στην άμπελο ή που είναι μερικώς ξηρά από την έκθεση στον ήλιο, μετά τη συγκομιδή εμφανίζουν υψηλή περιεκτικότητα σε ζάχαρη ως αποτέλεσμα της φυσικής απώλειας υγρασίας. Ένας ευεργετικός μύκητας, ο *Botrytis cinerea*, μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να επιταχύνει την απώλεια υγρασίας. Αυτά τα σταφύλια χρησιμοποιούνται για να παραγάγουν τους γλυκούς επιτραπέζιους οίνους.

Ο χρόνος της συγκομιδής παίζει σπουδαίο ρόλο στην τελική σύσταση των σταφυλιών. Πιο συγκεκριμένα, η πρόωρη συγκομιδή οδηγεί στα λεπτά, χαμηλής περιεκτικότητας σε οινόπνευμα κρασιά, ενώ η καθυστερημένη συγκομιδή μπορεί να παράγει κρασιά με υψηλή περιεκτικότητα σε αλκοόλ και χαμηλή οξύτητα. Η συγκομιδή μπορεί να ολοκληρωθεί σε ένα ή περισσότερα στάδια. Οι συστάδες σταφυλιών κόβονται από την άμπελο και τοποθετούνται σε κάδους ή σε κουτιά και έπειτα μεταφέρονται σε μεγαλύτερα εμπορευματοκιβώτια για τη μεταφορά στην οινοποιία.

### 1.5.2 Θραύση

Στη σύγχρονη μηχανοποιημένη παραγωγή κρασιού, τα σταφύλια συνθλίβονται και τους αποσπάται το κοτσάνι με τη χρήση θραυστήρα. Η σταφυλή, σε σχέση με άλλους καρπούς, είναι μοναδική σε ό,τι αφορά την υψηλή ποσοστιαία αναλογία σε βοστρύχους οι οποίοι, αν δεν απομακρυνθούν πριν τη ζύμωση, μπορεί να προσδώσουν στο κρασί πικρή ή στυφή γεύση.

Ο θραυστήρας αποτελείται από ένα διάτρητο κύλινδρο που περιέχει πτερύγια που περιστρέφονται με 600,0 έως 1.200,0 στροφές/μίν. Τα σταφύλια καθώς συνθλίβονται πέφτουν μέσα από τις οπές του κυλίνδρου και οι περισσότεροι από τους

μίσχους περνούν από το τέλος του (εικόνα 1.2). Ωστόσο, η απόσπαση του μίσχου από τα σταφύλια και η διαλογή τους μπορεί να γίνει και με το χέρι σε ειδικά διαμορφωμένους ιμάντες διαλογής (εικόνα 1.2).



*Εικόνα 1.2: Αριστερά, θραυστήρας (σταφυλοδόχος) και δεξιά, ιμάντας διαλογής σταφυλιών. (πηγή: <http://www.nemeionestate.gr/items.php?catid=6>).*

### **1.5.3 Διαχωρισμός του χυμού**

Η διαδικασία κατά την οποία λαμβάνουμε από τα σταφύλια το γλεύκος περιλαμβάνει τρεις βασικές κατεργασίες:

- Την έκθλιψη του σταφυλιού,
- Τον αποχωρισμό του γλεύκους από τους βοστρύχους και
- Την πίεση των στεμφύλων προς παραλαβή του απομείναντος σε αυτά γλεύκους.

Η έκθλιψη των σταφυλιών η οποία παλαιότερα γινόταν, σχεδόν αποκλειστικά, με πάτημα (με τα πόδια) γίνεται σήμερα συνήθως με τη χρήση ειδικών μηχανημάτων, των θλιπτηρίων ή σπαστήρων. Οι σπαστήρες αποτελούνται από δύο παράλληλους κυλίνδρους που φέρουν αυλακώσεις οι οποίοι περιστρέφονται με αντίθετες φορές-έχουν δε τέτοια απόσταση μεταξύ τους, ώστε η έκθλιψη των ραγών να είναι πολύ

καλή, αλλά ταυτόχρονα τα γίγαρτα και οι βόστρυχοι να μην συνθλίβονται. Με ανάλογο τρόπο λειτουργούν και τα στραγγιστήρια από των οποίων τις οπές όμως μπορεί να εξέρχεται μόνο το γλεύκος, ενώ τα στέμφυλα λαμβάνονται πλέον από την άκρη του κυλίνδρου. Αυτή η κατεργασία γίνεται πριν τη ζύμωση όταν πρόκειται για λευκή οινοποίηση από λευκά ή ερυθρά σταφύλια, ενώ για την ερυθρά οινοποίηση λαμβάνει χώρα σε κάποιο χρονικό διάστημα μετά την έναρξη της ζύμωσης.

Τα στέμφυλα, μετά τις παραπάνω κατεργασίες περιέχουν ακόμα σημαντικά ποσά γλεύκους. Για να παραλάβουμε τα ποσά αυτά χρησιμοποιούμε τα πιεστήρια, όπου τοποθετούνται τα συνθλιμμένα σταφύλια. Για την περαιτέρω σύνθλιψη των σταφυλιών υπάρχουν δύο τύποι πιεστηρίων, τα παραδοσιακά πιεστήρια και τα οριζόντια πιεστήρια (πρέσα Willmes).

Η παραδοσιακή πρέσα αποτελείται συνήθως από μία βάση (ξύλινη ή σιδερένια) ένα σιδερένιο κοχλία στηριγμένο στο κέντρο της βάσης και ένα περικόχλιο που στρέφεται με μοχλό περί τον κοχλία. Το περικόχλιο κατεβαίνοντας πιάζει ένα σύνολο δοκών που έχουν τοποθετηθεί ανά ζεύγη κάθετα το ένα στο άλλο μεταφέροντας τέλος ομοιόμορφα την πίεση στα στέμφυλα τα οποία βρίσκονται σε ξύλινο κυλινδρικό περίβλημα. Το γλεύκος ρέει από τις σχισμές και το κάτω μέρος του κυλινδρικού περιβλήματος, ενώ τα στέμφυλα κρατούνται σε αυτό (εικόνα 1.3). Κατά την παραλαβή του μούστου με τον παραπάνω τρόπο η απόδοση των σταφυλιών σε γλεύκος κυμαίνεται, ανάλογα με την ποικιλία και την αποτελεσματικότητα ανθρώπων και εργαλείων, μεταξύ 70 και 85%.



*Εικόνα 1.3: Παραδοσιακό πιεστήριο, το οποίο σύνθλιβε τελείως τα αλεσμένα σταφύλια για να βγάλει όλο τον χυμό τους (πηγή: αμπελουργικό μουσείο, όμιλος Κοιλανιωτών).*

Μία οριζόντια πρέσσα που εφαρμόζει πίεση και στις δύο άκρες, αντικαθιστά βαθμιαία την παραδοσιακή πρέσσα. Οι συνεχείς κοχλιωτές πρέσες χρησιμοποιούνται ειδικά για τον αποστραγγιζόμενο πολτό. Η πρέσσα Willmes (εικόνα 1.4) που χρησιμοποιείται ευρέως για τους άσπρους μούστους, αποτελείται από έναν διάτρητο κύλινδρο που περιέχει έναν διογκώσιμο σωλήνα. Τα συνθλιμμένα σταφύλια εισάγονται στον κύλινδρο και ο σωλήνας όντας διογκωμένος πιέζει τα σταφύλια ενάντια στις πλευρές του περιστρεφόμενου κυλίνδρου και αναγκάζει το χυμό να εξαχθεί μέσω των διατρήσεων. Διάφορες συμπίεσεις μπορούν να γίνουν χωρίς εκτενή χειρωνακτική εργασία.

Οι συνεχείς πρέσες είναι περισσότερο αποτελεσματικές για την παραγωγή κόκκινων κρασιών, όπου ο φλοιός, οι σπόροι και ο χυμός ζυμώνονται ταυτόχρονα. Ο διαχωρισμός του χυμού είναι απλούστερη διαδικασία. Η ζύμωση έχει ως αποτέλεσμα ο φλοιός να είναι λιγότερο ολισθηρός και η ποσότητα του χυμού που λαμβάνεται πολύ μεγαλύτερη σε σχέση με το μη ζυμωμένο μούστο.



*Εικόνα 1.4: Πρέσα Willmes (πηγή: <http://www.technikboerse.com>).*

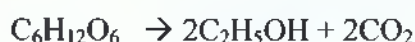
#### **1.5.4 Η κατεργασία του μούστου**

Συνήθως, οι λευκοί μούστοι είναι θολοί και η κατακάθιση των αιωρούμενων σωματιδίων είναι απαραίτητη ώστε να γίνει ο διαχωρισμός τους. Η προσθήκη διοξειδίου του θείου και η ελάττωση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της καθίζησης βοηθούν ώστε να αποτραπεί η ζύμωση και επιτρέπουν στο αιωρούμενο υλικό να καθιζάνει κανονικά. Σε πολλές περιοχές, οι οινοποιίες υποβάλλουν το λευκό μούστο σε φυγοκέντριση για να αφαιρεθούν τα στερεά. Οι μούστοι είναι μερικές φορές παστεριωμένοι, αδρανοποιώντας τα ανεπιθύμητα ένζυμα που προκαλούν την αμαύρωση (Τσέτουρας, Π., 2008).

Συχνά πραγματοποιείται θερμική επεξεργασία των κόκκινων μούστων πριν τη ζύμωση, ώστε να εξαχθεί χρώμα και να απενεργοποιηθούν τα ένζυμα. Αυτή η διαδικασία είναι συνήθης στην παραγωγή των κόκκινων γλυκών κρασιών, με μικρές χρονικές περιόδους ζύμωσης στο φλοιό. Είναι επίσης κατάλληλη για τη χρήση στα κόκκινα σταφύλια που έχουν προσβληθεί από το παρασιτικό μύκητα *Botrytis cinerea*, ο οποίος περιέχει μεγάλη ποσότητα ενζύμων πολυφαιφολικής οξυδάσης που προκαλούν την αμαύρωση (Δαμηλάκος, Σ., 1988).

### 1.5.5 Η διαδικασία της ζύμωσης

Η θεμελιώδης αρχή πάνω στην οποία στηρίζεται η παρασκευή οίνου, οποιουδήποτε τύπου, είναι η μετατροπή σακχάρων του καρπού της σταφυλής σε αιθυλική αλκοόλη και διοξείδιο του άνθρακα με τη βοήθεια μικροοργανισμών, σύμφωνα με την ακόλουθη αντίδραση:



Η διεργασία αυτή ονομάζεται αλκοολική ζύμωση και οι παράγοντες που επιδρούν σε αυτή είναι:

- Θερμοκρασία,
- Οξυγόνο,
- Περιεκτικότητα σε σάκχαρα,
- Περιεκτικότητα σε αιθυλική αλκοόλη,
- Οξύτητα,
- Ανόργανα άλατα,
- Διοξείδιο του θείου

Αν αφηθεί το γλεύκος που πάρηκε από έκθλιψη και πίεση σταφυλιών, σε κανονική θερμοκρασία, μετά από μικρό χρονικό διάστημα θα παρατηρηθεί μια σειρά φαινομένων που έχουν σαν αποτέλεσμα την παρασκευή του κρασιού.

Τα κυριότερα φαινόμενα που παρατηρούνται είναι:

- ❖ Έκλυση αερίου (του διοξειδίου του άνθρακα).
- ❖ Ανύψωση της θερμοκρασίας του γλεύκους που βρίσκεται υπό ζύμωση.
- ❖ Ελάττωση του όγκου του ζυμούμενου χυμού.
- ❖ Δημιουργία στρώματος ιλύος (οινολάσπης) στον πυθμένα του δοχείου όπου γίνεται η ζύμωση.
- ❖ Σταδιακή ελάττωση της γλυκύτητας του γλεύκους



Η διεργασία της αλκοολικής ζύμωσης απαιτεί προσεκτικό έλεγχο για την παραγωγή κρασιών υψηλής ποιότητας. Απαραίτητες προϋποθέσεις είναι:

1. Ο περιορισμός της ανάπτυξης των ανεπιθύμητων μικροοργανισμών.
2. Η παρουσία ικανού αριθμού επιθυμητών ζυμών.
3. Η παρουσία κατάλληλου υποστρώματος για την ανάπτυξη των ζυμών.
4. Η θερμοκρασία της θερμοκρασίας για την αποφυγή υπερθέρμανσης.
5. Η αποτροπή της οξείδωσης.
6. Η σωστή διαχείριση των επιπλεόντων φλοιών στους κόκκινους μούστους.

Η φλούδα των σταφυλιών καλύπτεται συνήθως από βακτηρίδια, μύκητες και ζύμες. Οι άγριες ζύμες, όπως οι *Pichia*, *Kloeckera*, και *Torulopsis* είναι σε μεγαλύτερη ποσότητα από τη ζύμη του κρασιού *Saccharomyces*. Οι σακχαρομύκητες απαντούν πάνω στα σταφύλια, οπότε και μεταφέρονται στο γλεύκος κατά την έκθλιψη τους. Μετά την αλκοολική ζύμωση παραμένουν στην οινολάσπη, οπότε και το μεγαλύτερο μέρος τους απομακρύνεται με τις μεταγγίσεις.

Κατά την εποχή της ωρίμανσης του καρπού, οι σακχαρομύκητες βρίσκονται στα σταφύλια σε μεγάλη ποσότητα. Επειδή βρίσκονται στην εξωτερική επιφάνεια του φλοιού, σε περίπτωση δυνατής βροχής παρασύρονται από αυτή. Σε τέτοια περίπτωση νέοι μύκητες θα βρίσκονται πάνω στα σταφύλια μετά την πάροδο 2-3 ημερών. Παρά το γεγονός ότι είδη του *Saccharomyces* γενικά θεωρούνται πιο επιθυμητά για αποτελεσματική αλκοολική ζύμωση, είναι ζύμες από άλλα γένη που συνεισφέρουν στη γεύση, ιδιαίτερα στα αρχικά στάδια της ζύμωσης. Η ζύμη *Saccharomyces* προτιμάται γιατί είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική στη μετατροπή της ζάχαρης σε αλκοόλη. Επίσης, είναι λιγότερο ευπαθής στην ανασταλτική λειτουργία του αλκοόλ. Υπό ευνοϊκές συνθήκες οι ζύμες *Saccharomyces* παράγουν μέχρι 18% κατά όγκο αλκοόλ, εντούτοις 15 - 16% είναι το σύνηθες όριο (Gump B. & Pruett D., 1993).

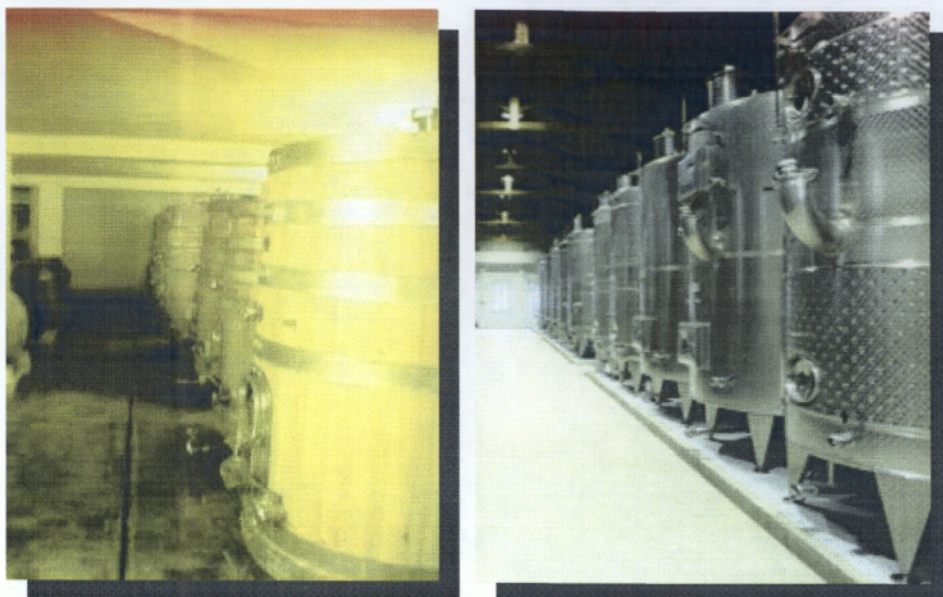
Ο αριθμός των ανεπιθύμητων μικροοργανισμών είναι ακόμα μεγαλύτερος σε μερικώς σαπισμένα ή χτυπημένα σταφύλια. Κάτι τέτοιο μπορεί να συμβεί κατά τη συγκομιδή ή τη μεταφορά. Ο περιορισμός της ανάπτυξης των ανεπιθύμητων μικροοργανισμών είναι απαραίτητος και η πιο διαδεδομένη μέθοδος είναι η

προσθήκη διοξειδίου του θείου στα φρέσκα χτυπημένα σταφύλια με αναλογία περίπου 100 με 150 mg ανά λίτρο. Το διοξείδιο του θείου είναι περισσότερο τοξικό για τους ανεπιθύμητους μικροοργανισμούς σε σχέση με τους επιθυμητούς. Όταν χρησιμοποιείται στο μούστο γίνεται εμβολιασμός με το επιθυμητό γένος ζύμης. Οι μούστοι σπάνια παστεριώνονται, όμως η διεργασία αυτή μπορεί να εφαρμοστεί όταν αυτοί περιέχουν ιδιαίτερα υψηλά ποσά ανεπιθύμητων οξειδωτικών ενζύμων από μουχλιασμένα σταφύλια (Gump B. & Pruett D., 1993).

Ο έλεγχος της θερμοκρασίας κατά την αλκοολική ζύμωση είναι απαραίτητος ώστε:

- ❖ Να διευκολύνει την ανάπτυξη της ζύμης.
- ❖ Να εξαχθούν τα αρωματικά συστατικά και το χρώμα από τη φλούδα.
- ❖ Να επιτραπεί η συσσώρευση των επιθυμητών παραπροϊόντων.
- ❖ Να αποτραπεί η υπερβολική αύξηση της θερμοκρασίας που έχει ως αποτέλεσμα την καταστροφή των ζυμών.

Η βέλτιστη θερμοκρασία για την ανάπτυξη των πιο κοινών ζυμών που χρησιμοποιούνται στην οινοποιία είναι περίπου 25°C. Στους μούστους κόκκινου κρασιού, η βέλτιστη εξαγωγή χρώματος ταυτόχρονα με την ανάπτυξη ζύμης εμφανίζεται στους περίπου 22 με 28°C. Η αλκοολική ζύμωση παράγει όμως θερμότητα και απαιτείται προσεκτικός έλεγχος της θερμοκρασίας για να αποτραπεί η αύξηση της θερμοκρασίας στα επίπεδα των περίπου 30°C, όπου η ανάπτυξη της ζύμης είναι ιδιαίτερα περιορισμένη. Ο σύγχρονος έλεγχος θερμοκρασίας πραγματοποιείται με τη χρήση εναλλακτών θερμότητας.



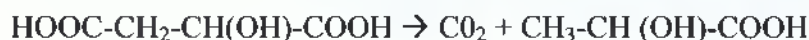
*Εικόνα 1.5: Διαδικασία ζύμωσης. Αριστερά, δρύινα βαρέλια και δεξιά, ανοξείδωτες δεξαμενές ζύμωσης και σταθεροποίησης με ελεγχόμενο σύστημα ψύξης (πηγές: Αριστερά, <http://kostisd.blogspot.com/2011/04/day.html> και δεξιά, <http://www.bibliachora.gr/>).*

Η επαφή με τον αέρα πρέπει να περιοριστεί, ώστε να αποφευχθεί η οξείδωση κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Σε πολύ μεγάλα δοχεία ο όγκος του διοξειδίου του άνθρακα που αποβάλλεται είναι ικανός, ώστε να αποτρέψει την είσοδο του αέρα. Σε μικρά δοχεία τοποθετούνται παγίδες που αποτρέπουν την είσοδο του αέρα, αλλά ταυτόχρονα αποτρέπουν και την έξοδο του διοξειδίου του άνθρακα. Μετά τη ζύμωση μικρές ποσότητες διοξειδίου του θείου προστίθενται ώστε να αποτρέψουν την οξείδωση.

Οι φλούδες που επιπλέουν πάνω από το χυμό στη ζύμωση των κόκκινων σταφυλιών αναστέλλουν την εξαγωγή του αρώματος και του χρώματος. Επίσης, μπορεί να οδηγήσουν στην αύξηση της θερμοκρασίας. Αυτά τα προβλήματα μπορούν να αποφευχθούν με την καταβύθιση των φλοιών που επιπλέουν τουλάχιστον δύο φορές τη μέρα κατά τη διάρκεια της ζύμωσης (Zara C., 2010).

### 1.5.6 Μηλογαλακτική ζύμωση

Τα νέα κρασιά έχουν συχνά μια δευτεροβάθμια εξέλιξη του διοξειδίου του άνθρακα, που εμφανίζεται μερικές φορές μετά από την ολοκλήρωση της αλκοολικής ζύμωσης. Αυτό προκύπτει από την μηλογαλακτική ζύμωση, στην οποία το μηλικό οξύ αποικοδομείται σε γαλακτικό οξύ και διοξείδιο του άνθρακα:



Η διάσπαση του μηλικού οξέος είναι, όπως έχει ήδη αναφερθεί, από τις κανονικές και χαρακτηριστικές μεταβολές οι οποίες γίνονται κατά την ωρίμανση. Με τη διαδικασία αυτή ελαττώνεται η ογκομετρούμενη οξύτητα, λόγω της αποσπάσεως του ενός καρβοξυλίου του μηλικού οξέος. Αυτή η βαθμιαία ελάττωση της οξύτητας συντελεί, μαζί με τις άλλες μεταβολές, στη βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτήρων ιδίως οίνων εκλεκτής ποιότητας με κανονικό το ποσό των εκχυλισματικών υλών και σχετικά μεγάλη οξύτητα. Αντίθετα για φτωχούς οίνους, με μικρή οξύτητα, η γαλακτική ζύμωση του μηλικού οξέος είναι δυνατό να έχει δυσάρεστες συνέπειες για την ποιότητα τους και την καλή διατήρηση (Bird, D., 2010).

Επίσης, κατά τη διάρκεια αυτής της ζύμωσης, παράγονται υποπροϊόντα γεύσης άγνωστης σύνθεσης. Η μηλογαλακτική ζύμωση είναι επιθυμητή όταν τα νέα κρασιά έχουν πολύ υψηλή συγκέντρωση μηλικού οξέος ή όταν επιδιώκονται ιδιαίτερες διαφορές στη γεύση. Η υπερβολική μηλογαλακτική ζύμωση μπορεί να παράγει κρασιά με πάρα πολύ χαμηλή οξύτητα (επίπεδη γεύση) ή με ανεπιθύμητες οσμές. Τέτοια ελαττώματα μπορούν να αποτραπούν με διήθηση και προσθήκη διοξειδίου του θείου (Ασημιάδης, Μ., 2002).

### 1.5.7 Μεταγγίσεις

Κατά τη διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης δημιουργείται ένα στρώμα λάσπης στον πυθμένα των δοχείων της ζύμωσης. Η υποστάθμη αυτή - η οινολάσπη - αποτελείται από διάφορα συστατικά, όπως:

- ❖ Σακχαρομύκητες σε αδράνεα ή νεκροί,
- ❖ Ποικίλοι άλλοι μικροοργανισμοί οι οποίοι είχαν μεταφερθεί από τις σταφυλές,
- ❖ Υπολείμματα των ραγών ή των βοστρύχων,
- ❖ Όξινο τρυγικό κάλιο, το σπουδαιότερο από τα συστατικά της οινολάσπης,
- ❖ Ποσότητες άλλων αλάτων (τρυγικού ασβεστίου, φωσφορικού ασβεστίου, φωσφορικού σιδήρου κ.ά.),
- ❖ Αδιάλυτες πρωτεϊνικές, δεψικές και χρωστικές ύλες,
- ❖ Ενώσεις πρωτεϊνικών υλών με δεψικές, πηκτινικές ύλες.

Σκοπός των μεταγγίσεων είναι ο αποχωρισμός του οίνου από την υποστάθμη, η οποία καθιζάνει μέσα στα δοχεία της ζύμωσης. Λόγω της σύστασης της η υποστάθμη είναι δυνατό αν δεν αποχωρισθεί εγκαίρως ο οίνος, να γίνει αφορμή ώστε να αναπτυχθούν διάφορες ασθένειες σε αυτόν. Με τις μεταγγίσεις όλα τα επιβλαβή συστατικά της οινολάσπης απομακρύνονται. Οι μεταγγίσεις πρέπει να γίνονται όταν επικρατεί ψυχρός και ξηρός καιρός, οπότε η ατμοσφαιρική πίεση είναι υψηλή. Τα οινοδοχεία, στα οποία μεταφέρεται ο μεταγγιζόμενος οίνος, πρέπει να έχουν καθαριστεί πολύ καλά και να έχουν αποστειρωθεί.

Η πρώτη μετάγγιση λόγω της μεγάλης ποσότητας της οινολάσπης, η οποία έχει σχηματισθεί, γίνεται λίγο μετά τη λήξη της ζωηρής ζύμωσης, γύρω στα τέλη φθινοπώρου ή κατά το χειμώνα. Η δεύτερη μετάγγιση γίνεται κατά το χειμώνα, μετά τα μεγάλα ψύχη, όπου καθιζάνει νέο ποσό όξινου τρυγικού καλίου, καθώς και άλλων υλών. Η τρίτη μετάγγιση πραγματοποιείται κατά την αρχή της άνοιξης, προτού ανυψωθεί πολύ η θερμοκρασία, όχι όμως πάντοτε, κυρίως γίνεται όταν ο οίνος θα διατηρηθεί και δεν πρόκειται να καταναλωθεί εντός του έτους. Τέλος, σε ψυχρότερα κλίματα, γίνεται μία τέταρτη μετάγγιση κατά τις αρχές του καλοκαιριού. Κατά τα επόμενα χρόνια της διατήρησης του οίνου γίνεται μία συνήθως μετάγγιση ανά έτος (Κυρίτσης Χ. Δημήτρης, 2011)

## 1.6 Εναλλακτικοί τύποι οινοποίησης

Η οινοποίηση είναι μια φυσική διεργασία που πραγματοποιείται εδώ και χιλιάδες χρόνια. Οινοποιώ σημαίνει μετατρέπω τα σταφύλια σε οίνο εφαρμόζοντας μια επιλεγμένη τεχνική. Πιο συγκεκριμένα, η τέχνη της οινοποίησης μπορεί να οριστεί ως η διαδικασία αφαίρεσης / εκχύλισης όλων των ποιοτικών στοιχείων που εμπεριέχει το σταφύλι, αλλά όχι εκείνων των ουσιών που θα είχαν αρνητικό αποτέλεσμα στην ποιότητα του κρασιού. Η οινοποίηση μαζί με το σταφύλι ορίζουν από κοινού την τελική ποιότητα του προϊόντος. Από ένα εξαιρετικό σταφύλι ένας μέτριος παραγωγός θα δημιουργήσει ένα μέτριο κρασί. Από ένα μέτριο σταφύλι ένας εξαιρετικός οινολόγος μπορεί να δημιουργήσει καλό αλλά ποτέ μεγάλο κρασί (Ασημιάδης, Μ., 2002, Βασιλοπούλου, Φ., Ταμπακοπούλου, Χ. κ.ά., 2008).

Οι διάφοροι τύποι της οινοποίησης είναι:

- ❖ Η λευκή οινοποίηση.
- ❖ Η ερυθρή οινοποίηση
- ❖ Η ροζέ (ερυθρωπή) οινοποίηση

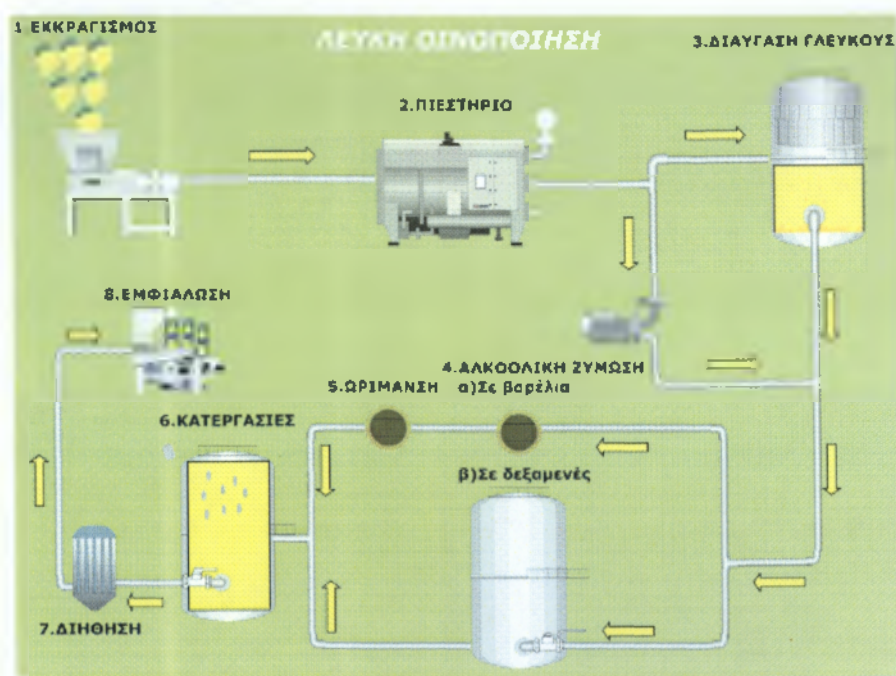
Ωστόσο υπάρχουν και άλλοι τύποι οινοποίησης όπως είναι η οινοποίηση αφρωδών οίνων και η οινοποίηση γλυκών οίνων.

### 1.6.1 Λευκή οινοποίηση

Κατά τη λευκή οινοποίηση, που λαμβάνει χώρα σε ένα σύγχρονο οινοποιείο, τα σταφύλια οδηγούνται αρχικά στο εκραγιστήριο, όπου απομακρύνονται τα κοτσάνια τους (που θα πρόσθεταν στυφή γεύση στο κρασί). Στη συνέχεια, οι ρώγες περνούν συνήθως ανάμεσα από τους κυλίνδρους του θλιπτηρίου, όπου σπάζουν και απελευθερώνεται μέρος του χυμού τους. Έτσι, οι ζύμες του φλοιού έρχονται σε επαφή με τον ίδιο το χυμό. Η σταφυλομάζα που παραλαμβάνεται (χυμός και φλοιοί) οδηγείται στο πιεστήριο, όπου πρέζεται για να εξαχθεί ο χυμός (ιδιαίτερη σημασία για την ποιότητα του τελικού κρασιού έχει η ήπια μεταχείριση που επιφυλάσσουν στο σταφύλι τα σύγχρονα πιεστήρια). Ο χυμός οδηγείται κατά κανόνα σε ανοξείδωτη

δεξαμενή, όπου ψύχεται για κάποιο χρονικό διάστημα. Ακολουθεί η απολάσπωση, κατά την οποία το ψυγμένο γλεύκος διαυγάζεται, μέσω της κατακάθισης σωματιδίων που βρίσκονται σε αιώρηση. Διαρκεί συνήθως από 12 έως 14 ώρες, ανάλογα με το ποσοστό λασπών και προσβλέπει σε κρασιά με καθαρότερο άρωμα, πιο σταθερό χρώμα και λιγότερη ευαισθησία σε οξειδώσεις.

Η λευκή οινοποίηση συνεχίζεται με το σημαντικότερο κομμάτι της, την αλκοολική ζύμωση, αφού ο καθαρός πλέον χυμός, μεταγγίζεται στη δεξαμενή ζύμωσης. Μετά το τέλος της, όταν δηλαδή το σύνολο των σακχάρων έχει μετατραπεί σε αλκοόλη, το λευκό κρασί μεταγγίζεται στις δεξαμενές αποθήκευσης ή σε βαρέλια, εάν είναι επιθυμητό το πέραςμα από αυτά (ωρίμαση), ώστε το κρασί να εμπλουτισθεί κυρίως αρωματικά από τα χαρακτηριστικά του ξύλου (κατά κανόνα δρυός) και να αποκτήσει πιο «λιπαρή» και πλούσια γεύση. Σε κάποιες περιπτώσεις, η διαδικασία της ζύμωσης γίνεται απευθείας στο βαρέλι ([http://www.newwinesofgreece.com/el/leuki\\_oinopoiisi/index.html](http://www.newwinesofgreece.com/el/leuki_oinopoiisi/index.html)).



**Εικόνα 1.6:** Λευκή οινοποίηση (πηγή: <http://www.samartziswines.gr>).

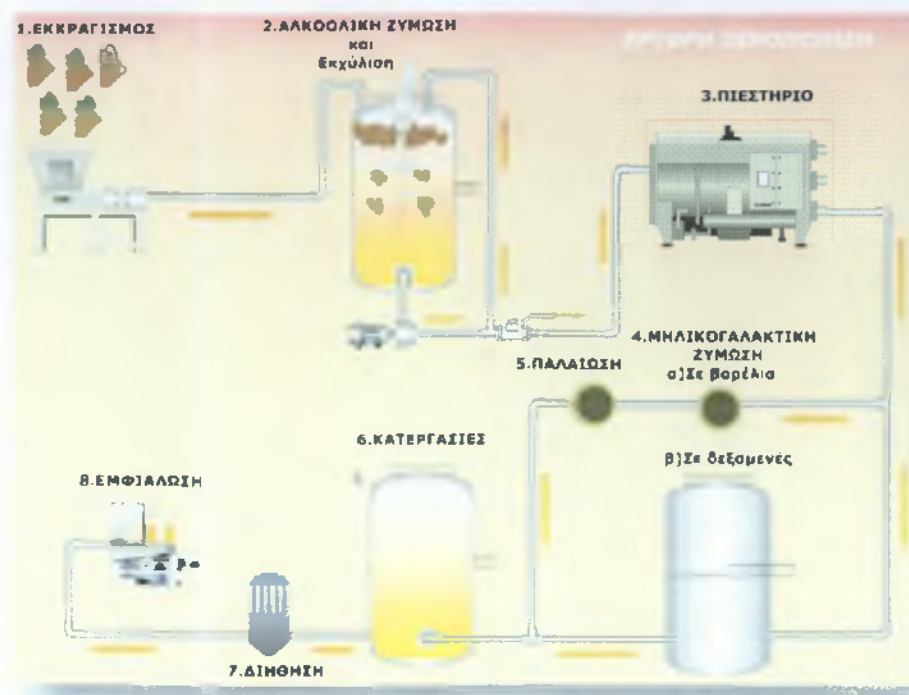
### 1.6.2 Ερυθρή και ροζέ οινοποίηση

Τα πρώτα στάδια στη σύγχρονη ερυθρή και ροζέ οινοποίηση είναι ο εκραγισμός, η απομάκρυνση δηλαδή των κοτσανιών, που πραγματοποιείται στο εκραγιστήριο και η έκθλιψη των ρωγών στο θλιπτήριο, που συμβάλλει στο σπάσιμό τους και την απελευθέρωση του χυμού.

Η σταφυλομάζα που δημιουργείται (χυμός και φλοιοί) μεταφέρεται σε δεξαμενές (συνήθως ανοξειδωτες), ώστε να ξεκινήσει η αλκοολική ζύμωση. Κατά τη διάρκειά της απελευθερώνεται διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), που δημιουργεί φυσαλίδες. Στην ερυθρή και ροζέ οινοποίηση, οι φυσαλίδες ανεβάζουν τους φλοιούς στην επιφάνεια των δεξαμενών, σχηματίζοντας μια σχετικά πυκνή μάζα, το «καπέλο». Οι ερυθρές χρωστικές ουσίες (ανθοκυάνες), στις οποίες οφείλεται το κόκκινο χρώμα του κρασιού, βρίσκονται στους φλοιούς, όπως και οι τανίνες, που επηρεάζουν καθοριστικά τη γεύση, τη δομή και την υφή του. Έτσι, εκτός από την παραμονή και την αποδόμηση («σπάσιμο», ανάδευση κ.λπ.) του «καπέλου», εφαρμόζεται και πέρασμα του χυμού μέσα από το «καπέλο» ή το ανάποδο.

Στην ερυθρή και ροζέ οινοποίηση, με την κατάλληλη ρύθμιση του χρόνου διάρκειας αυτής της διαδικασίας, η οποία ονομάζεται εκχύλιση, οι ποθητές ουσίες περνάνε στο κρασί, το οποίο χρωματίζεται και αποκτά την επιθυμητή γεύση, δομή και υφή. Η εκχύλιση διαρκεί από ελάχιστες ημέρες έως και αρκετές εβδομάδες για τα ερυθρά και 12 ως 24 περίπου ώρες για τα ροζέ κρασιά. Μόλις ο χυμός αποκτήσει επιθυμητό χρώμα και γευστικό χαρακτήρα απομακρύνεται από τους φλοιούς και προκειμένου να ολοκληρωθεί η αλκοολική ζύμωση μεταφέρεται σε άλλον περιέκτη ([http://www.newwinesofgreece.com/el/leuki\\_oinopoiisi/index.html](http://www.newwinesofgreece.com/el/leuki_oinopoiisi/index.html)).





Εικόνα 1.7: Ερυθρή οινοποίηση (πηγή: <http://www.samartzi.swines.gr>).

### 1.6.3 Οινοποίηση αφρώδων οίνων

Το CO<sub>2</sub>, που περιέχεται σε κάθε φιάλη αφρώδους οίνου, προέρχεται είτε από αλκοολική ζύμωση, είτε προστίθεται κατά την εμφιάλωση. Έτσι, οι οίνοι αυτοί διακρίνονται σε φυσικά και τεχνητά αφρώδεις. Όσον αφορά την οινοποίηση αφρώδων οίνων που απέκτησαν το CO<sub>2</sub> τους μέσω της αλκοολικής ζύμωσης διακρίνουμε τις εξής δύο μεθόδους:

- ❖ Παραδοσιακή μέθοδο της Καμπανίας, με την οποία παράγεται η σαμπάνια (méthode champenoise ή traditional method) και την
- ❖ Μέθοδο της κλειστής δεξαμενής (cuvé close ή charmat method).

Σε πολύ γενικές γραμμές, σύμφωνα με την παραδοσιακή μέθοδο της Καμπανίας, η οινοποίηση αφρώδων οίνων ξεκινά με την παραγωγή του «οίνου βάσης», μέσω κλασικής οινοποίησης. Ακολουθεί ειδική εμφιάλωση, με προσθήκη σακχάρων και ζυμών και έτσι ξεκινά μια δεύτερη ζύμωση, μέσα στη φιάλη, κατά την οποία παράγεται το CO<sub>2</sub>. Κατά τη μέθοδο της κλειστής δεξαμενής, τόσο η παραγωγή

του οίνου βάσης, όσο και η προσθήκη σακχάρων και η δεύτερη ζύμωση για την παραγωγή του CO<sub>2</sub> γίνονται μέσα σε ειδική κλειστή δεξαμενή οινοποίησης ([http://www.newwinesofgreece.com/el/leuki\\_oinopoiisi/index.html](http://www.newwinesofgreece.com/el/leuki_oinopoiisi/index.html)).

#### 1.6.4 Οινοποίηση γλυκών οίνων

Οι γλυκοί οίνοι παράγονται με ειδικές οινοποιήσεις. Με τον τρόπο αυτό επιδιώκεται η παραμονή αζύμων σακχάρων, η οποία επιτυγχάνεται με διακοπή της αλκοολικής ζύμωσης. Συνοπτικά, η διαδικασία οινοποίησης γλυκών οίνων είναι ίδια με την ερυθρή και τη λευκή οινοποίηση, μέχρι το στάδιο της διακοπής της ζύμωσης, η οποία γίνεται είτε από μόνη της, λόγω σχηματισμού υψηλής ποσότητας αλκοόλης (περιβάλλον ακατάλληλο για να δουλέψουν οι ζυμομύκητες), είτε με την εφαρμογή διαφόρων τεχνικών για τη διακοπή αυτής, όπως είναι η προσθήκη αλκοόλης. Στην πρώτη περίπτωση προκύπτουν οίνοι φυσικώς γλυκοί και στη δεύτερη οίνοι γλυκοί φυσικοί.

Υπάρχουν ωστόσο, διάφορες μέθοδοι, φυσικές, τεχνητές ή συνδυασμοί αυτών, με τις οποίες επιτυγχάνεται η συμπύκνωση των σακχάρων του σταφυλιού, πριν από τη διαδικασία οινοποίησης γλυκών οίνων. Μερικές από τις γνωστότερες είναι οι εξής:

- ❖ Η υπερωρίμαση του σταφυλιού πάνω στο αμπέλι (υπερώριμος τρύγος), που γίνεται κάτω από κατάλληλες κλιματικές συνθήκες και για ορισμένες ποικιλίες αμπέλου,
- ❖ Το λιάσιμο των σταφυλιών, μια τεχνική πολύ προσφιλή στην Ελλάδα, που χρησιμοποιείται, για παράδειγμα, στην παραγωγή των γλυκών κρασιών της Σάμου (ΠΟΠ Σάμος) και της Σαντορίνης, Vinsanto (ΠΟΠ Σαντορίνη) και
- ❖ Η ευγενής σήψη (noble rot), διαδικασία κατά την οποία ο μύκητας *Botrytis cinerea*, κάτω από συγκεκριμένες κλιματικές συνθήκες (που συναντώνται εξαιρετικά σπάνια στην Ελλάδα), προσβάλλει τις ρώγες του σταφυλιού, συρρικνώνοντας και αφυδατώνοντας τις, με αποτέλεσμα τη συμπύκνωση σακχάρων και οξέων και την παραγωγή πλούσιων και υπερσυμπυκνωμένων γλυκών κρασιών ([http://www.newwinesofgreece.com/el/leuki\\_oinopoiisi/index.html](http://www.newwinesofgreece.com/el/leuki_oinopoiisi/index.html)).

## 1.7 Παλαίωση και εμφιάλωση

### 1.7.1 Παλαίωση/ωρίμανση

Η ωρίμανση και η παλαίωση είναι διαδικασίες που δεν εφαρμόζονται σε όλα τα κρασιά. Τα λευκά, τα ροζέ και τα ελαφρά ερυθρά κρασιά, συνήθως καταναλώνονται νωρίς, χωρίς να περάσουν από βαρέλι, προκειμένου να απολαύσουμε την φρεσκάδα των πρωτογενών αρωμάτων και τη γεύση της ποικιλίας. Αντίθετα, τα μεγάλα λευκά κρασιά και τα περισσότερα ερυθρά απαιτούν παλαίωση προκειμένου να απαλύνει η πολύ τονισμένη οξύτητα τους και να εξευγενιστούν οι επιθετικές τανίνες τους, αντίστοιχα.

Κατά την παραμονή του κρασιού σε δρύινο βαρέλι λαμβάνει χώρα ένα σύνολο πολύπλοκων αντιδράσεων, οι οποίες αποτελούν τη οξειδωτική παλαίωση. Από τους πόρους του βαρελιού επιτρέπεται η είσοδος μικρών ποσοτήτων οξυγόνου, το οποίο αντιδρά με τις ουσίες του οίνου με αποτέλεσμα ο οίνος να χάνει με την πάροδο του χρόνου τον άγριο και επιθετικό του χαρακτήρα. Παράλληλα, από το βαρέλι μεταφέρονται στο κρασί ορισμένες ουσίες, οι οποίες εμπλουτίζουν την αρωματική του σύνθεση. Απαραίτητοι παράμετροι για την παλαίωση σε δρύινο βαρέλι είναι:

- ❖ Σταθερή, ελεγχόμενη θερμοκρασία.
- ❖ Σταθερή, ελεγχόμενη υγρασία.
- ❖ Σωστά χαμηλό φωτισμό.
- ❖ Προστασία από δυνατούς θορύβους ή κραδασμούς.
- ❖ Προστασία από ζώφια και τρωκτικά.

Η παλαίωση του κρασιού συνεχίζεται και στη φιάλη, η οποία ονομάζεται αναγωγική, αφού ο φελλός εξασφαλίζει την απουσία του οξυγόνου. Σε αυτή τη φάση, που μπορεί να διαρκέσει από μήνες έως πολλά χρόνια, αναπτύσσεται το «μπουκέτο» του κρασιού. Γενικά η ανάπτυξη του μπουκέτου ή της ανθοσμίας στους λεπτούς οίνους απαιτεί τις ακόλουθες συνθήκες:

- ❖ Παρουσία αρωματικών ουσιών χαρακτηριστικών των οίνων αυτών ή των προάγγελων τους, που προέρχονται από το φλοιό του σταφυλιού (τουλάχιστον για τους ερυθρούς οίνους).
- ❖ Ερμητικό κλείσιμο των φιαλών.
- ❖ Κατάλληλο αναγωγικό περιβάλλον. Το SO<sub>2</sub> ευνοεί το περιβάλλον αυτό.
- ❖ Ελεγχόμενο εμπλουτισμό σε οξυγόνο πριν από την εμφιάλωση. Ο εμπλουτισμός αυτός δεν ενδείκνυται συνήθως για τους λευκούς οίνους.



*Εικόνα 1.8: Αριστερά, οξειδωτική παλαίωση οίνων σε δρόινα βαρέλια (πηγή: <http://www.bibliachora.gr>) και δεξιά, αναγωγική παλαίωση οίνων σε φιάλες (πηγή: <http://wineroadgr.wordpress.com>).*

### 1.7.2 Εμφιάλωση

Μετά από την ανάπαυση του κρασιού στη δεξαμενή ή την ενδεχόμενη ωρίμανση σε βαρέλι ακολουθεί η προετοιμασία για την εμφιάλωση του κρασιού. Η προετοιμασία αυτή σχετίζεται κυρίως με το πλήθος των αιωρούμενων σωματιδίων, που είναι πολύ φυσικό να περιέχονται στο κρασί (στερεά τμήματα του σταφυλιού, ζύμες, βακτήρια, κρύσταλλοι των τρυγικών αλάτων κ.ά.). Η παρουσία των περισσότερων από αυτά γίνεται αισθητή με τη μορφή θολώματος. Έτσι, πριν από την εμφιάλωση, το κρασί υποβάλλεται σε ορισμένες κατεργασίες, που σκοπό έχουν την απομάκρυνση των αιωρούμενων αυτών σωματιδίων. Οι κυριότερες από αυτές τις κατεργασίες είναι οι εξής:

- ❖ Η *σταθεροποίηση* είναι η διαδικασία απομάκρυνσης των κρυστάλλων του τρυγικού οξέος από το κρασί. Το τρυγικό οξύ είναι, μαζί με το μηλικό, το βασικό οξύ του σταφυλιού και του κρασιού. Ωστόσο, κρασιά με υψηλά επίπεδα τρυγικού οξέος μπορούν να εμφανίσουν κρυστάλλους, που αν και ακίνδunami, είναι αντιαισθητικοί. Η ψύξη του κρασιού σε χαμηλές θερμοκρασίες επιταχύνει τη δημιουργία αυτών των κρυστάλλων μέσα στη δεξαμενή και ελαττώνει τις πιθανότητες εμφάνισής τους στη φιάλη, μετά από την εμφιάλωση.
- ❖ Το *φιλτράρισμα* είναι το πέρασμα του κρασιού από φίλτρο (ή φίλτρα), που το βοηθά να μείνει διαυγές στη φιάλη, αλλά και το σταθεροποιεί, αφαιρώντας σωματίδια, βακτήρια, ζυμομύκητες κ.λπ. Ωστόσο, αρκετοί οινοπαραγωγοί προτιμούν να εμφιαλώνουν τα κρασιά τους αφιλτράριστα (συνήθως τα κόκκινα), για να μην τα υποβάλουν σε αυτού του είδους την καταπόνηση, που σίγουρα αφαιρεί ένα μέρος των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του κρασιού ή έστω μέρος της έντασης αυτών.

Ακολουθεί η εμφιάλωση του κρασιού, μια σχετικά απλή, μηχανική διαδικασία. Στις σύγχρονες γραμμές εμφιάλωσης υπάρχουν συνήθως τα εξής στοιχεία (εικόνα 1.9):

- ❖ Αυτόματο πλυντήριο φιαλών,
- ❖ Σύστημα γεμίσματος φιαλών με κρασί,
- ❖ Πωματιστικό μηχάνημα,
- ❖ Σύστημα ετικετοκόλλησης και
- ❖ Σύστημα εγκαθωτισμού.

Μετά από την εμφιάλωση του κρασιού, το προϊόν έχει πάρει την τελική του μορφή. Μπορεί να βγει στην αγορά και να καταναλωθεί ή μπορεί να φυλαχτεί σε κελάρια για παλαίωση.



*Εικόνα 1.9: Γέμισμα (αριστερά) και ετικετάρισμα (δεξιά) φιαλών οίνου.*

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΟΙΝΟΠΟΙΕΙΩΝ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΥΤΩΝ

#### 2.1 Γενικά

Η ρύπανση των υδάτων, κυρίως από τα φυτοφάρμακα και τα ζιζανιοκτόνα, έχει αναγνωριστεί ως ένα πολύ σοβαρό πρόβλημα από το 1970. Βιομηχανικές ενώσεις, όπως τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB), πολυχλωριωμένα διβενζο-p-διοξίνες (PCDDs) και πολυχλωριωμένα διβενζοφουρανία (PCDF) βρέθηκαν να είναι παρούσες σε μεγάλο μέρος ανθρώπων που εξετάστηκαν προς αυτές τις ενώσεις. Όπως συνέβη με το DDT και άλλων χλωριωμένων εντομοκτόνων, τα επίπεδα υποβάθρου των PCDDs, PCB και PCDFs εμφανίζονται σε υψηλές ποσότητες. Οι λιπόφιλες αυτές ενώσεις, θεωρούνται από πολλούς ως καρκινογόνες ουσίες και το δυστυχές είναι πως βρίσκονται σε περίσσεια στα λιπαρά τρόφιμα κι έτσι θα μπορούσε εύκολα να εισαχθούν στον ανθρώπινο οργανισμό μέσω της τροφής. Μεγάλη ανησυχία, επίσης, αποτελεί ο βαθμός με τον οποίο τα φυτοφάρμακα εισέρχονται στα ποτάμια και τις λίμνες με σοβαρό αντίκτυπο τόσο στους υδρόβιους οργανισμούς όσο και στον άνθρωπο εφόσον η μόλυνση επεκτείνεται και στο πόσιμο νερό.

Σύμφωνα με έρευνες, το λίπασμα που προέρχεται από γεωργικά και άλλα απόβλητα περιέχει σε υψηλό ποσοστό ίχνη κοκκώδους ενεργού άνθρακα. Το χαρακτηριστικό αυτό, τα καθιστά κατάλληλα ως βιολογικά φίλτρα για την επεξεργασία λυμάτων καθώς ταυτόχρονα αφαιρούνται χαμηλές συγκεντρώσεις  $H_2S$  και πτητικών οργανικών ενώσεων από τα λύματα.

Οι Gergova et al. (1994) μελέτησαν την παραγωγή ενεργού άνθρακα από τα γεωργικά υπολείμματα, συμπεριλαμβανομένων του βερίκοκου, κερασιού, κελύφων από αμύγδαλα και σπόρων σταφυλιού. Από την μελέτη εξήχθη το συμπέρασμα ότι τα

χαρακτηριστικά του ενεργού άνθρακα εξαρτώνται από τη σύνθεση και τη δομή της πρώτης ύλης.

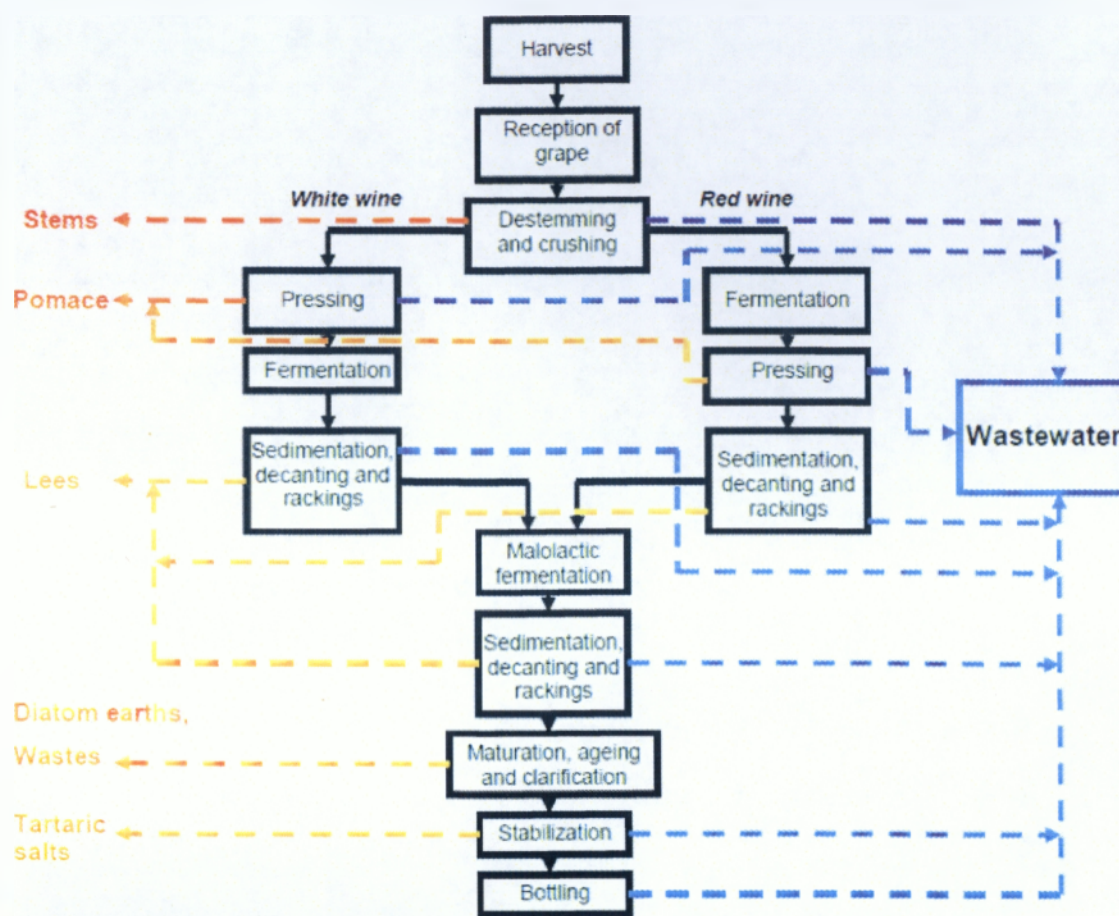
Σήμερα, υπάρχει ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για την αξιοποίηση των καταλοίπων που παράγονται από την βιομηχανία οίνου. Συγκεκριμένα, τα απόβλητα από τα οινοποιεία θα μπορούσαν να αποτελέσουν μια εναλλακτική πηγή φυσικών αντιοξειδωτικών. Τα φυσικά αντιοξειδωτικά έχουν κερδίσει έδαφος έναντι των συνθετικών λόγω του γεγονότος ότι είναι περισσότερο ασφαλή για τον ανθρώπινο οργανισμό. Επιπλέον, τα απόβλητα από την παραγωγή κρασιού μπορούν δυνητικά να χρησιμοποιηθούν ως βελτιωτικό εδάφους ή ως λίπασμα στην ήδη υπάρχουσα καλλιέργεια.

## 2.2 Κατηγορίες αποβλήτων

Κατά την επεξεργασία των σταφυλιών και την παραγωγική διαδικασία του οίνου, λαμβάνεται ένας μεγάλος όγκος διαφορετικών αποβλήτων τα οποία φαίνεται, σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, πως μπορούν να χρησιμοποιηθούν μετά από κατάλληλη επεξεργασία σε διάφορους τομείς. Στην εικόνα 2.1 δίνονται διαγραμματικά τα είδη αποβλήτων των διαφόρων σταδίων της ερυθρής και της λευκής οινοποιίας.

Διακρίνονται δυο κατηγορίες αποβλήτων, τα στερεά απόβλητα και τα απόβλητα υγρής μορφής (λύματα/wastewaters). Η δεύτερη κατηγορία παρατηρούμε πως λαμβάνεται από σχεδόν όλα τα στάδια παραγωγής ενώ τα στερεά απόβλητα διαχωρίζονται μεταξύ των σταδίων.





**Εικόνα 2.1:** Διαγραμματική απεικόνιση των αποβλήτων που λαμβάνονται στα διάφορα στάδια της οινοποίησης (πηγή: Martínez, 2011)

### 2.2.1 Λύματα/wastewaters

Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, τα λύματα λαμβάνονται σχεδόν από όλα τα στάδια οινοποίησης. Στο διάγραμμα 2.1 που ακολουθεί, δίνονται αναλυτικά τα ποσοστά συμμετοχής των διαφόρων σταδίων στην απόρριψη λυμάτων. Παρατηρούμε πως το μεγαλύτερο ποσοστό λυμάτων αποβάλλεται κατά τη συγκομιδή και τη διαδικασία των μεταγίσεων (45%) και ακολουθούν η ωρίμανση με ποσοστό 30% και η εμφιάλωση με ποσοστό 20%.

Το σημαντικότερο βέβαια στα λύματα είναι τα βιοχημικά χαρακτηριστικά αυτών, τα οποία τα καθιστούν ως έναν από τους σημαντικότερους ρυπαντές του εδάφους και τον υδάτων.

Τα σημαντικότερα από αυτά τα χαρακτηριστικά είναι το pH, η αλκαλικότητα, η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC), το συνολικό απαιτούμενο χημικό οξυγόνο ( $COD_T$ ), το συνολικό απαιτούμενο διαλυτού χημικού οξυγόνου ( $COD_S$ ), το βιολογικό απαιτούμενο οξυγόνο ( $BOD_5$ ), ο συνολικός οργανικός άνθρακας (TOC), τα φαινολικά, τα πτητικά λιπαρά οξέα (VFAs), τα πτητικά στερεά (VS), τα πτητικά αιωρούμενα στερεά (VSS), τα ολικά στερεά (TS), ο ολικός φώσφορος (TP), το ολικό άζωτο (TN), η αμμωνία ( $NH_4$ ), τα νιτρικά ( $NO_3$ ) και τέλος τα φωσφορικά ( $PO_4$ ) (Melamane X., 2006).



*Διάγραμμα 2.1: Ποσοστιαία απεικόνιση της συμμετοχής κάθε σταδίου οινοποίησης στην αποβολή λυμάτων (wastewaters) (πηγή: Martínez, 2011).*

Σε γενικές γραμμές τα λύματα που αποβάλλονται από τα οινοποιεία είναι όξινα, έχουν καφέ χρώμα και υψηλή περιεκτικότητα σε οργανικές ουσίες, ανάλογα την πρώτη ύλη από την οποία προέρχονται. Μελέτες έχουν δείξει πως οι μέσες τιμές για την παράμετρο COD είναι περίπου 7-40g/L και για το BOD 5,5-20g/L. Υπάρχουν

βέβαια και άλλα παραδείγματα όπου η συγκέντρωση των οργανικών ουσιών είναι πολύ υψηλή ώστε το COD να κυμαίνεται από 20-150 g/L. Το υψηλό αυτό οργανικό φορτίο είναι πολύ επικίνδυνο καθώς μπορεί να προκαλέσει σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα όπως είναι ο ευτροφισμός λιμνών και ποταμών αλλά και άλλες δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Μελέτες της τελευταίας δεκαετίας έχουν δείξει πως οι τιμές του pH των λυμάτων από οινοποιία κυμαίνονται μεταξύ 3,5 και 5,5, τιμές επίσης τοξικές για πολλές μορφές ζωής. Βέβαια, το χαμηλό pH σε συνδυασμό με την υψηλή περιεκτικότητα σε φαινολικές ουσίες που εμφανίζουν τα λύματα, τους προσδίδουν υψηλή αντιβακτηριδιακή δράση. Οι κυριότερες φαινολικές ουσίες που ανιχνεύονται στα λύματα είναι το γαλλικό και το δι-υδρόξυ βενζοϊκό οξύ. Επίσης, έρευνα των Moosbrugger et al. (1993), έδειξε πως τα λύματα περιέχουν οργανικά οξέα σε μεγάλο ποσοστό όπως 29% γαλακτικό οξύ, 27% τρυγικό οξύ, 26% ηλεκτρικό οξύ και 10% οξικό οξύ. Η παρουσία των πολυφαινολικών ενώσεων καθιστά τα λύματα δύσκολα βιοαποικοδομήσιμα και αυτός είναι και ο λόγος που είναι πλέον επιτακτική η ανάγκη για την επεξεργασία των λυμάτων και τον καθαρισμό αυτών από τις φαινολικές ουσίες. Η συγκέντρωση των πολυφαινολών κυμαίνεται μεταξύ 29-479mg/L, ωστόσο η τιμή αυτή αλλάζει από αποστακτήριο σε αποστακτήριο.

Επίσης, έχει δειχθεί πως τα λύματα των οινοποιείων χαρακτηρίζονται από βαρέα μέταλλα όπως σίδηρο και ψευδάργυρο αλλά και μεταλλικά ιόντα όπως  $Ca^{2+}$ ,  $K^+$  και  $Na^+$ . Η υψηλές συγκεντρώσεις αυτών των στοιχείων καθώς και άλλων θρεπτικών συστατικών, όπως νιτρικά και φωσφορικά μπορούν να αποτελέσουν σημαντικό παράγοντα μόλυνσης των υδάτων και του υδροφόρου ορίζοντα εάν τα λύματα απορριφθούν χωρίς να υποστούν ειδική επεξεργασία (Melamane X., 2006).

### **2.2.2 Στερεά απόβλητα**

Στο διάγραμμα 2.1 παρατηρούμε πως τόσο από την παραγωγή κόκκινου κρασιού όσο και από την παραγωγή λευκού κρασιού αποβάλλονται πολλών ειδών στερεά απόβλητα. Πιο συγκεκριμένα, από το πρώτο στάδιο, της θραύσης αποβάλλονται οι βλαστοί του σταφυλιού (εικόνα 2.2), από το στάδιο των πεστηρίων αποβάλλονται τα στέμφυλα (εικόνα 2.3) και από τα στάδια των διαφόρων

μεταγγίσεων αποβάλλεται η οινολάσπη, η σύσταση της οποίας αναφέρεται αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο (εικόνα 2.4).



*Εικόνα 2.2: Βλαστοί σταφυλιού μετά από της διαδικασία της θραύσης (πηγή: <http://www.eveandersson.com/>).*



*Εικόνα 2.3: Υπολείμματα στεμφόλων μετά το στάδιο του πιεστηρίου (πηγή: <http://www.organicwinejournal.com/>).*

Ο πολτός των στεμφύλων αποτελεί πλούσια πηγή διαφόρων προϊόντων υψηλής αξίας όπως είναι η αιθανόλη, το τρυγικό οξύ, το κιτρικό οξύ, τα έλαια από τα κουκούτσια του σταφυλιού, τα υδροκολλοειδή και οι διαιτητικές ίνες. Επιπλέον, οι Kammerer et al. (2004) έδειξαν πως τα υπολείμματα στεμφύλων χαρακτηρίζονται από υψηλή περιεκτικότητα φαινολικών ουσιών λόγω της κακής εκχύλισης κατά την οινοποίηση. Προσθέτουν πως κάνοντας αξιόλογη χρήση αυτών των φαινολικών ουσιών μπορεί να στηριχθεί η βιώσιμη γεωργική παραγωγή. Τα τελευταία χρόνια, η χρήση του εκχυλίσματος των σταφυλιών έχει κερδίσει έδαφος ως θρεπτικό συμπλήρωμα λόγω της αντιοξειδωτικής ικανότητας που διαθέτει. Η αντιοξειδωτική ικανότητα προσδίδεται στα σταφύλια από την ύπαρξη των φαινολικών ουσιών.

Πρόσφατες μελέτες έδειξαν πως τα υποπροϊόντα που λαμβάνονται κατά τα στάδια της οινοποίησης, είτε είναι σπόροι είτε είναι πολτοί, αποτελούν μια πολύ σημαντική πηγή αντιοξειδωτικών φλαβονοειδών. Οι ουσίες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως συμπληρώματα διατροφής αλλά και ως πρώτη ύλη στην παραγωγή φυτοχημικών ώστε να μειωθεί η χρήση συνθετικών ουσιών. Με τον τρόπο αυτό παρέχεται ένα πολύ σημαντικό οικονομικό πλεονέκτημα για την εκάστοτε επιχείρηση, ωστόσο για τις χρήσεις των αποβλήτων της οινοποιίας θα μιλήσουμε εκτενέστερα σε επόμενο κεφάλαιο.

Η οινολάσπη, η οποία λαμβάνεται ως απόβλητο από τις μεταγγίσεις κατά την αλκοολική ζύμωση του κρασιού φαίνεται πως έχει υψηλή απορροφητική ικανότητα για την απορρόφηση βαρέων μετάλλων από υδατικά διαλύματα (Villaescusa et al., 2004; Yuan-shen et al., 2004). Η ικανότητα απορρόφησης των μετάλλων συμβαίνει με διάφορους μηχανισμούς και εξαρτάται ποιοτικά και ποσοτικά από το είδος του μετάλλου στο διάλυμα αλλά και την προέλευση και την επεξεργασία του προσροφητικού υλικού. Αξίζει να σημειωθεί πως οι ιδιότητες των οινοποιητικών αποβλήτων είναι παρόμοιες με εκείνες των άλλων προσροφητικών, παρέχοντάς τους την δυνατότητα να απορροφούν βαρέα μέταλλα.

Η πούλπα από την επιδερμίδα των σταφυλιών θεωρείται ως το καλύτερο υπόστρωμα για την παραγωγή πουλουλάνης σύμφωνα με την έρευνα των Israilides et al. (1998). Ζεστά υδατικά εκχυλίσματα πούλπας αποτελούν ένα τέλειο υπόστρωμα για την δράση του μικροοργανισμού *Aerobasidium pullulans*, ο οποίος με την

ζύμωση του υποστρώματος παράγει την πουλουλάνη. Η πουλουλάνη είναι ένας πολυσακχαρίτης. Ως βρώσιμο, και επί το πλείστον άγευστο πολυμερές, η κύρια εμπορική χρήση της είναι στην κατασκευή εδώδιμων μεμβρανών που χρησιμοποιούνται στην στοματική υγιεινή. Ως πρόσθετο τροφίμων, είναι γνωστό με τον αριθμό E1204.

## 2.3 Μέθοδοι επεξεργασίας αποβλήτων οινοποιείων

### 2.3.1 Βιοαντιδραστήρες σειράς αλληλουχίας (SBR)

Τα μικρότερα οινοποιεία και, ειδικότερα, οι ανεξάρτητοι καλλιεργητές, οι οποίοι έχουν σχετικά μέτρια οικονομική δυνατότητα καθώς και περιορισμένη δυνατότητα εργαζομένων, ψάχνουν για απλά και φθηνά συστήματα απορρύπανσης με όσο το δυνατόν ελάχιστες απαιτήσεις λειτουργίας και συντήρησης. Από τις πιθανές λύσεις για την αντιμετώπιση των υγρών αποβλήτων των οινοποιείων, οι διεργασίες βιολογικής επεξεργασίας φαίνονται ιδιαίτερα ελκυστικές καθώς αυτό το είδος αποβλήτων είναι πολύ εύκολα βιοδιασπώμενο (Arvanitoyannis, 2008). Κατά συνέπεια, σε απάντηση στα αιτήματα μικρών παραγωγών, η τεχνολογία βιοαντιδραστήρων σειράς αλληλουχίας (Sequencing batch reactor, SBR) φαίνεται να είναι η πιο κατάλληλη για την συγκεκριμένη φύση των αποβλήτων οινοποιείων.

Μια μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων με την τεχνολογία SBR (εικόνα 2.4) περιλαμβάνει τα εξής:

1. Δύο δεξαμενές αποθήκευσης των 65m<sup>3</sup> η κάθε μια, εξοπλισμένες με μια αντλία μεταφοράς για την τροφοδότηση της δεξαμενής επεξεργασίας.
2. Μια αερόβια δεξαμενή επεξεργασίας
3. Μια δεξαμενή πρωτογενούς καθίζησης χωρητικότητας 1m<sup>3</sup>.
4. Μια ενδιάμεση δεξαμενή διατήρησης των 3m<sup>3</sup>
5. Έναν ανεμιστήρα και μια αντλία για την απομάκρυνση του νερού μετά την επεξεργασία και την καθίζηση.

Πριν από κάθε λειτουργία, η δεξαμενή βιοεπεξεργασίας γεμίζεται με τα λύματα από το οινοποιείο και στη συνέχεια διοχετεύεται σε αυτά ένα ποσοστό 10% ενεργού

ιλύος από τα αστικά αποχετευτικά συστήματα. Κατά τη διάρκεια της περιόδου εκκίνησης, η οποία διαρκεί 7 ημέρες, ο αντιδραστήρας λειτουργεί συνεχώς για την αποφυγή συσσώρευσης της βιομάζας αλλά και για την ομογενοποίηση αυτής με τα λύματα των οινοποιείων. Στο τέλος της περιόδου των 7 ημερών, η διαδικασία επεξεργασίας τίθεται σε λειτουργία.

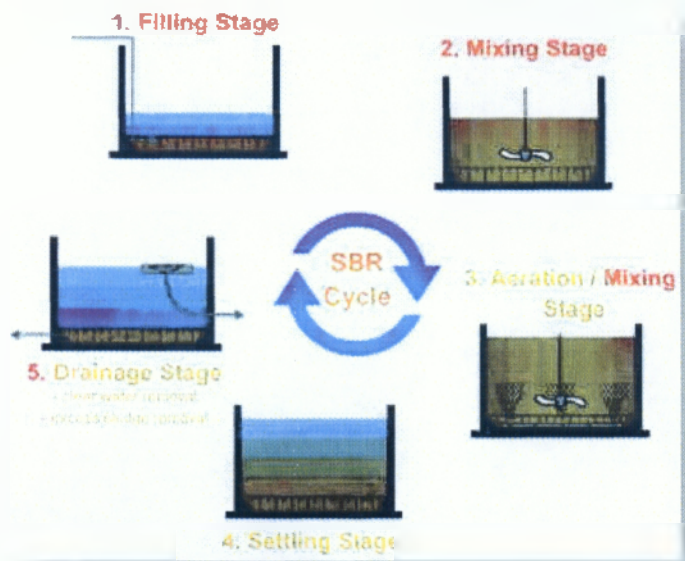


**Εικόνα 2.4:** *Sequencing batch reactor, SBR* (πηγή: <http://www.ccwsa.com>).

Τα βήματα του κύκλου λειτουργίας είναι τα εξής:

1. Συνεχής αερισμός και ανάδευση για 20 ώρες,
2. Ηρεμία και καθίζηση για 3 ώρες,
3. Μετά την καθίζηση ακολουθεί άντληση των διαχωρισμένων λυμάτων,
4. Αφού ο επιθυμητός όγκος έχει βυθιστεί ακολουθεί η περίοδος γεμίσματος με την χρήση αντλίας μεταφοράς λυμάτων προς την δεξαμενή αεροβικής επεξεργασίας,
5. Ακολουθεί επανεκκίνηση της ανάδευσης με αερισμό τέσσερις ώρες μετά το κλείσιμό της την πρώτη φορά και τέλος,
6. Κατά το στάδιο της πλήρωσης, όταν η δεξαμενή των 40m<sup>3</sup> είναι πλέον πλήρης, τότε αυτόματα το σύστημα σταματά να λειτουργεί.

Τα αποτελέσματα καθώς και ο απλοποιημένος αυτοματισμός, το χαμηλό κόστος κεφαλαίου και το μέτριο λειτουργικό κόστος, έδειξαν ότι η τεχνολογία SBR είναι απολύτως κατάλληλη για την απορρύπανση των υγρών αποβλήτων από μικρά οικοποιεία (Arvanitoyannis, 2008).



*Εικόνα 2.5: Τα βήματα του κύκλου λειτουργίας της τεχνολογίας SBR (πηγή: <http://www.thewatertreatments.com>).*

#### Πλεονεκτήματα της τεχνολογίας SBR

1. Υψηλής ποιότητας υλικό εκροής. Μειώνει τους ρύπους συμπεριλαμβανομένων της αμμωνίας κατά 96% και των φωσφορικών κατά 88%.
2. Λειτουργεί ως ένα διπλό σύστημα αποθήκευσης και επεξεργασίας. Τις ώρες αιχμής το εκρεόμενο υλικό αποθηκεύεται και η επεξεργασία τους επιτρέπεται στο υπόλοιπο της ημέρας.
3. Δεν υπάρχουν κινούμενα μέρη ή ηλεκτρικά εξαρτήματα στο εσωτερικό της δεξαμενής. Όλες οι λειτουργίες εντός της δεξαμενής γίνονται από την μηχανική ενέργεια του αέρα που παράγεται από έναν μικρό συμπιεστή ή ανεμιστήρα.



❖ Μειονεκτήματα της τεχνολογίας SBR

1. Η υψηλή και μη ελεγχόμενη ροή μπορεί να διαταράξει τη λειτουργία εκτός εάν αυτό έχει αποφευχθεί κατά τον σχεδιασμό.
2. Απαιτούνται μεγαλύτερες δεξιότητες για την συντήρηση των μέσων, τις συσκευές παρακολούθησης και τις αυτόματες βαλβίδες.
3. Είναι δύσκολη η προσαρμογή των χρόνων του κύκλου για τις μικρές κοινότητες
4. Η ειδική κατανάλωση ενέργειας είναι υψηλή.
5. Πολύ σπάνια μπορεί να εμφανιστεί το ενδεχόμενο να χρειαστεί να γίνει εξισορρόπηση του υλικού στη δεξαμενή χωρίς να έχει ολοκληρωθεί η διαδικασία απορρύπανσης (<http://www.thewatertreatments.com>).

### 2.3.2 Αναερόβια χώνευση

Η αναερόβια χώνευση είναι μια διαδικασία που χρησιμοποιείται για την ανακύκλωση στερεών οργανικών αποβλήτων με συνέπεια την σημαντική μείωση του όγκου των αποβλήτων αλλά και την παραγωγή βιοαερίου, το οποίο χρησιμοποιείται ως καύσιμο υλικό. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην δράση αναερόβιων μικροοργανισμών οι οποίοι αποικοδομούν την οργανική ουσία προς παραγωγή βιοαερίου (Haag et al., 2003).

Η συνολική διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης μπορεί να χωριστεί σε τρία σημαντικά στάδια:

1. Την υδρόλυση,
2. Την οξίνιση και
3. Τον σχηματισμό του μεθανίου

Στο πρώτο στάδιο, *της υδρόλυσης*, η οργανική ουσία “περιβάλλεται” από εξωκυττάρια ένζυμα των μικροοργανισμών όπως είναι η κυτταρινάση, η αμυλάση, η πρωτεάση και η λιπάση. Μέσω των ενζύμων αυτών, τα βακτήρια αποσυνθέτουν τις μακριές αλυσίδες του συμπλόκου των υδατανθράκων, των πρωτεϊνών και των λιπιδίων σε μικρότερα τμήματα. Για παράδειγμα, οι πολυσακχαρίτες μετατρέπονται

σε μονοσακχαρίτες, οι πρωτεΐνες διαχωρίζονται σε πεπτίδια και αργότερα στα επιμέρους αμινοξέα.

Τα βακτήρια του δεύτερου σταδίου, *της οξίνισης*, μετατρέπουν ουσιαστικά τα ενδιάμεσα προϊόντα της υδρόλυσης σε οξικό οξύ ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), υδρογόνο ( $\text{H}_2$ ) και διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ). Μέσω του οξέος που παράγουν τα βακτήρια αυτά δημιουργούνται αναερόβιες συνθήκες, οι οποίες είναι απαραίτητες για την δράση των βακτηρίων που παράγουν το μεθάνιο. Επιπλέον, μειώνουν τις ενώσεις χαμηλού μοριακού βάρους σε αλκοόλες, οργανικά οξέα, αμινοξέα, διοξείδιο του άνθρακα, υδρόθειο και ίχνη μεθανίου. Από χημικής άποψης, για την ολοκλήρωση της παραπάνω διαδικασίας είναι αναγκαία η παρουσία ενέργειας (ATP) καθώς τα βακτήρια από μόνα τους δεν είναι σε θέση να διατηρούν αυτό το είδος των αντιδράσεων χωρίς πρόσθετη ενέργεια (Harold House, 2007).

Τα μεθανογενή βακτήρια που εμπλέκονται στο τρίτο στάδιο, *του σχηματισμού του μεθανίου*, αποσυνθέτουν ενώσεις χαμηλού μοριακού βάρους. Για παράδειγμα, χρησιμοποιούν υδρογόνο, διοξείδιο του άνθρακα και οξικό οξύ για να σχηματίσουν μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα. Υπό φυσιολογικές συνθήκες, η παραγωγή του μεθανίου εξαρτάται από την διάρκεια “παραμονής” των αναερόβιων συνθηκών όπως συμβαίνει κάτω από την επιφάνεια του νερού, στα στομάχια των μηρυκαστικών καθώς και στους βάλτους. Τα μεθανογενή βακτήρια είναι υποχρεωτικά αναερόβια και πολύ ευαίσθητα στις περιβαλλοντικές αλλαγές.



**Εικόνα 2.6:** Βιοαντιδραστήρες αναερόβιας χώνευσης στερεών αποβλήτων οινοποιείων προς παραγωγή βιοαερίου (πηγή: <http://www.anaerobic-digestion.com/>).

Σε όλες τις διαδικασίες ζύμωσης είτε είναι αναερόβιες είτε αερόβιες, διάφοροι τύποι βακτηρίων συμμετέχουν συνεργιστικά για την ολοκλήρωση της διαδικασίας. Στην περίπτωση της παραγωγής του βιοαερίου υπάρχουν από την μια τα βακτήρια που δημιουργούν τις ιδανικές συνθήκες για την δράση των μεθανογενών βακτηρίων και από την άλλη τα μεθανογενή βακτήρια με την σειρά τους χρησιμοποιούν τα ενδιάμεσα προϊόντα-οξέα για την παραγωγή μεθανίου. Αν τα ενδιάμεσα αυτά δεν καταναλώνονταν τότε θα δημιουργούνταν τοξικές συνθήκες για την επιβίωση των μικροοργανισμών που τα παράγουν. Για το λόγο αυτό η διαδικασία ζύμωσης αποτελεί μια συνεργιστική δράση των βακτηρίων που αναφέρθηκαν παραπάνω (Biogas Digest, Biogas Basics).

Η αναερόβια χώνευση χρησιμοποιείται ευρέως για την επεξεργασία λυμάτων, ιδιαίτερα στις βιομηχανίες τροφίμων. Υπάρχουν πολλές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την διαχείριση των αποβλήτων από τα οиноποιεία. Ωστόσο τα ποσοστά απόδοσης της αναερόβιας χώνευσης όσον αφορά την καθαρότητα των λυμάτων αλλά και την ανακύκλωση των στερεών αποβλήτων είναι ιδιαίτερα υψηλά. Για παράδειγμα, το ποσοστό απομάκρυνσης του χημικού οξυγόνου (COD) κυμαίνεται από 90-95%, ενώ η παραγωγή βιοαερίου φτάνει τα 400-600L/kg COD με περιεκτικότητα σε μεθάνιο 60-70%. Η αναερόβια χώνευση είναι μια διαδικασία ιδανική για την διαχείριση των λυμάτων και των στερεών αποβλήτων των οиноποιείων, δίνοντας υψηλές αποδόσεις με χαμηλό κόστος για τα οиноποιεία (Moletta, 2005).

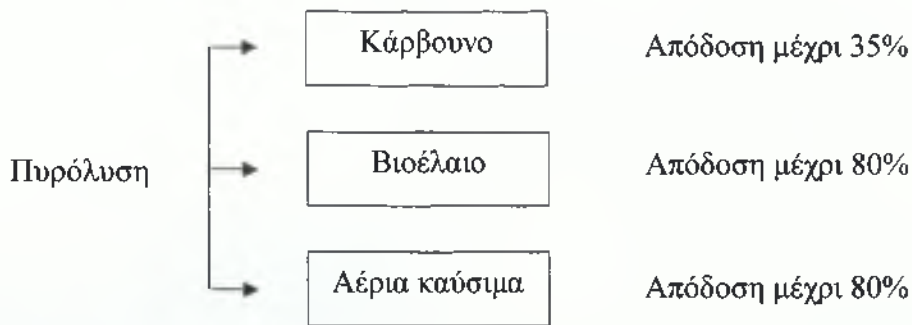
### **2.3.3 Αποτέφρωση**

Λαμβάνοντας υπόψη τις εκπομπές CO<sub>2</sub> και τις εκπομπές CO, η απόδοση της καύσης είναι μεγαλύτερη από 99%. Η απόδοση της καύσης του αποτεφρωτήρα, αν κρίνουμε από τις μετρήσεις TOC, είναι αντιστρόφως ανάλογη με τις εκπομπές των πολυχλωριωμένων διβενζο-p-διοξινών (PCDD) και των πολυχλωριωμένων διβενζοφουρανίων (PCDF). Οι μέσες τιμές εκπομπών PCDD και PCDF από την καύση αποβλήτων οиноποιείας, δείχνουν πως η αποτέφρωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί

ως εναλλακτικό σύστημα διάθεσης των αποβλήτων, επιτρέποντας την ανάκτηση ενέργειας με σοβαρές όμως περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Mariani et al., 1992).

### 2.3.4 Πυρόλυση

Η πυρόλυση είναι μια φυσικοχημική μέθοδος αποσύνθεσης της οργανικής ύλης, που επιτυγχάνεται με θέρμανση παρουσία αέρος. Με την διαδικασία της πυρόλυσης είναι δυνατή η παραγωγή αερίων και στερεών προϊόντων υψηλής θερμαντικής αξίας καθώς επίσης και υγρών κατάλληλων να αντικαταστήσουν προϊόντα που βασίζονται στο πετρέλαιο (εικόνα 2.7).



**Εικόνα 2.7:** Ενεργειακά προϊόντα πυρόλυσης (πηγή: Μαρτζόπουλος, Γ. 1993)

Στον πίνακα 2.1 δίνονται ο μέσος όρος των ποσοστών των σταθερών του διοξειδίου του άνθρακα, των πτητικών ουσιών, της τέφρας και η μέση παραγωγή του φυσικού αερίου από την πυρόλυση των στερεών αποβλήτων οινοποιείων. Σύμφωνα με τον πίνακα, η αύξηση της θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του ποσοστού του διοξειδίου του άνθρακα και της τέφρας και από την άλλη πλευρά, την μείωση του ποσοστού των τητικών ουσιών. Επίσης, η αύξηση της θερμοκρασίας οδήγησε σε αύξηση της παραγωγής του υδρογόνου, του μεθανίου και του μονοξειδίου του άνθρακα ενώ είχε ως συνέπεια την μείωση της παραγωγής του διοξειδίου του άνθρακα.

Παρατηρούμε πως χρησιμοποιώντας την μέθοδο της πυρόλυσης για την διαχείριση των αποβλήτων των οινοποιείων, λαμβάνεται ένα προϊόν (κάρβουνο)

υψηλής ενεργειακής αξίας και μάλιστα μειωμένης περιβαλλοντικής επιβάρυνσης (Encinar et al., 1997).

**Πίνακας 2.1:** Ο μέσος όρος των ποσοστών των σταθερών του διοξειδίου του άνθρακα, των πτητικών ουσιών, της τέφρας και η μέση παραγωγή του φυσικού αερίου ως μόρια ανά κιλό αποβλήτων που λαμβάνονται από την πυρόλυση στερεών αποβλήτων οινοποιείων.

| Θερμοκρασία<br>°C                      | Σταθερά<br>άνθρακα<br>(wt%) | Πτητικές<br>ουσίες<br>(wt%) | Στάχτη<br>(wt%) | H <sub>2</sub><br>(mol/kg) | CH <sub>4</sub><br>(mol/kg) | CO<br>(mol/kg) | CO <sub>2</sub><br>(mol/kg) |
|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|
| 300<br><i>Πηγή: Blasi et al., 1999</i> | 33                          | 59                          | 8               | 0                          | 0                           | 0.1            | 0.8                         |
| 400                                    | 55                          | 35                          | 11              | 0.1                        | 0.1                         | 0.8            | 2.1                         |
| 500                                    | 62                          | 22                          | 14              | 0.2                        | 0.22                        | 1.1            | 3                           |
| 600                                    | 67                          | 18                          | 16.5            | 1                          | 0.77                        | 1.4            | 2.2                         |
| 700                                    | 71                          | 13                          | 17              | 3.4                        | 1.22                        | 2              | 1.8                         |
| 800                                    | 72                          | 11                          | 17              | -                          | -                           | -              | -                           |
| 900                                    | 75                          | 8                           | 17              | -                          | -                           | -              | -                           |

### 2.3.5 Οζονισμός

Το όζον έχει αποδειχθεί πως είναι ένα ισχυρό απολυμαντικό στην επεξεργασία του νερού. Μέχρι στιγμής, έχει εφαρμοστεί κυρίως για την απορρύπανση του πόσιμου νερού. Ωστόσο, παλαιότερες μελέτες έδειξαν πως το όζον μπορεί να προταθεί ως μια τεχνολογία για την βελτίωση των μονάδων επεξεργασίας αποβλήτων, όπως είναι η βιολογική οξείδωση.

Εάν το όζον χρησιμοποιηθεί ως χημικός οξειδωτικός παράγοντας στην επεξεργασία λυμάτων, τότε οι υψηλές αποδόσεις βιοαποικοδομησιμότητας εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το pH των υγρών αποβλήτων. Αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι το pH επηρεάζει την διπλή δράση του όζοντος στην οργανική ύλη, η οποία μπορεί να είναι ένα άμεσο ή έμμεσο οξειδωτικό μονοπάτι. Σε χαμηλό pH, το όζον αντιδρά αποκλειστικά με ενώσεις που έχουν συγκεκριμένες λειτουργικές ομάδες μέσω επιλεκτικών αντιδράσεων όπως είναι η ηλεκτρονιόφιλες ή πυρηνόφιλες ή διπολικές αντιδράσεις (άμεσο οξειδωτικό μονοπάτι). Σε βασικό pH. Το όζον αποσυνθέτει ενώσεις οι οποίες δίνουν ελεύθερες ρίζες υδροξυλίου, ένα ιδιαίτερα οξειδωτικό είδος ριζών, οι οποίες αντιδρούν μη επιλεκτικά με ένα ευρύ φάσμα ανόργανων και οργανικών ενώσεων στο νερό (έμμεσο οξειδωτικό μονοπάτι). Ο συνδυασμός και των δύο τύπων οξειδωτικών μονοπατιών οζονισμού μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση του συνολικού ποσοστού οξείδωσης.

Όσον αφορά τα απόβλητα των οινοποιείων, το μεγαλύτερο πρόβλημα που παρουσιάζεται κατά την αποικοδόμηση αυτών είναι η υψηλή περιεκτικότητα που εμφανίζουν σε πολυφαινόλες. Οι ουσίες αυτές είναι που τα καθιστούν δύσκολα στην βιοαποικοδόμηση. Δεδομένου, λοιπόν, ότι οι πολυφαινόλες είναι αρωματικά συστατικά επιρρεπή στην «επίθεση» ηλεκτρονιόφιλων παραγόντων όπως είναι το όζον, η τεχνολογία του οζονισμού φαίνεται να είναι η καλύτερη επιλογή για την υποβάθμιση των ενώσεων αυτών στο μίγμα των αποβλήτων. Βέβαια ο οζονισμός χρησιμοποιείται ως ένα πρώτο στάδιο για την υποβάθμιση των πολυφαινολών, στη συνέχεια, ακολουθεί η βιοαποικοδόμηση.

Στην εικόνα 2.8 δίνεται μια μικρή μονάδα οζονισμού που χρησιμοποιείται από τα οινοποιεία με σκοπό τον καθαρισμό των υγρών αποβλήτων τους και την επαναχρησιμοποίηση του νερού αυτού. Το νερό διανέμεται κυκλικά στη δεξαμενή εκμετάλλευσης μέσω του οζονιστήρα, το οξειδωτικό δυναμικό μετριέται με την μονάδα μέτρησης Redox. Όταν το ανακυκλούμενο, μέσω της μονάδας όζοντος, (οζονιστήρας) νερό φτάνει τα 700mV Redox τότε αποθηκεύεται σε άλλη δεξαμενή πριν την χρήση του στο οινοποιείο. Το νερό μετά τον οζονισμό θεωρείται απόλυτα απολυμασμένο και σε πολλές περιπτώσεις πόσιμο (Beltran, 2001).



*Εικόνα 2.8: Μονάδα οζονισμού υγρών αποβλήτων οινοποιείου  
(πηγή: <http://www.mywinery.com>).*

Παρακολουθώντας την πορεία εξέλιξης των διαφόρων τεχνολογιών επεξεργασίας των λυμάτων και στερεών αποβλήτων των οινοποιείων, παρατηρούμε πως υπάρχουν πολλές και διάφορες μέθοδοι ωστόσο είναι συγκεκριμένες αυτές που επικρατούν για κάθε τύπο αποβλήτων. Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω η επικρατέστερη μέθοδος για την επεξεργασία υγρών αποβλήτων σε μικρές μονάδες οινοποιίας είναι ο οζονισμός με υψηλές αποδόσεις και χαμηλά κόστη. Από την άλλη μεριά για τα στερεά απόβλητα η καλύτερη λύση φαίνεται να είναι η αναερόβια χώνευση με την μέγιστη υποβάθμιση των αποβλήτων και την παραγωγή εναλλακτικών αέριων καυσίμων (βιοαέριο-βιομεθάνιο).

Με την ορθή διαχείριση των αποβλήτων από τα οινοποιία, μέσω των παραπάνω μεθόδων, επιτυγχάνεται μείωση του ρυπαντικού περιβαλλοντικού φορτίου κυρίως του υδροφόρου ορίζοντα, καθώς και δημιουργία εναλλακτικών τρόπων χρησιμοποίησής τους μετά την επεξεργασία.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΠΙΘΑΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΟΙΝΟΠΟΙΙΑΣ

#### 3.1 Γενικά

Σήμερα, υπάρχει ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για την αξιοποίηση των καταλοίπων που παράγονται από την βιομηχανία οίνου. Συγκεκριμένα, τα απόβλητα από τα οινοποιεία θα μπορούσαν να αποτελέσουν μια εναλλακτική πηγή φυσικών αντιοξειδωτικών. Τα φυσικά αντιοξειδωτικά έχουν κερδίσει έδαφος έναντι των συνθετικών λόγω του γεγονότος ότι είναι περισσότερο ασφαλή για τον ανθρώπινο οργανισμό. Επιπλέον, τα απόβλητα από την παραγωγή κρασιού μπορούν δυνητικά να χρησιμοποιηθούν ως βελτιωτικό εδάφους ή ως λίπασμα στην ήδη υπάρχουσα καλλιέργεια.

Υπάρχουν πολλές πιθανές χρήσεις των αποβλήτων οινοποιίας. Από αυτές κάποιες χρησιμοποιούνται και κάποιες άλλες βρίσκονται σε ερευνητικό στάδιο. Για παράδειγμα, τα στέμφυλα αποτελούν πλούσια πηγή διαφόρων προϊόντων υψηλής αξίας όπως είναι η αιθανόλη, το τρυγικό οξύ, το κιτρικό οξύ, το λάδι των σπόρων των στεμφύλων, τα υδροκολλοειδή και οι φυτικές ίνες (Kammerer et al., 2004).

Επιπλέον, τα τελευταία χρόνια έχει κερδίσει έδαφος η χρήση εκχυλισμάτων από τους σπόρους των στεμφύλων ως συμπλήρωμα διατροφής λόγω της αντιοξειδωτικής δράσης του. Είναι πολύ σημαντικό το γεγονός πως τα υποπροϊόντα που λαμβάνονται από την οινοποιία είτε αυτοί είναι σπόροι είτε πολτοί αποτελούν μια φθηνή πηγή αντιοξειδωτικών φλαβονοειδών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως διατροφικά συμπληρώματα παρέχοντας έτσι ένα σημαντικό οικονομικό πλεονέκτημα.

Επίσης, οι Diaz et al. (2002) αναφέρουν πως τα στέμφυλα, τα οποία αποτελούν το πρωταρχικό από τα απόβλητα των οινοποιείων, θα μπορούσαν να



χρησιμοποιηθούν ως βελτιωτικό εδάφους λόγω του οργανικού και θρεπτικού τους δυναμικού. Μετά από έρευνες, φαίνεται πως το είδος αυτό αποβλήτων περιέχει υψηλό ποσοστό ασβεστίου λόγω της φυσικής διαδικασίας της οινοποίησης σε σχέση με πολλά άλλα χημικά βελτιωτικά εδάφους.

Στο προηγούμενο κεφάλαιο όπου αναλύσαμε τις κατηγορίες των αποβλήτων, έγινε κατανοητό πως απ' όλα τα στάδια οινοποίησης λαμβάνονται απόβλητα διαφορετικού είδους. Σύμφωνα με έρευνες, όλα τα είδη αποβλήτων της οινοποιίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν και να ανακυκλωθούν λόγω της υψηλής περιεκτικότητας τους σε οργανικά και θρεπτικά συστατικά. Η σημαντικότερη αξιοποίηση των αποβλήτων είναι η χρήση τους ως πηγές φυσικών πολυφαινολών, όπως είναι τα φλαβονοειδή τα οποία αποτελούν φυσικά αντιοξειδωτικά κατάλληλα για την σωστή λειτουργία του οργανισμού. Ωστόσο υπάρχουν κι άλλες πιθανές χρήσεις των αποβλήτων οινοποιίας όπως είναι ως βελτιωτικό εδάφους ή λίπασμα μετά από κομποστοποίηση, η παραγωγή πουλουλάνης καθώς και ως απορροφητικό βαρέων μετάλλων. Η τελευταία χρήση αποτελεί μια πολύ πρόσφατη ανακάλυψη, ωστόσο έρευνες έδειξαν πως υπάρχει αυτή η δυνατότητα (Patterson, 1997).

### 3.2 Περιεκτικότητα σε φαινολικά

Οι φαινολικές ενώσεις του κρασιού και ιδιαίτερα τα φλαβονοειδή (π.χ. κατεχίνες, προανθοκυανιδίνες), αποτέλεσαν το επίκεντρο της προσοχής πρόσφατων μελετών λόγω της σχέσης τους με τα ευεργετικά αποτελέσματα που παρατηρήθηκαν από την μέτρια κατανάλωση κρασιού. Οι ενώσεις αυτές απαντώνται στα σταφύλια κι έτσι ένα μόνο μέρος τους μεταφέρεται στον μούστο. Ωστόσο, η εκχυλισιμότητά τους εξαρτάται από τις τεχνολογίες οι οποίες χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της οινοποίησης. Για το λόγο αυτό, σημαντικές ποσότητες φαινολικών ενώσεων εξακολουθούν να παραμένουν στα υποπροϊόντα οίνου και υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για την εκμετάλλευση αυτού του τύπου των σταφυλιών ώστε να αποκτήσουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε βιοδραστικές φαινολικές ενώσεις (Ray et al., 2001; Moure et al., 2001).

Το «Γαλλικό παράδοξο» ξεκίνησε έναν μεγάλο αριθμό μελετών με επίκεντρο τις αντιοξειδωτικές και ευεργετικές, για την υγεία, επιπτώσεις των φυτικών

δευτερογενών μεταβολιτών των σταφυλιών και του κρασιού. Είναι γνωστό πως οι ελεύθερες ρίζες εμπλέκονται σε πάνω από εκατό ασθένειες του ανθρώπου, συμπεριλαμβανομένων της αρθρίτιδας, της αρτιοσκλήρυνσης, της νόσου του Αλτσχάιμερ, της νόσου του Πάρκινσον καθώς και γαστρεντερικών δυσλειτουργιών και της καρκινογένεσης. Τα αντιοξειδωτικά είναι ισχυροί καταστροφείς των ελεύθερων ριζών και χρησιμεύουν ως αναστολείς των νεοπλασματικών διεργασιών. Επιπλέον, τα αντιοξειδωτικά διαθέτουν μια έντονη αντιφλεγμονώδη δραστηριότητα (Alonso et al., 2002).

Μελέτες έχουν δείξει πως τα φυσικά φλαβονοειδή μπορούν να “δώσουν” ένα ηλεκτρόνιο και να αντιδράσουν με ανιόντα υπεροξειδίου, ρίζες υδροξειλίου καθώς και ρίζες λιπιδίων, τα οποία μπορούν να προκαλέσουν την οξείδωση των λιπιδίων και να οδηγήσουν σε LDL οξείδωση με συνέπεια την ανάπτυξη της αθηροσκλήρωσης (Shrikhande, 2000). Αξίζει να σημειωθεί ότι τα υπολείμματα από τα οινοποιία θα μπορούσαν να είναι μια εναλλακτική πηγή για την απόκτηση φυσικών αντιοξειδωτικών, τα οποία θεωρούνται απολύτως ασφαλή σε σχέση με τα συνθετικά αντιοξειδωτικά όπως είναι η βουτυλική-(BHA) και το βουτυλιωμένο υδρόξυτολουόλιο-(BHT), ενώσεις που σήμερα χρησιμοποιούνται ευρέως στην βιομηχανία τροφίμων με ανεπιθύμητες συνέπειες για τα ένζυμα των ανθρωπίνων οργάνων (Nakatani, 1997).

Λόγω αυτών των ευεργετικών ιδιοτήτων, τα υποπροϊόντα των οινοποιείων πωλούνται τώρα ταχύτατα στην αναπτυσσόμενη βιομηχανία ως συμπληρώματα διατροφής. Στον πίνακα 3.1 δίνεται μια ιδέα για τα διάφορα προϊόντα με βάση το σταφύλι που διατίθενται σήμερα στην αγορά των Η.Π.Α. και δείχνει ότι οι σπόροι σταφυλιών είναι το πιο δημοφιλέ από τα υποπροϊόντα των αποβλήτων των οινοποιείων στην πλέον αντιπροσωπευτική αγορά του κόσμου. Το σπορέλαιο αυτό προέρχεται από τους σπόρους των σταφυλιών που έχουν μείνει σε αφθονία από την διαδικασία οινοποίησης. Σε έρευνά τους οι Nash and Nash (1993) έδειξαν ότι σε μια ομάδα 56 ανδρών και γυναικών, οι οποίοι καταλάωναν περίπου 43 γραμμάρια ελαίου ημερησίως, ποσό στο οποίο μπορεί κανείς να μαγειρέψει, το έλαιο από τα κουκούτσια σταφυλιού είχε την ικανότητα να μειώσει τα επίπεδα HDL κατά 13% και τα επίπεδα LDL κατά 7% μέσα σε τρεις εβδομάδες. Η ολική χοληστερόλη μειώθηκε κατά 15,6% και ο συνολικός λόγος LDL/HDL μειώθηκε κατά 15,3%, το οποίο είναι πολύ σημαντικό για εκείνους που διατρέχουν κίνδυνο καρδιακής προσβολής.

**Πίνακας 3.1:** Αριθμός υποπροϊόντων με βάση  
το σταφύλι που διατίθενται στην αγορά των Η.Π.Α.

| Είδος υποπροϊόντος     | Αριθμός |
|------------------------|---------|
| Σπόρος σταφυλιού       | 22      |
| Εκχύλισμα σταφυλιού    | 5       |
| Σκόνη κόκκινου κρασιού | 7       |

Πηγή: Shrikhande, 2000

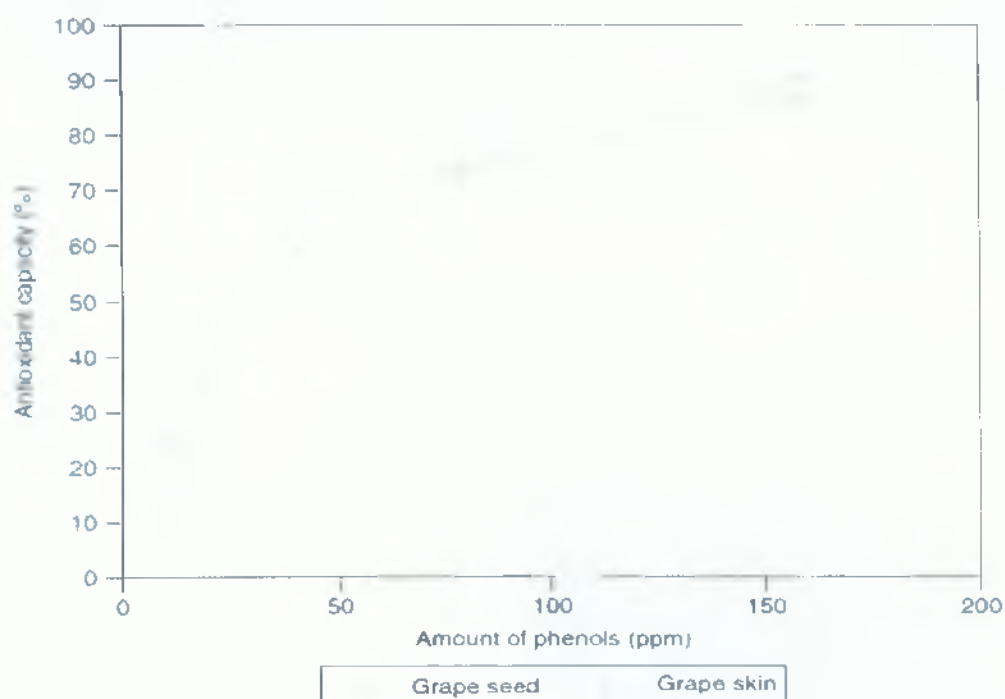
Το σπορέλαιο των σταφυλιών περιέχει βιταμίνη E (80-120mg/ 100g), βιταμίνη C, βήτα-καροτίνη, 0,8-1,5% μη σαπωνοποιητών πλούσιων σε τοκοφερόλες, στεροειδή και διάφορα λιπαρά οξέα. Ωστόσο, η συγκέντρωση των φαινολικών στα εμπορικά σκευάσματα αντιπροσωπεύονται επαρκώς από ολικές φαινόλες σύμφωνα με την μέθοδο προσδιορισμού Folin-Ciocolteau η οποία εκφράζει τα φαινολικά σε ισοδύναμα γαλλικού οξέος (Singleton and Rossi, 1965). Η συγκέντρωση των συνολικών φαινολικών οξέων, των συνολικών φλαβονοειδών και των διαφορετικών τάξεων τους δίνονται στον πίνακα 3.2.

**Πίνακας 3.2:** Ποσοτικός προσδιορισμός των ολικών φαινολών, των συνολικών φλαβονοειδών και των προανθοκυανιδινών ανά g/L εκχυλίσματος σταφυλιού και g/100g ξηρά ουσίας σπόρων σταφυλιού

| Ολικές φαινολικές ενώσεις (GAE) | Συνολικά φλαβονοειδή (CE) | Προανθοκυανιδίνες (CyE) |
|---------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| g/L 2.86 ± 0.01                 | g/L 2.79 ± 0.01           | g/L 1.38 ± 0.06         |
| g/100g Ξ.Ο 8.58 ± 0.03          | g/ 100g Ξ.Ο. 8.36 ± 0.04  | g/100g Ξ.Ο. 5.95 ± 0.17 |

Όπως προκύπτει από τον πίνακα 3.2, η ποσότητα των ολικών φαινολικών ουσιών και τα συνολικά φλαβονοειδή που περιέχονται στο εκχύλισμα σπόρων σταφυλιού ήταν υψηλότερη από εκείνη που προέρχεται από τη φλούδα και στέμφυλα. Επιπλέον, έρευνα του Shrikhande (2000), αναφέρει πως η ποσότητα της συνολικής φαινόλης με τα χρόνια αυξάνει, το φαινόμενο αυτό είναι αποτέλεσμα του καλύτερου καθαρισμού των φαινολών από τις υπόλοιπες ενώσεις λόγω της εξέλιξης των τεχνολογιών απομόνωσης.

Βέβαια όλη αυτή η διαδικασία εξαγωγής των φαινολών οφείλεται στο ιδιαίτερο ενδιαφέρον που παρουσιάζουν ως προς τις αντιοξειδωτικές τους ικανότητες. Πρόσφατες έρευνες έδειξαν πως η αντιοξειδωτική ικανότητα εκχυλισμάτων που προέρχονται από την φλούδα σταφυλιών ή τους σπόρους αυξάνει αισθητά με την ανάλογη αύξηση των φαινολικών ουσιών. Μάλιστα, φαίνεται πως η αντιοξειδωτική ικανότητα του σπόρου είναι κάπως μεγαλύτερη από την αντίστοιχη της φλούδας. Στο σχεδιάγραμμα 3.1 δίνεται η αντιοξειδωτική ικανότητα εκχυλίσματος σπόρων σταφυλιού και φλούδας σταφυλιού σε σχέση με τις φαινολικές ενώσεις ενώ στις εικόνες 3.1, 3.2 και 3.3 δίνονται οι διάφορες χρήσεις των αντιοξειδωτικών ικανοτήτων του εκχυλίσματος των σπόρων του σταφυλιού.



**Σχεδιάγραμμα 3.1:** Αντιοξειδωτική ικανότητα (%) των εκχυλισμάτων από σπόρους σταφυλιών και από φλούδα σταφυλιών (Πηγή: Alonso et al., 2002; Negro et al.,

Εκτός από τα εκχυλίσματα των σπόρων των σταφυλιών, τα εκχυλίσματα από τη φλούδα των στεμφύλων διατίθενται στο εμπόριο και έχει μεγάλη ζήτηση λόγω της σύνθετης δομής τους. Αποτελούνται από ανθοκυανίνες και προκυανιδίνες. Οι Yamakoshi et al. (1999) πρότειναν ότι οι προκυανιδίνες ενδέχεται να αντιδράσουν με συγκεκριμένες ενώσεις στο πλάσμα και το ενδιάμεσο υγρό του αρτηριακού τοιχώματος με συνέπεια την αναστολή της οξείδωσης της LDL και την εμφάνιση αντι-αθηροσκληρωτικής δράσης.

Οι ανθοκυανίνες είναι μια ομάδα φαινολικών ενώσεων που ανήκουν στην οικογένεια των φλαβονοειδών. Είναι υπεύθυνοι για τον χρωματισμό των πετάλων των λουλουδιών και φρούτων από μια μεγάλη ποικιλία φυτών. Υπάρχουν πολυάριθμες πηγές ανθοκυανινών, αλλά η βασική πρώτη ύλη είναι το υπόλειμμα από την διαδικασία της ερυθρής οινοποίησης (Francis, 1992). Μετά την πρώτη απομόνωση της ενοκυανίνης, η οποία χρονολογείται από το 1879, πολλοί έχουν αναπτύξει διπλώματα ευρεσιτεχνίας για την παραγωγή συμπυκνωμένων υδατικών διαλυμάτων ανθοκυανινών για την χρήση τους στα τρόφιμα. Σήμερα, η Ευρωπαϊκή Ένωση επιτρέπει την χρήση ανθοκυανινών ως χρωστικές ύλες τροφίμων στα ποτά, μαρμελάδες, στα γλυκά, τα παγωτά και τα φαρμακευτικά προϊόντα.



**Εικόνα 3.1:** Παραγωγή λαδιού μαγειρικής από την επεξεργασία του εκχυλίσματος των σπόρων σταφυλιού (πηγή: <http://www.skincareihub.com>).



*Εικόνα 3.2: Σειρά περιποίησης και ομορφιάς από την εκμετάλλευση του εκχυλίσματος των σπόρων του σταφυλιού (πηγή: <http://www.examiner.com>).*



*Εικόνα 3.3: Σειρά προϊόντων ενυδάτωσης των χειλιών από εκχύλιμα σπόρων σταφυλιού (πηγή: <http://www.winecountryorganics.com/organicosmetics>).*

Είναι προφανές πως η αύξηση του ποσού των φαινολών οδηγεί στην αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας. Επιπλέον, οι Negro et al. (2003) παρατήρησαν πως η φλούδα του σταφυλιού μπορεί να δώσει υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητα, η οποία να κυμαίνεται από 11,7% έως 86,3%. Σύμφωνα με τα παραπάνω μπορεί να εξαχθεί το

συμπέρασμα πως τα υποπροϊόντα της διαδικασίας της οινοποίησης έχουν υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητα και, ως συνέπεια αυτού του γεγονότος, ότι είναι προικισμένες με πιθανά οφέλη για την υγεία. Και τα δυο εκχυλίσματα, αυτό της φλούδας του σταφυλιού και αυτό του σπόρου, αποτελούν μια πολύτιμη πηγή αντιοξειδωτικών ουσιών αλλά και συμβάλλουν στη πρόοδο της διατήρησης της περιβαλλοντικής ισορροπίας, διότι, κατά την οινοποίηση παράγονται μεγάλα ποσά καταλοίπων τα οποία με την σειρά τους επιφέρουν σημαντικά προβλήματα κατά την αποθήκευση ή την μετατροπή τόσο οικολογικής όσο και οικονομικής απόψεως.

### 3.3 Βελτιωτικά και λιπάσματα κομποστοποίησης

Η παραγωγή υγιών και ομοιόμορφων φυτών αποτελεί βασική απαίτηση μιας σύγχρονης θερμοκηπιακής εγκατάστασης. Τα θερμοκήπια πρέπει να είναι ομοιογενή, καλώς αεριζόμενα, παραγωγίσιμα και απαλλαγμένα από παθογόνα. Οι καλλιεργητές σε μια προσπάθεια να ικανοποιήσουν την ανάγκη τους για ένα υπόστρωμα με κατάλληλο αέρα και κατάλληλη ικανότητα συγκράτησης νερού, οδηγούνται στη χρήση πολλών τύπων οργανικών και ανόργανων υλικών. Η αύξηση της ζήτησης και αναπόφευκτα η αύξηση της τιμής της τύρφης, η οποία χρησιμοποιείται κατά κόρον στην καλλιέργεια κηπευτικών, έχουν οδηγήσει στην αναζήτηση υψηλής ποιότητα αλλά χαμηλού κόστους κόμποστ που προέρχεται από οργανικά απόβλητα όπως τα απόβλητα της οινοποιίας (Inbar et al., 1986, 1988).

Η χρήση του κόμποστ, το οποίο προέρχεται από τα απόβλητα οινοποιείων, έχει αποκτήσει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Οι Graefe (1980) πρότειναν την χρήση των συγκεκριμένων κόμποστ ως υψηλής ποιότητας οργανικό λίπασμα με ταυτόχρονη ανάκτηση της θερμότητας και του CO<sub>2</sub> που παράγονται κατά τη διαδικασία της κομποστοποίησης. Η εφαρμογή του κόμποστ από απόβλητα οινοποιείων αυξάνει τα ποσοστά οργανικής ύλης, τα θρεπτικά επίπεδα της βιομάζας και βελτιώνει τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους. Στον πίνακα 3.3 και 3.4 δίνονται αναλυτικά τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του κόμποστ που προέρχεται από απόβλητα οινοποιείων.

**Πίνακας 3.3: Χημική σύσταση του κόμποστ από  
απόβλητα οινοποιείων**

| <b>Στοιχείο</b> | <b>Αξία</b>   |
|-----------------|---------------|
| <b>N</b>        | 2.14-3.74%    |
| <b>P</b>        | 0.18-0.52%    |
| <b>Ca</b>       | 3.17-14.3%    |
| <b>Mg</b>       | 0.3-0.61%     |
| <b>Fe</b>       | 0.5%          |
| <b>Zn</b>       | 77-109mg/kg   |
| <b>Cu</b>       | 30-46mg/kg    |
| <b>Ni</b>       | 9.1-17.6mg/kg |
| <b>Cr</b>       | 23.4-147mg/kg |
| <b>Pb</b>       | 8-19mg/kg     |
| <b>Cd</b>       | 0.2-0.4mg/kg  |

*Πηγή: Lasaridi et al., 2000*

Όπως προκύπτει από τους πίνακες, το κόμποστ που προέρχεται από απόβλητα οινοποιείων είναι πολύ καλής ποιότητας με ικανοποιητικά φυσικοχημικά χαρακτηριστικά και επαρκή ποσό θρεπτικών συστατικών. Επιπλέον, οι Lasaridi et al. (2000) ανέφεραν πως το λίπασμα που προέρχεται από την πίεση της φλούδας του σταφυλιού δίνει ένα από τα καλύτερης ποιότητας κόμποστ, τόσο όσον αφορά τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του όσο και την αγρονομική του αξία. Το κόμποστ που λαμβάνεται, συνιστάται ιδιαίτερα για την εφαρμογή του σε αμπελώνες, διότι:

1. Η φύση της οργανικής πρώτης ύλης θα διευκολύνει την ενσωμάτωσή του και θα βελτιώσει την ικανότητα συγκράτησης νερού του εδάφους, η οποία αποτελεί



σημαντικό παράγοντα για την ποιότητα και την ιδιαιτερότητα της παραγωγής κρασιού.

2. Το άζωτο απελευθερώνεται σταδιακά και μόνον, το οποίο είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για τους αμπελώνες που υποφέρουν από υψηλά επίπεδα αζώτου.
3. Αναφέρεται ότι μετριάζει τις τιμές του καλίου, το οποίο θεωρείται σημαντικός παράγοντας της ποιότητας του οίνου.

**Πίνακας 3.4: Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά  
κόμποστ που προέρχεται από απόβλητα  
οινοποιείων**

| Παράμετρος      | Αξία           |
|-----------------|----------------|
| pH              | 6.5-8.5        |
| EC              | 1.57-4.1 MS/cm |
| Volatile solids | 46.8-67.5%     |
| C/N ratio       | 11.9-19.5      |
| Moisture        | 47-66%         |
| CEC             | 108.65 Cmol/kg |
| OM              | 84.15-89.1%    |
| C               | 40.5-51.5%     |

Πηγή: *Lasaridi et al., 2000*

Ο Manios (2004) διερεύνησε τις δυνατότητες χρήσης του εκχυλίσματος από την φλούδα των σταφυλιών ως υπόστρωμα για την καλλιέργεια φράουλας. Ένα μείγμα που περιείχε 25% (v/v) εκχύλισμα φλούδας σταφυλιού και 75% ελαφρόπετρα χρησιμοποιήθηκε και παρήχθησαν κατά μέσο όρο απόδοση καρπών από 306g/ φυτό

και βιομάζα από 97% φυτό. Τα αποτελέσματα αυτά ήταν υψηλότερα σε σχέση με άλλα οργανικά κατάλοιπα που προέρχονται από κόμποστ.

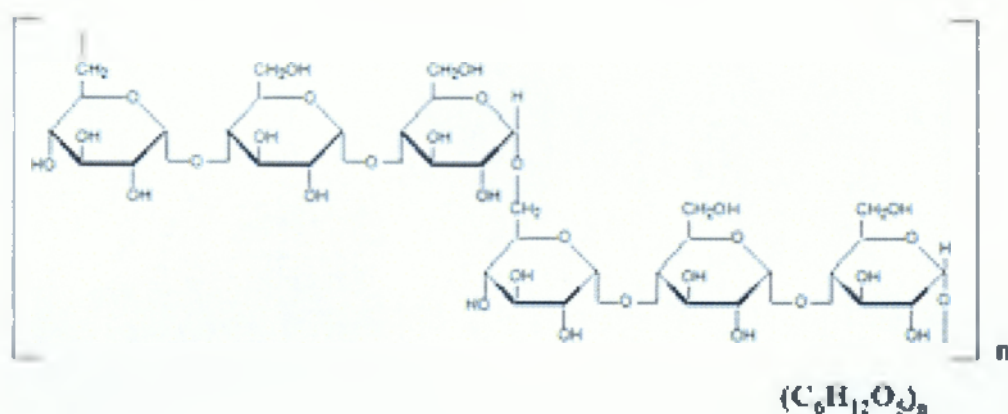
Παρά τα πλεονεκτήματά της, η εφαρμογή των γεωργικών αποβλήτων στο έδαφος μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα, λόγω των βαρέων μετάλλων που περιέχουν. Η συνεχής εφαρμογή των αποβλήτων έχει ως αποτέλεσμα τη συσσώρευση βαρέων μετάλλων στο έδαφος. Η παρουσία των βαρέων μετάλλων είναι ανεπιθύμητη διότι μπορεί να προκαλέσει δυσμενείς επιπτώσεις τόσο στο περιβάλλον όσο και σε ζώντες οργανισμούς συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου. Τα μέταλλα μπορεί να διακριθούν από του άλλους τοξικούς ρύπους καθώς δεν είναι βιοδιασπώμενα και μπορεί να συσσωρευτούν σε ζωντανούς ιστούς, προκαλώντας διάφορες ασθένειες και διαταραχές (Villaescusa et al., 2004).



**Εικόνα 3.4:** Παραγωγή κόμποστ από απόβλητα οινοποιείων (πηγή: <http://www.theharpaddock.co.nz/OurStory/TheVineyard/Sustainability.aspx>).

### 3.4 Παραγωγή πουλουλάνης

Η πούλπα από την φλούδα σταφυλιών είναι ένα υποπροϊόν της βιομηχανίας οίνου, το οποίο ανέρχεται σε χιλιάδες τόνους ετησίως. Στην Ελλάδα, η μέση ετήσια παραγωγή πούλπας από φλούδα σταφυλιών για τα έτη 1996-2000 ήταν 14200n (Aragoglou et al., 2002). Ένα καυτό υδατικό εκχύλισμα της πούλπας από την φλούδα των σταφυλιών, δίνει ένα πολύ καλό υπόστρωμα για την παραγωγή πουλουλάνης, έναν πολύ σημαντικό βιομηχανικό πολυσακχαρίτη. Η πουλουλάνη (εικόνα 3.5) είναι ένας εξωκυττάριος ομοπολυσακχαρίτης, υψηλής οικονομικής σημασίας, ο οποίος παράγεται από την ζύμη *Aureobasidium pullulans* (Saha and Zeikus, 1989).



**Εικόνα 3.5:** Χημικός τύπος του πολυσακχαρίτη πουλουλάνη(πηγή: <http://en.wikipedia.org>)

Η πουλουλάνη χρησιμοποιείται ως συστατικό χαμηλών θερμίδων σε τρόφιμα, ως ρυθμιστής ιξώδους και συνδετικό υλικό και, λόγω της χαμηλής διαπερατότητας οξυγόνου που το χαρακτηρίζει, ως παράγοντα συντήρησης τροφίμων. Επιπλέον, χρησιμοποιείται στην φαρμακευτική βιομηχανία ως συντηρητικό και συνδετικό υλικό αλλά και ως μέσο της οξείδωσης στη παρασκευή ταμπλέτων. Άλλες εφαρμογές περιλαμβάνουν την παρασκευή κόλλας, την χρήση του ως παράγοντα γεύσης αλλά και ως ενισχυτή της διαλυτότητας του νερού στα λιπάσματα (Israilides et al., 1998).

Η πουλουλάνη ανακτάται συνήθως από τη ζύμωση με κατακρήμνιση με αιθανόλη ή μεθανόλη, μετά την αφαίρεση των κυττάρων. Έχει αποδειχθεί, ωστόσο,

ότι η καθαρότητά της μετά την κατακρήμνιση μπορεί να διαφέρει ανάλογα με το υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε για την ζύμωση. Ο προσδιορισμός της πουλουλάνης γίνεται με υδρόλυση του μείγματος υπό τον έλεγχο της πουλουλανάσης και ακολουθεί εκτίμηση της προκύπτουσας μαλτοτριόζης με χρωματογραφία, ραδιομετρία ή άλλες μεθόδους.

Εν κατακλείδι, μπορούμε να πούμε ότι η πούλπα από την φλούδα των σταφυλιών μπορούν αν ανακυκλωθούν και να χρησιμοποιηθούν ως υπόστρωμα για την παραγωγή υψηλής προστιθέμενης αξίας προϊόντων, της πουλουλάνης, έναν πολυσακχαρίτη με πολλές βιομηχανικές χρήσεις και άλλες εφαρμογές.

### 3.5 Απορροφητικό βαρέων μετάλλων

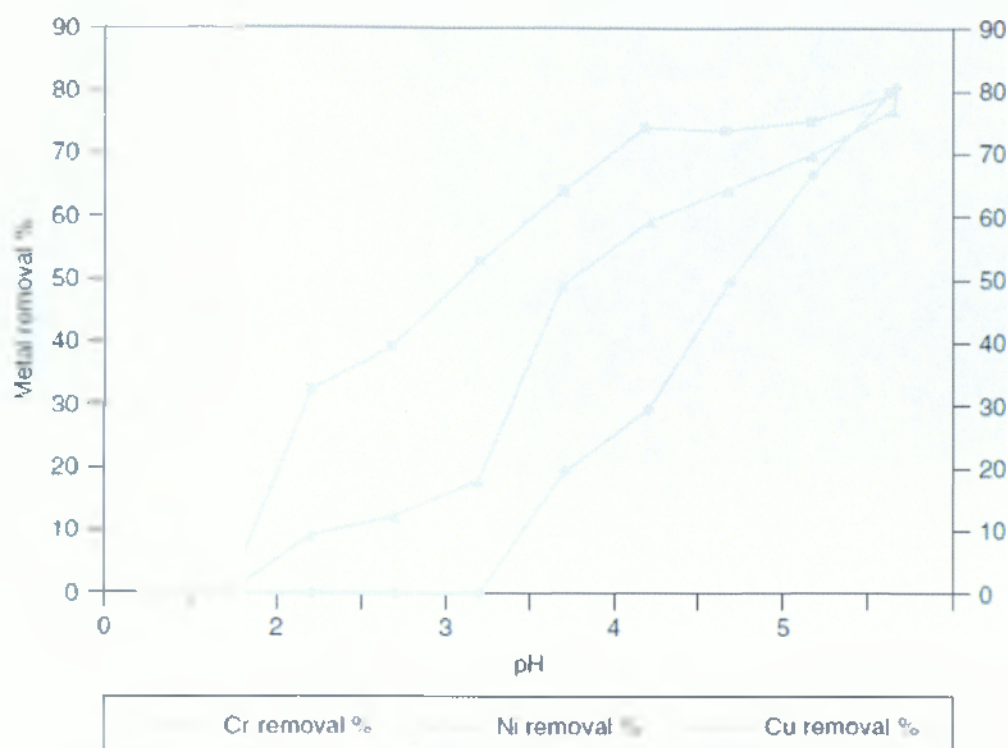
Τα υγρά απόβλητα των βιομηχανιών, που περιέχουν βαρέα μέταλλα, μπορεί να προκαλέσουν σημαντική ρύπανση του εδάφους αλλά και του υδροφόρου ορίζοντα. Μάλιστα η μόλυνση αυτή, προκαλεί σοβαρά προβλήματα σε όλους τους έμβιους οργανισμούς συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου. Λόγω της τοξικότητας και της αφομοίωσης των βαρέων μετάλλων από τους οργανισμούς, η ασφαλής και αποτελεσματική απομάκρυνση αυτών από τα λύματα αποτελούν πρόκληση για τις βιομηχανίες καθώς οι ήδη υπάρχουσες τεχνολογίες δεν είναι οικονομικά αποδεκτές. Επιπλέον, οι συμβατικές μέθοδοι για την απομάκρυνση των βαρέων μετάλλων περιλαμβάνουν την χημική καθίζηση, την πήξη, την εκχύλιση με διαλύτη, την ηλεκτρόλυση και την προσρόφηση (Patterson, 1997; Yuan-shen et al., 2004).

Το υψηλό αρχικό κεφάλαιο αλλά και το κόστος αναγέννησης του ενεργού άνθρακα και των διαφόρων τύπων ιοντοανταλλακτικών ρητινών, υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται στην προσρόφηση βαρέων μετάλλων, περιορίζουν την χρήση τους σε μεγάλη κλίμακα. Επίσης, η παρουσία σύνθετων υποστρωμάτων στα βιομηχανικά λύματα παρεμποδίζει την προσρόφηση και μπορεί να οδηγήσει σε συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων μεγαλύτερες από αυτές που ορίζει ο κανονισμός. (Villaescusa et al, 2004, Weng, 2002).

Για τους λόγους αυτούς, η απορρόφηση ως εναλλακτική μέθοδος φαίνεται να είναι αποτελεσματική για την απομάκρυνση των βαρέων μετάλλων από τα

βιομηχανικά λύματα. Πολλά φυσικά και συνθετικά ένυδρο στερεά έχουν ερευνηθεί ως απορροφητικά των βαρέων μετάλλων (Yuan-shen et al., 2004). Μεταξύ αυτών, τα απόβλητα από γεωργικές εργασίες, όπως είναι τα απόβλητα των οινοποιείων, θεωρήθηκαν ως χαμηλού κόστους προσροφητικά για την απομάκρυνση των τοξικών βαρέων μετάλλων. Αυτά τα προσροφητικά έχουν αρκετά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με άλλα, συμπεριλαμβανομένων του χαμηλού κόστους αλλά και της ανακύκλωσης υλικών που θεωρούνται ουσιαστικά λύματα και την περαιτέρω χρήση τους στην απολύμανση του εδάφους.

Σε πρόσφατες μελέτες διερευνήθηκε το δυναμικό των αποβλήτων των οινοποιείων στην απορρόφηση και απομάκρυνση του χρωμίου, του νικελίου και του χαλκού από υδατικά διαλύματα. Η απορρόφηση των μετάλλων από τα απόβλητα των οινοποιείων μπορεί να αποδίδεται σε πρωτεΐνες, υδατάνθρακες και φαινολικές ενώσεις, οι οποίες χαρακτηρίζονται από συγκεκριμένες ομάδες (αμινομάδες, καρβοξυλομάδες, φωσφορικό άλας, υδροξύλιο κ.α.) που έχουν την ικανότητα να δεσμεύσουν τα ιόντα των μετάλλων (Villaescusa et al., 2004). Στο διάγραμμα 3.2 δίνεται η απομάκρυνση τριών μετάλλων με τη χρήση αποβλήτων από οινοποιεία σε σχέση με την τιμή του pH.



**Διάγραμμα 3.2:** Απομάκρυνση των μετάλλων με τη χρήση αποβλήτων οινοποιείων σε σχέση με την τιμή του pH (πηγή: Yuan-shen et al., 2004; Villaescusa et al., 2004).

Παρατηρούμε, πως η απομάκρυνση όλων των μετάλλων αυξάνεται με την αύξηση της τιμής του pH. Ειδικότερα, η απορρόφηση αυξήθηκε από μηδέν σε pH 1,0 έως και 78-80% σε pH 5,5 για όλα τα μέταλλα. Η απουσία της προσρόφησης σε χαμηλό pH μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι, σε αυτές τις τιμές η συγκέντρωση των H είναι υψηλή και έτσι μπορούν να ανταγωνιστούν τα μέταλλα (Villaescusa et al., 2004). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα απόβλητα των οινοποιείων μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως προσροφητικά για την απολύμανση των λυμάτων που περιέχουν βαρέα μέταλλα. Επίσης, η οινολάσπη, που είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα απόβλητα των οινοποιείων, έχει αποδειχθεί πως αποτελεί ένα ιδιαίτερα αποτελεσματικό προσροφητικό για την απομάκρυνση του Cr(III) από το υδατικό διάλυμα (Li et al., 2004).

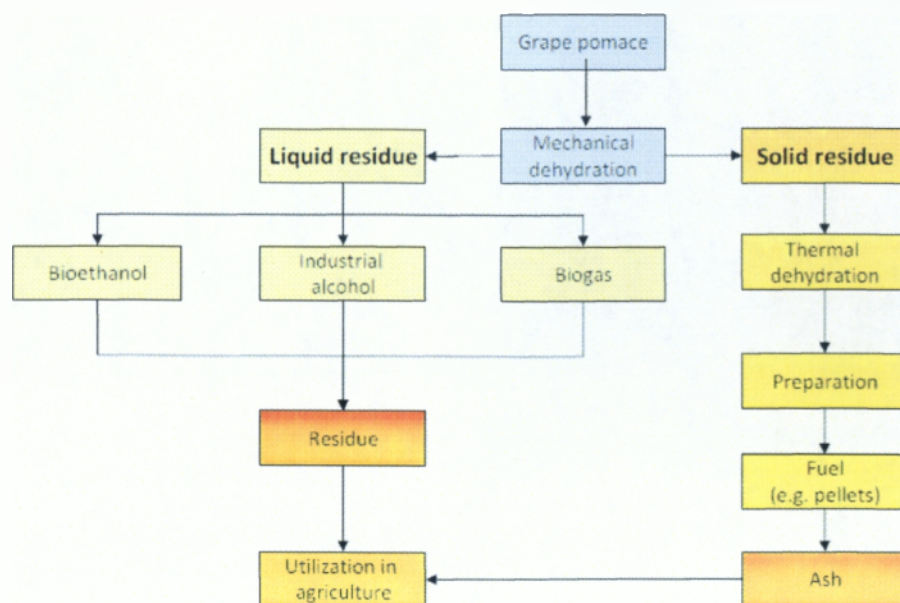
### 3.6 Παραγωγή ενέργειας

Κάθε χρόνο ως αποτέλεσμα των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, δισεκατομμύρια τόνοι διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) κυρίως από την καύση ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο) καθώς και άλλων αερίων, απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα αλλάζοντας την μέχρι τώρα σταθερή σύστασή τους. Η κλιματική αλλαγή είναι πλέον γεγονός και αναφέρεται στην αύξηση της θερμοκρασίας της γης, η οποία προκαλείται από την αύξηση των συγκεντρώσεων αερίων, στην ατμόσφαιρα, που έχουν την ιδιότητα να παγιδεύουν θερμότητα.

Εκτός από την κλιματική, σημαντικό έδαφος κατέχει και το παγκόσμιο ενεργειακό πρόβλημα που είναι και αυτό απόρροια της ανεξέλεγκτης καύσης των ορυκτών καυσίμων. Το ενεργειακό πρόβλημα πρωτοεμφανίστηκε στις αρχές της δεκαετίας του '50, κάνοντας δειλά την εμφάνισή του. Παρά το γεγονός ότι το 1950 τα εκτιμώμενα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα είχαν επάρκεια 20 χρόνων, επικρατούσε κάποια νηφαλιότητα σε σχέση με την ενεργειακή τροφοδότηση. Με την εμφάνιση της ενεργειακής κρίσης του 1973 άρχισε και η συνειδητοποίηση του ενεργειακού προβλήματος, το οποίο στην ουσία συγκεντρώνεται στην εξάντληση των φυσικών ενεργειακών αποθεμάτων όπως το πετρέλαιο το φυσικό αέριο και ο άνθρακας.

Σήμερα έχει δοθεί ιδιαίτερη σημασία στο ζήτημα αυτό με σκοπό να βρεθούν εναλλακτικές πηγές ενέργειας (ΑΠΕ). Μεταξύ αυτών, τα απόβλητα από γεωργικές εργασίες, όπως είναι τα απόβλητα των οينوποιείων, θεωρήθηκαν κατάλληλα για την χρήση τους ως εναλλακτικό τρόπο παραγωγής ενέργειας. Στο σχεδιάγραμμα 3.3 παρατηρούνται οι τρόποι με τους οποίους μπορούμε να εκμεταλλευτούμε τα κατάλοιπα της διαδικασίας της οινοποίησης προς παραγωγή ενέργειας.

Με την μηχανική αφυδάτωση των στεμφύλων λαμβάνονται δυο ειδών απόβλητα, υγρά και στερεά. Τα υγρά απόβλητα εισέρχονται στην παραγωγική διαδικασία της βιοαιθανόλης, της βιομηχανικής αλκοόλης και του βιοαερίου ενώ τα στερεά απόβλητα επεξεργάζονται κατάλληλα ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμο υλικό.

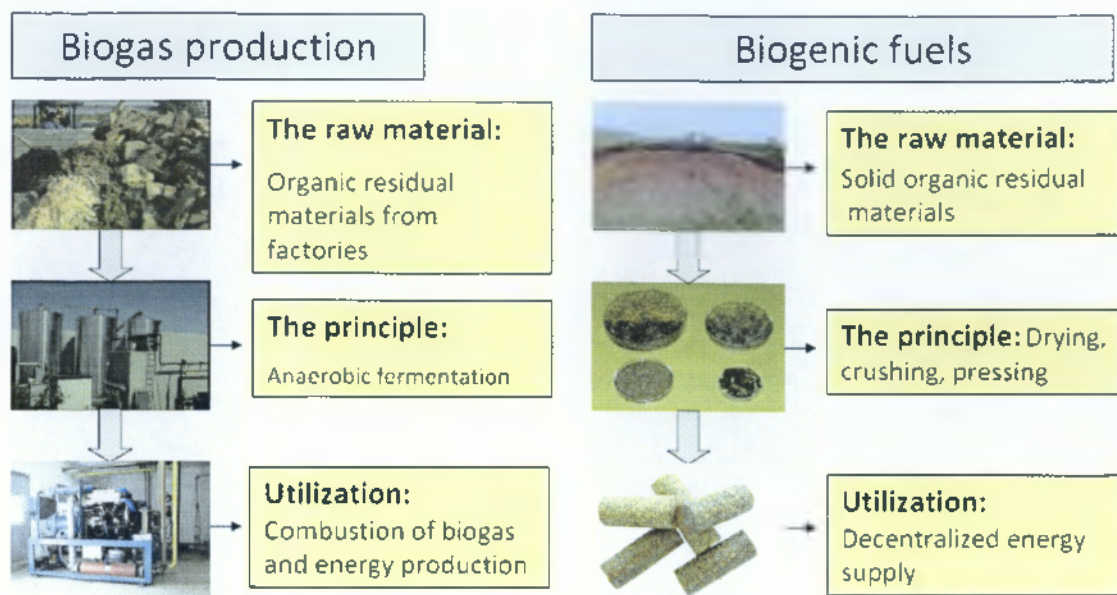


**Διάγραμμα 3.3:** Παραγωγή ενέργειας από την αξιοποίηση των λυμάτων οινοποιίας (πηγή: Isabella Liolios, 2011).

Επίσης, στην παραγωγή του βιοαερίου λαμβάνουν μέρος και τα υπόλοιπα απόβλητα της οινοποίησης όπως είναι η οινολάσπη, οι βλαστοί από τα κλαδέματα των αμπελιών, τα λύματα από τις διάφορες διαδικασίες καθώς και το γλεύκος από τις μεταγγίσεις. Η παραγωγή του βιοαερίου, το οποίο αποτελεί εναλλακτική πηγή ενέργειας, βασίζεται στην αναερόβια χώνευση των παραπάνω υποστρωμάτων τα οποία χαρακτηρίζονται από υψηλό ποσοστό οργανικής ύλης. Το βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση ή για ηλεκτρισμό αλλά και μετά από βελτίωση να ενσωματωθεί στο δίκτυο του φυσικού αερίου ή στο δίκτυο των μεταφορών.

Από την άλλη μεριά, τα στέμφυλα μπορούν να επεξεργαστούν κατάλληλα και να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμο υλικό με την μορφή πέλετ (εικόνα 3.6) (Isabella Liolios, 2011). Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει την ξήρανση των στεμφύλλων, την σύνθλιψη και την συμπίεση αυτών συνήθως με ρινίσματα ξύλου για την δημιουργία των πέλετ. Στην εικόνα 3.6 δίνονται οι δυνατότητες που έχουν τα λύματα των οινοποιείων όσον αφορά την εφαρμογή τους στην παραγωγή ενέργειας.





*Εικόνα 3.6: Δυνατότητες διαχείρισης των αποβλήτων από τα οινοποιία για την παραγωγή ενέργειας (Isabella Liolios, 2011).*

Μπορούμε, λοιπόν, να καταλήξουμε πως με την κατάλληλη επεξεργασία τα απόβλητα από τα οινοποιία έχουν πάρα πολλές εφαρμογές και μάλιστα σε πάρα πολλούς κλάδους. Οι δυνατότητες αυτές είναι πολύ σημαντικές καθώς μόνο πλεονεκτήματα μπορούν να αποδώσουν τόσο περιβαλλοντικά με την απορρόπηση των νερών και των εδαφών όσο και οικονομικά λόγω χαμηλού κόστους επεξεργασίας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

# ΕΥΡΩΠΑΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΟΙΝΟΠΟΙΕΙΩΝ

### 4.1 Πρόγραμμα DIONYSOS

#### 4.1.1 Γενικά

Όπως έχει ήδη αναφερθεί σε προηγούμενα κεφάλαια, τα οινοποιητικά απόβλητα, λόγω όγκου και οργανικού φορτίου, αποτελούν ένα σημαντικό παράγοντα επιβάρυνσης του περιβάλλοντος, αφού κατά την οινοποίηση παράγεται ένας πολύ μεγάλος όγκος στερεών αποβλήτων (στέμφυλα) που συνιστά το 17% του βάρους των χρησιμοποιούμενων σταφυλιών.

Πιο συγκεκριμένα, στην Ελλάδα οινοποιούνται ανά έτος από 400 οινοποιεία περίπου 550.000 τόνοι σταφυλιών, παράγοντας 400.000.000 lt κρασιού. Τα παραγόμενα στέμφυλα υφίστανται εδαφική διάθεση χωρίς καμία προηγούμενη επεξεργασία. Τα στέμφυλα περιέχουν πολυφαινόλες σε υψηλές συγκεντρώσεις, γεγονός που οδηγεί σε επιβάρυνση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων των περιοχών όπου απορρίπτονται τα απόβλητα.

Τα οινοποιεία, τα οποία στην πλειοψηφία τους είναι επιχείρησης μικρής κλίμακας, δεν μπορούν ανά αντέξουν το κόστος εγκατάστασης συστημάτων επεξεργασίας των παραγόμενων στερεών αποβλήτων, με αποτέλεσμα να συνεχίζουν την εφαρμογή πρακτικών διαχείρισής τους, οι οποίες είναι περιβαλλοντικά μη αποδεκτές. Πρέπει να επισημανθεί πως ο βασικός λόγος για την έως σήμερα εφαρμογή περιβαλλοντικά μη αποδεκτών πρακτικών διαχείρισης των στεμφύλων ήταν η απουσία μεθόδων διαχείρισης, οι οποίες θα μπορούσαν να εγγραφήσουν ταυτόχρονα:

1. Την αποτελεσματική επεξεργασία των συγκεκριμένων αποβλήτων, και

2. Την βιωσιμότητα της σχετικής επένδυσης ή έστω το χαμηλό κόστος της (κατασκευαστικό και λειτουργικό) ώστε να μην επιβαρυνθεί τελικά το κόστος παραγωγής του κρασιού με συνεπακόλουθο την απομείωση της ανταγωνιστικής παρουσίας του προϊόντος στην εγχώρια και διεθνή αγορά.

#### **4.1.2 Στόχος του προγράμματος**

Στόχος του προγράμματος ήταν η ανάπτυξη μιας οικονομικά βιώσιμης διαδικασίας για την ολοκληρωμένη διαχείριση των οινοποιητικών αποβλήτων. Ειδικότερα αντικείμενο του DIONYSOS ήταν η ανάπτυξη και επίδειξη μιας διαδικασίας υψηλής τεχνολογίας για την ανάκτηση των πολυφαινόλων που περιέχονται στα οινοποιητικά απόβλητα. Έχουμε αναφέρει αναλυτικά σε προηγούμενο κεφάλαιο πως οι πολυφαινόλες αποτελούν ενώσεις υψηλής προστιθέμενης αξίας. Η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του DIONYSOS είναι φιλική προς το περιβάλλον, λόγω του ότι χρησιμοποιεί ως διαλύτες μόνο νερό και αλκοόλη. Η τελευταία μάλιστα παράγεται με απόσταξη από τα απόβλητα και ανακυκλώνεται. Τέλος, το ολοκληρωμένο αυτό σύστημα διαχείρισης των οινοποιητικών αποβλήτων περιλαμβάνει την χρησιμοποίηση του εναπομείναντος υπολείμματος για την παραγωγή ζωοτροφών υψηλής θρεπτικής αξίας και/ή την μετατροπή του σε φυσικό οργανικό λίπασμα μέσω εφαρμογής μεθόδου λιπασματοποίησης που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος.

#### **4.1.3 Μέθοδος επεξεργασίας**

Το σύστημα επεξεργασίας που αναπτύχθηκε αποτελείται από τέσσερα διαδοχικά στάδια:

- ❖ Το πρώτο μέρος του συστήματος επεξεργασίας των στεμφύλων περιλαμβάνει την ξήρανση-κονιοποίησή τους και στη συνέχεια την εκχύλιση με αλκοόλη. Ακολούθως το εκχύλισμα αραιώνεται με νερό και διηθείται.
- ❖ Το δεύτερο μέρος της επεξεργασίας περιλαμβάνει τη διέλευση του διηθημένου υδοτοαλκοολικού εκχυλίσματος μέσω μιας αλληλουχίας εξειδικευμένων

ρητινών προσρόφησης με σκοπό την κατακράτηση των περιεχομένων πολυφαινολών και χρωστικών. Ακολούθως οι ρητίνες εκπλένονται με αλκοόλη και είναι έτοιμες να χρησιμοποιηθούν ξανά.

- ❖ Το τρίτο μέρος της επεξεργασίας έχει ως στόχο την θερμική εξάτμιση και ανάκτηση της αλκοόλης που χρησιμοποιήθηκε στο δεύτερο στάδιο της έκπλυσης / αναγέννησης των ρητινών, και στην παραλαβή των πολυφαινολών.
- ❖ Το τέταρτο στάδιο της επεξεργασίας περιλαμβάνει (προαιρετικά) το χρωματογραφικό διαχωρισμό των πολυφαινολών με την χρήση τεχνολογίας FCPC και την παραλαβή καθαρών βιοδραστικών συστατικών υψηλής προστιθέμενης αξίας όπως η trans-ρεσβερατρόλη.

Το τελικό αποτέλεσμα της παραπάνω διαδικασίας είναι:

1. Ένα πρώτο εκχύλισμα πλούσιο σε πολυφαινόλες με υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητα και υψηλή προστιθέμενη αξία.
2. Ένα δεύτερο εκχύλισμα που εμπεριέχει όλες τις χρωστικές του σταφυλιού.
3. Καθαρή trans-ρεσβερατρόλη.
4. Ένα υποκίτρινο υδατικό απόβλητο χωρίς πολυφαίνολες, το οποίο αξιοποιείται από την ίδια την μονάδα για την κάλυψη των διαφόρων αναγκών σε κατανάλωση νερού.
5. Φυσικό οργανικό εδαφοβελτιωτικό (compost).

Αξίζει να σημειωθεί πως τα προϊόντα 1-3 παράγονται σε μορφή και καθαρότητα κατάλληλη για χρήση ως πρώτη ύλη σε διάφορες εφαρμογές όπως παραγωγή φαρμάκων, παρασκευή καλλυντικών, παραγωγή συμπληρωμάτων διατροφής και άλλες πολλές εφαρμογές.

#### 4.1.4 Βιωσιμότητα επένδυσης

Η εφαρμογή της αναπτυχθείσας τεχνολογίας απαιτεί αφενός την προμήθεια και εγκατάσταση εξειδικευμένου εξοπλισμού και αφετέρου την απασχόληση προσωπικού με εξειδικευμένο επιστημονικό υπόβαθρο. Οι λόγοι αυτοί καθιστούν ασύμφορη την εγκατάσταση της συγκεκριμένης τεχνολογίας σε κάθε ένα από τα οινοποιεία, τα οποία στην πλειονότητα τους είναι επιχειρήσεις μικρής κλίμακας.

Βάσει των ανωτέρω και προκειμένου να είναι βιώσιμη η εφαρμογή της αναπτυχθείσας τεχνολογίας προτείνεται η εγκατάσταση μικρών υπομονάδων προεπεξεργασίας στέμφυλων σε κάθε ένα οινοποιείο ξεχωριστά και ορισμένων κεντρικών μονάδων ανά γεωγραφική περιοχή, οι οποίες θα εξυπηρετούν τα οινοποιεία που δραστηριοποιούνται στις περιοχές αυτές. Έτσι, τα απόβλητα των οινοποιείων θα επεξεργάζονται συνολικά τα στέμφυλα πολλών μονάδων, με συνέπεια τόσο το πάγιο και λειτουργικό κόστος της εγκατάστασης να είναι σημαντικά χαμηλότερο σε σχέση με την περίπτωση που η εν λόγω τεχνολογία εφαρμόζονταν σε κάθε ένα από τα οινοποιεία.

Όσον αφορά τα οικονομικά στοιχεία μιας τέτοιας μονάδας, σημειώνεται ότι για δυναμικότητα επεξεργασίας 2.500 Kg ξηρών στεμφύλων ανά ημέρα, το κόστος του απαιτούμενου εξοπλισμού εκτιμάται στα 1.100.000 € (το κόστος κατασκευής του κτιρίου δεν περιλαμβάνεται) ενώ το μηνιαίο λειτουργικό κόστος υπολογίζεται ότι θα ανέρχεται στα 53.000 €. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η μέση περιεκτικότητα των στέμφυλων σε πολυφαινόλες ανέρχεται στα 7-10 g/Kg και ότι η τιμή πώλησης του τελικού εκχυλίσματος στην σχετική αγορά εκτιμάται ότι θα κυμαίνεται μεταξύ 0,5-1 €/g, προκύπτει με βάση τους μετριοπαθέστερους υπολογισμούς ότι είναι εφικτή η πλήρης απόσβεση του εξοπλισμού της μονάδας εντός των δύο πρώτων ετών λειτουργίας της.

Από τα ανωτέρω προκύπτει ότι η εφαρμογή της αναπτυχθείσας τεχνολογίας σε πλήρη κλίμακα αποτελεί μία ιδιαίτερα κερδοφόρα επένδυση, η οποία θα δώσει βιώσιμη λύση στο πρόβλημα της διαχείρισης των οινοποιητικών αποβλήτων ενώ ταυτόχρονα θα αποτελέσει μία ιδιαίτερα σημαντική αναπτυξιακή προοπτική, η οποία θα οδηγήσει:

- ❖ στην ανάπτυξη υψηλής τεχνολογίας

- ❖ στην δημιουργία νέων θέσεων εργασίας στην στήριξη της απασχόλησης στην περιφέρεια
- ❖ στην ανάπτυξη σημαντικών εμπορικών σχέσεων με εταιρείες άλλων χωρών.

Το πρόγραμμα DIONYSOS συγχρηματοδοτήθηκε από το πρόγραμμα LIFE-Environment της Γενικής Διεύθυνσης Περιβάλλον της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η υλοποίηση του προγράμματος ξεκίνησε τον Οκτώβριο του 2003 και ολοκληρώθηκε το Δεκέμβριο του 2006. Οι φορείς που συμμετείχαν στην υλοποίηση του προγράμματος DIONYSOS ήταν οι εξής: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, TERRA NOVA Ε.Π.Ε. και ΚΕΝΤΡΟ ΓΑΙΑ.

## 4.2 Πρόγραμμα WINEC

### 4.2.1 Γενικά

Σήμερα, σύμφωνα με το Συμβούλιο Αμπελοοινικών προϊόντων χρησιμοποιήθηκαν 227.500 εκατόλιτρα σταφυλιών για την παραγωγή κρασιού κατά το 2008 ενώ τον ίδιο χρόνο εξήχθηκαν 3,12 εκατομμύρια λίτρα κυπριακού οίνου. Κατά τη διάρκεια της παραγωγής του οίνου παράγονται μεγάλοι όγκοι τόσο υγρών όσο και στερεών αποβλήτων, η ποσότητα και η ποιότητα των οποίων εξαρτώνται από τον τύπο κρασιού και τις τεχνικές παραγωγής που χρησιμοποιούνται. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, η συνολική παραγωγή υγρών αποβλήτων ενός οινοποιείου είναι περίπου 1,2 φορές μεγαλύτερη από την παραγωγή του κρασιού.

Το πρόγραμμα WINEC στοχεύει στον προσδιορισμό των σημαντικότερων περιβαλλοντικών προβλημάτων που συνδέονται αποκλειστικά με τη λειτουργία των οινοποιείων και στην εφαρμογή περιβαλλοντικά φιλικών και αποτελεσματικών λύσεων για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών. Η περιβαλλοντική απόδοση των οινοποιείων μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με την εφαρμογή αποτελεσματικών Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διαχείρισης τα οποία μπορούν να στοχεύουν, μεταξύ άλλων, στην αποτελεσματική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, στην ελαχιστοποίηση και επαναχρησιμοποίηση των παραγόμενων στερεών αποβλήτων, στη μείωση της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας, των καυσίμων και του

νερού, στη μείωση των αέριων εκπομπών, στον περιορισμό της χρήσης χημικών ουσιών και στη συμμόρφωση των οινοποιείων με τη σχετική περιβαλλοντική νομοθεσία σε όλους τους τομείς.

Στο πλαίσιο του έργου WINEC έχει αναπτυχθεί και εφαρμοστεί ένα Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης για το οινοποιείο Τσιάκκα στις δράσεις του οποίου περιλαμβάνεται και ο σχεδιασμός, η κατασκευή και η λειτουργία μιας πιλοτικής μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων συνδυασμένη από μια μέθοδο προχωρημένης οξείδωσης με χρήση ηλιακού φωτός.

#### **4.2.2 Στόχος του προγράμματος**

Οι στόχοι του προγράμματος WINEC είναι:

1. Καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης για τη βιομηχανία κρασιού στην Ευρώπη και στην Κύπρο.
2. Διερεύνηση των κύριων χαρακτηριστικών λειτουργίας των οινοποιείων, των περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων και των διάφορων φορέων που σχετίζονται με τον τομέα της παραγωγής κρασιού στην Κύπρο.
3. Εξοικείωση με τη σχετική με τη λειτουργία των οινοποιείων ευρωπαϊκή και εθνική νομοθεσία.
4. Προσδιορισμός, ανάλυση και παρουσίαση περιβαλλοντικών πρακτικών που έχουν εφαρμοστεί σε αριθμό επιλεγμένων οινοποιείων της Ευρώπης με στόχο τον εντοπισμό βέλτιστων πρακτικών που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν.
5. Καθορισμός περιβαλλοντικής πολιτικής για το οινοποιείο Τσιάκκα.
6. Προσδιορισμός των απαιτούμενων παραμέτρων για το σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την έναρξη λειτουργίας μιας πιλοτικής μονάδας που θα στοχεύει στην προηγμένη επεξεργασία υγρών αποβλήτων οινοποιείου λαμβάνοντας υπόψη πρακτικές πτυχές (π.χ. κόστος, υλικά, διεργασίες).

### 4.2.3 Πρακτικές εφαρμογές

Ένα από τα σημαντικότερα μέτρα που έχουν τεθεί σε εφαρμογή, είναι μια μονάδα προχωρημένης επεξεργασίας υγρών αποβλήτων οινοποιείου αποτελούμενη από Βιοαντιδραστήρα Μembrανών (MBR) και στάδιο Προχωρημένης Ηλιακής Οξειδωσης (SOLAR) (εικόνα 4.1). Έχει τεθεί σε κανονική λειτουργία από τον Οκτώβριο του 2011 προχωρώντας ένα βήμα πιο μπροστά από την υφιστάμενη νομοθεσία για τα μικρά οινοποιεία, επιτυγχάνοντας υψηλό επίπεδο επεξεργασίας των αποβλήτων ενώ επιτρέπει τη συλλογή επεξεργασμένου νερού άριστης ποιότητας για σκοπούς άρδευσης.

Επιπρόσθετα επιλύει τα προβλήματα της ανεξέλεγκτης απόρριψης, της εποχικότητας, του υψηλού οργανικού φορτίου, των ανεπιθύμητων οσμών, κ.λπ., που χαρακτηρίζουν τα υγρά απόβλητα οινοποιείων. Η χρήση της προχωρημένης ομογενούς φωτοκατάλυσης με τη χρήση ηλιακού φωτός, ως μετέπειτα επεξεργασία της βιολογικής επεξεργασίας με μεμβράνες, εξασφαλίζει την πλήρη απομάκρυνση του οργανικού φορτίου. Η προχωρημένη χημική οξείδωση στηρίζεται στην παραγωγή εξαιρετικά δραστικών οξειδωτικών, με στόχο την απομάκρυνση των πλέον βλαβερών-τοξικών και μη-βιοδιασπώμενων οργανικών ενώσεων. Η δυνατότητα χρήσης ηλιακής ακτινοβολίας, μιας ανανεώσιμης πηγής ενέργειας, για την ενεργοποίηση του καταλύτη της ομογενούς φωτοκατάλυσης, την καθιστά ακόμα πιο ελκυστική για την επεξεργασία των βιομηχανικών αποβλήτων.





*Εικόνα 4.1: Μονάδα προχωρημένης επεξεργασίας υγρών αποβλήτων οινοποιείου αποτελούμενη από Βιοαντιδραστήρα Μembrανών (MBR) και στάδιο Προχωρημένης Ηλιακής Οξείδωσης (SOLAR).*

Το έργο WINEC (LIFE08 ENV/CY/000455) υλοποιείται στο πλαίσιο του προγράμματος LIFE+ Περιβαλλοντική Πολιτική και Διακυβέρνηση και επιδιώκει την ενθάρρυνση των οινοποιείων να υιοθετήσουν περιβαλλοντικά φιλικές πρακτικές στο πλαίσιο ενός Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης καθώς επίσης και συστημάτων για την προχωρημένη επεξεργασία υγρών αποβλήτων οινοποιείων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΟΦΕΛΗ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

#### 5.1 Περιβαλλοντικά οφέλη

Έχουμε αναφέρει και νωρίτερα πως όλα τα είδη αποβλήτων που παράγονται από την οινοποιεία αποτελούν σημαντικούς παράγοντες ρύπανσης και μόλυνσης του περιβάλλοντος. Αυτό οφείλεται κυρίως στο υψηλό φορτίο οργανικής ύλης που τα χαρακτηρίζει και τα καθιστά δύσκολα βιοαποικοδομήσιμα. Ο συμβατικός τρόπος διαχείρισης των αποβλήτων, παντός είδους, είναι τα Χ.Υ.Τ.Α., ωστόσο ο χρόνος έχει δείξει πως δεν αποτελούν τον ορθότερο τρόπο διαχείρισης καθώς η μόλυνση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα αλλά και της ατμόσφαιρας γίνεται ολοένα και μεγαλύτερη. Αποτέλεσμα αυτής της ανεξέλεγκτης κατάστασης, αποικοδόμησης, είναι η μόλυνση των υπόγειων υδάτων με βαρέα μέταλλα καθώς και η ρύπανση της ατμόσφαιρας από την παραγωγή μεθανίου, CO<sub>2</sub> και πολλών άλλων σημαντικών ρύπων.

Αναφέραμε σε προηγούμενο κεφάλαιο πως υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι επεξεργασίας των αποβλήτων που προέρχονται από οινοποιεία, είτε αυτά είναι υγρά είτε στερεά. Το ζήτημα είναι πως όποια μέθοδος κι αν επιλεγθεί να χρησιμοποιηθεί, το αποτέλεσμα θα είναι προς όφελος του περιβάλλοντος.

Για παράδειγμα, μέσω της κομποστοποίησης, το προϊόν που παράγεται μπορεί να φέρει μικρότερο ποσοστό οργανικής ουσίας και ένα πιο ουδέτερο pH, τόσο όσο χρειάζεται ώστε να αποτελέσει ένα ιδανικό εδαφοβελτιωτικό ή λίπασμα για πολλές καλλιέργειες. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται έλεγχος της υπέρμετρης χρήσης χημικών λιπασμάτων για την λίπανση των καλλιεργειών. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την προστασία των εδαφών αλλά και των υπόγειων υδάτων από την περίσσεια των χημικών στοιχείων.

Επίσης, μέσω της αναερόβιας χώνευσης, η οποία αποτελεί σήμερα μια αποτελεσματική μέθοδο διαχείρισης των αποβλήτων, επιτυγχάνεται παραγωγή βιοαερίου-βιομεθανίου. Το βιοαέριο μετά από κατάλληλη επεξεργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμη ύλη έναντι των συμβατικών ορυκτών καυσίμων όπως είναι το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο, το κάρβουνο και άλλα που χρησιμοποιούνται κατά κόρον σήμερα. Με τον τρόπο αυτό μειώνονται δραματικά οι ρύποι της ατμόσφαιρας, δηλαδή οι συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την υπερθέρμανση του πλανήτη και κατ' επέκταση την κλιματική αλλαγή.

Τέλος, είναι πολύ σημαντικό να αναφέρουμε ότι τα απόβλητα από τα οινοποιεία συμμετέχουν και με έναν άλλον τρόπο στην προστασία του περιβάλλοντος. Πρόσφατες μελέτες, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, έδειξαν πως τα απόβλητα από τα οινοποιεία μπορούν ανά χρησιμοποιηθούν με μεγάλη επιτυχία ως προσροφητικά στην απορρύπανση των εδαφών και του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα με την απομάκρυνση των βαρέων μετάλλων.

Βλέπουμε, λοιπόν πως η εκμετάλλευση των αποβλήτων μπορεί να αποτελέσει έναν πολύ σημαντικό παράγοντα προστασίας του περιβάλλοντος και άρα του πλανήτη και κατά συνέπεια του ανθρώπου και όλων των οργανισμών που ζουν σε αυτόν. Τα περιβαλλοντικά οφέλη έχουν ως συνέπεια, τα υγειονομικά οφέλη, ως προς τους έμβιους οργανισμούς της γης. Λόγω του γεγονότος ότι τόσο η υπερθέρμανση του πλανήτη όσο και η μόλυνση των εδαφών και υδάτων έχουν ως τελικό αποδέκτη τους έμβιους οργανισμούς καθώς η επιβίωση θα γίνεται όλο και δυσκολότερη. Έτσι με την προστασία του περιβάλλοντος μέσω της ορθής διαχείρισης των αποβλήτων επιτυγχάνεται και προστασία όλων των οργανισμών του πλανήτη συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπινου οργανισμού.

## 5.2 Οικονομικά οφέλη

Ωστόσο η διαχείριση των αποβλήτων και μάλιστα των οινοποιείων δεν έχει μόνο περιβαλλοντικά οφέλη αλλά και οικονομικά. Αναλύοντας τις μεθόδους

επεξεργασίας που υπάρχουν για τα απόβλητα, παρατηρήσαμε πως στοχεύουν κυρίως στην ανακύκλωση αυτών από την μονάδα παραγωγής κρασιού, όπως είναι το κόμποστ από την επεξεργασία των στερεών αποβλήτων αλλά και το νερό που ανακυκλώνεται από την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων.

Επίσης αναφέρθηκε η ανάκτηση των πολυφαινολών που βρίσκονται σε περίσσεια στα απόβλητα και η χρήση τους ως πολύτιμα αντιοξειδωτικά. Η προσπάθεια αυτή έχει σχετικά χαμηλό κόστος για τα οινοποιεία και δίνει υψηλές αποδόσεις στην μονάδα διαχείρισης. Στο τέταρτο κεφάλαιο έγινε λόγος για την ισχύ ευρωπαϊκών προγραμμάτων ως προς την διαχείριση των αποβλήτων των οινοποιείων. Το πρόγραμμα DIONYSOS αποτελεί ένα πρότυπο πρόγραμμα στον τομέα αυτό αφού γίνεται επεξεργασία των στερεών αποβλήτων των οινοποιείων με χαμηλό κόστος, με παραγωγή τόσο εκχυλισμάτων πολυφαινολών αλλά και την παραγωγή ενός πολύ καλού εδαφοβελτιωτικού (compost).

Το λίπασμα που παράγεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα ίδια τα οινοποιεία εξοικονομώντας με το τρόπο αυτό από τα λιπάσματα της καλλιέργειας. Μάλιστα σε προηγούμενο κεφάλαιο αναφέρθηκαν οι λόγοι για τους οποίους το κόμποστ που παράγεται από τα απόβλητα των οινοποιείων είναι καταλληλότερο για αμπελώνες και πρέπει να επιλέγεται για την λίπανση του εδάφους. Ακόμη και το νερό που παράγεται από τις διαδικασίες επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί με διάφορους τρόπους από τα οινοποιεία εφόσον έχει απορυπανθεί από την παρουσία βαρέων μετάλλων και έχει το κατάλληλο pH. Όλα αυτά εξοικονομούν στα οινοποιεία πολλά από τα πάγια έξοδα όπως είναι η κατανάλωση νερού για τις διάφορες διεργασίες της μονάδας και η λίπανση του αμπελώνα με χαμηλό κόστος και καλύτερης ποιότητας λίπασμα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η συνεχής συσσώρευση των αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων αυτών που προέρχονται από τα οινοποιεία, έχει δημιουργήσει πολλά ζητήματα, κυρίως περιβαλλοντικά. Για το λόγο αυτό, η ανάγκη εύρεσης μεθόδων επεξεργασίας των αποβλήτων ήταν επιτακτική και βρίσκονταν στο επίκεντρο των συζητήσεων των επιστημόνων για πολύ καιρό. Ωστόσο, για να βρεθούν τρόποι αξιοποίησης των αποβλήτων έπρεπε πρώτα να γίνει αναγνώριση και κατηγοριοποίηση των αποβλήτων.

Συγκεκριμένα για τα οινοποιεία, τα απόβλητα κατηγοριοποιούνται σε στερεά και υγρά ανάλογα το στάδιο οινοποίησης από το οποίο προέρχονται. Στα στερεά απόβλητα, ανήκουν τα στέμφυλα, τα κουκούτσια των σταφυλιών, οι βλαστοί από τα κλαδέματα, η οινολάσπη από τις μεταγγίσεις και η πούλπα από την φλούδα των σταφυλιών. Ενώ στα υγρά απόβλητα περιλαμβάνονται όλα τα λύματα που παράγονται σχεδόν από κάθε στάδιο της οινοποίησης. Η επεξεργασία αυτών έχει αποτελέσει μελέτη έρευνας πολλών επιστημόνων ώστε να βρεθούν οι κατάλληλες μεθοδολογίες, οι οποίες θα πρέπει να είναι, φυσικά, φιλικές προς το περιβάλλον.

Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, οι μέθοδοι επεξεργασίας των αποβλήτων των οινοποιείων είναι η τεχνολογία SBR (Sequencing batch reactor), η αναερόβια χώνευση, η αποτέφρωση, η πυρόλυση και ο οζονισμός. Από τις μεθόδους αυτές, η πρώτη, η τεχνολογία SBR φαίνεται να είναι ιδανικότερη για τα λύματα των οινοποιείων καθώς το είδος αυτό είναι πιο εύκολα βιοδιασπώμενο. Μετά την επεξεργασία των λυμάτων παραλαμβάνεται τόσο υγρό προϊόν όσο και στερεό, τα οποία χρησιμοποιούνται για τις ανάγκες σε νερό και τις ανάγκες λίπανσης, αντίστοιχα. Όσον αφορά τα στερεά απόβλητα, η περιεκτικότητά τους σε πολυφαινόλες είναι αυτή που τα καθιστά πολύ δύσκολα βιοαποικοδομήσιμα οπότε και χρειάζονται πιο ισχυρές μεθόδους για την επεξεργασία τους. Από τις υπόλοιπες μεθόδους, λοιπόν, η αναερόβια χώνευση είναι αυτή που προτιμάται περισσότερο

καθώς τα προϊόντα που δίνει είναι πολύ ελκυστικά και ευκόλως εκμεταλλεύσιμα. Από την αναερόβια χώνευση των στερεών αποβλήτων παράγεται βιοαέριο, το οποίο αποτελεί μια εναλλακτική πηγή ενέργειας έναντι των συμβατικών ορυκτών καυσίμων. Επιπλέον, παράγεται πολύ καλής ποιότητας κόμποστ, πλούσιο σε θρεπτικά στοιχεία και κατάλληλο pH. Η αποτέφρωση αποτελεί μια μέθοδο επεξεργασίας, η οποία καλό είναι να αποφεύγεται καθώς επιτρέπει την ανάκτηση ενέργειας με σοβαρές όμως περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Από την επεξεργασία των αποβλήτων προκύπτουν πολλά προϊόντα τα οποία βρίσκουν εφαρμογή όπως στην παραγωγή λαδιού από σπόρους σταφυλιών και την χρησιμοποίησή του στην παρασκευή φαρμάκων και προϊόντων ομορφιάς. Το λάδι από τα κουκούτσια των σταφυλιών βρέθηκε πως περιέχει πολύ μεγάλο ποσοστό πολυφαινόλων, οι οποίες το καθιστούν ιδανικό αντιοξειδωτικό. Επίσης, τα προϊόντα της κομποστοποίησης βρίσκουν εφαρμογή ως βελτιωτικά εδάφους και λιπάσματα. Ακόμη, βρέθηκε πως τα απόβλητα μπορούν να συντελέσουν στην παραγωγή πουλουάνης, ενός πολυσακχαρίτη υψηλής οικονομικής σημασίας καθώς αποτελεί φυσικό συντηρητικό των τροφίμων. Επίσης, το βιοαέριο που παράγεται από την αναερόβια χώνευση μπορεί να χρησιμοποιηθεί στον ηλεκτρισμό, την θέρμανση αλλά και τις μεταφορές. Τέλος, πρόσφατες έρευνες έδειξαν πως τα απόβλητα από τα οινοποιεία μπορούν να χρησιμεύσουν ως προσροφητικά βαρέων μετάλλων για την απορρύπανση των εδαφών.

Μπορούμε να συμπεράνουμε από τα παραπάνω πως υπάρχουν πολλές εφαρμογές για τα προϊόντα της επεξεργασίας των αποβλήτων των οινοποιείων. Σήμερα στην Ελλάδα γίνεται προσπάθεια, μέσω προγραμμάτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης, να δημιουργηθούν ειδικές μονάδες αξιοποίησης των αποβλήτων που προέρχονται από την οινοποιία, οι οποίες θα είναι φιλικές προς το περιβάλλον και θα έχουν χαμηλό κόστος. Υπάρχουν δυο προγράμματα που τρέχουν αυτή την περίοδο, το πρόγραμμα DIONYSOS στην Ελλάδα και το πρόγραμμα WINEC της Κύπρου. Η πρώτη περίπτωση αφορά στην επεξεργασία στερεών αποβλήτων ενώ η δεύτερη στην επεξεργασία υγρών αποβλήτων.

Σύμφωνα με τα παραπάνω τα οφέλη από την επεξεργασία των αποβλήτων είναι πολυάριθμα και μπορούν να διακριθούν σε περιβαλλοντικά και οικονομικά. Έχουμε αναφέρει νωρίτερα πόσο δραστικές είναι οι επιπτώσεις της μέχρι τώρα διάθεσης των

αποβλήτων για το περιβάλλον. Συμμετέχουν σε μεγάλο ποσοστό στην αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου με αποτέλεσμα την υπερθέρμανση του πλανήτη και στην μόλυνση των εδαφών και των υπόγειων υδάτων λόγω του υψηλού οργανικού φορτίου και του πολύ χαμηλού pH που τα χαρακτηρίζει. Βέβαια οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις επιφέρουν αρνητικές συνέπειες και στους οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπου. Έτσι, με την επεξεργασία των αποβλήτων μειώνονται σταδιακά όλες αυτές οι αρνητικές επιπτώσεις. Επίσης, τα οικονομικά οφέλη είναι εξίσου σημαντικά καθώς μετά την επεξεργασία προκύπτουν προϊόντα με χαμηλό κόστος εξοικονομώντας χρήματα τόσο για τους παραγωγούς όσο και για τις μονάδες επεξεργασίας.

Καταλήγουμε, λοιπόν, στο συμπέρασμα πως η ορθή διαχείριση των αποβλήτων των οινοποιείων αποτελεί πλέον μια πραγματικότητα, η οποία μόνο οφέλη μπορεί να έχει. Η ανάγκη επεξεργασίας των αποβλήτων είναι μεγάλη και η χρήση των προϊόντων της καταλαμβάνει ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών. Οι προσπάθειες για την δημιουργία μονάδων επεξεργασίας αποβλήτων φαίνεται πως είναι πολλές κάτι αρκετά ελπιδοφόρο για το μέλλον.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική

1. Αλεξιάκης, Αλέξανδρος Σ.; Χούνος, Νέστορας (2003). *Το κρασί και η παραγωγή του*. Εκδότης Μ. Σιδέρης. Αθήνα.
2. Ασημιάδης, Μανώλης Κ. (2002). *Οινοποίησης Εγχειρίδιο*, Εκδότης Ασημιάδης, Μ., Αθήνα.
3. Βασιλοπούλου, Φωτεινή (επιμέλεια κειμένων); Ταμπακοπούλου, Χριστίνα (μετάφραση) κ.ά. (2008). *Εγκυκλοπαίδεια του κρασιού (Petit Larousse des Vins. Greek)*. ΟΕΥ. Αθήνα.
4. Δαμηλάκος, Σπυρίδων (1988). *Οινολογία - Τεχνολογία οίνων*. ΤΕΙ Οινολογίας Αθήνας
5. Κυρίτσης Χ. Δημήτρης (2011). "Οίνου...Μεταγγίσεις", άρθρο του Δ. Κυρίτση στο [www.karditsalive.net](http://www.karditsalive.net), 12 Νοεμβρίου 2011. Γεωπόνος-Οινολόγος, MSc Οινολογίας-Αμπελουργίας.
6. Τσακίρης, Αργύρης Ν.; Παπούλιας, Θανάσης (1996). *Οινολογία από το σταφύλι στο κρασί*. Εκδόσεις Ψυχαλός. Αθήνα
7. Τσέτουρας, Παναγιώτης Λ. (2008). *Οινοτεχνία – Η επιστήμη του κρασιού στην πράξη (Β' Έκδοση)*. Εκδ. Σταμούλη. Αθήνα.

### Ξένη

1. Alonso, A., Guilleán, D., Barroso, C., Puertas, B. and Garcia, A. (2002). Determination of antioxidant activity of wine byproducts and its correlation with polyphenolic content. *J Agric Food Chem* 50, 5832–5836.
2. Arvanitoyannis S. Ioannis, Ladas Demetrios and Mavromatis Athanasios (2006). "Potential uses and applications of treated wine waste: a review", *International Journal of Food Science and Technology*, Vol. 41, pp.475–487
3. Blasi, C., Signorelli, G., Russo, C. and Rea, G. (1999). Product distribution from pyrolysis of wood and agricultural residues. *Indust Engin Chem Res* 38, 2216–2224.



4. Beltrán J. Fernando, Juan F. Garcia-Araya and Pedro M. Alvarez (2001). "pH Sequential Ozonation of Domestic and Wine –Distillery Wastewaters", *Wat. Res.* Vol. 35, No. 4, pp. 929-936. Elsevier Science, Great Britain.
5. Bird, David (2010). *Understanding Wine Technology - The Science of Wine Explained*. DBQA Publishing.
6. «Biogas Digest, Volume I, Biogas Basics». Information and Advisory Service on Appropriate Technology (ISAT)
7. Diaz, M., Madejon, E., Lopez, F., Lopez, R. and Cabrera, F. (2002). Optimization of the rate vinasse/grape marc for co-composting process. *Process Biochem* 37, 1143–1150.
8. Encinar, J., Beltran, F., Gonzalez, J. and Moreno, M. (1997). Pyrolysis of maize, sunflower, grape and tobacco residues. *J Chem Technol Biotechnol* 70, 400–410.
9. Francis, F.J. (1992). A new group of food colorants. *Trends Food Sci Technol* 3, 27–30.
10. Haag, J.E., Vande Wouwer, A. and Queinnec, I. (2003). Macroscopic modelling and identification of an anaerobic waste treatment process. *Chem Engin Sci* 58, 4307–4316.
11. Harold House, (2007). «Alternative energy sources – Biogas production», London Swine Conference – Today's Challenges... Tomorrow's Opportunities, 3-4 Απριλίου
12. Israilides, C., Scanlon, B., Smith, A., Jumel, K. and Harding, S. (1994). Characterisation of pullulans produced from agro-industrial wastes. *Carbohydrate Polymers* 25, 203–209
13. Johnson, Hugh (1989). *Vintage: The Story of Wine*. Simon & Schuster. pp. 11–6.
14. Kammerer, D., Claus, A., Carle, R. and Schieber, A. (2004). Polyphenol screening of pomace from red and white grape varieties (*Vitis vinifera* L.) by HPLC-DAD-MS/MS. *J Agricult Food Chem* 52(14), 4360–4367.
15. Mariani, G., Benfenati, E., Fanelli, R., Nicoli, A., Bonfitto, E. and Jacopone, S. (1992). Incineration of agro-industrial wastes and macro- and micropollutants emission. *Chemosphere* 24, 1545–1551.
16. Martínez Durán Cristina (2011). "Alternative Technologies For the Wastewater in the Wine Industry", Based on the project SUSTAVINO-An intergrated approach for sustainable European Wine Production, 13-03-2011.

17. Melamane Lorraine Xolisa (2006). "Treatment of wine distillery wastewaters by high rate Anaerobic digestion and submerged membrane systems", PhD of Philosophy of Rhodes university.
18. Moletta, R. (2005). Winery and distillery wastewater treatment by anaerobic digestion. *Water Sci Technol* 51(1), 137–144.
19. Nakatani, N. (1997). Antioxidants from spices and herbs. In *Natural antioxidants: chemistry, health effects and applications* (F. Shaihidi, ed.), pp. 64–75. AOCS Press, Illinois.
20. Nash, D.T. and Nash, S.D. (1993). Grapeseed oil, a natural agent which raises serum HDL levels. *J Am Coll Cardiol* 21, 318–320.
21. Patterson, J.W. (1997). *Industrial waste water technology*. Science Publishers, New York. Perez, M., Romero, L. and Sales, D. (2001). Organic matter degradation kinetics in an anaerobic thermophilic fluidised bed bioreactor. *Anaerobe* 7, 25–35.
22. Ray, S., Bagchi, D., Lim, P. et al. (2001). Acute and long-term safety evaluation of a novel IH636 grape seed proanthocyanidin extract. *Res Commun Mol Pathol Pharmacol* 109, 165–197.
23. Shrikhande, A. (2000). Wine byproducts with health benefits. *Food Res Int* 33, 469–474.
24. Singleton, V. and Rossi, J. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Viticult* 16, 144–158
25. Villaescusa, I., Fiol, N., Martinez, M., Mirrales, N., Poch, J. and Seralocs, J. (2004). Removal of copper and nickel ions from aqueous solutions by grape stalks wastes. *Water Res* 38, 992–1002.
26. Willi K.H. Bode, (1993). *The Ancient History of the Making and Development of Wine*. *International Journal of Wine Marketing*, Vol. 4 Iss: 1, pp.36 – 43.
27. Yamakoshi, J., Kataoka, S., Koga, T. and Ariga, T. (1999). Proanthocyanidin rich extract from grape seeds attenuates the development of aortic atherosclerosis in cholesterol-fed rabbits. *Atherosclerosis* 142, 139–149.
28. Yuan-shen, L., Cheng-chung, L. and Chyow-san, C. (2004). Adsorption of Cr(III) from wastewater by wine processing waste sludge. *J Colloid Interface Sci* 273, 95–101
29. Zara, Claudio (2010). Weather derivatives in the wine industry. *International Journal of Wine Business Research*. Vol. 22 Iss: 3, pp.222–237.

## *Δικτυακοί τόποι*

[http://www.newwinesofgreece.com/el/leuki\\_oinopoiisi/index.html](http://www.newwinesofgreece.com/el/leuki_oinopoiisi/index.html)

<http://www.bibliachora.gr/>

<http://www.samartziswines.gr>

<http://wineroadgr.wordpress.com>

<http://www.eveandersson.com/>

<http://www.ccwsa.com>

<http://www.thewatertreatments.com>

<http://www.anaerobic-digestion.com>

<http://www.mywinery.com>

<http://www.skincareihub.com>

<http://www.examiner.com>

<http://www.examiner.com>

<http://www.thehaypaddock.co.nz/OurStory/TheVineyard/Sustainability.aspx>