

Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΟΙΝΟΛΟΓΙΑ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΛΚΟΟΛΟΥΧΩΝ ΠΟΤΩΝ

Ενότητα 9^η: Επισκόπηση λευκής οινοποίησης

Δημήτρης Π. Μακρής *PhD DIC*

Αναπληρωτής Καθηγητής



© 2022 - 2023

1. Αποβοστρύχωση και σύνθλιψη (σπάσιμο)

Συνήθως, η αποβοστρύχωση προηγείται του σπασίματος και αμφότερες οι διεργασίες λαμβάνουν χώρα στο ίδιο μηχάνημα. Το σπάσιμο διαρρηγνύει τις ράγες και απελευθερώνει τον σταφυλοχυμό.

Οι προσθήκες που γίνονται στον σπαστήρα (ή αποβοστρυχωτή) περιλαμβάνουν θείωση (συντηρητικό) και πηκτινολυτικά ένζυμα, για την βελτίωση της απόδοσης και την επαρκή διαύγαση.

Από τον σπαστήρα, το γλεύκος διοχετεύεται σε στραγγιστήρι ή πιεστήριο. Ο σταφυλοπολτός, μετά το σπάσιμο, μπορεί να υποστεί ψύξη, αν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες.

Κατά την αποβοστρύχωση και το σπάσιμο ο χυμός αερίζεται. Αν και αυτό συντελεί σε μια ομαλή ζύμωση, υπερβολικός αερισμός μπορεί να προκαλέσει οξείδωση, ιδιαίτερα αν τα σταφύλια είναι προσβεβλημένα από μύκητες.

2. Προστασία γλεύκους

Το λευκό γλεύκος προστατεύεται επαρκώς από την οξείδωση προς αποφυγή αμαύρωσης και απώλειας του πρωτογενούς αρώματος. Τα πλέον άφθονα πολυφαινολικά συστατικά στα λευκά σταφύλια είναι τα υδροξυκιναμμωνικά οξέα, και όταν δεν γίνεται προσθήκη SO_2 στο γλεύκος, λαμβάνει χώρα η ενζυμική αμαύρωση.

Γλεύκος το οποίο υπέστη εκτεταμένη επαφή με τα στέμφυλα περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις φλαβονολών και οξειδωτικών ενζύμων, και επομένως παρουσιάζει μεγάλη επιρρέπεια στην αμαύρωση. Η οξείδωση μπορεί να προκαλέσει αύξηση στην πικράδα, με ανεπιθύμητες συνέπειες στην ποιότητα των λευκών οίνων.

Η υποβάθμιση του γλεύκους ως συνέπεια της επιμόλυνσης των σταφυλιών από άγριες ζύμες και βακτήρια μπορεί ν' αναχαιτισθεί από την προσθήκη SO_2 , το οποίο προστίθεται συνήθως ως μεταθειώδες κάλιο (ή αέριο SO_2).

Επίπεδα SO_2 περίπου 50 mg/L αναστέλλουν τα οξειδωτικά ένζυμα, αλλά αντιδρούν και με προϊόντα οξείδωσης, όπως το H_2O_2 και αποτρέπουν περαιτέρω οξειδώσεις.

2. Προστασία γλεύκους

Η έκταση της χρήσης αντιοξειδωτικών, όπως το SO_2 και το ασκορβικό οξύ είναι συνήθως ανάλογη του κινδύνου οξειδωσης, ο οποίος εξαρτάται από την ποιότητα του γλεύκους και τις συνθήκες επεξεργασίας.

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τον περιορισμό της οξειδωσης, εκτός από την προσθήκη αντιοξειδωτικών, συμπεριλαμβάνουν την χρήση αδρανούς αερίου, την ταχεία επεξεργασία του γλεύκους και την ψύξη του γλεύκους.

Το ασκορβικό οξύ, σε συγκέντρωση περίπου 50 mg/L, μπορεί να προστεθεί σ' αυτό το στάδιο ως αντιοξειδωτικό, σε συνδυασμό με SO_2 . Η χρήση μόνο ασκορβικού μπορεί να επιταχύνει οξειδώσεις, οδηγώντας σε εκτεταμένη αμαύρωση.

Εκτός από το SO_2 , η ενδεδειγμένες μέθοδοι καθαρισμού, οι χαμηλές θερμοκρασίες, και η ταχεία επεξεργασία συνεισφέρουν στην αποφυγή ανάπτυξης ανεπιθύμητων μικροοργανισμών. Οι ζύμες προσαρμόζονται σχετικά εύκολα στο SO_2 και τις χαμηλές θερμοκρασίες, και δεν επηρεάζονται όσο οι άγριες ζύμες και τα βακτήρια.

3. Προζυμωτική εκχύλιση και προσθήκη ενζύμων

Αν τα σταφύλια είναι υγιή, με βέλτιστη ωριμότητα και αποβοστρυχωμένα, μπορεί να λάβει χώρα προζυμωτική εκχύλιση πριν την πίεση, για την ενίσχυση των πρωτογενών αρωμάτων.

Αυτή η διαδικασία παράγει οίνους με έντονο ποικιλιακό χαρακτήρα, πλούσιο σώμα και βελτιωμένο χρώμα.

Η προζυμωτική εκχύλιση (skin contact) χρησιμοποιείται συνήθως για την οινοποίηση ποικιλιών που το πρωτογενές άρωμα παίζει κύριο ρόλο στην ποιότητα των οίνων (π.χ. Sauvignon Blanc).

Η θερμοκρασία της εκχύλισης είναι παράγοντας-κλειδί και πρέπει να διατηρείται περίπου στους 10 °C. Υψηλότερες θερμοκρασίες ευνοούν την εκχύλιση προανθοκυανιδινών και οξειδωτικών ενζύμων.

Ο χρόνος εκχύλισης εξαρτάται από την επιθυμητή έκταση της εκχύλισης, και κυμαίνεται συνήθως σε 2–8 h, αλλά μπορεί να επεκταθεί και στις 24 h.

3. Προζυμωτική εκχύλιση και προσθήκη ενζύμων

Τα εμπορικά **πηκτινολυτικά** σκευάσματα είναι μίγματα ενζύμων, τα οποία καταλύουν την υδρόλυση του μεθυλιωμένου πολυγαλακτουρονικού οξέος (πηκτίνη), διασπώντας το πολυμερές σε χαμηλότερου μοριακού βάρους ολιγομερή ή/και γαλακτουρονικό οξύ.

Το αποτέλεσμα είναι η αποδοτικότερη πίεση (περισσότερο γλεύκος) και η ευκολότερη απορροή του γλεύκους από το πιεστήριο. Τα πηκτινολυτικά ένζυμα μπορούν να προστεθούν και μετά την πίεση (5 and 50 ppm) για να διευκολυνθεί η διαύγαση του γλεύκους.

Ο χρόνος που χρειάζεται το ένζυμο να δράσει εξαρτάται από το σκεύασμα, το pH, την θερμοκρασία, την δομή της πηκτίνης κτλ.

4. Πίεση

Η στράγγιση και η πίεση λαμβάνουν χώρα πριν την ζύμωση στην λευκή οινοποίηση. Από την στιγμή που τα σταφύλια υπόκεινται σε αποβοστρύχωση και έκθλιψη, η σταφυλομάζα (γλεύκος και σπασμένα σταφύλια) μεταφέρεται σε στατικά στραγγιστήρια ασυνεχούς λειτουργίας.

Η πίεση συνθλίβει την σταφυλομάζα και το γλεύκος εκροής που παράγεται αρχικά είναι υψηλής ποιότητας, αλλά περιορισμένου όγκου (μικρή απόδοση). Το γλεύκος εκροής έχει χαμηλή συγκέντρωση φαινολικών και υψηλή σε σάκχαρα και αρωματικές ουσίες. Αυτό το γλεύκος προορίζεται για παραγωγή οίνων υψηλής ποιότητας.

Καθώς η πίεση γίνεται υψηλότερη, η σύσταση του γλεύκους μεταβάλλεται. Η συγκέντρωση σακχάρων και οξέων μειώνεται και αυξάνει η συγκέντρωση των φαινολικών.

Ανάλογα με τον αρχικό σχεδιασμό της οινοποίησης, το πρόγραμμα πίεσης καθορίζεται ανάλογα για την παραλαβή γλεύκους με τα επιθυμητά χαρακτηριστικά.

Οι πρώτες πιέσεις (περίπου 10–20% της απόδοσης) μπορεί να προστεθεί στο γλεύκος εκροής, αλλά γενικά οι επόμενες πιέσεις διαχωρίζονται μιας και περιέχουν αυξημένες συγκεντρώσεις φαινολικών (συμπεριλαμβανομένων των τανινών), που μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα πικράδα και στυπτικότητα.



4. Προζυμωτικές διεργασίες και προσθήκες

Διαύγαση γλεύκους

Η αφαίρεση των στερεών σωματιδίων από το γλεύκος γίνεται με φυσικές μεθόδους. Η διαύγαση του γλεύκους πραγματοποιείται συστηματικά για την αποφυγή οξειδώσεων, μέσω ενζύμων που βρίσκονται στα στερεά σωματίδια.

Επίσης, μειώνεται ο κίνδυνος αυθόρμητης ζύμωσης από άγριες ζύμες, οι οποίες αφαιρούνται μαζί με τα στερεά σωματίδια. Η διαύγαση παράγει φρουτώδεις οίνους, χωρίς χορτώδεις οσμές.

Όταν τα γλεύκη υποστούν εκτεταμένη διαύγαση πριν την ζύμωση, οι ζύμες μπορεί να δυσκολευτούν εξαιτίας της απομάκρυνσης θρεπτικών συστατικών, και λιπαρών οξέων μακριάς αλύσου και στερολών, τα οποία είναι απαραίτητα για τις ζύμες που αναπτύσσονται υπό αναερόβιες συνθήκες.

Μια κοινή πρακτική είναι η αφαίρεση των χονδροειδών σωματιδίων, αλλά όχι αυτών με πολύ μικρό μέγεθος. Οι φυσικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για διαύγαση είναι η καθίζηση εν ψυχρώ, η φυγοκέντριση, η διήθηση και η επίπλευση.

Μετά την διαύγαση, ακολουθεί ο εμβολιασμός με ζύμες και η έναρξη της ζύμωσης.

4. Προζυμωτικές διεργασίες και προσθήκες

Ρύθμιση οξύτητας

Υψηλά ή χαμηλά επίπεδα οξύτητας μπορεί να οδηγήσουν στην παραγωγή οίνων γευστικά μη-ισορροπημένων. Το κατάλληλο επίπεδο οξύτητας στους λευκούς επιτραπέζιους οίνους είναι απαραίτητο για διάφορους λόγους.

Το χαμηλό pH ευνοεί τις αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες του SO₂, και επομένως οι οίνοι είναι λιγότερο επιρρεπείς στις αλλοιώσεις. Επίσης, το χαμηλό pH προσδίδει φρεσκάδα και φρουτώδη χαρακτήρα και παρεμποδίζει την οξείδωση.

Αν το γλεύκος χρειάζεται ρύθμιση, προστίθεται συνήθως τρυγικό οξύ. Σ' αυτές τις περιπτώσεις προστίθεται πριν ή κατά την ζύμωση, κυρίως για να ευνοήσει την παραγωγή επιθυμητών πτητικών συστατικών και την παραγωγή ισορροπημένων οίνων.

Τα γλεύκη με pH > 3.5/3.6 χρειάζονται ρύθμιση σε επίπεδα 3.1–3.3 που είναι ιδανικά για λευκούς οίνους.

Η προσθήκη τρυγικού είναι καλύτερα να γίνει κατά το σπάσιμο ή αμέσως μετά την γλευκοποίηση.

4. Προζυμωτικές διεργασίες και προσθήκες

Εμβολιασμός με αρχική καλλιέργεια ζυμών

Μετά την διαύγαση, το γλεύκος μεταφέρεται στην δεξαμενή ζύμωσης. Περίπου 10% του όγκου της δεξαμενής πρέπει να παραμείνει κενό, προς αποφυγή υπερχειλίσης λόγω αφρισμού που παράγεται κατά την έντονη φάση της ζύμωσης.

Τα λευκά γλεύκη πρέπει να εμβολιαστούν με ζύμες σε συγκέντρωση 10–15 g/hL (ή $5-10 \times 10^6$ κύτταρα/mL). Η ζύμωση συνήθως ξεκινάει μέσα σε 24 h, είναι έντονη μετά από 4-5 μέρες, και τυπικά διαρκεί 2-3 εβδομάδες, ανάλογα με τις συνθήκες.

Η ζύμωση πρέπει να ξεκινήσει το συντομότερο, έτσι ώστε να μειωθεί ο χρόνος κατά τον οποίον το γλεύκος είναι επιρρεπές σε οξειδώσεις και μικροβιακές προσβολές.

Αν η ζύμωση είναι πολύ αργή, οι ζύμες και κυρίως τα βακτήρια μπορεί να παράξουν πτητική οξύτητα και ανεπιθύμητους δευτερογενείς μεταβολίτες. Αν η ζύμωση είναι ταχεία, υπάρχει σημαντική απώλεια πτητικών αρωματικών.

4. Προζυμωτικές διεργασίες και προσθήκες

Εμβολιασμός με αρχική καλλιέργεια ζυμών

Για την παρακολούθηση της ζύμωσης, είναι απαραίτητο να μετριέται η θερμοκρασία και η πυκνότητα του γλεύκους τουλάχιστον κάθε 24 h. Αυτό επιτρέπει να καταγράφεται η εξέλιξη της ζύμωσης και να γίνονται εγκαίρως αντιληπτά προβλήματα, όπως η υπερθέρμανση και οι κολλημένες ζυμώσεις.

Αν η ζύμωση εξελίσσεται γρήγορα, θ' αυξηθεί η θερμοκρασία και θα παραχθεί γρήγορα CO₂. Αυτό θα έχει ως συνέπεια την απώλεια πτητικών. Αν η ταχεία ζύμωση συνεχιστεί, η θερμότητα θα θανατώσει τις ζύμες, και η ζύμωση θα σταματήσει πριν την κατανάλωση των σακχάρων.

Σε υψηλές θερμοκρασίες η εξάτμιση της αιθανόλης και των αρωματικών είναι έντονη, και σε θερμοκρασίες > 35–38 °C ο πληθυσμός των ζυμών μειώνεται ταχύτητα.

Στην λευκή οινοποίηση, η θερμοκρασία ρυθμίζεται έτσι ώστε να επιτευχθεί μια ομοιόμορφη μείωση των σακχάρων κατά περίπου 1.5 °Brix ανά ημέρα, που αντιστοιχεί σε μια θερμοκρασία ζύμωσης 12–16 °C.

4. Προζυμωτικές διεργασίες και προσθήκες

Εμβολιασμός με αρχική καλλιέργεια ζυμών

Η αλκοολική ζύμωση στην λευκή οινοποίηση σπάνια υπερβαίνει τις 12 ημέρες, εκτός των περιπτώσεων που υπάρχει υψηλή συγκέντρωση σακχάρων.

Τα περισσότερα λευκά γλεύκη ζυμώνονται μέχρις εξαντλήσεως των σακχάρων (< 2 g/L σακχάρων).

Μια πλήρης ζύμωση δεν πρέπει ν' αφήσει υπολειμματικά σάκχαρα, με κίνδυνο ανάπτυξης άλλων ζυμών και βακτηρίων.

Η πυκνότητα του εν ζυμώσει γλεύκους λαμβάνεται καθημερινά για να καταγράφεται η κινητική της ζύμωσης, και όταν πέσει σε περίπου 0.993–0.994, γίνεται μέτρηση σακχάρων για να επιβεβαιωθεί το πέρας.

Μια ζύμωση χαρακτηρίζεται κολλημένη, όταν μετά το τέλος της ζύμωσης υπάρχει συγκέντρωση σακχάρων > 2 g/L. Αυτό μπορεί να είναι επικίνδυνο, γιατί μπορεί ν' αναπτυχθούν γαλακτικά ή οξικά βακτήρια, με ολέθρια αποτελέσματα για την ποιότητα του οίνου.

5. Μεταζυμωτικές διεργασίες

Εμφιάλωση

Οι οίνοι που φτάνουν σ' αυτό το στάδιο θα πρέπει να είναι τελείως διαυγείς. Η διαδικασία της εμφιάλωσης μπορεί να προκαλέσει προβλήματα αν δεν πραγματοποιηθεί προσεκτικά, ακυρώνοντας μήνες (ή χρόνια) σκληρής δουλειάς αμπελουργών και οινοποιών.

Επομένως, είναι κρίσιμο τα προβλήματα που μπορεί ν' ανακύψουν, να προβλέπονται και να προλαμβάνονται.

Κοινά προβλήματα που σχετίζονται με την εμφιάλωση είναι η ανεπαρκής διήθηση, η ακατάλληλη άντληση και οι μη-αποστειρωμένες γραμμές εμφιάλωσης. Επίσης, η περίσσεια CO₂ στον οίνο, η έκθεση στο οξυγόνο, οι ακατάλληλοι φελλοί και άλλα πώματα, και οι ανεπαρκώς αποστειρωμένες φιάλες.

Η τελική διήθηση θα πρέπει να γίνεται με ηθμούς των 0.45 μm για αποστείρωση και οι φιάλες θα πρέπει να πλένονται με διάλυμα SO₂ ή/και ατμό επίσης για αποστείρωση.

5. Μεταζυμωτικές διεργασίες

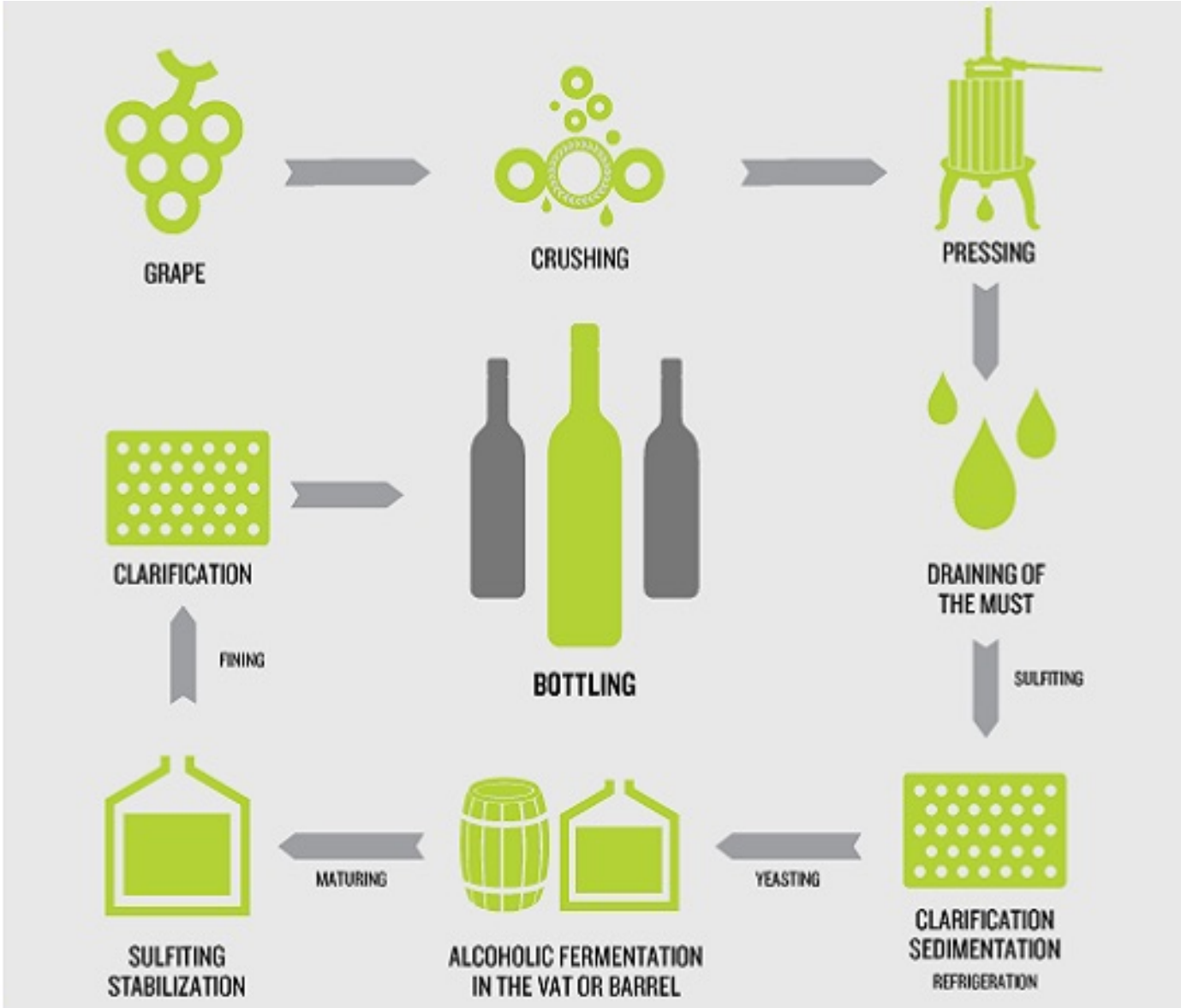
Εμφιάλωση

Κατά προτίμηση, οι φιάλες θα πρέπει να προ-πληρώνονται με άζωτο προς αποφυγή οξειδωσης και η πλήρωση να γίνεται υπό κενό ή/και χρήση CO₂ στον λαιμό της φιάλης για δημιουργία υποπίεσης.

Το πώμα, που είναι παραδοσιακά ο φελλός, είναι ακόμα ένας σημαντικός παράγοντας. Ο φυσικός φελλός έχει το πλεονέκτημα να επιφέρει αεροστεγές κλείσιμο, λόγω της ελαστικότητάς του. Όμως, μπορεί να προσδώσει στους οίνους «οσμή φελλού».

Η αιτία είναι η ανάπτυξη μυκήτων στους πόρους του φελλού, οι οποίοι συνθέτουν κυρίως 2,4,6-trichloroanisole (TCA) και άλλες παρόμοιες ουσίες υψηλής πτητικότητας και έντονης οσμής «μούχλας». Αυτό επισκιάζει σημαντικά τον φρουτώδη χαρακτήρα των λευκών οίνων.

WHITE 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.