

**Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής**

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

---

## **ΟΙΝΟΛΟΓΙΑ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΛΚΟΟΛΟΥΧΩΝ ΠΟΤΩΝ**

**Ενότητα 7<sup>η</sup>: Μεταζυμωτικές διεργασίες και παλαίωση**

**Δημήτρης Π. Μακρής *PhD DIC***

*Αναπληρωτής Καθηγητής*



**© 2022 - 2023**

# 1. Ανάμιξη (blending)

Η ανάμιξη είναι μια συνήθης πρακτική στην οινοποίηση. Μπορεί να αφορά μια ανάμιξη γλεύκους εκροής και γλεύκους πίεσης (ή των αντίστοιχων οίνων), οίνων παρασκευασμένων από διαφορετικές παρτίδες σταφυλιών (ή/και από διαφορετικούς αμπελώνες), οίνων προερχόμενους από διαφορετικές ποικιλίες κτλ.

Για μια αποτελεσματική ανάμιξη είναι χρήσιμο να υπάρχουν στοιχεία που σχετίζονται με φυσικά/χημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των προς ανάμιξη γλευκών ή των οίνων, έτσι ώστε να προβλεφθεί το αποτέλεσμα. Εντούτοις, η ανάμιξη βασίζεται κυρίως στην εμπειρία του οινολόγου.

Η πρόβλεψη των αναλογιών με βάση την σύσταση των προς ανάμιξη γλευκών ή οίνων μπορεί να προσεγγίζει το αναμενόμενο αποτέλεσμα. Όμως, τα εμπλεκόμενα φαινόμενα είναι ιδιαίτερα πολύπλοκα και αρκετές φορές τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τελικού μίγματος δεν συνάδουν με τα αναλυτικά δεδομένα.

Όσον αφορά στην ανάμιξη ερυθρών οίνων, αυτοί που προέρχονται από γλεύκη πίεσης περιέχουν περισσότερες χρωστικές και τανίνες απ' ό,τι οι οίνοι από γλεύκος εκροής ή γλεύκος πρώτων πιέσεων. Η ρύθμιση αυτών των χαρακτηριστικών είναι μεγάλης σημασίας για το δυναμικό παλαίωσης των οίνων που θα προκύψουν μετά την ανάμιξη.

# 1. Ανάμιξη (blending)

Αντιθέτως, υπάρχουν και σοβαροί λόγοι για τους οποίους οι οινοποιοί δεν προβαίνουν σε αναμίξεις. Αυτό γίνεται όταν:

- Οι οίνοι έχουν παραχθεί από σταφύλια εξαιρετικής ποιότητας, έτσι ώστε να διατηρηθούν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά.
- Οι οίνοι παράγονται από διάσημους αμπελώνες. Σ' αυτήν την περίπτωση, αν γίνει ανάμιξη με οίνο που προέρχεται από άλλη περιοχή, ο παραγωγός χάνει το δικαίωμα να χρησιμοποιήσει το τοπωνύμιο.

Αυτό θα μείωνε σημαντικά την εμπορική αξία των οίνων. Για τις διάσημες ονομασίες, η προέλευση μπορεί να είναι εμπορικώς πιο σημαντική από την ίδια την ποιότητα.

## 2. Μετάγγιση (racking)

Σε όλες τις περιπτώσεις, η μετάγγιση αποσκοπεί στο να επιτευχθεί η ελάχιστη επαναιώρηση των οινολασπών. Η μεταφορά παύει όταν ξεκινά η αναπόφευκτη περιδίνηση που προκαλεί θολερότητα. Το υπόλειμμα συνήθως διηθείται για να ανακτηθεί ο οίνος που διαφορετικά θ' απορριφθεί μαζί με τις οινολάσπες.

Η πρώτη μετάγγιση γίνεται αρκετές εβδομάδες μετά το πέρας της αλκοολικής ζύμωσης, για να περιοριστεί πιθανή μικροβιολογική αλλοίωση. Επίσπευση της μετάγγισης μπορεί να γίνει για να περιοριστεί η απώλεια χρωστικών, μέσω προσρόφησης στα κυτταρικά τοιχώματα των νεκρών ζυμών.

Αντιθέτως, καθυστέρηση της μετάγγισης μπορεί να γίνει αν είναι επιθυμητή η ΜΓΖ, έτσι ώστε να ολοκληρωθεί. Επίσης, μπορεί να καθυστερήσει για να επιτευχθεί η λεγόμενη ωρίμανση «*sur lies*». Κατά την πρώτη μετάγγιση, οι περισσότερες ζύμες, βακτήρια και αιωρούμενα τεμαχίδια σταφυλιών έχουν κατακαθίσει.

Ακόλουθες μεταγγίσεις αποβάλλουν υπολείμματα μικροβίων, καθώς και ιζήματα που οφείλονται σε τανίνες, πολυμερείς χρωστικές και κρυστάλλους. Οι τελικές μεταγγίσεις διαχωρίζουν τον οίνο από τα υπολείμματα πρωτεϊνικής και τρυγικής σταθεροποίησης.

## 2. Μετάγγιση (racking)

Η ανάγκη για σχετικά γρήγορη εμφιάλωση μερικές εβδομάδες ή μήνες μετά την ζύμωση δεν προσφέρει επαρκή χρόνο για μετάγγιση και αυθόρμητη καθίζηση, έτσι ώστε να επιτευχθεί επαρκής διαύγηση.

Συνεπώς, η φυγοκέντριση και η διήθηση (συνδυαστικά με σταθεροποίηση) χρησιμοποιούνται για να επιτευχθεί η απαραίτητη διαύγεια και σταθερότητα.

Εκτός από την υποβοήθηση της διαύγησης, η μετάγγιση ενισχύει την μικροβιακή σταθερότητα μέσω της αφαίρεσης κυττάρων και θρεπτικών συστατικών.

Η μετάγγιση επίσης βοηθάει στο ν' αφαιρεθούν πτητικές ουσίες με δυσάρεστη οσμή, όπως το υδρόθειο και οι μερκαπτάνες. Αυτές οι οσμές δημιουργούνται στις οινολάσπες.

### 3. Παλαίωση (ageing)

#### Βαρέλια

Η επικράτηση της δρυός στην κατασκευή βαρελιών επεξηγείται από την ευρέα παρουσία της στα δάση της Ευρώπης, Ασίας και βόρειας Αμερικής, και από τις φυσικές της ιδιότητες: αντοχή, ευελιξία, αδιαπερατότητα από το νερό, φυσική ανθεκτικότητα (αντίσταση στις προσβολές μυκήτων/εντόμων) και ευκολία στην επεξεργασία του ξύλου.

Τα δρύινα βαρέλια δεν είναι απλώς περιέκτες, αλλά συνεισφέρουν θετικά στην οργανοληπτική εξέλιξη των εξαιρετικών οίνων, κυρίως των ερυθρών. Το ξύλο δρυός προσφέρει στους οίνους αρωματικές ενώσεις που προσδίδουν νότες βανίλιας, γαρύφαλλου, καπνιστού, μπαχαρικών, κτλ.

Επίσης, τα βαρέλια επιτρέπουν την ήπια οξειδωση των οίνων, διευκολύνοντας την δημιουργία συμπολυμερών ανθοκυανινών/τανινών, σταθεροποιώντας έτσι το χρώμα και μειώνοντας την στυπτικότητα.

Παρά την θετική επίδραση στην ποιότητα των οίνων, η παλαίωση συνοδεύεται από απώλεια προϊόντος (εξάτμιση) και την αύξηση κόστους λόγω του κόστους κατασκευής των βαρελιών και την δέσμευση του προϊόντος για όσο χρόνο διαρκεί η παλαίωση.

### 3. Παλαίωση (ageing)

#### Σύσταση ξύλου δρυός (oak wood)

Στο ξύλο δρυός διακρίνονται δύο μέρη: οι ουσίες των κυτταρικών τοιχωμάτων και οι εκχυλίσιμες ουσίες.

Οι ουσίες των κυτταρικών τοιχωμάτων είναι:

- Η κυτταρίνη
- Η ημικυτταρίνη
- Η λιγνίνη

Οι εκχυλίσιμες ουσίες είναι:

- Οι φαινολικές ενώσεις (λιγνάνια, κουμαρίνες, απλές φαινόλες, υδρολυόμενες τανίνες)
- Τερπενικές ενώσεις
- Λοιπές ενώσεις (λακτόνες)

### 3. Παλαίωση (ageing)

#### Είδη δρυός

Παραδοσιακά, τα είδη δρυός που χρησιμοποιούνται συχνά στην βαρελοποιία είναι η *Quercus alba* (αμερικάνικη λευκή δρυς), και δύο ευρωπαϊκά είδη, η *Quercus robur* L. (pedunculata oak) και η *Quercus petraea* Liebl. (sessile oak).

Το είδος της δρυός και η γεωγραφική του προέλευση παίζουν σημαντικό ρόλο στον καθορισμό της σύστασης του ξύλου και τον ρυθμό που επιτρέπει την διάχυση O<sub>2</sub>.

Για παράδειγμα, η περιεκτικότητα σε *cis*-lactone, που είναι μια από τις πιο αρωματικές ενώσεις του ξύλου δρυός, είναι υψηλότερη στην αμερικάνικη δρυ απ' ότι στην γαλλική.

Επιπλέον, οι οίνοι που παλαιώνουν σε βαρέλια αμερικάνικης δρυός έχουν υψηλότερο λόγο *cis*-/*trans*-lactone απ' ότι αυτά που παλαιώνουν σε βαρέλια γαλλικής δρυός.

Από την άλλη, ο φυσικός ρυθμός διείσδυσης του O<sub>2</sub> μέσα στο βαρέλι είναι χαμηλότερος σ' αυτά από αμερικάνικη δρυ, πιθανώς γιατί το ξύλο γαλλικής δρυός έχει υψηλότερο πορώδες.



### 3. Παλαίωση (ageing)

#### Είδη δρυός

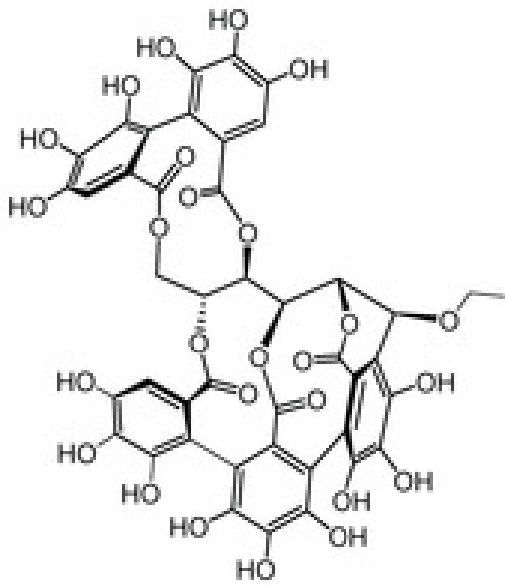
Γενικά, το ξύλο αμερικάνικης δρυός είναι πλουσιότερο από αυτό της ευρωπαϊκής σε φαινόλες χαμηλού μοριακού βάρους και σε  $\beta$ -methyl- $\gamma$ -octalactone, αλλά φτωχότερο σε ελλαγιτανίνες.

Μεταξύ των ευρωπαϊκών ξύλων δρυός, αυτό από *Q. robur* είναι πλουσιότερο σε ελλαγιτανίνες από το *Q. petraea*.

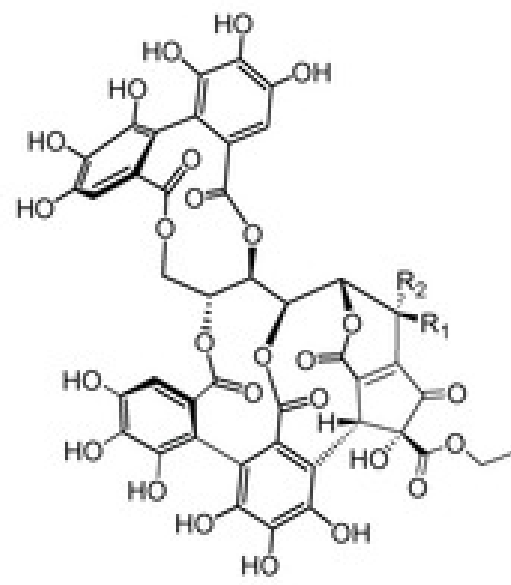
Το είδος *Q. alba* παρουσιάζει μεγαλύτερο αρωματικό δυναμικό απ' ότι η γαλλική δρυς, κυρίως λόγω της υψηλότερης περιεκτικότητας σε λακτόνες δρυός (oak lactones).

Το ξύλο από *Q. robur* έχει υψηλή περιεκτικότητα σε εκχυλίσιμες φαινολικές ουσίες, αλλά χαμηλή σε πτητικές ουσίες. Αντιθέτως, το ξύλο από *Q. sessilis* είναι πλουσιότερο σε αρωματικές και φτωχότερο σε φαινολικές ουσίες.

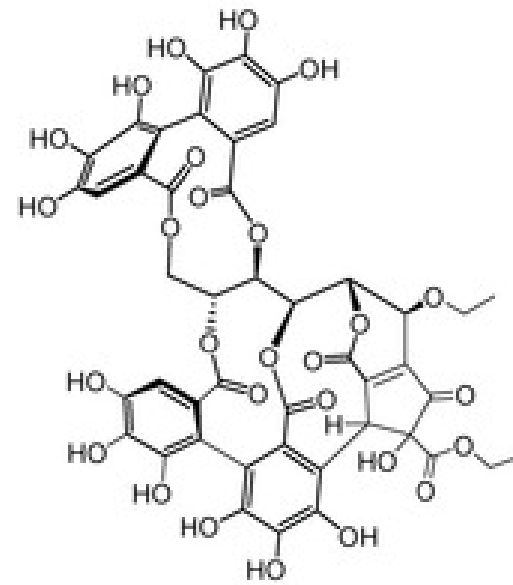
Εκτός από το βοτανικό είδος, η γεωγραφική προέλευση, οι δασοπονικές πρακτικές, αλλά και η επεξεργασία (κοπή ξύλου, κατασκευή βαρελιού) έχουν επίσης σημαντική επίδραση στην σύσταση του ξύλου.



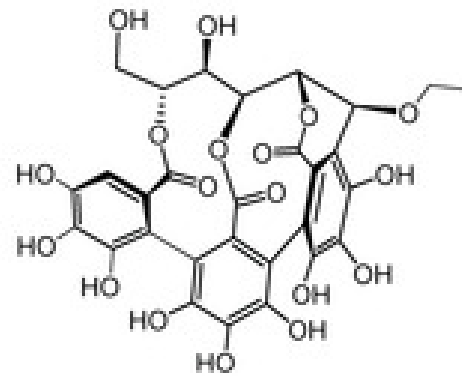
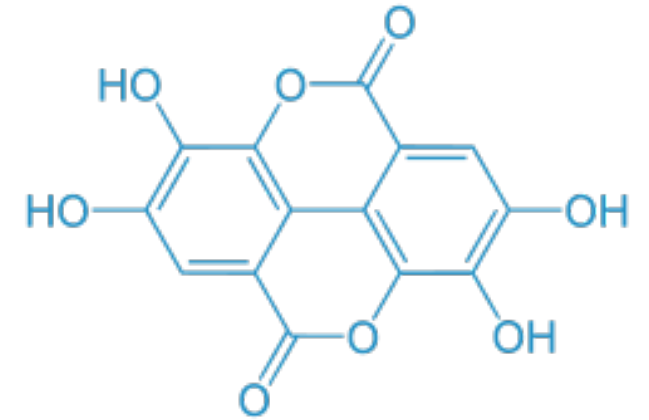
9:  $\beta$ -1-O-ethylvescalagin



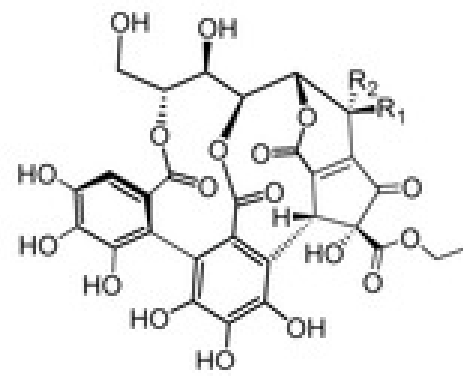
10: Whiskey tannin B1:  $R_1 = \text{OH}$ ,  $R_2 = \text{H}$   
 11: Whiskey tannin B2:  $R_1 = \text{H}$ ,  $R_2 = \text{OH}$



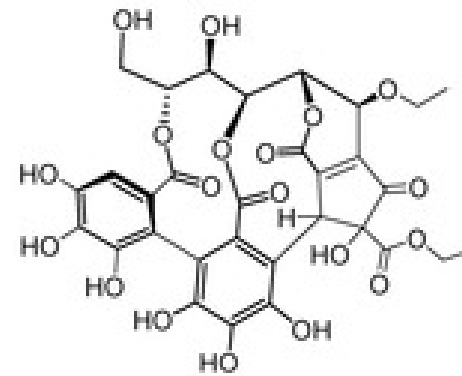
12: Brandy tannin B



13:  $\beta$ -1-O-ethylvescalin



14: Whiskey tannin A1:  $R_1 = \text{OH}$ ,  $R_2 = \text{H}$   
 15: Whiskey tannin A2:  $R_1 = \text{H}$ ,  $R_2 = \text{OH}$



16: Brandy tannin A

### 3. Παλαίωση (ageing)

#### Φρυγάνισμα (toasting)

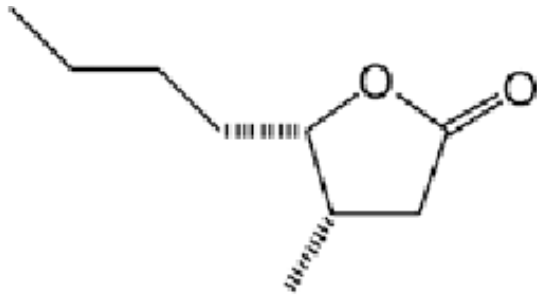
Ο βαθμός φρυγανίσματος κυμαίνεται εξαρτώμενος από την βαρελοποιία, αλλά γενικά κατατάσσεται ως ελαφρύς (light), μέτριος (medium) ή έντονος (heavy), ανάλογα με την διάρκεια και την θερμοκρασία. Μ' αυτό επιτυγχάνεται διαφοροποίηση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών.

Σ' αυτό το στάδιο, οι φυσικές μεταβολές συνοδεύονται από μια εξέλιξη της χημικής σύστασης του ξύλου, επηρεάζοντας δραματικά την περιεκτικότητα σε ορισμένες ουσίες.

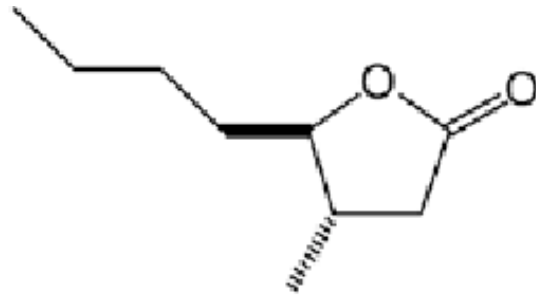
Επομένως, η θερμική επεξεργασία προκαλεί θερμική διάσπαση μερικών ενώσεων του ξύλου, παράγοντας αρκετές πτητικές ουσίες.

Οι φουρανικές ενώσεις σχηματίζονται μέσω θερμικής αποικοδόμησης των υδατανθράκων. Οι πτητικές φαινόλες προέρχονται από την θερμική αποικοδόμηση της λιγνίνης. Οι λακτόνες δρυός είναι προϊόντα αφυδάτωσης ορισμένων οξέων του ξύλου.

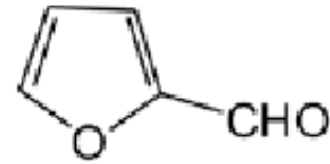
Με το μέτριο φρυγάνισμα επιτυγχάνεται μέγιστη παραγωγή πτητικών ουσιών.



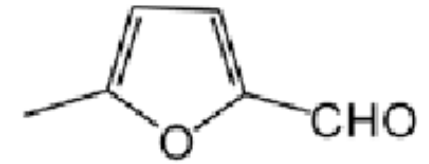
*cis*-oak lactone  
*coconut, vanilla*



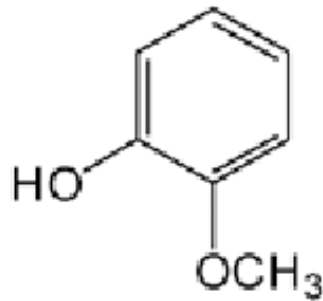
*trans*-oak lactone  
*coconut, vanilla*



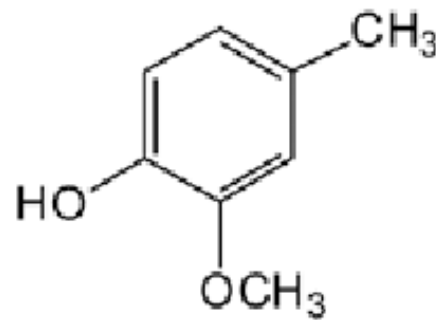
furfural  
*caramel, vanilla*



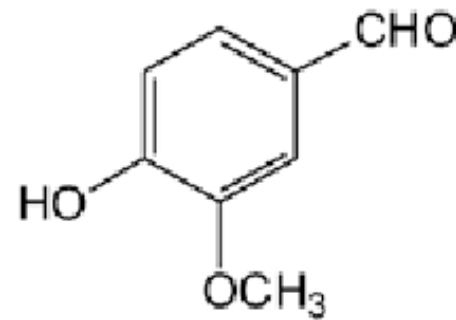
5-methylfurfural  
*caramel*



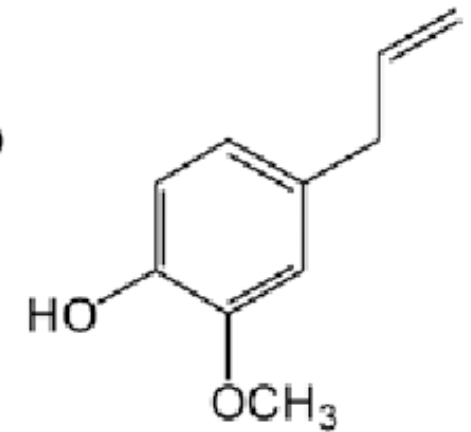
guaiacol  
*smoky, burnt bacon*



4-methylguaiacol  
*smoky*



vanillin  
*vanilla*



eugenol  
*clove*

### 3. Παλαίωση (ageing)

#### Εναλλακτικές μέθοδοι

Λόγω των μειονεκτημάτων της παραδοσιακής τεχνολογίας παλαίωσης, όπως π.χ. η υψηλή τιμή των βαρελιών δρυός, η μεγάλη περίοδος παλαίωσης, ο χώρος που απαιτείται για την τοποθέτηση των βαρελιών και τα εργατικά που χρειάζονται για την συντήρηση, έχουν αναπτυχθεί νεωτερικές τεχνολογίες που επιταχύνουν τεχνητά την διεργασία και μειώνουν σημαντικά το κόστος.

Μια από αυτές τις τεχνολογίες είναι η προσθήκη μικρών τεμαχίων ξύλου δρυός (oak chips) στους οίνους. Αυτή η πρακτική εγκρίθηκε και νομιμοποιήθηκε από την Ε.Ε., και έχει αρχίσει να εφαρμόζεται ευρέως.

Η νομοθεσία της Ε.Ε. επιβάλλει το μέγεθος των ξύλινων τεμαχίων να είναι τέτοιο, ώστε να συγκρατείται το 95% αυτών από κόσκινο 2 mm.

Η χρήση των τεμαχιδίων ξύλου ενισχύει τον ρυθμό εκχύλισης των ουσιών του ξύλου, επιταχύνει την παλαίωση, και σταθεροποιεί το χρώμα σε διάστημα σημαντικά μικρότερο απ' αυτό που απαιτείται από την παλαίωση σε βαρέλι.

### 3. Παλαίωση (ageing)

#### Εναλλακτικές μέθοδοι

Τώρα πλέον υπάρχει μεγάλη ποικιλία εμπορικών προϊόντων με διάφορα χαρακτηριστικά (βοτανική και γεωγραφική προέλευση δρυός, μέγεθος τεμαχιδίων, επίπεδο φρυγανίσματος) και διαφορετικές δυνατότητες χρήσης (χρονικό σημείο εφαρμογής, περίοδος επαφής, δοσολογία, συνδυαστική εφαρμογή μικροοξυγόνωσης), που επηρεάζουν σε διαφορετικό βαθμό και με διαφορετικό τρόπο την ποιότητα των οίνων.

Επίσης, τα ξύλινα τεμαχίδια είναι εμπορικώς διαθέσιμα σε διάφορα σχήματα, όπως, νιφάδες, κύβοι, σφαιρίδια, σκόνη, κόκκοι, τάβλες, φέτες, κτλ.

Το μέγεθος των τεμαχιδίων είναι στενά συνδεδεμένο με την κινητική εκχύλισης των συστατικών του ξύλου. Έτσι, η εκχύλιση είναι ταχύτερη όταν το μέγεθος είναι μικρό, λόγω της μεγαλύτερης επιφάνειας επαφής με τον οίνο.

Ομοίως με τα βαρέλια, το φρυγάνισμα είναι μια απαραίτητη προεργασία των ξύλινων τεμαχιδίων, για τον σχηματισμό πτητικών ουσιών που συμβάλλουν σημαντικά στον εμπλουτισμό του αρωματικού προφίλ των οίνων.



### 3. Παλαίωση (ageing)

#### Εναλλακτικές μέθοδοι

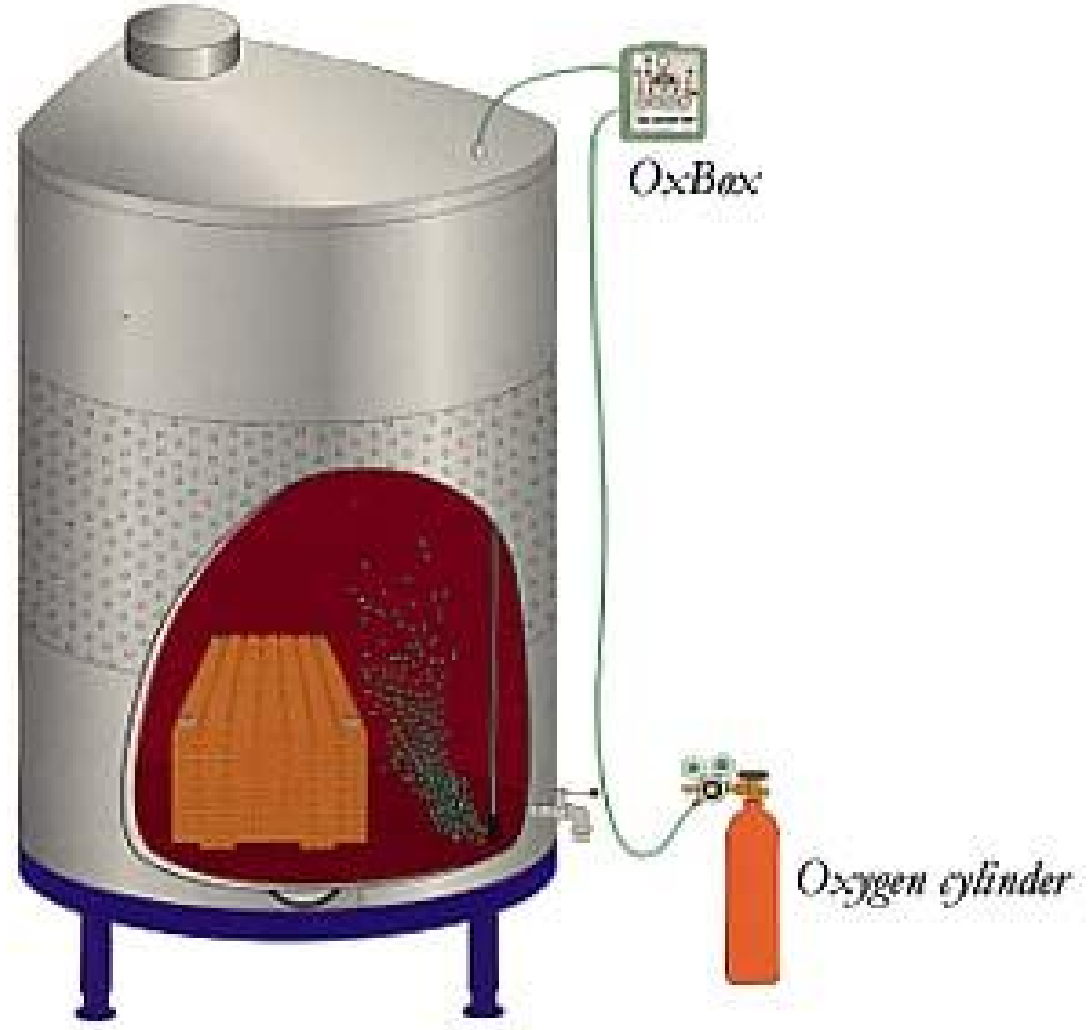
Η δοσολογία εξαρτάται από το μέγεθος των τεμαχιδίων. Συνήθως, η δοσολογία κυμαίνεται μεταξύ 1 και 5 g/L, αλλά μερικές φορές μπορεί ν' ανέλθει και σε 20 g/L. Η αύξηση της δοσολογίας ενισχύει τις νότες «ξύλου» στους οίνους.

Η οξειδωτική διαδικασία που λαμβάνει χώρα κατά την παλαίωση των οίνων σε βαρέλια δεν μπορεί να υπάρξει σε κλειστές ανοξειδωτές δεξαμενές που περιέχουν οίνους με ξύλινα τεμαχίδια. Γι' αυτό η χρήση των ξύλινων τεμαχιδίων συνδυάζεται με μικροοξυγόνωση (ελεγχόμενη προσθήκη μικρών ποσοτήτων  $O_2$  στον οίνο).

Αυτή η διεργασία θεωρείται ότι επιφέρει μεταβολές που προσομοιάζουν την παλαίωση σε βαρέλια. Οι οίνοι που παράγονται μ' αυτήν την διαδικασία έχουν τα χαρακτηριστικά οίνων που παλαιώθηκαν σε βαρέλια για σχετικά σύντομη περίοδο (6 μήνες).



*Tank with toasted oak intergration system*



## Βιβλιογραφία

Jackson R.S., **2020**. Chapter 8: Postfermentation treatments and related topics. In “**Wine Science – Principles and Applications**”, 5<sup>th</sup> Edition, Elsevier, London.

Rubio-Bretón P., Garde-Cerdán T., Martínez J., Gonzalo-Diago A., Pérez-Álvarez E.P., Bordiga M., **2018**. Chapter 4: Wine aging and spoilage. In “**Post-Fermentation and Distillation Technology. Stabilization, Aging, and Spoilage**”, Bordiga M. Ed., Taylor & Francis, Boca Raton, FL, U.S.A.