



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

«ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΥΘΕΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΟΙΝΟΥ»

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΗ: ΛΟΥΚΑ ΑΓΓΕΛΙΚΗ

A.M.: 14039

Επιβλέπων καθηγητής: ΖΟΥΜΠΟΥΛΑΚΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

Αθήνα 2022



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF FOOD SCIENCES
DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY

THESIS:

«TECHNIQUES AND METHODS FOR THE CERTIFICATION OF WINE AUTHENTICITY»

STUDENT NAME AND SURNAME: LOUKA AGGELIKH

REGISTRATION NUMBER: 14039

SUPERIVISOR: ZOUMPOULAKIS PANAGIOTIS

Athens 2022

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του νόμου περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι είμαι η αποκλειστική συγγραφέας της παρούσης πτυχιακής εργασίας, η οποία δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής, ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) που χρησιμοποιήθηκαν για την συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία. Δηλώνω, επίσης, ότι αναλαμβάνω τις συνέπειες, όπως αυτές ορίζονται, σε περίπτωση που αποδειχθεί διαχρονικά ότι η εργασία αυτή αποτελεί προϊόν λογοκλοπής.

Λουκά Αγγελική

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

Αθήνα 2022

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων Καθηγητής
Παναγιώτης Ζουμπουλάκης
Χημικός PhD, MBA MSc, Αναπληρωτής Καθηγητής και Πρόεδρος του Τμήματος
Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων της Σχολής Επιστημών Τροφίμων
2. Μέλος Επιτροπής
Βασιλεία Σινάνογλου
Χημικός PhD, Καθηγήτρια στο Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων της Σχολής
Επιστημών Τροφίμων
3. Μέλος Επιτροπής
Ειρήνη Στρατή
Χημικός, Επιστήμη Τροφίμων MSc, Χημικός Μηχανικός PhD Επίκουρη Καθηγήτρια στο
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων της Σχολής Επιστημών Τροφίμων

Περιεχόμενα

Περίληψη	8
Abstract	9
Ευχαριστίες	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΟΙΝΟΣ – ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΟΙΝΟΥ – ΑΥΘΕΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΟΙΝΟΥ	11
1.1 Οίνος	11
1.2 Παραγωγική Διαδικασία Οίνου	12
1.3 Ελληνικές Ποικιλίες.....	14
1.3.1 Λευκές Ποικιλίες	15
1.3.2 Ερυθρώπες Ποικιλίες.....	18
1.3.3 Ερυθρές Ποικιλίες.....	19
1.4 Αυθεντικότητα Οίνων	21
1.5 Νοθεία Οίνου	23
1.5.1 Μέθοδοι Νοθείας Οίνου	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΟΙΝΟΥ – ΕΤΙΚΕΤΕΣ ΠΟΠ/ΠΓΕ.....	24
2.1 Νομοθεσία Οίνου	24
2.1.1 Οίνος	24
2.1.2 Ρετσίνα.....	25
2.1.3 Νεαρός οίνος που βρίσκεται ακόμη σε ζύμωση	25
2.1.4 Οίνος λικέρ	25
2.1.5 Αφρώδης Οίνος.....	25
2.1.6 Αφρώδης Οίνος Ποιότητας Αρωματικού Τύπου	25
2.1.7 Αεριούχος Αφρώδης Οίνος.....	25
2.1.8 Ημιαφρώδης Οίνος	27
2.1.9 Αεριούχος Ημιαφρώδης Οίνος	27
2.1.10 Οίνος από Λιαστά Σταφύλια.....	27
2.1.11 Οίνος από Υπερώριμα Σταφύλια	27
2.2 Ετικέτες ΠΟΠ/ΠΓΕ	28
2.2.1 Προστατευμένη ονομασία προέλευσης	28
2.2.2 Προστατευμένη γεωγραφική ένδειξη	29
2.2.3 Κατάλογος οίνων ΠΟΠ/ΠΓΕ.....	29
2.2.4 Οίνοι χωρίς ονομασία προέλευσης ή γεωγραφική ένδειξη.....	31

2.2.5 Υποχρεωτικές και προαιρετικές ενδείξεις για την επισήμανση και την παρουσίαση των οίνων	32
2.3 Διαδικασία Χορήγησης Ετικέτας ΠΟΠ/ΠΓΕ	33
2.4 Αναγκαιότητα πιστοποίησης αυθεντικότητας των οίνων	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΈΛΕΓΧΟΣ ΑΥΘΕΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΟΙΝΟΥ	38
3.1 Τεχνικές Και Μέθοδοι Στον Έλεγχο Αυθεντικότητας Του Οίνου	38
3.1.1 Η ανάλυση μετάλλων ως μέθοδος ελέγχου ταυτότητας οίνου	39
3.1.2 Το οργανικό προφίλ ως μέθοδος ελέγχου ταυτότητας οίνου (φαινολικές ενώσεις, αμινοξέα και πτητικά).....	43
3.1.2.1 Φαινολικές Ενώσεις	43
3.1.2.2 Αμινοξέα.....	46
3.1.2.3 Πτητικές ουσίες.....	47
3.1.3 Ισοτοπικές αναλογίες στην αυθεντικότητα του οίνου	50
3.1.4 SNIF NMR.....	58
3.1.4.1 Η αρχή της SNIF NMR για τον έλεγχο αυθεντικότητας τροφίμων.....	58
3.2 Εφαρμογή της φασματοσκοπίας NMR στην Ανάλυση Οίνου	58
3.2.1 Η ποικιλομορφία των τεχνικών NMR στην Ανάλυση Οίνου	58
3.3 Αναλύσεις DNA: Πιστοποίηση ποικιλίας	61
3.4 ΆΛΛΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΘΕΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΟΙΝΟΥ	63
3.4.1 Τριχοειδής Ηλεκτροφόρηση	63
3.4.2 Αισθητηριακή Ανάλυση. Ηλεκτρονική γλώσσα και μύτη (e-Tongue, e-Nose)	64
3.5 Επίσημες μέθοδοι ανάλυσης οίνου	67
ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	68
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	70

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.1.....	14
Πίνακας 1.2.....	23
Πίνακας 1.3.....	27
Πίνακας 2.1.....	36
Πίνακας 3.1.....	47
Πίνακας 3.2.....	50
Πίνακας 3.3.....	54
Πίνακας 3.4.....	58
Πίνακας 3.5.....	65

Περίληψη

Ο οίνος είναι ένα προϊόν άρρηκτα συνδεδεμένο με την ελληνική παράδοση και οικονομία, το οποίο παράγεται με αλκοολική ζύμωση σταφυλιών ή χυμού σταφυλιών. Τα τελικά χαρακτηριστικά του οίνου επηρεάζονται σημαντικά από διάφορους παράγοντες, όπως τα κλιματικά και εδαφικά χαρακτηριστικά της περιοχής που βρίσκονται τα αμπέλια καθώς και η ποσότητα και ποιότητα των σταφυλιών κατά τη φάση του τρύγου. Επομένως, τόσο οι καταναλωτές όσο και οι οινοπαραγωγοί έχουν δείξει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην επιβεβαίωση και τη διασφάλιση της ποιότητας του οίνου μέσω του προσδιορισμού της γεωγραφικής του προέλευσης. Για να διασφαλιστεί η προστασία της ονομασίας των συγκεκριμένων οίνων με σκοπό την ανάδειξη των ιδιαίτερων τους χαρακτηριστικών, τα οποία είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με τη γεωγραφική τους προέλευση και με την παραδοσιακή τεχνογνωσία, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπιστεί η χρήση και εφαρμογή ετικετών γεωγραφικής ένδειξης.

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι η βιβλιογραφική μελέτη των μεθόδων που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της αυθεντικότητας του οίνου. Ειδικότερα, παρουσιάζονται τόσο οι παραδοσιακές όσο και οι καινοτόμες μέθοδοι, οι οποίες βασίζονται σε συνδυασμό δύο ή περισσότερων τύπων κλασσικών αναλύσεων. Οι μέθοδοι για την πιστοποίηση της αυθεντικότητας του οίνου που αναλύονται στην εργασία είναι η ανάλυση ιχνοστοιχείων με φασματομετρία μάζας, η ανάλυση του οργανικού προφίλ με υγρή χρωματογραφία, η ανάλυση των πτητικών ουσιών με αέρια χρωματογραφία, η ανάλυση ισοτοπικών αναλογιών με πυρηνικό μαγνητικό συντονισμό και η ανάλυση DNA με τη διαδικασία της αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης. Τέλος, ειδική ανάλυση πραγματοποιήθηκε για την ανάλυση ισοτοπικών αναλογιών, και συγκεκριμένα της site-specific isotopic fractionation-nuclear magnetic resonance (SNIF-NMR) λόγω του γεγονότος ότι η συγκεκριμένη μέθοδος έχει εξελιχτεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ποιοτική και ποσοτική ανίχνευση των κύριων ενώσεων στον οίνο.

Λέξεις Κλειδιά: Οίνος, Νομοθεσία οίνου, Αυθεντικότητα οίνου, Μέθοδοι επιβεβαίωσης αυθεντικότητας οίνου, SNIF-NMR

Abstract

Wine is a product inextricably linked to Greek tradition and economy, which is produced by alcoholic fermentation of grapes or grape juice. The final characteristics of the wine are significantly influenced by various factors, such as the climatic and soil characteristics of the area where the vines are located as well as the quantity and quality of the grapes during the harvest phase. Therefore, both consumers and winemakers have shown particular interest in confirming and ensuring the quality of wine by determining its geographical origin. In order to ensure the protection of the name of these wines in order to highlight their special characteristics, which are inextricably linked to their geographical origin and traditional know-how, the European Union has established the use and application of geographical indication labels.

The purpose of this study is the literature review of the methods used to verify the authenticity of wine. In particular, both the old and the innovative, which are based on a combination of two or more types of older analytes, methods are presented. The methods for certifying the authenticity of wine presented in this research are the analysis of minerals by mass spectrometry, the analysis of the organic profile by liquid chromatography, the analysis of volatile substances by gas chromatography, the analysis of isotopic proportions by nuclear magnetic resonance and DNA by the process of polymerase chain reaction. Finally, a special analysis was performed for the analysis of isotopic ratios, namely site-specific isotopic fractionation-nuclear magnetic resonance (SNIF-NMR) because this method has evolved significantly in recent years and can be used for qualitative and quantitative detection of the main compounds in wine.

Key Words: Wine, Wine Legislation, Wine Authenticity, Wine Authentication Methods, SNIF-NMR

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ την οικογένειά μου και τους φίλους μου για τη στήριξη σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου και φυσικά τον καθηγητή μου κύριο Ζουμπουλάκη Παναγιώτη για την άψογη συνεργασία και καθοδήγηση κατά τη διάρκεια της πτυχιακής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΟΙΝΟΣ – ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΟΙΝΟΥ – ΑΥΘΕΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΟΙΝΟΥ

1.1 Οίνος

Ο οίνος είναι ένα ποτό που παραλαμβάνεται από ολική ή μερική αλκοολική ζύμωση νωπών, συνθλιμμένων σταφυλιών ή χυμού σταφυλιών (μούστος, γλεύκος). Η αλκοολική ζύμωση για την παραγωγή του οίνου περιλαμβάνει τη μετατροπή των σακχάρων μέσω του μεταβολισμού των ζυμομυκήτων σε αιθυλική αλκοόλη. Ο οίνος αποτελεί ένα αναπόσπαστο κομμάτι του ανθρώπινου πολιτισμού, με την παραγωγή του να χρονολογείται από τη Νεολιθική εποχή (8500 - 4000 π.Χ.) στη Μέση Ανατολή. Έκτοτε, θεωρείται ως ένα πολιτισμικό αγαθό, το οποίο αποτελούσε ένδειξη ευημερίας για τον εκάστοτε πολιτισμό, όπως συνέβαινε και για την αρχαία Ελλάδα. Όσον αφορά την παραγωγή οίνου στην Ελλάδα, ενδείξεις υπάρχουν από τη Νεολιθική εποχή, και εν συνεχεία λόγω της ανάπτυξης του ελληνικού πολιτισμού, η οινοποίηση διαδόθηκε σε όλη τη Μεσόγειο (Mas, 2019).

Ωστόσο, εκτός από πολιτισμικό αγαθό, έχουν τεκμηριωθεί ποικιλοτρόπως και τα οφέλη της (λελογισμένης) κατανάλωσης του οίνου στην υγεία του ανθρώπου (Guilford & Pezzuto, 2011; Wurz, D.A., 2019). Η κατανάλωση κόκκινου οίνου έχει συνδεθεί με τη βελτίωση του ανθρώπινου καρδιαγγειακού συστήματος και την αύξηση του μέσου όρου ζωής, λόγω της φυσικής βιοδραστικής ουσίας ρεσβερατρόλης, με ευεργετικές ιδιότητες για το καρδιαγγειακό σύστημα (Xiang et al., 2014), μειώνοντας τον κίνδυνο εμφάνισης διαφόρων τύπων καρκίνου, όπως του προστάτη και του παχέος εντέρου (Arranz et al., 2012). Επιπλέον, ο οίνος έχει μεγάλη περιεκτικότητα και σε αντιοξειδωτικά, τα οποία μειώνουν τον κίνδυνο εμφάνισης καρδιοπάθειας (Haseeb, Alexander, & Baranchuk, 2017), ενώ ταυτόχρονα ρυθμίζουν και τα επίπεδα χοληστερόλης στον ανθρώπινο οργανισμό (Tian, Wang, Abdallah, Prinyawiwatkul, & Xu, 2011). Επομένως, η κατανάλωση οίνου με μέτρο και σε λελογισμένα επίπεδα μπορεί να έχει ευεργετικές συνέπειες για την ανθρώπινη υγεία (Higgins & Llanos, 2015).

Τα τελευταία χρόνια, έχει παρατηρηθεί μία ραγδαία ανάπτυξη του κλάδου της οινοποίησης στην Ελλάδα, η οποία οφείλεται κυρίως στην πληθώρα και μοναδικότητα των ελληνικών ποικιλιών, στην ιδιαιτερότητα του εδάφους και στο ιδανικό κλίμα της χώρας. Λόγω, της πολυπλοκότητας των καλλιεργήσιμων ποικιλιών σταφυλιού, αλλά και των διαφορετικών συνθηκών που επικρατούν

σε κάθε μέρος καλλιέργειας, επί της ουσίας παρατηρείται μία πληθώρα διαφορετικών ειδών από τους παραγόμενους οίνους που διαφέρουν σε ποιοτικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά μεταξύ τους (Sigala, 2019). Τα βασικά συστατικά του οίνου είναι το νερό, η αιθανόλη, τα οργανικά οξέα, διάφορες πολυφαινολικές ενώσεις, οι βιταμίνες και τα μέταλλα. Ωστόσο, η χημική σύσταση κάθε οίνου εξαρτάται από πολλαπλούς παράγοντες, όπως η γεωγραφική περιοχή της καλλιέργειας, η ποικιλία των σταφυλιών, το κλίμα καθώς και οι μέθοδοι οινοποίησης. Ως εκ τούτου, συμπεραίνεται ότι κάθε ποικιλία οίνου έχει τα δικά της χαρακτηριστικά. Ακολούθως αναφέρονται οι κυριότερες ποικιλίες οίνου της Ελλάδας (Pavlidis & Markantonatou, 2020).

1.2 Παραγωγική Διαδικασία Οίνου

Η παραγωγή του οίνου είναι μια φυσική διεργασία που περιλαμβάνει ελάχιστες ανθρώπινες παρεμβάσεις, ωστόσο η διαδικασία μπορεί να καθοδηγηθεί μέσω διαφορετικών τεχνικών από τους οινοποιούς. Σε γενικές γραμμές, η παραγωγική διαδικασία της οινοποίησης αποτελείται από πέντε βασικά στάδια, που περιλαμβάνουν τη συγκομιδή, τη σύνθλιψη-πίεση, τη ζύμωση, τη διαύγαση, την παλαίωση και εμφιάλωση. Τα συγκεκριμένα στάδια ακολουθούνται συνήθως από τους οινοπαραγωγούς, οι οποίοι όμως μπορούν και προσθέτουν διάφορες παραλλαγές και αποκλίσεις κατά την παραγωγική διαδικασία για να αναδείξουν τη μοναδικότητα του οίνου τους (Scollary, 2016; Shen & Zhang, 2017).

Το αρχικό στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας του οίνου είναι ο τρύγος, ο οποίος αποτελεί ένα σημαντικό μέρος της διασφάλισης των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του οίνου. Τη στιγμή που συλλέγονται τα σταφύλια καθορίζεται η οξύτητα, η περιεκτικότητα σε σάκχαρα και η γεύση του οίνου. Η απόφαση για την αρχή του τρύγου λαμβάνεται βάσει τόσο επιστημονικών μετρήσεων και γνώσεων όσο και με την επαναλαμβανόμενη οργανοληπτική δοκιμή των σταφυλιών, καθώς η ισορροπία ανάμεσα στην οξύτητα και στη γλυκύτητα των σταφυλιών είναι απαραίτητη. Ο τρύγος είναι μία διαδικασία που μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε χειρωνακτικά είτε μηχανικά. Συχνά προτιμάται η χειρωνακτική συγκομιδή των σταφυλιών, διότι η εναλλακτική λύση μπορεί να είναι επιβλαβής για τα σταφύλια και τον αμπελώνα. Μετά το πέρας του τρύγου, τα σταφύλια μεταφέρονται στο οινοποιείο, κατηγοριοποιούνται και αφαιρούνται αυτά που δεν είναι κατάλληλα για οινοποίηση (Scollary, 2016; Shen & Zhang, 2017).

Μόλις γίνει η ταξινόμηση των σταφυλιών που προορίζονται για οινοποίησης, αφαιρούνται από αυτά τα στέμφυλα και πιέζονται. Τα προηγούμενα χρόνια, τα στέμφυλα αφαιρούνταν με το χέρι,

ενώ η πίεση των σταφυλιών πραγματοποιούταν με τα πόδια. Ωστόσο, τη σημερινή εποχή η συγκεκριμένη διαδικασία πραγματοποιείται μηχανικά με χρήση μηχανικών πρεσών, οι οποίες κατατμούν ή συνθλίβουν τα σταφύλια με αποτέλεσμα την παραγωγή μούστου. Ουσιαστικά, ο μούστος είναι ένας χυμός που έχει παραχθεί από σύνθλιψη σταφυλιών, στον οποίο υπάρχουν όλα τα συστατικά (φλούδες, σπόρους και στερεά μέρη). Η χρήση μηχανικών πρεσών για τη σύνθλιψη των σταφυλιών είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της ποιότητας του οίνου καθώς επίσης έφερε και ένα τεράστιο υγειονομικό όφελος. Όσον αφορά την παραγωγή λευκού οίνου, η σύνθλιψη των σταφυλιών πραγματοποιείται γρήγορα και στη συνέχεια ο χυμός διαχωρίζεται άμεσα από τα υπόλοιπα συστατικά του σταφυλιού για να αποτραπεί η ύπαρξη ανεπιθύμητου χρώματος και τανινών στον οίνο. Αντίθετα, για την παραγωγή του κόκκινου οίνου, ο χυμός του σταφυλιού παραμένει σε επαφή με τα υπόλοιπα μέρη του σταφυλιού για να αποκτήσει το επιθυμητό χρώμα και πρόσθετες τανίνες (Chambers & Pretorius, 2010; Scollary, 2016).

Στη συνέχεια, πραγματοποιείται η ζύμωση του οίνου, κατά την οποία ο μούστος αρχίζει και ζυμώνεται φυσικά και αερόβια εντός 6 έως 12 ωρών όταν έχει βοήθεια από άγριες ζύμες. Εντούτοις, πολύ συχνά γίνεται και η προσθήκη μίας εμπορικής ζύμης με σκοπό την εξασφάλιση της ποιότητας και την πρόβλεψη του τελικού προϊόντος. Η ζύμωση συνεχίζεται μέχρι τη στιγμή που όλα τα σάκχαρα θα έχουν μετατραπεί σε αλκοόλη με σκοπό την παραγωγή του ξηρού οίνου. Για την παραγωγή των γλυκών οίνων, η διαδικασία της ζύμωσης θα διακοπεί πριν να πραγματοποιηθεί η ολική μετατροπή των σακχάρων σε αλκοόλη. Σε γενικές γραμμές, η διάρκεια του σταδίου της ζύμωσης κυμαίνεται από μερικές ημέρες έως και περισσότερο από ένα μήνα (Chambers & Pretorius, 2010; Scollary, 2016).

Μετά το πέρας της ζύμωσης ακολουθεί το στάδιο της διαύγασης, το οποίο είναι μία διαδικασία κατά την οποία πραγματοποιείται η αφαίρεση στερεών από τον οίνο, όπως πρωτεΐνες, τανίνες και νεκρά κύτταρα ζυμομυκήτων. Η διαδικασία της διαύγασης πραγματοποιείται σε ένα διαφορετικό δοχείο από τη δεξαμενή της ζύμωσης, όπως δρύινο βαρέλι ή μια δεξαμενή κατασκευασμένη από ανοξείδωτο χάλυβα. Επιπλέον, κατά τη διαύγαση μπορεί να γίνει και η προσθήκη διάφορων ουσιών στον οίνο για να γίνει πιο διαυγής. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η προσθήκη πηλού που θα προσκολλήσει πάνω του ανεπιθύμητα σωματίδια και εν συνεχεία αυτά θα καταβυθιστούν στον πυθμένα της δεξαμενής (Scollary, 2016; Shen & Zhang, 2017).

Μετά το πέρας της διαύγασης, ο διαυγής οίνος μεταφέρεται σε μία διαφορετική προκειμένου να ξεκινήσει η προετοιμασία για την εμφιάλωση ή την παλαίωση, οι οποίες αποτελούν το τελικό

στάδιο της οινοποίησης. Ο οίνος δύναται είτε να εμφιαλωθεί άμεσα είτε να αποθηκευτεί προς παλαίωση. Η διαδικασία της παλαίωσης πραγματοποιείται συνήθως σε φιάλες, δεξαμενές ανοξειδωτού χάλυβα ή βαρέλια δρυός. Η ωρίμανση του οίνου με χρήση δρύινων βαρελιών έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή ενός ομαλότερου, στρογγυλού και πιο αρωματισμένου τελικού προϊόντος. Επιπλέον, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της έκθεσης του οίνου στο οξυγόνο κατά τη διάρκεια της παλαίωσης, μειώνοντας την περιεκτικότητα σε τανίνες και βοηθώντας τον οίνο να φτάσει στην καλύτερη κατάστασή του. Μετά το πέρας της ωρίμανσης, οι οίνοι μπορούν να εμφιαλωθούν είτε με βιδωτό πόμα είτε με φελλό (Carpena, Pereira, Prieto, & Simal-Gandara, 2020; Scollary, 2016).

1.3 Ελληνικές Ποικιλίες

Οι ελληνικές ποικιλίες σταφυλιών συγκαταλέγονται στις κορυφαίες παγκοσμίως και αποτελούν ένα ισχυρό όπλο στην οινοποίηση, καθώς με βάση αυτές παράγονται μοναδικοί ιδιαίτεροι οίνοι. Εκτιμήσεις κάνουν λόγο πως υπάρχουν περίπου 200 ελληνικές ποικιλίες, ωστόσο περίπου 50 από αυτές χρησιμοποιούνται ουσιαστικά για οινοποιητικούς σκοπούς. Οι ποικιλίες σταφυλιών κατηγοριοποιούνται σε λευκές, ερυθρωπές (μωβ) και ερυθρές. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι κυριότερες ελληνικές ποικιλίες.

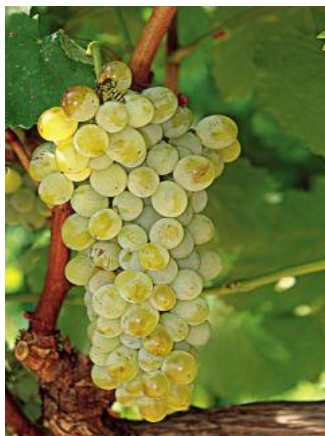
Πίνακας 1.1: Κύριες ποικιλίες οίνου στην Ελλάδα

	Ποικιλία	Κύρια Περιοχή Οινοποίησης
Λευκές ποικιλίες	Ασύρτικο	Σαντορίνη
	Αθήρι	Ρόδος
	Ντεμπίνα	Ζίτσα Ιωαννίνων
	Μαλαγουζιά	-
	Μοσχάτο Αλεξανδρείας	Λήμνος
	Λευκό Μοσχάτο	Σάμος, Ρόδος, Αχαΐα, Κεφαλλονιά
	Ρομπόλα	Κεφαλλονιά
	Σαββατιανό	Αττική, κεντρική Ελλάδα
	Βηλάνα	Κρήτη
Ερυθρωπές ποικιλίες	Μοσχοφίλερο	Μαντινεία
	Ροδίτης	Αχαΐα
Ερυθρές ποικιλίες	Αγιωργίτικο	Νεμέα
	Ξινόμαυρο	Κεντρική και βόρεια Ελλάδα
	Κοτσιφάλι	Κρήτη
	Λημνιό	Βόρεια Ελλάδα
	Μαυροδάφνη	Αχαΐα

Όπως προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα κάθε ποικιλία καλλιεργείται κατά κύριο λόγο σε ένα συγκεκριμένο μέρος, με εξαίρεση τη μαλαγουζιά. Το συγκεκριμένο γεγονός φανερώνει τη σημαντικότητα της γεωγραφικής προέλευσης στα χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος, καθώς όπως θα αναφερθεί και παρακάτω οι ποικιλίες διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τα ποιοτικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των οίνων.

1.3.1 Λευκές Ποικιλίες

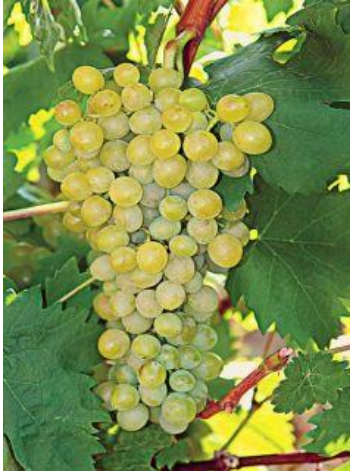
Μία από τις σημαντικότερες λευκές ποικιλίες είναι το ασύρτικο και χαρακτηρίζεται ως μία από τις πιο ευγενείς ποικιλίες της Ελλάδας και από τις σημαντικότερες στην Ευρώπη. Το ασύρτικο εμφανίζει υψηλή προσαρμοστικότητα και τα χαρακτηριστικά του δεν μεταβάλλονται από το κλίμα και το έδαφος στο οποίο καλλιεργείται, ωστόσο οι χαρακτηριστικότεροι και ποιοτικότεροι οίνοι αυτής της ποικιλίας οινοποιούνται στη Σαντορίνη. Η συγκεκριμένη ποικιλία επιβιώνει, χάρη στην ανθεκτικότητά της στην ξηρασία, αλλά και χάρη στην αντοχή της στην πλειοψηφία των ασθενειών της αμπέλου. Ένας τυπικός οίνος ασύρτικου Σαντορίνης διακρίνεται συνήθως από τα μεταλλικά αρώματά του, λόγω των ηφαιστειογενών εδαφών του νησιού αλλά και από τη γεύση του που χαρακτηρίζεται από υψηλή οξύτητα. Τα ασύρτικα που καλλιεργούνται στην υπόλοιπη Ελλάδα έχουν φρουτώδη αρώματα από τα οποία επικρατούν τα εσπεριδοειδή, ενώ τα ασύρτικα είναι δυνατόν και να παλαιωθούν (Κωνσταντίνου, 2011, <https://winesofgreece.org/meet-the-grapes/grape-varieties/>).



Εικόνα 1: Ποικιλία ασύρτικο

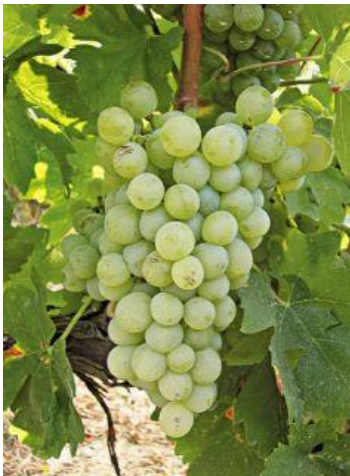
Το αθήρι είναι μία λευκή ποικιλία που παραδοσιακά καλλιεργείται σε διάφορα νησιά της χώρας (κυρίως του Αιγαίου πελάγους). Είναι υψηλής παραγωγής ποικιλία με ιδιαίτερα υψηλή παραγωγή, ανθεκτική σε ασθένειες και σε περιβαλλοντικές μεταβολές. Η συγκεκριμένη ποικιλία εμφανίζει ιδιαίτερη προσαρμοστικότητα σε διάφορα εδάφη, ωστόσο τα ασβεστολιθικά εδάφη ευθύνονται για τα ποιοτικότερα οίνοι αυτής. Το αθήρι δίνει οίνους μέτριας οξύτητας, με φρεσκάδα, αρώματα φρούτων και υψηλό ποσοστό αλκοόλ και μέτρια οξύτητα, με τους ποιοτικότερους οίνους αυτής της ποικιλίας να προέρχονται από τη Ρόδο

(Κωνσταντίνου, 2011, <https://winesofgreece.org/meet-the-grapes/grape-varieties/>).



Εικόνα 22: Ποικιλία αθήρι

Η ντεμπίνα είναι μία ιδιαίτερη ποικιλία που καλλιεργείται κυρίως στην Ήπειρο αλλά και σε μέρη της βόρειας και δυτικής Ελλάδας και στη Θεσσαλία, και πιθανώς να προέρχεται από την Ιταλία ή την Αλβανία. Ο αμπελώνας της Ζίτσας, που απαντάται στην στα Ιωάννινα και στα περίχωρα αυτών, είναι το επίκεντρο της καλλιέργειας της αρκετά ευαίσθητης αυτής ποικιλίας. Η συγκεκριμένη ποικιλία είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στο περιβάλλον και σε διάφορες ασθένειες, ωστόσο εμφανίζει υψηλή απόδοση παραγωγής. Το κύριο μειονέκτημα της ποικιλίας αυτής είναι πως η οξύτητά της μπορεί να μειωθεί με ταχείς ρυθμούς, πριν ακόμα εξελιχτεί ο αρωματικός της χαρακτήρας. Η αρωματική ένταση των οίνων αυτών είναι χαμηλή, ενώ χαρακτηρίζονται από σώμα ελαφρύ και μέτρια έως υψηλή οξύτητα (Κωνσταντίνου, 2011, <https://winesofgreece.org/meet-the-grapes/grape-varieties/>).



Εικόνα 3: Ποικιλία ντεμπίνα

Η μαλαγουζιά χαρακτηρίζεται ως μία διακεκριμένη ποικιλία με έντονα αρωματικά χαρακτηριστικά, η οποία εμφανίζει ιδιαίτερη αντοχή στις περιβαλλοντικές συνθήκες, αλλά είναι ευαίσθητη σε διάφορες ασθένειες. Η συγκεκριμένη ποικιλία έχει ως προέλευση την Αιτωλοακαρνανία, ωστόσο πλέον είναι μία ποικιλία η οποία καλλιεργείται σε πολλά μέρη της ηπειρωτικής χώρας, και επομένως θεωρείται ως μία από τις πιο αναπτυσσόμενες ποικιλίες. Η μαλαγουζιά δίνει οίνους με πολύ έντονα αρώματα με νότες ροδάκινου, πράσινης πιπεριάς, βασιλικού και λουλουδιών, και με μετρίως υψηλά επίπεδα αλκοόλης, της οποίας οι οίνοι όταν ωριμάσουν σε βαρέλι γίνονται ακόμα πιο εντυπωσιακά (Κωνσταντίνου, 2011, <https://winesofgreece.org/meet-the-grapes/grape-varieties/>).



Εικόνα 4: Ποικιλία μαλαγουζιά

Το μοσχάτο Αλεξανδρείας προήλθε πιθανότατα από την Αίγυπτο και ως ποικιλία καλλιεργείται κατά κύριο λόγο στη Λήμνο, ενώ απαιτεί και θερμό κλίμα ούτως ώστε να ωριμάσει σωστά. Η συγκεκριμένη ποικιλία είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στις περιβαλλοντικές συνθήκες και σε ασθένειες. Παρά το γεγονός ότι είναι αρκετά διαδεδομένο στη Βόρεια Ελλάδα, τα εδάφη της Λήμνου, που χαρακτηρίζονται ως ηφαιστιογενή, είναι ο καλύτερος τόπος καλλιέργειας προκειμένου να ξεδιπλωθούν τα χαρίσματα της ποικιλίας, με τα τυπικά γνωρίσματα της ποικιλίας να είναι το διακριτικό άρωμα, με νότες βερίκοκου και μέντας και το σχετικά πλούσιο σώμα (Κωνσταντίνου, 2011, <https://winesofgreece.org/meet-the-grapes/grape-varieties/>).



Εικόνα 5: Ποικιλία μοσχάτο Αλεξανδρείας

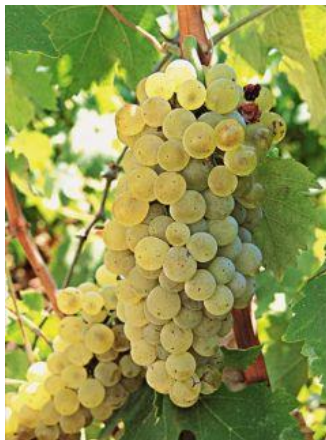
Το λευκό μοσχάτο είναι σημαντικότερη ποικιλία του είδους των μοσχάτων, και καλλιεργείται κυρίως στη Σάμο και επίσης στην Κεφαλονιά, τη Ρόδο, τις Κυκλάδες και τη βορειοδυτική Πελοπόννησο. Έχει μικρότερη παραγωγή από ότι άλλες αντίστοιχες ποικιλίες, είναι ευαίσθητη σε ασθένειες, αλλά ανθεκτική στις περιβαλλοντικές συνθήκες. Το λευκό μοσχάτο χαρακτηρίζεται από μέτρια έως υψηλή οξύτητα και είναι πλούσια σε αρώματα (Κωνσταντίνου, 2011, <https://winesofgreece.org/meet-the-grapes/grape-varieties/>).



Εικόνα 6: Ποικιλία λευκό μοσχάτο

Η ρομπόλα συγκαταλέγεται και αυτή στις λευκές ποικιλίες και καλλιεργείται κατά κύριο λόγο στην Κεφαλονιά και σε διάφορα άλλα νησιά του Ιονίου. Το κύριο μειονέκτημα της ρομπόλας είναι η ευκολία της στην οξείδωση, καθώς όταν έρθει σε επαφή με το οξυγόνο, ακόμα και για λίγα λεπτά, ενδέχεται να αλλοιωθούν τα αρώματά της και να υποβαθμίσει τα οργανοληπτικά της χαρακτηριστικά. Η ρομπόλα δίνει οίνους ισορροπημένης

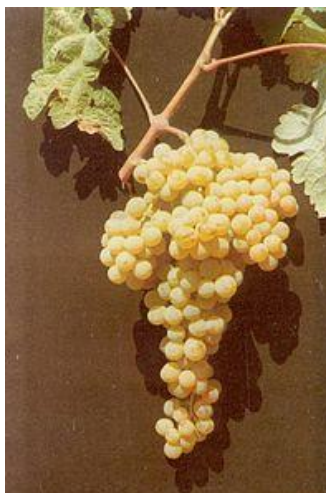
οξύτητας, με έντονα αρώματα εσπεριδοειδών και μέτριο έως υψηλό αλκοολικό βαθμό (Κωνσταντίνου, 2011, <https://winesofgreece.org/meet-the-grapes/grape-varieties/>).



Εικόνα 7: Ποικιλία ρομπόλα



Εικόνα 8: Ποικιλία σαββατιανό



Εικόνα 9: Ποικιλία βηλάνα

Το σαββατιανό αποτελεί τη διασημότερη λευκή ποικιλία, η οποία φημίζεται για την παραγωγή ρετσίνας. Οι ρίζες της συγκεκριμένης ποικιλίας είναι στην Αττική, ωστόσο καλλιεργείται και σε άλλες περιοχές της Στερεάς Ελλάδας. Είναι ιδιαίτερα ανθεκτική στις περιβαλλοντικές συνθήκες, αλλά εμφανίζει υψηλότερη αποδοτικότητα σε περιπτώσεις που το κλίμα της περιοχής στην οποία αναπτύσσεται είναι ψυχρό και τα εδάφη άγονα. Το σαββατιανό δίνει οίνους με έντονα φρουτώδη αρώματα, καθώς και νότες εσπεριδοειδών, ενώ η οξύτητάς τους κυμαίνεται σε μέτρια επίπεδα (Κωνσταντίνου, 2011, <https://winesofgreece.org/meet-the-grapes/grape-varieties/>).

Η βηλάνα είναι η σημαντικότερη λευκή ποικιλία της Κρήτης, η οποία καλλιεργείται σε διάφορες περιοχές αυτές και εμφανίζει ιδιαίτερη ανθεκτικότητα σε διάφορες ασθένειες. Η βηλάνα δίνει οίνους υψηλής περιεκτικότητας σε αλκοόλ, μέτριας οξύτητας και με έντονα αρώματα φρούτων και εσπεριδοειδών (Κωνσταντίνου, 2011, <https://winesofgreece.org/meet-the-grapes/grape-varieties/>).

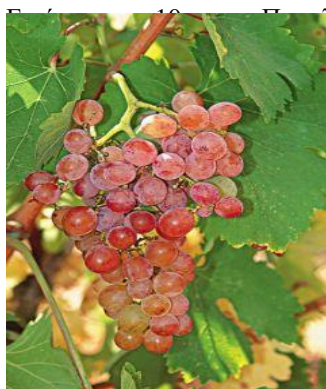
1.3.2 Ερυθρωπές Ποικιλίες

Μία από τις σημαντικότερες ερυθρωπές ποικιλίες είναι το μοσχοφίλερο. Επί της ουσίας, είναι μία ποικιλία που αποτελείται από το ασπροφίλερο, το ξανθοφίλερο και το μαυροφίλερο, με το τελευταίο να ευθύνεται για την οινοποίηση των ποιοτικότερων οίνων αυτής της ποικιλίας. Οι κύριοι τόποι καλλιέργειας της συγκεκριμένης ποικιλίας είναι η Πελοπόννησος, και κυρίως η περιοχή της Μαντινείας, καθώς και τα νησιά του Ιονίου. Οι οίνοι από μοσχοφίλερο έχουν χαμηλή



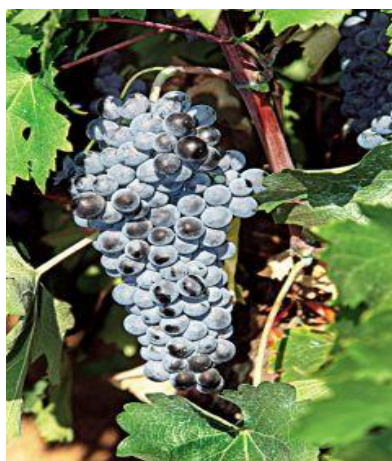
περιεκτικότητα σε αλκοόλ, υψηλή οξύτητα, ελαφρύ σώμα, και αρώματα ανθών και εσπεριδοειδών. Γενικά, δεν προτιμάται παλαιωμένος οίνος από αυτή την ποικιλία, διότι μπορεί εύκολα να χαθούν τα αρώματά του (Κωνσταντίνου, 2011, <https://winesofgreece.org/meet-the-grapes/grape-varieties/>).

Ο ροδίτης είναι μία από τις αρχαιότερες ποικιλίες της Ελλάδας και



καλλιεργείται σε πολλά μέρη της χώρας, ωστόσο μόνο όταν καλλιεργείται σε υψηλό σχετικά υψόμετρο εμφανίζει τα καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά του. Οι κύριες περιοχές καλλιέργειας του ροδίτη είναι η Πάτρα και η Αγχιάλος, ενώ οι οίνοι διακρίνονται από αρώματα φρούτων και εσπεριδοειδών και από μέτρια έως υψηλή οξύτητα. Όπως συμβαίνει και με το μοσχοφίλερο, η παλαιώση του ροδίτη δεν προτιμάται (Κωνσταντίνου, 2011, <https://winesofgreece.org/meet-the-grapes/grape-varieties/>).

Εικόνα 11: Ποικιλία ροδίτης



Εικόνα 12: Ποικιλία αγιοργίτικο

1.3.3 Ερυθρές Ποικιλίες

Η σημαντικότερη ερυθρή ποικιλία της χώρας είναι το αγιοργίτικο, η οποία προέχεται από τη Νεμέα και ανάλογα με το υψόμετρο που καλλιεργείται δίνει διαφορετικής ποιότητας οίνο. Τα αμπέλια της Νεμέας που βρίσκονται σε χαμηλό υψόμετρο (κάτω από 250 μέτρα) δίνουν γλυκούς οίνους, όσα βρίσκονται υψηλότερα (400 έως 650 μέτρα) παράγουν οίνους με βαθύ χρώμα, πλούσιο και πολύπλοκο άρωμα, ενώ τα αμπέλια της ορεινής Νεμέας (700 έως 800 μέτρα) παράγουν οίνους με μικρότερο αλκοολικό βαθμό και υψηλότερη οξύτητα. Τα αγιοργίτικα όταν ωριμάζουν σε δρύινα βαρέλια αποκτούν πιο πολυδιάστατο αρωματικό χαρακτήρα, και



Εικόνα 13: Ποικιλία ξινόμαυρο

για αυτό το λόγο προτιμάται η παλαιώσή τους (Κωνσταντίνου, 2011, <https://winesofgreece.org/meet-the-grapes/grape-varieties/>).

Το ξινόμαυρο αποτελεί τη σημαντικότερη ερυθρή ποικιλία της Βόρειας Ελλάδας και είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με την περιοχή της Νάουσας. Προσφέρει οίνους με αρώματα λιαστής τομάτας και μαύρης ελιάς, με ελαφρύ προς μέτριο σώμα, με στεγνές τανίνες και υψηλή οξύτητα, ενώ έχει πολλές δυνατότητες παλαιώσης (Κωνσταντίνου, 2011, <https://winesofgreece.org/meet-the-grapes/grape-varieties/>).



Εικόνα 14: Ποικιλία κοτσιφάλι

Στην Κρήτη, η βασικότερη ερυθρή ποικιλία είναι το κοτσιφάλι, που δίνει οίνους με υψηλή περιεκτικότητα σε αλκοόλ, χαμηλή οξύτητα και αρώματα βατόμουρου και κερασιού. Όταν παλαιωθεί μπορεί να εμφανίσει αρώματα βοτάνων και μπαχαρικών (Κωνσταντίνου, 2011, <https://winesofgreece.org/meet-the-grapes/grape-varieties/>).



Εικόνα 15: Ποικιλία λημνιό

Το λημνιό είναι μία από τις παλαιότερες ποικιλίες παγκοσμίως με ρίζες από τη Λήμνο. Ενώ απαντάται και με την ονομασία καλαμπάκι στη βόρεια Ελλάδα. Οι οίνοι της συγκεκριμένης ποικιλίας χαρακτηρίζονται από υψηλή περιεκτικότητα σε αλκοόλ, μέτρια οξύτητα και αρώματα φρούτων και βοτάνων. Γενικά, αποφεύγεται η παλαιώση των μονοποικιλιακών οίνων σε βαρέλι, ωστόσο απαντάται συχνά σε μίξεις με άλλες παγκόσμιες ερυθρές ποικιλίες, που συνήθως ωριμάζουν σε βαρέλι, με σκοπό τη βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών (Κωνσταντίνου, 2011, <https://winesofgreece.org/meet-the-grapes/grape-varieties/>).



Εικόνα 16: Ποικιλία μαυροδάφνη

Η μαυροδάφνη είναι μία ακόμη σημαντική ερυθρή ποικιλία, η οποία είναι άμεσα συνδεδεμένη με την περιοχή της Αχαΐας. Δίνει οίνους με μέτριο έως γεμάτο σώμα, λίγες τανίνες και όχι ιδιαίτερα υψηλής οξύτητας. Τα αρώματα της μαυροδάφνης προσομοιάζουν εκείνα του κερασιού, του αποξηραμένου δαμάσκηνου, του μπαχαριού και διάφορων άλλων καρυκευμάτων. Όταν παλαιώσει σε βαρέλι, η

Μαυροδάφνη αποκτά αρώματα σοκολάτας, καφέ και καραμελωμένης ζάχαρης (Κωνσταντίνου, 2011, <https://winesofgreece.org/meet-the-grapes/grape-varieties/>).

1.4 Αυθεντικότητα Οίνων

Όπως ήδη αναφέρθηκε, η πρώτη ύλη του οίνου, δηλαδή το σταφύλι, επηρεάζεται σημαντικά από τους κλιματικούς και εδαφικούς παράγοντες της περιοχής στην οποία καλλιεργούνται. Επιπλέον, οι κλιματικοί και εδαφικοί παράγοντες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ωριμότητα των αμπέλων, καθώς και στην ποσότητα αλλά και την ποιότητα των σταφυλιών κατά τη φάση του τρύγου. Επομένως, καθώς τα σταφύλια καθορίζουν τα ποιοτικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος, η ποιότητα και η τελική τιμή του προϊόντος είναι μεγέθη που επηρεάζονται άμεσα από την γεωγραφική προέλευση των σταφυλιών. Ως εκ τούτου, τόσο οι καταναλωτές όσο και οι οινοπαραγωγοί έχουν δείξει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην επιβεβαίωση και τη διασφάλιση της ποιότητας του οίνου μέσω του ακριβή προσδιορισμού της γεωγραφικής του προέλευσης. Ωστόσο, η επιβεβαίωση της αυθεντικότητας του οίνου είναι μία ιδιαίτερα σύνθετη και δύσκολη διαδικασία καθώς προϋποθέτει τη συσχέτιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών και των αναλυτικών δεδομένων με διάφορους παράγοντες σχετικούς με το περιβάλλον όπου καλλιεργείται και αναπτύσσεται το αμπέλι, το οποίο όμως ενδέχεται να μεταβάλλεται σημαντικά ανά διάφορα χρονικά σημεία, γεγονός που δυσχεραίνει την προαναφερθείσα διαδικασία. Ο όρος αυθεντικότητα του οίνου περιλαμβάνει την ποικιλία, το έτος συγκομιδής και οινοποίησης των σταφυλιών, τη γεωγραφική προέλευση και την παλαιώση που μπορεί να έχει υποστεί ο οίνος. Μέχρι στιγμής, ο προσδιορισμός της αυθεντικότητας των οίνων όσον αφορά τη γεωγραφική τους προέλευση πραγματοποιείται μέσω διεξαγωγής αναλύσεων προφίλ των πτητικών ενώσεων και αναλύσεων σταθερών ισοτόπων και ισοτοπικών λόγων. Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται συνοπτικά οι τεχνικές που εφαρμόζονται για την πιστοποίηση της αυθεντικότητας των οίνων (Wadood, Boli, Xiaowen, Hussain, & Yimin, 2020).

Πίνακας 1.2: Μέθοδοι αξιολόγησης αυθεντικότητας οίνου

Πιστοποίηση	Δείκτες στόχοι	Μέθοδος
Ποικιλία σταφυλιού	Πτητικές ενώσεις	Αέρια χρωματογραφία
	EEM φάσμα	Φασματοσκοπία φθορισμού μήτρας εκπομπής-διέγερσης

	Σύνθεση DNA	PCR με HRM
Γεωγραφική προέλευση	Στοιχειακό αποτύπωμα σπάνιων γαιών	Φασματοσκοπία με επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα και φασματογράφο μάζας
	Σταθερες αναλογίες ισοτόπων	
	Στοιχειακό αποτύπωμα	
	LIBS φάσμα	Φασματοσκοπία εκπομπής ουδετέρων και ιοντισμένων ατόμων
Έτος συγκομιδής	FTIR και UV-Vis φάσματα	Φασματοσκοπία υπέρυθρου μετασχηματισμού Fourier και υπεριώδους
Ποικιλία σταφυλιού και γεωγραφική προέλευση	Στοιχειακή και φαινολική σύνθεση	Υγρή χρωματογραφία, Φασματοσκοπία με επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα και φασματογράφο μάζας, φασματοσκοπία ατομικής απορρόφησης φλόγας
	Σταθεροί λόγοι ισοτόπων	Φασματοσκοπία πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού ειδικής φυσικής ισοτοπικής κλασμάτωσης
	Στοιχειακή σύνθεση	Φασματοσκοπία πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού
	Πτητικές ενώσεις	Αέρια χρωματογραφία
Ποικιλία σταφυλιών, γεωγραφική προέλευση και έτος συγκομιδής	Φάσμα NMR	Φασματοσκοπία πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού
	Σταθεροί λόγοι ισοτόπων	Φασματοσκοπία πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού ειδικής φυσικής ισοτοπικής κλασμάτωσης

1.5 Νοθεία Οίνου

Δεν υπάρχει ακριβής επίσημος ορισμός για τη νοθεία των τροφίμων ως σήμερα, εντούτοις, βάσει της ελληνικής νομοθεσίας, νοθευμένα ορίζονται τα τρόφιμα στα οποία έχουν προστεθεί υλικά συνήθως χαμηλότερης αξίας με σκοπό το κέρδος ή τη βελτίωση της εμφάνισής τους που όμως δεν ανταποκρίνονται πραγματικά (ΕΦΕΤ 2021).

Η νοθεία στον κλάδο των τροφίμων είναι ένα μείζον ζήτημα στις μέρες μας, όσον αφορά τη βιομηχανία τροφίμων. Με τη νοθεία υποβιβάζεται η ποιότητα του τελικού προϊόντος και μειώνεται η εικόνα της επιχείρησης προς τους καταναλωτές. Όσον αφορά την αυθεντικότητα του οίνου, έχει μεγάλη σημασία σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού και την αγορά του. Οι καταναλωτές πρέπει να έχουν εμπιστοσύνη ότι αυτό που αναφέρεται στην ετικέτα ενός δοχείου είναι ακριβές σε σχέση με το περιεχόμενό του. Οι αξιόπιστες επιχειρήσεις ενδέχεται να απειληθούν εάν υποτιμηθούν στην αγορά από προϊόντα που κάνουν ψευδείς ισχυρισμούς σχετικά με τη γνησιότητα των προϊόντων τους. Ωστόσο με το πέρασμα των χρόνων, οι περιπτώσεις νοθείας παρουσιάζονται ολοένα και περισσότερο με σκοπό το κέρδος.

1.5.1 Μέθοδοι Νοθείας Οίνου

Η νοθεία στους οίνους γίνεται με διάφορες μεθόδους όπως προσθήκη νερού, αλκοόλης, χρωστικών / αρωματικών ουσιών, ανάμειξη/ αντικατάσταση μέρους του οίνου με χαμηλότερης ποικιλίας οίνου, εσφαλμένη επισήμανση κτλ. Η νομοθεσία για τον οίνο είναι ένα αντικρουόμενο ζήτημα, καθώς μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τη χώρα. Σύμφωνα με την ΕΕ, δεν επιτρέπεται η προσθήκη νερού στον οίνο για οποιονδήποτε λόγο. Ομοίως, ζάχαρη τεύτλων, ζάχαρη από ζαχαροκάλαμο ή ανακαθαρισμένο γλεύκος μπορούν να προστεθούν στο γλεύκος σταφυλιών ή στον οίνο πριν ή κατά την εξέλιξη της ζύμωσης για να ενισχυθεί η φυσική περιεκτικότητα σε αιθανόλη και ως εκ τούτου να επιτευχθεί υψηλότερη ποιότητα οίνου. Για άλλες περιοχές, η προσθήκη ζάχαρης δεν επιτρέπεται (Kamikoglu, 2018).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΟΙΝΟΥ – ΕΤΙΚΕΤΕΣ ΠΟΠ/ΠΓΕ

2.1 Νομοθεσία Οίνου

Ο οίνος, όπως όλα τα τρόφιμα και ποτά, υπόκειται σε νομοθετικές ρυθμίσεις οι οποίες έχουν θεσπιστεί τόσο από τις αρμόδιες ελληνικές αρχές όσο και από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Πιο συγκεκριμένα, οίνος ονομάζεται το «προϊόν που παράγεται αποκλειστικά με πλήρη ή μερική αλκοολική ζύμωση νωπών σταφυλιών, είτε αυτά έχουν υποστεί έκθλιψη είτε όχι, ή γλεύκους σταφυλιών». Σε αυτόν τον ορισμό προβλέπεται ότι ο οίνος έχει, ανεξάρτητα από τις επεξεργασίες εμπλουτισμού: αποκτημένο αλκοολικό τίτλο τουλάχιστον 9 % vol για τη ζώνη Γ2 όπου ανήκει η Ελλάδα, ολικό αλκοολικό τίτλο το πολύ 15 % vol, ολική οξύτητα τουλάχιστον 3.5 g/L εκφρασμένη σε τρυγικό οξύ ή 46.6 meq/L. Παρακάτω αναφέρεται η ισχύουσα νομοθεσία για τους βασικότερους τύπους οίνου (European Parliament and Council of the European Union, 2013).

2.1.1 Οίνος

Ο οίνος πρέπει να έχει αλκοολικό τίτλο τουλάχιστον 8,5% vol, υπό την προϋπόθεση ότι προέρχεται από σταφύλια που τρυγήθηκαν στις αμπελουργικές ζώνες Α και Β που αναφέρονται στο παράρτημα ΙΧ, και τουλάχιστον 9% vol. Για άλλες ζώνες παραγωγής οίνου, με ή χωρίς την εφαρμογή της επεξεργασίας που καθορίζεται στο σημείο Β του παραρτήματος V. Επιπλέον, κατά παρέκκλιση από τον ισχύοντα ελάχιστο αλκοολικό τίτλο, εάν φέρει Προστατευόμενη Ονομασία Προέλευσης ή Προστατευόμενη Γεωγραφική Ένδειξη και ανεξάρτητα από το εάν εφαρμόζονται ή όχι οι επεξεργασίες που καθορίζονται στο σημείο Β του παραρτήματος V, ο οίνος μπορεί να έχει πραγματικό αλκοολικό αντοχή τουλάχιστον 4,5% κατ' όγκο. Όσον αφορά τον μέγιστο ολικό αλκοολικό τίτλο, με εκτροπή αυτός μπορεί να είναι έως και 20% κατ' όγκο. για οίνους που παράγονται χωρίς εμπλουτισμό σε ορισμένες αμπελοοινικές περιοχές της Κοινότητας και προσδιορίζονται σύμφωνα με τη διαδικασία που αναφέρεται στο άρθρο 113 παράγραφος 2, 5 g/l ή 46,6 meq/l, ωστόσο, μπορούν να θεσπιστούν διάφορες παρεκκλίσεις από αυτό το όριο με τον τρόπο που περιγράφεται στο άρθρο 113 παράγραφος 2 (European Parliament and Council of the European Union, 2013).

2.1.2 Ρετσίνα

Η ρετσίνα είναι ένα τυπικό είδος οίνου που παράγεται στην Ελλάδα, το οποίο παρασκευάζεται αποκλειστικά από μούστο σταφυλιού επεξεργασμένο με ρητίνη από το σταφύλι Πεύκη Χαλεπίου. Η χρήση της ρητίνης Πεύκης Χαλεπίου για την παραγωγή ρητινούχου οίνου επιτρέπεται από την ελληνική νομοθεσία, εφόσον η ρητίνη χρησιμοποιείται με νόμιμο τρόπο (European Parliament and Council of the European Union, 2013).

2.1.3 Νεαρός οίνος που βρίσκεται ακόμη σε ζύμωση

Ένας δεύτερος τύπος οίνου είναι ο οίνος που βρίσκεται ακόμη σε ζύμωση, το οποίο ορίζεται ως το προϊόν του οποίου η αλκοολική ζύμωση δεν έχει ακόμη ολοκληρωθεί και δεν έχει ακόμη διαχωριστεί από τα υπολείμματα οίνου του (European Parliament and Council of the European Union, 2013).

2.1.4 Οίνος λικέρ

Οίνος λικέρ είναι ο οίνος που έχει περιεκτικότητα σε αλκοόλ τουλάχιστον 15%. Μπορούν να παραχθούν μόνο οίνοι λικέρ που έχουν ολικό αλκοολικό τίτλο όχι μικρότερο από 17,5%. Αυτά τα προϊόντα θα αναγράφονται χωριστά και θα υπόκεινται σε διαφορετική διαδικασία από άλλους οίνους. Επιπλέον, ως οίνος λικέρ θεωρείται και το προϊόν το οποίο έχει αρχικό φυσικό αλκοολικό τίτλο τουλάχιστον 12 % vol., εξαιρουμένων ορισμένων οίνων λικέρ με ονομασία προέλευσης ή προστατευόμενη γεωγραφική ένδειξη, οι οποίοι περιλαμβάνονται σε κατάλογο που θα καταρτιστεί με τη διαδικασία της παραγράφου 2 του άρθρου 113 στο οποίο έχουν προστεθεί μεμονωμένα ή σε μείγμα ουδέτερη αλκοόλη οινικής προέλευσης, συμπεριλαμβανομένης της αλκοόλης που προέρχεται από απόσταξη σταφίδων, με αποκτημένο αλκοολικό τίτλο τουλάχιστον 96 % vol., απόσταγμα οίνου ή σταφίδων με αποκτημένο αλκοολικό τίτλο τουλάχιστον 52 % vol. και όχι ανώτερο από 86 % vol., καθώς και, κατά περίπτωση, ένα ή περισσότερα από συμπυκνωμένο γλεύκος σταφυλιών, μείγμα ενός αλκοόλη οινικής προέλευσης ή απόσταγμα οίνου ή σταφίδων με γλεύκος σταφυλιών (European Parliament and Council of the European Union, 2013).

2.1.5 Αφρώδης Οίνος

Είναι το προϊόν της πρώτης ή δεύτερης αλκοολικής ζύμωσης φρέσκων σταφυλιών, γλεύκους σταφυλιών ή οίνου. Για την παραγωγή αφρώδους οίνου, το διοξείδιο του άνθρακα εξ ολοκλήρου από τη ζύμωση πρέπει να απελευθερώνεται κατά το γέμισμα του δοχείου. Επιπλέον, όταν ο αφρώδης οίνος διατηρείται σε θερμοκρασία 20 °C σε αεροστεγές δοχείο, η πίεσή του είναι τουλάχιστον 3 bar λόγω του διαλυμένου διοξειδίου του άνθρακα. Ο αλκοολικός τίτλος των βασικών προϊόντων που προορίζονται για την παραγωγή αφρώδους οίνου δεν πρέπει να είναι μικρότερος από 8,5% vol (European Parliament and Council of the European Union, 2013).

2.1.6 Αφρώδης Οίνος Ποιότητας Αρωματικού Τύπου

Αφρώδης οίνος ποιότητας αρωματικού τύπου είναι ο οίνος που παρασκευάζεται με αποκλειστική χρησιμοποίηση, κατά την παρασκευή της «cuvées», γλεύκους σταφυλιών ή γλεύκους σταφυλιών που έχει υποστεί μερική ζύμωση, το οποίο προέρχεται από συγκεκριμένες οινοποιήσιμες ποικιλίες αμπέλου, βάσει καταλόγου που καταρτίζεται με τη διαδικασία της παραγράφου 2 του άρθρου 113. Όταν αποθηκεύεται σε θερμοκρασία 20 ° C σε κλειστά δοχεία, είναι υπό υπερπίεση τουλάχιστον 3.5 bar, ως αποτέλεσμα διαλυμένου διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο έχει αλκοολικό τίτλο τουλάχιστον 6% κατ' όγκο. και ο συνολικός όγκος της αλκοόλης είναι τουλάχιστον 10% vol (European Parliament and Council of the European Union, 2013).

2.1.7 Αεριούχος Αφρώδης Οίνος

Είναι το αποτέλεσμα του οίνου που παράγεται χωρίς προστατευόμενη ονομασία προέλευσης ή γεωγραφική ένδειξη. Για την παραγωγή ανθρακούχου αφρώδους οίνου, πρέπει να απελευθερώνεται μόνο διοξείδιο του άνθρακα από τη ζύμωση όταν γεμίσει το δοχείο. Επιπλέον, ο αφρώδης οίνος βρίσκεται σε θερμοκρασία 20 οC σε κλειστά δοχεία υπό πίεση τουλάχιστον 3 bar λόγω του διαλυμένου διοξειδίου του άνθρακα (European Parliament and Council of the European Union, 2013).

2.1.8 Ημιαφρώδης Οίνος

Παράγεται από οίνο, υπό τον όρο ότι ο εν λόγω οίνος έχει ολικό αλκοολικό τίτλο τουλάχιστον 9 % vol. Ο ημιαφρώδης οίνος έχει αποκτημένο αλκοολικό τίτλο τουλάχιστον 7 % vol, όταν διατηρείται σε θερμοκρασία 20 °C σε κλειστά δοχεία, βρίσκεται υπό υπερπίεση τουλάχιστον 1 bar και όχι ανώτερη από 2.5 bar, η οποία οφείλεται στο διαλυμένο ενδογενές διοξείδιο του άνθρακα, και συσκευάζεται σε δοχεία των 60 λίτρων ή μικρότερα (European Parliament and Council of the European Union, 2013).

2.1.9 Αεριούχος Ημιαφρώδης Οίνος

Αεριούχος ημιαφρώδης οίνος είναι το προϊόν που παράγεται από οίνο έχει αποκτημένο αλκοολικό τίτλο τουλάχιστον 7 % vol. και ολικό αλκοολικό τίτλο τουλάχιστον 9 % vol., όταν διατηρείται σε θερμοκρασία 20 °C σε κλειστά δοχεία, βρίσκεται υπό υπερπίεση τουλάχιστον 1 bar και όχι ανώτερη από 2.5 bar, η οποία οφείλεται στο διαλυμένο διοξείδιο του άνθρακα που προέρχεται εξ ολοκλήρου ή εν μέρει από προσθήκη, και συσκευάζεται σε δοχεία των 60 λίτρων ή μικρότερα (European Parliament and Council of the European Union, 2013).

2.1.10 Οίνος από Λιαστά Σταφύλια

Το συγκεκριμένο προϊόν παράγεται χωρίς εμπλουτισμό, από σταφύλια που έχουν αφεθεί στον ήλιο ή στη σκιά για μερική αφυδάτωση, έχει ολικό αλκοολικό τίτλο τουλάχιστον 16 % vol. και αποκτημένο αλκοολικό τίτλο τουλάχιστον 9 % vol (European Parliament and Council of the European Union, 2013).

2.1.11 Οίνος από Υπερώριμα Σταφύλια

Είναι ο οίνος που παρασκευάζεται χωρίς εμπλουτισμό, έχει φυσικό αλκοολικό τίτλο ανώτερο από 15 % vol, ολικό αλκοολικό τίτλο τουλάχιστον 15 % vol., και αποκτημένο αλκοολικό τίτλο τουλάχιστον 12 % vol (European Parliament and Council of the European Union, 2013).

2.2 Ετικέτες ΠΟΠ/ΠΓΕ

Η χρήση και η εφαρμογή της ετικέτας ΓΕ (Γεωγραφική Ένδειξη) καθιερώνεται στο πλαίσιο της πολιτικής της ΕΕ για την προστασία συγκεκριμένων ονομάτων προϊόντων προκειμένου να προωθηθούν τα μοναδικά χαρακτηριστικά τους που σχετίζονται με τη γεωγραφική προέλευση καθώς και με τις παραδοσιακές τεχνικές. Ως εκ τούτου, μια "Γεωγραφική Ένδειξη" μπορεί να επισυναφθεί σε ένα όνομα προϊόντος εάν έχει συγκεκριμένη σύνδεση με τον τόπο παραγωγής. Η αναγνώριση από τη ΓΕ δίνει τη δυνατότητα στους καταναλωτές να εμπιστεύονται και να διαφοροποιούν τα ποιοτικά προϊόντα, ενώ βοηθά τους κατασκευαστές να εμπορεύονται καλύτερα τα προϊόντα τους.

Οι γεωγραφικές ενδείξεις παρέχουν δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας για συγκεκριμένα προϊόντα των οποίων τα χαρακτηριστικά σχετίζονται ιδιαίτερα με την περιοχή παραγωγής, συμπεριλαμβανομένης της Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης (ΠΟΠ - Τρόφιμα και Οίνος), Προστατευόμενες Γεωγραφικές Ενδείξεις (ΠΓΕ - Τρόφιμα και Οίνος) και Γεωγραφικές Ενδείξεις (ΓΕ - αλκοολούχα ποτά και αρωματισμένοι οίνοι). Το σύστημα ΓΕ της ΕΕ προστατεύει τις ονομασίες προϊόντων που προέρχονται από μια συγκεκριμένη περιοχή και έχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά ή φήμη που σχετίζονται με την περιοχή παραγωγής. Η διαφορά μεταξύ ΠΟΠ και ΠΓΕ σχετίζεται κυρίως με την ποσότητα των πρώτων υλών που πρέπει να προέλθει ένα προϊόν από την περιοχή ή τον βαθμό στον οποίο η παραγωγική διαδικασία πρέπει να λάβει χώρα σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Οι ΓΕ ειδικεύονται σε αλκοολούχα ποτά και αρωματισμένους οίνους (European Parliament and Council of the European Union, 2019).

2.2.1 Προστατευόμενη ονομασία προέλευσης

Οι ονομασίες προϊόντων που έχουν καταχωριστεί ως ΠΟΠ είναι εκείνες που συνδέονται στενότερα με την περιοχή στην οποία παράγονται αυτά τα προϊόντα. Τα προϊόντα που μπορούν να επισημανθούν με ΠΟΠ είναι τα τρόφιμα, τα αγροτικά προϊόντα και τον οίνο. Για να λάβει ένα τρόφιμο ετικέτα ΠΟΠ, κάθε μέρος της διαδικασίας παραγωγής, επεξεργασίας και παρασκευής πρέπει να πραγματοποιείται σε αυτόν τον χώρο. Για τον οίνο, αυτό σημαίνει ότι τα σταφύλια πρέπει να προέρχονται εξ ολοκλήρου από τη γεωγραφική περιοχή όπου παράγεται ο οίνος (European Parliament and Council of the European Union, 2019).

2.2.2 Προστατευμένη γεωγραφική ένδειξη

Η ΠΓΕ δίνει έμφαση στη σχέση μεταξύ συγκεκριμένων γεωγραφικών περιοχών και ονομάτων προϊόντων, όπου συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, φήμη ή άλλα χαρακτηριστικά μπορούν να αποδοθούν κυρίως στη γεωγραφική τους προέλευση. Τα προϊόντα που μπορούν να επισημανθούν με ΠΓΕ είναι τα τρόφιμα, τα αγροτικά προϊόντα και ο οίνος. Η προδιαγραφή σήμανσης ΠΓΕ αναφέρει ότι για τα περισσότερα προϊόντα, τουλάχιστον ένα στάδιο παραγωγής, μεταποίησης ή κατασκευής λαμβάνει χώρα στην περιοχή. Στην περίπτωση του οίνου, αυτό σημαίνει ότι τουλάχιστον το 80% των σταφυλιών πρέπει να προέρχεται εξ ολοκλήρου από τη γεωγραφική περιοχή όπου παράγεται πράγματι ο οίνος. Οι οίνοι ΠΓΕ χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες με βάση τη γεωγραφική περιοχή (European Parliament and Council of the European Union, 2019):

- ΠΓΕ Περιφερειών: ΠΓΕ Αιγαίο, ΠΓΕ Ήπειρος, ΠΓΕ Θεσσαλία, ΠΓΕ Θράκη, ΠΓΕ Κρήτη, ΠΓΕ Μακεδονία, ΠΓΕ Πελοπόννησος και ΠΓΕ Στερεά Ελλάδα
- ΠΓΕ Νομών: 37 οίνοι
- ΠΓΕ Περιοχών: 58 οίνοι



Εικόνα 17: Σήμανση ΠΟΠ και ΠΓΕ

2.2.3 Κατάλογος οίνων ΠΟΠ/ΠΓΕ

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται οι οίνοι με σήμανση ΠΟΠ και ΠΓΕ που υπάρχουν στην Ελλάδα (http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/POP-PGE/LISTA-OINON-POP/lista_POP.pdf), http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/POP-PGE/LISTA-OINON-PGE/lista_Pge.pdf).

Πίνακας 2.1: Ελληνικοί οίνοι με σήμανση ΠΟΠ και ΠΓΕ

Σήμανση	Οίνοι
ΠΟΠ	<p>Αγγιάλος, Αμύνταιο, Αρχάνες, Γουμένισσα, Δαφνές, Ζίτσα, Λήμνος, Malvasia Πάρου, Malvasia Σητείας, Malvasia Χανδάκας, Μαντινεία, Μαυροδάφνη Κεφαλληνίας, Μαυροδάφνη Πατρών, Μεσσηνικόλα, Μονεμβασία Malvasia, Μοσχάτος Κεφαλληνίας, Μοσχάτος Λήμνου, Μοσχάτος Πατρών, Μοσχάτος Ρίου Πατρών, Μοσχάτος Ρόδου, Νάουσα, Νεμέα, Πάρου, Πάτρα, Πεζιά, Πλαγιές Μελιτώνα, Ραψάνη, Ρόδος, Ρομπόλα Κεφαλληνίας, Σάμος, Σαντορίνη, Σητεία, Χάνδακας</p>
ΠΓΕ	<p>Άβδηρα, Άγιο Όρος, Αγορά, Αδριανή, Αιγαίο Πέλαγος, Ανάβυσσος, Αργολίδα, Αρκαδία, Αττική, Αχαΐα, Βελβεντό, Βερντέα Ονομασία κατά παράδοση Ζακύνθου, Βιλίτσα, Γεράνεια, Γρεβενά, Δράμα, Δωδεκάνησος, Έβρος, Ελασσόνα, Επανομή, Εύβοια, Ζάκυνθος, Ηλεία, Ημαθία, Ήπειρος, Ηράκλειο, Θάσος, Θαψανά, Θεσσαλία, Θεσσαλονίκη, Θήβα, Θράκη, Ικαρία, Ίλιον, Ίσμαρος, Ιωάννινα, Καβάλα, Καρδίτσα, Κάρυστος, Καστοριά, Κέρκυρα, Κίσσαμος, Κλημέντι, Κοζάνη, Κοιλάδα Αταλάντης, Κορινθία/Κόρινθος, Κορωπί, Κρανιά, Κραννώνα, Κρήτη, Κυκλάδες, Κως, Λακωνία, Λασιθί, Λέσβος, Λετρίνοι, Λευκάδα, Ληλάντιο Πεδίο, Μαγνησία, Μακεδονία, Μαντζαβινάτα, Μαρκόπουλο,</p>

	<p>Μαρτίνο, Μεσσηνία, Μεταξάτα, Μετέωρα, Μέτσοβο, Νέα Μεσημβρία, Οπύντια Λοκρίδας, Παγγαίο, Παιανία, Παλλήνη, Παρνασσός, Πέλλα, Πελοπόννησος, Πιερίας, Πισάτις, Πλαγιές Αιγιαλείας, Πλαγιές Αίνου, Πλαγιές Αμπέλου, Πλαγιές Βερτσίκου, Πλαγιές Κιθαιρώνα, Πλαγιές Κνημίδας, Πλαγιές Πάικου, Πλαγιές Πάρνηθας, Πλαγιές Πεντελικού, Πλαγιές Πετρωτού, Πυλία, Ρέθυμνο, Ρετσίνα Αττικής, Ρετσίνα Βοιωτίας, Ρετσίνα Ευβοίας, Ρετσίνα Γιάλτρων, Ρετσίνα Θηβών, Ρετσίνα Καρύστου, Ρετσίνα Κορωπίου, Ρετσίνα Μαρκοπούλου, Ρετσίνα Μεγάρων, Ρετσίνα Μεσογείων, Ρετσίνα Παιανίας, Ρετσίνα Παλλήνης, Ρετσίνα Πικερμίου, Ρετσίνα Σπάτων, Ρετσίνα Χαλκίδας, Ριτσώνα, Σέρρες, Σιάτιστα, Σιθωνία, Σπάτα, Στερεά Ελλάδα, Σύρος, Τεγέα, Τριφυλία, Τύρναβος, Φθιώτιδα, Φλώρινα, Χαλικούνα, Χαλκιδική, Χανιά, Χίος</p>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.2.4 Οίνοι χωρίς ονομασία προέλευσης ή γεωγραφική ένδειξη

Όλοι οι υπόλοιποι οίνοι χωρίς ονομασία προέλευσης ή γεωγραφική ένδειξη, αναφέρονται απλώς ως «οίνοι», και έχουν αντικαταστήσει την παλαιά κατηγορία των «επιτραπέζιων οίνων». Κάτω από προϋποθέσεις ο Κανονισμός επιτρέπει την αναγραφή της ποικιλίας και έτους εσοδείας σε οίνους χωρίς ονομασία προέλευσης ή γεωγραφικής ένδειξης με δυνατότητα αναγραφής ποικιλίας και έτους εσοδείας. Στις προϋποθέσεις αυτές περιλαμβάνεται και η δημιουργία από το κάθε Κράτος Μέλος ενός συστήματος ελέγχου και πιστοποίησης των παραπάνω οίνων,

συμπεριλαμβανομένης και της τήρησης μητρώου εγκεκριμένων επιχειρήσεων. Η εφαρμογή της νέας κατηγορίας οίνων χωρίς γεωγραφική ένδειξη, με δυνατότητα αναγραφής ποικιλίας και έτους εσοδείας, απαιτούσε τη δημιουργία ειδικού νομοθετικού πλαισίου από κάθε κράτος μέλος. Στην Ελλάδα το 2012, εκδόθηκε η αντίστοιχη σχετική εγκύκλιος για να ρυθμίσει προσωρινά το θέμα: (http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/metapoiisi/poik_oinos_egkiklios.pdf).

2.2.5 Υποχρεωτικές και προαιρετικές ενδείξεις για την επισήμανση και την παρουσίαση των οίνων

Το 2014 το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων εξέδωσε τον ενημερωμένο οδηγό ετικετών σύμφωνα με τον οποίο στους οίνους θα πρέπει υποχρεωτικά να αναγράφονται τα εξής:

- Ονομασία της κατηγορίας του αμπελοοινικού προϊόντος
- Για τους οίνους με προστατευόμενη ονομασία προέλευσης ή προστατευόμενη γεωγραφική ένδειξη: ο όρος προστατευόμενη ονομασία προέλευσης ή προστατευόμενη γεωγραφική ένδειξη και η αντίστοιχη ονομασία ή ένδειξη
- Ο αποκτημένος κατ' όγκο αλκοολικός τίτλος
- Ένδειξη προέλευσης
- Ένδειξη του εμφιαλωτή ή, στην περίπτωση αφρώδους οίνου, αεριούχου αφρώδους οίνου, αφρώδους οίνου ποιότητας ή αφρώδους οίνου ποιότητας αρωματικού τύπου, το όνομα του παραγωγού ή του πωλητή
- Ένδειξη του εισαγωγέα αν πρόκειται για εισαγόμενο οίνο
- Στην περίπτωση αφρώδους οίνου, αεριούχου αφρώδους οίνου, αφρώδους οίνου ποιότητας ή αφρώδους οίνου ποιότητας αρωματικού τύπου, ένδειξη της περιεκτικότητας σε σάκχαρα

Αν ο οίνος φέρει επισήμανση για προστατευόμενη ονομασία προέλευσης ή προστατευόμενη γεωγραφική ένδειξη η ονομασία της κατηγορίας του αμπελοοινικού προϊόντος μπορεί να παραληφθεί. Επιπλέον, ο όρος προστατευόμενη ονομασία προέλευσης ή προστατευόμενη γεωγραφική ένδειξη και η αντίστοιχη ονομασία ή ένδειξη μπορεί να παραλείπεται όταν αναφέρεται στην ετικέτα παραδοσιακή ένδειξη ή όταν το προστατευόμενο όνομα αναγράφεται στην ετικέτα.

Οι οίνοι που φέρουν ετικέτα ΠΟΠ ή ΠΓΕ μπορούν να έχουν επιπλέον τις κάτωθι προαιρετικές ενδείξεις:

- Έτος συγκομιδής
- Ονομα μιας ή περισσότερων οινοποιήσιμων ποικιλιών αμπέλου (υπό προϋποθέσεις)
- Στην περίπτωση οίνων (με εξαίρεση τους αφρώδεις οίνους, αεριούχους αφρώδεις οίνους, αφρώδεις οίνους ποιότητας ή αφρώδεις οίνους ποιότητας αρωματικού τύπου) , ένδειξη της περιεκτικότητας σε σάκχαρα
- Για τους οίνους με προστατευόμενη ονομασία προέλευσης ή προστατευόμενη γεωγραφική ένδειξη, οι παραδοσιακές ενδείξεις (μέθοδος παραγωγής ή παλαίωσης ή ποιότητα, χρώμα, τοποθεσία ή ένα ιδιαίτερο γεγονός που συνδέεται με την ιστορία του προϊόντος)
- Το κοινοτικό σύμβολο που αναφέρει την προστατευόμενη ονομασία προέλευσης ή την προστατευόμενη γεωγραφική ένδειξη
- Ενδείξεις που αφορούν ορισμένες μεθόδους παραγωγής
- Για τους οίνους που φέρουν ονομασία προέλευσης ή γεωγραφική ένδειξη, το όνομα άλλης γεωγραφικής ενότητας η οποία είναι μικρότερη ή μεγαλύτερη από την περιοχή στην οποία βασίζεται η ονομασία προέλευσης ή η προστατευόμενη γεωγραφική ένδειξη.

Επιπλέον, τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν τη δυνατότητα να εξαιρούν οινοποιήσιμες ποικιλίες αμπέλου όταν υπάρχει κίνδυνος σύγχυσης των καταναλωτών ως προς την πραγματική προέλευση του οίνου επειδή η συγκεκριμένη ποικιλία αποτελεί αναπόσπαστο μέρος μιας αναγνωρισμένης ονομασίας προέλευσης ή γεωγραφικής ένδειξης. Στα μείγματα οίνων από διάφορες χώρες της κοινότητας δεν επιτρέπεται να αναφέρεται η ποικιλία ή οι ποικιλίες αμπέλου, εκτός αν συμφωνήσουν από κοινού τα διαφορετικά κράτη μέλη (European Parliament and Council, 2018).

2.3 Διαδικασία Χορήγησης Ετικέτας ΠΟΠ/ΠΓΕ

Για να μπορέσει ένα οινοποιείο να έχει οίνους με ετικέτες ΠΟΠ ή ΠΓΕ πρέπει αρχικά να υποβάλει μία αίτηση καταχώρησης. Δικαίωμα υποβολής αίτησης για καταχώριση μίας ονομασίας στο κοινοτικό μητρώο Προστατευόμενων Ονομασιών Προέλευσης (ΠΟΠ) και Προστατευόμενων Γεωγραφικών Ενδείξεων (ΠΓΕ) έχει κάθε οινοπαραγωγός ανεξάρτητα από την νομική μορφή του οινοποιείου που ασχολείται με τον συγκεκριμένο οίνο. Αρχικά, ο οινοπαραγωγός που θέλει να υποβάλει αίτηση καταχώρισης ΠΟΠ ή ΠΓΕ οφείλει να αποδείξει ότι η προτεινόμενη ονομασία ανταποκρίνεται στους ορισμούς που αναφέρονται στο άρθρο 5 του Κανονισμού (ΕΕ) 1151/2012,

υποβάλλοντας τον αντίστοιχο φάκελο στο αρμόδιο τμήμα της Διεύθυνσης Συστημάτων Ποιότητας και Βιολογικής Γεωργίας του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.

Ο φάκελος πρέπει να περιλαμβάνει σε έντυπη μορφή μία αίτηση καταχώρισης, το ενιαίο έγγραφο σε έντυπη μορφή, τις τεχνικές προδιαγραφές του οίνου, και τέλος μία δήλωση ότι πληρούνται οι όροι του άρθρου 49 παρ. 1 του Καν. (ΕΕ) 1151/2012, στην περίπτωση που ο οινοποιός είναι ένα μεμονωμένο φυσικό ή νομικό πρόσωπο και όχι ομάδα οινοπαραγωγών.

Όσον αφορά τις τεχνικές προδιαγραφές του οίνου για τον οποίο έχει κατατεθεί η αίτηση καταχώρισης ως ΠΟΠ ή ΠΓΕ, αυτές περιλαμβάνουν το όνομα του οίνου, την περιγραφή του, την οριοθετημένη γεωγραφική περιοχή στην οποία καλλιεργείται και παράγεται, την απόδειξη προέλευσης από τη συγκεκριμένη περιοχή, την αναλυτική περιγραφή της μεθόδου παραγωγής του, το δεσμό του οίνου με τη συγκεκριμένη περιοχή, τους φορείς που ελέγχουν το συγκεκριμένο προϊόν, την επισήμανσή του και τις ειδικές διατάξεις της ευρωπαϊκής και εθνικής νομοθεσίας.

Ειδικότερα, το όνομα του οίνου θα πρέπει να αναφέρει την προτεινόμενη ονομασία προέλευσης ή γεωγραφική ένδειξη με ελληνικούς και λατινικούς χαρακτήρες. Το όνομα του προς καταχώριση οίνου πρέπει να είναι το όνομα που χρησιμοποιείται στο εμπόριο ή η γλώσσα που χρησιμοποιείται.

Η περιγραφή του οίνου περιλαμβάνει τους φυσικούς (π.χ. χρώμα), χημικούς (π.χ. αλκοολικοί βαθμοί), μικροβιολογικούς, βιολογικούς (π.χ. ποικιλία) παράγοντες αυτού, καθώς και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (π.χ. χρώμα, γεύση, άρωμα) του. Σκοπός της αναλυτικής περιγραφής του προϊόντος αποτελεί η απόδειξη της ιδιαιτερότητας και της μοναδικότητας του οίνου και η ανάδειξη των διαφορών συγκριτικά με τα υπόλοιπα προϊόντα οίνου. Η οριοθετημένη γεωγραφική περιοχή για την καλλιέργεια και παραγωγή του προϊόντος πρέπει να ορίζεται με σαφήνεια και ακρίβεια, χωρίς τεχνητό αποκλεισμό χωριών ή επαρχιών, και να περιλαμβάνει την πραγματική περιοχή παραγωγής του προϊόντος, η οποία οριοθετείται βάσει ομολόγων και πρέπει να έχει τα σχετικά ισοδύναμα των εδαφοκλιματικών συνθηκών. Το πιστοποιητικό προέλευσης του οίνου στην ουσία αναφέρεται στην ιχνηλασιμότητα του προϊόντος και σχετίζεται με τον αυτοέλεγχο του οινοποιείου. Πρέπει να καθοριστούν οι διαδικασίες που πρέπει να ακολουθήσει το οινοποιείο για την πιστοποίηση της προέλευσης και των πρώτων υλών του οίνου σύμφωνα με τις προδιαγραφές του προϊόντος, πρέπει να προέρχονται από την οριοθετημένη γεωγραφική περιοχή. Ως προς τον τρόπο παραγωγής του οίνου, θα πρέπει να περιγράφεται με τέτοιο τρόπο ώστε να μην υπάρχει γενικά τεχνητός αποκλεισμός εντός της οριοθετημένης περιοχής, με έμφαση σε αυθεντικές, παραδοσιακές και τοπικές μεθόδους. Επιπλέον, πρέπει να παρέχονται πληροφορίες

για τη συσκευασία του οίνου, ενώ σε κάθε περίπτωση πρέπει να αποφεύγονται πολύ δεσμευτικές προδιαγραφές, καθώς μπορεί να οδηγήσουν σε δυσκολίες συμμόρφωσης και εμπορίας προϊόντων. Εάν η αιτούσα ομάδα απαιτεί ο οίνος να συσκευάζεται μόνο σε οριοθετημένη περιοχή, αυτή η επιλογή πρέπει να είναι πλήρως τεκμηριωμένη. Η αιτιολόγηση μπορεί να βασίζεται τόσο στον έλεγχο, την ιχνηλασιμότητα και τη διασφάλιση της γνησιότητας του οίνου, όσο και στο σκεπτικό ότι το τελικό προϊόν είναι απολύτως ευαίσθητο και η μεταφορά του εκτός περιοχής ενδέχεται να αλλάξει τα βασικά του χαρακτηριστικά. Επιπλέον, οι υποβολές πρέπει να περιέχουν επαρκείς πληροφορίες για το πώς η οριοθετημένη γεωγραφική περιοχή του οίνου επηρεάζει αποτελεσματικά και διαμορφώνει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του. Τα ειδικά χαρακτηριστικά του εδαφικού κλιματικού περιβάλλοντος και οι τοπικές συνθήκες παραγωγής πρέπει να περιγράφονται πλήρως. Επιπλέον, οι παραπάνω πληροφορίες πρέπει να συνδυαστούν για να παρέχουν συγκεκριμένες πληροφορίες για τους ανθρώπινους παράγοντες που διαμορφώνουν τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του οίνου. Περαιτέρω, είναι απαραίτητο να αναλυθούν τα χαρακτηριστικά εκείνα που καθορίζουν την ποιότητα και την ποιότητα του οίνου, τα οποία πρέπει ή μπορούν να αποδοθούν στην οριοθετημένη περιοχή παραγωγής. Για τους οίνους που φέρουν την ονομασία ΠΓΕ, πρέπει να δηλώνεται σαφώς εάν η αίτηση καταχώρισης ΓΕ βασίζεται αποκλειστικά στη συγκεκριμένη ποιότητα, τη φήμη ή άλλα χαρακτηριστικά του οίνου από τη συγκεκριμένη περιοχή παραγωγής. Στην περίπτωση εφαρμογών με βάση ο οίνος, αυτό θα πρέπει να σχετίζεται με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του οίνου από τον οποίο προήλθε. Εκτός από τα παραπάνω, το αρχείο μπορεί να περιέχει ιστορικά και βιβλιογραφικά δεδομένα σχετικά με το προϊόν, τα οποία μπορεί να προέρχονται από λεξικά, εγκυκλοπαίδειες, βιβλία, εικόνες, αγγεία, πίνακες ζωγραφικής κ.λπ. Αυτές οι αναφορές θα πρέπει να αναφέρονται στις συγκεκριμένες ονομασίες που απαιτούνται για την εγγραφή στο κοινοτικό μητρώο ΠΟΠ-ΠΓΕ και όχι σε γενικές αναφορές στην παραγωγή παρόμοιων προϊόντων. Στη Ελλάδα, φορέας ελέγχου είναι ο ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, σε κλιμάκια ελέγχου του οποίου συμμετέχουν και αρμόδιοι υπάλληλοι των οικείων Διευθύνσεων Αγροτικής Οικονομίας και Κτηνιατρικής των Περιφερειακών Ενοτήτων, (ΔΑΟΚ) της χώρας. Σχετικά με την επισήμανση του οίνου, θα πρέπει να αναφέρονται τυχόν ειδικοί κανόνες επισήμανσης πέραν αυτών που προβλέπονται στην Κοινοτική και την Εθνική νομοθεσία για τις ΠΟΠ και ΠΓΕ. Τέλος, όσον αφορά τις ειδικές διατάξεις της ευρωπαϊκής και της ελληνικής νομοθεσίας, θα πρέπει να αναφέρονται εφόσον υπάρχουν οι ειδικές εθνικές και κοινοτικές διατάξεις που ισχύουν για την παραγωγή, μεταποίηση, συσκευασία και εμπορία του οίνου

http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/POP-PGE/ODHGIES_PROETOIMASIAS_FAKELOU_220319.pdf.

Κάθε ενδιαφερόμενη ομάδα παραγωγών ή, σε εξαιρετικές περιπτώσεις, μεμονωμένοι παραγωγοί μπορούν να υποβάλουν αίτηση για προστασία ονομασίας προέλευσης ή γεωγραφικής ένδειξης, ενώ άλλα ενδιαφερόμενα μέρη μπορούν να συμμετάσχουν στην αίτηση, αλλά οι παραγωγοί μπορούν να υποβάλουν αίτηση μόνο για τους οίνους που παράγουν. Για διασυνοριακές ονομασίες ή παραδοσιακές ονομασίες που σχετίζονται με διασυνοριακές περιοχές, μπορεί να υποβληθεί κοινή αίτηση. Τα κράτη μέλη εξετάζουν τις αιτήσεις προστασίας για συμμόρφωση με τις απαιτήσεις του παρόντος κανονισμού και θεσπίζουν εθνικές διαδικασίες για τη διασφάλιση της δημοσίευσης των αιτήσεων. Επίσης, εντός 2 μηνών μπορεί να υποβάλει ένσταση όποιος έχει έννομο συμφέρον και θίγεται. Η αιτούσα χώρα υποβάλλει αίτηση προστασίας στην Επιτροπή, η οποία τη δημοσιεύει στην Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης αφού εξετάσει την αίτηση και διατυπώσει γνώμη (European Parliament and Council of the European Union, 2019).

2.4 Αναγκαιότητα πιστοποίησης αυθεντικότητας των οίνων

Όπως αναφέρθηκε, ο οίνος είναι ένα προϊόν που αντιπροσωπεύει τεράστιο οικονομικό ενδιαφέρον και είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με τις εκάστοτε γεωγραφικές περιοχές. Συνεπώς, η ανάπτυξη αναλυτικών τεχνικών με σκοπό την κατηγοριοποίηση των οίνων και για την παρχώρηση εμπορικών σημάτων, όπως αυτά αναφέρθηκαν προηγουμένως, είναι απαραίτητη. Τα τελευταία χρόνια έχουν καταγραφεί πολλά περιστατικά απάτης αναφορικά με τις ετικέτες του οίνου, καθώς πλαστές ετικέτες από υψηλής ποιότητας οίνους τοποθετούνται σε φιάλες με περιεχόμενο χαμηλής ποιότητας με στόχο το κέρδος. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η επισήμανση οίνων που παράγονται σε περιοχές που δεν είναι συνδεδεμένες με τη διαδικασία της οινοποίησης ως οίνοι από φημισμένες οινοποιητικές περιοχές. Επομένως, είναι απαραίτητο να αναπτυχθούν και να εφαρμοστούν κατάλληλες αναλυτικές μέθοδοι και τεχνικές που θα εγγυώνται την αυθεντικότητα των οίνων, προκειμένου να αποφεύγονται φαινόμενα εξαπάτησης των καταναλωτών. Οι κύριες μέθοδοι για την πιστοποίηση της αυθεντικότητας του οίνου που εφαρμόζονται και αναλύονται εκτενώς στο παρακάτω κεφάλαιο είναι η ανάλυση ιχνοστοιχείων με φασματομετρία μάζας, η ανάλυση του οργανικού προφίλ με υγρή χρωματογραφία, η ανάλυση των πτητικών ουσιών με αέρια χρωματογραφία, η ανάλυση ισοτοπικών αναλογιών με πυρηνικό μαγνητικό συντονισμό, η

ανάλυση DNA με τη διαδικασία της αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης, και η ανάλυση ισοτοπικών αναλογιών, και συγκεκριμένα η site-specific isotopic fractionation-nuclear magnetic resonance (SNIF-NMR).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΈΛΕΓΧΟΣ ΑΥΘΕΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΟΙΝΟΥ

3.1 Τεχνικές Και Μέθοδοι Στον Έλεγχο Αυθεντικότητας Του Οίνου

Δεν υπάρχει σαφής διάκριση μεταξύ των παλαιών και των νέων μεθόδων για τον έλεγχο της γνησιότητας των οίνων. Αν και οι αρχές πίσω από την ανάλυση οίνου είναι οι ίδιες, οι καινοτόμες μέθοδοι χρησιμοποιούν έναν συνδυασμό δύο ή περισσότερων τύπων παλαιότερων αναλύσεων για να επιβεβαιώσουν ή να διαψεύσουν την προέλευση, την ποικιλία, το έτος παραγωγής κ.λπ. ενός οίνου. Οι βασικές αρχές των παραδοσιακών τεχνικών ανάλυσης του οίνου, όπως ο προσδιορισμός μετάλλων [17], γλυκερίνης και αιθανόλης χρησιμοποιώντας υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC), αιθυλικής αλκοόλης στον οίνο με χρήση ογκομετρικών (volumetric) μεθόδων, διαφόρων οξέων όπως (π.χ. μηλικό, κιτρικό, τρυγικό κ.λπ.), με τιτλοδοτήσεις, πτητικής οξύτητας μέσω απόσταξης, πολυφαινόλων με την τεχνική Folin-Ciocalteu κ.λπ., είναι ο ακρογωνιαίος λίθος των μεθόδων που εφαρμόζονται σήμερα για την πιστοποίηση οίνου. Επί του παρόντος, οι αναλυτικές τεχνικές περιλαμβάνουν πολυφαινόλες (με χρήση HPLC), πτητικές ενώσεις (GS-MS: αέρια χρωματογραφία με χρήση φασματομετρίας μάζας), μεταλλικά ιχνοστοιχεία (με χρήση ατόμων) και πολλές άλλες ενώσεις που βρίσκονται στον οίνο. Περιλαμβάνει επίσης ποιοτικές και ποσοτικές μετρήσεις του: Ανάλυση απορρόφησης: Φασματομετρία ατομικής απορρόφησης AAS ή φασματομετρία ατομικής μάζας ICP-MS (συζευγμένο πλάσμα) ή συνδυασμός αυτών των τεχνικών. Πιο πρόσφατα, η υπέρυθη φασματοσκοπία μετασχηματισμού Fourier (FTIR) και η φασματοσκοπία πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού (NMR) εισήχθησαν και χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό της προέλευσης του οίνου και των διαφόρων ποικιλιών σταφυλιών. Για την ανίχνευση της ποικιλίας της οινοποίησης, έχουν αναπτυχθεί μέθοδοι DNA, οι οποίες περιλαμβάνουν τη χρήση τεχνικών PCR (αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης) για την εξαγωγή DNA από χυμό σταφυλιού ή οίνο. Επίσης, ορισμένοι οίνοι από την Ισπανία (Κανάρια Νησιά) έχουν χαρακτηριστεί επιτυχώς χρησιμοποιώντας την τεχνική CZE (ηλεκτροφόρηση τριχοειδούς ζώνης) (Popîrdă et al., 2021).

3.1.1 Η ανάλυση μετάλλων ως μέθοδος ελέγχου ταυτότητας οίνου

Μία από τις μεθόδους που συχνά χρησιμοποιούνται για την εξακρίβωση της γεωγραφικής προέλευσης του οίνου είναι αυτή που βασίζεται στην ανάλυση των μετάλλων. Φυσικά, στις περισσότερες περιπτώσεις, αυτό συνδέεται με άλλες μεθόδους για τον προσδιορισμό της

γνησιότητας του οίνου. Παλαιότερες έρευνες έχουν επισημάνει μερικά στοιχεία που σχετίζονται συχνά σε τεχνικές μελέτες που αναφέρονται στους τρόπους πιστοποίησης των οίνων: K, Na, Fe, Ca, Cu, Co, Sb, Cs, Cr, Mn, Al, Ba, Mg και Sr (Suhaj & Koreňovská, 2005).

Σύμφωνα με μια στοιχειακή ανάλυση που πραγματοποιήθηκε σε 60 ρουμάνικους οίνους διαφορετικών περιοχών, σε σύγκριση με μία στοιχειακή ανάλυση των αμπελώνων από τους οποίους προέρχονται, διαπιστώθηκε ότι τα Mn, Sr, Ag, Co και Cr μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μοναδικές ιδιότητες μεταξύ τους. Η περιοχή Dombrogea στη Ρουμανία και τη γειτονική Μολδαβία και η μεθοδολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ταξινόμηση οίνων άγνωστης προέλευσης. Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας φασματομετρία ατομικής μάζας σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP MS). Μια μελέτη με 111 αφρώδεις οίνους από τέσσερις διαφορετικές χώρες σε δύο ηπείρους διαπίστωσε ότι μόνο τρία (K, B, Na) από τα 12 ποσοτικοποιημένα στοιχεία ήταν σε θέση να χωρίσουν τα δείγματα που δοκιμάστηκαν στη χώρα προέλευσης, και οι στατιστικές δοκιμές έδειξαν ακρίβεια 94%. Η σύσταση των στοιχείων αναλύθηκε χρησιμοποιώντας ICP-OES (επαγωγικά συζευγμένο φασματόμετρο ατομικής εκπομπής πλάσματος). Επιπλέον, μια μελέτη 83 ερυθρών οίνων από τα τέσσερα Κανάρια Νησιά έδειξε τη δυνατότητα ομαδοποίησης αυτών των οίνων στο νησί προέλευσης χρησιμοποιώντας στατιστική ανάλυση. (Rodrigues et al., 2020). Το πείραμα περιελάμβανε τον ποσοτικό προσδιορισμό ορισμένων μετάλλων (K, Ca, Cu, Na, Mg, Fe, Zn, Mn, Rb και Li) χρησιμοποιώντας φασματομετρία ατομικής απορρόφησης (AAS) για τον ποσοτικό προσδιορισμό Cu, Zn, Fe, Na, Mn, Ca, Mg και K, και φασματομετρία ατομικής εκπομπής (AES) για τον ποσοτικό προσδιορισμό των Rb και Li. Μία μελέτη ορισμένων οίνων που κυκλοφορούν εμπορικά στην Αυστραλία είχε ως σκοπό να υποδείξει τη δυνατότητα εφαρμογής ορατού φάσματος (VIS) και φασματοσκοπίας κοντινού υπέρυθρου (NIRS) ως τεχνική για τον ποσοτικό προσδιορισμό των στοιχείων. Με βάση τα προαναφερθέντα, η περιεκτικότητα Mg, K, Ca, P, S, Na, B, Fe και Mn προσδιορίστηκαν για 126 δείγματα οίνων χρησιμοποιώντας ICP-MS. Σύμφωνα με τη συγκεκριμένη έρευνα υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στα φάσματα του NIR και της περιεκτικότητας ορισμένων στοιχείων στον οίνο, αλλά οι βαθμονομήσεις VIS και NIR που χρησιμοποιούνται σε αυτό το στάδιο δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για συνήθεις ποσοτικούς προσδιορισμούς σε αναλυτικά εργαστήρια. Υπό αυτή την έννοια, είναι απαραίτητο να αναπτυχθούν βάσεις δεδομένων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για σταθερές βαθμονόμηση (Diaz et al., 2003).

Επιπλέον, στην Αυστραλία, το 2012, έχει δημοσιευθεί έρευνα σε περισσότερους από 1000 οίνους από 53 διαφορετικές πολιτείες στην Αυστραλία. Η παρτίδα 1397 οίνων που αναλύθηκε αποτελούνταν από πολυποικιλιακούς οίνους, οι οποίοι παράγονται από 39 ποικιλίες σταφυλιού, από 19 διαφορετικές περιόδους συγκομιδής. Για την ποσοτικοποίηση των στοιχείων χρησιμοποιήθηκε η τεχνολογία ICP-AES. Τα συμπεράσματα υπογράμμισαν ότι οι οίνοι όσον αφορά τα χημικά στοιχεία (εν των οποίων τα πιο αντιπροσωπευτικά είναι: Na, Mg, Si, P, K, Ca, Mn, Fe, Ni, Zn, Rb, Sr, Cs και Ba) μπορούν να ταξινομηθούν ανά χώρα προέλευσης ή ακόμη και ανά περιοχή. Βάσει των στατιστικών ωστόσο, φαίνεται ότι η μικρή βάση δεδομένων που λήφθηκε δεν μπορεί να ταξινομήσει τους οίνους ανά έτος παραγωγής ή ποικιλία.

Μια μελέτη του 2017 σε 63 λευκούς και κόκκινους οίνους χρησιμοποιώντας επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα με φασματομετρία οπτικής εκπομπής (ICP-OES) στη Σερβία, έδειξε ότι τα οι οίνοι μπορούν να ταξινομηθούν ανά χρώμα με βάση τη στοιχειακή τους σύνθεση. Υπό αυτή την έννοια, τα πιο αντιπροσωπευτικά στοιχεία ήταν: Be, Al, Rb, Mg, K, Cu, Mn και Na. Οι ίδιοι συγγραφείς σημείωσαν ότι τα δεδομένα Cd, Pb, As, Sb, V, Na, K και Zn έδωσαν τα καλύτερα αποτελέσματα κατά τη διαφοροποίηση του ίδιου οίνου ανά έτος παραγωγής.

Φυσικά, με τη βοήθεια της στοιχειακής ανάλυσης είναι δυνατή η διαφοροποίηση των οίνων κατά προέλευση, στην περίπτωση αυτή τα πιο αντιπροσωπευτικά στοιχεία είναι: Al, Mn, Be, Ba, Cr, Ni, Ca, Na και Mg. Μέχρι σήμερα, η ανάλυση των δεδομένων γνησιότητας του οίνου μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για την ταξινόμηση/διάκριση συγκεκριμένων παρτίδων οίνου ανά γεωγραφική προέλευση.

Ωστόσο, για να μπορέσουμε να προσδιορίσουμε ότι ένας συγκεκριμένος οίνος ανήκει σε μια συγκεκριμένη χώρα ή περιοχή, είναι απαραίτητο να δημιουργηθεί μια βάση δεδομένων αρκετά μεγάλη με την οποία μπορεί να διαμορφωθεί ένα συγκεκριμένο βασικό προφίλ για κάθε περιοχή ή χώρα. Ο Πίνακας 3.1 συνοψίζει πληροφορίες σχετικά με τους προσδιορισμούς μετάλλων του οίνου, τις χρησιμοποιούμενες μεθόδους, τις χώρες, τον αριθμό των δειγμάτων που αναλύθηκαν και τα δεδομένα που προσδιορίστηκαν (Martin, Watling & Lee, 2012).

Πίνακας 3.1. Μελέτες και αναλυτικές τεχνικές για την επιβεβαίωση της γνησιότητας των οίνων σύμφωνα με τον ποσοτικό προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε μέταλλα (Popîrdă et al., 2021).

Χώρα	Αρ. δειγμάτων	Στοιχεία	Μεθοδολογία
Ιταλία	5	Zn, Sr, Pb, Na, Cu, Ni, As, P, Cd	AAS
Γαλλία	-	K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn	FAAS
Ισπανία	42	Li, Na, K, Rb, Ca, Fe, Mn	AAS, AES
Ισπανία, Ην. Βασίλειο	112	Li, Al, Cr, Mn, Fe, Cu, Zn, As, Cd, Pb	ICP-MS
Ιταλία	68	Si, Mg, Ti, Mn, Mo	ICP-MS
Κανάρια νησιά	83	K, Na, Li, Rb, Ca, Mg, Sr, Fe, Cu, Zn, Mn	AAS
Ρουμανία	60	Ni, Ag, Cr, Sr, Zn, Cu, Rb, Zn, Pb, Co, V	ICP-MS
Γερμανία	88	As, B, Be, Cs, Li, Mg, Pb, Si, Sn, Sr, Ti, W, Y	ICP-MS, ICP-OES
Γερμανία	127	Li, Zn, Mn, B, Fe, Sr, Cs, Pb	SF-ICP-MS
Νότια Αφρική	40	Al, Mn, Rb, Ba, W, Se, Cs, Tl, Sr	ICP-MS
Ισπανία, Γαλλία	35	Zn, Sr, Pb, Na, Cu, Ni, As, P, Cd	ICP-AES AAS
Ουγγαρία, Ρουμανία, Τσεχία, Νότια Αφρική	400	Na, Mg, Si, P, S, Cl, K, Y, U, Cr	ICP-MS
Ισπανία	150	K, P, Sr, Al, Na, Mn, Mg, Fe	ICP-OES
Αυστραλία	126	Mg, K, Ca, P, S, Na, B, Fe, Mn	ICP-MS, VIS, NIRS
Νέα Ζηλανδία	120	Sr, Ni, Pb, Rb, Co, Cd, Mn, Ga, Cs	ICP-MS

Ιταλία	120	Ag, B, Ca, Cd, Eu, Fe, Ga, La, Lu, Mn, Nd, Pr, Sm, Th, Tm, V, Yb, Zr Al, Mg, Ti, Tl, Sc Zn, Ba, K, I, Rb	AAS, ICP-MS
Ουγγαρία, Ρουμανία, Τσεχία, Νότια Αφρική	1188	Ni, Mn, Cd, S, As, Pb, Zn, Cs, Rb, U, Na, K, Mg, Ca, Fe, Mn, Cu, V, Ba, Cl	ICP-MS
Ισπανία	67	Li, Ho, Mn, Sm, Fe	ICP-OES
Αργεντινή, Βραζιλία, Χιλή, Ουρουγουάη	28	Tl, U, Li, Rb, Mg	ICP-MS, ICP-OES
Σερβία, Μαυροβούνιο, Βόρεια Μακεδονία	41	Mg, Na, K, Fe, Ca, Cu, Zn, Mn, Pb	FAAS
Πορτογαλία	85	B, Ba, Fe, K, Mg, Mn, Ni, Sr, Al, Ca, Na	ICP-MS
Αυστραλία	1397	Li, Na, Mg, Si, P, K, Ca, Mn, Fe, Ni, Zn, Rb, Sr, Cs, Ba	ICP-AES
Κίνα	56	V, Cr, Sc, Se, Pd, Sr, Sn, Tl, Ga, U	ICP-MS
Ισπανία	34	Sr, Ba	ICP-AES, ICP-MS
Τουρκία	111	Sr, Ni, Ca, Cu, Li, Pb, B, Al	ICP-AES, ICP-MS
Ρουμανία	22	Ba, Be, Cr, Cs, Li, Mg, Na, Ni, Sr, U, Zn	ICP-MS, FAAS
Νότια Αφρική	120	B, Ba, Cs, Cu, Mg, Rb, Sr, Tl, Zn	ICP-MS
Αργεντινή	57	Ba, As, Pb, Mo, Co	ICP-MS
Γαλλία	29	Na, Mg, K, Ca, Li, B, Si, P, Ti, Mn, Fe, Cu, Zn, Rb, Sr, Ba, Pb C, H, O, N, Al	LIBS

Γαλλία	3	Na, Mg, K, Ca, Li, B, Si, P, Ti, Mn, Fe, Cu, Zn, Rb, Sr, Ba, Pb	LIBS
Σερβία	63	Περιοχή: Al, Mn, Be, Ba, Cr, Ni, Ca, Na, Mg red/white: Be, Al, Rb, Mg, K, Cu, Mn, Na Σοδειά: Cd, Pb, As, Sb, V, Na, K, Zn	ICP-OES
Ιταλία	24	B, Ca, Mo, Sb, Sr	ICP-MS
Βραζιλία, Αργεντινή, Ισπανία, Γαλλία	111	K, B, Na	ICP-OES

3.1.2 Το προφίλ οργανικών ενώσεων ως μέθοδος ελέγχου ταυτότητας οίνου (φαινολικές ενώσεις, αμινοξέα και πτητικά συστατικά).

3.1.2.1 Φαινολικές Ενώσεις

Οι φαινολικές ενώσεις είναι ενώσεις, οι οποίες υπάρχουν τόσο στα σταφύλια όσο και στον μούστο και τον οίνο. Τα οφέλη που προκύπτουν από τις πολυφαινόλες στα φυτά (ανάπτυξη, γονιμότητα, αναπαραγωγή) γίνονται αντιληπτά στον αντιοξειδωτικό του μούστου, ενώ συγκριτικά με τον οίνο διαδραματίζουν μείζονα ρόλο στη διαμόρφωση του αισθητηριακού προφίλ. Οι κάτωθι κατηγορίες ενώσεων έχουν ανιχνευτεί πολλάκις στα σταφύλια, στο γλεύκος και στους οίνους: οξέα, φλαβονόνες, τανίνες, ανθοκυανίνες, και στυλβένια. Ωστόσο, η σύνθεση των πολυφαινολών διαφέρει από οίνο σε οίνο, η οποία επηρεάζεται από τις ποικιλίες σταφυλιών που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία οινοποίησης, τις κλιματικές συνθήκες και, σε μεγάλο βαθμό, την τεχνολογία και την τεχνογνωσία που εφαρμόζεται. Με το πέρας του χρόνου, οι ακόλουθες μέθοδοι έχουν χρησιμοποιηθεί για την εύρεση των πολυφαινολών στους οίνους: Πυρηνικός Μαγνητικός Συντονισμός (NMR), φασματοφωτομετρικές μέθοδοι και τεχνικές (πολύ)στοιχειακής ανάλυσης.

Μέχρι σήμερα, η πιο κοινή μέθοδος για τον προσδιορισμό και τον ποσοτικό προσδιορισμό των φαινολικών στους οίνους εξακολουθεί να είναι η υγρή χρωματογραφία (LC), αλλά σε συνδυασμό με ορισμένους ανιχνευτές όπως: Συστοιχία Διόδων (DAD), UV/Vis (υπεριώδης, ορατό φως) ή φασματόμετρο μάζας (ΚΥΡΙΑ). Ο Πίνακας 3.2 συνοψίζει την έρευνα σχετικά με τις φαινολικές ενώσεις στον οίνο για τον προσδιορισμό της αυθεντικότητάς τους (Καλογιούρη και Σαμανίδου, 2021).

Πίνακας 3.2. Μελέτες και αναλυτικές τεχνικές για την επιβεβαίωση της γνησιότητας των οίνων που χαρακτηρίζονται από τον ποσοτικό προσδιορισμό των φαινολικών ενώσεων (Popirdă et al., 2021).

Χώρα	Αριθμός δειγμάτων	Δεδομένα που αναλύθηκαν	Μεθοδολογία
Ισπανία	23	Ανθοκυανίνες	HPLC
Χιλή	172	Πολυφαινόλες	HPLC-DAD
Ιταλία	91	Φλαβονόλες, Ανθοκυανίνες	HPLC-DAD-MS
Ουρουγουάη	8	Ανθοκυανίνες	HPLC-UV/Vis
Κίνα	9	Ανθοκυανίνες	HPLC-MS
Ελλάδα	35	Οξέα, στυλβένια	HPLC-UV/Vis
Αυστρία	22	Πολυφαινόλες	HPLC-MS
Χιλή	248	Φλαβονόλες	HPLC
Ισπανία	90	Πολυφαινόλες	HPLC-MS
Τσεχία	43	Οξέα, στυλβένια	HPLC
Βραζιλία, χιλή	38	Ανθοκυανίνες	HPLC
Ρουμανία	22	Φαινόλες	HPLC-MS
Αργεντινή		Ανθοκυανίνες	HPLC-MS
Βραζιλία, Αργεντινή	32	Φαινόλες	HPLC-UV/Vis
Ιταλία	72	Ανθοκυανίνες	HPLC
Τουρκία	111	Φαινόλες	HPLC
Ιταλία	22	Φαινόλες	HPLC-DAD-MS

Ρουμανία, Βουλγαρία, Μολδαβία	52	Ανθοκυανίνες	HPLC
Ιταλία	-	Φαινόλες	HPLC
Κίνα	19	Φαινόλες	HPLC-DAD
Ιταλία	73	Πολυφαινόλες	HPLC
Βραζιλία, Ουρουγουάη, Χιλή	83	Φαινόλες	HPLC-MS
Καναδάς	44	Φαινόλες	UHPLC-QToF-MS

Μελέτες είκοσι ετών έχουν φανερώσει ότι οι ανθοκυανίνες δύνανται να διαφοροποιούν τους οίνους ανάλογα με την ποικιλία ή/και τη γεωγραφική προέλευση. Το συγκεκριμένο γεγονός επιβεβαιώθηκε σε μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε το 1999 που είχε ως σκοπό να ταξινομήσει 23 ισπανικούς οίνους ανάλογα με τα συγκεκριμένα κριτήρια. Με χρήση μίας μεθόδου HPLC, ένας αριθμός ανθοκυανινών ταυτοποιήθηκε και ποσοτικοποιήθηκε και με βάση τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων, αποκάλυψε ότι ο μαλβιδίνο-3-ακετυλογλυκοσίδης ήταν η ένωση με την υψηλότερη δύναμη στη διάκριση των οίνων ανά ποικιλία.

Το μοτίβο της ανθοκυανίνης χρησιμοποιήθηκε επίσης λίγα χρόνια αργότερα για να διακρίνει ορισμένους οίνους από την Ουρουγουάη και την Κίνα ανά ποικιλία. Στη μελέτη του τσέχικου οίνου, χρησιμοποιήθηκαν στιλβενικό και φαινολικό οξύ για τη διάκριση οίνων από διαφορετικές περιοχές. Οι ανθοκυανίνες μελετήθηκαν επίσης ως τρόπος αναγνώρισης των ποικιλιών οίνου. Το αποτύπωμα της ανθοκυανίνης χρησιμοποιήθηκε επίσης λίγα χρόνια αργότερα για να διακρίνει ορισμένους οίνους από την Ουρουγουάη και την Κίνα κατά ποικιλία. Στην περίπτωση των οίνων της Ουρουγουάης, ως δείκτες ποικιλίας κατηγοριοποιήθηκαν η δελφινιδίνη και η πετουνιδίνη για το Tannat, για τον Cabernet Sauvignon η μαλβιδίνη και η για τον merlot η πεονιδίνη. Όσον αφορά την Κίνα, για τη διάκριση του οίνου που προέρχεται από διαφορετικά υβρίδια (π.χ. από ποικιλίες όπως το Cabernet Sauvignon και Marselan), χρησιμοποιήθηκε η ανθοκυανίνη.

Σύμφωνα με ελληνική μελέτη σε 35 πειραματικούς οίνους, το στιλβένιο και τα φαινολικά οξέα λειτουργούν ως μάρτυρες για τη διάκριση των οίνων σύμφωνα με τη γεωγραφική προέλευση και την ποικιλία. Από τη συγκεκριμένη μελέτη, προέκυψε ότι οι φαινολικές ενώσεις που εμφάνισαν ικανοποιητικά αποτελέσματα ήταν: βενζοϊκό οξύ, γαλλικό οξύ, βανιλικό οξύ και συριγγικό οξύ, αλλά και αστρινγκίνη και ρεσβερατρόλη (González-Neves et al., 2007).

Οι δύο αυτές κατηγορίες μη φλαβονοειδών φαινολικών ενώσεων όπως στην παραπάνω μελέτη αναλύθηκαν στην περίπτωση 43 οίνων από πέντε περιοχές της Τσεχικής Δημοκρατίας. Το υδροξυβενζοϊκό οξύ, το υδροξυκινναμικό οξύ και το στιλφαινικό οξύ αναλύθηκαν με τη μέθοδο HPLC-MS και λόγω της στατιστικής ανάλυσης κατέστη δυνατή η διάκριση των οίνων ανάλογα με τη γεωγραφική προέλευση, με βάση τα ακόλουθα: στοιχειακό κατεχικό οξύ, υδροξυβενζοϊκό οξύ, κιτρικό οξύ, trans- cis-ρεσβερατρόλη. Έτσι, σύμφωνα με τις έρευνες, μπορεί συμπεραίνεται ότι οι μη φλαβονοειδείς φαινολικές ενώσεις είναι εν δυνάμει δείκτες δείκτες γεωγραφικής προέλευσης του οίνου.

Ακόμη δύο μελέτες που σε ισπανικούς και αυστριακούς οίνους, με τη χρήση HPLCMS και στις δύο περιπτώσεις ως μέσα για την ταυτοποίηση - ποσοτικοποίηση πολυφαινολών, έδειξαν ότι και οι Αυστριακοί και οι Ισπανικοί οίνοι διαφοροποιούνται ανάλογα με την ποικιλία και ακόμη, ήταν δυνατή η διαφοροποίηση του φαινολικού τους προφίλ ανάλογα με την προέλευσή τους. Μια επιπλέον μελέτη σε 52 οίνους από διαφορετική γεωγραφική προέλευση: από Ρουμανία, Βουλγαρία και Μολδαβία, αποδεικνύει ότι η διάκριση των επιτραπέζιων οίνων, όσον αφορά την ποικιλία, μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη χρήση αποτυπώματος ανθοκυανίνης η οποία προσδιορίζεται με υγρή χρωματογραφία. Οι γενετικοί παράγοντες του οίνου επηρεάζονται σε σημαντικό βαθμό από τη φαινολική τους σύνθεση. Ωστόσο, μεγαλύτερη συμβολή παρατηρείται από την τεχνολογία. Έτσι, πολλές φορές είναι εξαιρετικά δύσκολο, η πολυφαινολική αποτύπωση από μόνη της να δώσει απάντηση σχετικά με τον έλεγχο ταυτότητας του οίνου (Popîrdă et al., 2021).

3.1.2.2 Αμινοξέα

Τα ελεύθερα αμινοξέα θα μπορούσαν να είναι χρήσιμα στον χαρακτηρισμό του οίνου ανά ποικιλία όταν μελετώνται σε συνδυασμό με άλλες ενώσεις που μπορούν να λειτουργήσουν ως μεταβλητές

σε μια πολυπαραγοντική ανάλυση. Στους οίνους, το προφίλ αμινοξέων επηρεάζεται από ποικίλους παράγοντες όπως οι κλιματολογικές συνθήκες, ο χρόνος εμποτισμού και η αλκοολική ζύμωση κ.λπ. έτσι, είναι δύσκολο αυτοί να είναι ανεξάρτητοι δείκτες. Μερικοί αφρώδεις οίνοι έχουν πιο πλούσιο προφίλ αμινοξέων, γιατί σε αυτό συμβάλλει η δεύτερη ζύμωση που γίνεται στο μπουκάλι. Μια μελέτη του 2003 στην Ελλάδα και την Ευρώπη έδειξε ότι τα προφίλ αμινοξέων αυτών των οίνων θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό της γεωγραφικής προέλευσης, του έτους παραγωγής και της ποικιλίας σταφυλιών. Τα κύρια αμινοξέα που βοήθησαν στη διάκριση των οίνων ήταν η αργινίνη και το γ-αμινο βουτυρικό οξύ, η λυσίνη, η αλανίνη, η γλυκίνη και η λευκίνη. Η αέρια χρωματογραφία είναι μια τεχνική που αναπτύχθηκε για πρώτη φορά στις αρχές της δεκαετίας του 1950 και έκτοτε έχει βελτιωθεί. Χρησιμοποιείται για τη μελέτη πτητικών μορίων στον οίνο, τα οποία μπορεί να είναι σχετικά ασταθή χημικά. Η αρχή της αναφερόμενης τεχνικής είναι η μεταβολή οργανικών ενώσεων στην αέρια φάση με φέρον αέριο (κινητή φάση) σε μια χρωματογραφική στήλη που περιέχει στερεή φάση με ιδιότητες προσρόφησης (Aadil, Madni, Roobab, Ur Rahman, & Zeng, 2019).

3.1.2.3 Πτητικές ουσίες

Ο οίνος είναι υδροαλκοολικό διάλυμα και περιέχει πολλαπλές (εκατοντάδες) ενώσεις, κάποιες από αυτές οφείλονται στον τρύγο και κάποιες σχηματίζονται αργότερα (κατά την αλκοολική ζύμωση ή την ωρίμανση / παλαίωση του οίνου). Το χαρακτηριστικό άρωμα μίας ποικιλίας σταφυλιού αποτελείται από πλήθος και συνδυασμό ενώσεων που περιέχονται σε διαφορετικές συγκεντρώσεις. Για παράδειγμα, όσον αφορά τις αρωματικές ποικιλίες, οι τερπενικές ενώσεις είναι πάρα πολλές και περιέχονται σε πιο υψηλή συγκέντρωση από ότι στην περίπτωση των ουδετέρων ποικιλιών. Σε πολύ σημαντικό βαθμό συμβάλουν τα νορισοπρενοειδή, ιδιαίτερα όταν μιλάμε για στον σχηματισμό του χαρακτηριστικού αρώματος. Από αυτές τις ενώσεις, συνήθως δίνεται ευχάριστο άρωμα λουλουδάτο ή φρουτώδες, αλλά το επίπεδο αντίληψης είναι χαμηλό. Οι πτητικές ενώσεις με τη χαρακτηριστική γεύση οίνου λειτουργούν και ως δακτυλικό αποτύπωμα στην περίπτωση αναγνώρισης της ποικιλίας.

Στο παρελθόν, μία μελέτη προτείνει το προφίλ πτητικών ενώσεων του οίνου ως (πιθανό) δείκτη αυθεντικότητας. Ακόμη, αναφέρει πως είναι δυνατή η διαφοροποίηση ορισμένων Ισπανικών

οίνων ανάλογα με την ποικιλία τους, και τη γεωγραφική τους προέλευση βασιζόμενη σε μελέτη πάνω από 100 πτητικών ενώσεων που έχουν ταυτοποιηθεί. Απιπλέον δύο μελέτες στην Ισπανία, δείχνουν τη δημιουργία ενός δακτυλικού αποτυπώματος της ποικιλίας από 30 πτητικές ενώσεις διαφορετικών κατηγοριών: αλκοόλες, αλδεΐδες, εστέρες, οξέα (Arvanitoyannis, 2010). Στον πίνακα 3.3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μελετών 25 ετών που είχαν ως στόχο να αναλύσουν το αρωματικό προφίλ του οίνου ως δείκτη αυθεντικότητας.

Πίνακας 3.3: Μελέτες και αναλυτικές τεχνικές για την επιβεβαίωση της γνησιότητας των οίνων με βάση τον ποσοτικό προσδιορισμό των αρωματικών ενώσεων (Porirdã et al., 2021).

Χώρα	Αρ. δειγμάτων	Στοιχεία που αναλύθηκαν	Μεθοδολογία
Ισπανία	22	Αλκοόλες, οξέα, εστέρες, τερπένια, αλδεΐδες, ακετόνες	GC (SPI)-MS
Ισπανία	-	Αλκοόλες, οξέα, εστέρες, αλδεΐδες	
Ισπανία	52	Αλκοόλες, οξέα, εστέρες, αλδεΐδες	GC-MS
Πορτογαλία	19	Κετόνες, νορισοπρενοειδή	GC
Ιταλία	93	Τερπένια, αλκοόλες, νορισοπρενοειδή	GC-MS
Κίνα	-	Τερπένια, αλκοόλες, νορισοπρενοειδή, λιπαρά οξέα, εστέρες, θειούχες ενώσεις, πτητικές ουσίες	GC-MS
Κίνα	3	Αλκοόλες, εστέρες, λιπαρά οξέα, τερπένια, αλδεΐδες	GC-MS

Νότια Αφρική	334	Αλκοόλες, εστέρες, λιπαρά οξέα, αλδεΐδες	GC-MS
Βραζιλία	54	Αλκοόλες, οξέα, αλδεΐδες, εστέρες, κετόνες, τερπένια, λακτόνες, θειούχες ενώσεις, νορισοπρενοειδή	HS-SPME σε συνδυασμό με GCxGC/TOFMS
Αυστραλία	30	Κετόνες, αλδεΐδες, τερπένια, εστέρες	HS-SPME σε συνδυασμό με GCxGC/TOFMS
Σλοβακία	26	Τερπένια, εστέρες, αλκοόλες	GC-MS
Γαλλία	38	Αλκοόλες, κετόνες, αλδεΐδες, εστέρες	GC-MS
Πορτογαλία	23	Φουράνια, λακτόνες, πηκτικές φαινόλες, ακετάλες	HS-SPME combined with GCxGC/TOFMS
Αργεντινή	7	Αλκοόλες, αλδεΐδες, εστέρες	HS-SPME-GC-MS
Χιλή, ΗΠΑ, Γαλλία, Βουλγαρία, Μολδαβία, Ισπανία, Αργεντινή, Αυστραλία, Νότια Αφρική	120	Αλκοόλες, οξέα, κετόνες, εστέρες, τερπένια	SPME-GC-MS
Ρουμανία	3	Οξέα, εστέρες, τερπένια, τερπενοειδή, νορισοπρενοειδή	GC-MS
Γερμανία	234	Κετόνες	GC-MS

Δύο μελέτες από τους Jiang & Zhang, 2010; Tao, Li, Wang, & Zhang, 2008) εξέτασαν οίνους διαφορετικών ποικιλιών (Cabernet Sauvignon, Cabernet Gernischet και Chardonnay) από διάφορα μέρη στην Κίνα. Και οι δύο αυτές συμπεράναν ότι η χρωματογραφική ανάλυση στις πτητικές ενώσεις, σε συνδυασμό με τη στατιστική ανάλυση, παρέχουν ακριβείς πληροφορίες για την προέλευση των συγκεκριμένων οίνων. Μια μελέτη το 2007 από τους Buttica & Rawyler, σε 38 δείγματα γαλλικών οίνων, απέδειξε ότι το αποτύπωμα των πτητικών ενώσεων μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως μέσο διαφοροποίησης των διαφόρων τύπων ξύλου που χρησιμοποιούνται για την ωρίμανση του οίνου, τόσο σε βαρέλια όσο και σε εμβάπτιση θραυσμάτων ξύλου. Η μέθοδος προσδιορισμού των ενώσεων που μελετήθηκαν ήταν το GC-MS σε συνδυασμό με μια πολυπαραγοντική στατιστική ανάλυση.

Στην ταξινόμηση των οίνων, οι κατηγορίες χημικών ενώσεων που βοήθησαν ήταν κυρίως αλκοόλες, κετόνες, αλδεΐδες και εστέρες.

Ακόμη, σε μελέτη των Perestrelo, Barros, Câmara, & Rocha, το 2011 σε 23 πορτογαλικούς οίνους εντοπίστηκαν πολλαπλές (103) πτητικές ενώσεις (πτητικές φαινόλες, ακετάλες, φουράνια, λακτόνες) και ομαδοποιήθηκαν με στατιστική ανάλυση. Αυτό έκανε δυνατή την ταξινόμησή τους σύμφωνα με το έτος παραγωγής.

Σε παρόμοια μελέτη το 2016 από τους Langen, Wegmann-Herr, & Schmarr, σε 234 γερμανικούς οίνους, τονίστηκε η χρησιμότητα των κετονών, ως μοναδικής κατηγορίας πτητικών ενώσεων, για τη διαφοροποίησή τους, σύμφωνα με την ποικιλία. Έχοντας ως δεδομένο, ότι οι ποικιλίες των πτητικών ενώσεων στους οίνους, εξαρτώνται οπωσδήποτε από την ποικιλία τους, Είναι εξαιρετικά δύσκολο ζήτημα να εντοπιστεί η συγκεκριμένη αρωματική ένωση.

Έτσι, το 2014, παρουσιάστηκε μια μελέτη από τους Versari, Laurie, Ricci, Laghi, & Parpinello στη Βραζιλία σε 54 δείγματα οίνου, η οποία καθιέρωσε τους δύο ειδικούς εστέρες για την ποικιλία Chardonnay (μηλονικός διαθυλεστέρας, 9-δεκενοϊκός αιθυλεστέρας) και οι δύο ειδικές φουρανόνες για την ποικιλία Cabernet Sauvignon—τετραϋδρο-2 (2H)-πυρανόνη και 3-μεθυλ-2 (5H)-φουρανόνη. Οι ερυθροί οίνοι μπορούν επίσης να αναγνωριστούν τύπο και τη συγκέντρωση συγκεκριμένων γευστικών ενώσεων σύμφωνα με άλλες μελέτες. Για τη βελτίωση της αποθήκευσης και της σταθερότητας ή για την απόκτηση πιο εμπορικών οίνων, μπορούν να

εισαχθούν στον οίνο ημι-πτητικά πρόσθετα. Έχουν προταθεί μέθοδοι για την ταυτοποίηση ενώσεων όπως το σορβικό οξύ, το βενζοϊκό οξύ και η προπυλενογλυκόλη με τεχνικές GC-MS (Popîrdă et al., 2021).

3.1.3 Ισοτοπικές αναλογίες στην αυθεντικότητα του οίνου

Με τον όρο ισότοπα εννοούνται πυρηνικά είδη με ίδιους ατομικούς αριθμούς Z αλλά διαφορετικούς μαζικούς (A). Έχουν επομένως ίδιες χημικές αλλά διαφορετικές φυσικές ιδιότητες. Οι σταθερές αναλογίες ισωτόπων σημαντικών βιολογικών στοιχείων (H , C , O) επηρεάζονται από το φυτικό υλικό, το οποίο με τη σειρά του εξαρτάται από τα φυτικά είδη και την περιοχή φύτευσης. Συνεπώς, κλιματικοί και γεωγραφικοί παράγοντες (όπως για παράδειγμα η υγρασία, η θερμοκρασία, η βροχόπτωση, το υψόμετρο και το γεωγραφικό πλάτος ή μήκος) και παράγοντες που σχετίζονται με τον κύκλο της φωτοσύνθεσης είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν πραγματικά την αναλογία των ισωτόπων, όπως: D/H , $^{13}C/^{12}C$, $^{18}O/^{16}O$.

Μετά τον προσδιορισμό μιας ή περισσότερων ισοτοπικών αναλογιών για ένα δεδομένο οίνο που θα αναλυθεί, είναι απαραίτητο να συγκριθούν με τις ισοτοπικές παραμέτρους αυθεντικών οίνων από την ίδια περιοχή. Μετά από τον προσδιορισμό των ισοτοπικών αναλογιών για κάθε αναλυόμενο οίνο, θα πρέπει αυτές στη συνέχεια να συγκριθούν με τις αντίστοιχες ισοτοπικές παραμέτρους ενός άλλου αυθεντικού οίνου από την ίδια περιοχή.

Τα μοναδικά δακτυλικά αποτυπώματα που δημιουργούνται από αυτές τις ισοτοπικές αναλογίες κάθε οίνου μπορούν να μετρηθούν χρησιμοποιώντας φασματομετρία μάζας (ισοτοπική αναλογία φασματομετρίας μάζας - IRMS) ή φασματοσκοπία πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού με ειδική κλασμάτωση φυσικών ισωτόπων (SNIF-NMR)). Εκτός από την περίπτωση των βιοστοιχείων, η ισοτοπική ανάλυση έχει επίσης επεκταθεί - εφαρμοστεί με επιτυχία σε ορισμένα στοιχεία υψηλού μαζικού αριθμού, όπως π.χ. το Sr και το Pb (Giosanu et al., 2013).

Παρακάτω στον πίνακα 3.4, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα κάποιων μελετών σχετικά με τις ισοτοπικές αναλογίες που χρησιμοποιήθηκαν και τη μέθοδο ανάλυσης προκειμένου να διαπιστωθεί η αυθεντικότητα των οίνων.

Πίνακας 3.4: Χρήση ισοτοπικών λόγων σε μελέτες για να επιβεβαιωθεί η αυθεντικότητα των οίνων. (Popîrdă et al., 2021).

Χώρα	Αριθμός δειγμάτων	Ισοτοπικός λόγος	Μεθοδολογία
Σλοβενία	102	D/H $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ (Αιθανόλη); $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ (νερό)	SNIF-NMR, IRMS
Ιταλία	5220	(D/H) ₁ , (D/H) ₂ , $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ (Αιθανόλη); $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ (νερό)	RMN IRMS
Βραζιλία	112	D/H $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ (Αιθανόλη); $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ (νερό)	IRMS
Γερμανία	718	(D/H) ₁ , (D/H) ₂ $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ (Αιθανόλη); $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ (νερό)	SNIF-NMR, IRMS
Ρουμανία	21	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Q-ICP-MS
Κύπρος	96	D/H $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ (Αιθανόλη); $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ (νερό)	SNIF-NMR, IRMS
Ρουμανία, Βουλγαρία, Μολδαβία	52	D/H $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ (Αιθανόλη); $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ (νερό)	CF-IRMS SNIF- NMR
Βόρεια Μακεδονία, Μαυροβούνιο, Χιλή		D/H $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ (Αιθανόλη); $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ (νερό)	SNIF-NMR, IRMS
Γαλλία	60	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	MC-ICP-MS
Γαλλία	60	$^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$, $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	MC-ICP-MS
Πορτογαλία	3	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Q-ICP-MS
Ρωσία	9	^1H , ^2H	qNMR
Γαλλία	29	^1H , ^2H	qNMR

Μια μελέτη του 2013 (Dutra et al., 2013), με στόχο τη διαφοροποίηση των βραζιλιάνικων οίνων ανά περιοχή παραγωγής, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ο λόγος σταθερών ισοτόπων οξυγόνου ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) ήταν πιο αποτελεσματικός στη διαφοροποίηση των οίνων Merlot ανά περιοχή προέλευσης, ενώ για τους οίνους Cabernet Sauvignon, ο λόγος $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ήταν πιο χρήσιμος. Ταυτόχρονα, οι συγγραφείς επεσήμαναν ότι μια πολυμεταβλητή στατιστική ανάλυση των δύο ισοτοπικών λόγων ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ και $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) έδειξε μεγάλες διαφορές μεταξύ των δύο συγκομιδών (οι οποίες πραγματοποιήθηκαν σε χρονικά διαστήματα 15 ημερών). Το 2017 διεξήχθη μελέτη (Kokkinofita et al., 2017) σε ορισμένους κυπριακούς οίνους στην οποία παρακολουθήθηκαν διακυμάνσεις ισοτόπων σε σχέση με την ποικιλία σταφυλιού και ορισμένους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Οι τεχνικές που εφαρμόστηκαν ήταν η SNIF-NMR και η IRMS οι οποίες και επιβεβαίωσαν υπόθεση από την οποία ξεκίνησε η μελέτη. Επιπλέον, με την εφαρμογή της πολυμεταβλητής στατιστικής ανάλυσης επιβεβαιώθηκε η δυνατότητα διάκρισης των αναλυόμενων οίνων ανάλογα με το έτος παραγωγής συσχετίζοντας την ισοτοπική ανάλυση με εκείνη των μετάλλων. Δύο μελέτες (Erona et al., 2020, 2019) που πραγματοποιήθηκαν τα τελευταία δύο χρόνια στη Γαλλία σε 100% αυθεντικούς οίνους Bordeaux σε σύγκριση με μη αυθεντικούς οίνους κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι ισοτοπικοί λόγοι, $^{7}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ αλλά και $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ και $^{206}\text{Pb}/2$ για τον έλεγχο της γνησιότητας των οίνων από αυτήν την περιοχή. Ενώ αντίθετα, μια πρόσφατη μελέτη (Kaya, Bruno de Sousa, Curvelo-Garcia, Ricardo-da-Silva, & Catarino, 2017) στην Πορτογαλία σχετικά με τον αντίκτυπο που μπορεί να έχει η ωρίμανση του οίνου σε επαφή με ξύλο δρυός στον ισοτοπικό λόγο $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ο λόγος αυτός δεν μπορεί να επηρεαστεί από τη συγκεκριμένη διαδικασία ωρίμανσης. Δύο μελέτες (Gougeon, da Costa, Richard, & Guyon, 2019; Ivlev et al., 2019) για οίνους από τη Γαλλία και τη Ρωσία έχουν επισημάνει τον προσδιορισμό του ισοτοπικού λόγου D/H ως μια νέα πιθανή προσέγγιση για την αυθεντικότητα του οίνου καθώς δίνει πληροφορίες σχετικά με τη γεωγραφική περιοχή των οίνων ή την πιθανή νοθεία με προσθήκη νερού στον οίνο. Μια τέτοια ανάλυση θα μπορούσε να είναι μια συμπληρωματική ανάλυση της κλασικής για τον προσδιορισμό του ισοτοπικού λόγου D/H, καθώς είναι μια φθηνότερη, ταχύτερη ανάλυση, η οποία επιτρέπει τη μέτρηση πολλών παραμέτρων σε πολύ μικρό όγκο οίνου, χωρίς να απαιτείται προετοιμασία δείγματος. Μέθοδοι ανάλυσης σταθερών ισοτόπων για τον οίνο χρησιμοποιούνται από το 1990 (όταν η μέθοδος SNIF-NMR υιοθετήθηκε επίσημα από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Comission of the European Communities, 2003)), για την ανίχνευση

πρόσθετων σακχάρων στον οίνο. Όπως μπορεί να παρατηρηθεί, από εκείνη την εποχή μέχρι τώρα, έχουν εφαρμοστεί νέες τεχνικές και αναπτυχθεί νέες μέθοδοι για τον έλεγχο ταυτότητας του οίνου που βασίζονται σε σταθερή ανάλυση ισοτόπων, οπότε θα μπορούσε να συλλεχθεί μεγάλος όγκος δεδομένων προς αυτή την κατεύθυνση. Στις μέρες μας, οι σταθεροί ισοτοπικοί λόγοι των συστατικών του οίνου όχι μόνο μπορούν να πραγματοποιήσουν ελέγχους ταυτότητας των οίνων αλλά μπορούν επίσης να μας δώσουν σημαντικές πληροφορίες ακόμη και για τις αμπελουργικές τους συνθήκες (Popîrdă et al., 2021).

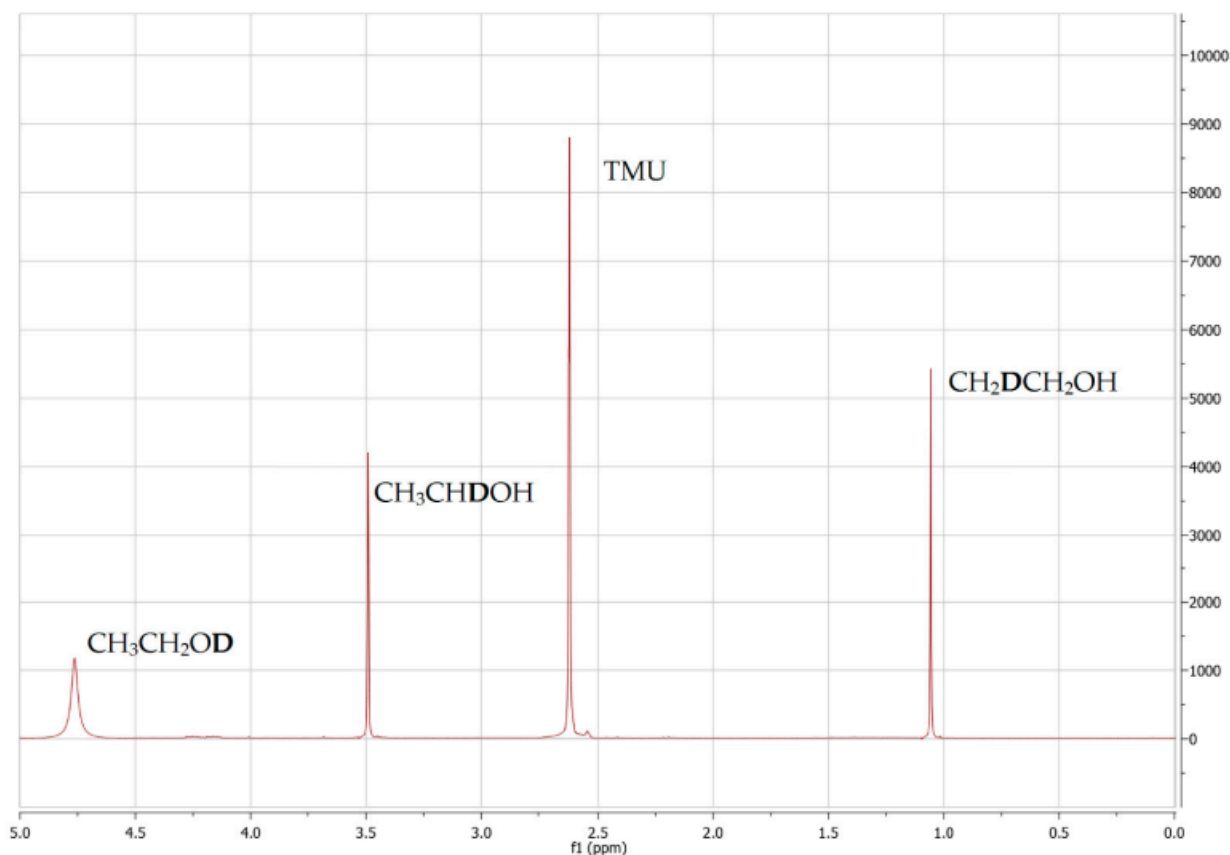
3.1.4 SNIF NMR

Η νοθεία του οίνου κατά την εμπορία, δημιουργεί σοβαρό οικονομικό πρόβλημα, λόγω της αυξημένης μαζικής παραγωγής. Το γεγονός ότι τα τρόφιμα αποτελούν πολύπλοκες μήτρες και η ομοιότητα των αναλυτών, καθιστούν την ανίχνευση νοθείας μεγάλη και συνεχή πρόκληση. Οι G. Martin και M. Martin ανέπτυξαν την τεχνική site-specific isotopic fractionation-nuclear magnetic resonance (SNIF-NMR) ως μέθοδο για την ανίχνευση της σαπωνοποίησης ή της σκόπιμης προσθήκης ζάχαρης στο γλεύκος σταφυλιών πριν από τη ζύμωση. Η προηγούμενη παρακολούθηση της σαπωνοποίησης βασιζόταν στην ανίχνευση ακαθαρσιών στη διαδικασία ζάχαρης, αλλά καθώς βελτιωνόταν η τεχνολογία ζάχαρης, αυτές οι μέθοδοι θεωρήθηκαν ανεπαρκείς. Προτείνεται η εφαρμογή της τεχνικής σταθερών ισοτόπων καθώς είναι ήδη αναγνωρισμένη σε άλλους τομείς έρευνας όπως η γεωχημεία και η βιοχημεία. Οι διακυμάνσεις στις αναλογίες ισοτόπων μπορούν να ανιχνευθούν με ακρίβεια με φασματομετρία μάζας (IRMS) και SNIF-NMR. Ενώ το IRMS μπορεί να καθορίσει μόνο τη μέση τιμή της περιεκτικότητας σε δευτερίου σε μια δεδομένη χημική ουσία, το SNIF-NMR περιέχει δομικές πληροφορίες εγγενείς στις μεθόδους NMR, επιτρέποντας τον προσδιορισμό των ισοτοπικών αναλογιών σε διάφορες θέσεις στην αναλυόμενη ουσία. (Jamin E; Thomas F., 2018).

Χαρακτηριστικά των Πυρήνων Δευτερίου και του Δευτερίου NMR

Ο πιο αξιοποιημένος πυρήνας στη φασματοσκοπία NMR είναι ο πυρήνας του υδρογόνου-πρωτονίου (^1H), λόγω της μεγάλης φυσικής αφθονίας, της υψηλής ευαισθησίας και της στενής χημικής μετατόπισης. Από την άλλη πλευρά, είναι επώδυνη η παρατήρηση του συντονισμού των πυρήνων ^2H λόγω της χαμηλής φυσικής αφθονίας τους (0,015%) και της χαμηλής γυρομαγνητικής αναλογίας $4.1064 \times 10^7 \text{ rad T}^{-1} \text{ s}^{-1}$, που είναι ίσος με το ένα έκτο της πυρηνικής

τιμής τιμής (1H). Οι μεγαλύτεροι πειραματικοί χρόνοι και τα μεγαλύτερα δείγματα λόγω της χαμηλότερης αφθονίας δευτερίου έχουν μειωθεί σημαντικά λόγω της προόδου στην τεχνολογία μαγνητών, του σχεδιασμού ανιχνευτών, της εισαγωγής κρυογονικών πιεστών και των βημάτων παλμικού πεδίου. Το δευτέριο αποτελεί μόνο περίπου το 0,01% όλων των ατόμων υδρογόνου σε ένα δείγμα. Λόγω της χαμηλής φυσικής αφθονίας, εάν το μόριο περιέχει έναν πυρήνα 2H, είναι απίθανο να έχει ένα δεύτερο άτομο δευτερίου σε αυτό και μόνο μεμονωμένα και διπλά μόρια θα εμφανιστούν στο δείγμα.. Επομένως, κάθε σήμα NMR 2H θα ανήκει σε ένα ισότοπο μονής αλυσίδας.



Εικόνα 18 : Φάσμα ^2H -NMR

3.1.4.1 Η Αρχή της SNIF-NMR για τον έλεγχο αυθεντικότητας τροφίμων

Η αρχή του SNIF-NMR του οίνου έγκειται στη σύγκριση των αναλογιών των σημάτων από θέσεις μεθυλίου και μεθυλενίου στο φάσμα ^2H NMR της αιθανόλης. Η αιθανόλη, το κύριο συστατικό

του οίνου, είναι ο καταλληλότερος ανιχνευτής NMR για την παρακολούθηση της σαπτοποίησης, καθώς εμφανίζεται φυσικά ή με πρόσθετα σάκχαρα κατά τη ζύμωση.

Λόγω της χαμηλής αφθονίας δευτερίου του SNIF-NMR, ο ακριβής ποσοτικός προσδιορισμός είναι κρίσιμος, επομένως, η SNIF-NMR δεν εκτελείται ποτέ απευθείας στον οίνο, αλλά σε έναν αναλυτή στόχο που πρόκειται να διαχωριστεί - καθαριστεί από τον οίνο. Είναι πιο εύκολο η αιθανόλη να απομονωθεί από τους οίνους με απόσταξη και στη συνέχεια να αποδοθούν τα φάσματα της συγκριτικά με τους υδατάνθρακες.

Ωστόσο, απαιτείται προφύλαξη κατά τα στάδια προετοιμασίας του δείγματος για να αποφευχθούν περιπτώσεις ισοτοπικής κλασμάτωσης - η παρουσία υπολειμμάτων σακχάρων στο τέλος της ζύμωσης πρέπει να ελεγχθεί, η απόσταξη της αιθανόλης πρέπει να είναι ποσοτική και η εξάτμισή της πριν ή κατά τη μέτρηση NMR να αποφευχθεί.

Ένα ακόμη γεγονός που έκανε τη SNIF-NMR κατάλληλη για την ανίχνευση προσθήκης ζάχαρης είναι η παρατήρηση ότι τα άτομα δευτερίου στις θέσεις μεθυλίου και μεθυλενίου στην αιθανόλη προέρχονται κυρίως από διαφορετικές πηγές. Η κατανομή του δευτερίου στα σάκχαρα ήταν συνάρτηση διαφορετικών φωτοσυνθετικών μονοπατιών (C3, C4, CAM), περιβαλλοντικών συνθηκών συγκομιδής και αφθονίας δευτερίου στο νερό των φυτών, δείχνοντας τοπικές διαφορές. Το μειονέκτημα της χαμηλής αφθονίας δευτερίου είναι το πλεονέκτημά του στο SNIF-NMR, το οποίο βασίζεται στην επισήμανση ιδιοτήτων του δευτερίου σε συγκεκριμένες μοριακές θέσεις. Η κλασμάτωση φυσικών ισοτόπων είναι το αποτέλεσμα φυσιολογικών μετασχηματισμών οργανισμών που έχουν ως αποτέλεσμα μη στατιστικές κατανομές δευτερίου και άλλων ισοτόπων σε ενώσεις φυσικής προέλευσης. Με τη μέθοδο SNIF-NMR, προσδιορίζεται η αναλογία ισοτόπων υδρογόνου για τη μεθυλική ομάδα της αιθανόλης (D/H)_I, που σχετίζεται με τη ζάχαρη και την προέλευσή της, και για την ομάδα μεθυλενίου της αιθανόλης (D/H)_{II}, η οποία προέρχεται κυρίως από το νερό και μπορεί να δώσει μια εικόνα για την κλιματική και περιφερειακή προέλευση του παραγόμενου οίνου. Οι αναλογίες (D/H)_I και (D/H)_{II} μπορούν να προσδιοριστούν από τα φάσματα NMR με τις ακόλουθες εξισώσεις:

$$(D/H)_I = 1.5866 T_I \frac{m_{st}}{m_a} \frac{(D/H)_{st}}{t_m^D}$$

$$(D/H)_{II} = 2.3799 T_{II} \frac{m_{st}}{m_a} \frac{(D/H)_{st}}{t_m^D}$$

Όπου:

(D/H)_I: Η αναλογία ισοτόπων στη θέση μεθυλίου

(D/H)_{II}: Η αναλογία ισοτόπων στη θέση μεθυλενίου

T_I/T_{II}: είναι αναλογίες των περιοχών των σημάτων ²H NMR στις συγκεκριμένες μοριακές θέσεις

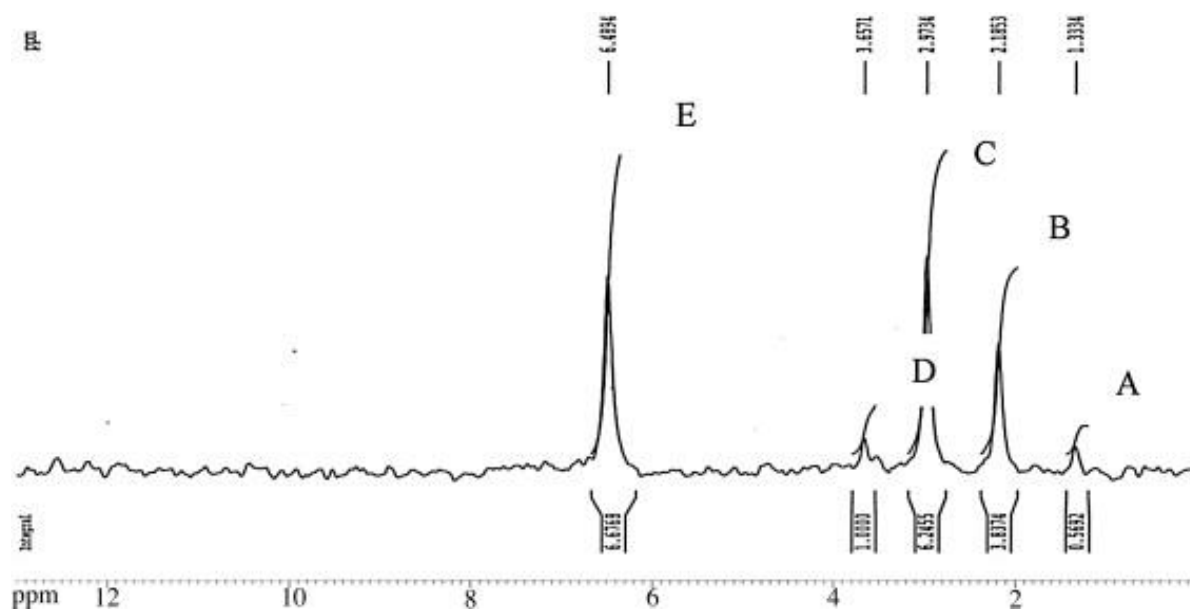
m_{st}: Το βάρος του προτύπου

m_a: Το βάρος του δείγματος αιθυλικής αλκοόλης

(D/H)_{st} Ο γνωστός λόγος ισοτόπων του εσωτερικού προτύπου (TMU).

Οι επιδράσεις διάφορων παραγόντων όπως το στέλεχος της ζύμης, οι παράμετροι ζύμωσης, οι ενδογενείς συγκεντρώσεις σακχάρων και θρεπτικών συστατικών στην αναλογία ισοτόπων του δευτερίου δοκιμάστηκαν. Εάν περισσότερο από 70% περιεκτικότητα σε ζάχαρη ζυμώνεται σε αλκοόλη, αυτοί οι παράγοντες δεν επηρεάζουν την τιμή (D/H)_I στην αιθανόλη, ενώ η αναλογία (D/H)_{II} μπορεί να ποικίλλει ευρέως. Αυτό καθιστά την αναλογία (D/H)_I σταθερό δείκτη για την προσθήκη ζάχαρης στον οίνο. Η ισοτοπική αναλογία (D/H)_{III} δεν χρησιμοποιείται στην ανίχνευση της προσθήκης ζάχαρης λόγω της ανταλλαγής υδρογόνων στην υδροξυλική ομάδα του μορίου της αιθανόλης. Οι ισοτοπικές αφθονίες δύο σχετικών θέσεων αιθανόλης εκφράζονται ως απόλυτες αναλογίες και βαθμονομούνται έναντι N, N'-τετραμεθυλουρίας (TMU) ή κάποιου άλλου προτύπου γνωστής ισοτοπικής σύνθεσης. Σε πρόσφατες εργασίες, η χρήση εσωτερικών προτύπων έχει αντικατασταθεί από ένα ηλεκτρονικά παραγόμενο σήμα, το οποίο μειώνει τον χρόνο προετοιμασίας του δείγματος και τη διάρκεια του πειράματος και βελτιώνει την αναλογία σήματος προς θόρυβο. Το κύριο μειονέκτημα της μεθόδου SNIF-NMR είναι η ανάγκη για μια συσκευή απόσταξης όπως μια στήλη Cadiot και μεγαλύτερος όγκος δείγματος που απαιτείται, ενώ το IRMS βασίζεται στην καύση μόνο 1 mg του δείγματος υπό συνθήκες παρακολούθησης. Η SNIF-NMR παρέχει την απαραίμιλλη δυνατότητα για τον έλεγχο αυθεντικότητας του οίνου με απλή ερμηνεία δεδομένων. Ωστόσο, το στάδιο προετοιμασίας του δείγματος παραμένει κρίσιμο, καθώς είναι πολύ ευαίσθητο σε εξωτερικές παρεμβολές όπως η απόσταξη. Η ατελής ή ανεπιθύμητη κατάτμηση ισοτόπων έχει περιγραφεί ως κουραστική και δαπανηρή. Σε συνδυασμό με τη μεγάλη διάρκεια του πειράματος ²H NMR, αυτή η προσέγγιση έχει ως αποτέλεσμα χαμηλή απόδοση δείγματος πολλών δειγμάτων την ημέρα. Η επίσημη μέθοδος ανίχνευσης της προσθήκης ζάχαρης

περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των αναλογιών (D/H)_I και (D/H)_{II} στην αιθανόλη με SNIF-NMR και τον προσδιορισμό των αναλογιών (¹³C/¹²C) και (¹⁸O/¹⁶O) με IRMS.



Εικόνα 19. Φάσμα SNIF - NMR

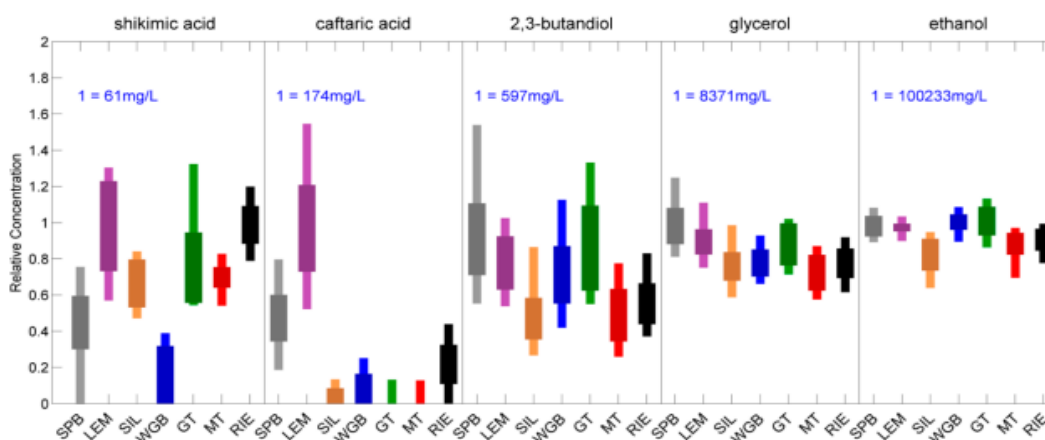
3.2 Εφαρμογή της φασματοσκοπίας NMR στην Ανάλυση Οίνου

3.2.1 Η Ποικιλομορφία των τεχνικών NMR στην Ανάλυση Οίνου

Η εφαρμογή της φασματοσκοπίας NMR στην έρευνα του οίνου έχει αυξηθεί σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες. Η τεχνική NMR μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό των κύριων ενώσεων στον οίνο, όπως τα σάκχαρα, τα αμινοξέα, το γαλακτικό οξύ και το οξικό οξύ. Ωστόσο, συνήθως χρησιμοποιούνται άλλες πιο αξιόπιστες μέθοδοι, όπως NIR, HPLC. Ωστόσο, η χρήση NMR για ανάλυση οίνου δεν περιορίζεται σε αυτόν τον τομέα. Παραδείγματος χάριν, έχει χρησιμοποιηθεί για τον χαρακτηρισμό του μεταβολισμού ανέπαφων μούρων σταφυλιού ή εκχυλισμάτων μύρτιλλου για την αξιολόγηση της ωρίμανσης πριν από τη συγκομιδή και για την αξιολόγηση της επίδρασης του terroir και των καλλιεργητικών πρακτικών στον σχηματισμό σταφυλιών. Τα φάσματα NMR οίνου μπορούν να δείξουν εγγενείς γενετικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών, καθιστώντας το NMR ένα ισχυρό εργαλείο για την ταξινόμηση των οίνων. Η ανάλυση οίνου με NMR μπορεί να είναι μη στοχευμένη, όπως συμβαίνει με το φασματοσκοπικό αποτύπωμα, το οποίο δεν χρησιμοποιείται για την αναγνώριση συγκεκριμένων μεταβολιτών, περιλαμβάνει την καταγραφή πολλαπλών φασμάτων υπό τις ίδιες συνθήκες και βασίζεται σε

μεγάλο βαθμό σε πολυπαραγοντική ανάλυση δεδομένων για την εύρεση μοτίβων που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για διάκριση δειγμάτων (Mazzei et al., 2019). Μια ακόμη προσέγγιση είναι η στοχευμένη ανάλυση που επιτρέπει τον εντοπισμό συγκεκριμένων βασικών συστατικών του οίνου που έχουν επιλεγθεί (Picone et al., 2016). Η στοχευμένη αυτή προσέγγιση συνήθως χρησιμοποιεί πρόσθετα πειράματα NMR για την ταυτοποίηση της δομής (structural elucidation) όπως J-res, COSY, HMBC, HSQC και TOCSY (Viskić, Bandić, Korenika, & Jeromel, 2021).

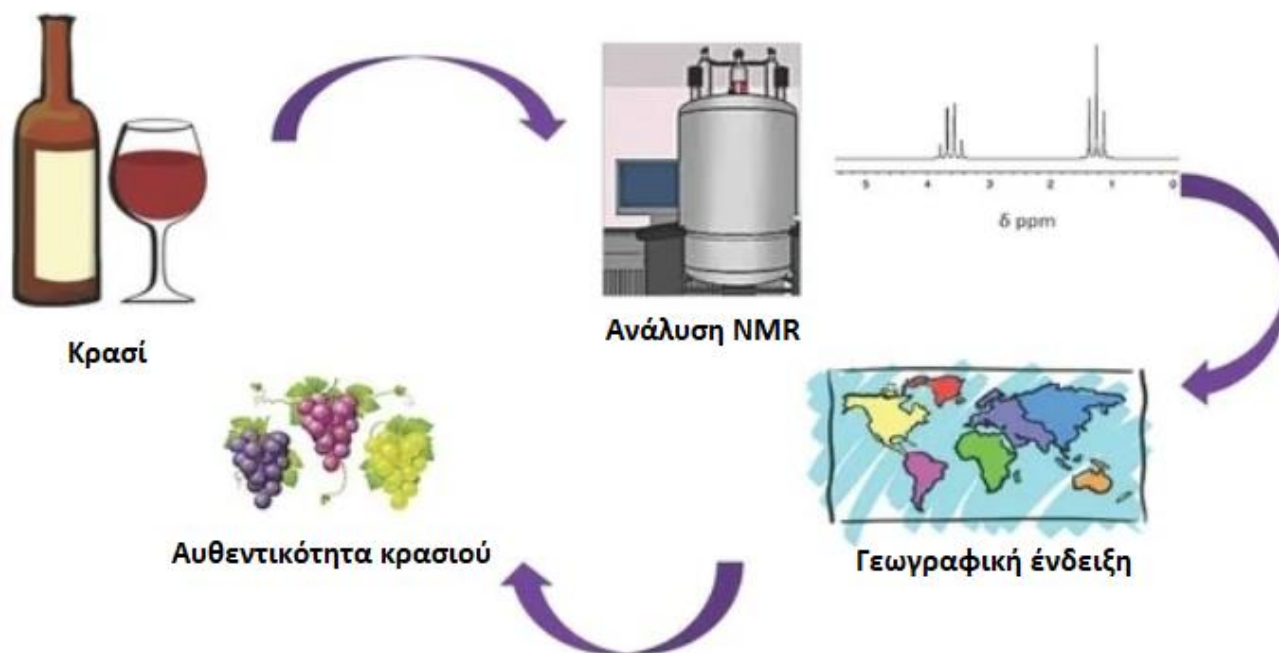
Σε μια στοχευμένη μελέτη, οι Godelmann et al. ανέλυσε τις επιπτώσεις μιας συγκεκριμένης θεραπείας σε μια συγκεκριμένη ομάδα ανθρώπων. (2013) ομαδοποίησε τους οίνους κατά ποικιλία σταφυλιού και μέθοδο παραγωγής, προσδιορίζοντας το σικιμικό οξύ ως δείκτη ποικιλίας σταφυλιού και το καφταρικό οξύ ως δείκτη οξείδωσης του οίνου. περιοχή και διακρίνουν μεταξύ 600 δειγμάτων γερμανικών οίνων με εξαιρετική προβλεψιμότητα (πάνω από 95%). Για τη μελέτη της επίδρασης του terroir στη σύνθεση των ιταλικών οίνων που παρασκευάζονται από σταφύλια Fiano di Avellino, χρησιμοποιήθηκαν στοχευμένες και μη στοχευμένες προσεγγίσεις. Με τη στοχευμένη προσέγγιση, η διάκριση του οίνου βασίστηκε στην παρακολούθηση έξι διαφορετικών μεταβολιτών. (Parotti et al., 2013).



Εικόνα 20: Οπτική απεικόνιση συγκεντρώσεων σχετικά με την ποικιλία σταφυλιών. Κάθε ένωση κανονικοποιείται στο μέγιστο μέσο όρο κάθε ομάδας (Godelmann et al., 2013)

Οι Imparato et al. χρησιμοποίησαν την ^1H NMR για να ταυτοποιήσουν τις ποικιλίες σε μείγματα από οίνους, αλλά όχι με ικανοποιητική ακρίβεια. Οι αλλαγές στη συγκέντρωση διαφορετικών ενώσεων του οίνου κατά τη ζύμωση, μπορούν να παρακολουθηθούν τόσο για να ευρυνθεί η κατανόηση του βιοχημικού προφίλ της ζύμωσης όσο και για να καθιερωθούν νέες διαδικασίες για τον ποιοτικό έλεγχο της οινοποίησης.

Η μη στοχευμένη ^1H NMR χρησιμοποιήθηκε επίσης (Mascellani et al., 2021) για την αναγνώριση των τσεχικών ποικιλιών οίνου, αλλά με πολύ μεταβλητό αποτέλεσμα πρόβλεψης που κυμαινόταν από 45% έως 96% μεταξύ των ποικιλιών. Οι αλλαγές στη συγκέντρωση διαφορετικών ενώσεων κατά τη διάρκεια της ζύμωσης μπορούν να παρακολουθούνται, για να διευρυνθεί η κατανόηση της βιοχημείας της ζύμωσης και να αναπτυχθούν νέες διαδικασίες για τον ποιοτικό έλεγχο της διαδικασίας ζύμωσης. Η επίδραση διαφορετικών στελεχών ζυμομύκητα στις μεταβολικές αλλαγές στο μονοκύτταρο οίνο και η αποτελεσματικότητα της ζύμωσής του μελετήθηκε με NMR χρησιμοποιώντας πολυπαραγοντική στατιστική ανάλυση σε διαφορετικά στάδια. από τη ζύμωση. Διαφορετικές συνθήκες παλαίωσης οίνου παρακολουθήθηκαν με μεθόδους για τη μέτρηση της αντιοξειδωτικής δράσης και τη σύγκριση των φασμάτων 1D και 2D NMR των φαινολικών στους οίνους. Η φασματοσκοπία NMR χρησιμοποιείται ευρέως για τον εντοπισμό σχέσεων μεταξύ μεταβολισμού και ποιοτικών χαρακτηριστικών οίνου, όπως ποικιλία σταφυλιών, πρακτικές παραγωγής, terroir, οργανοληπτικό προφίλ και ποικιλία και ωριμότητα. (Amargianitaki et al., 2017; Viskić et al., 2021).



Εικόνα 21: Ανάλυση NMR για τον έλεγχο αυθεντικότητας οίνου

3.3 Αναλύσεις DNA: Πιστοποίηση ποικιλίας

Για την επαλήθευση της ταυτότητας της ποικιλίας οίνου από την οποία κατασκευάστηκε ένα συγκεκριμένο μπουκάλι, μια αποτελεσματική και ακριβής μέθοδος είναι αυτή που βασίζεται στο γονιδίωμα της ποικιλίας οίνου και συγκεκριμένα στην αναγνώριση, εξαγωγή και ενίσχυση του μικροδορυφορικού DNA. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέθοδος αυτόνομα ή συνδυαστικά με μέθοδο χημείας οίνου. Το γεγονός ότι το DNA παρουσιάζει σταθερότητα σε υψηλό και χαμηλό pH καθώς και το ότι είναι ανεξάρτητο από περιβαλλοντικές συνθήκες, είναι τα δύο κύρια πλεονεκτήματα της παρούσας μεθόδου. Ο μικροδορυφόρος είναι ένα επαναλαμβανόμενο τμήμα του DNA που συνήθως επαναλαμβάνει ένα συγκεκριμένο πρότυπο βάσης 5 έως 50 φορές, έχει υψηλότερο ρυθμό μετάλλαξης από άλλες περιοχές του DNA και βρίσκεται σε χιλιάδες θέσεις στο γονιδίωμα ενός οργανισμού.

Με την τεχνική της αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης (PCR), μπορούν να ενισχυθούν οι μικροδορυφόροι για ταυτοποίηση.

Οι μικροδορυφόροι μπορούν να ενισχυθούν για ταυτοποίηση χρησιμοποιώντας τη διαδικασία αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης (PCR). Τα κυριότερα βήματα για τις αναλυτικές μεθόδους που βασίζονται σε DNA, είναι ο προσδιορισμός της πιο αποτελεσματικής μεθόδου για την

εκχύλιση και απομόνωση του DNA από τον οίνο και στη συνέχεια η δημιουργία βέλτιστων συνθηκών αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης (PCR) για μια επαρκή ενίσχυση με σκοπό λεπτομερή ανάλυση και επιβεβαίωση της ποικιλομορφίας σε σύγκριση με μια γνωστή αλληλουχία DNA.(Ibañez & Cifuentes, 2001).

Ωστόσο, σε αυτή τη μέθοδο παρουσιάζονται ορισμένοι περιορισμοί:

- παράγοντες αποικοδόμησης του DNA (διαύγαση γλεύκων ή οίνων, διαδικασία ζύμωσης, πολυφαινόλες οίνου, μακροχρόνια αποθήκευση οίνου κ.λπ.) και
- περίπλοκη διαδικασία διαχωρισμού DNA, η οποία, αν δεν είναι αποτελεσματική, μπορεί να οδηγήσει σε αδυναμία ενίσχυσης του DNA για τη μελέτη του.

Στον πίνακα 3.6 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα πολλών μελετών που πραγματοποιήθηκαν την τελευταία δεκαετία, οι οποίες είχαν ως σκοπό τον εντοπισμό των ποικιλιών των σταφυλιών που χρησιμοποιούνται κατά την οινοποίηση, μέσω της εφαρμογής μεθόδων εκχύλισης DNA και της ανάλυσής τους με μία από τις τεχνικές PCR ή PCR πραγματικού χρόνου (Real Time PCR) (Catalano, Moreno-Sanz, Lorenzi, & Grando, 2016).

Πίνακας 3.5. Μελέτες που χρησιμοποιούν εξαγωγή DNA που χρησιμοποιούνται για την επιβεβαίωση της αυθεντικότητας του οίνου (Popîrdă et al., 2021).

Μέθοδοι βασιζόμενες στο DNA		
Χώρα	Ποικιλίες	Μέθοδοι
Πορτογαλία	Tinta Roriz, Fernao Pires	Εκχύλιση + PCR
Ιταλία	Merlot, Pinot noir, Zinfandel, Italian Riesling, Sauvignon blanc, Sangiovese, Alicante	Εκχύλιση + Real Time PCR
Ιταλία	Moscato bianco	Εκχύλιση + PCR
Ρουμανία	Tămâioasă românească, Galbenă de Odobești, Fetească neagră, Busuioacă de Bohotin	Εκχύλιση + PCR
Ιταλία	Tămâioasă românească, Galbenă de Odobești,	Εκχύλιση + PCR

Fetească neagră, Busuioacă
de Bohotin

Ιταλία

Sangiovese, Alicante,
Cabernet sauvignon, Merlot

Εκχύλιση + PCR

Μια μελέτη του 2016 (Catalano et al., 2016) που αφορούσε την εξαγωγή DNA από φύλλα αμπέλου, μούστο σταφυλιού και στη συνέχεια από οίνο, ενώ συνέκρινε μικροδορυφόρους, επιβεβαίωσε την αυθεντικότητα των ποικιλιών που αναγράφονται στις ετικέτες ορισμένων εμπορικών οίνων από την Πορτογαλία. Η αναγκαιότητα των μικροδορυφόρων στον προσδιορισμό της γενετικής ιχνηλασιμότητας των μονοποικιλιακών αφρωδών οίνων αποδείχθηκε σε μια μελέτη του 2012 (Boccacci, Akkak, Torello Marinoni, Gerbi, & Schneider, 2012) σύμφωνα με την οποία έπειτα από πολλαπλασιασμό και ανάλυση, επτά δεικτών SSR ειδικών για αλληλουχίες χλωροπλάστη (cpSSR) οδήγησαν σε ένα γενετικό προφίλ που χαρακτηρίζεται από μοναδικότητα για την ποικιλία Moscato bianco.

Η βιβλιογραφία συζητά τόσο επιτυχημένες όσο και αποτυχημένες περιπτώσεις αναγνώρισης ποικιλίας οίνου. Συγκεκριμένα, έχουν αναφερθεί περιπτώσεις (Catalano et al., 2016; García-Beneytez, Moreno-Arribas, Borrego, Polo, & Ibáñez, 2002) που λόγω των περιορισμών της μεθόδου, είτε δεν έγινε επαρκής εξαγωγή ποσότητας DNA από τον προς ανάλυση οίνο, είτε δεν μπορούσε να ενισχυθεί με PCR (λόγω του τύπου μήτρας και των παρεμβολών που λαμβάνουν χώρα μεταξύ τανινών, πολυσακχαριτών και πολυφαινολών). Αυτά αποτέλεσαν επίσης τροχοπέδη που συναντήθηκαν σε μια μελέτη του 2016, σύμφωνα με την οποία ήταν αδύνατο να πιστοποιηθεί η γνησιότητα της ποικιλίας Sangiovese από έναν οίνο Brunello di Montalcino με μια μέθοδο που βασίζεται στον χαρακτηρισμό του DNA (Catalano et al., 2016).

3.4 Άλλες τεχνικές και αναλυτικές μέθοδοι για την αυθεντικότητα του οίνου

3.4.1 Τριχοειδής Ηλεκτροφόρηση

Η τριχοειδής ηλεκτροφόρηση περιλαμβάνει έναν αριθμό ηλεκτροκινητικών τεχνικών που έχουν ως στόχο τον διαχωρισμό ενώσεων με βάση διαφορές είτε στην ηλεκτροφορητική κινητικότητα,

είτε στο μοριακό βάρος, είτε συνδυάζοντας αυτές τις ιδιότητες. Μέχρι σήμερα, η τριχοειδής ηλεκτροφόρηση εφαρμόζεται ως μία μέθοδος ανάλυσης τροφίμων με διάφορους τρόπους:

CZE (ηλεκτροφόρηση τριχοειδούς ζώνης),

CIEF (τριχοειδής ισοηλεκτρική εστίαση),

CITP (τριχοειδής ισοταχοφόρηση),

CGE (ηλεκτροφόρηση τριχοειδούς γέλης) και

CEC (τριχοειδής ηλεκτροχρωματογραφία).

Οι τεχνικές που περιγράφονται παραπάνω έχουν χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση ενός ευρέος φάσματος απλών ανόργανων ιόντων, μικρών οργανικών μορίων, νουκλεϊκών οξέων, πρωτεϊνών, πεπτιδίων κ.λπ. Η τριχοειδική ηλεκτροφόρηση έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία (Gu, Chu, O'Dwyer, & Zeece, 2000) για την ανίχνευση και την ποσοτικοποίηση της ρεσβερατρόλης στον οίνο. cis και trans ισομερή της ρεσβερατρόλης. Αυτή η μέθοδος είναι πολλά υποσχόμενη για τον προσδιορισμό των γλυκοζιτών ή των ανθοκυανινών αγλυκονών στον οίνο. (Kvasnička, 2005).

Μια μελέτη από το 2004 πρότεινε μια μέθοδο για τον γρήγορο εντοπισμό των φαινολικών οξέων στον οίνο και σε άλλα τρόφιμα χρησιμοποιώντας τριχοειδή ηλεκτροφόρηση. Η τριχοειδική ηλεκτροφόρηση χρησιμοποιείται επίσης για την αξιολόγηση των πρωτεϊνών και του πυριτικού οξέος στον οίνο. Η HPCE (High Performance Capillary Electrophoresis) είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται σε μια μελέτη του 2008 (Chabreyrie et al., 2008) που οδήγησε στην ταξινόμηση των οίνων κατά ποικιλία για οινοποίηση. Τα αποτελέσματα που ελήφθησαν καταδεικνύουν ότι η ανάλυση των πρωτεϊνών του χυμού σταφυλιού με τριχοειδή ηλεκτροφόρηση είναι μια εύχρηστη τεχνική και έχει εφαρμοστεί με επιτυχία για τον εντοπισμό των ποικιλιών σταφυλιού του αναλυόμενου χυμού σταφυλιού (Scampicchio et al., 2004).

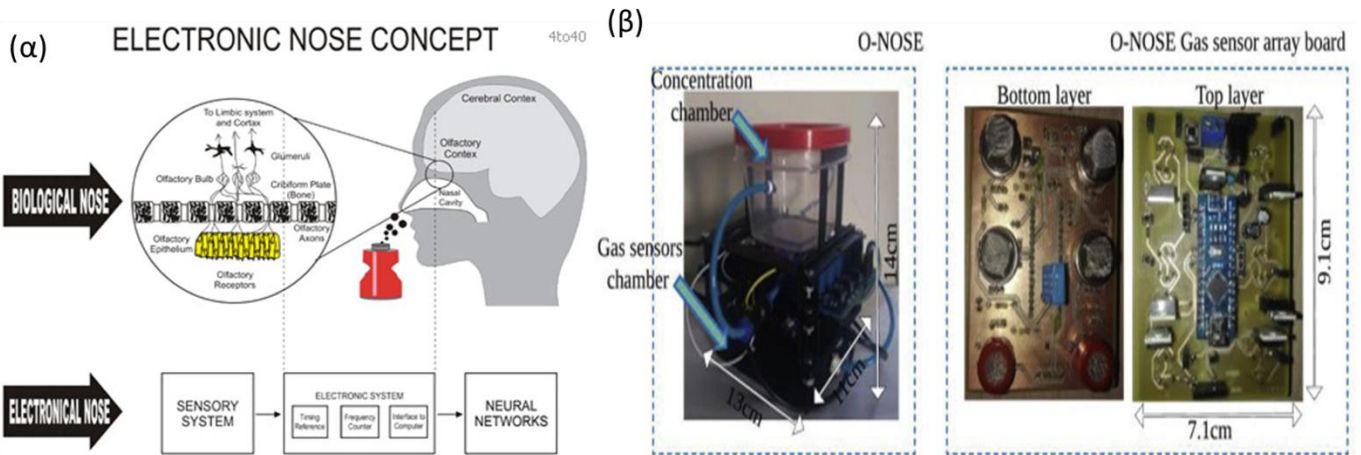
3.4.2 Αισθητηριακή Ανάλυση. Ηλεκτρονική γλώσσα και μύτη (e-Tongue, e-Nose)

Η ηλεκτρονική γλώσσα (e-tongue) είναι ένα αναλυτικό εργαλείο που μπορεί να μετρήσει και να συγκρίνει την ένταση των γεύσεων.



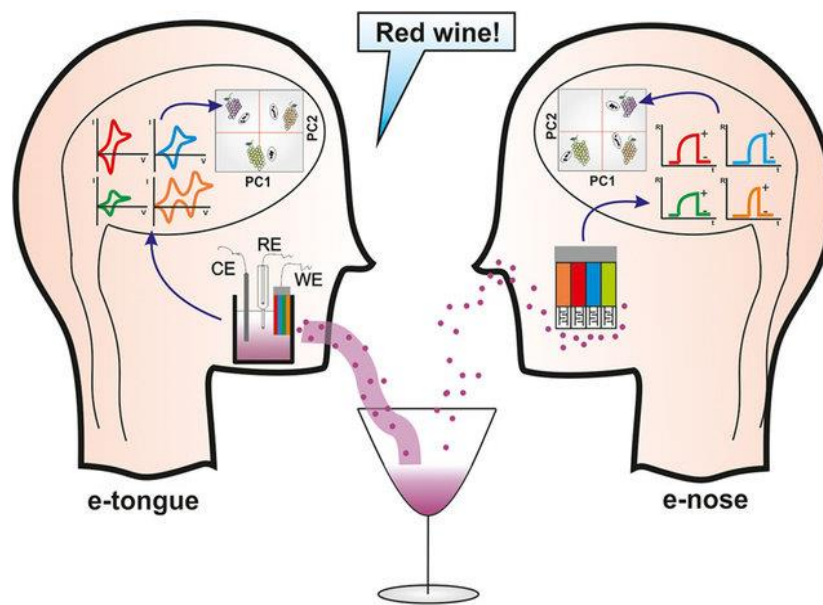
Εικόνα 22: Συσκευή e-tongue

Περιλαμβάνει ένα σύνολο μη επιλεκτικών χημικών αισθητήρων εξειδικευμένων για διαφορετικά συστατικά σε μια δεδομένη λύση και ένα εργαλείο αναγνώρισης ικανό να προσδιορίζει τα ποιοτικά και ποσοτικά συστατικά απλών ή πολύπλοκων λύσεων. Οι αισθητήρες πολλαπλών ηλεκτροδίων της ηλεκτρικής συσκευής ανιχνεύουν οργανικές και ανόργανες ενώσεις, καθένα με διαφορετικό φάσμα απόκρισης. Ο συνδυασμός των αποτελεσμάτων από όλους τους αισθητήρες αποδίδει ένα μοναδικό δακτυλικό αποτύπωμα για κάθε προϊόν που αξιολογείται. Μια τέτοια συσκευή χρησιμοποιήθηκε σε μια μελέτη για τους οίνους Tokaji (Zaukuu et al., 2019) και βοήθησε να διαχωριστούν εκείνα που γλυκάνθηκαν με την προσθήκη συμπυκνωμένου μούστου από αυτά που λαμβάνονται φυσικά από βοτρυτωμένα μούρα σταφυλιού κατά την παραγωγή. Οι ηλεκτρονικές μύτες είναι συσκευές διαφόρων τύπων και αρχών λειτουργίας που χρησιμοποιούνται ευρέως ως αναλυτικά εργαλεία στη βιομηχανία ποτών. Μια ηλεκτρονική μύτη αποτελείται από μια σειρά αισθητήρων που συλλέγουν χημικά σήματα, τα οποία στη συνέχεια αναλύονται και ερμηνεύονται με τρόπο που μιμείται μια ανθρώπινη μύτη.



Εικόνα 23: (α) Αρχή λειτουργίας και (β) συσκευή e-nose

Τα εργαλεία ηλεκτρονικής μύτης βελτιώνονται συνεχώς. Από τις πρώτες συσκευές της συγκεκριμένης κατηγορίας, οι οποίες είναι απλές μήτρες πολλών πολυμερών και αισθητήρες με βάση ημιαγωγούς οξειδίων μετάλλων, τα τελευταία χρόνια έχουν χρησιμοποιηθεί σύγχρονες συσκευές με βάση την αέρια χρωματογραφία. Οι ηλεκτρονικές μύτες μπορούν να παρέχουν πολλούς τρόπους (Alexandre et al., 2008) για τον έλεγχο της ταυτότητας των οίνων, συμπεριλαμβανομένης της διάκρισης των οίνων ανά ποικιλία, γεωγραφική προέλευση και έτος παραγωγής (Aliaño-González et al., 2018; Zaukuu et al., 2019).



Εικόνα 24: Ηλεκτρονική γλώσσα & μύτη για ανάλυση οίνου

3.5 Επίσημες μέθοδοι ανάλυσης οίνου

Οι παραδοσιακές μέθοδοι ανάλυσης οίνου περιλαμβάνουν διεπιστημονικές προσεγγίσεις προκειμένου να αξιολογηθεί η ποιότητα και η αυθεντικότητα του οίνου. Οι επίσημες μέθοδοι ανάλυσης οίνου περιλαμβάνουν τον προσδιορισμό: αλκοολικού τίτλου (αιθανόλη), αναγωγικών ουσιών, ολικής και πτητικής οξύτητας, ολικού και ελεύθερου διοξειδίου του θείου, πτητικών ενώσεων με αέρια χρωματογραφία (GC), συγκέντρωσης του κύριου οργανικού οξέος με τριχοειδική ηλεκτροφόρηση υψηλής πίεσης, στοιχείων μετάλλων με επαγωγική φασματομετρία ατομικής εκπομπής πλάσματος, προέλευση αιθανόλης με φασματομετρία μάζας ισοτοπικού λόγου (Comission of the European Communities, 1990) και μέτρηση ισοτοπικού λόγου δευτερίου της αιθανόλης με SNIF-NMR (Comission of the European Communities, 2003). Η παρουσία τεχνητών γλυκαντικών ή χρωστικών, συντηρητικών καθώς και αναστολέων ζύμωσης στον οίνο ελέγχεται και αξιολογείται από τις αντίστοιχες ρυθμιστικές αρχές. Όσον αφορά τη μελέτη των πολυφαινολών σε μελέτες γνησιότητας οίνου, ο δείκτης Folin-Ciocalteu είναι η μέθοδος αναφοράς (με βάση τον Διεθνή οργανισμό αμπέλου και οίνου), για τον προσδιορισμό όλων των ενώσεων με φαινολική δομή (ολικές φαινόλες) και χρησιμοποιείται στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) ως επίσημη μέθοδος ανάλυσης. Οι επίσημες μέθοδοι ανάλυσης περιλαμβάνουν επίσης τον προσδιορισμό των πέντε πιο σημαντικών μη ακυλιωμένων ανθοκυανινών και των τεσσάρων κύριων ακυλιωμένων ανθοκυανινών με υγρή χρωματογραφία ανάστροφης φάσης (RP-LC) HPLC καθώς και τον προσδιορισμό της πιθανής παρουσίας της φυσικής χρωστικής 3-γλυκοσίδης της μαλβιδίνης με φασματοσκοπία φθορισμού. Σε κάθε περίπτωση, ο Διεθνής Οργανισμός Αμπέλου και Οίνου ενθαρρύνει τα κράτη μέλη να συνεχίσουν την έρευνα στους τομείς ενδιαφέροντος για να αποφευχθεί οποιαδήποτε μη επιστημονική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο οίνος είναι ένα προϊόν άρρηκτα συνδεδεμένο με την ελληνική παράδοση και οικονομία, το οποίο παράγεται με αλκοολική ζύμωση σταφυλιών ή χυμού σταφυλιών. Τα τελικά χαρακτηριστικά του επηρεάζονται σημαντικά τα κλιματικά και εδαφικά χαρακτηριστικά της περιοχής που βρίσκονται τα αμπέλια καθώς και η ποιότητα και ποσότητα των σταφυλιών κατά τη φάση του τρύγου. Ως εκ τούτου οι καταναλωτές όσο οι οινοπαραγωγοί έχουν δείξει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην επιβεβαίωση και τη διασφάλιση της ποιότητας του οίνου μέσω του καθορισμού της γεωγραφικής του προέλευσης. Ένας από τους τρόπους να διασφαλιστεί η προστασία της ονομασίας των προϊόντων, καθώς και τα μοναδικά τους χαρακτηριστικά είναι μέσω του ελέγχου νοθείας.

Γενικά, στο πλαίσιο της πολιτικής της ΕΕ για την προστασία ορισμένων ονομάτων προϊόντων, έχουν εισαχθεί ετικέτες ΓΕ προκειμένου να προωθηθούν τα μοναδικά χαρακτηριστικά τους που σχετίζονται με τη γεωγραφική προέλευση και την παραδοσιακή τεχνογνωσία, χρήση και εφαρμογή. Η Αναγνώριση Γεωγραφικής Ένδειξης (ΠΟΠ και ΠΓΕ) δίνει τη δυνατότητα στους καταναλωτές να εμπιστεύονται και να διαφοροποιούν τα ποιοτικά προϊόντα, ενώ βοηθά τους κατασκευαστές να εμπορεύονται καλύτερα τα προϊόντα τους. Ωστόσο, πρέπει να τονιστεί ότι οι σημάνσεις ΠΟΠ και ΠΓΕ δεν στηρίζονται κατά βάση στη διεξαγωγή εργαστηριακών μεθόδων, αλλά δηλώνονται από τους ίδιους τους παραγωγούς με αποτέλεσμα να υπάρχει ακόμα μεγαλύτερη ανάγκη για αξιόπιστες επιστημονικές μεθόδους ταυτοποίησης της αυθεντικότητας.

Οι μέθοδοι για την πιστοποίηση της αυθεντικότητας του οίνου που μέχρι στιγμής βρίσκουν πρακτική εφαρμογή είναι η ανάλυση ιχνοστοιχείων με φασματομετρία μάζας, η ανάλυση του οργανικού προφίλ με υγρή χρωματογραφία, η ανάλυση των πτητικών ουσιών με αέρια χρωματογραφία, η ανάλυση ισοτοπικών αναλογιών με πυρηνικό μαγνητικό συντονισμό, η ανάλυση DNA με τη διαδικασία της αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης, και η ανάλυση ισοτοπικών αναλογιών, και συγκεκριμένα της site-specific isotopic fractionation-nuclear magnetic resonance (SNIF-NMR).

Από τις παραπάνω μεθόδους μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι ισοτοπικές αναλογίες και η SNIF-NMR. Το μοναδικό δακτυλικό αποτύπωμα που δημιουργούν οι ισοτοπικοί λόγοι για κάθε οίνο μπορεί να μετρηθεί χρησιμοποιώντας φασματομετρία μάζας (ισοτοπική αναλογία φασματομετρίας μάζας - IRMS) ή απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού (ειδική κλασμάτωση φυσικών ισοτόπων – πυρηνικός μαγνητικός συντονισμός (SNIF-NMR)). Ενώ η IRMS μπορεί να

καθορίσει μόνο τη μέση τιμή της περιεκτικότητας σε δευτερίου σε μια δεδομένη χημική ουσία, το SNIF-NMR περιέχει δομικές πληροφορίες εγγενείς στις μεθόδους NMR, επιτρέποντας τον προσδιορισμό ισοτοπικών αναλογιών σε διάφορες θέσεις στην αναλυόμενη ουσία. Ανίχνευση νοθείας στον οίνο..

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aadil, R. M., Madni, G. M., Roobab, U., Ur Rahman, U., & Zeng, X. A. (2019). *Quality control in beverage production: An overview. Quality Control in the Beverage Industry: Volume 17: The Science of Beverages*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816681-9.00001-1>
- Alexandre, M., Lozano, J., Gutiérrez, J., Sayago, I., Fernández, M. J., & Horrillo, M. C. (2008). Portable e-nose to classify different kinds of wine. *Sensors and Actuators B: Chemical*, *131*(1), 71–76. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.snb.2007.12.027>
- Aliaño-González, M. J., Ferreiro-González, M., Barbero, G. F., Ayuso, J., Álvarez, J. A., Palma, M., & Barroso, C. G. (2018). An electronic nose based method for the discrimination of weathered petroleum-derived products. *Sensors (Switzerland)*, *18*(7). <https://doi.org/10.3390/s18072180>
- Amargianitaki, M., & Spyros, A. (2017). NMR-based metabolomics in wine quality control and authentication. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, *4*(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s40538-017-0092-x>
- Arranz, S., Chiva-Blanch, G., Valderas-Martínez, P., Medina-Remón, A., Lamuela-Raventós, R. M., & Estruch, R. (2012). Wine, Beer, Alcohol and Polyphenols on Cardiovascular Disease and Cancer. *Nutrients*, *4*(7), 759–781. <https://doi.org/10.3390/nu4070759>
- Arvanitoyannis, I. S. (2010). *Wine authenticity, traceability and safety monitoring. Managing Wine Quality: Viticulture and Wine Quality*. Woodhead Publishing Limited. <https://doi.org/10.1533/9781845699284.2.218>
- Boccacci, P., Akkac, A., Torello Marinoni, D., Gerbi, V., & Schneider, A. (2012). Genetic traceability of Asti Spumante and Moscato d'Asti musts and wines using nuclear and chloroplast microsatellite markers. *European Food Research and Technology*, *235*(3), 439–446. <https://doi.org/10.1007/s00217-012-1770-3>
- Butticaz, S., & Rawyler, A. (2007). Différenciation analytique des vins élevés en fût de chêne et macérés avec des copeaux de chêne. *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, *39*(6), 367–373.

- Carpena, M., Pereira, A. G., Prieto, M. A., & Simal-Gandara, J. (2020). Wine Aging Technology: Fundamental Role of Wood Barrels. *Foods (Basel, Switzerland)*, 9(9). <https://doi.org/10.3390/foods9091160>
- Catalano, V., Moreno-Sanz, P., Lorenzi, S., & Grando, M. S. (2016). Experimental Review of DNA-Based Methods for Wine Traceability and Development of a Single-Nucleotide Polymorphism (SNP) Genotyping Assay for Quantitative Varietal Authentication. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(37), 6969–6984. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b02560>
- Chabreyrie, D., Chauvet, S., Guyon, F., Salagoity, M. H., Antinelli, J. F., & Medina, B. (2008). Characterization and quantification of grape variety by means of shikimic acid concentration and protein fingerprint in still white wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(16), 6785–6790. <https://doi.org/10.1021/jf800117k>
- Chambers, P. J., & Pretorius, I. S. (2010). Fermenting knowledge: the history of winemaking, science and yeast research. *EMBO Reports*, 11(12), 914–920. <https://doi.org/10.1038/embor.2010.179>
- Comission of the European Communities. (1990). Commission Regulation (EEC) No 2676/90 of 17 September 1990 determining Community methods for the analysis of wines. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:31990R2676>
- Comission of the European Communities. (2003). COMMISSION REGULATION (EC) No 440 / 2003 of 10 March 2003 amending Regulation (EEC) No 2676/90 determining Community methods for the analysis of wines. *Official Journal of the European Union*, (440), 15–23.
- Dutra, S. V., Adami, L., Marcon, A. R., Carnieli, G. J., Roani, C. A., Spinelli, F. R., ... Vanderlinde, R. (2013). Characterization of wines according the geographical origin by analysis of isotopes and minerals and the influence of harvest on the isotope values. *Food Chemistry*, 141(3), 2148–2153. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.04.106>
- Epova, E. N., Bérail, S., Séby, F., Barre, J. P. G., Vacchina, V., Médina, B., ... Donard, O. F. X. (2020). Potential of lead elemental and isotopic signatures for authenticity and geographical origin of Bordeaux wines. *Food Chemistry*, 303, 125277.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125277>

Epova, E. N., Bérail, S., Séby, F., Vacchina, V., Bareille, G., Médina, B., ... Donard, O. F. X. (2019). Strontium elemental and isotopic signatures of Bordeaux wines for authenticity and geographical origin assessment. *Food Chemistry*, 294, 35–45. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.04.068>

European Parliament and Council. (2018). EU Regulation 2019/33, (664), 2–45. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2019/33/oj

European Parliament and Council of the European Union. (2013). EU regulation No 1308/2013. *Official Journal of the European Communities*, 2008(814), 1–22.

European Parliament and Council of the European Union. (2019). GUIDE TO APPLICANTS HOW TO COMPILE WINE PDO / PGI APPLICATIONS. *Official Journal of the European Communities*, 96(1308), 1–18.

García-Beneytez, E., Moreno-Arribas, M. V., Borrego, J., Polo, M. C., & Ibáñez, J. (2002). Application of a DNA analysis method for the cultivar identification of grape musts and experimental and commercial wines of *Vitis vinifera* L. using microsatellite markers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(21), 6090–6096. <https://doi.org/10.1021/jf0202077>

Godelmann, R., Fang, F., Humpfer, E., Schütz, B., Bansbach, M., Schäfer, H., & Spraul, M. (2013). Targeted and nontargeted wine analysis by ¹H NMR spectroscopy combined with multivariate statistical analysis. differentiation of important parameters: Grape variety, geographical origin, year of vintage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(23), 5610–5619. <https://doi.org/10.1021/jf400800d>

González-Neves, G., Franco, J., Barreiro, L., Gil, G., Moutounet, M., & Carbonneau, A. (2007). Varietal differentiation of Tannat, Cabernet-Sauvignon and Merlot grapes and wines according to their anthocyanic composition. *European Food Research and Technology*, 225(1), 111–117. <https://doi.org/10.1007/s00217-006-0388-8>

Gougeon, L., da Costa, G., Richard, T., & Guyon, F. (2019). Wine Authenticity by Quantitative ¹H NMR Versus Multitechnique Analysis: a Case Study. *Food Analytical Methods*, 12(4), 956–965. <https://doi.org/10.1007/s12161-018-01425-z>

- Gu, X., Chu, Q., O'Dwyer, M., & Zeece, M. (2000). Analysis of resveratrol in wine by capillary electrophoresis. *Journal of Chromatography A*, 881(1), 471–481. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(00\)00211-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0021-9673(00)00211-9)
- Guilford, J. M., & Pezzuto, J. M. (2011). Wine and Health: A Review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 62(4), 471 LP – 486. <https://doi.org/10.5344/ajev.2011.11013>
- Haseeb, S., Alexander, B., & Baranchuk, A. (2017). Wine and Cardiovascular Health A Comprehensive Review IN DEPTH. *Circulation*, 136, 1434–1448. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.117.030387>
- Higgins, L. M., & Llanos, E. (2015). A healthy indulgence? Wine consumers and the health benefits of wine. *Wine Economics and Policy*, 4(1), 3–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wep.2015.01.001>
- Ibañez, E., & Cifuentes, A. (2001). *New analytical techniques in food science. Critical Reviews in Food Science and Nutrition* (Vol. 41). <https://doi.org/10.1080/20014091091878>
- Ivlev, V., Vasil'ev, V., Kalabin, G., Kolesnov, A., Zenina, M., Anikina, N., ... Antonenko, M. (2019). New approach for wine authenticity screening by a cumulative ^1H and ^2H qNMR. *BIO Web of Conferences*, 15, 02022. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20191502022>
- Jiang, B., & Zhang, Z. (2010). Volatile Compounds of Young Wines from Cabernet Sauvignon, Cabernet Gernischt and Chardonnay Varieties Grown in the Loess Plateau Region of China. *Molecules*, 15(12), 9184–9196. <https://doi.org/10.3390/molecules15129184>
- Kalogiouri, N. P., & Samanidou, V. F. (2021). Liquid chromatographic methods coupled to chemometrics: a short review to present the key workflow for the investigation of wine phenolic composition as it is affected by environmental factors. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(42), 59150–59164. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09681-5>
- Kaya, A. D., Bruno de Sousa, R., Curvelo-Garcia, A. S., Ricardo-da-Silva, J. M., & Catarino, S. (2017). Effect of wood aging on wine mineral composition and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ isotopic ratio. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(23), 4766–4776.
- Kokkinofta, R., Fotakis, C., Zervou, M., Zoumpoulakis, P., Savvidou, C., Poulli, K., ... Kefalas, P. (2017). Isotopic and Elemental Authenticity Markers: a Case Study on Cypriot Wines.

- Food Analytical Methods*, 10(12), 3902–3913. <https://doi.org/10.1007/s12161-017-0959-2>
- Kvasnička, F. (2005). Capillary electrophoresis in food authenticity. *Journal of Separation Science*, 28(9–10), 813–825. <https://doi.org/10.1002/jssc.200500054>
- Langen, J., Wegmann-Herr, P., & Schmarr, H.-G. (2016). Quantitative determination of α -ionone, β -ionone, and β -damascenone and enantiodifferentiation of α -ionone in wine for authenticity control using multidimensional gas chromatography with tandem mass spectrometric detection. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 408(23), 6483–6496. <https://doi.org/10.1007/s00216-016-9767-6>
- Martin, A. E., Watling, R. J., & Lee, G. S. (2012). The multi-element determination and regional discrimination of Australian wines. *Food Chemistry*, 133(3), 1081–1089. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.02.013>
- Mas, A. (2019). Wine☆. In T. M. Schmidt (Ed.), *Encyclopedia of Microbiology (Fourth Edition)* (Fourth Edi, pp. 598–603). Oxford: Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.13126-7>
- Mascellani, A., Hoca, G., Babisz, M., Krska, P., Kloucek, P., & Havlik, J. (2021). ¹H NMR chemometric models for classification of Czech wine type and variety. *Food Chemistry*, 339, 127852. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127852>
- Mazzei, P., Celano, G., Palese, A. M., Lardo, E., Drosos, M., & Piccolo, A. (2019). HRMAS-NMR metabolomics of Aglianicone grapes pulp to evaluate terroir and vintage effects, and, as assessed by the electromagnetic induction (EMI) technique, spatial variability of vineyard soils. *Food Chemistry*, 283, 215–223. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.012>
- Papotti, G., Bertelli, D., Graziosi, R., Silvestri, M., Bertacchini, L., Durante, C., & Plessi, M. (2013). Application of One- and Two-Dimensional NMR Spectroscopy for the Characterization of Protected Designation of Origin Lambrusco Wines of Modena. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(8), 1741–1746. <https://doi.org/10.1021/jf302728b>
- Pavlidis, G., & Markantonatou, S. (2020). Gastronomic tourism in Greece and beyond: A thorough review. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 21, 100229.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100229>

- Perestrelo, R., Barros, A. S., Câmara, J. S., & Rocha, S. M. (2011). In-Depth Search Focused on Furans, Lactones, Volatile Phenols, and Acetals As Potential Age Markers of Madeira Wines by Comprehensive Two-Dimensional Gas Chromatography with Time-of-Flight Mass Spectrometry Combined with Solid Phase Microextraction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *59*(7), 3186–3204. <https://doi.org/10.1021/jf104219t>
- Picone, G., Trimigno, A., Tessarin, P., Donnini, S., Rombolà, A. D., & Capozzi, F. (2016). (1)H NMR foodomics reveals that the biodynamic and the organic cultivation managements produce different grape berries (*Vitis vinifera* L. cv. Sangiovese). *Food Chemistry*, *213*, 187–195. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.06.077>
- Popîrdă, A., Luchian, C. E., Cotea, V. V., Colibaba, L. C., Scutarașu, E. C., & Toader, A. M. (2021). A review of representative methods used in wine authentication. *Agriculture (Switzerland)*, *11*(3), 1–20. <https://doi.org/10.3390/agriculture11030225>
- Rodrigues, N. P., Rodrigues, E., Celso, P. G., Kahmann, A., Yamashita, G. H., Anzanello, M. J., ... Hertz, P. F. (2020). Discrimination of sparkling wines samples according to the country of origin by ICP-OES coupled with multivariate analysis. *Lwt*, *131*(May), 109760. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109760>
- Scollary, G. R. (2016). Wines: Wine Production. In B. Caballero, P. M. Finglas, & F. Toldrá (Eds.), *Encyclopedia of Food and Health* (pp. 571–576). Oxford: Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00754-6>
- Shen, C., & Zhang, Y. (2017). Wine and Pickle Making and Characterization. In *Food Microbiology Laboratory for the Food Science Student: A Practical Approach* (pp. 79–85). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58371-6_14
- Sigala, M. (2019). The Synergy of Wine and Culture: The Case of Ariousios Wine, Greece. In M. Sigala & R. N. S. Robinson (Eds.), *Management and Marketing of Wine Tourism Business: Theory, Practice, and Cases* (pp. 295–312). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-75462-8_15
- Suhaj, M., & Koreňovská, M. (2005). Application of elemental analysis for identification of wine

- origin: A review. *Acta Alimentaria*, 34(4), 393–401.
<https://doi.org/10.1556/AAlim.34.2005.4.7>
- Tao, Y., Li, H., Wang, H., & Zhang, L. (2008). Volatile compounds of young Cabernet Sauvignon red wine from Changli County (China). *Journal of Food Composition and Analysis*, 21(8), 689–694. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.05.007>
- Tian, L., Wang, H., Abdallah, A. M., Prinyawiwatkul, W., & Xu, Z. (2011). Red and White Wines Inhibit Cholesterol Oxidation Induced by Free Radicals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(12), 6453–6458. <https://doi.org/10.1021/jf200544r>
- Versari, A., Laurie, V. F., Ricci, A., Laghi, L., & Parpinello, G. P. (2014). Progress in authentication, typification and traceability of grapes and wines by chemometric approaches. *Food Research International*, 60, 2–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.02.007>
- Viskić, M., Bandić, L. M., Korenika, A. M. J., & Jeromel, A. (2021). NMR in the service of wine differentiation. *Foods*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/foods10010120>
- Wadood, S. A., Boli, G., Xiaowen, Z., Hussain, I., & Yimin, W. (2020). Recent development in the application of analytical techniques for the traceability and authenticity of food of plant origin. *Microchemical Journal*, 152, 104295. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.104295>
- Wurz, D.A. (2019). Wine and health: A review of its benefits to human health. *BIO Web Conf.*, 12, 4001. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20191204001>
- Xiang, L., Xiao, L., Wang, Y., Li, H., Huang, Z., & He, X. (2014). Health benefits of wine: Don't expect resveratrol too much. *Food Chemistry*, 156, 258–263. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.006>
- Zaukuu, J. L. Z., Soós, J., Bodor, Z., Felföldi, J., Magyar, I., & Kovacs, Z. (2019). Authentication of Tokaj Wine (Hungaricum) with the Electronic Tongue and Near Infrared Spectroscopy. *Journal of Food Science*, 84(12), 3437–3444. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14956>
- Κωνσταντίνου, Γ. (2011). *Ανακαλύπτω το κρασί*. Εκδόσεις Μεταίχμιο.

http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/POP-PGE/LISTA-OINON-POP/lista_POP.pdf, πρόσβαση στις 23/12/2021

http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/POP-PGE/LISTA-OINON-PGE/lista_Pge.pdf, πρόσβαση στις 23/12/2021

http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/POP-PGE/ODHGIES_PROETOIMASIAS_FAKELOU_220319.pdf, πρόσβαση στις 27/12/2021

http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/metapoiisi/poik_oinos_egkiklios.pdf, πρόσβαση στις 26/12/2021