

Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΟΙΝΟΛΟΓΙΑ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΛΚΟΟΛΟΥΧΩΝ ΠΟΤΩΝ

Ενότητα 10^η: Επισκόπηση ερυθρής οινοποίησης

Δημήτρης Π. Μακρής *PhD DIC*

Αναπληρωτής Καθηγητής



© 2022 - 2023

1. Έκθλιψη και αποβοστρύχωση

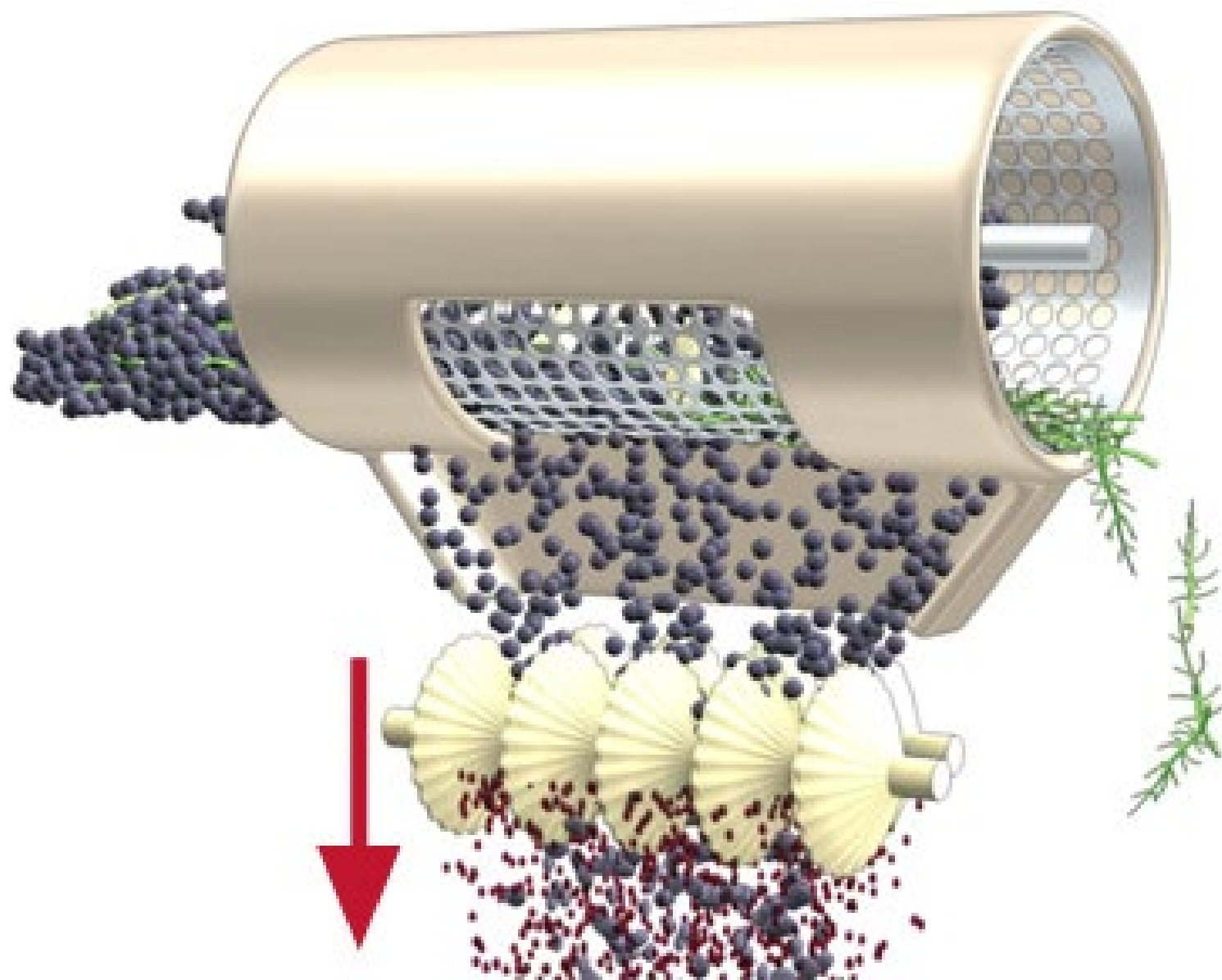
Τα ερυθρά σταφύλια εκθλίβονται για ν' απελευθερωθεί ο χυμός πριν την ζύμωση και την πίεση. Οι υψηλής ποιότητας σπαστήρες θα διαρρήξουν τις ράγες, αλλά δεν θα προκαλέσουν εκτεταμένη καταστροφή των φλοιών, και οι βόστρυχοι και τα γίγαρτα θα μείνουν ανέπαφα. Στα περισσότερα σύγχρονα οινοποιία, το σπάσιμο και η αποβοστρύχωση πραγματοποιούνται στο ίδιο μηχάνημα.

Οι αποβοστρυχωτές φέρουν ενσωματωμένους κυλίνδρους έκθλιψης (crushing rollers), που εξασφαλίζουν το σπάσιμο των ραγών και την απελευθέρωση του χυμού, πριν οι σπασμένες ράγες μεταφερθούν στις δεξαμενές ζύμωσης.

Οι σύγχρονοι αποβοστρυχωτές/σπαστήρες αφαιρούν τους βόστρυχους πριν το σπάσιμο, κι έτσι αποφεύγεται η εκχύλιση πικρών πολυφαινολών με έντονη στυπτικότητα. Αποφεύγεται επίσης και η εκχύλιση χορτώδων και δυσάρεστων οσμών.

Παρόλα τα αρνητικά χαρακτηριστικά, οι βόστρυχοι βελτιώνουν την σταθερότητα του χρώματος των ερυθρών οίνων. Γι' αυτό, μια μικρή ποσότητα από βοστρύχουν μπορεί κατά περίπτωση να προστεθεί κατά την διάρκεια της ζύμωσης. Οι βόστρυχοι συμβάλουν και στην αύξηση ιόντων καλίου.

Τα οφέλη από την αποβοστρύχωση περιλαμβάνουν αυξημένη χωρητικότητα των δεξαμενών (περίπου 30% καλύτερη χρήση), αποβολή στερεών (βοστρύχων) που προσροφούν χρωστικές και απορροφούν αιθανόλη και ελαχιστοποίηση απώλειας οξύτητας μέσω τρυγικών αλάτων καλίου.



1. Σύνθλιψη και αποβοστρύχωση

Αν οι βότρυες εκθλιβούν αλλά δεν αποβοστρυχωθούν, ή αν οι βόστρυχοι προστεθούν στις σπασμένες ράγες, θα υπάρξει καλύτερος αρχικός αερισμός του γλεύκους, κι έτσι η λανθάνουσα φάση θα περιοριστεί και η ζύμωση θα διεξαχθεί ταχύτερα.

Υπό την παρουσία βοστρύχων, η θερμότητα διαχέεται ομοιόμορφα μέσω του «καπέλου» των στέμφυλων και η παραλαβή γλεύκους είναι πιο αποτελεσματική κατά την πίεση. Απαιτείται όμως μεγαλύτερη πιεστική ικανότητα.

Μερικές φορές οι βόστρυχοι προστίθενται επί σκοπό κατά την ζύμωση, για ν' αυξηθεί η συγκέντρωση των ταννινών. Παρόλη την αύξηση σε πολυφαινόλες υπό την παρουσία βοστρύχων, υπάρχει μια μείωση χρωστικών λόγω προσρόφησης από τους βοστρύχους.

Εντούτοις, ασταθείς χρωστικές αντιδρούν με τις ταννίνες των βοστρύχων προς σχηματισμό σταθερών πολυμερών. Αυτό μακροπρόθεσμα (κατά την διάρκεια της παλαίωσης) συμβάλλει στην μείωση της απώλειας χρωστικών και στην καλύτερη σταθεροποίηση του χρώματος.

Υπό την παρουσία βοστρύχων, περίπου το $\frac{1}{4}$ των ταννινών προέρχεται από αυτούς κατά την διάρκεια της ζύμωσης ερυθρού γλεύκους. Αυτές οι ταννίνες έχουν πιο δριμεία και στυπτική γεύση από τις ταννίνες των φλοιών.

2. Θείωση

Το SO_2 συμπεριφέρεται διαφορετικά σε ερυθρά γλεύκη και οίνους απ' ότι στα αντίστοιχα λευκά. Σε ερυθρά γλεύκη, δεσμεύεται ασθενώς από τις ανθοκυανίνες, προκαλώντας παροδικό αποχρωματισμό. Το SO_2 προστίθεται συχνά αμέσως μετά την έκθλιψη και αποβοστρύχωση σε επίπεδα μεταξύ 50 και 100 mg/L, ανάλογα με την υγιεινή κατάσταση των σταφυλιών.

Ο κύριος λόγος της χρήσης του είναι η αποφυγή της οξείδωσης λόγω των καρπών που έχουν υποστεί ζημιά, τα οποία μπορεί να φέρουν και υψηλούς πληθυσμούς άγριων ζυμών, ευρωτομυκήτων και βακτηρίων. Για ανέπαφους καρπούς, απαιτείται μικρή ποσότητα SO_2 , αλλά τα συνήθη επίπεδα είναι 50 mg/L.

Το SO_2 είναι γνωστό ότι αναστέλλει την ανάπτυξη άγριων ζυμών και ευνοεί την επικράτηση των ζυμών που προστίθενται (καλλιέργεια), οι οποίες είναι πιο ανθεκτικές στην δράση του. Προστίθεται όμως στην ελάχιστη δυνατή ποσότητα για να μην προκαλέσει αποχρωματισμό των ανθοκυανινών και, αν παραμείνει σε ικανή συγκέντρωση μετά την ζύμωση, να μην αναστείλει την μηλογαλακτική ζύμωση.

Φυσιολογικά επίπεδα ολικού SO_2 κυμαίνονται μεταξύ 20 και 80 mg/L, ανάλογα με τα αρχικά επίπεδα και το στέλεχος των ζυμών που χρησιμοποιείται.

3. Ρύθμιση οξύτητας

Το pH στους ερυθρούς οίνους κυμαίνεται σημαντικά, αλλά είναι συνήθως μεταξύ 3.3 και 3.8. Υψηλότερες τιμές είναι κοινές σε θερμότερα κλίματα, αλλά τα πλεονεκτήματα του χαμηλού pH περιλαμβάνουν την μειωμένη πιθανότητα προσβολής από βακτήρια και την χαμηλότερη ταχύτητα οξείδωσης.

Η βελτίωση της έντασης, της χροιάς και της σταθερότητας του χρώματος είναι επίσης ορισμένα πλεονεκτήματα του χαμηλού pH. Υπάρχει επίσης βελτίωση της γεύσης, καθώς μερικοί οίνοι με υψηλό pH παρουσιάζουν αυξημένη πικράδα, πιθανώς λόγω οξείδωσης ορισμένων πολυφαινολών. Κατά την μηλογαλακτική ζύμωση, το υψηλό pH ευνοεί την ανάπτυξη ειδών του *Lactobacillus* ή του *Pediococcus*, αντί του πιο ευεργετικού *Oenococcus oeni*.

Το pH μπορεί ν' αυξηθεί κατά 0.2 μονάδες κατά την αλκοολική ζύμωση λόγω της εκχύλισης κατιόντων, κυρίως καλίου, από τους φλοιούς. Αυτό έχει ως συνέπεια την καθίζηση όξινου τρυγικού καλίου, που είναι λιγότερο διαλυτό σε υδραλκοολικά διαλύματα. Το pH αυξάνει κατά 0.2 μονάδες, αν γίνει μηλογαλακτική ζύμωση, λόγω μεταβολισμού του μηλικού οξέος.

Η προσθήκη οξέος για την μείωση του pH στο γλεύκος στα επιθυμητά επίπεδα πρέπει να ελέγχεται με δοκιμές μικρής κλίμακας. Γενικά, είναι αποδεκτό ότι 1 g τρυγικού οξέος ανά λίτρο γλεύκους μειώνει το pH κατά 0.1 μονάδα. Αν απαιτείται ρύθμιση του pH, αυτή πρέπει να γίνεται το συντομότερο, για να υπάρξουν άμεσα οφέλη και να μειωθούν οι κίνδυνοι λόγω του υψηλού pH.

4. Συνθήκες ζύμωσης

Κατά την ερυθρή οινοποίηση, ο σκοπός είναι η εκχύλιση πολυφαινολικών ουσιών (χρωστικές και ταννίνες), μέσω εκχύλισης (ανάμιξη γλεύκους και φλοιών), κατά την διάρκεια της ζύμωσης, αλλά και μετέπειτα. Η συμβατική ζύμωση υπό την παρουσία στέμφυλων είναι η πιο κοινή μέθοδος ερυθρής οινοποίησης, και εφαρμόζεται για την παραγωγή οίνων υψηλής ποιότητας.

Καθώς αυξάνει η συγκέντρωση αιθανόλης, οι κυτταρικές μεμβράνες των κυττάρων του φλοιού γίνονται πιο διαπερατές και ενισχύεται η εκχύλιση των πολυφαινολών. Για την επαρκή εκχύλιση πολυφαινολών, πρέπει να υπάρξει εκτεταμένη επαφή του εν ζυμώσει γλεύκους με τους φλοιούς. Κατά την διάρκεια της ζύμωσης, λόγω της πίεσης που δημιουργείται από την παραγωγή CO_2 , τα στέμφυλα ωθούνται προς την επιφάνεια του εν ζυμώσει γλεύκους, σχηματίζοντας το «καπέλο» ('cap').

Το «καπέλο» μπορεί ν' ανέλθει υψηλότερα από την επιφάνεια του εν ζυμώσει γλεύκους, και αυτό μπορεί να προκαλέσει διάφορα προβλήματα (επιμολύνσεις, ανεπαρκής εκχύλιση). Αν η επαφή με τους φλοιούς είναι ανεπαρκής, η διάχυση των πολυφαινολών θα περιοριστεί σημαντικά, και ο παραγόμενος οίνος θα έχει ασθενές χρώμα και σώμα. Συνεπώς, η διαχείριση του «καπέλου» είναι υψίστης σημασίας στην ερυθρή οινοποίηση.

Η εκχύλιση των χρωστικών και των ταννινών ενισχύεται σε υψηλότερες θερμοκρασίες. Ο αερισμός του γλεύκους μπορεί να επιτευχθεί μέσω άντλησης-ανακύκλωσης (άντληση γλεύκους από το κάτω μέρος στην δεξαμενή και διαβροχή από το «καπέλο») ή μέσω βύθισης του «καπέλου» σε τακτικά χρονικά διαστήματα.



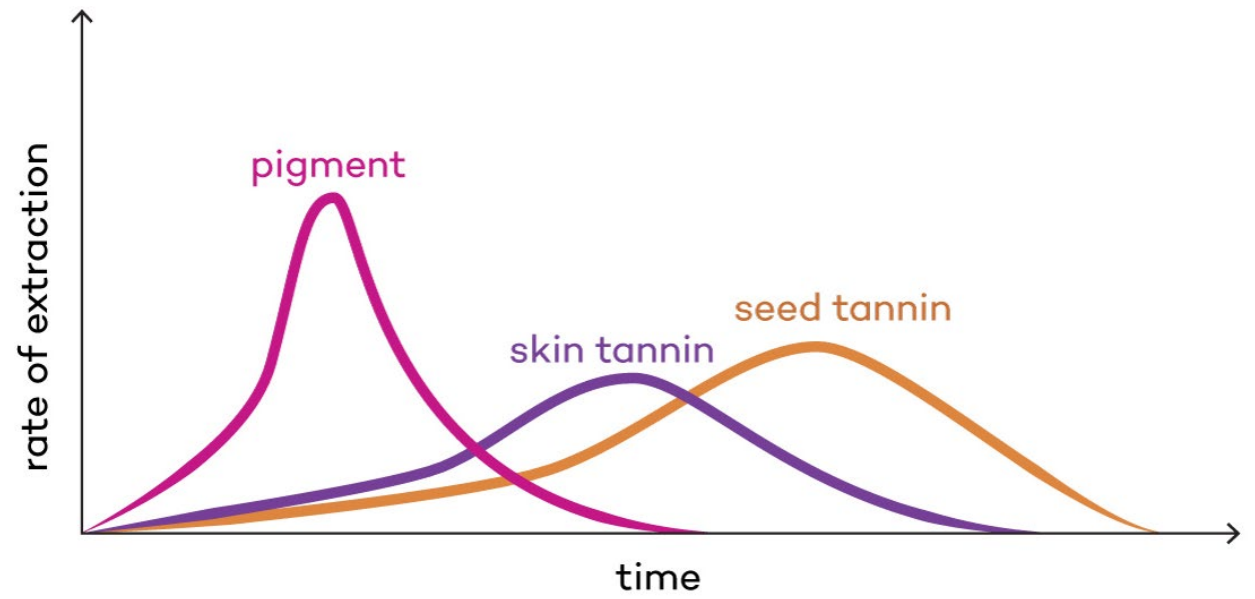
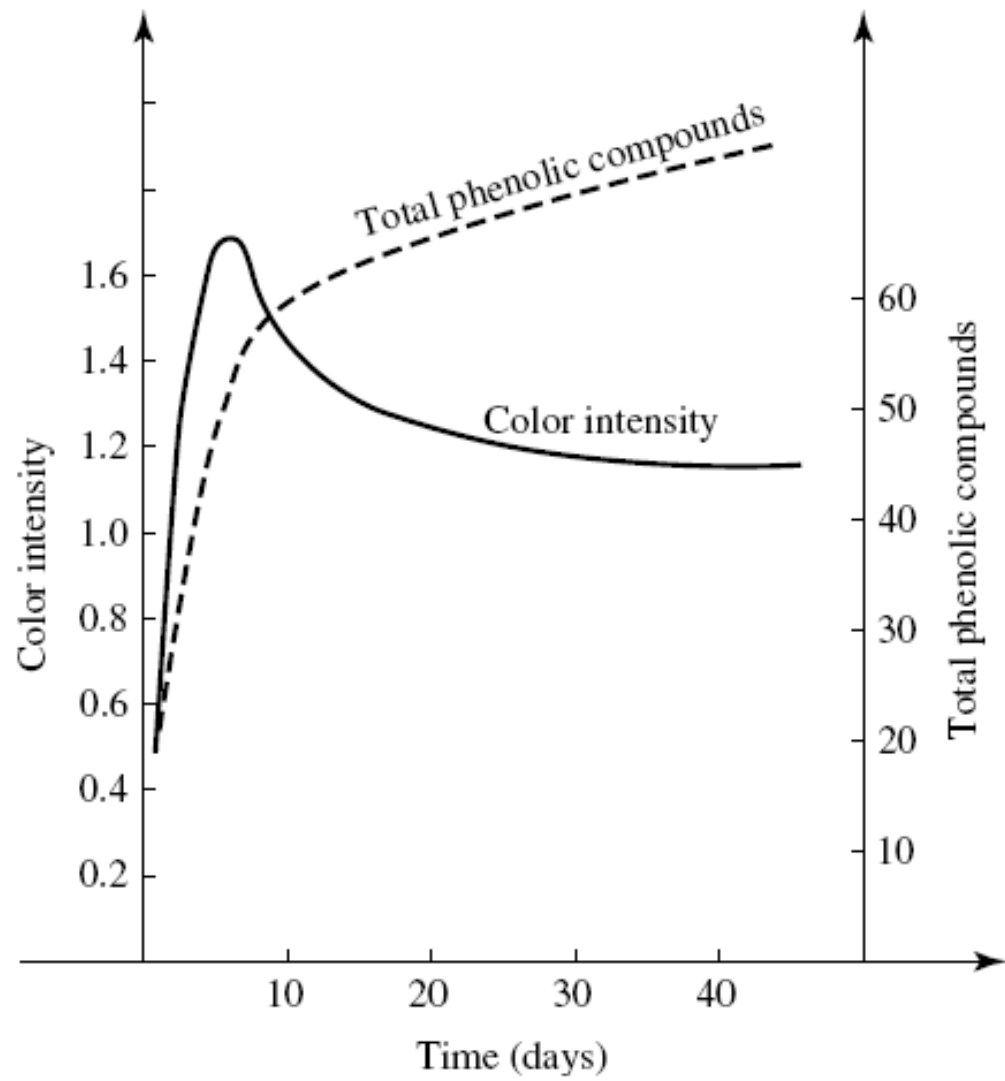
4. Συνθήκες ζύμωσης

Η διαθεσιμότητα του οξυγόνου αυξάνει την πιθανότητα ανάπτυξης ανεπιθύμητων βακτηρίων στην επιφάνεια του «καπέλου», κυρίως προς το τέλος της ζύμωσης, όταν η παραγωγή CO₂ από τις ζύμες ελαττώνεται σημαντικά. Η άντληση – ανακύκλωση και η βύθιση αποτρέπουν την ανάπτυξη βακτηρίων, λόγω των αναερόβιων συνθηκών και της παρουσίας αιθανόλης.

Η περιορισμένη έκθεση στο οξυγόνο είναι σημαντική για την προώθηση συμπύκνωσης των ταννινών και των ανθοκυανινών, που συμβάλλει στην σταθερότητα του χρώματος στο τελικό οίνο. Οι πολυφαινόλες και η ένταση του χρώματος συνήθως αυξάνουν ταχέως τις πρώτες 5 – 6 ημέρες. Το μέγιστο χρώμα επιτυγχάνεται λίγο πριν το τελείωμα της ζύμωσης, όταν έχουν καταναλωθεί περίπου τα $\frac{3}{4}$ των σακχάρων.

Μετά από αυτό το σημείο, οι ολικές πολυφαινόλες συνεχίζουν ν' αυξάνουν λόγω της εκχύλισης ταννινών, αλλά η ένταση του χρώματος μειώνεται αργά, λόγω πολυμερισμού αλλά και προσρόφησης στα στερεά σωματίδια. Γενικά, έχει δειχθεί ότι οι οίνοι που έχουν πιο έντονο χρώμα μετά την εμφιάλωση, είναι αυτοί που παράχθηκαν με πλήρη ζύμωση των σακχάρων ή αυτοί που παράχθηκαν με παραμονή σ' επαφή με τα στέμφυλα για περίπου 40 ημέρες.

Όταν γίνεται η πίεση στο μέγιστο της έντασης του χρώματος κατά την διάρκεια της ζύμωσης, στους επόμενους μήνες παρατηρείται καθίζηση χρώματος στην φιάλη. Αυτό συμβαίνει γιατί η σταθερότητα των χρωστικών εξαρτάται από την παρουσία επαρκούς συγκέντρωσης ταννινών, οι οποίες σταθεροποιούν τις χρωστικές μέσω αντιδράσεων συμπύκνωσης/πολυμερισμού.



4. Συνθήκες ζύμωσης

Η θερμοκρασία έχει ισχυρή επίδραση στην επιτυχία εκχύλισης του χρώματος, και η έναρξη αλλά και η εξέλιξη της ζύμωσης εξαρτώνται εν πολλοίς από την αρχική θερμοκρασία του γλεύκους. Η ερυθρή οينوποίηση διεξάγεται σε σημαντικά υψηλότερες θερμοκρασίες σε σχέση με την λευκή, όπου ο στόχος είναι η διατήρηση των αρωμάτων.

Η διαλυτοποίηση των ουσιών πραγματοποιείται ταχύτερα και σε μεγαλύτερο βαθμό σε υψηλότερες θερμοκρασίες, καθώς αποικοδομούνται εκτενέστερα οι ιστοί των φλοιών, αυξάνει η διαλυτότητα και επιταχύνεται η εκχύλιση. Εντούτοις, στις θερμοκρασίες που απαιτούνται για την επαρκή εκχύλιση των χρωστικών και των ταννινών, ο μεταβολισμός των ζυμών μπορεί να είναι λιγότερο αποδοτικός, οδηγώντας πιθανώς και σε «κολλημένες» ζυμώσεις.

Συνεπώς, ακόμα και στην ερυθρή οينوποίηση, ο έλεγχος της θερμοκρασίας είναι επιβεβλημένος. Η ρύθμιση της θερμοκρασίας των δεξαμενών ζύμωσης γίνεται μέσω χρήσης δεξαμενών με διπλά τοιχώματα (jacketed tanks), στο ενδιάμεσο των οποίων μπορεί να κυκλοφορεί νερό κατάλληλης θερμοκρασίας.

Αερισμός νωρίς κατά την έναρξη της ζύμωσης θα βοηθήσει στην αποτροπή «κολλημένων» ζυμώσεων. Σ' αυτό το σημείο, οι ζύμες βρίσκονται στην φάση ανάπτυξης και χρησιμοποιούν το οξυγόνο για να βελτιώσουν την ανάπτυξη των κυττάρων τους. Η θερμοκρασία που επιλέγεται διαμορφώνει και την τελική ποιότητα του παραγόμενου οίνου.

Υπό συνήθεις συνθήκες, μέτριες θερμοκρασίες χρησιμοποιούνται για την παραγωγή οίνων υψηλής ποιότητας. Η υψηλή εκχύλιση χρώματος συνδέεται με οίνους φρουτώδεις με χαμηλή συγκέντρωση ταννινών.

5. Εκχύλιση πολυφαινολικών ενώσεων

Το ουσιαστικό χαρακτηριστικό της ερυθρής οινοποίησης είναι η εκχύλιση ανθοκυανινών (χρωστικών) και άλλων πολυφαινολικών ουσιών. Η εκχύλιση αυτών των ουσιών αλλά και των αρωματικών ενώσεων είναι πολύπλοκο φαινόμενο και οι διάφοροι χειρισμοί κατά την οινοποίηση επηρεάζουν την ποιότητα των παραγόμενων οίνων.

Εκτός από την θερμοκρασία ζύμωσης, ο βαθμός εκχύλισης των πολυφαινολών εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως η ποικιλία, το επίπεδο ωριμότητας των ραγών, η διάρκεια επαφής με τα στέμφυλα, το pH, η συγκέντρωση SO₂, και η συγκέντρωση αιθανόλης.

Άλλοι παράγοντες μπορεί να είναι ο βαθμός διάρρηξης των κυττάρων κατά το σπάσιμο και κυρίως η διαχείριση του «καπέλου».

5. Εκχύλιση πολυφαινολικών ενώσεων

Η αναλογία των διαφόρων δομών πολυφαινολών που εκχυλίζονται εξαρτάται επίσης και από την πίεση αλλά και από το είδος του πιεστηρίου. Οι συνθήκες που ευνοούν την εκχύλιση ανθοκυανινών, ευνοούν και την εκχύλιση άλλων πολυφαινολών. Οι ανθοκυανίνες όμως εκχυλίζονται νωρίτερα κατά την ζύμωση, αλλά οι ταννίνες είναι πιο διαλυτές σε αυξημένη συγκέντρωση αιθανόλης.

Το SO_2 συμβάλει στην εκχύλιση με το ν' αυξάνει την διαπερατότητα των κυτταρικών μεμβρανών, αλλά προκαλεί παρωδικό αποχρωματισμό των ανθοκυανινών. Το SO_2 δρα προστατευτικά ως προς τις χρωστικές όταν υπάρχουν ράγες προσβεβλημένες από μύκητες, γιατί αναστέλλει την δράση οξειδωτικών ενζύμων.

Οι μη-χρωστικές πολυφαινόλες που εκχυλίζονται είναι κυρίως μονομερή και ολιγομερή φλαβονοειδή (φλαβανόλες). Από τα γίγαρτα απελευθερώνονται ταννίνες μικρού και μεσαίου μεγέθους. Ο λόγος μη-χρωστικών/χρωστικών πολυφαινολών αυξάνει όταν επεκτείνεται η περίοδος ζύμωσης υπό την παρουσία στέμφυλων και υπάρχει μεγάλη περίοδος επαφής με τα στέμφυλα μετά το πέρας της ζύμωσης.

6. Πίεση

Μετά την ζύμωση, και ανάλογα με τον τύπο του οίνου που θα παραχθεί, μπορεί να υπάρξει μακρά περίοδος επαφής με τα στέμφυλα. Αυτό οδηγεί στην παραγωγή οίνων πλούσιων σε πολυφαινόλες, με υψηλό δυναμικό παλαίωσης.

Συνήθως, ο διαχωρισμός από τα στέμφυλα γίνεται αμέσως μετά την ολοκλήρωση της ζύμωσης. Μερικές φορές, τα στέμφυλα στραγγίζονται για να παραχθεί ο οίνος εκροής (free-run wine), αλλά συχνά, για οικονομικούς λόγους, οι οίνοι εκροής αναμιγνύονται με τους οίνους πίεσης (press wine).

Η ανάμιξη (η αναλογία ανάμιξης) εξαρτάται από το είδος του οίνου που θα παραχθεί. Οι οίνοι εκροής παρουσιάζουν ένα φρουτώδη χαρακτήρα, και χαρακτηρίζονται ως «μαλακότεροι», γιατί έχουν χαμηλότερη συγκέντρωση ταννινών. Για την παραγωγή οίνων υψηλής ποιότητας, η ανάμιξη οίνων εκροής με συγκεκριμένη ποσότητα οίνων πίεσης είναι απαραίτητη, για την αύξηση του «σώματος».

Οι οίνοι «πρώτης πίεσης» είναι καλύτερης ποιότητας. Ο οίνος που παραλαμβάνεται σε ακόλουθες πιέσεις χαρακτηρίζεται από χορτώδεις οσμές και υψηλή στυπτικότητα (στυφάδα), λόγω της υψηλής συγκέντρωσης ταννινών.

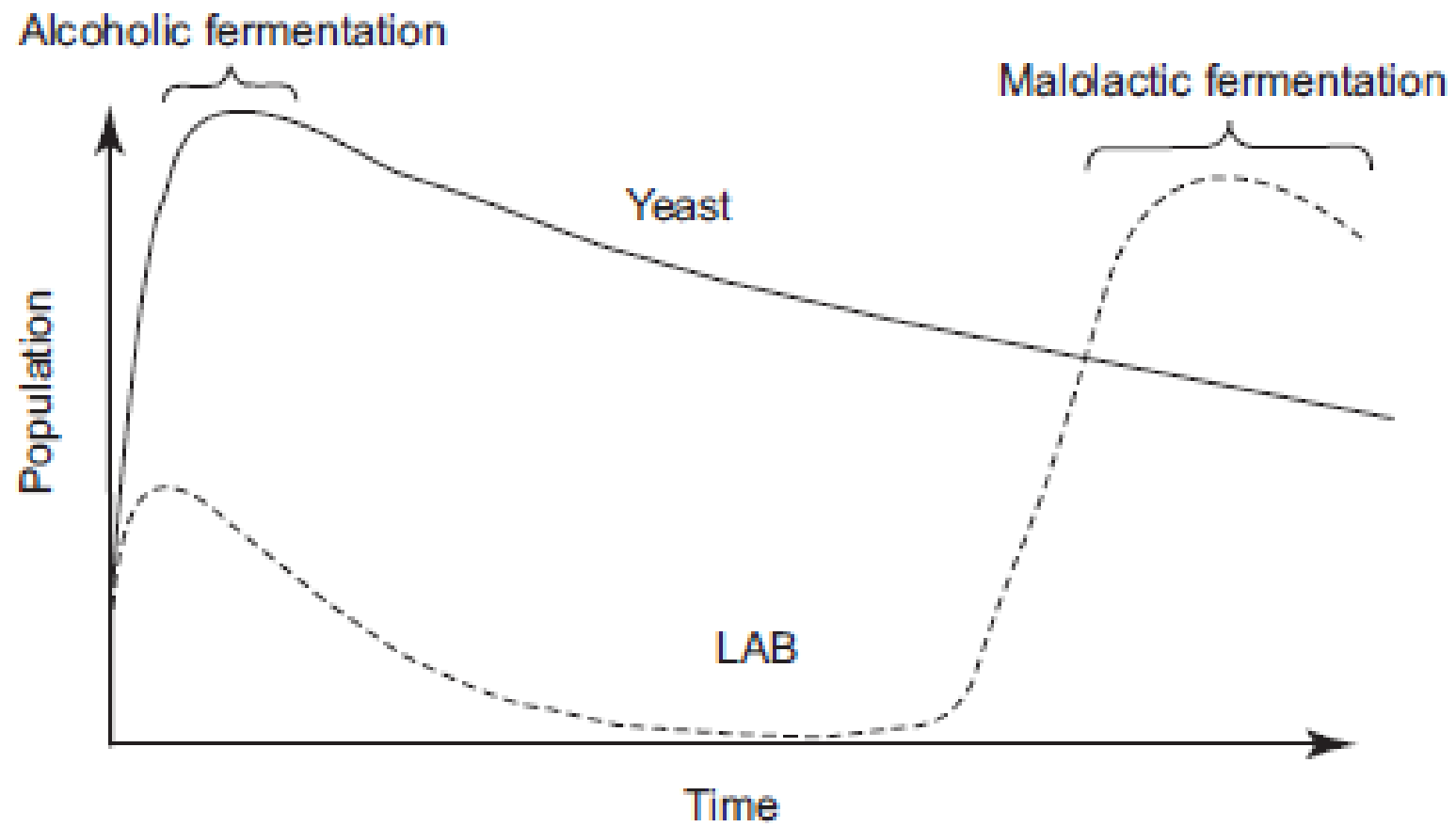
7. Μηλογαλακτική ζύμωση (MLF)

Μετά την MLF, ένας οίνος θεωρείται ότι έχει υψηλότερη μικροβιολογική σταθερότητα, λόγω αποδόμισης του μηλικού οξέος. Σε οίνους υψηλής οξύτητας από ψυχρές περιοχές, η MLF συμβάλλει στην μείωση της οξύτητας, στην εξισορρόπηση της γεύσης και στην πολυπλοκότητα του αρώματος.

Η MLF συνεισφέρει σημαντικά στην διαμόρφωση της ποιότητας του τελικού οίνου. Οι συνθήκες που ευνοούν την MLF περιλαμβάνουν pH 3.3–3.5, χαμηλά επίπεδα SO₂ και θερμοκρασία 18 - 25 °C. Η έναρξη της MLF γίνεται δύσκολα σε θερμοκρασίες < 15 °C. Η MLF συχνά ξεκινάει αυθόρμητα στους οίνους που παραμένουν σ' επαφή με οινολάσπες, αλλά μπορεί να γίνει κι εμβολιασμός με εμπορικές αρχικές καλλιέργειες (συνήθως *Oenococcus oeni*).

Με την MLF επιτυγχάνεται εμπλουτισμός του αρώματος των οίνων, λόγω παραγωγής ουσιών όπως το διακετύλιο. Το χρώμα μπορεί να παρουσιάσει μικρή μείωση, λόγω της μικρής αύξησης του pH και της επίδρασης που αυτό έχει στις χρωστικές.

Η MLF μπορεί να διαρκέσει από μερικές μέρες έως μερικές εβδομάδες, ή ακόμα και μήνες, ανάλογα με την θερμοκρασία. Αν είναι επιθυμητή η αναστολή της MLF, τότε αμέσως μετά την αλκοολική ζύμωση προστίθενται σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις SO₂.



8. Παλαίωση

Οι ερυθροί οίνοι παλαιώνονται μετά την ζύμωση σε δρύινα βαρέλια, εν αντιθέσει με τους λευκούς οίνους, οι οποίοι παλαιώνονται υπό συνθήκες. Οι ερυθροί οίνοι μπορούν να παλαιωθούν για αρκετά χρόνια σε βαρέλια, αλλά είναι μια χρονοβόρα και δαπανηρή διαδικασία, η οποία αυξάνει το κόστος του τελικού προϊόντος.

Τα αποτελέσματα της παλαίωσης σε βαρέλι στους ερυθρούς οίνους περιλαμβάνουν αργές μεταβολές στο χρώμα, από κερασί σε βαθύ κεραμιδί, και «μαλάκωμα» των ταννινών, καθώς αυτές πολυμερίζονται και καθιζάνουν.

Είναι γενικά αποδεκτό ότι οι ταννίνες γίνονται λιγότερο «επιθετικές» και το χρώμα πιο σταθερό, και λόγω της αργής ενσωμάτωσης οξυγόνου στον οίνο. Εντούτοις, υπάρχουν λίγα επιστημονικά δεδομένα για ν' αποδειχθεί ότι το ατμοσφαιρικό οξυγόνο διαπερνά μέσω του ξύλου.

Ο αργός εφοδιασμός του οίνου με οξυγόνο (μερικά mL/μήνα) συμβαίνει πιθανώς λόγω της συμπλήρωσης των βαρελιών. Οίνοι αποθηκευμένοι σε νέα βαρέλια παρουσιάζουν την ίδια ένταση χρώματος μ' αυτά που υπέστησαν μικροοξυγόνωση.

8. Παλαίωση

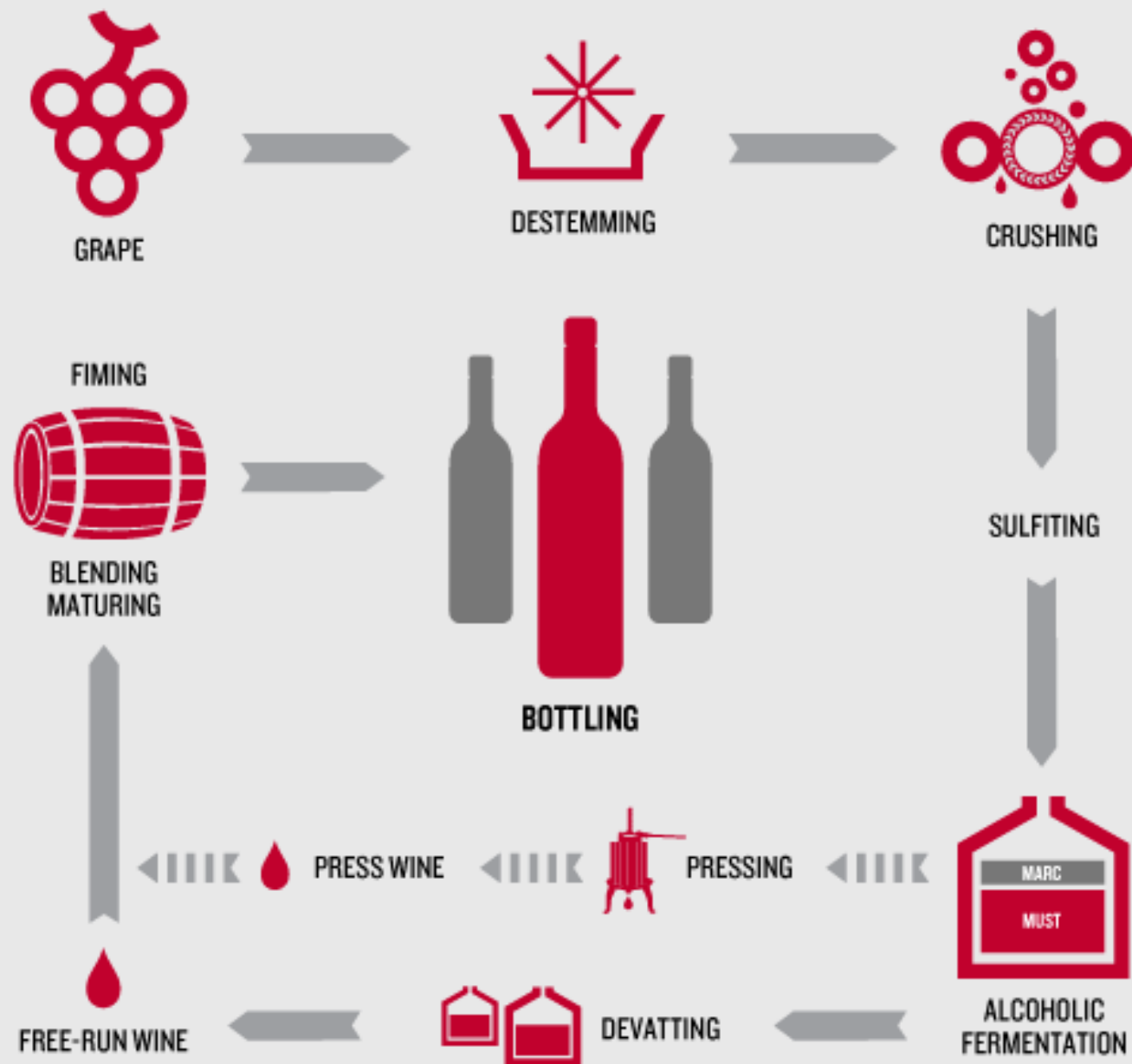
Η σταθεροποίηση από την παλαίωση σε βαρέλι προέρχεται επίσης και με διεργασίες φυσικής διαύγασης στις χαμηλές θερμοκρασίες των χώρων αποθήκευσης, και στις αλληλοεπιδράσεις των ταννινών του ξύλου δρυός με πρωτεΐνες. Η σύσταση του οίνου είναι σημαντικός προσδιοριστικός παράγοντας για την διάρκεια της παλαίωσης.

Η παλαίωση σε βαρέλια δρυός προσδίδει χαρακτηριστικά αρώματα (αρώματα ξύλου), που συνεισφέρουν στην πολυπλοκότητα του αρώματος των οίνων. Η επίδραση εξαρτάται από τον τύπο του ξύλου. Η γεωγραφική προέλευση μπορεί να έχει σημαντική επίδραση στα αρωματικά και πολυφαινολικά συστατικά του ξύλου.

Το είδος *Quercus robur* (γαλλική δρύς - French pedunculate oak) έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε αρωματικά, αλλά σχετικά υψηλή σε εκχυλίσιμες ελλαγιταννίνες. Το είδος *Quercus sessilis* (γαλλική sessile oak) έχει λιγότερες ελλαγιταννίνες, αλλά σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε λακτόνες και πτητικές φαινόλες.

Το είδος *Quercus alba* (αμερικάνικη white oak) έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε φαινόλες, αλλά είναι πλούσιο σε μεθυλ-λακτόνες (άρωμα καρύδας) και βανιλίνη.

RED WINES



Βιβλιογραφία

Buglass A.J., **2011**. 2.9 Wine. In **"Handbook of Alcoholic Beverages: Technical, Analytical and Nutritional Aspects"**, John Wiley & Sons, Ltd. ISBN: 978-0-470-51202-9, U.K.