



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
& ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΙΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΑΛΚΟΟΛΟΥΧΩΝ ΠΟΤΩΝ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ:
«ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΑ- ΟΙΝΟΛΟΓΙΑ»**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**Χρήση πήλινων αμφορέων στην ερυθρή και λευκή οινοποίηση
και στην ωρίμανση των οίνων**

Σεβαστιάνα Σ. Ζουμπουλίκου

Επιβλέπων καθηγητής:

Κοτσερίδης Γεώργιος, Καθηγητής Οινολογίας ΓΠΑ

**ΑΘΗΝΑ
2021**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
& ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΙΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΑΛΚΟΟΛΟΥΧΩΝ ΠΟΤΩΝ**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Χρήση πήλινων αμφορέων στην ερυθρή και λευκή οινοποίηση
και στην ωρίμανση των οίνων

Use of clay amphorae in red and white wine making
And in the aging of wines

Σεβαστιάνα Σ. Ζουμπουλίκου

Εξεταστική Επιτροπή:

Κοτσερίδης Γεώργιος, Καθηγητής Οινολογίας ΓΠΑ (επιβλέπων)

Καλλίθρακα Σταματίνα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Οινολογίας ΓΠΑ

Τσιρώνη Θεοφανία, Επίκουρη Καθηγήτρια ΓΠΑ

Χρήση πήλινων αμφορέων στην ερυθρή και λευκή οινοποίηση και στην ωρίμανση των οίνων

*ΠΜΣ Σύγχρονη Τεχνολογία Τροφίμων: «Γαλακτοκομία-Οινολογία»
Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου
Εργαστήριο Οινολογίας*

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική μελέτη, αποτελεί μία βιβλιογραφική διερεύνηση του θέματος της χρήσης των πήλινων αμφορέων, στην σύγχρονη οινοποιία, για την ζύμωση των ερυθρών και λευκών οίνων και στην ωρίμανσή τους. Η οινοποίηση σε πήλινα δοχεία, είναι μια πανάρχαια μέθοδος που ξεκίνησε στην Γεωργία πριν από 8000 χρόνια και αναβιώνει σήμερα στο χώρο της οινοποιίας, με σύγχρονο εξοπλισμό και νέες τεχνολογίες. Σκοπός της εργασίας είναι η ανάδειξη των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του σύγχρονου αμφορέα και η επίδρασή του στα χημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της νέας αυτής κατηγορίας οίνων που προκύπτει με την οινοποίηση αυτή. Στους πήλινους αμφορείς, η ζύμωση τόσο των λευκών, όσο και των ερυθρών οίνων πραγματοποιείται παρουσία των φλοιών (μέθοδος skin contact) και η εκχύλιση αυτών διαρκεί για μεγάλο χρονικό διάστημα που σε κάποιες περιπτώσεις ξεπερνάει και τους 7 μήνες. Η διαδικασία αυτή συνεπάγεται την δημιουργία λευκών οίνων πλούσιους σε αρώματα και τανίνες, με χαρακτηριστικό έντονο κεχριμπαρέο χρώμα (orange wines). Οι ερυθροί οίνοι χαρακτηρίζονται από φρουτώδη αρώματα και αυξημένες αλλά ώριμες τανίνες, αφού χάρη στο πορώδες του πηλού ο οίνος ωριμάζει και σταθεροποιείται μέσω του φαινόμενου της μικροοξυγόνωσης. Συχνά, οι πήλινοι αμφορείς χρησιμοποιούνται αποκλειστικά και μόνο για την ωρίμανση των οίνων, για την παραγωγή κρασιών όπου κυριαρχεί το φρουτώδες στοιχείο και η ορυκτότητα, χωρίς των εμπλουτισμό με τανίνες και αρώματα του ξύλου, όπως συμβαίνει στην περίπτωση του ξύλινου βαρελιού.

Όπως συμβαίνει με το δρύινο βαρέλι, έτσι και οι πήλινοι αμφορείς έχουν το δικό τους terroir. Η πρώτη ύλη από την οποία κατασκευάζονται, δηλαδή ο πηλός, μπορεί να έχει διαφορετική σύσταση αναλόγως την περιοχή προέλευσης. Το μείγμα του πηλού που χρησιμοποιείται και η ποσότητα νερού που αναμειγνύεται, αποτελούν βασικούς παράγοντες στην ποιότητα και στα χαρακτηριστικά ενός πήλινου αμφορέα. Ωστόσο, τον πιο καθοριστικό ρόλο παίζει η θερμοκρασία ψησίματος του δοχείου, αφού αποτελεί τον παράγοντα που καθορίζει το πορώδες του αμφορέα. Όσο η θερμοκρασία έψησης του αμφορέα αυξάνεται, τόσο το πορώδες του μειώνεται. Με τον τρόπο αυτό, οι οινοπαραγωγοί μπορούν να προσαρμόζουν τα επίπεδα οξυγόνου που εισέρχεται στον οίνο, αναλόγως τις ανάγκες της κάθε ποικιλίας που οινοποιείται ή ωριμάζει σε έναν αμφορέα και το επιθυμητό τελικό προϊόν του κάθε οινοποιού.

Επιπλέον, γίνεται σύντομη ανασκόπηση των περιεκτών που χρησιμοποιούνται σήμερα στον χώρο της οινοποιίας, όπως το δρύινο βαρέλι, η δρύινη δεξαμενή, η ανοξείδωτη δεξαμενή και οι τσιμεντένιοι περιέκτες και συγκρίνεται η επίδραση του κάθε περιέκτη στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των οίνων με την επίδραση του πήλινου αμφορέα.

Η χρήση του πήλινου αμφορέα στην οινοποιία, παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα, όπως μεταξύ άλλων, είναι η φυσική θερμομόνωση άρα και η προστασία του οίνου από τις εναλλαγές της θερμοκρασίας και η γεωμετρία του περιέκτη, που προκαλεί

ενδιαφέρουσα κινητική ενέργεια στο εσωτερικό του, λειτουργώντας ευεργετικά στον οίνο.

Επιστημονική περιοχή: Σύγχρονη οινοποίηση

Λέξεις κλειδιά: πήλινοι αμφορείς, ζύμωση σε αμφορέα, ωρίμανση σε αμφορέα, qnevri, περιέκτες οινοποίησης, αρχαία μέθοδος οινοποίησης, Καχετιανή μέθοδος οινοποίησης, πορώδες, μακρά εκχύλιση, πορτοκαλί οίνοι, τανίνες, μικροοξυγόνωση, φυσικό battonage

Use of clay amphorae in red and white wine making and in the aging of wines

MSc Current Food Technology «Dairy Science Technology- Oenology»

Department of Food Science and Human Nutrition

Laboratory of Oenology and Alcoholic Drinks

Abstract

The present master thesis is a bibliographic review on the scientific research of the use of modern clay amphorae in red and white wine making and in the aging of wines. Clay vessels were already used in winemaking, in ancient Georgia, 8000 years ago and nowadays, these vessels reentry the word of wine with progressive equipment and modern technology. The aim of this study is to identify and highlight the physical and chemical properties of the modern clay containers and their effect on the chemical and sensory characteristics of this new style wines. The alcoholic fermentation of such red or white wines, occurs in the presence of skins and seeds in the vessel (skin contact wine making method) and there is a long maceration which sometimes lasts up to seven months. The in-amphora winemaking produces white wines rich in aromas and tanins, with a typical high orange tone color (orange wines). Red amphora wines are characterized by intense fruity aromas and high but soft tanins, since clay is a porous material and 'breaths', allowing a gentle wine stabilization and aging via the phenomenon of micro-oxygenation. Clay amphorae are often used exclusively for the aging of finished wines, for the production of red fruity and mineral wines, without any enrichment of woody aromas and flavors such as the case of oak barriques.

Clay amphorae, like oak barriques, have their own terroir. Clay's composition differs, regarding the geographical area that comes from. The blend of clays that is used and the proportion of water, which is mixed with, are key factors in the quality and the chemical and physical features of a clay amphora. However, the temperature management during the firing of the vessels, constitutes the most basic factor, since it determines how porous a clay vessel will be. Specifically, porosity decreases, when the firing temperature rises. In this way, winemakers can define the levels of incoming oxygen to their wine, according to the needs of each grape variety during fermentation and the in-amphora wine aging.

Moreover, a part of this thesis, is reserved to a brief review of the different types of vessels that are used today in winemaking, such as the stainless-steel tank, the oak barrel and barrique and the concrete tank. The effect of each type of wine container on the chemical and sensory characteristics of the finished wine, is compared to the effect of the in- amphora winemaking on the wine's profile.

Modern clay wine vessels, present many properties, including clay's capacity for thermal isolation and wine protection from temperature changes as well as the geometry of the amphora that causes interesting kinetics inside the container that work beneficially for the wine.

Scientific area: Current wine making

Keywords: clay amphorae, in-amphora wine fermentation, in-amphora aging, qvevri, wine containers, ancient method of winemaking, Kakhetian traditional method, porosity, long maceration, orange wines, tanins, micro-oxygenation, natural battonage

Ευχαριστίες

Νιώθω την ανάγκη πριν προχωρήσω στην έκθεση της παρούσας διπλωματικής εργασίας να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλλαν με τον τρόπο τους στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας, αλλά και όλους τους ανθρώπους του μεταπτυχιακού, καθηγητές και φοιτητές για την συνύπαρξη και την συνεργασία καθ' όλη την διάρκεια του προγράμματος.

Ευχαριστώ ιδιαίτερος τον κύριο Γεώργιο Κοτσερίδη, καθηγητή Οινολογίας του ΓΠΑ και διευθυντή του Εργαστηρίου Οινολογίας και Αλκοολούχων Ποτών για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε στην ανάθεση και στην ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής αυτής μελέτης.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την κυρία Σταματίνα Καλλίθρακα, αναπληρώτρια καθηγήτρια οινολογίας του ΓΠΑ και την κυρία Θεοφανία Τσιρώνη επίκουρη καθηγήτρια του ΓΠΑ, μέλη της τριμελούς επιτροπής, για τον χρόνο που αφιέρωσαν στην εξέταση της εργασίας μου.

Ευχαριστώ θερμά όλους του καθηγητές του μεταπτυχιακού αυτού προγράμματος για την άψογη συνεργασία και την επιστημονική γνώση και μόρφωση που μου πρόσφεραν απλόχερα.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου και τους φίλους που με στήριξαν όλα αυτά τα χρόνια και ευχαριστώ από καρδιάς την κόρη μου Λητώ, για την υπομονή και την κατανόηση που έδειξε, κάθε φορά που χρειάστηκε να περάσουμε χρόνο χωριστά στην διάρκεια των σπουδών μου.

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή	9
1.1	Ιστορία του οίνου και της κεραμικής.....	9
1.2	Κεραμικά αγγεία οίνου στην αρχαιότητα	10
1.2.1	Τα γεωργιανά κβέβρι	10
1.2.2	Τα ρωμαϊκά dolia.....	11
1.2.3	Κεραμικά αγγεία οινοποίησης, αποθήκευσης, μεταφοράς και κατανάλωσης του οίνου στην αρχαία Ελλάδα.....	12
1.2.4	Για την αποθήκευση του οίνου	12
1.2.5	Για την πόση του οίνου.....	14
1.2.6	Για το σερβίρισμα.....	16
1.2.7	Για την ανάμειξη του οίνου με νερό.....	17
1.2.8	Για την ψύξη του οίνου.....	17
1.3	Αρχαία ελληνική τεχνολογία οίνου.....	19
1.4	Νέες τάσεις οινοποίησης για διαφοροποίηση	20
2	Οινοποίηση σε αμφορείς.....	22
2.1	Πήλινοι αμφορείς, μορφολογία, υλικά, μεγέθη.	22
2.1.1	Υλικά κατασκευής	23
2.1.2	Θερμοκρασία και στάδια ψησίματος.....	25
2.1.3	Σχήμα και όγκος.....	26
2.1.4	Υγιεινή και συντήρηση	29
2.1.5	Προετοιμασία αμφορέα	29
2.1.6	Κλείσιμο και τοποθέτηση αμφορέα.....	30
2.2	Φυσικοχημικές ιδιότητες του πήλινου αμφορέα.....	33
2.2.1	Πρωτεϊνική σταθεροποίηση.....	33
2.2.2	Πορώδες και ανταλλαγή αερίων	33
3	Πορτοκαλί κρασιά (orange wines).....	35
3.1	Καχετιανή μέθοδος οινοποίησης, οίνοι κβέβρι, σύμφωνα με την παράδοση 35	
3.1.1	Λευκή οινοποίηση.....	36
3.1.2	Ερυθρή οινοποίηση.....	37
3.1.3	Τα γεωργιανά qnenri.....	37
3.2	Παραγωγή οίνων σε αμφορείς στην Ευρώπη.....	40
3.2.1	Αρωματικό προφίλ των οίνων σε αμφορέα	41
3.3	Περιέκτες ζύμωσης και παλαίωσης οίνων	47
3.3.1	Δεξαμενή ίνοξ, δεξαμενή από ανοξείδωτο χάλυβα	47
3.3.2	Δρύινη δεξαμενή, δρύινο βαρέλι	48
3.3.3	Τσιμεντένια δεξαμενή.....	51

3.4	Σύγκριση οινοποίησης και ωρίμανσης σε αμφορέα με άλλους περιέκτες.....	52
3.4.1	Σύγκριση με ανοξείδωτη δεξαμενή	52
3.4.2	Σύγκριση με δρύινο βαρέλι και δρύινη δεξαμενή.....	55
3.4.3	Σύγκριση με τσιμεντένια δεξαμενή, τσιμεντένιο αυγό.....	58
3.5	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα χρήσης πήλινου αμφορέα	64
3.5.1	Πλεονεκτήματα.....	64
3.5.2	Μειονεκτήματα	66
3.6	Χαρακτηριστικά και ποικιλίες που οινοποιούνται και ωριμάζουν σε αμφορείς.....	67
4	Συζήτηση- συμπεράσματα	69
5	Βιβλιογραφία	70

1 Εισαγωγή

1.1 Ιστορία του οίνου και της κεραμικής

Η ιστορία της αμπέλου και του οίνου φαίνεται να έχει τις ρίζες της, σε μια γεωγραφική ζώνη μεταξύ Τουρκίας, Καυκάσου και Βορείου Ιράν. Η άμπελος, εξημερώθηκε και καλλιεργήθηκε αρχικά μεταξύ της 6^{ης} και 3^{ης} χιλιετίας π.Χ. (Zohary and Spiegel-Roy 1975; McGovern 2003), από τους Άριους, που κατοικούσαν σε μία ζώνη ανάμεσα στον Καύκασο και την Κασπία, τους σημιτικούς λαούς και τους Ασσύριους. Από την περιοχή αυτή, οι καλλιεργημένες μορφές αμπέλου και η τέχνη της αμπελουργίας διαδόθηκαν και σε άλλους λαούς όπως τους Αιγύπτιους, τους Παλαιστίνιους, τους Φοίνικες και τους Έλληνες. Ο χυμός των σταφυλιών ονομάστηκε Βύνος, από το επίθετο του θεού των Αρίων. Βύνος σημαίνει αγαπητός. Από τον Βύνο προέρχεται η λέξη οίνος.

Απολιθωμένα γίγαρτα αμπέλου που βρέθηκαν σε πολλά αρχαιολογικά σημεία της Μέσης Ανατολής, μαρτυρούν την αμπελοκαλλιέργεια κατά την Νεολιθική και Χαλκολιθική εποχή (Zohary, 1995). Υπολείμματα τρυγικού οξέος και ρητίνης τερεβίνθου που χρησιμοποιούνταν εκείνη την εποχή ως συντηρητικά, βρέθηκαν πάνω σε αρχαιολογικά κομμάτια δοχείων κεραμικής που ανακαλύφθηκαν στο Hajji Firuz Tere, βόρεια του όρους Ζάγρος στο Ιράν (Mc Govern Patrick E., 2003), ή και άλλες ιστορικές έρευνες όπως εκείνη στο Shulaveri της Γεωργίας (Brun J-P, 2004), αποτελούν τις αρχαιότερες επιστημονικές αποδείξεις, όχι μόνο για την αμπελοκαλλιέργεια και την οινοποίηση, άλλα και την συντήρηση του οίνου μέσα σε κεραμικά δοχεία ήδη από το 5000 π.Χ. Ο McGovern βεβαιώνει, πως η κεραμική, αποτελεί βασικό σημείο εκκίνησης πολλών βιομοριακών αρχαιολογικών ερευνών, γιατί έχει την διττή ιδιότητα να απορροφά αλλά και να διατηρεί τα υγρά για χιλιετίες (McGovern et al. 2017).

Σύμφωνα με Αμερικάνους και Αρμένιους παλαιοντολόγους, οι αρχαιότερες αμπελοοινικές εγκαταστάσεις, υπάρχουν ήδη από την εποχή του χαλκού και χρονολογούνται γύρω στο 4100 π.Χ. Βρίσκονται στο αρχαιολογικό σημείο Areni-1 στην Αρμενία κοντά στα σύνορα με το Αζερμπαϊτζάν. Μεταξύ των ευρημάτων βρίσκονται στοιχεία ενός είδους αρχαίου πιεστηρίου, ένα μεγάλο δοχείο κατασκευασμένο από άργιλο για την παραλαβή του μούστου, και κεραμικά δοχεία για την αποθήκευση του κρασιού (Bernard Hans, 2010).

Στην Ελλάδα, η αμπελουργία και η οινοποιία, ξεκινάει κατά την διάρκεια της 5^{ης} χιλιετίας π.Χ. Οι πρώτες επιστημονικές αποδείξεις προέρχονται από τον προϊστορικό οικισμό Ντικιλί Τας κοντά στην πεδιάδα της Δράμας, στην Ανατολική Μακεδονία. Πρόκειται για απολιθωμένα γίγαρτα, υπολείμματα φλοιών και βοστρύχων, ίχνη τρυγικού και μηλικού οξέος καθώς και άλλα συστατικά που σχετίζονται με την αλκοολική ζύμωση. Τα ευρήματα αυτά χρονολογούνται στη Νεολιθική εποχή, γύρω στο 4500-4000 π.Χ. (Valamoti S.M., 2007) (Valamoti et al., 2007).



Εικόνα 1 Γύγαρτα αμπέλου (*Vitis Vinifera*), από τα ευρήματα του τομέα 6, σπίτι 1 στο Ντικίλι Τας. Χρονολογούνται γύρω στο 4300 π.Χ. www.dikilitash.fr

Κατά τη ρωμαϊκή περίοδο, και πιθανότατα με τη ρωμαϊκή επέκταση, η αμπελουργία έφτασε στο μεγαλύτερο μέρος της Μεσογείου και της δυτικής Ευρώπης και το κρασί έγινε ένα πολύτιμο οικονομικό και πολιτιστικό αγαθό. Μέχρι το τέλος του πρώτου αιώνα π.Χ., αποτελούσε ήδη ένα σημαντικό κερδοσκοπικό και εμπορικό προϊόν.

1.2 Κεραμικά αγγεία οίνου στην αρχαιότητα

Όπως μαρτυρούν πολλές ιστορικές έρευνες, η τέχνη και η χρήση της κεραμικής στην καθημερινότητα των λαών στην περιοχή της Μεσογείου, εξαπλώνεται περίπου την ίδια περίοδο με την αμπελουργία, την οινοποίηση και την κατανάλωση κρασιού. Κατά την Νεολιθική εποχή χρησιμοποιούνται πήλινα σκεύη για την παραλαβή του μούστου και για την κατανάλωση, την αποθήκευση και την μεταφορά του οίνου.

1.2.1 Τα γεωργιανά κβέβρι

Σύμφωνα με τους ερευνητές, τα παλαιότερα κεραμικά δοχεία που σχετίζονται με την παραγωγή κρασιού, έχουν βρεθεί σε δύο νεολιθικά χωριά, το Gadachrili Gora και το Shulaveri Gora, 50 χιλιόμετρα νότια της Τιφλίδας και χρονολογούνται περίπου στα 5.980 π.Χ. (Batuik et al, 2019). Πρόκειται για μεγάλα παραδοσιακά κεραμικά δοχεία με κωνικό πυθμένα που ονομάζονται *κβέβρι* (*qvenri*) και χρησιμοποιούνται ακόμη και σήμερα σε παραδοσιακές μεθόδους οινοποίησης, όπως είναι η Καχετιανή μέθοδος (εξηγείται παρακάτω), στη σημερινή Γεωργία. Η χωρητικότητα των δοχείων αυτών σήμερα, κυμαίνεται από 50 λίτρα μέχρι και 6000 ή 8000 λίτρα. Στην αρχαιότητα η χωρητικότητα ενός κβέβρι μπορούσε να φτάσει και τα 10 000 ή 15 000 λίτρα.



Εικόνα 2 Γεωργιανό κβέβρι από τις ανασκαφές στο Khramis Didi-Gora της Γεωργίας. Χρονολογείται μεταξύ 6000-5000 π.Χ. Δ=1m, Υ=1m V>80gal. Mindia Jalabadze, Εθνικό Μουσείο Γεωργίας.

1.2.2 Τα ρωμαϊκά dolia

Οι Ρωμαίοι, την ίδια περίοδο με τους Αρχαίους Έλληνες, για την ζύμωση και ωρίμανση/συντήρηση του οίνου που παρήγαγαν, χρησιμοποιούσαν επίσης μεγάλα πήλινα δοχεία χωρητικότητας περίπου 3000 λίτρων και ύψους 2 μέτρων. Τα λεγόμενα *dolia* (στον ενικό *dolium*), (Bibal M. 2020), που μπορεί επίσης να ήταν θαμμένα στο έδαφος, όχι όμως ολόκληρα, όπως τα γεωργιανά κβέβρι. Όπως οι γεωργιανοί κάλυπταν το εσωτερικό του δοχείου με κερί ή ρητίνη για να αντιμετωπίσουν το μεγάλο πορώδες του δοχείου, οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν ένα είδος πίσσας που έπαιρναν από ρητινώδη δέντρα. Αυτό όμως είχε σαν αποτέλεσμα να επηρεάζεται οργανοληπτικά ο οίνος, με χαρακτηριστικά αρώματα από το συστατικό αυτό. Σύμφωνα με θεωρίες, οι Ρωμαίοι κατάφεραν να μετατρέψουν το στοιχείο αυτό σε εμπορικό χαρακτηριστικό, στην αγορά του ρωμαϊκού κρασιού (Bibal M. 2020).

Το 2^ο αιώνα π.Χ., η Ιταλία παρουσιάζει μεγάλη μαζική παραγωγή και εξαγωγή οίνου από τις ακτές της Ετρουρίας (Τυρρηνία), κυρίως προς την Ισπανία και την αγορά της Γαλατίας. Αυτό αποδεικνύεται από τα αμέτρητα ευρήματα αμφορέων στα *oppida* (περιοχές της Γαλλίας, κατοικημένων εκτάσεων από Γαλάτες), αλλά και στα αμπελοοινικά *villae* της Ιταλίας. Την εποχή αυτή, εκτιμάται πως η ποσότητα του εξαγόμενου κρασιού στη Γαλατία, έφτανε την τάξη των εκατομμυρίων εκατολίτρων (Tchernia A., Olmer F., 2004).

1.2.3 Κεραμικά αγγεία οινοποίησης, αποθήκευσης, μεταφοράς και κατανάλωσης του οίνου στην αρχαία Ελλάδα.

Η Συλλογή πήλινων αγγείων Ν. Π. Γουλανδρή, αποτελείται από ευρήματα που προέρχονται από τα γεωμετρικά έως και τα ελληνοιστικά χρόνια της αρχαίας ελληνικής τέχνης και αποδεικνύει την παραγωγή και την χρήση κεραμικών κατασκευών στην Αρχαία Ελλάδα ήδη από τον 10^ο αιώνα π.Χ.

Κατά την γεωμετρική περίοδο, οι κεραμοποιοί δίνουν ιδιαίτερη προσοχή στη διακόσμηση των αγγείων χρησιμοποιώντας τεχνικές όπως για παράδειγμα αυτή του περιγράμματος, την μελανόμορφη και ερυθρόμορφη τεχνική, την λευκού βάθους κτλ. Κατασκευάζουν συνήθως αγγεία για ταφική χρήση ή άλλα που προορίζονταν για δώρα σε τελετές. Από το ξεκίνημα όμως των ελληνοιστικών χρόνων, δίνεται περισσότερο ενδιαφέρον στην λειτουργικότητα των αγγείων παρά στην διακόσμηση (Μάρκου, 2018). Όπως μαρτυρούν αρχαιολογικά ευρήματα Θασιακών εμπορικών αμφορέων στην Θασιακή αποικία Οισύμη, από τις αρχές του 5^{ου} αι. π.Χ., υπήρχε ήδη μαζική παραγωγή εμπορικών αμφορέων, για την οργάνωση της παραγωγής και της εμπορίας του οίνου (Κουκούλη, Μαραγκού, 2011).

Παρακάτω, αναφέρονται μερικά από τα κεραμικά σκεύη που χρησιμοποιούσαν οι αρχαίοι Έλληνες για την αποθήκευση, μεταφορά και κατανάλωση του οίνου.

1.2.4 Για την αποθήκευση του οίνου

Πίθος: μεγάλο αγγείο συνήθως χωρίς διακόσμηση, που χρησίμευε για την αλκοολική ζύμωση και την αποθήκευση του οίνου αλλά και άλλων προϊόντων.



Εικόνα 3. Οινηρός πίθος από τις ανασκαφές της Ελληνικής πόλης Antadros, στην Δυτική Τουρκία. cr: Balikesir, Anadolu Agency



Εικόνα 4

Αμφορέας: Αγγείο, συνήθως πήλινο ή και μεταλλικό (χάλκινο, ορειχάλκινο, αργυρό, ακόμη και χρυσό), αλλά και ξύλινο, υάλινο, μαρμάρινο, πέτρινο, εξογκωμένο στη μέση, με στενό λαιμό και δύο λαβές.

Πελίκη: αποτελεί παραλλαγή του αμφορέα. Πρωτοεμφανίστηκε γύρω στο 520 π.Χ. με την αττική ερυθρόμορφη τεχνική. Η ονομασία πελίκη δεν είναι αρχαία ελληνική, αλλά ονομάστηκε έτσι από τους αρχαιολόγους. Στην αρχαιότητα το αγγείο είχε διάφορες ονομασίες, όπως κύλιξ ή λεκανίς.



Εικόνα 5. Αρχαία ερυθρόμορφη πελίκη με αγγειογραφία, σκηνή αποχαιρετισμού πολεμιστή. Από τον ζωγράφο της Κενταυρομαχίας του Λούβρου. Χρονολογείται μεταξύ 450-440π.Χ. Κλασική περίοδος. Συλλογή Μουσείου Κυκλαδίτικης Τέχνης

Στάμνος: Πήλινο αγγείο για την εναπόθεση οίνου.

Υδρία: Συνήθως πήλινο αγγείο, εξογκωμένο στο μέσον, με στόμιο και ευρέα βάση. Έχει δύο μικρές λαβές στα πλάγια του στομίου και μία μεγάλη κάθετη από το χείλος του στομίου μέχρι την αρχή της κοιλίας. Χρησίμευαν για την αποθήκευση κυρίως νερού, αλλά και γεμάτες οίνο τοποθετούνταν μέσα στη γη για καλύτερη διατήρηση του περιεχομένου.



Εικόνα 6. Υδρία, 520-510 π.Χ. Υ=42,5εκ Από την Κεραία, Ετρουρία. Αγγειογραφία από τον ζωγράφο του Αετού. Ο Ερμής και τα βόδια του, η Ηώ καταδιώκει τον Κέφαλο. Musee du Louvre cr: Tony Querrec

1.2.5 Για την πόση του οίνου

Κύλιξ: Η κύλιξ έχει κυκλικό σχήμα, έχει ένα υψηλό πόδι, δύο λαβές, και ευρύ στόμιο. Πήλινη, υάλινη, αργυρή ή χρυσή, διακοσμημένη ή ζωγραφισμένη, χρησίμευε για την πόση.



Εικόνα 7. Μελανόμορφη Αθηναϊκή κύλιξ, 565π.Χ. Υ=14,5εκ Πλ=34εκ Δ=25,5εκ, Μουσείο Λούβρου, cr: Herve Lewandowski

Κάνθαρος: Πρόκειται για ένα είδος ποτηριού που τα κυριότερα χαρακτηριστικά του είναι το λεπτό πόδι με το φαρδύ σώμα και τις δυο λαβές που ξεκινούν περίπου από τη βάση του σώματος, ξεπερνούν το ύψος των χειλιών και επιστρέφουν καμπυλωτά κοντά στο ύψος των χειλιών.



Εικόνα 8. Ερυθρόμορφος αττικός κύνθαρος. $Υ=24,7εκ$ $Δ=11,5εκ$, 490-480π.Χ. Αγγειογραφία από τον ζωγράφο του Βρύγου. Η απαγωγή του Γανυμήδη. Μουσείο Καλών Τεχνών, Βοστώνη

Κοτύλη-Σκύφος: Χρησίμευε ως ποτήρι από τους ομηρικούς χρόνους. Από πηλό, αλλά και αργυρό ή χρυσό, χρησίμευε και ως ιερατικό σκεύος.



Εικόνα 9. Μελανόμορφος σκύφος αττικού εργαστηρίου. $Υ=11,1εκ$ 540π.Χ. Αγγειογραφία γυμνών ανδρών από τον Αθηναίο ζωγράφο 'Επιτηδευμένο'. Μουσείο Μπενάκη. www.benaki.org

Φιάλη: ήταν ένα ευρύ, αβαθές αγγείο, με ή χωρίς πόδι. Συχνά είχε ένα κεντρικό «ομφαλό». Ο ομφαλός χρησίμευε ως υποδοχή των δακτύλων, κατά τη χοή, αν βέβαια το αγγείο δεν είχε λαβές.



Εικόνα 10. Χάλκινη ομφαλωτή φιάλη, 530-520π.Χ. $Υ=4,8εκ$ $Δ=21,7εκ$ Διακοσμημένη από διπλή σειρά κουκκίδων γύρω από τον ομφαλό και ακτινωτά φύλλα στο σώμα. Ψηφιακές Συλλογές. Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού.

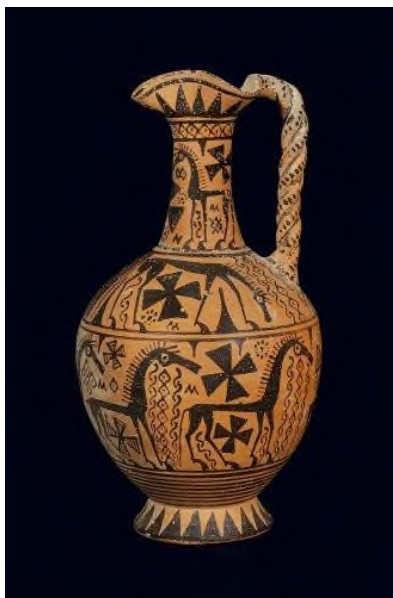
1.2.6 Για το σερβίρισμα

Κύαθος: Μικρό αγγείο με μακριά λαβή για να φτάνει στον πυθμένα του κρατήρα (σαν σύγχρονη κουτάλα) από χαλκό ή πολύτιμο μέταλλο, χρησίμευε για την άντληση του οίνου από τον κρατήρα και την πλήρωση των ποτηριών. Χρησίμευε και σαν μετρικό αγγείο.



Εικόνα 11. Μελανόμορφος κύαθος, 520π.Χ. Υ=13,9εκ. Αγγειογραφία Σφίγγας. The Estate Hermitage Museum, Αγία Πετρούπολη

Οινοχόη: Αγγείο για την έκχυση του κρασιού. Από πηλό ή μέταλλο, με εξογκωμένη κοιλία και λαιμό που απολήγει σε προχόη, με λαβή που αρχίζει από το άνω μέρος της κοιλίας και καταλήγει στο άκρο της προχόης. Μερικές οινοχόες φέρουν στη λαβή μικρές οπές ή κρίκους για να περνά μιάντας και να αναρτώνται.



Εικόνα 12. Τριφυλλόστομη οινοχόη ανατολίζοντος ρυθμού, κοσμημένη με παραστάσεις αλόγων και πλήθος παραπληρωματικών θεμάτων σε επάλληλες ζώνες. Από την Σκύρο. 675-650π.Χ. Υ=24,8εκ. Μουσείο Ελληνικού Πολιτισμού Μπενάκη

1.2.7 Για την ανάμειξη του οίνου με νερό

Κρατήρας: Αγγείο μεγάλου μεγέθους, πέτρινο, χάλκινο, αργυρό, ή χρυσό, σφαιρικό στην κοιλιά με στενό και κοντό λαιμό και με ανοιχτό στόμιο, με δύο λαβές στο κάτω μέρος της κοιλιάς, κοσμημένο με παραστάσεις. Χρησίμευε για την ανάμειξη του οίνου με νερό κατά τις ιεροτελεστίες και τα συμπόσια.



Εικόνα 13. Ερυθρόμορφος κωδωνόσχημος κρατήρας, αττικού εργαστηρίου με αγγειογραφία, αθλητική σκηνή. Από τον ζωγράφο του Κάδμου. 430-420π.Χ. Υ=23εκ. Μουσείο Ελληνικού Πολιτισμού Μπενάκη.

Κάλαθος: μια διαφορετική παραλλαγή του κρατήρα. Είχε κυλινδρικό σχήμα που άνοιγε ελαφρά προς τα έξω στο ύψος του χείλους. Κοντά στη βάση διέθετε εκροή για τη μετάγγιση του υγρού.

1.2.8 Για την ψύξη του οίνου

Ψυκτήρας: αγγείο με στενό κυλινδρικό σώμα που φάρδαινε καθώς ανέβαινε και έπαιρνε το σχήμα του βολβού για να καταλήξει σε στενό χείλος. Τον γέμιζαν με κρύο νερό και τον τοποθετούσαν μέσα στον κρατήρα, για να διατηρεί δροσερό το κρασί.



Εικόνα 14. Ερυθρόμορφος ψυκτήρας, 500-470π.Χ. με αγγειογραφία όπου απεικονίζονται σάτυροι, από τον Ζωγράφο Δούρη, στην Αττική. Υ=28,55εκ. Βρετανικό Μουσείο, Λονδίνο

Αμφορέας ψυκτήρας μια εκδοχή του αμφορέα αλλά ταυτόχρονα και του ψυκτήρα.

Στο σημείο αυτό χρειάζεται να ξεκαθαριστεί πως η οινοποίηση στην Ελλάδα κατά την κλασική, ελληνιστική και ρωμαϊκή περίοδο, πραγματοποιείται σε μεγάλα πήλινα δοχεία, χωρητικότητας της τάξεως του τόνου που ονομάζονταν *πίθοι*, και όχι σε αμφορείς. Η χρήση των αμφορέων ήταν αποκλειστικά για την αποθήκευση και την μεταφορά του οίνου ενώ η χωρητικότητά τους έφτανε συνήθως μέχρι τα 30 λίτρα. Ίσως λοιπόν εσφαλμένα χρησιμοποιούνται κυρίως στην Ευρώπη σήμερα φράσεις όπως *οινοποίηση σε αμφορέα* ή *amphora-wine* ή *vin d'amphore* ή *vino in Anfora* αφού ενδέχεται να παραπλανήσουν τον αναγνώστη. Ουσιαστικά, ο όρος αμφορέας, χρησιμοποιείται για να περιγράψει την χρήση κάθε πήλινου σκεύους στην οινοποίηση.

Η σχέση της τοπικής οινοπαραγωγής με τα διάφορα είδη κεραμικών δοχείων εμφανίζεται ήδη στην Νότια Ιταλία τον 7ο και 5ο αιώνα π.Χ. Αρχαιολογικές ανασκαφές που έγιναν στην Πιθηκούσσα (Ισχία), περιγράφουν την σχέση αυτή, σε μια παράγκα πιθανότατα Έλληνα αποίκου, όπου βρέθηκαν θαμμένοι πίθοι, αντικρυστά σε αμφορείς (Brun JP, 2004).

Η λέξη αμφορέας προέρχεται από τις λέξεις 'αμφί' και 'φέρω'. Φέρει δηλαδή, δύο λαβές, μία από κάθε πλευρά. Οι αμφορείς χωρίζονται σε δύο βασικούς τύπου, στους αμφορείς με λαιμό και σώμα που σχηματίζει ενιαία καμπύλη και στους αμφορείς των οποίων ο λαιμός ξεχωρίζει από το σώμα. Οι αμφορείς του οίνου ανήκουν στη δεύτερη κατηγορία. Πρόκειται για αμφορείς με οξύ πυθμένα, ώστε να βυθίζονται στο χωμάτινο δάπεδο ή να τοποθετούνται σε στηρίγματα.

Μεταξύ των αμφορέων, σε αντίθεση με τους οινηρούς πίθους, υπάρχει μεγάλη παραλλακτικότητα, τόσο στην μορφολογία όσο και σε χαρακτηριστικά που αποτελούν στοιχεία προέλευσης του κάθε τύπου. Για παράδειγμα, στο ναυάγιο των Αντικυθήρων, μεταξύ πολλών αμφορέων, αναγνωρίστηκαν εκείνοι της Ρόδου με τις χαρακτηριστικές γωνιώδεις λαβές, αμφορείς της Κω, αναγνωρίσιμοι από τις διπλές λαβές τους λόγω της ιδιαίτερης ποιότητας του οίνου της, αμφορείς της Εφέσου της ομάδα του

Νίκανδρου, που φέρουν σφραγίσματα με το όνομα αυτό και τέλος αμφορείς τύπου Lamboglia 2.

Για πολλούς αιώνες τα πήλινα δοχεία αποτελούσαν το μοναδικό μέσο για την παραγωγή, την συντήρηση και την μεταφορά του οίνου. Παρ' όλα αυτά, οι αρχαίοι αντιμετώπιζαν συχνά προβλήματα οξείδωσης των οίνων, αφού ο πηλός από την φύση του, είναι ένα υλικό με αυξημένο πορώδες, και δεν ήταν κατάλληλο για μεγάλες περιόδους αποθήκευσης του οίνου. Συχνά, πρόσθεταν μέλι, βότανα και άλλα αρωματικά για να καλύψουν τις ελλαττωματικές οσμές. Στο τέλος της αρχαιότητας, τα πήλινα δοχεία αντικαταστάθηκαν με ξύλινα βαρέλια, τα οποία θεωρήθηκαν κατάλληλότερα. Είχαν μικρότερο πορώδες, άρα ήταν ασφαλέστερα για την αποθήκευση του κρασιού και ελαφρύτερα στην μεταφορά διαφόρων αγαθών. Έτσι η χρήση των πήλινων δοχείων στην οινοποιία σχεδόν εξαφανίστηκε, ενώ τα ξύλινα βαρέλια χρησιμοποιούνται ευρέως μέχρι σήμερα, κυρίως για την ωρίμανση και παλαίωση των οίνων.

1.3 Αρχαία ελληνική τεχνολογία οίνου

Οι αγρότες στην Αρχαία Ελλάδα, κατοικούσαν σε χωριά της υπαίθρου, σε μεγάλα αγροτικά κτήματα που ονομάζονταν *Αγρεπαύλεις*. Ήταν ευρύχωρες κατοικίες με εσωτερικές αυλές και εξειδικευμένους χώρους όπως αποθήκες για καρπούς και σκεύη, μαγειρείο και ειδικούς χώρους όπου γινόταν η ζύμωση του γλεύκους σε πίθους, τους *πιθεώνες*. Οι πιθεώνες ήταν συνήθως ημιυπόγειοι ή υπόγειοι, δροσεροί χώροι και οι πίθοι ήταν τοποθετημένοι μέσα στο χωμάτινο έδαφος, με μία σχετική απόσταση μεταξύ τους, έτσι ώστε αν μολυνόταν ένας οίνος, η μόλυνση να μην προσβάλλει και τους υπόλοιπους.



Εικόνα 15. Ψηφιακή πιθανή αναπαράσταση του εσωτερικού του πιθεώνα. Κομπολόι, αγροτική περιοχή της Σκοτίας (Πουλάκη-Παντερμαλή, 2014)

Ο τρύγος γινόταν χειρωνακτικά και οι τρυγητές έκοβαν τις σταφυλές με μαχαίριδια, τις οποίες τοποθετούσαν σε μαλακά κοφίνια και μετέφεραν σε γειτονικούς, μόνιμους ληνούς (πατητήρια). Οι αγγειογραφίες που σώζονται, αποτελούν σήμερα σημαντική πηγή πληροφοριών, για την διαδικασία και τον εξοπλισμό οινοποίησης στην αρχαία Ελλάδα. Οι αρχαίοι, αποβοστρύχωναν τις σταφυλές, με την βοήθεια πήλινων ή ξύλινων ηθμών, ή ακόμη πλέγματα που έφτιαχναν από λυγαριά και τοποθετούσαν πάνω σε λεκάνες και δεξαμενές, για την συλλογή των ραγών. Στην συνέχεια, έθλιβαν τις ράγες με τα χέρια, με τα δάχτυλα ή ακόμη με τους αγκώνες και τους πήχεις, για την παραγωγή ανώτερης ποιότητας οίνου, τον οποίο ονόμαζαν *κάρμα*. Άλλος τρόπος πίεσης των σταφυλιών, ήταν με τα πόδια, σε ανοιχτούς, ξύλινους ή πήλινους ληνούς όπου το πάτημα εκτελούσε εξειδικευμένο προσωπικό, οι *ληνοβάτες*. Η σταφυλόμαζα που έμενε πάνω στους ληνούς, πιεζόταν περαιτέρω σε υφάσματα ή σε σάκους, είτε με τα χέρια και τα πόδια, είτε έδεναν τον σάκο σε ξύλινους ορθοστάτες, στερεωμένους στο έδαφος και στριφογυρίζοντας, έστυβαν το σάκο. Ο μηχανισμός αυτός αποτελεί μια πρώιμη μορφή πιεστηρίου της εποχής, για την εκχύμωση του γλεύκους. Αργότερα, με την ανάπτυξη του εμπορίου και την αύξηση της παραγωγής του οίνου, στην

όψιμη ελληνική και ρωμαϊκή εποχή, χρησιμοποιούνται πιο προηγμένες τεχνολογίες πίεσης της εποχής, όπως πρέσες κοχλία κ.α.

Εκτός από τον παλαιωμένο και τον φρέσκο οίνο, στην αρχαία Ελλάδα υπήρχε μεγάλη ποικιλία και διαφόρων κατηγοριών οίνοι. Μερικές από τις κατηγορίες αυτές είναι: ο μέλανας οίνος (μαύρος), ο λευκός, ο κίρρος (ξανθός), ο πρώτος πάσσος (μούστος που προερχόταν από μισοσταφιδιασμένα σταφύλια, πλούσιος σε σάκχαρα, με 1-2% αλκοόλη που προορίζονταν κυρίως για τις γυναίκες), ο δεύτερος πάσσος (επίσης πολύ γλυκό γλέυκος που όμως ζυμωνόταν), (Κουράκου-Δραγώνα, 2002), ο λεπτός, ο παχύς, ο καπνιάς (παραγόταν με ψήσιμο του γλεύκους) κλπ. Ο Ησίοδος, αναφέρει πως οι αρχαίοι Έλληνες γέμιζαν με ολόκληρες σταφυλές τους πίθους, αφού πρώτα τις αφυδάτωναν εν μέρει στον ήλιο, και τους σφράγιζαν. Με το βάρος της μάζας, οι ράγες στον πυθμένα έσπαγαν και ο χυμός που απελευθερωνόταν, υφίστατο ζύμωση. Το διοξειδίο του άνθρακα που απελευθερωνόταν, μαλάκωνε τους φλοιούς των ολόκληρων ραγών μέσα στις οποίες παραγόταν μικρή ποσότητα αλκοόλης και εκχυλίζονταν αρωματικές ενώσεις. Έπειτα, τον αρωματικό αυτόν οίνο πρόσθεταν στα γλυκά κρασιά. Επομένως, φαίνεται, πως ήδη στην αρχαία Ελλάδα εφάρμοζαν την μέθοδο οινοποίησης σε ατμόσφαιρα διοξειδίου του άνθρακα.

Η προστασία και η συντήρηση των οίνων ήταν, όπως άλλωστε και σήμερα, ένας από τους βασικότερους παράγοντες που διαμορφώνει την ποιότητά τους, καθώς πάντα υπάρχει ο κίνδυνος της οξειδωσης. Οι αρχαίοι, για να περιορίσουν τις οξειδώσεις του οίνου, έθαβαν τους οινηρούς πίθους στο έδαφος τοποθετώντας τους σε απόσταση, φρόντιζαν οι πιθεώνες να χτίζονται σε δροσερό μέρος και έδιναν ιδιαίτερα περισσότερη προσοχή στους παλαιωμένους οίνους. Φαίνεται επίσης, να χρησιμοποιούσαν και κάποια χημικά στοιχεία, όπως ο μόλυβδος, ο χαλκός ή κασσίτερο, τα οποία κολλούσαν στο πάμα του πίθου, αν υποψιάζονταν ότι το κρασί τους κινδύνευε. Έπειτα από σαράντα μέρες, ξεσφράγιζαν τους πίθους και διαπίστωναν το πρόβλημα, αν ο μόλυβδος είχε γίνει λευκότερος και με λέπια, ο κασσίτερος ιδρωμένος και μαύρος και ο χαλκός δυσώδης με πομφόλυγες (tmth.gr). Τέλος, μία ακόμη μέθοδος που συνήθιζαν οι αρχαίοι, ήταν να αρωματίζουν τους οίνους με διάφορα βότανα ή μέλι για να βελτιώσουν τυχόν ελλατωματικές οσμές, ενώ συχνά εφάρμοζαν την ρητινοποίηση των πίθων. Αλειφαν δηλαδή το εσωτερικό των πίθων με ρητίνη ή πίσσα για προστασία και για να δώσουν στο κρασί τον χαρακτήρα της ρετσίνας. Αναφορές για την διαδικασία της ρητινοποίησης, κάνουν ο Columella και άλλοι συγγραφείς, περιγράφοντας πώς μέσω της ξήρανσης και της αφυδάτωσης στον ήλιο, η ρητίνη στερεοποιείτο.

Μιλώντας για τον τρύγο στην ελληνιστική περίοδο, γίνεται αντιληπτό πως πρόκειται για μία ιδιαίτερα επίπονη και δύσκολη διαδικασία. Παρ' όλα αυτά, όλα τα στάδια και οι διεργασίες, συνοδεύονταν από άσματα και μελωδίες, καθώς ο τρύγος θεωρείτο για όλους μία περίοδος μεγάλης γιορτής.

1.4 Νέες τάσεις οινοποίησης για διαφοροποίηση

Η βιομηχανία και η εμπορία του οίνου αποτελούν σήμερα μία από τις πιο ανταγωνιστικές αγορές σε παγκόσμιο επίπεδο στον τομέα του ποτού. Σύμφωνα με τα στοιχεία του Διεθνούς Οργανισμού Αμπέλου και Οίνου, το 2018, ξοδεύτηκαν 31.4 δις ευρώ παγκοσμίως στην αγορά του κρασιού, ποσό από το οποίο 21.9 δις ευρώ αντιστοιχεί σε εμφιαλωμένα κρασιά. Είναι σαφές, πως προκειμένου να καλύψουν την μεγάλη παλλακτικότητα των καταναλωτικών προτιμήσεων, οι οινοποιοί επιδιώκουν συνεχώς

να διαφοροποιούν τα προϊόντα τους, ώστε να επιβιώνουν σε αυτή την έντονα ανταγωνιστική αγορά (Meghini, 2015).

Με τη νέα χιλιετία, είναι γεγονός, ότι το κρασί γνωρίζει μία σημαντικά αυξανόμενη δημοτικότητα σαν κατηγορία προϊόντος, αλλά σημαντικό είναι και το ακαδημαϊκό ενδιαφέρον που παρουσιάζεται στη συμπεριφορά του καταναλωτικού κοινού. Σε κάποιους τομείς σημειώνονται νέα στοιχεία όπως ο ρόλος της τιμής, το brand, η αμπελοοινική περιοχή, η ποικιλία, τα βραβεία, η σύγκριση μεταξύ Παλαιού και Νέου κόσμου, ο κατακερματισμός των καταναλωτών και η αξία των βιώσιμων ή των «πράσινων» πρακτικών οινοποίησης που φαίνεται να καθορίζουν την καταναλωτική συμπεριφορά (Lockshin, Corsi, 2012).

Αποτελέσματα πολλών ερευνών έχουν δείξει ότι η καταναλωτική συμπεριφορά και ο τρόπος αντιμετώπισης του κρασιού, διαφέρει σημαντικά μεταξύ των γενεών. Τα τελευταία χρόνια, η αγορά του κρασιού καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από την γενιά των αποκαλούμενων millennials. Στις ΗΠΑ, η γενιά αυτή αποτελεί ένα από τα ταχύτερα αναπτυσσόμενα τμήματα καταναλωτών κρασιού ενώ το κομμάτι που αντιστοιχεί στη γενιά των baby boomers και των generation X, έχει μειωθεί (Wine Market Council, 2009, Tait et al, 2020). Οι millennials, είναι υπεύθυνοι για την αύξηση στην κατανάλωση κρασιού, από 25% το 2000, στο 34% το 2010 (Gillespie, 2010). Θεωρούνται η κινητήρια δύναμη στην αύξηση της κατανάλωσης κρασιού αλλά και στην δημιουργία νέων καταναλωτικών τάσεων. Για το λόγο αυτό, διεξάγεται μεγάλη έρευνα, ώστε να γίνει κατανοητή η στρατηγική η οποία ακολουθούν και τα κίνητρα που διαθέτουν στις επιλογές τους.

Πρόκειται για μία γενιά ανθρώπων που μεγάλωσαν με το διαδίκτυο και το ενσωμάτωσαν απρόσκοπτα στη ζωή τους. Δίνουν μεγάλη σημασία στις πληροφορίες που περικλείουν το κρασί που θα επιλέξουν και συμμετέχουν ενεργά σε ομάδες οινικού ενδιαφέροντος στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης για να ενημερωθούν. Ψάχνουν την εμπειρία που μπορεί να τους προσφέρει ένα κρασί απολαμβάνοντας την γεύση και τα χαρακτηριστικά του. Η βαρύτητα που δίνουν γύρω από τις γνωστές ετικέτες και τα γνωστά κτήματα (brand loyalty), όπως επίσης και στην ένδειξη ΠΟΠ, έχει μειωθεί σε σχέση με εκείνη των παλαιότερων γενεών. Υπάρχει μία ολοένα και αυξανόμενη τάση για αγορά καλύτερα εξερευνημένων κρασιών (Castellini, Samoggia, 2018). Είναι ανοιχτοί σε καινοτομίες για νέους τύπους κρασιών, (ειδικά οι νεόφιλοι millennials), πόσο μάλλον όταν αυτά συνοδεύονται από μία προσεγμένη παρουσίαση και ουσιαστική πληροφόρηση στην ετικέτα (Castellini, Samoggia, 2018). Τέλος, τα τελευταία χρόνια, αξιοσημείωτη είναι η συνεχώς ανοδική τάση της ομάδας των καταναλωτών, που είναι πιο συνειδητοποιημένοι προς το περιβάλλον, και επιλέγουν κρασιά φτιαγμένα με πιο ήπιες πρακτικές οινοποίησης, με λιγότερες παρεμβάσεις, με λιγότερα θειώδη και συντηρητικά κ.τ.λ. Δείχνουν πρόθυμοι να πληρώσουν ακριβότερα για ένα τέτοιου τύπου κρασί παρά ενός συμβατικού ωστόσο δεν θα αντάλλαζαν, όπως δηλώνουν, την ποιότητα ενός κρασιού με ένα πιο φιλικό προς το περιβάλλον (Lockshin, Corsi, 2012).

2 Οινοποίηση σε αμφορείς

Η χρήση αμφορέων είναι μία τάση που αναβιώνει τα τελευταία χρόνια και δείχνει να κερδίζει ολοένα και περισσότερο έδαφος στην σύγχρονη οινοποίηση. Αρκετοί είναι οι οινοπαραγωγοί που επιλέγουν πήλινα δοχεία για την ζύμωση και την ωρίμανση, ή μόνο για την ωρίμανση των κρασιών τους, όχι τόσο από ανάγκη όπως στην αρχαιότητα άλλα γιατί είναι ένας τρόπος να διαφοροποιήσουν το προϊόν τους, προσδίδοντάς του ένα διαφορετικό οργανοληπτικό προφίλ. Αν και στην πλειοψηφία των περιπτώσεων η χρήση αμφορέα αφορά την παραγωγή κρασιών με ελάχιστες παρεμβατικές τεχνικές και μηδαμινές ή μηδενικές προσθήκες συντηρητικών όπως ο θειώδης ανυδρίτης, αυτό δεν αποτελεί και κανόνα. Η χρήση τους μπορεί να προορίζεται και για άλλες κατηγορίες και στυλ κρασιών, όπως για παράδειγμα οίνους συμβατικής οινοποίησης.

Οι αμφορείς, έχουν διαφορετικό όνομα, ανάλογα με τον τόπο κατασκευής τους. Στη Γεωργία κατασκευάζουν *qvenri*, στην Ιταλία *anfore*, *orci giare*, στην Γαλλία *amphore*, στην Ισπανία *tinajas*, στην Πορτογαλία *talhas*.

2.1 Πήλινοι αμφορείς, μορφολογία, υλικά, μεγέθη.

Ο Andrew Beckham, καθηγητής κεραμικής, οινοπαραγωγός και ιδιοκτήτης του Beckham Estate Vineyard, στην κοιλάδα Willammete του Όρεγκον, κατασκευάζει πήλινους αμφορείς, στους οποίους ζυμώνει και ωριμάζει τους οίνους του κτήματος. Πρόκειται για έναν αμπελώνα 36 στρεμμάτων, βιολογικής καλλιέργειας που οδεύει ωστόσο προς την βιοδυναμική και περιέχει κατά κύριο λόγο γαλλικές ποικιλίες όπως Pinot Noir, Trousseau Noir (ερυθρή ποικιλία του Jura, Ανατολική Γαλλία), Sauvignon Blanc, άλλες όπως Riesling και κάποιες ιταλικές. Έπειτα από πολυετή πειραματισμό στην οινοποίηση σε αμφορέα, ο Beckham τονίζει την σημαντικότητα της επίδρασης του πήλινου περιέκτη στην οξύτητα του οίνου και την ανάγκη προετοιμασίας και επεξεργασίας των δοχείων αυτών πριν την χρήση τους.

Πριν ξεκινήσει την κατασκευή δικών του αμφορέων, όπως αναφέρει, εμπνεύστηκε από πολλές γεωγραφικές περιοχές και κουλτούρες του κόσμου γύρω από την χρήση των αμφορέων για την οινοποίηση και παλαίωση των οίνων. Τελικά, δημιούργησε ένα δικό του είδος, με διαφορετικό σχήμα και γεωμετρικά χαρακτηριστικά, σε σχέση με ότι υπάρχει στην αγορά, το οποίο ονομάζει *ponum* (σημαίνει καινούργιο ξεκίνημα στα λατινικά). Για την κατασκευή των *ponum*, χρησιμοποιείται πηλός, ο οποίος προέρχεται από τη ανατολική ακτή των ΗΠΑ και όπως αναφέρει ο ίδιος, πρόκειται για ένα είδος αργίλου εξαιρετικά δύστροπο κατά το ψήσιμο, λόγω του αυξημένου ποσοστού του σε πυρίτιο. Όπως εξηγεί, είναι επιρρεπής στο σπάσιμο κατά την ψύξη του δοχείου, στο τέλος της διαδικασίας του ψησίματος. Έτσι, καταναλώνει την περισσότερη ενέργεια και χρόνο, στον έλεγχο και την τεχνογνωσία της ψύξης. Συγχρόνως πειραματίζεται με άλλα πέντε είδη πηλού, διαφορετικής χημικής σύστασης, από διάφορα γεωγραφικά σημεία εξόρυξης των ΗΠΑ. Σκοπός του δεν είναι μόνο να καταλήξει στο ποιο είδος πηλού είναι καταλληλότερο για τον οίνο, αλλά και ποιο ενδείκνυται για την ωρίμανση αποσταγμάτων όπως είναι το mezcal ή για την παραγωγή μύρρας.

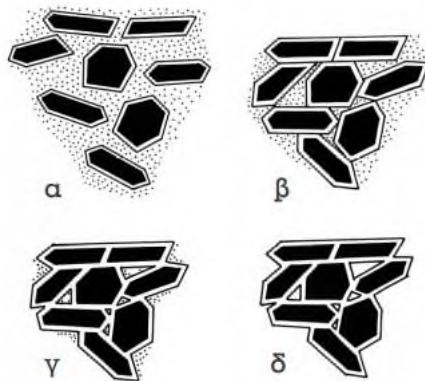
Σε αντίθεση με άλλους αμφορείς, ο Beckham χρησιμοποιεί ειδική τεχνική, σύμφωνα με την οποία, οι αμφορείς κατασκευάζονται σε ένα ενιαίο κομμάτι, ακόμη και για μεγαλύτερους όγκους δοχείων. Για παράδειγμα, ένας αμφορέας 340 λίτρων, κατασκευάζεται από περίπου 270 κιλά πηλού, χωρίς σημεία ένωσης και ραφές. Αμφορείς μεγαλύτερου όγκου (>500L), αφορούν κυρίως αποστάγματα.

Για να κατασκευαστεί ένας πήλινος αμφορέας χρειάζεται κατά μέσο όρο γύρω στους 4 μήνες. Χρειάζονται περίπου 2-3 εβδομάδες για να χτιστεί ένας, 3 μήνες για να στεγνώσει πριν από την διαδικασία του ψήσιματος, η οποία μπορεί να διαρκέσει μέχρι και 60 ώρες. Επίσης πριν από την πρώτη χρήση του αμφορέα, είναι απαραίτητο αυτός να επεξεργαστεί για δύο μέρες

2.1.1 Υλικά κατασκευής

2.1.1.1 Τα είδη του πηλού

Ο πηλός είναι ένα υλικό που αποτελείται από άργιλο, αστρίους καλίου και νατρίου, πυρίτιο, οξείδια σιδήρου και αλουμινίου, χαλαζία και νερό. Η άργιλος, αντιστοιχεί στο μεγαλύτερο ποσοστό από τα συστατικά που συνθέτουν έναν πηλό. Οι φυσικές ιδιότητες της αργίλου, όπως το μέγεθος των κόκκων, η πλαστικότητα, το χρώμα, η συστολή και η ικανότητα ανταλλαγής ιόντων, καθορίζουν την καταλληλότητά της, στην κεραμική. Η προσθήκη ποσότητας νερού στην άργιλο, προσδίδει στη μάζα πλαστικότητα και πλέον το υλικό ονομάζεται πηλός (amphoraeofwine.com). Το μέγεθος των κόκκων της αργίλου, αποτελεί μία σημαντική παράμετρο στην κατασκευή κεραμικών σκευών, τόσο γιατί καθορίζει την πλαστικότητα του πηλού, όσο και στην συστολή των κόκκων κατά το στέγνωμα και το ψήσιμο. Κατά τα πρώτα στάδια του ψήσιματος, το νερό μεταξύ των κόκκων εξατμίζεται, και στην θέση του μένουν κενά, οι πόροι. Όταν οι κόκκοι του πηλού είναι μικροί, συρρικνώνονται (μειώνονται οι διαστάσεις του πηλού, κατά την απομάκρυνση του νερού) περισσότερο σε σχέση με τους κόκκους μεγαλύτερου μεγέθους. Επομένως, τα κενά μεταξύ των κόκκων μειώνονται άρα και το πορώδες του πηλού.



Εικόνα 2.1. Σταδιακή απομάκρυνση του νερού και συστολή (συρρίκνωση) του πηλού, κατά το στέγνωμα και το ψήσιμο.

Ένα επίσης σημαντικό συστατικό στη σύνθεση του πηλού είναι το ποσοστό που περιέχει σε πυρίτιο. Το πυρίτιο είναι μία πολυμορφική ένωση που απαντάται τόσο σε κρυσταλλική μορφή, όσο και σε άμορφο στοιχείο (γυαλί). Στην κεραμική, η μεγαλύτερη πηγή πυριτίου βρίσκεται υπό τη μορφή ενός ορυκτού που ονομάζεται χαλαζίας SiO_2 (άμμος), που όπως με την επίδραση της θερμοκρασίας, μπορεί συνεχώς να αλλάζει μορφές (χαλαζίας α, χαλαζίας β, χριστοβαλίτης κτλ.). Η περιεκτικότητα του πηλού σε πυρίτιο, καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την συμπεριφορά του τόσο κατά το ψήσιμο ενός πήλινου σκεύους, όσο και κατά το κρύωμα αυτού.

Αναλόγως την συμπεριφορά του πηλού στο ψήσιμο, αυτός διαφοροποιείται στις εξής κατηγορίες:

- Εύτηκτοι ή πορώδεις (earthenware clay): οι πηλοί της κατηγορίας αυτής είναι συνήθως λεπτόκοκκοι, κόκκινοι και πολύ πλαστικοί. Αποτελούνται από μεγάλο ποσοστό πυριτίου (40-60%), μικρή ποσότητα αλουμίνας Al (αργίλιο), διάφορες ποσότητες ανθρακικού ασβεστίου CaCO₃, σιδήρου Fe και πυριτική άμμο. Ψήνονται μέχρι τους 900^ο-1075^ο C και πάνω από αυτή την θερμοκρασία τήκονται απότομα και παραμορφώνονται. Ξεχωρίζουν σε δύο υποκατηγορίες:
 - Σιδηρούχοι πηλοί
 - Ασβεστούχοι πηλοί
- Λευκοί πηλοί χαμηλής θερμοκρασίας: Πρόκειται για κυρίως συνθετικούς πηλούς που προέρχονται από την ανάμιξη καολίνη, ball clay πυριτίου (δευτερογενής άργιλος), αστρίους, πηγματίτη, ταλκ και μάρμαρο σε διάφορες αναλογίες. Ψήνονται μέχρι τους 1000^ο - 1200^οC.

Πίνακας 1 Τυπική σύνθεση λευκού πηλού χαμηλής θερμοκρασίας

Καολίνης	20 - 40 %
Ball clay	20 - 30 %
Πυριτικό	10 - 20 %
Άστριος	0 - 20 %
Ταλκ	0 - 10 %
Μάρμαρο	0 - 15 %

- Υψηλής θερμοκρασίας (gres-stoneware): Είναι πορώδεις μέχρι μία θερμοκρασία ψησίματος και πέρα από αυτήν, τα εύτηκτα υλικά που περιέχουν όπως αλκάλια, ασβέστιο, αστρίους, πυρίτιο και αλουμίνα, αντιδρούν, δημιουργώντας μία αδιάβροχη μάζα που φράσει τους πόρους. Σε αντίθεση με τους εύτηκτους, οι πηλοί αυτής της κατηγορίας είναι υαλοποιήσιμοι. Στο διάστημα μεταξύ των θερμικών σημείων 1000^ο και 1500^ο C, υαλοποιούνται χωρίς όμως να τήκονται. Τέλος, τήκονται αφού πρώτα υαλοποιηθούν σε ολόκληρη την μάζα τους.

Πίνακας 2. Τυπική χημική σύνθεση του λευκού γκρε.

SiO ₂	64,58
Al ₂ O ₃	23,73
Fe ₂ O ₃	0,96
TiO ₂	0,95
CaO	0,14
MgO	0,17
K ₂ O	0,95
Na ₂ O	0,19
A.Π	8,63

2.1.1.2 *Είδη πήλινων αμφορέων*

Οι κεραμικές κατασκευές χωρίζονται σε πέντε κατηγορίες αναλόγως το είδος του πηλού που χρησιμοποιείται, την θερμοκρασία ψησίματος και το πορώδες τους. Ονομαστικά υπάρχουν: οι τερρακόττες, τα φαγετιανά, τα γκρε, οι πορσελάνες και τα εξειδικευμένα κεραμικά. Οι πήλινοι αμφορείς αφορούν κυρίως τις τερρακόττες και τα γκρε, υλικά που χαρακτηρίζονται από το πορώδες τους (η τερρακόττα έχει μεγαλύτερο πορώδες από τα γκρε). Φυσικά, μπορούν να παραχθούν αμφορείς και από πορσελάνη, ωστόσο ένας τέτοιος αμφορέας δεν θα είχε ουσιαστικό οινολογικό ενδιαφέρον, αφού το υλικό αυτό είναι υαλοποιημένο και απουσιάζει το πορώδες.

2.1.1.2.1 Τερρακότα

Οι τερρακόττες είναι κεραμικές κατασκευές με πορώδη μάζα, μη υαλοποιημένες. Χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τις απλές και τα πυρίμαχα είδη. Οι απλές τερρακόττες προέρχονται από το ψήσιμο κοινών αργίλων, είναι πλούσιες σε οξειδία σιδήρου και έχουν μεγάλο πορώδες (18-20%). Τα πυρίμαχα είδη χαρακτηρίζονται από μικρότερο πορώδες (<3%). Οι τερρακόττες ψήνονται στους 900°-1000° C.

2.1.1.2.2 Γκρε

Τα γκρε, χαρακτηρίζονται κατά το ψήσιμο από ένα διάστημα αργής και σταδιακής φάσης υαλοποίησης. Ψήνονται σε θερμοκρασία 1200-1280 και έχουν μικρό πορώδες (<4%) και μεγάλη αντοχή κάμψης.

2.1.2 Θερμοκρασία και στάδια ψησίματος

Το θέμα της θερμοκρασίας κατά την διαδικασία του ψησίματος ενός αμφορέα, αποτελεί το βασικότερο στοιχείο, καθώς αυτό καθορίζει το πορώδες του. Συγκεκριμένα, όσο αυξάνεται η θερμοκρασία ψησίματος, τόσο μειώνεται το πορώδες του αμφορέα (Beckham, 2015). Το ψήσιμο σε χαμηλή θερμοκρασία, δίνει αμφορείς με μεγάλους πόρους με αποτέλεσμα να έχουμε υπερβολική εξάτμιση και κατά συνέπεια ο όγκος του υγρού να μειώνεται σημαντικά. Επιπλέον, η υγιεινή των δοχείων γίνεται δύσκολη και περίπλοκη. Αντίθετα, όταν η θερμοκρασία ψησίματος ξεπερνάει το σημείο υαλοποίησης, το δοχείο γίνεται αδρανές και επομένως χάνει τα χαρακτηριστικά που το κάνουν κατάλληλο για την ωρίμανση του οίνου, αφού δεν γίνεται μικροοξυγόνωση. Η απορρόφηση του νερού είναι επίσης μία παράμετρος που καθορίζεται από την θερμοκρασία ψησίματος. Ένας αμφορέας που ψήνεται στους 1000° C έχει διαπερατότητα 12-14%, ενώ στους 1100° C, η διαπερατότητα μειώνεται στο 2-0%. Έτσι, στο διάστημα θερμοκρασίας των 100° C που μεσολαβεί, ο κεραμοποιός μπορεί να προσαρμόσει την διαπερατότητα του δοχείου αναλόγως το επιθυμητό προϊόν του κάθε οينوποιού.

Συγκεκριμένα:

20° C-120° C: Το νερό που υπάρχει μεταξύ των κόκκων του πηλού εξατμίζεται και θεωρείται πως στους 120° C, όλη η ποσότητα νερού έχει εξατμιστεί από τους πόρους. Η εξάτμιση αυτή, είναι σημαντικό να γίνεται ομαλά και σταδιακά. Εκτιμάται, πως για ένα δοχείο με τοιχώματα 2,5cm, χρειάζονται περίπου 2 ώρες ψησίματος, ώστε να εξατμιστεί όλη η ποσότητα νερού που περιέχεται στους πόρους του. Η διάρκεια ψησίματος αυξάνεται με το πάχος του αγγείου.

200°C: Στην θερμοκρασία αυτή, γίνεται αποσύνθεση της οργανικής μάζας, όπως προϊόντα άνθρακα ή θείου, αλλά δεν πραγματοποιείται ακόμη καύση αυτών.

225°C: Ο χριστοβαλίτης, η σημαντικότερη μορφή ελεύθερου πυριτικού, διαστέλλεται απότομα και κατά συνέπεια, παρατηρείται και ελαφρά διαστολή της μάζας του πηλού.

350°-700°C: Στο θερμικό αυτό διάστημα πραγματοποιείται η απόσπαση του νερού που είναι χημικά συνδεδεμένο στους κρυστάλλους της αργίλου. Ο καολινίτης, μετατρέπεται σε μετακαολινίτη και η μάζα της αργίλου, χάνει τις πλαστικές της ιδιότητες.

573°C: Η απόσπαση του χημικά συνδεδεμένου νερού είναι μέγιστη. Οι κρύσταλλοι του α-χαλαζία διογκώνονται απότομα και μετατρέπονται σε β-χαλαζία. Η μάζα του πηλού διαστέλλεται. Είναι σημαντικό, η αύξηση της θερμοκρασίας να είναι σταδιακή και όχι απότομη, διότι μπορεί να προκληθούν σπασίματα του δοχείου. Ο πηλός, στο σημείο αυτό δεν έχει αποκτήσει ακόμη αντοχή και σκληρότητα για να μπορέσει να επεξεργαστεί ανάλογα. Το πορώδες του, απορροφάει τις απότομες αλλαγές του όγκου και την σύντηξη, όπου τα άκρα των κόκκων κολλάνε μεταξύ τους.

700°-900°C: Ο άνθρακας και το θείο που προέρχονται από την αποσύνθεση των οργανικών μαζών, οξειδώνονται και σχηματίζονται μονοξειδία, διοξειδία και τριοξειδία, τα οποία είναι πτητικά και απομακρύνονται. Στο στάδιο αυτό, η παρουσία οξυγόνου είναι απαραίτητη, και ο χώρος έψησης χρειάζεται καλό αερισμό. Ο χρόνος ψήσιματος που απαιτείται εδώ, για την απομάκρυνση όλων των αερίων, εξαρτάται από την περιεκτικότητα του κάθε πηλού σε οργανικές ενώσεις και το πάχος των τοιχωμάτων του δοχείου. Συνίσταται, περίπου 2 ώρες ψήσιματος στους 800°C. Σε περίπτωση μη διαφυγής όλων των αερίων, από την μάζα του πηλού, αυτά εγκλωβίζονται από το γυαλί που παράγεται, με αντιδράσεις διάφορων εύτηκτων στοιχείων.

980°C: Οι φυλλώδεις μετακαολινίτες συμπυκνώνονται, σχηματίζοντας σπινέλλιο. Με την μετατροπή αυτή, παράγεται άμορφο SiO₂ (γυαλί).

1050°-1100°C: Ο σπινέλλιος μετατρέπεται σε μουλλίτη (ορυκτό με ραβδοειδής κρυσταλλική μορφή που προσδίδει αντοχή στο δοχείο) και η παραγωγή άμορφου SiO₂ αυξάνεται. Στο σημείο αυτό, ξεκινάει η δημιουργία γυαλιού από τους αστρίους (υαλοποίηση) στα γκρε. Στις κοινές μάζες πηλού, όπου ο μουλλίτης απουσιάζει, το φαινόμενο αυτό προσδίδει σκληρότητα, υπάρχει δηλαδή μία φάση υαλοποίησης, χωρίς όμως να φράσει τους πόρους.

1100°-1250°C: Ο χαλαζίας μετατρέπεται σε χριστοβαλίτη και η μετατροπή αυτή είναι μη αναστρέψιμη. Ο χριστοβαλίτης που παράγεται, διαλύεται στην συνέχεια μέσα στην συγχρόνως παραγόμενη ρευστή, λιωμένη μάζα γυαλιού. Όταν η ποσότητα του γυαλιού δεν είναι αρκετή για να λιώσει όλο τον παραγόμενο χριστοβαλίτη, τότε αυτός παραμένει στην ψημένη μάζα και δημιουργεί προβλήματα (σπασίματα), κατά την ψύξη του δοχείου.

Με μεγαλύτερες θερμοκρασίες από 1200°C, και πέρα από την ωρίμανση του ψημένου πηλού, η υαλοποίηση συνεχίζεται μέχρι ολόκληρη η μάζα να μετατραπεί σε γυαλί. Οι χαμηλής θερμοκρασίας πηλοί, ωριμάζουν χωρίς να υαλοποιούνται και γι' αυτό, διατηρούν το πορώδες τους.

2.1.3 Σχήμα και όγκος

Η γεωμετρία του αμφορέα μπορεί να διαφοροποιείται αναλόγως τον κατασκευαστή και την χρήση (για λευκή ή ερυθρή οينوποίηση). Στα δημοφιλέστερα σχήματα, ανήκουν:

- Το σχήμα δάκρυ (κβέβρι): του οποίου ο όγκος είναι μεγάλος στους ώμους και μικραίνει προς τον πυθμένα. Ο πυθμένας είναι κωνικός και οξύς και η



κατηγορία αυτών των δοχείων συνήθως τοποθετείται μέσα στο δάπεδο.

Εικόνα 2.2. Αμφορέας σε σχήμα δάκρυ.

- Το σχήμα 'αμφορέα'. Πρόκειται για αμφορέα με ογκώδεις ώμους και αρκετά μικρότερο πυθμένα, ο οποίος είναι κωνικός αλλά όχι οξύς. Η γεωμετρία αυτή εξυπηρετεί καλύτερα την λευκή οινοποίηση που πραγματοποιείται παρουσία των φλοιών (skin contact), όπου καθιζάνουν στον πυθμένα σταδιακά και στρωματοποιημένα, τα γίγαρτα, οι φλοιοί και οι λάσπες. Έτσι, δεν εκχυλίζονται ανεπιθύμητα συστατικά, από τα στερεά που εγκλωβίζονται στον πυθμένα και οι οίνος μπορεί να μείνει σε επαφή με τους φλοιούς και τις



Εικόνα 2.3.. Σχήμα 'αμφορέα'

λάσπες για περισσότερη διάρκεια.

- Το σχήμα dolium: ο μεγαλύτερος όγκος στα δοχεία της μορφής αυτής, βρίσκεται κατά μήκος, στη μέση, ενώ μικραίνουν προς τον πυθμένα και προς τον λαιμό. Ο πυθμένας είναι κωνικός αλλά όχι οξύς και η χρήση τους ενδείκνυται για ερυθρή οινοποίηση.



Εικόνα 2.4.. Αμφορέας σε σχήμα dolium

- Το σχήμα αυγό: Στην γεωμετρία αυτή, ο κύριος όγκος του δοχείου βρίσκεται στο κάτω μέρος και μικραίνει προς το επάνω μέρος.



Εικόνα 2.5.. Αμφορέας σε σχήμα αυγού

Η γεωμετρία του αμφορέα αυτού παίζει σημαντικό ρόλο, τόσο στην καθίζηση των στερεών όσο και στην κινητική ενέργεια που δημιουργείται στο εσωτερικό του δοχείου. Ευνοεί την κίνηση των μικρών σωματιδίων, διατηρώντας τα σε επαναλαμβανόμενες κυκλικές κινήσεις και αυξάνει την επαφή τους με τον οίνο. Με τον τρόπο αυτό, ο οίνος εμπλουτίζεται σε αρωματικές ενώσεις και αποκτά λιπαρότητα. Πραγματοποιείται ουσιαστικά, ένα φυσικό batonnage, χωρίς να είναι απαραίτητη η ανθρώπινη πα-

ρέμβαση. Ο αμφορέας σε σχήμα αυγού ενδείκνυται για την ζύμωση και την ωρίμανση λευκού γλεύκους (που προέρχεται από πίεση, όχι παρουσία στεμφύλων).

Γεωμετρία αμφορέα	Προτεινόμενος τύπος οινοποίησης
Δάκρυ/ κβέβρι	Κόκκινη και λευκή παρουσία φλοιών
Αμφορέας	Λευκή παρουσία φλοιών (παραγωγή πορτοκαλί οίνου)
Dolium	Κόκκινη
Αυγό	Λευκή

Όσον αφορά τον όγκο των αμφορέων, μπορούν να κατασκευαστούν σε διάφορες διαστάσεις αναλόγως την χρήση τους. Όπως αναφέρει ο Beckham, ένας αμφορέας με χωρητικότητα 220L, δίνει καθαρό οίνο περίπου 150L, μη ικανοποιητική ποσότητα για εμπορική παραγωγή. Αντίθετα, αμφορείς με όγκο μεγαλύτερο των 340L, ξεκινούν να έχουν εμπορικό ενδιαφέρον, αφού παράγουν ικανοποιητικές ποσότητες οίνου. Γενικά, ο όγκος ενός πήλινου αμφορέα μπορεί να κυμαίνεται από 55L έως 1600L (www.tava.it).

2.1.4 Υγιεινή και συντήρηση

Όσο αφορά το θέμα της υγιεινής των αμφορέων, είναι γεγονός πως, όπως ακριβώς συμβαίνει και με τα βαρέλια, υπάρχει πάντα η πιθανότητα ανάπτυξης ανεπιθύμητων μικροοργανισμών, όπως είναι για παράδειγμα ο βρετανομύκητας ή ο *pediococcus*. Στην περίπτωση αυτή, στο οινοποιείο του Beckham, οι αμφορείς πλένονται με νερό θερμοκρασίας 350°C, αλλά όπως εξηγεί και ο ίδιος, ποτέ το πλύσιμο, δεν μπορεί να εισχωρήσει τόσο βαθιά στους πόρους του αμφορέα ώστε να καταπολεμήσει εντελώς την μόλυνση. Έτσι, είναι σημαντικό οι πληθυσμοί αυτοί να παραμένουν όσο το δυνατότερο περιορισμένοι, για να μην μεταδίδονται και στα υπόλοιπα δοχεία. Εναλλακτικά, αν η μόλυνση επιμένει, υπάρχει το ενδεχόμενο του επαναψησίματος του αμφορέα. Ωστόσο, είναι καλό οι αμφορείς να μην ψήνονται για επανεπεξεργασία, διότι τα τοιχώματα του πήλου απορροφούν σάκχαρα με αποτέλεσμα όταν τα δοχεία ξαναψηθούν, αυτά να καραμελώνουν και να μεταφέρουν στον οίνο αρώματα, όπως είναι αυτά του ψημένου ψωμιού και καραμέλας.

2.1.5 Προετοιμασία αμφορέα

Οι αμφορείς που δεν είναι επικαλυμμένοι εσωτερικά με κάποιο υλικό όπως συνήθως το κερί μέλισσας, έρχονται σε άμεση επαφή με τα τοιχώματα του δοχείου, καθ' όλη την διάρκεια οινοποίησης. Η επαφή αυτή, κάνει την δημιουργία τρυγικών αλάτων να αυξάνεται, κυρίως λόγω του ασβεστίου του αμφορέα, με αποτέλεσμα η οξύτητα του οίνου να μειώνεται και το pH του να αυξάνεται. Για το λόγο αυτό, είναι απαραίτητη η επεξεργασία του εσωτερικού του δοχείου με ισχυρό διάλυμα τρυγικού οξέος πριν από την πρώτη χρήση του αμφορέα. Συνηθίζεται, πριν την χρήση, οι αμφορείς να γεμίζονται με διάλυμα τρυγικού οξέος 30% για 48 ώρες. Η διαδικασία αυτή είναι κυρίως απαραίτητη την πρώτη χρονιά χρήσης του αμφορέα, κι αυτό, διότι στην κάθε επόμενη χρήση του, δημιουργείται και μία καινούργια στρώση τρυγικών αλάτων, που προστίθεται σε αυτήν της προηγούμενης χρονιάς. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, στην διάρκεια

του χρόνου να σχηματίζεται ένα προστατευτικό στρώμα, μεταξύ τοιχώματος και οίνου και να διατηρείται η οξύτητα του οίνου (Beckham, 2021).

2.1.6 Κλείσιμο και τοποθέτηση αμφορέα

Όπως κάθε περιέκτης, έτσι και ένας πήλινος αμφορέας θα πρέπει να σφραγίζεται με τον σωστό τρόπο, για να προστατεύεται από την οξείδωση. Το καπάκι που κλείνει τον αμφορέα, μπορεί να είναι και αυτό πήλινο, ανοξειδωτό ή ακόμη και γυάλινο. Σε κάποια οινοποιεία, κυρίως στην Γεωργία, χρησιμοποιούν πιο παραδοσιακά καπάκια, όπως πέτρινα ή ξύλινα, τα οποία τοποθετούν στο τέλος της ζύμωσης και καλύπτουν τα κενά με πηλό. Τα σύγχρονης κατασκευής καπάκια αμφορέων, είναι εξοπλισμένα στο κάτω μέρος με στεφάνι σιλικόνης κατάλληλο για τρόφιμα, έτσι ώστε να σφραγίζουν ερμητικά, κατά την τοποθέτηση στο στόμιο του αμφορέα και στο πάνω μέρος μπορεί να περιέχει άνοιγμα, με γυάλινη στάθμη από όπου και διαφεύγει το διοξείδιο του άνθρακα. Αν και τα δύο είδη πωμάτων προσφέρουν ασφάλεια και προστασία στον οίνο, διαφέρουν ως προς την μετάδοση της θερμότητας. Το ανοξειδωτό καπάκι επιτρέπει και μεταφέρει τις θερμικές αλλαγές από το εξωτερικό περιβάλλον, ενώ αντίθετα το πήλινο, προσφέρει θερμική μόνωση.



Εικόνα 2.9. Γυάλινο καπάκι σε κβέβρι με βαλβίδα διαφυγής του διοξειδίου του άνθρακα



Εικόνα 2.10. Ανοξειδωτό καπάκι αμφορέα.

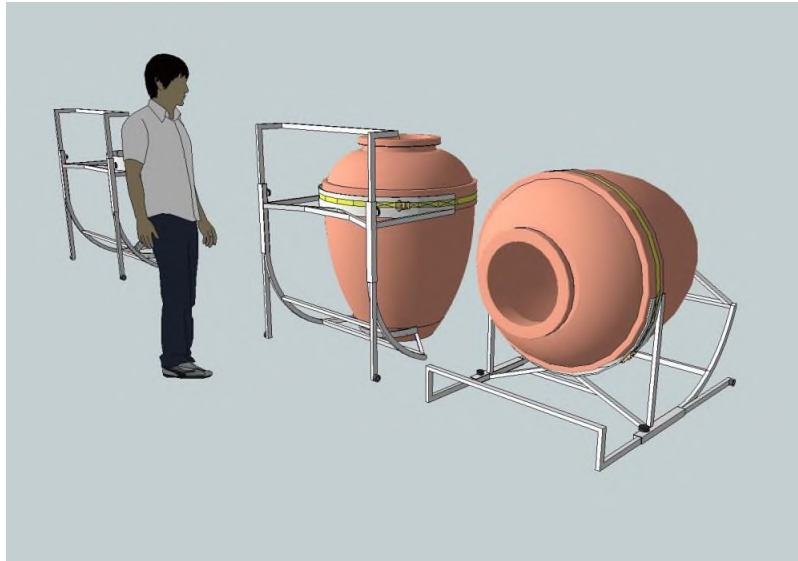


Εικόνα 2.11. Κλείσιμο αμφορέα με πήλινο καπάκι και τοποθέτηση στεφανιού σιλικόνης για ερμητικό σφράγισμα



Εικόνα 2.12. Πήλινο καπάκι αμφορέα, κλείσιμο και σταθεροποίηση με βίδες.

Όσο αφορά την τοποθέτηση, την διαχείριση και την μεταφορά των αμφορέων μέσα στον χώρο του οινοποιείου, αυτή μπορεί είναι δύσκολη και περίπλοκη, ειδικά όταν πρόκειται για δοχεία μεγάλου όγκου. Χρειάζεται να παρέχονται ασφαλείς τρόποι διαχείρισης από το προσωπικό, αφού τα δοχεία είναι πήλινα και υπάρχει πάντα το ενδεχόμενο σπασίματος. Συνίσταται η χρήση ειδικών βάσεων, συνήθως μεταλλικών, ή ακόμη η τοποθέτηση και δέσιμο των δοχείων σε ξύλινες βάσεις όπου οι αμφορείς μπορούν εύκολα να μεταφέρονται με την χρήση μηχανικού εξοπλισμού.



Εικόνα 2.13. Μεταλλικής κατασκευής βάση αμφορέα.



Εικόνα 2.14. Τοποθέτηση αμφορέα σε ξύλινη παλέτα και σταθεροποίηση με μάντες μέσω ανοξείδωτης στεφάνης

Στο τέλος της οινοποίησης με τα στέμφυλα, το περιεχόμενο του αμφορέα μεταγγίζεται σε άλλους περιέκτες, όπως για παράδειγμα σε ανοξείδωτες ή δρύινες δεξαμενές, αναλόγως το πρωτόκολλο του κάθε οινοποιού, όπου παραμένει μέχρι την εμφιάλωση. Αρχικά διαχωρίζεται και περισυλλέγεται ο οίνος εκροής. Στη συνέχεια, μεταφέρονται τα στέμφυλα στο πιεστήριο, με την βοήθεια ειδικής αντλίας στεμφύλων, συνήθως τύπου λαστιχοφόρας, στομίου Φ 50-70 ή τύπου περισταλτικής και ο οίνος πίεσης μεταφέρεται επίσης σε άλλη δεξαμενή πριν την εμφιάλωση. Τέλος, οι πήλινοι περιέκτες πλένονται σχολαστικά και αφήνονται να στεγνώσουν καλά για αρκετό καιρό ώστε να μην αναπτυχθούν μύκητες.



Εικόνα 2.15. Αναρρόφηση και μεταφορά οίνου και στεμφύλων με αντλία

2.2 Φυσικοχημικές ιδιότητες του πήλινου αμφορέα

2.2.1 Πρωτεϊνική σταθεροποίηση

Τα εσωτερικά τοιχώματα του αμφορέα, είναι από την φύση της αργίλου (συχνότερα του καολινίτη) αρνητικά φορτισμένα. Η ιδιότητα αυτή, λειτουργεί καταλυτικά στην πρωτεϊνική σταθεροποίηση του οίνου, ακριβώς όπως θα συνέβαινε με την προσθήκη μπεντονίτη (ένα επίσης ορυκτό της αργίλου, με διαφορετική αργιλική βάση, τον σπεκτίτη και τον μοντμοριλονίτη) στον οίνο, σε μια συμβατική οινοποίηση. Συνεπώς, η ανθρώπινη αυτή παρέμβαση δεν είναι απαραίτητη στην οινοποίηση σε αμφορέα, αφού η διαδικασία εκτελείται με φυσικό τρόπο. Η εμφιάλωση των οίνων των αμφορέων, μπορεί να γίνει χωρίς φιλτράρισμα και διαύγαση.

2.2.2 Πορώδες και ανταλλαγή αερίων

Αναλόγως το είδος του αμφορέα (τερρακόττα ή γκρε) και την θερμοκρασία ψήσιματος του δοχείου, το πορώδες του προσαρμόζεται ανάλογα. Το πορώδες του αμφορέα, αποτελεί τον βασικότερο παράγοντα, χάρη στον οποίο ένας οίνος μπορεί να ωριμάσει, όπως και στο βαρέλι, χωρίς απαραίτητα να εμπλουτιστεί με γευστικά και αρωματικά συστατικά που μεταναστεύουν από τα τοιχώματα του δοχείου. Οι αμφορείς που ψήνονται σε χαμηλή θερμοκρασία, όπως τα γεωργιανά κβέβρι, έχουν αυξημένο πορώδες και η μεταφορά οξυγόνου στον οίνο είναι γρήγορη και αυξημένη. Οι παραγωγοί, αντιμετωπίζουν το γεγονός αυτό κερώνοντας το εσωτερικό του δοχείου. Ένας αμφορέας που ψήνεται σε μεγαλύτερη θερμοκρασία μπορεί να έχει το ίδιο πορώδες με ένα καινούργιο βαρέλι, με την διαφορά πως στον αμφορέα η μικροοξυγόνωση πραγματοποιείται πιο σταδιακά και ομαλά, κατά την διάρκεια του χρόνου. Οι αμφορείς από γκρε, έχουν μικρότερο πορώδες από ένα βαρέλι. Συγκρίνοντας τα επίπεδα οξυγόνου που εισέρχεται στον οίνο, οι περιέκτες κατατάσσονται κατά αύξουσα ροή εισερχόμενου οξυγόνου στον οίνο με την εξής σειρά:

Ανοξειδωτή δεξαμενή <τσιμεντένια δεξαμενή< αμφορέας γκρε < δρύινο βαρέλι < αμφορέας τερρακόττα < κβέβρι.

Ισχύει, ότι το πορώδες ενός αμοφορέα σύγχρονης, ευρωπαϊκής κατασκευής, μπορεί να προσαρμόζεται μέσω της θερμοκρασίας ψησίματος, και αναλόγως τον επιθυμητό προϊόν, κατασκευάζονται αμοφορείς των οποίων τα επίπεδα μεταφοράς οξυγόνου, μπορεί να κυμαίνονται από 0.4mg/l/month έως 10mg/l/μήνα, δεδομένου πως για τα δρύινα αμερικάνικα και δρύινα γαλλικά βαρέλια ισχύουν οι τιμές, 0.94mg/l/μήνα και 0.68mg/l/μήνα αντίστοιχα.

3 Πορτοκαλί κρασιά (orange wines)

Εκτός από τον ερυθρό, λευκό και ροζέ οίνο, τα τελευταία χρόνια, εμφανίζεται στην αγορά μία νέα κατηγορία κρασιού, το πορτοκαλί κρασί. Παράγεται με μία μέθοδο οινοποίησης με βασικό χαρακτηριστικό, την παρατεταμένη επαφή του λευκού γλεύκους με τα στέμφυλα (skin contact). Η αλκοολική ζύμωση ή/και η μηλογαλακτική και η ωρίμανση του οίνου, μπορεί να πραγματοποιείται σε διάφορους περιέκτες, αναλόγως το τελικό επιθυμητό προϊόν του κάθε παραγωγού. Μπορεί να γίνει σε ανοξείδωτη δεξαμενή, ξύλινο βαρέλι, τσιμεντένια δεξαμενή ή και σε πήλινα δοχεία συμπεριλαμβανομένων των αμφορέων όπου και παρατηρείται ανοδική τάση. Ωστόσο, δεν πρόκειται και για μία τόσο καινούρια μέθοδο οινοποίησης, αφού ουσιαστικά έχει τις ρίζες της στην αρχαιότητα και συγκεκριμένα 8.000 χρόνια πριν, στην αρχαία Γεωργία, μητέρα πατρίδα της αμπέλου και του οίνου. Σήμερα, οι Γεωργιανοί οινοποιούν λευκά κρασιά, τα οποία ζυμώνουν και ωριμάζουν στα πήλινα *qvevri*, με την παραδοσιακή Καχετιανή μέθοδο οινοποίησης κβέβρι. Τα κρασιά αυτά χαρακτηρίζονται από σκούρο πορτοκαλί χρώμα και πολύ διαφορετικό από τα συμβατικά, λευκά κρασιά (Lanati, Marchi & Mazza, 2001).

Οι πορτοκαλί οίνοι μπορούν να προέρχονται από την οινοποίηση λευκών ή και ερυθρών σταφυλιών. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με την πιο διαδεδομένη μέθοδο παραγωγής πορτοκαλί κρασιών την Καχετιανή μέθοδο, τα σταφύλια αποβοστρυχώνονται (ή και όχι) και η σταφυλόμαζα εισέρχεται σε πήλινα δοχεία, για τα οποία χρησιμοποιούμε τον όρο αμφορείς (αν είναι γεωργιανής κατασκευής τους λέμε *qvevri*) όπου γίνεται η αλκοολική ζύμωση και οινοποίηση (Capese et al, 2013). Το γλεύκος, ουσιαστικά, βρίσκεται σε επαφή με τα στέμφυλα καθ' όλη την διάρκεια της αλκοολικής και της μηλογαλακτικής ζύμωσης και με το τέλος της δεύτερης, ακολουθεί παρατεταμένη παραμονή του οίνου πλέον, με τα στερεά, στον αμφορέα, που μπορεί να διαρκέσει από πέντε έως και περισσότερους μήνες, αναλόγως το πρωτόκολλο του κάθε οινοποιού. Πραγματοποιείται δηλαδή, μία μακράς διάρκειας εκχύλιση (maceration), σε αντίθεση με την συμβατική λευκή οινοποίηση, όπου το γλεύκος διαχωρίζεται από τα στέμφυλα σε αρχικό στάδιο. Με τον τρόπο αυτό, εκχυλίζονται από τους φλοιούς και τα γίγαρτα, στο γλεύκος και αργότερα στον οίνο, συστατικά όπως πρόδρομες αρωματικές των φλοιών, τανίνες και χρωστικές όπου στις τελευταίες οφείλεται και το χρυσό, κεχριμπαρι χρώμα. Τέλος, το κρασί μεταγγίζεται και εμφιαλώνεται.

Τα πορτοκαλί κρασιά είναι άμεσα συνδεδεμένα με τις πρακτικές της φυσικής οινοποίησης, χωρίς όμως, το γεγονός αυτό να αποτελεί και κανόνα. Ένα πορτοκαλί κρασί μπορεί να είναι φυσικής προσέγγισης, αλλά μπορεί και όχι, καθώς το πορτοκαλί κρασί αποτελεί ένα στυλ κρασιού, ενώ τα φυσικά κρασιά είναι μία ευρεία κατηγορία (Καρακάσης, 2020).

3.1 Καχετιανή μέθοδος οινοποίησης, οίνοι κβέβρι, σύμφωνα με την παράδοση

Η αμπελοοινική δραστηριότητα αποτελεί βασικό στοιχείο για πολλές περιοχές της Γεωργίας, και αναλόγως την παράδοση, τις καλλιεργούμενες ποικιλίες και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες της κάθε περιοχής, οι οινοποιητικές μέθοδοι και τεχνικές μπορεί να διαφοροποιούνται, αν και οι βασικές αρχές στην παραγωγή οίνου παραμένουν ίδιες. Η μεγαλύτερη σε ποσοστό αμπελοκαλλιέργεια στην χώρα, γίνεται στην περιοχή Καχέτι (πάνω από το 60%), όπου εφαρμόζεται η Καχετιανή μέθοδος οινοποίησης και φημίζεται για την ποιότητα των οίνων της (Capese et al. 2013).

3.1.1 Λευκή οινοποίηση

Μετά τον τρύγο, ολόκληρες οι σταφυλές εισέρχονται στο *satsnakheli*, ένα είδος ξύλινης σκάφης φτιαγμένη από ένα ενιαίο κομμάτι κυρτού ξύλου (Granik L. 2020). Τα σταφύλια πιέζονται με τα πόδια ώστε να μην σπάνε τα γίγαρτα, και το γλεύκος ρέει απευθείας μέσα στο *qnenri*, γεμίζοντας το 75% της χωρητικότητάς του. Στη συνέχεια, στο κβέβρι προστίθενται και τα *chacha*, δηλαδή οι φλοιοί, τα γίγαρτα και οι βόστρυχοι και δύο ή τρεις μέρες αργότερα, ξεκινάει αυθόρμητα η αλκοολική ζύμωση, που μπορεί να διαρκέσει από οχτώ έως δώδεκα μέρες. Αυτό, εξαρτάται από την ποικιλία και την ποιότητα της σοδειάς. Επίσης, από την ποιότητα του τρύγου, εξαρτάται και το ποσοστό στεμφύλων που θα προστεθούν στο κβέβρι. Όπως λένε και οι Γεωργιανοί, οι φλοιοί είναι *deda*, δηλαδή «με μητέρα», οι οίνοι που φτιάχνονται απουσία των φλοιών είναι *udedo*, «χωρίς μητέρα» (Granik, 2020). Κατά την αλκοολική ζύμωση, γίνεται περιοδικά σπάσιμο του καπέλου (punch down) και ανακάτεμα, για να για να εισέλθει απαραίτητο οξυγόνο για τις ζύμες, να ενισχυθεί η εκχύλιση και για να μην οξειδώνεται το καπέλο. Όσο πραγματοποιείται η αλκοολική ζύμωση, τα γίγαρτα διαχωρίζονται από τους φλοιούς, και σταδιακά καθιζάνουν στον κωνικό πυθμένα του δοχείου. Επίσης, το ανακάτεμα μπορεί να ευνοήσει την διαδικασία αυτή. Στο τέλος της αλκοολικής ζύμωσης, οι οινολάσπες καθιζάνουν και αυτές, και καλύπτουν εντελώς τα γίγαρτα, λειτουργώντας, σαν φυσικό διαχωριστικό μεταξύ του οίνου και των γιγάρτων (ELKANA, 2011). Με τον τρόπο αυτό, αποφεύγεται το γεγονός να εκχυλίζονται στο κρασί πικρές, μη πολυμερισμένες τανίνες από τα γίγαρτα, που θεωρούνται ανεπιθύμητες (ELKANA, 2011).



Εικόνα 2.6. Αλκοολική ζύμωση λευκού γλεύκους σε κβέβρι. Οινοποιείο Dakishvili, Kakheti, Γεωργία.
www.dakishvili.ge

Όταν η ζύμωση τελειώσει, το κβέβρι κλείνεται ερμητικά συνήθως με πέτρινο ή γυάλινο καπάκι ειδικής κατασκευής (ώστε να μπορεί να γίνεται δειγματοληψία και απογεμίσματα) και σφραγίζεται με πηλό. Πηλός τοποθετείται και πάνω από το καπάκι για να διατηρεί την υγρασία, στην διάρκεια του χρόνου (Granik, 2020). Παραδοσιακά, οι γεωργιανοί ανοίγουν τα κβέβρι την άνοιξη (Απρίλιο-Μάρτιο), ωστόσο, κάποιοι οινοποιοί τα ανοίγουν μία φορά το μήνα για να βεβαιωθούν πως το περιεχόμενο είναι υγιές. Τέλος, στο τέλος της οινοποίησης, ο οίνος διαχωρίζεται από τα στερεά και μεταγγίζεται σε άλλο δοχείο όπου παραμένει περίπου δύο μήνες πριν την εμφιάλωση.

3.1.2 Ερυθρή οινοποίηση

Η διαδικασία οινοποίησης για τους ερυθρούς οίνους είναι όμοια, με την διαφορά πως εδώ γίνεται αποβοστρύχωση και η χρονική διάρκεια εκχύλισης είναι συντομότερη. Συνήθως διαρκεί περίπου ένα μήνα αντί για τρεις έως επτά ή περαιτέρω που ισχύει στην λευκή οινοποίηση.

Αν και οι περισσότεροι οινοπαραγωγοί στην Γεωργία προτιμούν να ακολουθούν την παραδοσιακή Καχετιανή οινοποίηση, γίνονται σημαντικά βήματα εκσυγχρονισμού

Εικόνα 2.7. Σπάσιμο καπέλου (punch down) κατά την αλκοολική ζύμωση ερυθρού οίνου. Οινοποιείο Dakishvili, Kakheti, Γεωργία. www.dakishvili.ge



κρατώντας ωστόσο πάντα την αυθεντικότητα της μεθόδου αυτής, όπως για παράδειγμα το σύγχρονο οινοποιείο του Gogi Dakishvili στην Καχετία, που παράγει κάποια από τα ποιοτικότερα γεωργιανά κρασιά.

3.1.3 Τα γεωργιανά qvenri

Στα παραδοσιακά κελάρια των γεωργιανών οινοποιείων τα οποία ονομάζουμε *marani*, τα κβέβρι τοποθετούνται σχεδόν ολοκληρωτικά μέσα στο έδαφος. Με τον τρόπο αυτό, το κρασί προστατεύεται κατά τη συντήρησή του από τις απότομες θερμοκρασίες εναλλαγές στη διάρκεια του έτους, αλλά κυρίως, το έδαφος απορροφά τις υψηλές θερμοκρασίες που προκαλούνται κατά την αλκοολική ζύμωση.



Εικόνα 2.8. Θαμμένα κβέβρι σε κελάρι (μαρανή) οινοποιείου της Γεωργίας. Οινοποιείο Khareba. www.winery-khareba.com

Ωστόσο, η εγκατάσταση ενός κβέβρι προϋποθέτει κάποιες σημαντικές προεργασίες ώστε να διασφαλιστεί όσο το δυνατόν περισσότερο, τόσο η ποιότητα του παραγόμενου οίνου όσο και η εύκολη διαχείριση του περιέκτη αυτού. Η εξωτερική κάλυψη του τοιχώματος του κβέβρι με ασβέστη αλλά και η κάλυψη του εσωτερικού του με κερί είναι εξίσου απαραίτητα.

Συνήθως τα κβέβρι καλύπτονται εξωτερικά με κονίαμα από ασβέστη. Αυτό διευκολύνει την οινοποίηση καθώς λειτουργεί σαν ένα είδος στεγανοποίησης για το αγγείο, αλλά συγχρόνως προσφέρει προστασία κατά της ανάπτυξης μυκήτων, χάρη στην αντισηπτική ιδιότητα του ασβέστη.

3.1.3.1 Η υγιεινή

Όπως σε κάθε περιέκτη οινοποίησης, έτσι και για τα κβέβρι, η σωστή και σχολαστική υγιεινή και συντήρησή τους, είναι υψίστης σημασίας για την καλή ποιότητα του οίνου. Αν και ο καθαρισμός του κβέβρι είναι χρονοβόρος και δυσκολότερος από μία ανοξείδωτη δεξαμενή, φαίνεται να είναι ευκολότερος από εκείνον ενός δρύινου βαρελιού. Στη βιβλιογραφία, γίνονται συστάσεις για τον καθαρισμό του εσωτερικού του κβέβρι με ασβεστόνερο ή διάλυμα στάχτης και εναλλαγή κρύου και ζεστού νερού που να μην ξεπερνά τους 60 βαθμούς Κελσίου. Γενικά, θα πρέπει να αποφεύγεται η χρήση ισχυρών χημικών προϊόντων, οι οποίες μπορεί να διαβρώσουν τα τοιχώματα του κβέβρι. Οινολάσπες, τρυγίες και άλλα συστατικά του κρασιού τα οποία εισχωρούν στους πόρους των τοιχωμάτων είναι συνήθως η αιτία ανάπτυξης ανεπιθύμητων μικροοργανισμών στα σημεία αυτά. Ωστόσο απομακρύνονται με τη χρήση στάχτης, η οποία έχει ελαφρώς αλκαλική δράση. Για την καλύτερη απολύμανση, μπορεί επίσης να γίνει χρήση και καιγόμενου θείου σε μορφή σκόνης, αμέσως μετά από τον καθαρισμό και όσο τα εσωτερικά τοιχώματα του κβέβρι παραμένουν υγρά. Το θειώδες, παρουσία υγρασίας, παράγει θειικό οξύ με αποτέλεσμα το τελευταίο να εισέρχεται στους πόρους του δοχείου και να απομακρύνει τα υπολείμματα.

3.1.3.2 Το κέρωμα

Η οινοποίηση μέσα σε κεραμικά δοχεία, ουσιαστικά, συνεπάγεται την επαφή του παραγόμενου οίνου με τον άργιλο του τοιχώματος. Για το λόγο αυτό η επιλογή του πήλινου δοχείου και μετέπειτα το κέρωμα αυτού πρέπει να γίνεται προσεκτικά. Το κέρωμα του εσωτερικού ενός κβέβρι θεωρείται απαραίτητο όταν το δοχείο είναι πορώδες σε μεγάλο βαθμό. Το πόσο πορώδες μπορεί να είναι το τοίχωμα του αγγείου, εξαρτάται καθαρά από την κατασκευή του. Συγκεκριμένα, όσο αυξάνεται η θερμοκρασία ψησίματος του αγγείου, τόσο περισσότερο ελαττώνεται το πορώδες του. Αυτό βελτιώνει και την ποιότητά του. Αφού το κέρωμα θεωρηθεί απαραίτητο, τότε χρησιμοποιείται καθαρό κερί μέλισσας, το οποίο λιώνει σε θερμοκρασία 120 βαθμών για να συμπυκνωθεί. Συγχρόνως, θερμαίνεται και το κβέβρι με τη βοήθεια φωτιάς στο εσωτερικό του χωρίς όμως η θερμοκρασία να ξεπερνάει του 70 βαθμούς, πράγμα το οποίο θα προκαλούσε ρωγμές στο αγγείο. Το κερί τοποθετείται αρχικά στον πυθμένα και στη συνέχεια σταδιακά προς το επάνω μέρος του κβέβρι. Όταν το εσωτερικό του δοχείου φτάσει την επιθυμητή θερμοκρασία, το κερί απορροφάται τόσο από τα τοιχώματα, όσο και από τους πόρους. Πρόκειται ουσιαστικά για μια τεχνική στεγανοποίησης που αποτρέπει τις διαρροές κατά την οινοποίηση. Ωστόσο, θεωρείται πως το υπερβολικό κέρωμα ενός κβέβρι εμποδίζει εντελώς την άμεση επαφή του κρασιού με τα πήλινα τοιχώματα του δοχείου με αποτέλεσμα στην περίπτωση αυτή να αμφισβητείται η αυθεντικότητα και οι ιδιότητες ενός οίνου κβέβρι.

3.1.3.3 Το κλείσιμο

Όπως για κάθε περιέκτη οινοποίησης, οι φυσικοχημικές συνθήκες που επικρατούν στο χώρο θα πρέπει να είναι κατάλληλες για την ποιοτική και ασφαλή ζύμωση, ωρίμανση και συντήρηση του οίνου. Η θερμοκρασία και το οξυγόνο αποτελούν του βασικότερους παράγοντες μέσα σε ένα χώρο οινοποίησης και καθορίζουν σημαντικά την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Στο τέλος της αλκοολικής ζύμωσης αλλά και δευτερογενών ζυμώσεων όπως είναι η μηλογαλακτική, οι περιέκτες πρέπει να σφραγίζονται ερμητικά, ώστε να προστατευτούν τα συστατικά του οίνου από την οξείδωση. Στην περίπτωση των κβέβρι, χρησιμοποιούνται καπάκια κατασκευασμένα από ξύλο ή από πέτρα. Τα ξύλινα καπάκια παραδοσιακά ονομάζονται *orgo* και *badimi* και φτιάχνονται συνήθως από ξύλο φλαμουριάς, καστανιάς και δρυός. Τα ξύλινα καπάκια μπορεί να αποτελούνται από δύο, τρία ή και περισσότερα κομμάτια αναλόγως το μέγεθος του κβέβρι. Παλαιότερα συνηθίζονταν να έχουν στο κέντρο μία τρύπα, από όπου διέφευγε το CO₂ κατά την αλκοολική ζύμωση. Τα καπάκια από ξύλο καστανιάς και δρυός επεξεργάζονται πριν την χρήση τους για να αποβάλλουν τις πικρές και στυφές ουσίες τους έτσι ώστε να μην επηρεάζουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του κρασιού. Μεταξύ δυτικής και ανατολικής Γεωργίας, ο τρόπος με τον οποίο σφραγίζουν τα κβέβρι διαφοροποιείται. Για παράδειγμα, στην πόλη Καχέτι (Ανατολική Γεωργία), τοποθετείται αρχικά πηλός ο οποίος κολλάει στο στόμιο του δοχείου. Ο πηλός αυτός αναμιγνύεται με νερό και απολυμαίνεται αφού στο μείγμα περιέχεται μικρή ποσότητα θειώδους ανυδρίτη. Στη συνέχεια, το πέτρινο καπάκι τοποθετείται πάνω στον πηλό και πιέζεται δυνατά, σφραγίζοντας έτσι το δοχείο ερμητικά. Κατά την τοποθέτηση του συστήματος αυτού, προστίθεται στα πλάγια και προς το εσωτερικό καιγόμενο φυτίλι θειώδους το οποίο φλέγεται όταν ο πηλός έχει στεγνώσει. Σταδιακά, ο αέρας που υπάρχει μεταξύ κρασιού και πώματος γεμίζει με καπνό θειώδους το οποίο όταν κρυώσει δημιουργεί κενό.

Το 2013, η μέθοδος οινοποίησης κβέβρι, προστέθηκε στον κατάλογο της Άυλης Πολιτιστικής Κληρονομιάς της UNESCO (UNESCO, 2013). Από τότε, η μέθοδος αυτή ξεκίνησε να διαδίδεται και στην Ευρώπη, όπου ώθησε αρκετούς οινοπαραγωγούς να πειραματιστούν.

3.2 Παραγωγή οίνων σε αμφορείς στην Ευρώπη

Ο πρώτος που εφάρμοσε οινοποίηση σε αμφορέα στην Ευρώπη, είναι ο οινοπαραγωγός Josko Gravner, στην Oslevia, στα σύνορα Ιταλίας- Σλοβενίας, το 2001. Εισήγαγε γεωργιανά κβέβρι, τα οποία τοποθέτησε μέσα στο έδαφος και ξεκίνησε να οινοποιεί, ακολουθώντας την αρχαία αυτή μέθοδο.

Με την οινοποίηση σε αμφορέα λευκών ποικιλιών, παράγονται πορτοκαλί οίνοι ή ορθότερα θα έπρεπε να αναφέρονται ως κεχριμπαρί, όπως αναφέρει ο οινοπαραγωγός Josko Gravner, αφού το πορτοκαλί χρώμα είναι σημάδι προχωρημένης οξειδωσίας ενός λευκού οίνου, όπου η φρουτώδης έκφραση του terroir έχει χαθεί και αυτό θεωρείται ανεπιθύμητο. Αντίθετα, το κεχριμπαρί χρώμα σε αυτό το στυλ οίνων, είναι και το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Ο Gravner, οινοποιεί φυσικά λευκά και ερυθρά κρασιά σε γεωργιανά κβέβρι που είναι θαμμένα στο κελάρι του οινοποιείου του. Όπως αναφέρει, μετά την αποβοστρώχωση και έκθλιψη, η σταφυλόμαζα εισέρχεται στους αμφορείς όπου ξεκινάει η αλκοολική ζύμωση χωρίς εμβολιασμό με επιλεγμένα στελέχη ζυμομυκήτων. Μετά από επτά μήνες οινοποίησης/ωρίμανσης, (παραμονής με τα στέμφυλα), γίνεται μετάγγιση του οίνου σε δρύινες δεξαμενές. Τα στέμφυλα πιέζονται, και ο οίνος πίεσης προστίθεται στις ίδιες δεξαμενές με τον αρχικό οίνο, όπου παλαιώνει για 6 χρόνια. Η συνολική διαδικασία, από την στιγμή του τρύγου, μέχρι την εμφιάλωση, διαρκεί 7 χρόνια! Καθ' όλη την διάρκεια αυτή, δεν παρεμβαίνει οινολογικά, παρά μόνο με τις ελάχιστες δυνατές δόσεις θειώδους όταν αυτό είναι αναγκαίο (στην εμφιάλωση τα κρασιά περιέχουν συνολικά 60-70mg/L ολικού θειώδη ανυδρίτη). Τέλος, τονίζει, πως για να παραχθεί ένα επιτυχημένο τελικό προϊόν με την παραπάνω διαδικασία, είναι υψίστης σημασίας, η πρώτη ύλη που θα παραλάβει, να είναι άριστης ποιότητας.

Στην περιοχή του Λίγηρα, στο Saint-Nicolas-de-Bourgeuil (Δυτική Γαλλία), ο οινοπαραγωγός Sébastien David, καλλιεργεί βιοδυναμικά, 15 εκτάρια αποκλειστικά με Cabernet Franc. Χρησιμοποιεί αμφορείς σε διάφορα μεγέθη και σχήματα, αναλόγως τα χαρακτηριστικά του τρύγου της κάθε χρονιάς. Αρχικά, εφαρμόζει ζύμωση σε ατμόσφαιρα CO₂ (macération carbonique), με ολόκληρες τις σταφυλές, μέσα σε αμφορείς, διαδικασία που διαρκεί για περίπου δύο με τρεις μήνες. Με τον τρόπο αυτό, αυξάνει τον ποικιλιακό χαρακτήρα του οίνου. Στην συνέχεια, το περιεχόμενο των αμφορέων μπαίνει στο πιεστήριο, όπου με ήπιες πιέσεις εξάγεται ο χυμός των σταφυλιών και εισέρχεται ξανά στους αμφορείς. Στο τέλος της ζύμωσης, οίνος και στέμφυλα παραμένουν μαζί για άλλους εννιά μήνες. Τέλος, δύο ημέρες πριν τον νέο τρύγο, τα κρασιά μεταγγίζονται σε δρύινες δεξαμενές.

Για τον David, το βασικότερο ρόλο στην οινοποίηση αυτή, παίζουν οι οινολάσπες. Όπως εξηγεί, στο εσωτερικό των αμφορέων, παρατηρείται μία συνεχής και επαναλαμβανόμενη φυσική κίνηση των οινολασπών στον οίνο (κίνηση Μπράουν, κίνηση στερεών σωμάτων μέσα σε υγρό ή αέριο). Θεωρώντας τον κεντρικό άξονα του αμφορέα, θερμότερο από τα τοιχώματά του, οι οινολάσπες θερμαίνονται και ανεβαίνουν περνώντας από το κέντρο του αμφορέα και πέφτουν καθώς ψύχονται, στην πλευρά των τοιχωμάτων. Τόσο χάρη στην συνεχή κίνηση των οινολασπών, όσο και στην συνεχή τριβή μεταξύ τους αλλά και με τα τοιχώματα του αμφορέα, οι οινολάσπες διατηρούν το μικρό τους μέγεθος (<10μ). Το γεγονός αυτό, έχει οινολογικό ενδιαφέρον γιατί η επαφή του οίνου με τις λεπτές αυτές οινολάσπες, τον εμπλουτίζει με μικρές

αρωματικές ενώσεις, χαρακτηριστικές των ανθέων και των φρούτων. Αντίθετα, μεγαλύτερου μεγέθους οινολάσπες, προσδίδουν λιγότερο επιθυμητά και ‘βαριά’ αρώματα. Πρόκειται ουσιαστικά για έναν φυσικό μηχανισμό αρωματισμού του κρασιού χωρίς να χρειάζεται να γίνει batonnage. Το batonnage αφορά μία τεχνική ανάδευσης του οίνου κατά την διάρκεια της ωρίμανσης σε λεπτές οινολάσπες, είτε χειρωνακτικά με την χρήση ειδικής ράβδου, είτε αυτόματα με ειδικό μηχανισμό (κυρίως σε δεξαμενές). Η ανάδευση αυτή, φέρνει τον οίνο σε επαφή με τις οινολάσπες, οι οποίες μεταξύ άλλων συστατικών περιέχουν και αυτολυμμένα κύτταρα ζυμών, πλούσια σε πολυσακχαρίτες, μαννοπρωτεΐνες, γλυκάνες, από τα κυτταρικά τοιχώματα των ζυμών αλλά και κυτταροπλασματικές ενώσεις όπως λιπαρά οξέα, πεπτίδια, αμινοξέα κ.α. Ο οίνος εμπλουτίζεται με τα συστατικά αυτά και αποκτά πολύπλοκο αρωματικό χαρακτήρα αλλά και λιπαρότητα, που ενισχύει την αίσθηση του ‘σώματος’.

Το οινολογικό ενδιαφέρον της οينوποίησης σε αμφορέα, είναι πως η μέθοδος αυτή, παράγει οίνους που διατηρούν το φρουτώδες στοιχείο, έχουν πολυπλοκότητα, γεμάτο σώμα και παράλληλα, η επαφή με τον πηλό τούς προσδίδει ορυκτότητα. Επιπλέον, χάρη στο πορώδες του πηλού, επιτρέπεται η μεταφορά οξυγόνου, (μικροοξυγόνωση), για την ωρίμανση του οίνου όπως στην περίπτωση του δρύινου βαρελιού, χωρίς όμως στην περίπτωση αυτή, την μεταφορά αρωματικών και φαινολικών ενώσεων του ξύλου. Και αυτό, γιατί το βαρέλι ψήνεται εσωτερικά, ενώ αμφορέας εξωτερικά, επομένως το κρασί έρχεται σε επαφή με το εσωτερικό του αμφορέα που είναι ακατέργαστο (David S., 2016).

3.2.1 Αρωματικό προφίλ των οίνων σε αμφορέα

Το άρωμα ενός οίνου, διαμορφώνεται από πολλές παραμέτρους, στις οποίες συμμετέχουν η ποικιλία της αμπέλου, οι οινολογικές τεχνικές και διαδικασίες που ακολουθεί ο κάθε οينوπαραγωγός, το στέλεχος του ζυμομύκητα, η θερμοκρασία της αλκοολικής ζύμωσης, η μηλογαλακτική ζύμωση και η ωρίμανση και παλαίωση του οίνου. Αν και κάθε στάδιο της οينوποίησης συμβάλει στο αρωματικό προφίλ του κρασιού, κατά κύριο λόγο, τα αρώματα ζύμωσης είναι τα σημαντικότερα.

Μία από τις πρώτες μελέτες που έγιναν για την αρωματική σύσταση των οίνων σε αμφορέα ήταν εκείνη των Martins et al., (Martins et al. 2018), σε κρασιά της αμπελοοικονικής περιοχής Vidigueira, στο Alentejo, της νότιας Πορτογαλίας. Η περιοχή αυτή φημίζεται για την μακράιωνη παράδοση κρασιών οينوποίησης σε πήλινα δοχεία, των *Vinhos de Talha*. Η μέθοδος οينوποίησης των οίνων αυτών, είναι αρκετά παρεμφερής της Καχετιανής οينوποίησης στην Γεωργία, με την διαφορά πως εδώ τα πήλινα δοχεία δεν είναι θαμμένα στο έδαφος και το εσωτερικού των δοχείων, επικαλύπτεται με ρητίνη πεύκου αντί για κερι μέλισσας (Martins et al. 2018). Τα κρασιά ζυμώνουν και παραμένουν με τα στέμφυλα παραδοσιακά μέχρι την 11^η Νοεμβρίου. Έπειτα, εμφιαλώνονται ή διατηρούνται για μικρή διάρκεια σε αμφορέα, ωστόσο οι οίνοι προορίζονται να καταναλωθούν άμεσα, αφού περιέχουν ελάχιστη ή και μηδενική ποσότητα θειώδους ανυδρίτη.

Τριάντα οίνοι από τον διαγωνισμό Vitifrades 2015, διαγωνισμό που διεξάγεται κάθε χρόνο στην Vidigueira, συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν, εκ των οποίων δέκα λευκοί, δέκα ερυθροί και δέκα ροζέ. Τα δείγματα προέρχονταν από διάφορα οينوποιεία και υποπεριοχές της Vidigueira. Η έρευνα του αρωματικού προφίλ των δειγμάτων έγινε με την μέθοδο HS-SPME-GC/MS. Στους οίνους των αμφορέων, ταυτοποιήθηκαν συνολικά 117 αρωματικά συστατικά, αντιπροσωπεύοντας αλκοόλες, εστέρες, αλδεΐδες, τερπενοειδή, νορισστερπενοειδή, κετόνες, πτητικές φαινόλες, θειούχα συστατικά, λακτόνες και καρβοξυλικά οξέα (Martins et al. 2018).

3.2.1.1 Ανώτερες αλκοόλες

Το 50% του συνόλου των αρωματικών συστατικών που ανιχνεύθηκαν στους οίνους των αμφορέων, αντιστοιχεί σε δύο βασικές ανώτερες αλκοόλες όλων των οίνων, την ισοαμυλική (ισοπεντυλική) αλκοόλη και την φαινυλαιθυλική αλκοόλη. Η ισοαμυλική αλκοόλη, όταν βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις στον οίνο συμμετέχει με φρουτώδη και βοτανικό χαρακτήρα, ενώ σε υψηλότερες συγκεντρώσεις, προσδίδει πικάντικο άρωμα, έως και διαλύτη (Gonzalez-Alvarez et al. 2011, Furdikova et al. 2014). Οι αλκοόλες αυτές είναι προϊόντα του μεταβολισμού του ζυμομύκητα *Saccharomyces cerevisiae* κατά την διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης, κυρίως από τον καταβολισμό αμινοξέων λευκίνης και βαλίνης (Swiegers et al. 2008). Η φαινυλαιθυλική αλκοόλη παράγεται από τον καταβολισμό των αμινοξέων φαινυλαλανίνη και τυροσίνη και προσδίδει στον οίνο αρώματα μελιού και τριαντάφυλλου (Francis, Newton, 2005). Οι υψηλές συγκεντρώσεις των αρωματικών αυτών συστατικών στους οίνους των αμφορέων, πιθανότατα σχετίζονται με την παρουσία οξυγόνου κατά την διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης (Martins et al. 2018). Επιπλέον ανώτερες αλκοόλες που βρέθηκαν στους οίνους των αμφορέων και συνεισφέρουν σημαντικά στο αρωματικό προφίλ των οίνων είναι: η ισοβουτυλική αλκοόλη, η βουτανόλη, η ισοεξανόλη, η 3-μεθυλ-1-πεντανόλη, η εξανόλη, η ισοεξανόλη, το ισομερές εξεν-3-όλη-1, η επτανόλη, η 2-αιθυλ-1-εξανόλη, η οκτανόλη και η βενζυλική αλκοόλη (Martins N. et al., 2018). Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ερυθρών, λευκών και ροζέ οίνων, εντοπίζονται στην ισοαμυλική αλκοόλη όπου οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις αφορούν τους λευκούς οίνους, ενώ οι μικρότερες βρίσκονται στους ροζέ (προέρχονται από την συνοινοποίηση ερυθρών και λευκών ποικιλιών), στην ισοεξανόλη και την 3-μεθυλπενταν-3-όλη, που περιέχεται περισσότερο στους λευκούς και λιγότερο στους κόκκινους, στην 2-αιθυλεξαν-1-όλη, που βρίσκεται με μεγαλύτερες ποσότητες στους ερυθρούς, ενώ σε μικρότερες στους ροζέ και στην βενζυλική αλκοόλη, με μεγαλύτερες ποσότητες στους ροζέ ενώ οι μικρότερες εντοπίζονται στους λευκούς οίνους (Martins N. et al., 2018). Η βουτυλική αλκοόλη δεν ανιχνεύθηκε στους ροζέ οίνους, ενώ η ισομερής 3-εξεν-1-όλη, δεν εντοπίζεται στους ερυθρούς. Βορνεόλη περιέχουν μόνο οι λευκοί οίνοι, ενώ αποκλειστικά στους ροζέ, εντοπίζονται η 1-πεντανόλη, η 4-μεθυλο πεντ-3-εν-όλη, 2-εξεν-1-όλη, η 2-εξεν-1-όλη, η εποξειδική λιναλόλη, η βουταν-2,3-διόλη, η σις-Νερολιδόλη, και η 1-δωδεκανόλη.

3.2.1.2 Εστέρες

Τα βασικότερα συστατικά του δευτερογενούς αρώματος ενός οίνου, θεωρούνται οι εστέρες. Ενισχύουν τον οίνο με φρουτώδες άρωμα, ωστόσο οι υπερβολικές συγκεντρώσεις εστέρων μπορούν να λειτουργήσουν ανεπιθύμητα στο αρωματικό προφίλ του οίνου. Οι εστέρες είναι δευτερογενή προϊόντα, που προέρχονται από τον μεταβολισμό των λιπιδίων από τους ζυμομύκητες, μέσω του ακετύλο-CoA, κατά την διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης. Οι βασικότεροι εστέρες της αλκοολικής ζύμωσης είναι ο οξικός ισοαμυλεστέρας και ο οξικός αιθυλεστέρας (Swiegers et al., 2005). Σε χαμηλές συγκεντρώσεις, ο οξικός ισοαμυλεστέρας προσδίδει στον οίνο άρωμα μπανάνας (Cullere et al., 2004), ενώ ο οξικός αιθυλεστέρας, χαρακτηρίζεται από άρωμα ανανά. Συγκεντρώσεις μεγαλύτερες των 30mg/l^{-1} , των εστέρων αυτών, προσδίδουν ανεπιθύμητα αρώματα όπως αυτό του ασετόν. Σημαντικοί επίσης αιθυλεστέρες και οξικοί εστέρες στους οίνους, είναι και οι: εξανοϊκός (μήλο, μπανάνα) (Moyano et al., 2002), οκτανοϊκός (ανανάς, αχλάδι) (Li et al., 2008) και δεκανοϊκός αιθυλεστέρας(σταφύλι)

(Acree and Arn, 2004), βουτυρικός αιθυλεστέρας (φράουλα) (Li et al., 2008) και ο οξικός φαινυλαιθυλεστέρας (τριαντάφυλλο, βιολέτα) (Escudero et al., 2007). Στην μελέτη των Martins et al., οι εστέρες που εντοπίζονται στους οίνους, αντιστοιχούν στο 32% του συνόλου των αρωματικών συστατικών, ενώ το 25% αυτών αντιπροσωπεύουν το σύνολο των: οκτανοϊκός αιθυλεστέρας, εξανοϊκός αιθυλεστέρας, 5-μεθυλο-Νονανοϊκός αιθυλεστέρας και ο ηλεκτρικός διαιθυλεστέρας. Τέλος, οι οξικοί εστέρες που ανιχνεύθηκαν στους οίνους των αμφορέων είναι ονομαστικά: οξικός βουτυλεστέρας (μόνο στους ερυθρούς οίνους), οξικός ισοαμυλεστέρας και οξικός φαινυλαιθυλεστέρας (Martins N., 2018).

3.2.1.3 Αλδεΐδες

Οι αλδεΐδες που εντοπίζονται στους οίνους των αμφορέων αποτελούν ένα μικρό ποσοστό του αρωματικού συνόλου. Και στους τρεις τύπους κρασιών, υπάρχει η βενζαλδεΐδη, οι ερυθροί οίνοι δεν περιείχαν νονανάλη, η φουρφουράλη δεν εντοπίστηκε στους ροζέ οίνους, ενώ η οκτανάλη ανιχνεύθηκε μόνο στους λευκούς οίνους (Martins N., 2018).

3.2.1.4 Καρβοξυλικά οξέα

Τα λιπαρά οξέα που συμμετέχουν στο άρωμα του οίνου είναι εκείνα της μικρής και της μεσαίας αλυσίδας ατόμων άνθρακα (<6) και (6-12), αντίστοιχα. Τα λιπαρά οξέα μακράς αλυσίδας (>12), δεν συμβάλουν στο αρωματικό προφίλ ενός οίνου καθώς λόγω του μεγέθους του, δεν είναι πτητικά. Τα πτητικά λιπαρά οξέα μικρής αλυσίδας που εντοπίζονται στους οίνους όπως το προπανοϊκό οξύ, το βουτυρικό οξύ και το βαλερικό οξύ, μπορούν να σχηματίζονται τόσο από τους ζυμομύκητες, όσο και από τα βακτήρια και προσδίδουν στον οίνο αρώματα τυριού. Το βασικότερο από τα πτητικά οξέα των οίνων είναι το οξικό οξύ και αντιπροσωπεύει περίπου το 90% του συνόλου τους (Henschke, Jiranek, 1993). Σχηματίζεται κατά την διάρκεια διάφορων βιοσυνθετικών διεργασιών των ζυμών, κυρίως για την δημιουργία ακέτυλο συνενζύμου COA, από την οξειδωτική αποκαρβοξυλίωση του πυροσταφυλικού οξέος. Τα λιπαρά οξέα μέσης αλυσίδας, είναι ενδιάμεσα προϊόντα που παράγονται κατά τη βιοσύνθεση μακράς αλυσίδας λιπαρά οξέα από τους ζυμομύκητες (Lambrechts M.G., Pretorius I.S., 2000). Η συγκέντρωσή τους στον οίνο εξαρτάται από παράγοντες όπως, το στέλεχος του ζυμομύκητα, τα επίπεδα οξυγόνου κατά την αλκοολική ζύμωση, την θερμοκρασία ζύμωσης και τις οινοποιητικές παρεμβάσεις. Η παρουσία οξυγόνου στην διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης, είναι αντιστρόφως ανάλογη της συγκέντρωσης λιπαρών οξέων μεσαίας αλυσίδας στον οίνο. Ο σχηματισμός τους δρα ανασταλτικά στην διεργασία του ζυμομύκητα, με αποτέλεσμα η αλκοολική ζύμωση να επιβραδύνει και να ολοκληρώνεται με δυσκολία. Γενικά, στα κρασιά των αμφορέων οι συγκεντρώσεις τέτοιου είδους πτητικών οξέων είναι μικρότερες από αυτές των οίνων σε περιέκτες με αναερόβιες συνθήκες, αφού ο πηλός έχει πορώδες που επιτρέπει την μεταφορά οξυγόνου στο γλεύκος που ζυμώνει. Τα σημαντικότερα πτητικά λιπαρά οξέα που συμβάλουν στο αρωματικό προφίλ των οίνων είναι το εξανοϊκό οξύ, το οκτανοϊκό οξύ και το δεκανοϊκό οξύ.

Όλοι οι οίνοι των αμφορέων που μελετήθηκαν, περιείχαν τα παρακάτω 11 καρβοξυλικά οξέα:

Οξικό οξύ

2-μεθοξυπροπανοϊκό οξύ

Βουτανοϊκό οξύ
Εξανοϊκό οξύ
2-αιθυλεξανοϊκό οξύ
Οκτανοϊκό οξύ
Νονανοϊκό οξύ
Δεκανοϊκό οξύ
2-βενζυλ-3-υδροξυβουτανοϊκό οξύ
4-αιθοξυ-4-οξοβουτανοϊκό οξύ

Από το σύνολο των αρωματικών λιπαρών οξέων στους οίνους, το οξικό οξύ εντοπίζεται στην μεγαλύτερη ποσότητα, παρ' όλα αυτά, η πτητική οξύτητα παραμένει σε τιμές, χαμηλότερες του νομοθετικού ορίου. Το δεύτερο οξύ σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις, ανιχνεύεται το οκτανοϊκό οξύ (Martins N. et al., 2018) (γλυκό άρωμα, ροδάκινο, καραμελωμένο, αλλά και λιπαρό, ταγγισμένο), (Cliff et al., 2002).

3.2.1.5 Τερπενοειδή και νορισοτερπενοειδή

Στην μελέτη των Martins et al., στους οίνους των αμφορέων εντοπίζονται τα εξής μονοτερπένια:

Και στις τρεις κατηγορίες οίνων (λευκούς, κόκκινους, ροζέ) εντοπίστηκε η λεμονίνη, η λιναλόλη και το ισομερές της γερανιόλης. Μεταξύ των πτητικών ενώσεων που βρέθηκαν στους οίνους των αμφορέων, οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις αντιστοιχούν στην λιναλόλη, όπως έχει ομοίως παρατηρηθεί στην μελέτη κρασιών από αμφορέα, από τους Baiano et al., 2015. Μόνο οι λευκοί οίνοι περιείχαν καμφορά, βερμπενόνη και βορνεόλη. Μόνο στους ερυθρούς οίνους εντοπίστηκε τερπινολένιο και φαρνεσόλη ενώ εποξυ-λιναλόλη και στις ισομερές της νερολιδόλης ανιχνεύθηκαν μόνο στους ροζέ οίνους. Στους ερυθρούς οίνους, δεν εντοπίστηκε η ευκαλυπτόλη, ενώ οι λευκοί οίνοι δεν περιείχαν τρανς-ισομερές της νερολιδόλης. Τέλος, στους ροζέ οίνους, δεν εντοπίστηκε το ισομερές της κιτρονελόλης (Martins N. et al., 2018). Όσον αφορά την κατηγορία των νορισοτερπενοειδών, μόνο η β-δαμασκηνόνη εντοπίστηκε στους οίνους.

3.2.1.6 Πτητικές φαινόλες

Οι βινυλ- και αιθυλφαινόλες, προκύπτουν από την μικροβιακή μετατροπή των τρανς φερουλικού και τρανς-ρ-κουμαρικού οξέος, μη πτητικές ενώσεις, οι οποίες αποτελούν πρόδρομα συστατικά σε όλους τους οίνους. Η βιομετατροπή αυτή πραγματοποιείται κατά 95% από ζυμομύκητες του είδους *Brettanomyces/Dekkera intermedius*. Ουσιαστικά, τα κύτταρα των ζυμών αυτών, εισάγουν τα παραπάνω οξέα, τα οποία αποκαρβοξυλιώνονται και παράγεται NAD^+ , απαραίτητο για την καταβολή των σακχάρων από τον μικροοργανισμό. Τα κύτταρα στην συνέχεια αποβάλλουν αιθυλφαινόλες που χαρακτηρίζονται από ανεπιθύμητες οσμές brett, όπως δέρμα, σέλα αλόγου κτλ. (Παραμυθιώτης 2019). Οι οσμές brett εκφράζονται διαφορετικά στον κάθε οίνο (πχ ζωικές οσμές σε ένα Pinot Noir και φαρμακευτική γάζα σε ένα Shiraz) και αυτό εξαρτάται από το υπόστρωμα που περιέχει ο κάθε οίνος (Δημοπούλου M., 2019). Οι περισσότερες περιπτώσεις αφορούν οίνους που ζυμώνουν ή/και ωριμάζουν σε βαρέλια (Chatonnet et al., 1992), αφού οι πόροι των βαρελιών μπορούν να αποτελέσουν εστίες πολλαπλασιασμού τέτοιου είδους μικροοργανισμών. Οι βινυλφαινόλες (4-βινυλγουαγιακόλη, 4-βινυλφαινόλη) στους λευκούς οίνους και οι αιθυλφαινόλες (4-αιθυλγουαγιακόλη, 4-αιθυλφαινόλη) στους ερυθρούς οίνους είναι ποσοτικά οι σημα-

ντικότερες πτητικές φαινόλες μεταξύ των αρωματικών ενώσεων ενός οίνου (Chatonnet et al., 1997).

Σύμφωνα με τους ερευνητές, οι πτητικές φαινόλες που βρέθηκαν στους οίνους των αμφορέων ήταν η 4-βινυλγουαγιακόλη που προσδίδει στον οίνο άρωμα καπνιστού, βανίλιας και γαρίφαλου (Chatonnet et al., 1992, Flanzky 2003) και η 2,4-διτερτ-βουτυλφαινόλη, εκ των οποίων η πρώτη, εντοπίστηκε μόνο στους λευκούς οίνους (Martins et al., 2018).

3.2.1.7 Λακτόνες

Σε όλους τους οίνους των αμφορέων εντοπίστηκε η β-βουτυρολακτόνη, ενώ σε αντίθεση με τους ερυθρούς, γ-νοναλακτόνη βρέθηκε στους λευκούς και ροζέ οίνους (Martins N. et al., 2018).

3.2.1.8 Πτητικά θειούχα συστατικά

Τέλος, δύο θειούχα συστατικά ανιχνεύθηκαν στην μελέτη των οίνων των αμφορέων, η 2-μεθυλθειολαν-3-ονη και το 2-αιθυλσουλφαναίθυλβενζένιο, από τα οποία το πρώτο, δεν εντοπίστηκε στους ροζέ οίνους (Martins N. et al., 2018).

Πίνακας 3. Πτητικές ενώσεις των λευκών, ερυθρών και ροζέ οίνων των αμφορέων. Μέθοδος HS-SPME-GC/MS n.d. :δεν εντοπίστηκε, n.f. :δεν βρέθηκε στην βιβλιογραφία (Martins N. et al., 2018)

Peak no.	IUPAC name (Common name)	RT ^a	Ions m/z	RI _{calc.} (RI _{lit.}) ^b	RPA (%) White wine	RPA (%) Red wine	RPA (%) Palhete wine
					$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
Carboxylic acids							
43	Acetic Acid	24.71	43/45/60	1280 (1401)	2.387 ^a ± 0.953	3.784 ^b ± 0.740	3.014 ^{ab} ± 0.935
58	2-methoxypropanoic acid	28.83	43/41/73	1394 (n.f.)	0.072 ^a ± 0.042	0.085 ^a ± 0.030	0.065 ^a ± 0.028
63	Butanoic acid	30.76	60/73	1451 (1576)	0.015 ^a ± 0.005	0.017 ^a ± 0.014	0.011 ^a ± 0.009
86	Hexanoic acid	37.35	60/73/41	1656 (1843)	0.939 ^a ± 0.121	0.782 ^a ± 0.210	0.857 ^a ± 0.377
96	2-ethylhexanoic acid (Hexanoic acid, 2-ethyl)	40.38	73/88/41	1758 (n.f.)	0.076 ^a ± 0.012	0.130 ^b ± 0.137	0.082 ^a ± 0.035
101	Octanoic Acid	43.28	60/73/43	1861 (2047)	1.831 ^a ± 0.561	1.295 ^b ± 0.363	1.622 ^{ab} ± 0.498
107	Nonanoic acid	46.05	60/73	1964 (2198)	0.138 ^a ± 0.031	0.123 ^a ± 0.028	0.115 ^a ± 0.024
111	Decanoic acid	48.69	60/73/129	-	0.678 ^a ± 0.190	0.402 ^b ± 0.119	0.566 ^{ab} ± 0.264
112	2-benzyl-3-hydroxybutanoic acid	49.04	91/78/103	-	0.031 ^a ± 0.012	0.028 ^a ± 0.010	0.035 ^a ± 0.010
115	4-ethoxy-4-oxobutanoic acid (Monoethyl succinate)	51.03	101/73/55	-	0.245 ^a ± 0.184	0.345 ^a ± 0.159	0.266 ^a ± 0.195
116	Dodecanoic acid	53.67	60/73/43	-	0.064 ^a ± 0.025	0.062 ^a ± 0.019	0.063 ^a ± 0.018
Alcohols							
6	2-methylpropan-1-ol (Isobutyl alcohol)	12.12	43/41	1021 (1048)	1.663 ^a ± 0.488	1.793 ^a ± 0.476	1.405 ^a ± 0.350
11	Butan-1-ol (Butyl alcohol)	14.46	41/56/43	1054 (1145)	0.016 ± 0.003	0.124 ± 0.201	n.d.
16	3-methylbutan-1-ol (Isopentyl alcohol)	16.68	43/55/70	1086 (1212)	33.017 ^a ± 5.080	30.422 ^{ab} ± 5.359	27.840 ^b ± 4.374
18	Pentan-1-ol (Pentanol)	18.00	55/42/41	1108 (1256)	n.d.	n.d.	0.009 ± 0.007
25	4-methylpentan-1-ol (Isohexyl alcohol)	20.53	56/41/69	1172 (1299)	0.041 ^a ± 0.017	0.025 ^b ± 0.006	0.028 ^b ± 0.007
27	3-methylpentan-1-ol	21.02	56/41/69	1184 (1334)	0.079 ^a ± 0.022	0.051 ^b ± 0.014	0.055 ^b ± 0.017
30	Hexan-1-ol (Hexyl alcohol)	21.98	56/43/69	1208 (1356)	1.173 ^a ± 0.385	1.042 ^a ± 0.272	0.967 ^a ± 0.326
32	4-methylpent-1-en-3-ol	22.55	57/58/43	1223 (1330)	n.d.	n.d.	0.009 ± 0.003
34	3-hexen-1-ol isomer	22.98	41/67/39	1235 (1362)	0.034 ± 0.034	n.d.	0.025 ± 0.013
36	2-hexen-1-ol	23.70	57/41	1254 (1348)	n.d.	n.d.	0.013 ± 0.004
38	Octan-3-ol	23.83	55/59/83	1257 (1359)	0.008 ± 0.006	n.d.	0.013 ± 0.006
45	Oct-1-en-3-ol (Vinyl hexanol)	25.50	57/43	1301 (1437)	0.061 ^a ± 0.012	0.061 ^a ± 0.012	0.069 ^a ± 0.019
46	Heptan-1-ol (Heptyl alcohol)	25.68	70/56/43	1306 (1456)	0.167 ^a ± 0.021	0.167 ^a ± 0.044	0.166 ^a ± 0.055
48	6-methylhept-5-en-2-ol (Sulcatol)	26.00	95/41/67	1315 (1465)	0.025 ± 0.023	n.d.	0.217 ± 0.532
50	2-ethylhexan-1-ol (Ethylhexanol)	26.97	57/41/55	1342 (1483)	0.040 ^{ab} ± 0.011	0.055 ^a ± 0.035	0.036 ^b ± 0.007
55	Butane-2,3-diol	28.09	45/43	1374 (1522)	n.d.	n.d.	0.115 ± 0.035
60	Octan-1-ol (Octyl alcohol)	29.23	55/56/41	1406 (1567)	0.166 ^a ± 0.060	0.164 ^a ± 0.077	0.275 ^a ± 0.267
68	Nonan-1-ol	32.61	55/56/41	1506 (1630)	0.138 ^a ± 0.044	0.152 ^a ± 0.056	0.173 ^a ± 0.039
91	Phenylmethanol (Benzyl alcohol)	38.35	79/108/107	1689 (1875)	0.116 ^a ± 0.071	0.181 ^{ab} ± 0.113	0.218 ^{ab} ± 0.119
93	2-phenylethanol (Phenethyl alcohol)	39.49	91/92/122	1728 (1931)	25.317 ^a ± 6.130	24.850 ^a ± 3.102	21.971 ^a ± 4.495
98	Dodecan-1-ol	41.84	70/43/55	1809 (1940)	n.d.	n.d.	0.023 ± 0.018

Esters							
3	Butanoic acid, ethyl ester (Ethyl butanoate)	10.48	43/71/88	–	0.274 ^{ab} ± 0.119	0.290 ^a ± 0.078	0.199 ^b ± 0.078
4	Butanoic acid, 2-methyl-ethyl ester (Ethyl 2-methylbutanoate)	11.55	57/41/102	1013 (1031)	0.036 ^{ab} ± 0.011	0.056 ^a ± 0.024	0.031 ^b ± 0.007
5	Acetic acid, butyl ester (Butyl acetate)	11.67	43/56/41	1015 (1036)	n.d.	0.023 ± 0.018	n.d.
8	3-methylbutyl acetate (Isopentyl acetate)	13.75	43/70/55	1044 (1105)	1.640 ^a ± 0.574	1.542 ^a ± 0.427	1.614 ^a ± 1.480
10	Pentanoic acid, ethyl ester (Ethyl pentanoate)	14.37	57/85/88	1053 (1131)	0.054 ± 0.031	n.d.	0.018 ± 0.009
12	Ethyl 2-butenate isomer (Ethyl crotonate isomer)	14.76	69/99	1059 (1153)	0.016 ± 0.011	n.d.	0.025 ± 0.031
15	Hexanoic acid, methyl ester (Methyl hexanoate)	16.17	74/43/87	1079 (1172)	n.d.	n.d.	0.015 ± 0.004
19	Butanoic acid, butyl ester (Butyl butanoate)	18.07	71/43/89	1110 (1230)	n.d.	n.d.	0.008 ± 0.001
22	Hexanoic acid, ethyl ester (Ethyl hexanoate)	18.51	43/88/29	1121 (1241)	5.787 ^a ± 0.849	4.837 ^a ± 1.470	5.017 ^a ± 1.342
28	Ethyl 2-hydroxypropanoate (Ethyl lactate)	21.36	45/43/75	1192 (1339)	0.650 ^a ± 0.579	1.393 ^a ± 0.797	1.253 ^a ± 0.562
31	Hexenoic acid, ethyl ester (Ethyl hex-2-enoate)	22.33	55/97/99	1218 (n.f.)	0.033 ± 0.011	n.d.	0.032 ± 0.014
33	Heptanoic acid, ethyl ester (Ethyl heptanoate)	22.57	88/113	1224 (1338)	0.091 ^a ± 0.029	0.084 ^a ± 0.046	0.095 ^a ± 0.029
35	Isobutyric acid, hexyl ester (Hexyl isobutyrate)	23.53	43/71/89	1249 (1337)	n.d.	n.d.	0.007 ± 0.000
37	2-methylpropyl hexanoate (Isobutyl hexanoate)	23.74	43/56/99	1255 (1350)	0.011 ± 0.007	n.d.	n.d.
39	6-heptenoic acid, ethyl ester (Ethyl hept-6-enoate)	23.94	55/41/68	1260 (n.f.)	0.016 ± 0.006	n.d.	0.015 ± 0.007
42	Octanoic acid, methyl ester (Methyl octanoate)	24.41	74/87/43	1273 (1385)	0.045 ^a ± 0.017	0.026 ^a ± 0.005	0.039 ^a ± 0.023
49	Octanoic acid, ethyl ester (Ethyl octanoate)	26.48	88/140	1329 (1445)	10.420 ^a ± 2.817	9.136 ^a ± 2.365	9.65 ^a ± 3.268
52	3-methylbutyl hexanoate (Isopentyl hexanoate)	27.69	43/70/99	1363 (1453)	0.061 ^a ± 0.022	0.051 ^a ± 0.021	0.064 ^a ± 0.024
54	2-methylpropyl 2-hydroxypropanoate (Isobutyl lactate)	28.09	45/57	1374 (n.f.)	n.d.	0.242 ± 0.157	n.d.
57	Ethyl 2-hydroxy-4-methylpentanoate	28.67	69/87/43	1390 (1547)	0.065 ^a ± 0.030	0.115 ^{ab} ± 0.046	0.126 ^b ± 0.091
61	3-methylbutyl 2-hydroxypropanoate (Isoamyl lactate)	29.49	45/43/70	1414 (1560)	0.114 ^a ± 0.082	0.125 ^{ab} ± 0.064	0.186 ^b ± 0.074
62	Ethyl nonanoate (Nonanoic acid, ethyl ester)	30.06	88/101/141	1430 (1534)	0.150 ^a ± 0.064	0.105 ^a ± 0.037	0.340 ^b ± 0.300
65	2-methylpropyl octanoate (Isobutyl caprilate)	31.09	57/56/127	1461 (1551)	n.d.	n.d.	0.013 ± 0.007
66	Decanoic acid, methyl ester (Methyl decanoate)	31.79	74/87/43	1481 (1603)	n.d.	n.d.	0.043 ± 0.001
70	Diethyl butanedioate (Butanedioic acid, diethyl ester)	32.97	101/129	1517 (1668)	3.791 ^a ± 4.896	7.496 ^{ab} ± 3.758	9.393 ^b ± 4.150
71	Ethyl 5-methylnonanoate (Nonanoic acid, 5-methyl-, ethyl ester)	33.52	88/101/55	1534 (n.f.)	4.389 ^a ± 1.166	2.518 ^a ± 0.773	4.905 ^a ± 4.291
74	3-methylbutyl octanoate (Octanoic acid, 3-methylbutyl ester)	34.55	70/127	1566 (1658)	0.017 ^a ± 0.006	0.012 ^a ± 0.004	0.060 ^a ± 0.092
75	Ethyl dec-9-enoate (9-decanoic acid, ethyl ester)	34.62	55/41/88	1569 (1694)	0.132 ± 0.117	n.d.	n.d.
76	Ethyl dec-4-enoate isomer (4-decanoic acid, ethyl ester isomer)	34.62	69/88/110	1569 (1682)	n.d.	0.032 ± 0.019	n.d.
80	Ethyl 2-phenylacetate (Benzeneacetic acid, ethyl ester)	36.25	91/65/164	1620 (1763)	n.d.	0.061 ± 0.087	0.026 ± 0.008
81	Ethyl decanoate (Decanoic acid, ethyl ester)	36.40	57/60	1625 (1747)	n.d.	0.274 ± 0.144	n.d.
83	Ethyl undecanoate (Undecanoic acid, ethyl ester)	36.76	88/101/43	1637 (1725)	0.042 ± 0.019	n.d.	0.141 ± 0.038
84	4-O-butyl 1-O-ethyl butanedioate (Succinic acid, butyl ethyl ester)	36.78	101/129	1638 (n.f.)	n.d.	0.043 ± 0.021	n.d.
85	2-phenylethyl acetate (Acetic acid, 2-phenethyl ester)	37.12	104/43/91	1649 (1820)	0.166 ^a ± 0.060	0.196 ^a ± 0.069	0.184 ^a ± 0.027
87	Butyl decanoate (Decanoic acid, butyl ester)	37.66	65/56	1667 (1798)	n.d.	n.d.	0.011 ± 0.005
88	3-methylbutyl nonanoate (Isoamyl nonanoate)	37.77	70/71/141	1670 (n.f.)	n.d.	n.d.	0.009 ± 0.002
94	Ethyl dodecanoate (Dodecanoic acid, ethyl ester)	39.87	88/101	1741 (1848)	0.679 ^{ab} ± 0.300	0.322 ^a ± 0.101	0.914 ^b ± 0.612
95	1-O-ethyl 4-O-(3-methylbutyl) butanedioate	40.00	101/129/71	1745 (n.f.)	0.135 ^a ± 0.132	0.280 ^b ± 0.129	0.371 ^b ± 0.215
97	3-methylbutyl decanoate (Isopentyl decanoate)	40.79	70/43/55	1773 (1866)	0.022 ± 0.009	n.d.	0.068 ± 0.039
99	Ethyl tridecanoate (Tridecanoic acid, ethyl ester)	42.82	88/101/43	1845 (1926)	0.021 ± 0.007	n.d.	0.021 ± 0.012
104	Ethyl tetradecanoate (Tetradecanoic acid, ethyl ester)	45.63	88/101	1948 (2053)	0.151 ^a ± 0.050	0.130 ^a ± 0.033	0.164 ^a ± 0.054
105	Propan-2-yl tetradecanoate (Isopropyl myristate)	45.73	43/60/102	1952 (n.f.)	n.d.	n.d.	0.011 ± 0.019
106	Ethyl 9-tetradecenoate	45.90	55/69/96	1958 (2057)	n.d.	n.d.	0.032 ± 0.006
109	Ethyl pentadecanoate (Pentadecanoic acid, ethyl ester)	48.33	88/101/43	–	0.021 ^a ± 0.008	0.019 ^a ± 0.007	0.019 ^a ± 0.003
114	Ethyl hexadecanoate (Hexadecanoic acid, ethyl ester)	50.90	88/157/284	–	0.105 ^a ± 0.030	0.103 ^a ± 0.027	0.107 ^a ± 0.030
117	Decyl decanoate (Decanoic acid, decyl ester)	55.75	55/173/43	–	0.087 ^a ± 0.020	0.125 ^b ± 0.0246	0.108 ^b ± 0.045
Ketones							
29	6-methylhept-5-en-2-one (Methyl heptanone)	21.66	43/41/55	1200 (1335)	0.034 ± 0.021	n.d.	n.d.
92	6,10-dimethylundeca-5,9-dien-2-one isomer (Geranyl acetone isomer)	39.00	43/69/41	1711 (1850)	0.021 ^a ± 0.009	0.016 ^a ± 0.003	0.017 ^a ± 0.006
40	Nonan-2-one	24.13	43/58/71	1265 (1380)	0.016 ± 0.010	n.d.	n.d.
Norisoprenoids							
89	(2E)-1-(2,6,6-trimethylcyclohexa-1,3-dien-1-yl)but-2-en-1-one (β-damascenone)	37.90	69/121/190	1674 (1801)	0.027 ^a ± 0.016	0.018 ^b ± 0.003	0.020 ^{ab} ± 0.008
Aldehydes							
24	Octanal	20.21	41/43/57	1164 (1270)	0.012 ± 0.005	n.d.	n.d.
41	Nonanal	24.30	41/57/43	1270 (1380)	0.062 ± 0.035	n.d.	0.037 ± 0.022
44	Furan-2-carbaldehyde (Furfural)	25.34	95/96/39	1297 (1427)	0.020 ± 0.005	0.023 ± 0.0144	n.d.
51	Benzaldehyde	27.57	77/105/106	1359 (1498)	0.049 ^a ± 0.043	0.043 ^a ± 0.037	0.077 ^a ± 0.001

Terpenoids							
17	1-methyl-4-(1-methylethenyl)-cyclohexene (Limonene)	17.67	68/93	1100 (1222)	0.016 ^a ± 0.007	0.020 ^a ± 0.004	0.020 ^a ± 0.005
21	2,2,4-trimethyl-3-oxabicyclo[2.2.2]octane (Eucaliptol)	18.27	43/69/ 108	1115 (1230)	0.005 ± 0.001	n.d.	0.024 ± 0.006
26	1-methyl-4-(1-methylethenyl)-cyclohexene (Terpinolene)	20.88	93/121/ 136	1180 (1287)	n.d.	0.008 ± 0.003	n.d.
47	2-(5-ethenyl-5-methyloxolan-2-yl)propan-2-ol (Epoxylinolol)	25.77	93/59	1309 (n.f.)	n.d.	n.d.	0.008 ± 0.003
56	1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]heptan-2-one (Camphor)	28.33	95/81/41	1381 (1533)	0.017 ± 0.011	n.d.	n.d.
59	3,7-dimethylocta-1,6-dien-3-ol (Linalool)	29.00	73/91/ 121	1399 (1550)	0.128 ^a ± 0.050	0.118 ^a ± 0.103	0.110 ^a ± 0.023
72	1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]heptan-2-ol (Borneol)	33.88	95/41	1546 (1718)	0.014 ± 0.008	n.d.	n.d.
73	4,6,6-trimethylbicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-one (Verbenone)	34.16	107/135/ 150	1554 (1730)	0.025 ± 0.010	n.d.	n.d.
77	7,11-dimethyl-3-methylidenedodeca-1,6,10-triene isomer (Farnesene isomer)	34.74	69/41/93	1572 (1688)	n.d.	0.006 ± 0.002	n.d.
78	3,7-dimethyloct-6-en-1-ol isomer (Citronellol isomer)	35.74	41/67/69	1604 (1760)	0.036 ± 0.026	0.035 ± 0.020	n.d.
82	3,7,11-trimethyl-1,6,10-dodecatriene-3-ol cis isomer (Nerolidol cis isomer)	36.68	69/81/41	1634 (2010)	n.d.	n.d.	0.019 ± 0.000
90	3,7-dimethylocta-2,6-dien-1-ol isomer (Geraniol isomer)	37.99	69/41/ 123	1677 (1821)	0.015 ^a ± 0.004	0.018 ^a ± 0.015	0.017 ^a ± 0.008
102	3,7,11-trimethyldodeca-1,6,10-trien-3-ol trans isomer (Nerolidol trans isomer)	43.89	41/69/93	1883 (2054)	n.d.	0.055 ± 0.048	0.026 ± 0.010
Lactones							
64	4-hydroxybutanoic acid lactone (γ-butyrolactone)	30.83	42/28	1453 (1595)	0.072 ^a ± 0.022	0.116 ^b ± 0.062	0.073 ^a ± 0.016
100	5-Pentylidihydro-2(3H)-furanone (γ-nonolactone)	42.96	85/29	1850 (1993)	0.040 ± 0.022	n.d.	0.030 ± 0.013
Volatile phenols							
108	4-ethenyl-2-methoxyphenol (4-vinylguaiacol)	46.82	135/77/ 150	1993 (2145)	0.014 ± 0.003	n.d.	n.d.
113	2,4-ditert-butylphenol	49.76	191/57	-	0.023 ^a ± 0.013	0.017 ^a ± 0.005	0.021 ^a ± 0.005
Sulphur compounds							
53	2-methylthiolan-3-one	27.86	60/116/ 59	1367 (1510)	0.030 ± 0.019	0.025 ± 0.011	n.d.
103	2-ethylsulfanylethylbenzene (Sulfide, ethyl phenethyl)	45.41	75/104/ 166	1940 (n.f.)	0.130 ^a ± 0.060	0.230 ^b ± 0.128	0.218 ^{ab} ± 0.118
Other compounds							
1	2,2,4-trimethyloxetane	9.55	43/59/56	-	0.116 ^a ± 0.030	0.123 ^a ± 0.036	0.105 ^a ± 0.030
2	Toluene	10.07	91/92/65	-	0.022 ^a ± 0.011	0.041 ^a ± 0.049	0.048 ^a ± 0.048
7	Ethylbenzene	13.48	91/101	1040 (1102)	n.d.	1.218 ± 1.089	1.048 ± 1.799
9	1,3-xylene (1,3-dimethylbenzene)	13.75	91/106	1044 (1123)	0.018 ^a ± 0.010	1.084 ^a ± 2.349	1.423 ^a ± 3.531
13	1-(1-ethoxyethoxy)pentane	14.89	45/73/43	1060 (n.f.)	0.022 ± 0.003	n.d.	n.d.
14	1,4-xylene (1,4-dimethylbenzene)	15.52	91/106	1069 (1154)	0.013 ^a ± 0.008	0.677 ^a ± 1.416	1.488 ^a ± 3.698
20	Styrene	18.16	104/78	1112 (1229)	0.033 ^a ± 0.015	0.064 ^a ± 0.036	0.552 ^b ± 1.478
23	1,2,4-trimethylbenzene (Pseudocumene)	19.71	119/105/ 91	1151 (1247)	0.005 ± 0.005	0.007 ± 0.001	n.d.
67	3-methylbutanoic acid (Isovaleric acid)	32.11	60/43/41	1491 (1627)	0.022 ± 0.009	n.d.	n.d.
69	branched HC C16	32.83	57/43/71	1512(n.f.)	n.d.	n.d.	0.074 ± 0.023
79	1,1,6-trimethyl-2H-naphthalene	35.81	157/142/ 172	1606 (n.f.)	0.046 ± 0.008	n.d.	n.d.
110	1,6-dimethyl-4-propan-2-yl-naphthalene (Cadalene)	48.51	183/198	-	0.020 ± 0.010	n.d.	n.d.
Total Chromatographic area					2,73E+11	2,40E+11	3,33E+11

3.3 Περιέκτες ζύμωσης και παλαίωσης οίνων

3.3.1 Δεξαμενή ίνοξ, δεξαμενή από ανοξείδωτο χάλυβα

Οι δεξαμενές ίνοξ είναι το πιο κοινό είδος περιέκτη οινοποίησης που επικρατεί σήμερα στα οινοποιεία. Χρησιμοποιείται ήδη στην οινοποιία από την δεκαετία του 60 και από τους πρώτους εισηγητές της εφαρμογής της φαίνεται να είναι ο Emile Reynaud στο Chateau Haut Brion του Μπορντό.

Πρόκειται για κυλινδρική δεξαμενή κατασκευασμένη από ανοξείδωτο χάλυβα τύπου AISI 316 ή 304 (ή αλλιώς 18/8) κατάλληλο για τρόφιμα της οποίας η χωρητικότητά μπορεί να ξεπεράσει τους 60 τόνους.

Σήμερα οι δεξαμενές ίνοξ διαφοροποιούνται σε διάφορες κατηγορίες, όπως είναι οι δεξαμενές ζύμωσης, σταθεροποίησης, κρυοεκχύλισης, ερυθράς οινοποίησης, αποθήκευσης και οινοποίησης αφρώδους οίνου. Δεξαμενές οι οποίες προορίζονται για λευκή οινοποίηση είναι εξοπλισμένες με μανδύα ψύξης έτσι ώστε να ρυθμίζεται η θερμοκρασία στο επιθυμητό επίπεδο κατά τη διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης ή και στην περίπτωση της προζυμωτικής διαύγασης. Περιέχουν μία κύρια ή και περισσότερες δευτερογενείς βάνες, μία ανθρωποθυρίδα και μπορεί να έχουν επίπεδο, επικλινή ή κωνικό πυθμένα. Μπορεί να είναι κλειστού τύπου ή ανοιχτές με πλωτήρα.

Στους οινοποιητές ερυθρών οίνων, εκτός από το βασικό εξοπλισμό περιλαμβάνονται μανδύες ψύξης, σωλήνα για ανακυκλοφορία σταφυλοπολτού, θυρίδα εξαγωγής στεμ-

φύλων, διαβροχέα μούστου και αντλία ανακυκλοφορίας με αυτοματοποιημένο πίνακα ελέγχου όπου απαιτείται.

3.3.2 Δρύνη δεξαμενή, δρύινο βαρέλι

Πριν από περίπου δύο χιλιετίες, όταν η ρωμαϊκή αυτοκρατορία ξεκίνησε να εξαπλώνεται, οι Ρωμαίοι, εκτός από τον απαραίτητο πολεμικό εξοπλισμό και τα τρόφιμα που μετέφεραν μαζί τους, ήθελαν να κάνουν το ίδιο και με τον οίνο. Ο οίνος ήταν απαραίτητο αγαθό, αφού θεωρείτο ασφαλέστερο από το νερό και προσέφερε θερμίδες. Για την μεταφορά του οίνου εκείνη την εποχή, χρησιμοποιούσαν πήλινους αμφορείς, ωστόσο η διαχείριση των δοχείων αυτών ήταν αρκετά δύσκολη και περίπλοκη, ειδικά για την μετακινήσεις μεγάλων αποστάσεων. Στην περιοχή της Μεσοποταμίας, κάποιοι λαοί, χρησιμοποιούσαν βαρέλια, φτιαγμένα από ξύλο φοίνικα. Παρ' όλο που τα βαρέλια αυτά ήταν ελαφρύτερα από τους αμφορείς, πολλοί ήταν οι λόγοι για τους οποίους δεν υιοθετήθηκαν για την αποθήκευση του οίνου. Κάποιοι από αυτούς, ήταν αυξημένο πορώδες του υλικού αυτού που τα έκανε να είναι αρκετά οξειδωτικά, δεν σφραγίζονταν ερμητικά αλλά κυρίως, το ξύλο του φοίνικα ήταν πολύ δύσκαμπτο και δύσκολα λύγιζε για την κατασκευή των βαρελιών.

Οι Ρωμαίοι, βρήκαν την λύση στο πρόβλημά τους, φτάνοντας στην Γαλατία, όταν ανακάλυψαν ότι σε κάποιες περιοχές, χρησιμοποιούσαν δρύινα βαρέλια για την μεταφορά μπίρας. Το ξύλο δρυός, ήταν ένα υλικό που έβρισκαν εύκολα και σε αφθονία, στα δάση της Ευρώπης, ήταν πιο εύκαμπτο από το ξύλο φοίνικα, χρειαζόταν λιγότερο κάπνισμο, ήταν κατάλληλο μέσο για την αποθήκευση του οίνου χάρη στο πορώδες του, χρειαζόταν λιγότερος χρόνος για την κατασκευή των βαρελιών και ήταν ελαφρύτερα από τους αμφορείς. Επιπλέον, οι Ρωμαίοι συνειδητοποίησαν, πως η επαφή του οίνου με το ξύλο δρυός, βελτίωνε την γεύση και το άρωμα του οίνου. Τελικά, τα δρύινα βαρέλια, αντικατέστησαν γρήγορα τους πήλινους αμφορείς, οι οποίοι αποσύρθηκαν μαζικά, σε λιγότερο από δύο αιώνες.

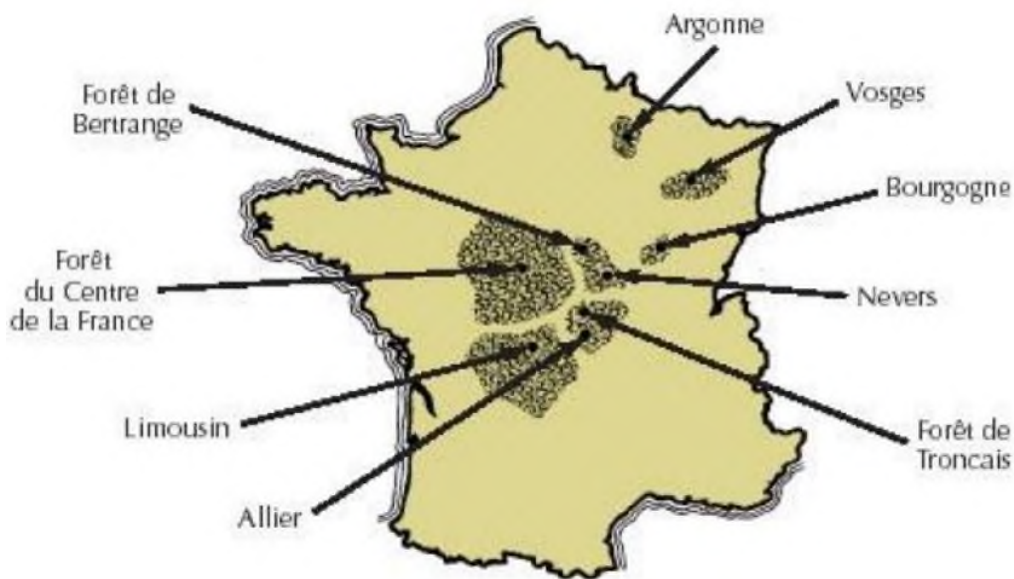
3.3.2.1 Είδη δρυός που χρησιμοποιούνται στην βαρελοποιία

Τα είδη βελανιδιάς που χρησιμοποιούνται στην βαρελοποιία, είναι κυρίως το αμερικάνικο είδος *Quercus alba* και τα γαλλικά είδη *Quercus robur* και *Quercus petraea*. Η *Quercus alba* είναι ένα λευκό είδος δρυός που χαρακτηρίζεται από την γρήγορη ανάπτυξή του, χοντρούς κόκκους ξύλου και χαμηλά επίπεδα τανινών του ξύλου. Προέρχεται κυρίως από την ανατολική μεριά των ΗΠΑ αλλά και το Missouri, τη Minnesota και το Wisconsin, όπου κατασκευάζεται μεγάλος όγκος βαρελιών. Τα τελευταία χρόνια φαίνεται να κερδίζει έδαφος στην βαρελοποιία, και το λευκό είδος δρυός *Quercus garryana*, από το Oregon, που παρουσιάζει πολλά κοινά χαρακτηριστικά με την Ευρωπαϊκή Δρυ.



Εικόνα 2.16. Χάρτης δασών δρυός των ΗΠΑ (distillerytrail.com)

Στην Γαλλία, και συγκεκριμένα από τα δάση των Allier, Limousin, Nevers, Tronçais και Vosges, προέρχονται τα είδη *Quercus robur* (κοινή βελανιδιά) και *Quercus petraea*. Η τελευταία, θεωρείται ανώτερης ποιότητας λόγω της μεγαλύτερης πυκνότητας, των λεπτότερων κόκκων, του περιεχομένου της σε αρωματικές ενώσεις βανιλίνης και των παραγόντων της, μεθυλο-οκταλακτόνης και φαινολικών συστατικών με τα οποία εμπλουτίζεται ο οίνος. Δρύινα βαρέλια, κατασκευάζονται επίσης και από το είδος βελανιδιάς *Quercus robur*, με προέλευση την Σλοβενία και το είδος *Quercus petraea*, από τα δάση δρυός, του όρους Zemplen της Ουγγαρίας. Αν και πρόκειται για το ίδιο είδος με εκείνο της Γαλλίας, η συγγκική δρυς, λόγω εδαφοκλιματικών διαφορών (αναπτύσσεται σε ηφαιστειακό έδαφος και σε διαφορετικό υψόμετρο), παρουσιάζει διαφορετικά χαρακτηριστικά από την γαλλική. Έχει μικρότερου μεγέθους κόκκους και ημικυτταρίνη που διασπάται ευκολότερα κατά το ψήσιμο, δίνοντας πιο διακριτικά αρωματικά στοιχεία βανίλιας, καραμέλας κτλ.



Εικόνα 2.17. Χάρτης δασών δρυός Γαλλίας (tonnelierdefrance.fr)

Όπως ισχύει και για τα κρασιά, κάθε περιοχή προσφέρει με το δικό της ξεχωριστό terroir και αυτό, έχει σαν αποτέλεσμα, τα βαρέλια να δίνουν στον οίνο διαφορετικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Πίνακας 4. Χαρακτηριστικά αρωματικών ενώσεων ενός βαρελιού αναλόγως το terroir (IFV, Institut Francais de la Vigne et du Vin)

ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΔΡΥΟΣ	ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΝΟΥΡΓΙΟΥ ΒΑΡΕΛΙΟΥ	ΕΞΕΛΙΞΗ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ
Βουργουνδία	βανίλια, ψημένο, φουντούκι, καφέ, καπνό, κακάο	Γλυκόριζα, γλυκά μπαχαρικά, ρητίνη
Λιμουζίν	ψημένο ψωμί, γαρύφαλλο (μπαχαρικό), φουντούκι	πιπέρι, καμένο, χούμους, πικρία
Τρονσέ (Αλιέ)	ψημένο ψωμί, καμένο, μόκα	Γλυκόριζα, γαρύφαλλο (μπαχαρικό), καρύδα, πιπέρι
Βόσγια	βανίλια, πικραμύγδαλο	πιπέρι, καμένο ξύλο

3.3.2.2 Διαφορές μεταξύ γαλλικού και αμερικάνικου δρύινου βαρελιού

Το ξύλο της γαλλικής δρυός, έχει μεγαλύτερη πυκνότητα και λεπτότερους κόκκους. Η εκχύλιση των συστατικών γίνεται πιο αργά και το αποτέλεσμα στον οίνο είναι πιο διακριτικό σε σχέση με το βαρέλι αμερικάνικης δρυός. Αντίθετα, η αμερικάνικη δρυς έχει μεγαλύτερους κόκκους, εκχυλίζεται ταχύτερα στον οίνο και προσδίδει έντονα αρώματα με χαρακτηριστικά εκείνα της καρύδας, της βανίλιας, μαύρης σοκολάτας, ευκάλυπτου και καπνού. Δίνει οίνους με γεμάτο σώμα, πιο στρογγυλούς, μια αίσθηση γλυκύτητας (σακχαρόζης). Οι πόροι της αμερικάνικης δρυός, είναι μεγαλύτεροι και ο οίνος οξειδώνεται γρηγορότερα, η εξάτμιση είναι πιο έντονη και κατά συνέπεια ο όγκος του οίνου μειώνεται περισσότερο στα βαρέλια αυτά.

Εκτός από τα αρωματικά χαρακτηριστικά που αποκτά ένας οίνος κατά την παραμονή του στο δρύινο βαρέλι, εμπλουτίζεται επίσης και με τανίνες. Στο κρασί υπάρχουν ήδη τανίνες που προέρχονται από τον φλοιό και τα γίγαρτα της ράγας κατά την διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης και χαρακτηρίζονται ως συμπυκνωμένες τανίνες. Αυτές μπορεί να είναι κατεχίνες, επικατεχίνες, γαλλικοί εστέρες της επικατεχίνης (φλοιοί και γίγαρτα) και επιγαλλοκατεχίνες (φλοιοί). Οι τανίνες που εκχυλίζονται από το ξύλο του βαρελιού στον οίνο, είναι οι γαλλοτανίνες και οι ελλαγικές τανίνες οι οποίες υδρολύονται στο pH του οίνου (ονομάζονται και υδρολυόμενες τανίνες) και ελευθερώνεται γαλλικό και ελλαγικό οξύ αντίστοιχα (Καλλίθρακα, 2019). Η συγκέντρωση των τανινών στον οίνο έχει οινολογικό ενδιαφέρον, διότι πρόκειται για συστατικά που παρέχουν στον οίνο αντιοξειδωτική και αντιμικροβιακή προστασία αλλά και αντοχή στο χρόνο. Τα βαρέλια γαλλικής βελανιδιάς προσδίδουν στον οίνο πιο μαλακές, πιο βελούδινες τανίνες ενώ εκείνες των αμερικάνικων βαρελιών χαρακτηρίζονται πιο τραχιές, πιο επιθετικές και χρειάζονται συνήθως περισσότερο χρόνο. Οι βελανιδιές τρυγούνται όταν είναι σε ηλικία μεταξύ 80-120 ετών και από ένα δέντρο βελανιδιάς μπορούν να κατασκευαστούν δύο βαρέλια των 225L. Τα ξύλα κόβονται σε δούγιες, και στεγνώνουν για ένα διάστημα που μπορεί να διαρκέσει έως και τρία χρόνια. Στην συνέχεια τοποθετούνται σε μεταλλικά στεφάνια και ψήνονται για να πραγματοποιηθεί η συγκόλληση και να παραχθούν τα χαρακτηριστικά αρώματα του ξύλου. Ο βαθμός ψησίματος καθορίζει την ένταση του αρώματος. Το πιο συνηθισμένο και διαδεδομένο μέγεθος βαρελιού είναι εκείνο του Bordeaux, με χωρητικότητα 225L, παρ' όλ' αυτά υπάρχει και το βαρέλι τύπου Βουργουνδίας, με χωρητικότητα 228L ή το βαρέλι τύπου Cognac με χωρητικότητα 300L. Αρκετά συχνά, συναντώνται και δρύινες δεξαμενές.

3.3.3 Τσιμεντένια δεξαμενή

Όπως ακριβώς συμβαίνει και με τους πήλινους αμφορείς, έτσι και οι τσιμεντένιες δεξαμενές δεν αποτελούν ένα καινούργιο μέσο οινοποίησης, αλλά ένα περιέκτη, που έρχεται από το παρελθόν και χρησιμοποιείται στην οινοπαραγωγή πριν από την εμφάνιση της ανοξειδωτής δεξαμενής.

Το 2001, ο Michel Charountier, καινοτόμος στην βιοδυναμική καλλιέργεια, συνεργάστηκε με την γαλλική εταιρεία Nomblot, που ειδικεύεται στην κατασκευή τσιμεντένιων δεξαμενών για οινοποίηση και δημιούργησαν το πρώτο μοντέρνο τσιμεντένιο περιέκτη με ωσειδής μορφή (τσιμεντένιο αυγό).

Στην κατασκευή τσιμεντένιων δεξαμενών, το πιο δημοφιλές σχήμα είναι αυτό του κύβου, ωστόσο πολλές δεξαμενές, φτιάχνονται με κωνικό σχήμα με μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό κωνικότητας, σχήμα αυγού, μια δεξαμενή μπορεί να είναι πεντάπλευρη και γωνιακή (για περιορισμένο χώρο οινοποιείου) και τέλος, τα τελευταία χρόνια φτιάχνονται τσιμεντένιες δεξαμενές σε σχήμα αμφορέα).

Το γεγονός πως μία τσιμεντένια δεξαμενή μπορεί να κατασκευαστεί σε μία τόσο ευρεία γκάμα σχημάτων, οφείλεται στην διαφορετική τεχνολογία κατασκευής του τσιμέντου, σε σχέση με εκείνη του πηλού. Ενώ ο πηλός χτίζεται σταδιακά και χειρωνακτικά, για την κατασκευή μιας δεξαμενής από τσιμέντο, χρησιμοποιείται μεταλλικός σκελετός και καλούπι. Συγκεκριμένα, ο μεταλλικός σκελετός της δεξαμενής, τοποθετείται μέσα στο καλούπι που θα δώσει το σχήμα στην δεξαμενή. Στην συνέχεια, γίνεται έκχυση του μπετόν μέσα στο καλούπι. Όλες οι υποδοχές και τα σημεία τοποθέτησης πρόσθετου εξοπλισμού, όπως υποδοχές για αντλίες, ανθρωποθυρίδα, πόρτες, βρύση κ.α. σχεδιάζονται στο καλούπι πριν την έκχυση του τσιμέντου. Μετά από 24 ώρες στεγνώματος, το καλούπι αφαιρείται και διορθώνονται ατέλειες όπως για παρά-

δειγμα λείανση στις τραχιές επιφάνειες και καθάρισμα. Στο σημείο αυτό, κατασκευάζεται και ο πυθμένας της δεξαμενής, με προσαρμοσμένη κλίση 3% και ακολουθεί στέγνωμα για 3-4 μέρες. Μετά το διάστημα αυτό, γίνεται η τοποθέτηση των ανοξειδωτών στοιχείων του περιέκτη. Η δεξαμενή γεμίζεται με νερό για ένα χρονικό διάστημα περίπου 4-5 μερών για να ελεγχθεί αν υπάρχουν σπασίματα ή ραγίσματα και εγκαθίσταται στο οινοποιείο. Τέλος, γίνεται επεξεργασία των εσωτερικών τοιχωμάτων του τσιμεντένιου περιέκτη με ισχυρό διάλυμα τρυγικού οξέος.

Όπως ομοίως συμβαίνει και με τον πήλινο αμφορέα, η τσιμεντένια δεξαμενή, αποτελεί ένα κατάλληλο μέσο για την ζύμωση του γλεύκους αλλά κυρίως, ένα μέσο που επιτρέπει στον οίνο να ωριμάσει και να παλαιώσει. Το τσιμέντο είναι και αυτό ένα υλικό που 'αναπνέει'. Έχει δηλαδή πόρους, μέσα από τους οποίους γίνεται ανταλλαγή αερίων και μικροοξυγόνωση. Ο οίνος ωριμάζει, όπως ακριβώς συμβαίνει και σε ένα δρύινο βαρέλι, συγχρόνως όμως διατηρεί το φρουτώδες στοιχείο του χωρίς να εμπλουτίζεται από επιπλέον τανίνες και αρωματικές ενώσεις του ξύλου.

Οι τσιμεντένιοι περιέκτες, παρουσιάζουν πολλές κοινές ιδιότητες με εκείνες των πήλινων αμφορέων. Και εδώ, το τσιμέντο παρέχει στον οίνο θερμομόνωση και προστασία από τις απότομες αλλαγές της θερμοκρασίας. Ειδικά στην περίπτωση του τσιμεντένιου αυγού, προκύπτει μία ενδιαφέρουσα οινολογικά κινητική ενέργεια στο εσωτερικό του, που διατηρεί τα στερεά σωματίδια σε κίνηση, εμπλουτίζοντας τον οίνο με αρωματικά στοιχεία και λιπαρότητα. Πρόκειται για ένα φυσικό μηχανισμό, χάρη στην γεωμετρία του περιέκτη, που αντικαθιστά το battonage από τον ανθρώπινο παράγοντα. Τέλος, και στην περίπτωση του τσιμέντου, ο περιέκτης είναι απαραίτητο να επεξεργαστεί εσωτερικά με ισχυρό διάλυμα τρυγικού οξέος, διότι λόγω των αυξημένης περιεκτικότητας σε ασβέστιο, επιδρά αρνητικά στην οξύτητα και το pH του οίνου.

3.4 Σύγκριση οινοποίησης και ωρίμανσης σε αμφορέα με άλλους περιέκτες

Τα τελευταία χρόνια, με αφορμή την στροφή των οινοποιών στην χρήση εναλλακτικών περιεκτών οινοποίησης, όλο και περισσότερες μελέτες δημοσιεύονται, σχετικά με την επίδραση της φύσης του κάθε περιέκτη, στα φυσικοχημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του οίνου αλλά και τις διαφορές στην τεχνολογία του οίνου αναλόγως τον περιέκτη. Για παράδειγμα, η καμπύλη ζύμωσης του γλεύκους είναι χαρακτηριστική στην περίπτωση του αμφορέα: η θερμοκρασία κυμαίνεται γύρω στους 23°C στον πικ της αλκοολικής ζύμωσης, ενώ σε άλλους περιέκτες μπορεί να ξεπερνάει και τους 30°C. Επίσης, η αλκοολική ζύμωση διαρκεί συνήθως περισσότερο στους αμφορείς από ότι σε άλλους περιέκτες, ενώ τα κρασιά παλαιώνουν γρηγορότερα στους αμφορείς σε σχέση με τα δρύινα βαρέλια (Beckham, 2015).

3.4.1 Σύγκριση με ανοξειδωτη δεξαμενή

Σε αντίθεση με την δεξαμενή ίνοξ, ο πηλός, είναι ένα πορώδες υλικό, (αναλόγως της κατασκευής του κατά το ψήσιμο), που επιτρέπει την μεταφορά αερίων κατά τις οινοποιητικές διεργασίες, μεταξύ άλλων και του οξυγόνου. Κατά την διάρκεια της ωρίμανσης, πραγματοποιείται μικροοξυγόνωση μέσω των πόρων του αμφορέα, όμοια με αυτή που συμβαίνει και σε ένα δρύινο βαρέλι (Alamo-Sanza, Nevares 2018). Αυτή η μεταφορά οξυγόνου παίζει σημαντικό ρόλο τόσο κατά την ωρίμανση, όσο και κατά την αλκοολική ζύμωση σε ένα δοχείο. Μελέτες που έγιναν στην οινοποίηση και ωρίμανση κρασιών της ποικιλίας Sauvignon Blanc, σε διάφορους περιέκτες (Cortiella et

al. 2020, 2021), βάζουν στο προσκήνιο σημαντικές διαφορές των τελικών οίνων, μεταξύ ανοξειδωτής δεξαμενής και πήλινου αμφορέα.

3.4.1.1 *Αλκοολική ζύμωση*

Αρχικά, παρατηρείται πως η ολοκλήρωση της αλκοολικής ζύμωσης ολοκληρώνεται με ελαφρά καθυστέρηση, (5 μέρες στο συγκεκριμένο πείραμα), (Cortielle et al. 2020), γεγονός το οποίο, οι ερευνητές αποδίδουν, στην έλλειψη διαλυτού οξυγόνου στην δεξαμενή. Παρ' όλο που η αλκοολική ζύμωση είναι μια αναερόβια διαδικασία, μικρές ποσότητες διαλυτού οξυγόνου είναι απαραίτητες στον μεταβολισμό των ζυμομυκήτων (Παπανικολάου, 2019), και την σωστή ολοκλήρωση της ζύμωσης. Η αδιαπερατότητα της δεξαμενής ίνοξ, προκαλεί συσσώρευση του CO₂ και μείωση του διαλυτού O₂ σε αντίθεση με τον πήλινο αμφορέα όπου το CO₂ διαφεύγει ευκολότερα, και το διαλυτό O₂ επιτρέπει την επιβίωση των ζυμομυκήτων κυρίως προς το τέλος της ζύμωσης. Επίσης, η έλλειψη οξυγόνου κατά την αλκοολική ζύμωση, έχει ως αποτέλεσμα, οι ζύμες να παράγουν δευτερογενείς μεταβολίτες όπως για παράδειγμα το οξικό οξύ (Παπανικολάου 2019), δεδομένο που δικαιολογεί και τα ελαφρώς υψηλότερα επίπεδα οξικού οξέος στην ανοξειδωτή δεξαμενή (ωστόσο κάτω του νομοθετικού ορίου) σε σύγκριση με τον πήλινο αμφορέα (Cortiella et al. 2020). Όσο αφορά τα επίπεδα της αλκοόλης του οίνου, συγκρίνοντας του δύο περιέκτες, παρατηρείται πως το ποσοστό αλκοόλης ενός οίνου που οινοποιείται και ωριμάζει σε αμφορέα, τείνει να είναι χαμηλότερο από το ποσοστό αλκοόλης του ίδιου οίνου σε δεξαμενή, αφού το πορώδες υλικό του αμφορέα επιτρέπει της διαφυγή της αλκοόλης μέσω της εξάτμισης (Baiano et al., 2014). Το φαινόμενο αυτό μάλιστα, γίνεται ακόμη πιο εμφανές σε αμφορείς, οι οποίοι εσωτερικά δεν έχουν κατεργαστεί με κάποιο υλικό, όπως το κερί μέλισσας. Επιπλέον, ένα μέρος της αλκοόλης οξειδώνεται σε ακεταλδεΐδη, λόγω της μεταφοράς οξυγόνου μέσω των πόρων του αμφορέα.

3.4.1.2 *Οξύτητα του οίνου*

Το υλικό κατασκευής ενός περιέκτη ζύμωσης του οίνου, παίζει εξίσου σημαντικό ρόλο και στην διαμόρφωση της οξύτητας και του pH του τελικού οίνου. Συγκεκριμένα, η χρήση πήλινου αμφορέα, στην ζύμωση του γλεύκους, έχει την τάση να μειώνει την ποσότητα τρυγικού οξέος (Beckham 2015). Κατά την αλκοολική ζύμωση και την τρυγική σταθεροποίηση, η δημιουργία τρυγικών αλάτων στον πήλινο αμφορέα, είναι μεγαλύτερη από αυτήν στην δεξαμενή ίνοξ, (Cortiella et al. 2020) και κατά συνέπεια, η οξύτητα πέφτει. Όσον αφορά και στα υπόλοιπα βασικά οργανικά οξέα του οίνου, φαίνεται πως το υλικό του περιέκτη δεν επηρεάζει την ποσότητα του μηλικού οξέος (Baiano et al. 2015). Ωστόσο, δεν ισχύει το ίδιο και για το κιτρικό οξύ. Εδώ, παρατηρείται αύξηση του κιτρικού οξέος στο πήλινο δοχείο και αυτό μπορεί επίσης να οφείλεται στα αυξημένα επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου στην διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης, σε σύγκριση με την δεξαμενή. Για την ακρίβεια, όσο περισσότερο οξυγόνο παρέχεται στις ζύμες, τόσο περισσότερο κιτρικό οξύ αποβάλλουν σαν δευτερογενή μεταβολίτη (Παπανικολάου 2019).

3.4.1.3 Χρώμα του οίνου και φαινολικά συστατικά

Όσο αφορά το χρώμα του οίνου, στην μελέτη των Cortiella et al. (2020), παρατηρείται μία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των οίνων, ωστόσο η διαφορά αυτή, δεν γίνεται αντιληπτή οπτικά. Το κρασί που προέρχεται από τον αμφορέα, χαρακτηρίζεται ελαφρώς πιο σκούρο, έχοντας σχετικά μεγαλύτερη απορρόφηση στο κίτρινο-μπλε. Το γεγονός αυτό, παραπέμπει στην σκέψη, πως ο οίνος αυτός, δεδομένης της παρουσίας οξυγόνου κατά την ζύμωση, είναι πιθανόν να έχει και μειωμένα φαινολικά συστατικά, όπως είναι τα υδροξυκιναμωμικά οξέα, λόγω φαινομένων οξειδωσης. Επιπλέον, η ανάλυση των ανόργανων στοιχείων, δείχνει την παρουσία ιόντων χαλκού στον οίνου του αμφορέα, ανόργανο στοιχείο το οποίο λειτουργεί καταλυτικά στις αντιδράσεις οξειδωσης (Danilewicz, 2003). Παρ' όλα αυτά, σύμφωνα με τις μετρήσεις, δεν υπάρχουν ουσιαστικές διαφορές, στο σύνολο των υδροξυκιναμωμικών οξέων και των παραγόντων τους, μεταξύ του οίνου του αμφορέα και αυτού της ανοξειδωτης δεξαμενής. (Τα σταφύλια πιάστηκαν αμέσως μετά τον τρύγο και για το λόγο αυτό, το βασικό φαινολικό φορτίο των οίνων που εντοπίστηκε, αντιστοιχεί μόνο στα υδροξυκιναμωμικά οξέα και τα παράγωγά τους. Οι οίνοι εμφιαλώθηκαν στο τέλος της αλκοολικής ζύμωσης και αναλύθηκαν έξι μήνες μετά την εμφιάλωση). Σύμφωνα με τους Baiano et al. (Baiano et al., 2014, Baiano, Varva, 2019), μετά από 12 μήνες οινοποίησης και ωρίμανσης με τα στέμφυλα των λευκών ιταλικών ποικιλιών Falanghina και Minutolo το σύνολο των φαινολικών συστατικών των οίνων μειώθηκε δραματικά και για τους οίνους της δεξαμενής ίνοξ αλλά και εκείνους του αμφορέα. Συγκεκριμένα, ένα χρόνο αργότερα, οι τανίνες που αντιδρούν με την βανιλίνη (FRV), μειώθηκαν έως και στο 100% στους οίνους του αμφορέα, ενώ περίπου στο 70% στους οίνους δεξαμενής. Επίσης, τα υδροξυκιναμωμικά οξέα και οι εστέρες τρυγικού οξέος, μειώθηκαν κατά το 11% για τους οίνους του αμφορέα και κατά 22% για αυτούς στις δεξαμενές (Baiano et al., 2014, 2019). Οι μειώσεις του φαινολικού περιεχομένου στον οίνο, οφείλονται σε αντιδράσεις υδρόλυσης, οξειδωσης και συμπλοκοποίησης. Τέλος, η αντιοξειδωτική ικανότητα του οίνου της δεξαμενής, παραδόξως, παρατηρείται να μειώνεται περισσότερο σε σχέση με τον οίνο του αμφορέα, κατά 43% και 28% αντίστοιχα (Baiano et al., 2014). Την καλύτερη διατήρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας στον οίνο του αμφορέα, αποδίδουν οι ερευνητές στο γεγονός πως το οξυγόνο που εισέρχεται από τους πόρους του αμφορέα, καταναλώνεται αρχικά για την οξείδωση της αιθανόλης σε ακεταλδεΐδη (Baiano et al. 2014). Αντίθετα, το 2019, στην μελέτη των Baiano και Varva στους οίνους Minutolo, η αντιοξειδωτική ικανότητα του οίνου του αμφορέα βρέθηκε μικρότερη σε σχέση με τον οίνο δεξαμενής, μετά από ένα χρόνο ωρίμανσης. Η μείωση αυτή, οφείλεται κυρίως στην μείωση των φλαβονοειδών που αντιδρούν με την βανιλίνη.

3.4.1.4 Πτητικά συστατικά και αρωματικό προφίλ

Όσο αφορά τις διαφορές στις πτητικές ενώσεις μεταξύ των φρέσκων οίνων, στατιστικά, το περιεχόμενο των πτητικών συστατικών του οίνου του αμφορέα, παρατηρείται μειωμένο, συγκριτικά με εκείνου της δεξαμενής. Κάποιες ουσιαστικές διαφορές εντοπίζονται στην σύνθεση λιπαρών οξέων μέσης αλυσίδας ανθράκων. Συγκεκριμένα, ο οίνος του αμφορέα εμφανίζει μικρότερη ποσότητα λιπαρών οξέων C₁₀, C₁₂, και C₁₄, σε σχέση με τον οίνο της δεξαμενής ίνοξ (Cortiella et al., 2020). Αυτό οφείλεται στην μειωμένη σύνθεση των λιπαρών οξέων μέσης αλυσίδας ανθράκων από τις ζύμες, λόγω αυξημένης ποσότητας διαλυμένου οξυγόνου κατά την ζύμωση. Επιπλέον, παρα-

τηρείται πως ο οίνος στον αμφορέα, περιέχει μεγαλύτερες ποσότητες εστέρα C₇ σε σχέση με τον οίνο δεξαμενής, τόσο όσο ο οίνος είναι φρέσκος (Cortiella et al. 2020), όσο ακόμη και μετά από εξάμηνη ωρίμανση σε οινολάσπες (Cortiella et al., 2021). Ο εστέρας C₇ είναι χαρακτηριστικός φρουτώδης εστέρας και αποτελεί πρόδρομη ένωση της ράγας. Το γεγονός αυτό, αποδεικνύει την ιδιότητα του πήλινου αμφορέα, να διατηρεί και να αναδεικνύει τον φρουτώδη χαρακτήρα του οίνου, σε σύγκριση με άλλους περιέκτες.

3.4.1.5 Πολυσακχαρίτες

Τέλος, όσο αφορά την περιεκτικότητα σε πολυσακχαρίτες, μεγαλύτερη είναι αυτή, των οίνων που ωριμάζουν σε αμφορέα. Εδώ, σημαντικό ρόλο παίζει η γεωμετρία του αμφορέα, που ευνοεί περισσότερο την επαφή του οίνου με τις λεπτές οινολάσπες, σε σχέση με το σχήμα της ανοξειδωτής δεξαμενής. Αυτό κατά συνέπεια, προσδίδει στους οίνους λιπαρότητα και χαρακτηρίζονται με πιο γεμάτο σώμα.

3.4.2 Σύγκριση με δρύινο βαρέλι και δρύινη δεξαμενή

Μέχρι και στο τέλος της αρχαιότητας, και για πολλούς αιώνες, η κατασκευή και η χρήση των πήλινων δοχείων ήταν ευρέως διαδεδομένη στην οινοποιία και την μεταφορά του οίνου. Ωστόσο, λόγω του αυξημένου πορώδους, οι οξειδώσεις και τα ελατώματα ειδικότερα κατά την παλαίωση των οίνων ταλαιπωρούσε τους αρχαίους. Το πρόβλημα όμως αντιμετωπίστηκε, με την αντικατάσταση των κεραμικών δοχείων με ξύλινα βαρέλια. Μέχρι και σήμερα, η χρήση των δρύινων βαρελιών, θεωρείται ο πιο διαδεδομένος τρόπος ωρίμανσης, όχι μόνο των οίνων, άλλα και των περισσότερων αποσταγμάτων. Σήμερα, αιώνες μετά, τα πήλινα σκεύη ξαναεμφανίζονται στον χώρο του κρασιού, αυτή την φορά όμως, συνοδεύονται από εξελιγμένη τεχνολογία και μεγάλη ακρίβεια στην κατασκευή και τα χαρακτηριστικά τους. Προσφέρουν, μία εναλλακτική επιλογή μέσου, για την ωρίμανση των οίνων, χάρη στην αργή οξυγόνωση που πραγματοποιείται μέσω του ελεγχόμενου, σήμερα, πορώδους. Επιπλέον, ο πηλός αποτελεί ουδέτερο, γευστικά και αρωματικά υλικό, επομένως οι οίνοι ωριμάζουν και σταθεροποιούνται, χωρίς απαραίτητα να εμπλουτίζονται από τανίνες και αρώματα του ξύλου. Αντιθέτως, διατηρούν έναν αυθεντικό και φρουτώδη χαρακτήρα της ποικιλίας και του terroir.

Είναι χαρακτηριστικό, πώς με την οινοποίηση και την ωρίμανση μίας κοινής πρώτης ύλης, στην μία περίπτωση σε αμφορέα και στην άλλη σε δρύινο βαρέλι και δεξαμενή, μπορούν να παραχθούν τρία τελικά κρασιά, με πολύ διαφορετικό χημικό και οργανοληπτικό χαρακτήρα.

Η μελέτη των Rossetti και Boselli (Rossetti, Boselli 2016), αναδεικνύει την επίδραση τριών διαφορετικών περιεκτών ζύμωσης και ωρίμανσης (πήλινος αμφορέας, δρύινη δεξαμενή και ψημένο δρύινο βαρέλι), στην χημική σύσταση και στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, των οίνων της ποικιλίας Chardonnay.

3.4.2.1 Συνοπτικά, οι οινοποιήσεις της μελέτης (Rossetti, Boselli 2016)

Τα σταφύλια που συλλέχθηκαν είχαν τα εξής χαρακτηριστικά: σακχαροπεριεκτικότητα 21.9° Brix, ολική οξύτητα 7.6 g/l εκφρασμένη σε γραμμάρια τρυγικού οξέος, 2.25 g/l μηλικό οξύ και pH 3.17.

Ο αμφορέας που χρησιμοποιήθηκε είχε μικρότερο πορώδες από 6%, απορρόφηση νερού περίπου 3,5%, διάμετρο πόρων περίπου 0.05μ και ροή οξυγόνου 0.4 ml/l/month και χωρητικότητα 225l.

Στα σταφύλια έγινε αποβοστρύχωση και οι ράγες εισήλθαν στον αμφορέα όπου έγινε εμβολιασμός με εμπορικό στέλεχος *Saccharomyces cerevisiae*. Μία εβδομάδα αργότερα, η αλκοολική ζύμωση ολοκληρώθηκε και έγινε εμβολιασμός στον οίνο με γαλακτικά βακτήρια στελέχους *Oenococcus oeni* για την έναρξη της μηλογαλακτικής ζύμωσης. Όταν και η μηλογαλακτική ζύμωση ολοκληρώθηκε, τοποθετήθηκε ποσότητα ξηρού πάγου στην επιφάνεια του καπέλου των φλοιών, για την αποφυγή οξείδωσης. Τέλος, ο αμφορέας σφραγίστηκε με το καπάκι του (επίσης πήλινο με κεντρικό άνοιγμα για την έξοδο του CO₂ και στεφάνι σιλικόνης το οποίο εφάπτεται στα χείλη του αμφορέα). Ο οίνος παρέμεινε με τα στέμφυλα μέχρι τον Μάρτιο (ο τρύγος έγινε τέλος Αυγούστου), δηλαδή συνολικά, η ωρίμανση διήρκησε έξι μήνες. Στην συνέχεια, ο οίνος διαχωρίστηκε από τα στέμφυλα και μεταφέρθηκε σε ανοξειδωτή δεξαμενή, όπου παρέμεινε για άλλους δύο μήνες πριν την εμφιάλωση.

Για την οινοποίηση στα δρύινα βαρέλια και στις δρύινες δεξαμενές, χρησιμοποιήθηκαν τα υπόλοιπα 70 κιλά σταφυλιών του τρύγου. Στα σταφύλια έγινε αποβοστρύχωση, έκθλιψη και ψύξη στους 10° C. Στην συνέχεια πιέστηκαν ελαφρά σε πνευματικό πιεστήριο, με σταδιακά αυξανόμενες πιέσεις (0.2 bar), μέχρι την παραλαβή του 72% του αρχικού όγκου σε γλεύκος. Το γλεύκος μεταφέρθηκε σε ψυχόμενη δεξαμενή χωρητικότητας 8 τόνων, όπου έγινε προζυμωτική διαύγαση για 34 ώρες, στους 12° C. Έγινε περαιτέρω διαύγαση με flotation, ακολούθησε μετάγγιση του γλεύκους σε δεξαμενή ίδιας χωρητικότητας και θέρμανση της δεξαμενής στους 18° C. Εκεί έγινε εμβολιασμός με το ίδιο στέλεχος ζυμομύκητα που χρησιμοποιήθηκε στον αμφορέα και επιπλέον προσθήκη απενεργοποιημένων κυττάρων ζυμών ως θρεπτικά. Το γλεύκος μοιράστηκε σε δύο ουδέτερες (όχι ψημένες) δρύινες δεξαμενές, χωρητικότητας 20hl έκαστος και τρία, ίδιου ψησίματος δρύινα βαρέλια των 225l. Στο τέλος της αλκοολικής ζύμωσης, έγινε εμβολιασμός με γαλακτικά βακτήρια στελέχους *Oenococcus oeni* για την έναρξη της μηλογαλακτικής ζύμωσης. Κάθε εβδομάδα πραγματοποιείται ανακάτεμα (battonage), για τους τρεις πρώτους μήνες. Τέλος, στα βαρέλια και τις δεξαμενές, έγινε προσθήκη θειώδους (25ml/l) και η ωρίμανση συνεχίστηκε στους ξύλινους περιέκτες μέχρι τον Μάρτιο, συνολικά για έξι μήνες. Στο τέλος της διάρκειας αυτής, έγινε μετάγγιση του οίνου σε ανοξειδωτή δεξαμενή, όπου παρέμεινε για δέκα μέρες σε θερμοκρασία 3° C και επιπλέον μετάγγιση σε γειτονική δεξαμενή σε χαμηλή θερμοκρασία. Τέλος, έγινε φιλτράρισμα και ο οίνος εμφιαλώθηκε.

3.4.2.2 Διαφορές στις χημικές παραμέτρους κατά την ζύμωση και ωρίμανση των οίνων

Στην αρχή της ωρίμανσης παρατηρούνται μικρές διαφορές μεταξύ των οίνων, κυρίως σε ότι αφορά το ξηρό εκχύλισμα και την πτητική οξύτητα. Ο οίνος του αμφορέα παρουσιάζει αυξημένη ποσότητα ξηρού εκχυλίσματος σε σχέση με τους οίνους στους ξύλινους περιέκτες, ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό πτητικής οξύτητας αντιστοιχεί στο κρασί του βαρελιού. Στην διάρκεια της ωρίμανσης, ο οίνος του αμφορέα διαφοροποιείται σημαντικά, τόσο στατιστικά όσο και οργανοληπτικά.

Το ξηρό εκχύλισμα μειώθηκε και στους τρεις οίνους, ωστόσο ο οίνος του αμφορέα είχε την μεγαλύτερη ποσότητα, πράγμα που οφείλεται στην εκχύλιση συστατικών από τους φλοιούς και τα γίγαρτα, όπως τανίνες, χρωστικές ουσίες, οργανικά οξέα, άλατα, γλυκερόλη και κολλοειδείς ενώσεις. Το αποτέλεσμα αυτό, έρχεται σε αντίθε-

ση με την μελέτη των Baiano et al (Baiano et al, 2014), στην οινοποίηση της λευκής ποικιλίας Falanghina, σε αμφορέα και δεξαμενή ίνοξ, όπου το ξηρό εκχύλισμα έμεινε σταθερό μετά από έξι μήνες ωρίμανσης.

Και στους τρεις οίνους μειώθηκε επίσης το μηλικό οξύ και η ολική οξύτητα, με τον οίνο του αμφορέα να παρουσιάζει την χαμηλότερη οξύτητα, χωρίς ωστόσο να υπάρξει στατιστική διαφορά. Οι ερευνητές, το αποδίδουν στο ενδεχόμενο να εκχυλίστηκε σημαντική ποσότητα καλίου από τους φλοιούς στον οίνο του αμφορέα, και να δημιουργήθηκαν περισσότερα τρυγικά άλατα, με αποτέλεσμα την μεγαλύτερη αυτή μείωση της οξύτητας, στον οίνο του αμφορέα. Όσον αφορά την μηλογαλακτική ζύμωση, το μηλικό οξύ, καταναλώθηκε ταχύτερα στον αμφορέα σε σχέση με τους άλλους περιέκτες. Το γεγονός αυτό, οφείλεται επίσης στην παραμονή του οίνου με τους φλοιούς. Στην επιφάνεια των φλοιών, περιέχονται άγρια στελέχη γαλακτικών βακτηρίων, τα οποία είναι πιθανόν να συμμετέχουν κυρίως στην ολοκλήρωση της μηλογαλακτικής ζύμωσης. Αντίθετα, στα δρύινα βαρέλια, η μετατροπή του μηλικού σε γαλακτικό οξύ παρουσίασε σχετική καθυστέρηση, πιθανότατα επειδή οι τανίνες που εκχυλίστηκαν από το ξύλο, λειτούργησαν παρεμποδιστικά ως προς την διεργασία των βακτηρίων.

Στο τέλος της μηλογαλακτικής ζύμωσης, στα βαρέλια και στις δρύινες δεξαμενές, έγινε μικρή προσθήκη μεταδιθεικού καλίου (potassium metabisulphite). Με την προσθήκη αυτή, παρατηρήθηκε μία απότομη αύξηση της πτητικής οξύτητας, που στην συνέχεια όμως σταθεροποιήθηκε, με τιμές γύρω στο 0.4 g/l. Ο οίνος στο δρύινο βαρέλι παρουσίασε την υψηλότερη τιμή πτητικής οξύτητας σε σχέση με τον οίνο του αμφορέα και της δρύινης δεξαμενής, γεγονός που σύμφωνα με τους ερευνητές δεν οφείλεται μόνο στην μικρή προσθήκη θειώδους στον οίνο αλλά και στην επίδραση του περιέκτη. Το αυξημένο πορώδες του βαρελιού, ενόησε την μεταφορά οξυγόνου στο κρασί και κατά συνέπεια την δημιουργία οξικού οξέος μέσω της οξειδωσης (Rossetti, Boselli 2016).

3.4.2.3 Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

3.4.2.4 Φαινολικά συστατικά

Στους οίνους της έρευνας, ανιχνεύθηκαν και ταυτοποιήθηκαν με UHPLC-ESI(-)-QToF/MS, συνολικά 11 φαινολικά συστατικά που αντιστοιχούν κυρίως σε υδροξυκιναμωμικά οξέα και τους εστέρες τους. Αυτά είναι: καφεϊκό οξύ, p-κουμαρικό οξύ, σις και τρανς-κουταρικό οξύ, κανταρικό οξύ, γλουταθειονυλο καφταρικό οξύ και καφεϊκός αιθυλεστέρας. Ανιχνεύθηκαν επίσης γαλλικό οξύ, πρωτοκατεχουικό οξύ, (+)-κατεχίνη και (-)-επικατεχίνη. Οι μεγαλύτερες ποσότητες (+)-κατεχίνης και καφεϊκού οξέος βρέθηκαν στον οίνο του αμφορέα ενώ το κανταρικό οξύ και το τρανς-κουταρικό οξύ ανιχνεύθηκαν στις μικρότερες ποσότητες για τον οίνο αυτό. Σύμφωνα με την PCA, τα φαινολικά συστατικά που σχετίζονται περισσότερο με τον οίνο του αμφορέα, είναι: η κατεχίνη, το καφεϊκό οξύ, το p-κουμαρικό οξύ, η επικατεχίνη και το πρωτοκατεχουικό οξύ. Το γαλλικό οξύ, καφεϊκός αιθυλεστέρας (ET), γλουταθειονυλο καφταρικό οξύ (GRP), το κανταρικό οξύ και το τρανς-κουταρικό οξύ, σχετίζονται περισσότερο με τον οίνο στους δρύινους περιέκτες και ο οίνος της δρύινης δεξαμενής περιείχε την μεγαλύτερη ποσότητα γαλλικού οξέος. Γενικά, κατά την ωρίμανση και παλαίωση των οίνων, παρατηρείται πως στους δρύινους περιέκτες, πραγματοποιούνται αντιδράσεις συμπλοκοποίησης προς την δημιουργία εστεροποιημένων γραμμικών και διακλαδωμένων οργανικών οξέων με αιθανόλη και άλλες αλκοόλες, στην δρύινη δεξαμενή και στο δρύινο βαρέλι αντίστοιχα. Αντίθετα, οι οίνοι του αμ-

φορέα χαρακτηρίζονται περισσότερο από ελεύθερα φαινολικά οξέα και ανώτερες πτητικές αλκοόλες.

3.4.2.5 Πτητικά συστατικά

Συνολικά, 44 πτητικές ενώσεις που διαμορφώνουν το αρωματικό προφίλ των οίνων, ανιχνεύθηκαν και ταυτοποιήθηκαν μέσω GC-MS και αντιστοιχούν κυρίως σε εστέρες, αιθύλ-εστέρες και αλκοόλες. Σύμφωνα με την PCA, ο οίνος του αμφορέα διαφοροποιείται σημαντικά από τους οίνους στους ξύλινους περιέκτες. Γενικά, η ανάλυση δείχνει πως οι ανώτερες πτητικές αλκοόλες σχετίζονται περισσότερο με τον αμφορέα, οι γραμμικοί εστέρες σχετίζονται με την δρύινη δεξαμενή και οι διακλαδισμένοι εστέρες με το δρύινο βαρέλι. Συγκεκριμένα, η 1-εξανόλη, η λεμονίνη, η 2-αιθυλ-1-εξανόλη, και η λιναλόλη χαρακτηρίζουν τους οίνους του αμφορέα, ο προπιονικός αιθυλεστέρας, εξανοϊκό αιθύλιο, 2-αιθυλεξανοϊκός αιθυλεστέρας, 2-εννεανόνη, οκτανοϊκός αιθυλεστέρας, δεκανοϊκός αιθυλεστέρας και δωδεκανοϊκός αιθυλεστέρας, χαρακτηρίζουν τους οίνους της δρύινης δεξαμενής και ο 2-μεθυλ-προπανοϊκός αιθυλεστέρας, 2-μεθυλ-βουτανοϊκός αιθυλεστέρας, 3-μεθυλ-βουτανοϊκός αιθυλεστέρας, ιονόνη, εννεανοϊκός αιθυλεστέρας και σεσκιτερπένια, είναι χαρακτηριστικά των οίνων του δρύινου βαρελιού.

3.4.2.6 Γευστική δοκιμή

Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, στο τέλος της ωρίμανσης οι οίνοι έχουν τα εξής χαρακτηριστικά: ο οίνος του αμφορέα χαρακτηρίζεται από μικρής έντασης ποικιλιακό άρωμα, πιθανότατα λόγω παρατεταμένης επαφής του οίνου με τα στέμφυλα, ωστόσο χαρακτηρίζεται από πιο ώριμα αρώματα και λιγότερο 'άγουρο' χαρακτήρα συγκριτικά με τους οίνους από τους ξύλινους περιέκτες. Σημειώνονται επίσης αρώματα μπαχαρικών, τα οποία σχετίζονται με την καλή ωρίμανση του οίνου, παρ' όλο που αυτά δεν αντιστοιχούν σε άρωμα βανίλιας. Η παρουσία τανινών είναι πιο έντονη σε σχέση με τα κρασιά των ξύλινων δοχείων αλλά οι τανίνες χαρακτηρίζονται μαλακές, προσδίδοντας ευχάριστη γεύση στον οίνο. Ο οίνος του βαρελιού χαρακτηρίζεται από έντονο άρωμα βανίλιας και αρώματα ξύλου, υπάρχει το στοιχείο της φρεσκάδας και της αρμονίας. Στον οίνο της δεξαμενής, βρίσκονται σε ισορροπία το φρουτώδες και το άρωμα μπαχαρικών και συγχρόνως γίνονται αντιληπτές, ελαφριές νότες ξύλου και βανίλιας. Σύμφωνα με τους δοκιμαστές, ο οίνος της δρύινης δεξαμενής είναι ο πιο πλήρης και ισορροπημένος. Γίνονται επίσης συστάσεις για blending με τον οίνο του αμφορέα και του βαρελιού.

Μετά από έξι μήνες παλαιώσης στο μπουκάλι, τέσσερα βασικά στοιχεία διαφοροποιούν τον οίνο του αμφορέα από τους οίνους στους ξύλινους περιέκτες. Η στυπτικότητα, ο διαλύτης, το φρουτώδες και η ένταση του χρώματος. Συγκεκριμένα, ο οίνος του αμφορέα χαρακτηρίζεται περισσότερο από πράσινα, βοτανικά αρώματα και άρωμα διαλύτη, γεγονός που πιθανώς σχετίζεται με την παρουσία των 2-αιθυλ-1-εξανόλη και 1-εξανόλη στον οίνο αυτό και έντονο αλλά ευχάριστο τανικό χαρακτήρα, που οφείλεται στις αυξημένη ποσότητα φαινολικών οξέων (πρωτοκατεχικό, p-κουμαρικό και καφεϊκό οξύ). Ο οίνος του αμφορέα έχει την μικρότερη ένταση χρώματος σε σχέση με τους άλλους δύο οίνους.

3.4.3 Σύγκριση με τσιμεντένια δεξαμενή, τσιμεντένιο αυγό

Στην οικογένεια της κεραμικής, εκτός από τους πήλινους αμφορείς, ανήκουν και οι περιέκτες φτιαγμένοι από τσιμέντο. Πρόκειται για ένα υλικό, του οποίου η χρήση όπως και ο πήλος, μετά από πολλά χρόνια, εμφανίζεται ξανά στον χώρο της οινοποιίας, με σύγχρονες τεχνολογίες κατασκευής. Πριν την εμφάνιση της ανοξειδωτής δεξαμενής, οι τσιμεντένιες δεξαμενές, αποτελούσαν για πολλά χρόνια το πιο διαδεδομένο μέσο ζύμωσης και ωρίμανσης του οίνου. Τα τελευταία χρόνια, δημιουργούνται νέες, εξελιγμένες μορφές τσιμεντένιας δεξαμενής, όπως για παράδειγμα το τσιμεντένιο αυγό ή και διαφορετικής γεωμετρίας κατασκευές, που εκτός από το εμπορικό κίνητρο, έχουν και ιδιαίτερο οινολογικό ενδιαφέρον.

Όπως ακριβώς συμβαίνει και με τον πήλο, το τσιμέντο είναι και αυτό υλικό που ‘αναπνέει’ και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ζύμωση ή/και για την ωρίμανση του οίνου, αφού μέσω των πόρων του, πραγματοποιείται μικροοξυγόνωση, της οποίας η δράση θεωρείται ευεργετική για τους οίνους που ωριμάζουν. Επιπλέον, και στην περίπτωση αυτή, η γεωμετρία της τσιμεντένιας αυτής ωειδούς δεξαμενής, ευνοεί την δημιουργία κινήσεων ‘vortex’ (κινήσεις Μπράουν) στο εσωτερικό της, με αποτέλεσμα να πραγματοποιείται ένα είδος φυσικού battonage, κατά την ωρίμανση του οίνου με τις λεπτές οινολάσπες. Τέλος, όπως και ο αμφορέας, το τσιμεντένιο αυγό, αποτελεί ένα εναλλακτικό μέσο ωρίμανσης του οίνου, όπου δεν είναι απαραίτητη η μεταφορά αρωμάτων και φαινολικών συστατικών του ξύλου στον οίνο, επιτρέποντάς του να διατηρεί τον αυθεντικό του χαρακτήρα.

Αρκετές είναι οι έρευνες που πραγματοποιούνται με σκοπό την μελέτη της επίδρασης της τσιμεντένιας δεξαμενής, στα χημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του οίνου και την ανάδειξη των διαφορών και των ομοιοτήτων του παραγόμενου οίνου, σε σύγκριση με τον αμφορέα και άλλους περιέκτες.

3.4.3.1 Αλκοολική ζύμωση

Οι ομοιότητες στην κινητική της αλκοολικής ζύμωσης μεταξύ του πήλινου και του τσιμεντένιου περιέκτη (τσιμεντένιο αυγό) είναι περισσότερες από τις διαφορές τους. Έχει παρατηρηθεί σε κάποιες έρευνες, όπου η ζύμωση του γλεύκους έγινε με εμβολιασμό εμπορικού στελέχους ζυμομύκητα, πως η αλκοολική ζύμωση ολοκληρώθηκε νωρίτερα στον πήλινο και τσιμεντένιο περιέκτη από ότι στην ανοξειδωτή δεξαμενή (Cortiella et al. 2020). Το γεγονός αυτό, σύμφωνα με τους ερευνητές έχει να κάνει με το υλικό κατασκευής του περιέκτη και στην περίπτωση του πήλου και του τσιμέντου, η ανταλλαγή αερίων (διαφυγή του διοξειδίου του άνθρακα και εισαγωγή μικρού ποσοστού οξυγόνου) μέσω των πόρων των υλικών αυτών ευνοεί την κινητική της αλκοολικής ζύμωσης. Αντίθετα, η επίδραση του περιέκτη στην ζύμωση, όταν η τελευταία πραγματοποιείται αυθόρμητα ή με εμβολιασμό φυσικών ζυμομυκήτων, είναι μικρότερη. Στις περιπτώσεις αυτές, η ζύμωση ολοκληρώνεται πιο αργά, κάποιες φορές χρειάζεται έως και την διπλάσια διάρκεια (Uscidda N. 2012) σε σχέση με μία ανοξειδωτή δεξαμενή.

3.4.3.2 Οξύτητα του οίνου

Η οξύτητα και το pH του οίνου, αποτελεί μία παράμετρο που επηρεάζεται άμεσα και σε μεγάλο βαθμό από το είδος του περιέκτη της οινοποίησης. Οι κατασκευαστές κεραμικών δοχείων οινοποίησης, συστήνουν την επεξεργασία των δοχείων αυτών (πήλινα και τσιμεντένια) με διαλύματα τρυγικού οξέος και αυτό γιατί κατά οινοποίηση μπορεί να απελευθερωθούν στο κρασί ανόργανα στοιχεία από τα τοιχώματα των δοχείων, υπό το φαινόμενο της όξινης υδρόλυσης, αφού το κρασί αποτελεί ένα όξινο, υδροαλκοολούχο διάλυμα (pH~3). Το 2009, πραγματοποιήθηκε έρευνα στην Κορσι-

κή, από την *Uscidda N.*, με σκοπό την μελέτη της επίδρασης της τσιμεντένιας ωοειδούς δεξαμενής, στα χημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του λευκού οίνου της ποικιλίας *Vermentinu* (*Uscidda 2012*). Στην μελέτη αυτή, παρατηρήθηκε μείωση της ολικής οξύτητας του οίνου στο τέλος της μηλογαλακτικής ζύμωσης, σε σχέση με την ανοξειδωτή δεξαμενή όπου έμεινε σταθερή, αλλά σημαντικότερη ήταν η μείωση αυτή μετά από 3,5 μήνες ωρίμανσης του οίνου. Το ίδιο συνέβη και στις μελέτες των *Cortiella et al. 2020, 2021*, οινοποίηση και ωρίμανση των οίνων σε διάφορους περιέκτες μεταξύ των οποίων ο αμφορέας και τσιμεντένια δεξαμενή. Και εκεί η μείωση της ολικής οξύτητας ήταν σημαντική, τόσο μετά την αλκοολική ζύμωση, όσο και μετά από εξάμηνη ωρίμανση των οίνων στις οινολάσπες, με τον οίνο της τσιμεντένιας δεξαμενής να παρουσιάζει την μικρότερη τιμή ολικής οξύτητας (μικρότερη ακόμη και από τον αμφορέα) και την μεγαλύτερη τιμή pH. Οι αλλαγές αυτές της οξύτητας και του pH οφείλονται πιθανότατα στην απελευθέρωση αρκετής ποσότητας κατιόντων, κυρίως μαγνησίου και ασβεστίου, αλλά και νατρίου, μαγγανίου και σιδήρου από τα τοιχώματα του τσιμεντένιου αυγού, ενισχύοντας την δημιουργία τρυγικών αλάτων στον οίνο αυτόν. Στο μεταξύ, το φαινόμενο αυτό εμπλουτισμού του οίνου με ιόντα δεν παρατηρήθηκε και στον αμφορέα (*Cortiella et al. 2020*).

Ένα ακόμη οργανικό οξύ του οποίου τα επίπεδα διαφοροποιούνται αναλόγως τον περιέκτη οινοποίησης, είναι το κιτρικό οξύ. Τόσο στον αμφορέα, όσο και στο τσιμεντένιο αυγό, το κιτρικό οξύ μπορεί να βρίσκεται έως και σε διπλάσια ποσότητα από αυτή που υπάρχει στον οίνο της ανοξειδωτής δεξαμενής (*Cortiella et al. 2020*). Το γεγονός αυτό σχετίζεται επίσης με το υλικό του περιέκτη. Κατά την αλκοολική ζύμωση, το οξυγόνο που εισέρχεται μέσω των πόρων των δοχείων αυτών, ενισχύοντας την παραγωγή κιτρικού οξέος από τους ζυμομύκητες, σαν δευτερογενή μεταβολίτη.

3.4.3.3 Αρωματικό προφίλ

Μεταξύ των αρωματικών ενώσεων που βρέθηκαν και ταυτοποιήθηκαν στην μελέτη του *vermentino* (*Uscidda 2012*), διακρίνονται ανώτερες αλκοόλες, αιθυλικοί εστέρες και τερπένια. Από τα αρώματα που παράχθηκαν κατά την διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης, πέντε βρίσκονται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις στον οίνο της τσιμεντένιας δεξαμενής, σε σχέση με το κρασί της δεξαμενής ίνοξ και γίνονται ελαφρώς περισσότερο αντιληπτά στην γευστική δοκιμή. Συγκεκριμένα, ο ισοαμυλικός εστέρας (μπανάνα), ο δεκανικός αιθυλεστέρας (άνθη), ο βουτανικός αιθυλεστέρας (ανανάς και κόκκινα φρούτα), ο εξανικός αιθυλεστέρας (πράσινο μήλο, φράουλα) και ο οκτανικός αιθυλεστέρας (άνθη). Τα τερπένια, βρίσκονταν σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στον οίνο της δεξαμενής ίνοξ (*Uscidda 2012, Cortiella 2020*), ενώ στο τέλος της ωρίμανσης των οίνων (3,5 μήνες αργότερα), μειώνονται δραματικά με αποτέλεσμα ο οίνος της τσιμεντένιας δεξαμενής να περιέχει μεγαλύτερες συγκεντρώσεις, ειδικά για την περίπτωση της κιτρονελόλης και της λιναλόλη (*Uscidda 2012, Cortiella 2021*). Αντίθετα, η γερανιόλη είναι χαρακτηριστική στο τέλος της ωρίμανσης για τον οίνο της ανοξειδωτής δεξαμενής.

Τέλος, αξιοσημείωτη είναι η διαφορά μεταξύ της τσιμεντένιας δεξαμενής και του αμφορέα, όσον αφορά τις αρωματικές ενώσεις μέσης αλυσίδας ανθράκων. Παρατηρείται πως στους οίνους της τσιμεντένιας δεξαμενής, οι συγκεντρώσεις αρωματικών ενώσεων αλυσίδας ανθράκων C_6 , C_8 , C_{10} , C_{12} , και C_{14} είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις στους οίνους του αμφορέα ενώ σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις βρίσκονται οι αρωματικές ενώσεις με C_7 στους οίνους του αμφορέα (*Cortiella et al. 2020, 2021*). Τα αρωματικά συστατικά με C_{10} , C_{12} , και C_{14} , σχετίζονται με τον μεταβολισμό των λιπαρών οξέων από τους ζυμομύκητες, και η συγκέντρωσή τους στον

οίνο, εξαρτάται από την παρουσία οξυγόνου κατά την διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης. Οι συγκεντρώσεις τους μειώνονται, όσο αυξάνεται το διαλυτό οξυγόνο στο γλεύκος. Έτσι μπορούμε να υποθέσουμε, πως τα επίπεδα οξυγόνου ήταν μικρότερα στην διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης, στην τσιμεντένια δεξαμενή, σε σύγκριση με τον αμφορέα.

3.4.3.4 Φαινολικά συστατικά

Το είδος και οι συγκεντρώσεις των φαινολικών συστατικών στους λευκούς οίνους της τσιμεντένιας δεξαμενής και του αμφορέα στην μελέτη των Cortiella et al. (Cortiella et al. 2020, 2021), δεν εμφανίζουν σημαντικές διαφορές. Τα φαινολικά συστατικά που ταυτοποιήθηκαν και ποσοτικοποιήθηκαν, αντιστοιχούν κυρίως υδροξυκιναμωμικά οξέα, γεγονός αναμενόμενο, αφού τα σταφύλια πιέστηκαν αμέσως μετά τον τρύγο που πραγματοποιήθηκε χειρωνακτικά. Διαφορές μεταξύ των φαινολικών ενώσεων στους οίνους, δεν βρέθηκαν ούτε μετά την εξάμηνη ωρίμανση στις οινολάσπες (Cortiella et al. 2021). Επομένως, το είδος του περιέκτη (ενοώντας πήλινο ή τσιμεντένιο περιέκτη), δεν επιδρά στο είδος και την συγκέντρωση των φαινολικών συστατικών ενός οίνου.

Πίνακας 5. Σύγκριση φυσικών χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων των περιεκτών

	Υλικό κατασκευής	Πορώδες - μικροοξυγόνωση	Χωρητικότητα	Κατασκευή	Προστασία του οίνου από θερμικές εναλλαγές
Δεξαμενή ίνοξ	Ανοξείδωτος χάλυβας τύπου AISI 316 ή 304	-	500 -60.000 l	Κατασκευή με συγκόλληση. Σύντομη διάρκεια κατασκευής.	+
Ξύλινο βαρέλι	Αμερικάνικη και ευρωπαϊκή δρυς, είδους <i>Quercus alba</i> <i>Quercus robur</i> <i>Quercus petraea</i> <i>Quercus garryana</i>	+ έως ++ 0.68 mg O ₂ /μήνα 11.3 mg O ₂ /μήνα	225 l- 228 l (το πιο κοινό μέγεθος για οίνους)	Χειρωνακτικά και μηχανική παρέμβαση. Ξήρανση ξύλου δρυός. Επεξεργασία δρυγών, τοποθέτηση, κάψιμο. Σύντομη διάρκεια κατασκευής αλλά τουλάχιστον 2 χρόνια ξήρανση του ξύλου.	++
Ξύλινη δεξαμενή	δρυς	+	500 l- 30.000 l	Χειρωνακτικά και μηχανική παρέμβαση. Ξήρανση ξύλου δρυός.	++

				Επεξεργασία δουγών, τοπο- θέτηση, κάπι- μο. Σύντομη διάρκεια κα- τασκευής αλλά τουλάχιστον 2 χρόνια ξήραν- ση του ξύλου.	
Πήλιος αμφορέας	Πηλός δια- φορετικής σύστασης αναλόγως την γεωγρ/κή προέλευση Αμφορείς τύπου γκρε και τερρακό- τα	+ αμφορέας γκρε ++ κβέβρι Εξαρτάται από την T ^ο ψησίματος 0.4 mg/l/μήνα- 10 mg/l/μήνα	150 – 1600 l	Χειρωνακτικά, με συγκόλλη- ση ή σε ενιαίο κομμάτι. Στέγνωμα. Ψήσιμο. Χημική επε- ξεργασία πριν την χρήση. 4 μήνες διάρ- κειας κατα- σκευής.	+++
Τσιμεντένια δεξαμενή	Μπετόν	+	7.1 - 10.400 l	Μηχανική πα- ρέμβαση. Χρήση καλου- πιού και με- ταλλικού σκε- λετού. Στέγνωμα. Χημική επε- ξεργασία πριν την χρήση. 10-12 μέρες διάρκειας κα- τασκευής.	+++

+++ : σημαντικό ++ : μέτριο + : ασθενές - : καθόλου

	Δυσκολία διαχείρισης αλκοολικής ζύμωσης	Δυσκολία υγιεινής και συντήρησης περιέκτη	Πιθανότητα προσβολής από Μικρο /σμούς
Δεξαμενή ίνοξ	- δυνατότητα διαχείρισης ακόμη και μέσω λογισμικού συστήματος συνδεδεμένο με την δεξαμενή.	- Εύκολο καθαρίσματος και συντήρηση. Δυνατότητα χρήσης χημικών.	-
Ξύλινο βαρέλι	+++	+++ Συχνά υπολείμματα στους πόρους. Χρήση θειώδους ανυδρίτη.	++
Ξύλινη δεξαμενή	++	++ Ευκολότερη του βαρελιού λόγω μεγέθους και γεωμετρίας.	++
Πήλινος αμφορέας	++	++ μη χρήση χημικών λόγω χημικής διάβρωσης	++
Τσιμεντένια δεξαμενή	+	++ Μη χρήση χημικών λόγω χημικής διάβρωσης	++

+++ : σημαντικό ++ : μέτριο + : ασθενές - : καθόλου

Πίνακας 6. Επίδραση του περιέκτη στα χαρακτηριστικά του οίνου

	Τ° A. Ζύμωσης	Μείωση ολικής οξύτητας και pH	Φρουτώδες	Σώμα λιπαρότητα	Χρόνος ωρίμανσης/παλαίωσης έως την εμφιάλωση
Δεξαμενή ίνοξ	+++ ~28-30° C στο πικ της A.Z	+	+++	+	+++
Ξύλινο βαρέλι	+++	+	++	+++	+++ ~12-18 μήνες
Ξύλινη δεξαμενή	+++	+	+++	++	+++ ~ 12-18 μήνες
Πήλινος αμφορέας	++ ~ 22-23° C στο πικ	+ - ++ Απαραίτητη επεξεργασία με διάλυμα τρυγικού οξέος	+++	+++	++ ~ 9-10 μήνες
Τσιμεντένια δεξαμενή	++	++ - +++ Απαραίτητη επεξεργασία με διάλυμα τρυγικού οξέος	+++	+++	++ ~ 9-12 μήνες

+++ : σημαντικό ++ : μέτριο + : ασθενές - : καθόλου

3.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα χρήσης πήλινου αμφορέα

3.5.1 Πλεονεκτήματα

3.5.1.1 Έκφραση του οίνου στον αμφορέα

Ο βασικότερος σκοπός της χρήσης πήλινου αμφορέα, είναι η ωρίμανση ενός οίνου σε έναν περιέκτη, διαφορετικό από το ξύλινο βαρέλι, όπου ναί μεν, ο οίνος ωριμάζει και παλαιώνει αλλά συγχρόνως, ο περιέκτης αυτός δεν εμπλουτίζει τον οίνο με εξωγενή συστατικά του ξύλου, όπως ελαγιτανίνες και αρώματα ψημένου και βανίλιας. Αντίθετα με το βαρέλι, ο πήλος αποτελεί ουδέτερο υλικό και δεν μεταφέρει συστατικά στον οίνο, τα οποία θα επισκίαζαν τα αρχικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του. Ουσιαστικά, ένα κρασί διατηρεί μία γνήσια έκφραση της ποικιλίας μέσα στον πήλινο αμφορέα. Διατηρεί το φρουτώδες του, εκφράζεται η ορυκτότητα του. Επιπλέον, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, η οινοποίηση στον αμφορέα είναι τύπου φυσική οινοποίηση και με ελάχιστες παρεμβάσεις και για το λόγο αυτό η αυθεντικότητα και τα χαρακτηριστικά του κάθε terroir εκφράζονται καλύτερα, μέσα από τους οίνους αυτούς. Αυτό δεν σημαίνει ότι σε ένα δρύινο βαρέλι δεν μπορεί να παραχθούν φυσικοί οίνοι, ωστόσο δεν είναι λίγοι οι οινοποιοί που υποστηρίζουν την άποψη, πως λανθασμένα, συμπεριλαμβάνεται το βαρέλι στο terroir ενός οίνου, πόσο μάλλον όταν αυτό είναι καινούριο.

3.5.1.2 Αμφορέας και κατηγορίες οίνων

Ο πλήνιος αμφορέας δεν αφορά οίνους που παράγονται αποκλειστικά με φυσική οινοποίηση. Αντιθέτως, ο αμφορέας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οποιαδήποτε κατηγορία και στυλ οίνου, για την ζύμωση ή/και την ωρίμανση και παλαίωσή του. Όπως για παράδειγμα, αναφέρει ο οινολόγος και τεχνικός διευθυντής του Chateau Kefraya, στην κοιλάδα Μπεκάα, στο Λίβανο, το Tempranillo του κτήματος, ζυμώνει και ωριμάζει για ένα χρόνο σε τσιμεντένια δεξαμενή και στην συνέχεια μεταγγίζεται σε πήλινους αμφορείς, όπου παλαιώνει για επιπλέον 12 με 18 μήνες. Τα οινοποιεία επιλέγουν την χρήση αμφορέα γιατί επιθυμούν να διατηρήσουν αποκλειστικά τον φρουτώδη χαρακτήρα ενός οίνου.

3.5.1.3 Ανταλλαγή αερίων και μικροοξυγόνωση

Μία από της ουσιαστικότερες ιδιότητες του αμφορέα είναι η ικανότητά του να επιτρέπει μία φυσική ροή οξυγόνου στον οίνο, μέσω των πόρων του. Τα επίπεδα μικροοξυγόνωσης του αμφορέα, μπορεί να είναι παρόμοια με τα αντίστοιχα ενός καινούργιου βαρελιού. Έχει παρατηρηθεί, πως σε ένα δρύινο βαρέλι, το 50% της ποσότητας οξυγόνου που μεταφέρεται στον οίνο τον χρόνο, πραγματοποιείται στους πρώτους τέσσερις μήνες, ενώ στην συνέχεια, η μεταφορά αυτή επιβραδύνεται. Στους σύγχρονες κατασκευής αμφορείς, η μικροοξυγόνωση εξελίσσεται ομαλότερα και με μεγαλύτερη συνοχή στην διάρκεια του χρόνου. Επιπλέον, το πορώδες ενός αμφορέα και κατά συνέπεια τα επίπεδα μικροοξυγόνωσης του οίνου, αποτελεί μία παράμετρο που εξαρτάται από την θερμοκρασία ψησίματος του περιέκτη και μπορεί να προσαρμόζεται αναλόγως το αποτέλεσμα που επιθυμεί ο κάθε οινοπαραγωγός.

3.5.1.4 Θερμική μόνωση

Ο πηλός, έχει την φυσική ιδιότητα να διατηρεί την θερμοκρασία του οίνου σε χαμηλά επίπεδα, παρέχοντας, μία καλή, θερμική μόνωση. Προστατεύει τον οίνο από τις μεγάλες και απότομες αλλαγές της θερμοκρασίας, κατά την διάρκεια της ωρίμανσης, που μπορούν να αλλοιώσουν και να υποβαθμίσουν την ποιότητα των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του. Έτσι, διατηρούνται τα αρωματικά συστατικά που προσδίδουν στον οίνο φρεσκάδα.

3.5.1.5 Γεωμετρία του αμφορέα και κινητική ενέργεια στο εσωτερικό

Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα στην χρήση του αμφορέα, αποτελεί η κινητική ενέργεια που δημιουργείται στο εσωτερικό του. Η γεωμετρία του αμφορέα εκτός από το ρόλο που παίζει στην καθίζηση των γλυκολασπών, των οινολασπών και των γιγάρτων, καθορίζει και τον τρόπο μετάδοσης της θερμικής ενέργειας, δηλαδή τις κινήσεις της συναγωγής. Τα μικρά σωματίδια, αυτολυμμένα κύτταρα, αρωματικές ενώσεις και άλλα συστατικά που εκχυλίζονται από τους φλοιούς, υπό το φαινόμενο της κίνησης Μπράουν, εκτελούν επαναλαμβανόμενες κυκλικές κινήσεις στο εσωτερικό του αμφορέα. Η συνεχής αυτή επαφή τους με τον οίνο, τον εμπλουτίζει με αρώματα και του προσδίδει το χαρακτηριστικό του λιπαρού (ενισχύει δηλαδή το σώμα του οίνου). Με την φυσική αυτή λειτουργία του αμφορέα, εκτελείται ουσιαστικά ένα φυσικό batonnage, χωρίς να είναι απαραίτητη η ανθρώπινη παρέμβαση.

3.5.1.6 Πρωτεϊνική σταθεροποίηση

Τα εσωτερικά τοιχώματα του αμφορέα, είναι αρνητικά φορτισμένα λόγω της παρουσίας των ορυκτών της αργίλου και το γεγονός αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να δημιουργούν δεσμούς με τις πρωτεΐνες του οίνου οι οποίες είναι θετικά φορτισμένες. Τα σύμπλοκα που δημιουργούνται καθιζάνουν στον πυθμένα του αμφορέα, απομακρύνοντας με τον τρόπο αυτό την περίσσεια πρωτεϊνών από τον οίνο. Ο μηχανισμός αυτός ουσιαστικά πραγματοποιεί μία φυσική πρωτεϊνική σταθεροποίηση στον οίνο. Κατά συνέπεια, η χρήση του μπεντονίτη για τον σκοπό αυτό, δεν θεωρείται πλέον απαραίτητη, όπως συμβαίνει σε άλλου είδους οινοποιήσεις.

3.5.1.7 Υγιεινή και καθάρισμα

Όσον αφορά την υγιεινή των σύγχρονων αμφορέων, οι κατασκευαστές, συνιστούν το καθάρισμα να γίνεται απλά με ζεστό νερό, θερμοκρασίας που να μην ξεπερνάει τους 105°C, για την απομάκρυνση των τρυγικών αλάτων. Σε περίπτωση που αυτά δεν υποχωρούν, επιτρέπεται η χρήση αραιού διαλύματος (1.5%) ανθρακικού νατρίου (στάχτη σόδας), και το πλύσιμο να μην γίνεται με πίεση νερού (Bouchardcooparages.com). Η συντήρηση του αμφορέα θεωρείται γενικά ευκολότερη από εκείνη του βαρελιού από την άποψη πως τα βαρέλια, γίνονται με την αυξανόμενη χρήση πιο επιρρεπή σε μικροβιακές προσβολές. Στους σύγχρονους αμφορείς, ο οίνος εισχωρεί μόλις 1-2mm στα τοιχώματα, και αυτό διευκολύνει την συντήρησή τους. Επιπλέον, αμφορείς που χρησιμοποιούνται για την οινοποίηση ερυθρών οίνων, είναι δυνατόν να ξαναχρησιμοποιηθούν για λευκούς οίνους, χωρίς να μεταφέρονται σε αυτούς, χρωστικές από την προηγούμενη χρήση. Σε περίπτωση μικροβιακής προσβολής, το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με πλύσιμο του δοχείου με νερό σε θερμοκρασία ~350° C, εναλλακτικά, η καταπολέμηση της μικροβιακής ανάπτυξης γίνεται με επαναπήσιμο του εσωτερικού του δοχείου, όπως αναφέρει ο κεραμοποιός και οινοπαραγωγός Beckham A.

3.5.1.8 Ενίσχυση των εσωτερικών τοιχωμάτων του αμφορέα

Η ενίσχυση του εσωτερικού των πήλινων αμφορέων, κυρίως με κερί μέλισσας, είναι μία μέθοδος που συνηθίζουν οι παραγωγοί, ωστόσο, δεν αποτελεί και κανόνα. Η επικάλυψη αυτή, γίνεται στις περιπτώσεις όπου το πορώδες του τοιχώματος είναι μεγάλο και είτε υπάρχουν διαρροές, είτε μεγάλες ποσότητες οξυγόνου εισέρχονται στον οίνο, είτε ακόμη για την πιθανή μεταφορά συστατικών του πηλού στο κρασί. Οι παράμετροι αυτοί, όπως αναφέρεται και παραπάνω, στην σύγχρονη κεραμική, καθορίζονται από την θερμοκρασία ψησίματος του δοχείου, σε συνδυασμό με το σωστό μείγμα πηλού. Οι αμφορείς που ψήνονται σε υψηλές θερμοκρασίες, δεν έχουν ανάγκη για κάλυψη του εσωτερικού τους με κερί. Παρ' όλα αυτά, στο πλαίσιο του πειραματισμού ενός οινοπαραγωγού για την επιλογή του επιθυμητού προϊόντος και την κάλυψη των αναγκών του, αν η ενίσχυση του δοχείου με κερί δεν θεωρείται πλέον απαραίτητη, μπορεί εύκολα να αφαιρεθεί με επαναπήσιμο.

3.5.1.9 Διάρκεια ζωής

Τέλος, από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της χρήσης αμφορέα, είναι η διάρκεια ζωής του. Ένα δρύινο βαρέλι, εκτιμάται πως έχει διάρκεια ζωής κατά μέσο όρο τρία χρόνια (δηλαδή τρία γεμίσματα). Από εκεί και έπειτα, θεωρείται ουδέτερο. Αντίθετα με το βαρέλι, ο αμφορέας, δεδομένης της καλής συντήρησης και προστασίας από σπασίματα και ραγίσματα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πάντα.

3.5.2 Μειονεκτήματα

3.5.2.1 Αύξηση του pH του οίνου

Ένα από τα μειονεκτήματα της χρήσης αμφορέα είναι η επίδραση του στην οξύτητα του οίνου. Η άμεση επαφή του ηλίου με τον οίνο, σε αμφορείς που δεν έχουν υποβληθεί σε κάποια επεξεργασία, έχει σαν αποτέλεσμα το pH του οίνου να αυξάνεται, γεγονός εντελώς ανεπιθύμητο για την σταθερότητα του οίνου. Το πρόβλημα αυτό προλαμβάνεται με την επεξεργασία του εσωτερικού του δοχείου με ισχυρό διάλυμα τρυγικού οξέος, πριν από την πρώτη χρήση του αμφορέα.

3.5.2.2 Διαχείριση και μεταφορά των δοχείων

Στο χώρο του οινοποιείου, η διαχείριση και η μεταφορά των αμφορέων είναι περίπλοκη και δύσκολη. Αμφορείς μικρού όγκου, για παράδειγμα, μικρότερης χωρητικότητας των 220L, είναι εύκολα διαχειρίσιμοι και μετακινούνται χωρίς δυσκολία. Ωστόσο, αμφορείς τέτοιου όγκου δεν έχουν εμπορικό ενδιαφέρον, διότι δίνουν μόλις 150L καθαρού οίνου. Αντίθετα, μεγαλύτεροι αμφορείς (>340L), που αποδίδουν ποσότητες οίνου με εμπορικό ενδιαφέρον, είναι δύσχρηστοι στο χώρο του οινοποιείου και απαιτούν την χρήση ειδικού εξοπλισμού για την μεταφορά τους, αφού πάντα υπάρχει το ενδεχόμενο σπασίματος ή ραγίσματος των δοχείων.

3.6 Χαρακτηριστικά και ποικιλίες που οινοποιούνται και ωριμάζουν σε αμφορείς

Η οινοποίηση σε αμφορέα είναι μία μέθοδος οινοποίησης που τα τελευταία χρόνια διαδίδεται ολοένα και περισσότερο, τόσο στην Ευρώπη όσο και σε πολλές αμπελοοικονομικές περιοχές του νέου κόσμου. Προκύπτει ένα νέο στυλ κρασιού, όπου κυριαρχεί ο φρουτώδης χαρακτήρας και αναδεικνύεται η ορυκτότητα του οίνου. Η οινοποίηση σε αμφορέα είναι άμεσα συνδεδεμένη με την μέθοδο οινοποίησης skin contact, όπου για λευκές και ερυθρές ποικιλίες σταφυλιών χρησιμοποιείται η ίδια τεχνολογία οίνου. Προϋποθέτει παρατεταμένη διάρκεια παραμονής του γλεύκους (και αργότερα του οίνου) με τους φλοιούς, με αποτέλεσμα να παράγονται έντονα αρωματικοί, λευκοί οίνοι με κεχριμπαρένιο χρώμα και τανίνες (orange wines) και ερυθροί οίνοι με γεμάτο σώμα και πλούσιο σε τανίνες. Ωστόσο, μία τόσο μακρά εκχύλιση των φλοιών, αναμφισβήτητα, δεν θα ωφελούσε οποιαδήποτε ποικιλία οίνου. Οι περισσότεροι οινοπαραγωγοί που στράφηκαν στην μέθοδο αυτή, βρίσκονται ακόμη σε πειραματικό στάδιο, για την επιλογή και την καταλληλότητα της ποικιλίας για οινοποίηση σε αμφορέα με επαφή με τους φλοιούς. Στο μεταξύ, μέχρι στιγμής, ελάχιστοι είναι ακόμη οι οινοποιοί, που μετά από μακρόχρονο πειραματισμό έχουν καταλήξει τόσο στην επιλογή των ποικιλιών που θα οινοποιήσουν σε αμφορείς, όσο και στο πρωτόκολλο οινοποίησης, που αφορά την διάρκεια εκχύλισης, το σπάσιμο του καπέλου, την εισαγωγή ολόκληρων ή αποβοστρωμένων σταφυλιών στα πήλινα δοχεία κ.α., αναλόγως πάντα τα χαρακτηριστικά της κάθε ποικιλίας. Προς το παρόν, στο χώρο της οινοποιίας, επικρατεί η άποψη πως δεν είναι όλες οι ποικιλίες κατάλληλες για οινοποίηση και ωρίμανση σε πήλινους αμφορείς με τη μέθοδο skin contact, αλλά κυρίως, ποικιλίες σταφυλιών με λεπτούς φλοιούς και με πρόδρομες αρωματικές ενώσεις, όπως για παράδειγμα στην Ελλάδα, η Μαλαγουζιά, το Ζακυνθινό, η Ρομπόλα. Αρκετά συχνά, οι οινοπαραγωγοί επιλέγουν και μοσχατίζουσες λευκές ποικιλίες (πχ στην Ελλάδα, το Μοσχάτο Σπίνας) για οινοποίηση σε αμφορείς, αλλά και πιο ουδέτερες αρωματικά ποικιλίες (Ασύρτικο, Σαββατιανό) δίνουν ισορροπημένους και ολοκληρωμένους οίνους.

Στην Γεωργία, οινοποιούν στα παραδοσιακά κβέβρι, κατά κύριο λόγο ερυθρές ποικιλίες όπως το Saperavi και λευκές, όπως το Rkatsiteli, το Mtsvane και το Kisi. Στην Ιταλία, παράγονται κρασιά από αμφορείς, κυρίως από τις ποικιλίες Ribolla Pignolo, Pinot Grigio, Nosiola, Teroldego και Falanghina. Στην Γαλλία, η πλειοψηφία των οίνων σε αμφορείς αντιστοιχεί περισσότερο στους ερυθρούς οίνους των ποικιλιών Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc, Merlot, Grenache κ.ά. και των λευκών Chardonnay, Chenin, μικρόρωγο Muscat, Pinot Gris κ.ά. Στην Πορτογαλία, και συγκεκριμένα στο Alentejo, όπου οι οίνοι αμφορέων (*Vinhos de Talha*) χαρακτηρίζονται Π.Ο.Π., παράγονται κυρίως από τις ποικιλίες Roupeiro, Moreto, Antao Vaz, Arinto και Aragonez. Σε οινικές περιοχές του νέου κόσμου όπως για παράδειγμα στο Oregon, χρησιμοποιούν πήλινους αμφορείς για την οινοποίηση των γαλλικών ποικιλιών Pinot Noir, Trousseau, Pinot Gris κ.ά. Τέλος, στην Ελλάδα μεταξύ των ποικιλιών που επιλέγουν οι οινοπαραγωγοί για να οινοποιούν ή να ωριμάζουν σε αμφορείς, είναι η Μαλαγουζιά, ο Ροδίτης (παράγεται επίσης ρετσίνα από Ροδίτη σε αμφορέα), το Βιδιανό, το Μοσχάτο, το Σαββατιανό και το Ασύρτικο, η Κυδωνίτσα και οι ερυθρές Λιάτικο, Φωκιανό, Μαυροδάφνη

4 Συζήτηση- συμπεράσματα

Από τις ελάχιστες μέχρι τώρα μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί όσον αφορά το θέμα της οινοποίησης σε πήλινους αμφορείς, προκύπτει, πως πράγματι πρόκειται για ένα είδος περιέκτη, κατάλληλο τόσο για την αλκοολική ζύμωση του οίνου, όσο και για την ωρίμανση και παλαίωση αυτού. Ο πήλινος αμφορέας, αποτελεί, ένα νέο, σύγχρονο και διαφορετικό μέσο, από το δρύινο βαρέλι, που μέχρι και σήμερα, η χρήση του είναι ευρέως διαδεδομένη στον χώρο της οινοποιίας για την ωρίμανση του οίνου. Από οινολογικής άποψης, η οινοποίηση σε αμφορέα, είναι μία μέθοδος, η οποία παρουσιάζει διπλό όφελος: από την μία πλευρά, παράγονται οίνοι που διατηρούν την φρεσκάδα και το φρουτώδες στοιχείο τους, χαρακτηριστικό των οίνων που προέρχονται από ανοξείδωτες δεξαμενές (αδρανείς περιέκτες), και συγχρόνως από την άλλη, χάρη στο πορώδες του υλικού κατασκευής, επιτρέπει στους οίνους να ωριμάσουν, διατηρώντας τον αυθεντικό τους χαρακτήρα και την έκφραση του terroir, αφού ο πήλινος αμφορέας θεωρείται γευστικά και αρωματικά ουδέτερος και δεν εμπλουτίζει τον οίνο με εξωγενή στοιχεία. Η επίδρασή του, στα χημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του οίνου, περιορίζεται κυρίως στις φυσικές ιδιότητες του αμφορέα, όπως για παράδειγμα, η θερμομόνωση που παρέχει στον οίνο ή η γεωμετρία του, η οποία συνδέεται με ενδιαφέρουσα κινητική ενέργεια στο εσωτερικό του δοχείου, γεγονός από το οποίο ο οίνος επωφελείται (αποκτά γεμάτο σώμα, λιπαρότητα).

Από άποψη εμπορικού ενδιαφέροντος, η οινοποίηση σε αμφορέα παρουσιάζει και εδώ αρκετά πλεονεκτήματα. Είναι αναμφισβήτητα συνδεδεμένη με την πανάρχαια μέθοδο οινοποίησης αλλά και την ιστορία της αρχαίας ελληνικής κεραμικής. Επιπλέον, τα κρασιά που παράγονται σε πήλινους αμφορείς, σχετίζονται κατά κύριο λόγο με την φυσική οινοποίηση και απαιτούνται ελάχιστες παρεμβάσεις και πρόσθετα από τον ανθρώπινο παράγοντα. Στην αγορά του οίνου, παρατηρείται ολοένα και περισσότερο η στροφή του καταναλωτικού κοινού προς τους πιο φυσικούς οίνους, με λιγότερα θειώδη, καθώς επίσης και η ζήτηση για νέα, πιο περίπλοκα και ολοκληρωμένα προϊόντα. Η χρήση των πήλινων αμφορέων, πράγματι, εκτός του οινολογικού ενδιαφέροντος, δίνει στους οινοπαραγωγούς την δυνατότητα να διαφοροποιούν τα προϊόντα τους, μέσω του νέου αυτού, εξελιγμένου περιέκτη οινοποίησης και ωρίμανσης, δημιουργώντας ένα νέο και διαφορετικό στυλ κρασιού από τα ήδη υπάρχοντα μέχρι σήμερα.

5 Βιβλιογραφία

- Παπαδόπουλος Μ., Παπαϊωάννου Ε., Τσαπόγα Μ. Αργίλοι-Πηλοί-Μπαντανάδες για χρήση στους υποκλάδους της κεραμικής. Ελληνικό Κέντρο Αργιλλομάζης ΑΕ
- Πουλάκη-Παντερμαλή Ε., 2014, Θεσσαλονίκη. Οίκος-Οικία-Οικονομία-Πόλις-Πολιτική-Πολιτισμός. ΚΖ Εφορεία Προϊστορικών και Κλασσικών Αρχαιοτήτων. Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού.
- Montecchio Terracotta Amphora information / protocol. Oak Barrels & Amphora | Bouchard Cooperages | United States
- Chatonnet P., Dubourdieu P., Boidron D., Pons M. 1992 The origin of ethylphenols in wines. *J. Sci. Food Agric.* 60, 178-184
- Chatonnet P., Viala C., Dubourdieu D. 1997 Influence of Polyphenolic Components of Red Wines on the Microbial Synthesis of Volatile Phenols. *Am. J. Enol. Vitic.* 48, 443-448
- Lambrechts M.G., Pretorius I.S. 2000 Yeast and its Importance to Wine Aroma- A Review. Institute for wine Biotechnology and Department of Viticulture and Oenology, University of Stellenbosch, Matieland, South Africa
- HENSCHKE P.A., JIRANEK V. 1993 Yeasts: Metabolism of nitrogen compounds. από: FLEET G.H. Wine microbiology and biotechnology. Harwood Academic Publishers, Chur, Switzerland. pp. 77-164.
- Cliff M., Yuksel D., Girard B., King M. 2002 Characterization of Canadian ice wines by sensory and compositional analysis. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53, 46-50
- Moyano L., Zea L., Moreno J., Medina M. 2002 Analytical study of aromatic series in sherry wines subjected to biological aging. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50, 7356-7361
- Cullere L., Escudero A., Cacho J., Ferreira V. 2004 Gas chromatography- olfactometry and chemical quantitative study of the aroma of six premium quality Spanish aged red wines. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 52, 1653-1660
- Escudero A., Campo E., Farina L., Cacho J., Ferreira V. 2007 Analytical characterization of the aroma of fine premium red wines. Insights into the role of the odor families and the concept of fruitiness of wines. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 55, 4501-4510

- Li H., Tao Y.S., Wang H., Zhang L. 2008 Impact odorants of Chardonnay dry white wine from Changli County (China). *European Food Research and Technology*, 227,287-292.
- Swiegers J.H., Bartowsky E.J., Henschke P.A., Pretorius I.S. 2008 Yeast and bacterial modulation of wine aroma and flavor
- Gonzalez-Alvarez M., Gonzalez- Barreiro C., Cancho-Grande B., Simal-Gandara J. 2011 Relationships between Godello white wine sensory properties and its aromatic fingerprinting obtained by GC–MS
- Furdikova K., Sevcech J., Durcanska K., Hronska H., Malik F. 2014 Influence of different nutrition conditions on main volatiles of wine yeasts
- Francis I.L., Newton J.L. 2005 Determining wine aroma from compositional data
- Shackelford J., Shackelford P. 2020 Ceramics in the wine industry
- Danilewicz J.C., 2003 Review of reaction mechanism of oxygen and proposed intermediate reduction products in wine: Central role of iron and copper. *Am. J. Enol. Vitic*
- Del Alamo -Sanza M., Nevares I. 2018 Oak wine barrel as an active vessel: A critical review of past and current knowledge. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 58, 2711-2726
- Lanati D., Marchi D., Mazza G. 2001 Georgian white wines in amphoras. Organoleptic and analytical properties of wines obtained with different winemaking techniques. *L'Enologo* από Baiano A., Mentana A., Quinto M., Terracone C., Del Nobile M.A. 2015 The effect of in amphora aging on oenological parameters, phenolic profile and volatile composition of Minutolo white wine. *Food Research International*
- Lockshima L., Corsi A.M. 2012 Consumer behavior for wine 2.0: A review since 2003 and future directions
- Castellini A., Samoggia A. 2018 Millennial consumers wine consumption and purchasing habits and attitude towards wine innovation
- Atkin Th., Thach L. 2012 Millennial wine consumers: Risk perception and information search. School of Business and Economics, Sonoma State University
- Costanigro M., Appleby Ch., Menke S. 2013 The wine headache: Consumer perceptions of sulfites and willingness to pay for non-sulfited wines. *Food Quality and Preference*
- Tait P., Saunders C., Dalziel P., Rutherford P., driver T., Guenther M. 2020 Comparing generational preferences for individual components of sustainability schemes in the Californian wine market

- Meghini S. 2015 The new market challenges and the strategies of wine companies
- Brun J.P. 2004 Archéologie du vin et de l'huile de la Préhistoire à l'époque hellénistique. Paris, Editions Errance, pp 161-164
- Tchernia A., Olmer F. Le vin dans l'Italie romaine, dynamiques et zones de production από Brun J.P., Poux M., Tchernia 2004 A. Le vin, Nectar des Dieux, Génie des Hommes. Infolio pp 104-121
- Μάρκου Μπ. 2018 Αρχαία Ελληνική Κεραμική. Μουσείο Κυκλαδίτικης Τέχνης, Νεοφύτου Δούκα 4, 10674, Αθήνα
- Κουρκούλη-Χρυσανθάκη Χ., Μαραγκού Α. 2011 Αρχαϊκή κεραμική από τη θασιακή αποικία Οισύμη. Από: Η κεραμική της αρχαϊκής εποχής στο βόρειο Αιγαίο και την περιφέρειά του (700-480 π.Χ.)
- Καλλίθρακα Σ., 2019, Χημεία Οίνου, διαλέξεις μεταπτυχιακού προγράμματος Οινολογία-Γαλακτοκομία
- Κοτσερίδης Γ., 2019, Τεχνολογία Οίνου, διαλέξεις μεταπτυχιακού προγράμματος Οινολογία- Γαλακτοκομία
- Παπανικολάου Σ., 2018, Ενζυμικές Διεργασίες και Βιομηχανικές Ζυμώσεις, διαλέξεις προπτυχιακού Βιοτεχνολογίας
- Παπανικολάου Σ., 2019, Μικροβιολογία Οίνου, διαλέξεις μεταπτυχιακού Οινολογία-Γαλακτοκομία
- Παραμυθιώτης Σ., 2019, Μικροβιολογία Οίνου, διαλέξεις μεταπτυχιακού προγράμματος Οινολογία-Γαλακτοκομία
- Desenne A., Maron J.M., Jacob J.M., 2008 Choix des récipients vinaires : incidences œnologiques et environnementales. Chambres d'Agriculture de la Gironde. Service Vigne et Vin
- Batiuk St., Maghradzel D., Aslanishvili A., Mdinaradzel I., Tkemaladzel D., Mekhuzla L., Lordkipanidze D., Jalabadze M., Kvavadze E., Rusishvili N., McGovern P., This P., Bacilieri P.A., Failla O., Cola G., Mariani L., Toffolatti S.L., De Lorenzis G., Bianco P.A., Quaglino F., Wales N., Gilbert M.T.P., Bouby L., Kazeli T., Ujmajuridze L., Mamasakhlishvili L., Graham A., Boaretto E., Cheishvili A., Davitashvili L. 2019 Progress for research of grappe and wine culture in Georgia, the South Caucasus
- Zohary D., Spiegel-Roy P. 1975 Beginning of fruit growing in the Old world. Από: Pagnoux C., Bouby L., Valamoti S.M., Bonhomme V., Ivorra S., Gkatzogia E., Karathanou A., Kotsachristou D., Kroll H., Terral J.F. 2021 Local domestication, or diffu-

sion. Insights into viticulture in Greece from Neolithic to Archaic times, using geometric morphometric analysis of archaeological grape seeds

Zohary D. 1995 Domestication of grapevine *Vitis vinifera* L. in the Near East. Από: Terral J.F., Tabard E., Bouby L., Ivorra S., Pastor Th., Figueirall I., Pic S., Chevance J.B., Jung C., Fabre L., Tardy Ch., Compan M., Bacilieri R., Lacombe Th., This P.

2010 Evolution and history of grapevine (*Vitis vinifera*) under domestication: new morphometric perspectives to understand seed domestication syndrome and reveal origins of ancient European cultivars

Valamoti S.M., Mangafa M., Koukouli-Chrysanthaki Ch., Malamidou D. 2007 Grape-pressings from northern Greece: the earliest wine in the Aegean

Bernard H. 2010 Chemical evidence for wine production around 4000 BCE in the Late Chalcolithic Near Eastern highlands. *Journal of Archaeological Science*

Caillaud C. 2014 Le phénomène du « vin en amphore » dans l'Italie d'aujourd'hui'hui

McGovern P., Jalabadze M., Batiuk St., Callahan M.P., Smith K.E., Hall G.R., Kvavadze E., Maghradze D., Rusishvili N., Bouby L., Failla O., Cola G., Mariani L., Boaretto E., Bacilieri R., This P., Wales N., Lordkipanidze D. 2017 Early Neolithic wine of Georgia in the South Caucasus

Cortiella M.G., Ubedab C., Covarrubias J.I., Pena-Neira A. 2020 Chemical, physical and sensory attributes of Sauvignon Blanc wine fermented in different kinds of vessels

Cortiella M.G., Ubeda C., Covarrubias J.I., Laurie V.F., Pena-Neira A. 2021 Chemical and physical implications of the use of alternative vessels to oak barrels during the production of white wines

Diaz C., Molina A.M., Nahrung Jorg., Fischer R. 2013 Characterization and dynamic behavior of wild yeast during spontaneous wine fermentation in steel tanks and amphorae

Baiano A., Mentana A., Quinto M, (...), Terracone C., Del Nobile M.A. 2015 The effect of in-amphorae aging on oenological parameters, phenolic profile and volatile composition of Minutolo white wine. *Food Research International*

Baiano A., Varva G. 2019 Evolution of physico-chemical and sensory characteristics of Minutolo white wines during aging in amphorae: A comparison with stainless steel tanks

Capece A., Siesto G., Pietrafesa R., Romano P. 2013 Indigenous yeast population from Georgian aged wines produced by traditional 'Kakhetian' method. Food Microbiology

Martins N., Garcia R., Mendes D., Freitasc A.M.C., Gomes da Silva M., Cabritac M.J. 2018 An ancient winemaking technology: Exploring the volatile composition of amphora wines

Uscidda N. 2012 Vinification dans des cuves béton 'œufs': incidence sur la fermentation et l'élevage d'un vin blanc corse, comparaison avec une cuve inox. CRVI de Corse, LD Lieu-dit E Caselle- 20230 San Giuliano

Bene Zs., Kallay M. 2019 Polyphenol contents of skin-contact fermented white wines

Rossetti F., Boselli E. 2016 Effects of in-amphora winemaking on the chemical and sensory profile of Chardonnay wine. A comparison of in-amphorae winemaking to barrels/barrisques in Chardonnay wine. The AcademicWino

Baiano A., Varva G., De Gianni A., Viggiani I., Terracone C., Del Nobile M.A. 2014 Influence of type of amphorae on physico-chemical properties and antioxidant capacity of Falanghina white wines. Food Chemistry, 146, 226-233

McGovern P. Ancient wine: the search for the origins of viniculture

Curry A. 2017 Oldest evidence of winemaking discovered at 8.000-year-old village. <https://news.nationalgeographic.com/2017/11/oldest-winemaking-grapes-georgiaarchaeology/>

Making wine in Qvevri- a unique Georgian tradition. Tbilisi, 2011

Your guide to amphoras for new and experienced users. VINETHOS.com

Pretorius I.S. Tasting the terroir of wine yeast innovation

Bibal M. 2020 La vinification dans les dolias enterrés. Vignette, journalvignette.fr

Beckham A. 2021 In conversation with Andrew Beckham of Beckham Estate Vineyard. Sherwood, Oregon, USA <https://youtu.be/TliyqqLm-xQ>

Beckham A. 2015 Oral History Interview with Andrew Beckham <https://youtu.be/BB1MW2kB3a4>

[Qvevri or amphora wine \(georgianqvevriwine.com\)](http://georgianqvevriwine.com)

<https://pascal->

francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&lang=en&idt=25816253

[Enologiques \(lvvd.fr\)](http://Enologiques.lvvd.fr)

[The Origins and History of Wine Making \(thoughtco.com\)](http://TheOriginsandHistoryofWineMaking.thoughtco.com)

[Origine du Vin - Histoire du Vin - Hominides.com](http://OrigineDuVin-HistoireDuVin-Hominides.com)

[Les oppida | Archéologie aérienne \(culture.fr\)](#)

[Intangible Heritage Home - intangible heritage - Culture Sector - UNESCO](#)

[Αρχαία Ελληνική Τεχνολογία \(Ι\) - Αμπελουργία & Παρασκευή Οίνου \(tmth.gr\)](#)

[Το κρασί στην αρχαία Ελλάδα \(infowine.gr\)](#)

[Tava: anfore fatte a mano per la vinificazione - Tava](#)

[Για τα πορτοκαλί κρασιά... | Yiannis Karakasis MW](#)

<https://www.youtube.com/watch?v=lowFoUQVWpU>

www.gravner.it

www.tava.it

<https://thermoagrotiki.gr/product>

<https://winery-khareba.com/>

<http://dakishvili.ge>

Julien Merle #2 - Dans les Vignes

[Julien Merle #3 - La vinification nature](#)

Julien Merle #4 - Dans le Caveau de Dégustation

Jean-Claude Lapalu élevé du vin naturel en amphores. <https://youtu.be/bTV9fKJbBrw>

5.1.1.1