



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΟΙΝΟΥ, ΑΜΠΕΛΟΥ & ΠΟΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ TERROIR ΣΤΑ
ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ
ΟΙΝΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΑΠΟ ΓΗΓΕΝΕΙΣ ΚΑΙ
ΞΕΝΙΚΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ»**

ΠΡΑΣΣΑΣ ΝΙΚΗΤΑΣ

ΑΜ: 141087

**Επιβλέπουσα καθηγήτρια
ΚΕΧΑΓΙΑ ΔΕΣΠΟΙΝΑ**

ΑΘΗΝΑ, 2022

ΔΙΑΣΑΦΗΣΕΙΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

Οι υπογράφοντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη διπλωματική εργασία με τίτλο: «ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ TERROIR ΣΤΑ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΟΙΝΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΑΠΟ ΓΗΓΕΝΕΙΣ ΚΑΙ ΞΕΝΙΚΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ» που παρουσιάστηκε από τον ΠΡΑΣΣΑ ΝΙΚΗΤΑ και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

Ψηφιακή Υπογραφή Καθηγητή (1ου Μέλους Επιτροπής)	
Ψηφιακή Υπογραφή Καθηγητή (2ου Μέλους Επιτροπής)	
Ψηφιακή Υπογραφή Καθηγητή (3ου Μέλους Επιτροπής)	

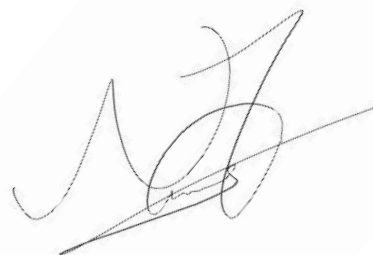
ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογράφων ΠΡΑΣΣΑΣ ΝΙΚΗΤΑΣ του ΓΡΗΓΟΡΙΟΥ με αριθμό μητρώου 141087, φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ του Τμήματος ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΟΙΝΟΥ, ΑΜΠΕΛΟΥ ΚΑΙ ΠΟΤΩΝ, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

ΠΡΑΣΣΑΣ ΝΙΚΗΤΑΣ



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT	7
Κεφάλαιο 1	9
<i>Terroir: Ορισμός terroir και επίδραση στον οίνο</i>	9
1. Η έννοια του terroir	9
1.2. Παράγοντες που διαμορφώνουν το terroir	11
1.2.1 Έδαφος	12
1.2.2 Τοπογραφία	12
1.2.3 Κλίμα	13
1.3 Επιστημονική προσέγγιση στον προσδιορισμό terroir	16
1.3.1 Σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών	16
1.3.2 Πρόγραμμα γεωσκόπησης Copernicus	16
1.4 Επίδραση terroir στον οίνο	19
1.5 Κλιματική αλλαγή και terroir	22
Κεφάλαιο 2	25
<i>Αμπελοκαλλιέργεια και οινοπαραγωγή στον ελληνικό χώρο</i>	25
2.1 Στατιστικά στοιχεία αμπελοκαλλιέργειας	25
2.2 Στατιστικά στοιχεία οινοπαραγωγής	28
2.3 Συνιστώμενες και επιτρεπόμενες ποικιλίες ανά αμπελουργική περιοχή	29
2.4 Οίνοι ΠΟΠ και ΠΓΕ	39
2.4.1 Ορισμοί και Νομοθεσία	39
Κεφάλαιο 3	42
<i>Επίδραση terroir στους οίνους</i>	42
3.1 Εισαγωγή στοιχεία	42
3.2 Φαινολικό προφίλ οίνου	42
3.3 Μεταλλικά στοιχεία εδάφους	44

3.4 Μέθοδος PCA	48
3.5 Κλιματική αλλαγή και αντίκτυπος στον ελληνικό αμπελώνα	49
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	52
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	56

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Θέμα της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η επίδραση του terroir στον ελληνικό οίνο, που παράγεται είτε από γηγενείς είτε από ξενικές ποικιλίες. Το terroir διαμορφώνεται από το έδαφος, την τοπογραφία, το κλίμα αλλά και την ανθρώπινη επίδραση. Δεν υπάρχουν σαφή όρια που να χωρίζουν μία περιοχή terroir από μία άλλη και η κλιματική αλλαγή που παρατηρείται τις τελευταίες δεκαετίες έχει αποσαφηνίσει ακόμη περισσότερο αυτά τα όρια. Στον Ελλαδικό χώρο υπάρχουν σύμφωνα με την νομοθεσία 11 αμπελουργικές ζώνες και έχουν αναγνωριστεί 33 ζώνες παραγωγής οίνων Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης (ΠΟΠ) και 120 ζώνες παραγωγής οίνων Προστατευόμενης Γεωγραφικής Ένδειξης (ΠΓΕ). Το terroir προσδίδει μοναδικά χαρακτηριστικά στον ελληνικό οίνο. Σύμφωνα με έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί την τελευταία δεκαετία, το διαφορετικό φαινολικό προφίλ και η διαφορετική περιεκτικότητα σε μεταλλικά στοιχεία ενός οίνου, μπορούν λειτουργήσουν σαν αποτύπωμα, σαν ταυτότητα για την προέλευση του οίνου. Το προφίλ των αρωματικών ενώσεων και των ανθοκυανινών, ακόμη και μεταξύ οίνων ίδιας ποικιλίας, καθορίζεται από τη γεωγραφική προέλευση και τις ιδιαίτερες κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε περιοχής καλλιέργειας. Κατά συνέπεια, το terroir συμμετέχει σημαντικά στη διαμόρφωση της ποιότητας ενός οίνου, ενώ παράλληλα προσδίδει ένα ευδιάκριτο χαρακτήρα με χαρακτηριστικά οργανοληπτικά γνωρίσματα. Η ανάπτυξη μεθόδων ανάλυσης όπως η φασματοσκοπία πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού (NMR), η φασματομετρία μαζών επαγωγικά συζευγμένου πλάσματος (ICP-MS) και η μέθοδος ανάλυσης κυρίων συνιστωσών (PCA) καθιστούν ακόμη πιο εύκολη αυτή την αναγνώριση.

Λέξεις κλειδιά

Terroir, Οίνος, ποικιλίες, κλίμα, έδαφος, προέλευση, αποτύπωμα, φαινολικό προφίλ, φασματομετρία, κλιματική αλλαγή.

ABSTRACT

The subject of this dissertation is the effect of terroir on Greek wine, produced either by native or foreign varieties. The terroir is shaped by the soil, the topography, the climate but also the human influence. There are no clear boundaries separating one terroir area from another, and climate change in recent decades has further clarified these boundaries. In Greece, according to the legislation, there are 11 viticultural zones and 33 zones of production of wines with Protected Designation of Origin (PDO) and 120 zones of production of wines with Protected Geographical Indication (PGI) have been identified. The terroir gives unique characteristics to the Greek wine. According to research conducted in the last decade, the different phenolic profile and the different content of minerals in a wine, can act as a footprint, as an identity for the origin of the wine. The profile of aromatic compounds and anthocyanins, even among wines of the same variety, is determined by the geographical origin and the particular climatic conditions prevailing in each growing area. Consequently, the terroir participates significantly in shaping the quality of a wine, while at the same time giving it a distinct character with characteristic organoleptic features. The development of analysis methods such as nuclear magnetic resonance spectroscopy (NMR), inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) and principal component analysis (PCA) make this recognition even easier.

Key Words

Terroir, wine, varieties, climate, soil, origin, fingerprint, phenolic, profile, spectrometry, climate change.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ (ACKNOWLEDGEMENTS)

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την κυρία Κεχαγιά, η οποία μου εμπιστεύτηκε το θέμα αυτό και που είχε υπομονή προκειμένου να φτάσει σε ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα η πτυχιακή.

Σε αυτό το σημείο δεν θα μπορούσα να παραλείψω τους γονείς μου, που τόσα χρόνια αποτελούν το στήριγμα μου σε κάθε μου βήμα. Πάντα οπλισμένοι με περίσσεια υπομονής ακούν τον οποιοδήποτε προβληματισμό μου και πάντα λαμβάνω από αυτούς την καλύτερη δυνατή λύση στα προβλήματά μου.

Τέλος, ευχαριστώ όλους εσάς που δείξατε ενδιαφέρον στην εργασία μου και δώσατε μία ευκαιρία στην ανάγνωση της.

Κεφάλαιο 1

Terroir: Ορισμός terroir και επίδραση στον οίνο

1. Η έννοια του terroir

Η λέξη “terroir” πιθανότατα έχει λατινικές ρίζες και προέρχεται από τη λατινική λέξη «territorium», η οποία αποτελεί παράφραση της λέξης «territorium». Η απόδοση της έννοιας του terroir σε άλλη γλώσσα εκτός από τη γαλλική δεν είναι ικανοποιητική. Στις περισσότερες γλώσσες αποδίδεται με λέξεις που σημαίνουν «χώμα», «αρόσιμη γη» ή «γηγενής γη» (Vaudour, 2002). Αυτό όμως αποτελεί μία απλοποιημένη εκδοχή της έννοιας όταν αναφέρεται κανείς στο χώρο του κρασιού. Το έδαφος, μαζί με το κλίμα και την ικανότητα του οινοπαραγωγού, ελέγχει, ως ένα βαθμό, το σταφύλι και ως εκ τούτου την ποιότητα του κρασιού. Τα τελευταία χρόνια μάλιστα το “terroir”, έχει γίνει ένας όρος που χρησιμοποιείται ευρέως στην οινοβιομηχανία, συχνά ακόμη και πάνω στην ετικέτα ως μία απόδειξη ή ένας δείκτης της ταυτότητας και της ποιότητας του οίνου. Έτσι έχει δημιουργηθεί η ανάγκη για μία πιο εμπειριστατωμένη ερμηνεία της λέξης (Hayens, 1999).

Στην γαλλική γλώσσα, από την οποία και προέρχεται ο όρος “terroir” είναι έννοια πλήρως κατανοητή για κάθε οινολογική προσέγγιση, είτε στον χώρο παραγωγής του κρασιού είτε στην αγορά είτε κατά την κατανάλωση. Αποτελεί πεποίθηση ότι η καταλληλότητα μιας συγκεκριμένης ποικιλίας σταφυλιού και τα γενικά χαρακτηριστικά (οσμή, γεύση, χρώμα, σώμα, υφή, κ.τ.λ.) του κρασιού που παράγεται από αυτήν, καθορίζονται από τις τοπικές συνθήκες της συγκεκριμένης αμπελουργικής περιοχής σε οποιαδήποτε δεδομένη αμπελοοινική περιοχή. Αυτά τα χαρακτηριστικά πρέπει να είναι διαφορετικά, όχι μόνο από άλλες περιφέρειες, αλλά και μεταξύ περιφερειών της ίδιας περιοχής (Hayens, 1999).

Ο Hayens (1999) υποστήριξε ότι η ουσία της έννοιας του terroir είναι ότι η ποιότητα ενός συγκεκριμένου κρασιού που παράγεται από μια συγκεκριμένη ποικιλία σταφυλιών στο μικροεπίπεδο ενός αμπελώνα αποτελεί το αποτέλεσμα πολύπλοκων αλληλεπιδράσεων όλων των παραγόντων, πάνω και κάτω από το έδαφος που επηρεάζουν το σταφύλι κατά την ανάπτυξη, με εξαίρεση

παράσιτα, ασθένειες, ζιζανιοκτόνα, μεταλλάξεις κ.λπ. Γενικά οι παράγοντες που διαμορφώνουν το *terroir* μπορούν να χωριστούν σε πέντε κύριες ομάδες:

- Μετεωρολογικοί: μέγιστα και ελάχιστα όρια θερμοκρασίας, ώρες ηλιοφάνειας, συχνότητα και ένταση ανέμων και συχνότητα και επίπεδα βροχοπτώσεων.
- Φυσιογραφικοί: τύπος εδάφους, υψόμετρο, όψη κλίσης, κλίση και αποστράγγιση κλίσης.
- Πεδολογικοί: σύσταση και πορώδες υπερκείμενων εδαφών, ορυκτολογία και χημεία του εδάφους, μέγεθος και υφή κόκκων εδάφους και ορυκτολογία αργίλου.
- Γεωλογικοί: γεωλογία του υπεδάφους και γεωχημεία, πετρολογία και υφή μεμονωμένων στρωμάτων, ρυθμοί ροής επιφανειακών και υπόγειων υδάτων και χημεία.
- Αμπελοκαλλιέργεια: σύστημα κλαδέματος, απόσταση σειρών, αραίωση τσαμπιών σταφυλιού και επιτρεπόμενη παραγωγή, λίπανση, μηχανική προσθήκη εδαφών ή βραχώδους υλικού, συστηματική στράγγιση πλακιδίων και άρδευση.

Σημείωσε ότι συνηθίζεται οι φυσιογραφικοί και γεωλογικοί παράγοντες να αναφέρονται σαν μία κατηγορία, που αφορά το έδαφος (Hayens, 1999) .

Το 2005, Εθνικό Ινστιτούτο Γεωπονικής Έρευνας (ISRA) σε συνεργασία με το Εθνικό Ινστιτούτο Προέλευσης και Ποιότητας (INAO) της Γαλλίας και η UNESCO πρότειναν ένα ορισμό για το *terroir* (Cassabianca et al., 2006; Unwin, 2011):

*«Το *terroir* είναι ένας οριοθετημένος γεωγραφικός χώρος που ορίζεται από μία ανθρώπινη κοινότητα η οποία, κατά τη διάρκεια της ιστορίας της, έχει δημιουργήσει ένα σύνολο διακριτών πολιτισμικών χαρακτηριστικών, γνώσεων και πρακτικών, που βασίζονται σε ένα σύστημα αλληλεπιδράσεων μεταξύ του φυσικού περιβάλλοντος και των ανθρωπίνων παραγόντων. Η τεχνογνωσία που εμπλέκεται αποκαλύπτει μια πρωτοτυπία, προσδίδει μια τυπικότητα και επιτρέπει την αναγνώριση για τα προϊόντα ή τις υπηρεσίες που προέρχονται από αυτόν τον χώρο και επομένως για τους ανθρώπους που ζουν εκεί.*

Τα terroir είναι ζωντανοί και καινοτόμοι χώροι που δεν μπορούν να ταυτίζονται μόνο με την παράδοση»¹

Ο ΟΙV (2010) υιοθέτησε ως ορισμό για το αμπελουργικό «terroir», το εξής:
«Το αμπελουργικό «terroir» είναι μια έννοια που αναφέρεται σε έναν χώρο στον οποίο αναπτύσσεται μια συλλογική γνώση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ ενός αναγνωρίσιμου φυσικού και βιολογικού περιβάλλοντος και των αμπελουργικών πρακτικών που εφαρμόζονται, οι οποίες προσδίδουν διακριτικά χαρακτηριστικά στα προϊόντα που προέρχονται από αυτόν τον χώρο. Το «Terroir» περιλαμβάνει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά εδάφους, τοπογραφίας, κλίματος, τοπίου και βιοποικιλότητας.»² (ΟΙV, 2010)

Σύμφωνα, λοιπόν με τον ορισμό του ΟΙV (2010) ο όρος *terroir* δεν αναφέρεται απλώς σε μία γεωγραφικά οριοθετημένη περιοχή αλλά αναφέρεται σε ένα συνδυασμό παραγόντων που συνθέτουν το *terroir* (φυσικό περιβάλλον, βιολογικό περιβάλλον, αμπελουργικές πρακτικές, ανθρωπογενής επίδραση) (Brillante et al., 2020).

1.2. Παράγοντες που διαμορφώνουν το terroir

Σύμφωνα με τον ορισμό της έννοιας του *terroir* , περιβαλλοντικοί και πολιτιστικοί παράγοντες συνδυάζονται και επηρεάζουν την καλλιέργεια του αμπελιού αλλά και την παραγωγή του οίνου. Το έδαφος, η γεωλογία και το κλίμα έχουν ιδιαίτερη σημασία για μία γεωργική καλλιέργεια, καθώς ελέγχουν

¹ «Un terroir est un espace géographique délimité défini à partir d'une communauté humaine qui construit au cours de son histoire un ensemble de traits culturels distinctifs, de savoirs, et de pratiques fondés sur un système d'interactions entre le milieu naturel et les facteurs humains. Les savoir-faire mis en jeu révèlent une originalité, confèrent une typicité et permettent une reconnaissance pour les produits ou services originaires de cet espace et donc pour les hommes qui y vivent. Les terroirs sont des espaces vivants et innovants qui ne peuvent être assimilés à la seule tradition» βλ. Casabianca et al, 2006

² «Le « terroir » vitivinicole est un concept qui se réfère à un espace sur lequel se développe un savoir collectif des interactions entre un milieu physique et biologique identifiable et les pratiques vitivinicoles appliquées, qui confèrent des caractéristiques distinctives aux produits originaires de cet espace.

Le « terroir » inclut des caractéristiques spécifiques du sol, de la topographie, du climat, du paysage et de la biodiversité. «βλ. ΟΙV, 2010

σε σημαντικό βαθμό την παραγωγικότητα και την ποιότητα μίας καλλιέργειας, αλλά και την οικονομική βιωσιμότητα μία αγροτικής επιχείρησης (Jones, 2018).

1.2.1 Έδαφος

- **Μητρικό πέτρωμα και δομή του εδάφους.** Δεν υπάρχει ένας συγκεκριμένος τύπος εδάφους που να σχετίζεται αποκλειστικά με την παραγωγή ποιοτικών οίνων. Σε όλους σχεδόν τους τύπους εδαφών έχουν παραχθεί σταφύλια εξαιρετικής ποιότητας. Ορισμένα από τα φυσικά χαρακτηριστικά της δομής ελέγχουν την παροχή και διάθεση του νερού, όπως το πορώδες, η διαπερατότητα υλικού, που εμποδίζει τη γρήγορη αποστράγγιση, η διαπερατότητα μάζας, που διευκολύνει την αποστράγγιση σε συνθήκες κορεσμού του νερού. Σε ψυχρά κλίματα, τα πετρώδη εδάφη βοηθούν την διαδικασία αποστράγγισης, ενώ μπορούν να αποθηκεύουν θερμότητα, την οποία καθώς αποδίδουν στο χώρο, αυξάνει τη θερμοκρασία πλησίον της εδαφικής επιφάνειας προστατεύοντας έτσι το φυτό από το ψύχος (Bohmrich, 1996)

- **Χημική σύνθεση εδάφους.** Η χημική σύνθεση του εδάφους μπορεί να επηρεάσει την ευρωστία της αμπέλου, καθώς και την παραγωγικότητα. Για παράδειγμα, η άμπελος απαιτεί εδάφη με μέτρια περιεκτικότητα σε άζωτο, καθώς μία ανεπάρκεια αζώτου μπορεί να οδηγήσει τη ζύμωση του κρασιού να σταματήσει πριν ολοκληρωθεί, ενώ η αφθονία αζώτου οδηγεί σε οίνους με υψηλό pH και μικροβιακή αστάθεια (Bohmrich, 1996).

1.2.2 Τοπογραφία

Η τοπογραφία του εδάφους επηρεάζει σημαντικά την αμπελοκαλλιέργεια και κατά συνέπεια την ποιότητα του κρασιού.

- **Υψόμετρο αμπελώνων.** Οι αμπελώνες μπορούν να βρίσκονται κοντά στο επίπεδο της θάλασσας και σε αμελητέα υψόμετρα, αλλά μπορεί να βρίσκονται και σε μεγάλα υψόμετρα, όπου επικρατούν χαμηλότερες θερμοκρασίες. Ο γενικός τύπος που συσχετίζει τη θερμοκρασία με το

υψόμετρο είναι ότι για κάθε 100 m υψόμετρο σημειώνεται μία μέση πτώση θερμοκρασίας κατά περίπου 0,6°C (Bohmrich, 1996).

- **Κλίση εδάφους.** Το υψόμετρο συχνά συνεπάγεται μια κλίση του εδάφους. Οι επικλινείς αμπελώνες διατηρούνται πιο ζεστοί τη νύχτα, έχουν λιγότερες πιθανότητες να υποστούν ζημιές από τον παγετό και έχουν πιο ομοιόμορφη ημερήσια θερμοκρασία. Επίσης, συγκριτικά με τις καλλιέργειες σε οριζόντιο έδαφος παρέχουν καλύτερη αποστράγγιση λόγω των ρηχών επιφανειακών εδαφών και της μεγαλύτερης απορροής. Επιπλέον, οι αμπελώνες σε εδάφη με κλίση έχουν συνήθως μειωμένη ευρωστία, χαρακτηριστικό που σε αρκετές περιπτώσεις έχει συνδεθεί με την παραγωγή ανώτερων οίνων (Bohmrich, 1996).

- **Προσανατολισμός**
- **Έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία.**
- **Διαθεσιμότητα σε νερό.**

1.2.3 Κλίμα

Οι κυριότεροι κλιματικοί παράγοντες που θεωρούνται ότι επηρεάζουν την ποιότητα και τα χαρακτηριστικά του παραγόμενου οίνου είναι:

- **Θερμοκρασία.** Η θερμοκρασία θέτει τα ακραία όρια στα οποία η αμπελοκαλλιέργεια είναι εφικτή και επηρεάζει (Bohmrich, 1996). Η αμπελοκαλλιέργεια συνήθως πραγματοποιείται σε περιοχές όπου ο μέσος όρος θερμοκρασιών είναι 13–21°C (Jones, 2018).

- **Βροχόπτωση.** Η βροχόπτωση επηρεάζει το υδατικό ισοζύγιο του εδάφους, καθορίζει τη διαθεσιμότητα του νερού και την αντίστοιχη υδατική του κατάσταση. Η έλλειψη νερού κατά το στάδιο της ανάπτυξης των βλαστών και των ταξιανθιών μπορεί να οδηγήσει σε καθυστέρηση της ανάπτυξης των βλαστών και, κατά συνέπεια, σε προβλήματα κατά την ανάπτυξη των ανθών και της καρπόδεσης. Η υπερβολική υγρασία, κατά τα αρχικά στάδια ανάπτυξης, μπορεί να οδηγήσει σε υπερβολική ανάπτυξη του φυλλώματος και σε αυξημένο κίνδυνο ασθενειών (Santos et al., 2020).

Το κλίμα ταξινομείται στις διάφορες περιοχές με τη βοήθεια συστημάτων ταξινόμησης κλίματος, με πιο κοινό να είναι το σύστημα Köppen. Στην αρχική του μορφή, το σύστημα αυτό βασίστηκε στην έκφραση του κλίματος στην αυτοφυή βλάστηση και συνδυάζει τις μέσες ετήσιες, εποχιακές και μηνιαίες θερμοκρασίες και βροχοπτώσεις για να ορίσει ομοιογενείς περιοχές. Το σύστημα Köppen τροποποιήθηκε και σύμφωνα με την τροποποιημένη έκδοση το κλίμα διαχωρίστηκε σε έξι ευρείες ομάδες: τροπικά κλίματα, ξηρά κλίματα, ήπια κλίματα μεσαίου γεωγραφικού πλάτους, αυστηρά κλίματα μεσαίου γεωγραφικού πλάτους, πολικά κλίματα και κλίματα ορεινών. Κάθε μία από τις ομάδες αυτές διαχωρίστηκε περαιτέρω σε υποομάδες, ανάλογα με τη θερμοκρασία και τις βροχοπτώσεις. Κατάλληλα κλίματα για την ανάπτυξη της αμπέλου θεωρούνται τα κλίματα μεσαίου γεωγραφικού πλάτους, όπως το μεσογειακό, το υγρό υποτροπικό που παρατηρείται στις ανατολικές ΗΠΑ, ανατολική Αυστραλία, Ουρουγουάη, το εύκρατο θαλάσσιο, όπως στην περιοχή του Μπορντό και το θαλάσσιο υποτροπικό, όπως για παράδειγμα στη Βρετανική Κολομβία, τα υποτροπικά ξηρά κλίματα, όπως στο Priorat της Ισπανίας ή τη Mendoza της Αργεντινής ή στα υγρά ηπειρωτικά κλίματα της περιφέρειας Finger Lakes των ΗΠΑ και του Niagara του Καναδά (Jones, 2018).

Διάφοροι βιοκλιματικοί δείκτες χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της καταλληλότητας μίας συγκεκριμένης τοποθεσίας για αμπελοκαλλιέργεια. Οι βιοκλιματικοί δείκτες μπορούν να σχετίζονται με :

- τη θερμοκρασία
- την ηλιακή ακτινοβολία και τη θερμοκρασία (Growing Degree Days -GDD, Huglin Index, Biologically Effective Degree-Days index)
- τις βροχοπτώσεις (hydrothermal index – Hyl or Dryness Index)
- στο διαθέσιμο νερό για τα φυτά (Leaf Water Potential, Solar Noon Stem Water Potential)

Πίνακας 1.1: Ορισμένοι βιοκλιματικοί δείκτες, τύποι και επεξήγηση

Βιοκλιματικός Δείκτης	Τύπος	Επεξήγηση	Πηγή
Δείκτης Βαθμοημερών (Growing	$\sum_{01-Apr}^{31-Okt} \max(T_m - 10)$ Όπου	Άθροισμα της διαφοράς των μέσων ημερήσιων	Bonfante et al., 2018; Jones

Degrees Days - GDD) (°C units)	$T_m = \frac{T_{max} + T_{min}}{2}$ <p>Tmax : μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία Tmin: ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία</p>	θερμοκρασιών (Tm) με τους 10°C, κατά την χρονική περίοδο 1 ^{ης} Απριλίου ως 31 Οκτωβρίου. Σε αυτό το άθροισμα συμπεριλαμβάνονται οι μέρες που έχουν μέση θερμοκρασία μεγαλύτερη από 10°C.	et al., 2010
Δείκτης Μέσης Θερμοκρασίας Ανάπτυξης (Average Growing Season Temperature -GSTavg) (°C)	$\frac{\sum_{01-Apr}^{31-Oct} \frac{T_{max} + T_{min}}{2}}{n}$ <p>Tmax : μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία Tmin: ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία n: αριθμός ημερών με μέση θερμοκρασία μεγαλύτερη από 10°C</p>	Μέσος όρος θερμοκρασίας των ημερών με μέση θερμοκρασία μεγαλύτερη από 10°C, κατά τη χρονική περίοδο 1 ^{ης} Απριλίου ως 31 ^η Οκτωβρίου	Jones et al., 2010
Δείκτης Βιολογικά Ενεργών Ημερών (Biologically Effective Degree Days -BEDD) (°C units)	$\sum_{01-Apr}^{31-Oct} \min(GDD, 9) \cdot DTR_{adj} \cdot K$ <p>Όπου</p> $DTR_{adj} \begin{cases} 0,25[DTR - 13], [DTR] > 13 \\ 0,10 < [DTR] < 13 \\ 0,25[DTR - 10], [DTR] < 10 \end{cases}$ <p>Και Κ: μία προσαρμογή για το γεωγραφικό πλάτος/μήκος ημέρας</p>	Βασίζεται στην αρχή ότι : αν $\theta \leq 10^\circ\text{C}$, τότε παύση της ανάπτυξης της αμπέλου και αν $\theta \geq 19^\circ\text{C}$ τότε επιβράδυνση του ρυθμού ανάπτυξης. Είναι το άθροισμα μόνο για τις ημέρες όπου η θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 10°C και 19°C και για το βόρειο ημισφαίριο αναφέρεται στην περίοδο Απριλίου-Οκτωβρίου	Jones et al., 2010
Ηλιοθερμικός δείκτης του Huglin (Huglin Index -HI) (°C units)	$\sum_{01-Apr}^{30-Sept} \max \frac{(T_{mean} - 10) + (T_{max} - 10)}{2},$ <p>Κ: μία προσαρμογή για το γεωγραφικό πλάτος/μήκος ημέρας</p>	Για το βόρειο ημισφαίριο, προσδιορίζεται για τους μήνες Σεπτέμβριο ως Απρίλιο, για τις ημέρες με μέση θερμοκρασία	Jones et al., 2010

		μεγαλύτερη από 10°C	
Άθροισμα Ημερήσιου Δείκτη Υδατικής Καταπόνησης ης Καλλιέργειας (Summary of Crop Water Stress Index -CWSI_{sum})	$CWSI_{sum} = \frac{\int_{t_1}^{t_2} 1 - \left(\frac{T_r}{T_p}\right) \cdot dt}{t_2 - t_1} \cdot 100$ <p>Όπου <i>T_r</i>: η πραγματική ημερήσια διαπνοή του φυτού <i>T_p</i>: η πιθανή ημερήσια διαπνοή του φυτού <i>t₂-t₁</i>: το χρονικό διάστημα ολοκλήρωσης της εκτίμησης</p>	<p>Σχετίζεται με τον προσδιορισμό των αναγκών του φυτού σε υγρασία. Μεταβάλλοντας τις τιμές <i>t₁</i>, <i>t₂</i> επιτρέπεται η εκτίμηση του δείκτη σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης (ανάπτυξη βλαστών, άνθηση, περκασμός, ωρίμανση)</p>	Bonfante et al., 2018;

1.3 Επιστημονική προσέγγιση στον προσδιορισμό *terroir*

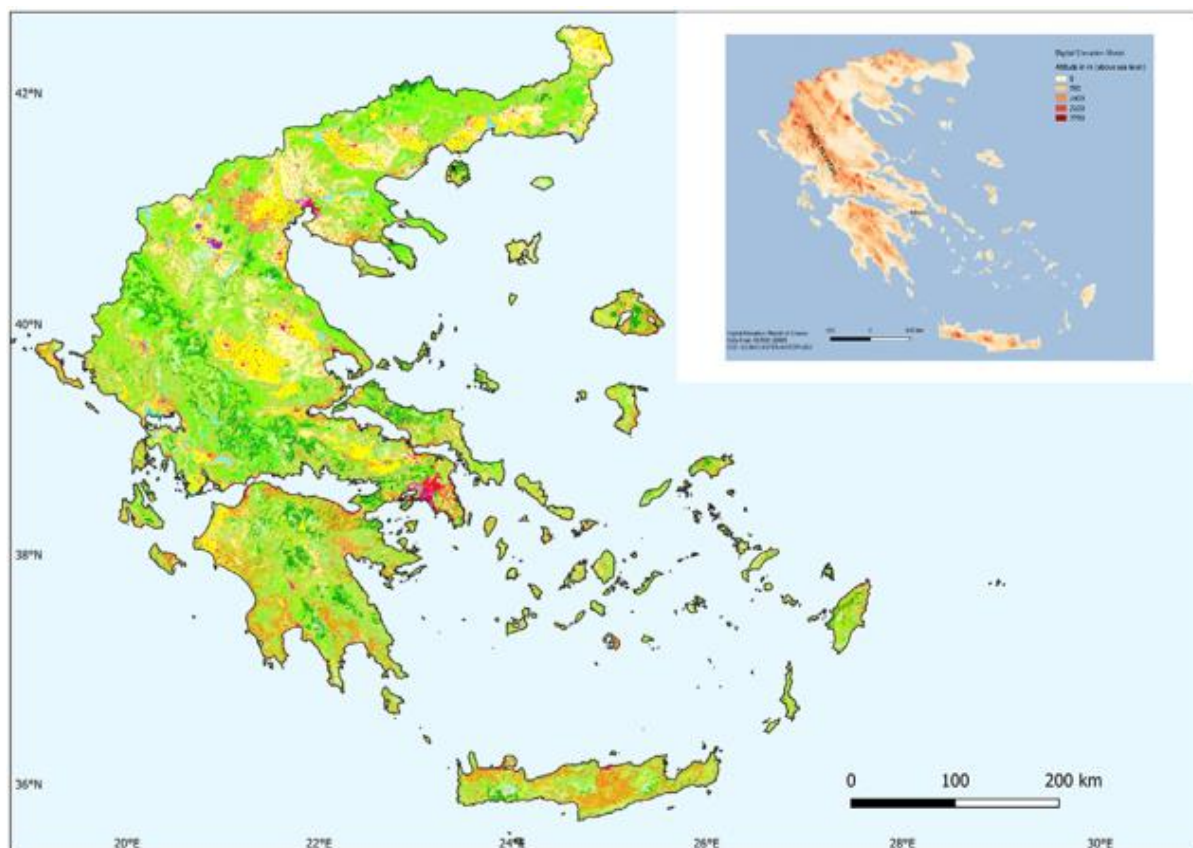
1.3.1 Σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών

Ένα σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών (Geographical Information System -GIS) είναι ένα πληροφοριακό σύστημα πληροφοριών με ειδικές δυνατότητες για τη συλλογή, αποθήκευση, ανάκτηση, διαχείριση, ανάλυση και απόδοση γεωγραφικών πληροφοριών. Η ανάλυση των γεωγραφικών δεδομένων διαιρεί φυσικά τοπία και τοπία που επηρεάζονται από τον άνθρωπο σε γεωγραφικές περιοχές ή χωρικές ενότητες, καθεμία με ξεχωριστή λειτουργία. Ένα σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών στοχεύει στο να υποστηρίξει διαδικασίες που οδηγούν στη λήψη αποφάσεων, σχετικών με την γεωγραφική διαίρεση που επιτεύχθηκε. Η απόδοση των γεωγραφικών πληροφοριών συχνά γίνεται με τη παρουσίαση των αποτελεσμάτων ανάλυσης σε μορφή «έξυπνου» χάρτη (Vaudour, 2002).

1.3.2 Πρόγραμμα γεωσκόπησης Copernicus

Το *Copernicus* είναι ευρωπαϊκό πρόγραμμα γεωσκόπησης, και οι πληροφορίες που συλλέγονται χωρίζονται σε τέσσερα μέρη (*Copernicus*, 2021):

- **Global Land Service:** Παράγει συστηματικά μια σειρά εξειδικευμένων βιο-γεωφυσικών πληροφοριών-προϊόντων σχετικά με την κατάσταση και την εξέλιξη της επιφάνειας του εδάφους, σε παγκόσμια κλίμακα και σε μέση έως χαμηλή χωρική ανάλυση, που συμπληρώνονται από τη συγκρότηση μακροπρόθεσμων χρονοσειρών. Οι πληροφορίες-προϊόντα χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της βλάστησης, του κύκλου του νερού, του ενεργειακού προϋπολογισμού και της επίγειας κρούσφαιρας.
 - **Pan-European:** Συντονίζεται από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος (European Environmental Agency – EEA) και παράγει σύνολα δεδομένων χαρτογράφησης γης (CORINE Land Cover) για τα έτη 1990, 2000, 2006, 2012 και 2018. Περιλαμβάνει 44 κατηγορίες κάλυψης γης και χρήσεων, όπου ανάμεσα τους περιλαμβάνεται ο εντοπισμός των περιοχών με αμπελοκαλλιέργειες.
 - **Local:** Στοχεύει στην παροχή πληροφοριών για μία πιο περιορισμένη τοποθεσία και λειτουργεί συμπληρωματικά με τις πληροφορίες που λαμβάνονται μέσω του Pan-European. Οι εικόνες έχουν υψηλότερη ανάλυση (2,5 x 2,5 pixel).
 - **Εικόνες και δεδομένα αναφοράς:** Το σύστημα *Copernicus* για να προσφέρει αξιόπιστα προϊόντα και υπηρεσίες απαιτεί δορυφορικά δεδομένα, αλλά και δεδομένα από επιτόπια έρευνα. Οι δορυφορικές εικόνες συμβάλουν στην δημιουργία πολλών προϊόντων και υπηρεσιών πληροφοριών, όπως χάρτες κάλυψης γης ή επίπεδα υψηλής ανάλυσης στα χαρακτηριστικά κάλυψης γης. Τα δεδομένα επιτόπιας έρευνας διαχειρίζονται και είναι προσβάσιμα σε εθνικό επίπεδο
- Στην εικόνα 1.1 είναι το Land Cover που αφορά την Ελλάδα για το 2018.



CORINE Land Cover 2018 Legend

111 - Continuous urban fabric	244 - Agro-forestry areas
112 - Discontinuous urban fabric	311 - Broad-leaved forest
121 - Industrial or commercial units	312 - Coniferous forest
122 - Road and rail networks and associated land	313 - Mixed forest
123 - Port areas	321 - Natural grasslands
124 - Airports	322 - Moors and heathland
131 - Mineral extraction sites	323 - Sclerophyllous vegetation
132 - Dump sites	324 - Transitional woodland-shrub
133 - Construction sites	331 - Beaches - dunes - sands
141 - Green urban areas	332 - Bare rocks
142 - Sport and leisure facilities	333 - Sparsely vegetated areas
211 - Non-irrigated arable land	334 - Burnt areas
212 - Permanently irrigated land	335 - Glaciers and perpetual snow
213 - Rice fields	411 - Inland marshes
221 - Vineyards	412 - Peat bogs
222 - Fruit trees and berry plantations	421 - Salt marshes
223 - Olive groves	422 - Salines
231 - Pastures	423 - Intertidal flats
241 - Annual crops associated with permanent crops	511 - Water courses
242 - Complex cultivation patterns	512 - Water bodies
243 - Agricultural with significant areas of natural vegetation	521 - Coastal lagoons
	522 - Estuaries
	523 - Sea and ocean

Εικόνα 1.1: Corine Land Cover 2018 για την Ελλάδα. Οι αμπελοκαλλιέργειες έχουν σκούρο πορτοκαλί χρωματισμό

Πηγή: Gemitzi et al., 2021

1.4 Επίδραση terroir στον οίνο

Το terroir είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται ευρέως στο χώρο του κρασιού είτε σαν αναφορά στην ποιότητα ενός οίνου και στα χαρακτηριστικά του είτε ακόμη και για θέματα μάρκετινγκ. Αν και η συσχέτιση του terroir με την ποιότητα, δεν είναι άμεση και δεδομένη, οι οίνοι που παράγονται από σταφύλι ενός αμπελώνα, θεωρούνται ανώτεροι από οίνους οι οποίοι παράγονται από μούστο που αποτελεί μίξη από σταφύλια διαφορετικών τοποθεσιών (Brillante et al., 2020).

Το κλίμα επηρεάζει την ωριμότητα του σταφυλιού και το στυλ του παραγόμενου κρασιού. Η γεωλογία και το έδαφος παράγουν τις πιο λεπτές οργανοληπτικές διαφορές και εκφράσεις στο ίδιο κλίμα (Jones, 2018).

Τα αμπέλια ανάλογα με τη δυνατότητα ωρίμανσης που έχουν μπορούν να διαχωριστούν σε πρώιμες, ενδιάμεσες και όψιμες ποικιλίες. Οι ποικιλίες πρώιμης ωρίμανσης, όπως οι ποικιλίες Müller Thurgau, Gewürztraminer, Chardonnay, Pinot Noir, προτιμούν δροσερά κλίματα και η καλλιεργητικής τους περίοδος είναι σχετικά σύντομη. Οι όψιμες ποικιλίες, όπως Cabernet Sauvignon, Mourvèdre, Grenache, απαιτούν πιο θερμό κλίμα και μεγαλύτερη καλλιεργητική περίοδο. Οι ποικιλίες που απαιτούν πιο δροσερό κλίμα παράγουν οίνους με χαμηλό αλκοολικό τίτλο, υψηλότερη οξύτητα, πιο λαμπερό χρώμα και χαρακτηριστικές έντονες φρουτώδεις γεύσεις. Αντίθετα, οι ποικιλίες που καλλιεργούνται σε πιο θερμά κλίματα τείνουν να οδηγούν στην παραγωγή οίνων με υψηλότερο αλκοολικό τίτλο, πιο ήπια οξύτητα, πιο γεμάτο σώμα και πιο πλούσιες γεύσεις φρούτων (Jones, 2018). Στον παρακάτω πίνακα 1.2 αναφέρονται ορισμένα από τα χαρακτηριστικά των οίνων και η έκφραση τους ανάλογα το πόσο δροσερό ή θερμό είναι το κλίμα.

Πίνακας 1.2 : Χαρακτηριστικό οίνου ανάλογα το κλίμα

Χαρακτηριστικό οίνου	Δροσερό κλίμα	Ενδιάμεσο ως θερμό κλίμα	Θερμό ως υπερβολικά θερμο κλίμα
Φρουτώδης χαρακτήρας	Λεπτά φρουτώδη αρώματα, όξινο – στυφό (άγουρο)	Ώριμα, ζουμερά	Υπερώριμα, πλούσια
Γεύσεις λευκών	Μήλο, αχλάδι	Ροδάκινο, πεπόνι	Μάνγκο, ανανάς
Γεύσεις κόκκινων	Κράνμπερι, κεράσι	Μούρο, δαμάσκηνο	Σύκο, δαμάσκηνο
Σώμα	Ελαφρύ	Μέτριο	Γεμάτο
Οξύτητα	Τραγανή, Έντονη	Ικανοποιητική - Ενσωματωμένη	Μαλακό, ήπιο
Αλκοολική περιεκτικότητα	Χαμηλή ως μέτρια	Μέτρια ως υψηλή	Από υψηλή ως πολύ υψηλή
Συνολική αίσθηση	Λεπτό, κομψό	Μέτριας έντασης	Έντονο

Πηγή: Jones, 2018

Πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει, επίσης, ότι η διαθεσιμότητα σε νερό επηρεάζει τη σύνθεση του σταφυλιού και του παραγόμενου οίνου. Σε ορισμένες περιπτώσεις, έχει εφαρμοστεί ρυθμιζόμενη ελλειμματική άρδευση, η οποία οδήγησε σε αύξηση της συγκέντρωσης των τερπενίων και σε γονιδιακές ρυθμίσεις που εμπλέκονται στη βιοσύνθεση πτητικών οργανικών ενώσεων στο κρασί, επιτρέποντας έτσι τη βελτίωση της ποιότητας των σταφυλιών και του οίνου. Ο χρόνος και η ένταση των ελλειμμάτων νερού επηρεάζουν την έκταση των αλλαγών στον μεταβολισμό των σταφυλιών και στο χρώμα, το άρωμα και τη γεύση του κρασιού, τροποποιώντας το μέγεθος των ραγών, καθώς και τη χημική σύσταση τους, με θετική συμβολή στις οργανοληπτικές ιδιότητες των σταφυλιών και του κρασιού. Η έλλειψη νερού συνήθως αυξάνει την αναλογία φλοιού προς πολτό στα σταφύλια, σε σύγκριση με τα καλά αρδευόμενα

αμπέλια, αυξάνοντας αναλογικά την ποσότητα τανινών και ανθοκυανινών του φλοιού (Santos et al.,2020).

Το *terroir* επιδρά, επίσης, στον αρωματικό χαρακτήρα του παραγόμενου οίνου. Υπάρχει η αντίληψη μεταξύ των φίλων του κρασιού και των εμπόρων ότι ο κεντρικός ρόλος του *terroir* στη διαμόρφωση του αρώματος ενός οίνου είναι αποτέλεσμα κυρίως της γεωλογίας, της σύνθεσης του εδάφους και ορισμένων τοπογραφικών χαρακτηριστών όπως ο προσανατολισμός και το υψόμετρο. Η συμμετοχή του κλίματος θεωρείται από την ομάδα αυτή των οινόφιλων πιο περιορισμένη. Το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα που χρησιμοποιείται ως επιχείρημα για να δείξει την άμεση σύνδεση μεταξύ γεωλογίας και οργανοληπτικού χαρακτήρα ενός κρασιού είναι το άρωμα της «μεταλλικότητας» (“minerality”), δηλαδή μία οσμή γης ή υγρών λίθων που φαινομενικά συνδέεται με την παρουσία ορισμένων ορυκτών στο έδαφος. Στην πραγματικότητα, όμως, τα περισσότερα ορυκτά είναι αδιάλυτα και δεν μπορούν να απορροφηθούν από τη ρίζα της αμπέλου. Ορισμένα μεταλλικά στοιχεία, όπως νάτριο (Na⁺) ή κάλιο (K⁺) μπορούν να προσδώσουν μία αλμυρή γεύση, αλλά δεν έχουν άρωμα. Ο μεταλλικός αρωματικός χαρακτήρας του οίνου είναι αποτέλεσμα της παρουσίας ορισμένων πτητικών ενώσεων όπως η βενζολομεθανοθειόλη (Koundouras, 2018).

Η γεωλογία συμμετέχει στο άρωμα του οίνου με πιο έμμεσο τρόπο: δρώντας στη σύνθεση του εδάφους. Η δομή του εδάφους, η περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά, η παρουσία ανθρακικού ασβεστίου σε συνδυασμό με την διαθεσιμότητα σε νερό και την ικανότητα στράγγισης του εδάφους μπορούν να επηρεάζουν την ποιότητα των οίνων, καθώς οδηγούν σε διαφορετική σύνθεση και διαφορετική αναλογία αρωματικών ενώσεων. Εδάφη μέτριας γονιμότητα και διαθεσιμότητας σε νερό, πετρώδη ή αμμώδη, δίνουν πιο φρουτώδη αρώματα, ενώ εδάφη πιο πλούσια σε άργιλο με υψηλότερα αποθέματα σε άργιλο και νερό δίνουν οίνους με πιο πικάντικα αρώματα. Οι ερυθρές ποικιλίες φαίνεται ότι αρωματικά ευνοούνται όταν καλλιεργούνται σε αμπελώνες με περιορισμένη παροχή νερού και θρεπτικών ουσιών, ενώ οι λευκές προτιμούν μεγαλύτερη διαθεσιμότητα σε νερό και άζωτο (Koundouras, 2018).

1.5 Κλιματική αλλαγή και terroir

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στον αγροτικό τομέα καθορίζονται σε μία δεδομένη περιοχή, τόσο από τον τύπο και την ένταση των κλιματικών μεταβολών όσο και από την ικανότητα που έχει η περιοχή αυτή να απορροφήσει τις αλλαγές αυτές ή/και να προσαρμοστεί στις νέες συνθήκες. Οι τοπικές αγροτικές κοινότητες πρέπει να βρουν τρόπο να ενισχύσουν την ανθεκτικότητα της φυτικής παραγωγής έναντι των αλλαγών του κλίματος (θερμοκρασία, βροχοπτώσεις, ηλιοφάνεια), να αντιμετωπίσουν την απώλεια φυσικών πόρων (διαθέσιμο νερό), να βρουν τρόπους να μετριάσουν τις συνέπειες από φυσικούς κινδύνους (καύσωνες, φωτιές, ψύχος, πλημμύρες) και να προσαρμόσουν τις καλλιέργειες τους (νέες τεχνικές καλλιέργειας, εισαγωγή νέων καλλιεργήσιμων φυτικών ειδών). Αν μία τοπική αγροτική κοινότητα δε μπορέσει να ανταπεξέλθει στις νέες προκλήσεις, αυτό θα έχει επιπτώσεις τόσο στην απόδοση της καλλιέργειας όσο και στην ποιότητα παραγωγής, άρα και στο εισόδημα των αγροτών (Bonfante et al., 2018).

Η αμπελοκαλλιέργεια είναι ένας από τους γεωργικούς τομείς που πλήττεται άμεσα από την κλιματική αλλαγή. Το έδαφος, το τοπίο και η γεωλογία επηρεάζουν την ισορροπία των θρεπτικών συστατικών και του διαθέσιμου νερού της αμπέλου, ενώ το κλίμα είναι αυτό που μπορεί να περιορίσει την καλλιέργεια του αμπελιού τόσο σε τοπικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Έτσι, ενώ οι ποικιλίες αμπέλου καλλιεργούνται σε πολυάριθμα κλίματα σε όλο τον πλανήτη, έχουν διαμορφωθεί σχετικά στενές ζώνες για βέλτιστη ανάπτυξη, παραγωγικότητα και ποιότητα (Jones, 2018). Οι αλλαγές στο κλίμα, έχουν ήδη επηρεάσει τις ζώνες αυτές και έχουν πυροδοτήσει αλλαγές που επηρεάζουν την ποιότητα του σταφυλιού και του παραγόμενου οίνου. Ο αμπελοκαλλιεργητής, αλλά και ο οινοπαραγωγός, θα πρέπει να μελετήσουν και να κατανοήσουν τον τρόπο και το βαθμό στον οποίο αλλάζει η καταλληλότητα της γης για την ανάπτυξη της αμπέλου. Έτσι, θα μπορέσουν να αναπτύξουν στρατηγικές προσαρμογής και αντιμετώπισης των κλιματικών μεταβολών, όπου είναι εφικτό, ενώ, παράλληλα, θα μπορέσουν να διερευνήσουν τη πιθανότητα νέες περιοχές, στις οποίες μέχρι πρόσφατα επικρατούσαν

ακατάλληλες συνθήκες για αμπελοκαλλιέργεια, να έχουν αποκτήσει ευνοϊκότερες συνθήκες (Bonfante et al., 2018).

Στις μεσογειακές ευρωπαϊκές χώρες, στις οποίες ανήκει και η Ελλάδα, αναμένεται μείωση των βροχοπτώσεων και αύξηση της μέσης θερμοκρασίας. Αυτές οι αλλαγές δύνανται να οδηγήσουν σε αλυσιδωτές αντιδράσεις, οι οποίες τελικά είναι σημαντικά ζημιογόνες για τους αμπελώνες. Έτσι, οι λίγες βροχές και οι υψηλές θερμοκρασίες πιθανολογείται ότι θα οδηγήσουν σε μείωση των υδάτινων πόρων και λειψυδρία. Η υδατική καταπόνηση που θα υποστούν τα αμπέλια κατά την καλλιεργητική περίοδο, θα επηρεάσει την ποιότητα των σταφυλιών και άρα και την ποιότητα των παραγόμενων οίνων (Bonfante et al., 2018).

Επίσης, η άνοδος της μέσης θερμοκρασίας έχει επιπτώσεις στη διάρκεια των φαινολογικών σταδίων της αμπέλου, καθώς παρατηρείται μία πρώιμη και πιο γρήγορη ανάπτυξη των φυτών και αλλαγές στο προφίλ ωρίμανση και στον οίνο (Jones, 2018). Τα ακραία καιρικά φαινόμενα, που παρουσιάζονται όλο και συχνότερα, μπορούν να προκαλέσουν ζημιά στην καλλιέργεια. Έτσι, από τη μία πλευρά, οι συνθήκες ψύχους, δηλαδή θερμοκρασίες μικρότερες των $-2,5^{\circ}\text{C}$, κατά τα πρώτα στάδια της βλαστικής περιόδου, μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά την ανάπτυξη των βλαστών και την παραγωγή των σταφυλιών. Από την άλλη πλευρά, οι υψηλές θερμοκρασίες, μεγαλύτερες από 35°C , μπορούν να προκαλέσουν αναστολή της φωτοσυνθετικής διαδικασίας, μεταβολές στην παραγωγή ανθοκυανών (μείωση) άρα και στο χρώμα των ερυθρών σταφυλιών (Bonfante et al., 2018).

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην καλλιέργεια της αμπέλου αξιολογούνται με τη βοήθεια διαφορετικών τύπων βιοκλιματικών δεικτών. Για μία πιο ολοκληρωμένη εικόνα, της επίδρασης της κλιματικής αλλαγής στην αμπελοκαλλιέργεια μίας περιοχής και στην ποιότητα των σταφυλιών δίνεται με τη βοήθεια των κλιματικών μοντέλων και μοντέλων προσομοίωσης. Δημιουργείται, δηλαδή, ένα σενάριο κλιματικής αλλαγής, όπου συνήθως συνδυάζει τις συνθήκες που επικρατούν σε μία περιοχή με τις μεταβολές που αναμένεται σύμφωνα με τα κλιματικά μοντέλα και ελέγχονται οι πιθανές επιπτώσεις στο αμπέλι και το σταφύλι (Bonfante et al., 2018).

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει το τρίπτυχο ατμόσφαιρα- έδαφος- φυτό και κατά συνέπεια επηρεάζει τα αμπελουργικά terroirs, την απόδοση και την

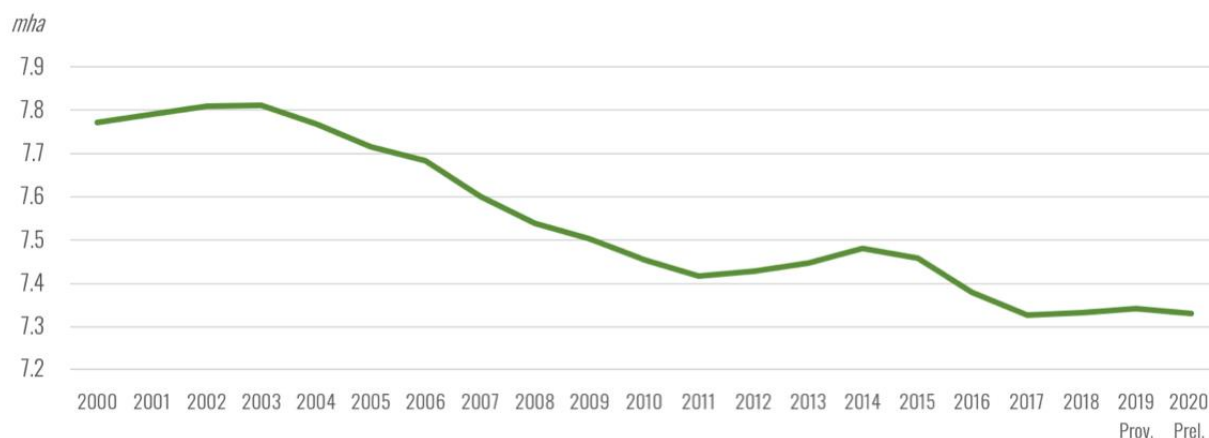
ποιότητα των σταφυλιών άρα και την ποιότητα και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των οίνων. Η μελλοντική διαχείριση και ο μελλοντικός σχεδιασμός των αμπελώνων, και ειδικά των αμπελώνων υψηλής ποιότητας γίνεται μία προσπάθεια να πραγματοποιούνται με τη βοήθεια χωροταξικών δεδομένων ώστε να αντιμετωπιστούν οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (Bonfante et al., 2018).

Κεφάλαιο 2

Αμπελοκαλλιέργεια και οινοπαραγωγή στον ελληνικό χώρο

2.1 Στατιστικά στοιχεία αμπελοκαλλιέργειας

Το 2017, ο παγκόσμιος αμπελώνας σημείωσε σημαντική μείωση της επιφάνειας που κάλυπτε. Το Ιράν, η Τουρκία, η Πορτογαλία, το Ουζμπεκιστάν και οι ΗΠΑ είναι οι κυρίως υπεύθυνες χώρες για αυτή τη μείωση. Κατά την τριετία 2017-2020, έχει σταθεροποιηθεί η έκταση που καλλιεργείται με αμπέλια περίπου στα 7,3 mha (διάγραμμα 2.1) (ΟΙV, 2021a).



Διάγραμμα 2.1: Η έκταση της παγκόσμιας αμπελοκαλλιέργειας κατά την περίοδο 2000-2020 σε mha

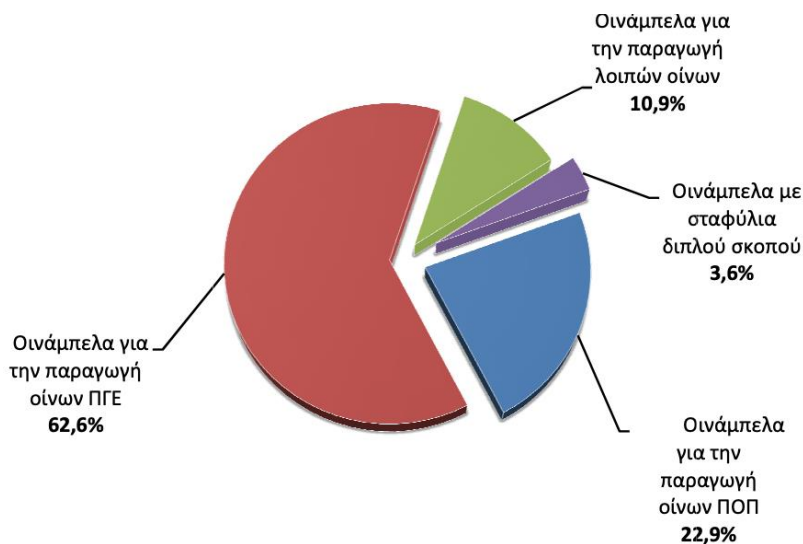
Πηγή : ΟΙV, 2021a

Η έκταση με αμπελώνες στην Ελλάδα κατά το έτος 2015 έφθασε τα 1.030.821 στρέμματα, εκ των οποίων τα 633.262 στρέμματα καλλιεργούνταν με αμπέλια που προορίζονται για οινοποίηση. Οι εκτάσεις με οινοποιήσιμες ποικιλίες αμπελιού διακρίθηκαν σε :

- οινάμπελα για την παραγωγή οίνων προστατευόμενης ονομασίας προέλευσης (ΠΟΠ) με 29.927 εκμεταλλεύσεις και 145.187 στρέμματα

- οινάμπελα για την παραγωγή οίνων προστατευόμενης γεωγραφικής ένδειξης (ΠΓΕ) με 104.995 εκμεταλλεύσεις και 396.712 στρέμματα
- οινάμπελα για την παραγωγή λοιπών οίνων με 33.222 εκμεταλλεύσεις και 68.884 στρέμματα
- οινάμπελα με σταφύλια διπλού σκοπού (οινοποιήσιμα και επιτραπέζια ή οινοποιήσιμα και σταφίδες) με 11.517 εκμεταλλεύσεις και 22.479 στρέμματα

Στο παρακάτω κυκλικό διάγραμμα, απεικονίζεται η κατανομή των συνολικών εκτάσεων με οινοποιήσιμες ποικιλίες αμπέλου.



Διάγραμμα 2.2: Κατανομή οινάμπλων στον ελληνικό χώρο

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2015

Οι περισσότερες εκτάσεις με αμπελώνες καταγράφονται στην Πελοπόννησο και ακολουθεί η Κρήτη και η Δυτική Ελλάδα. Στον παρακάτω πίνακα, διακρίνεται η έκταση των αμπελώνων με οινοποιήσιμες ποικιλίες, ανά περιφέρεια το 2015.

Αμπελουργικό διαμέρισμα	Για παραγωγή οίνων ΠΟΠ	Για παραγωγή οίνων ΠΓΕ	Σύνολο
Ανατολική Μακεδονία, Θράκη		13.886	21.133
Κεντρική Μακεδονία	8.080	27.057	45.839
Δυτική Μακεδονία	4.656	16.093	24.388
Ήπειρος	1.377	4.438	7.814
Θεσσαλία	3.819	26.075	41.215
Στερεά Ελλάδα		62.023	68.023
Ιόνια Νησιά	3291	21.462	30.075
Δυτική Ελλάδα	19.022	54.321	86.617
Πελοπόννησος	36.031	53.780	101.317
Αττική		59.820	60.700
Βόρειο Αιγαίο	18.651	7.584	29.065
Νότιο Αιγαίο	23.895	7.755	39.574
Κρήτη	26.366	42.418	77.503
Συνολικά	145.187	396.712	633.262

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2015

Οι σημαντικότερες οινοποιήσιμες ποικιλίες στον ελληνικό χώρο, από άποψη έκτασης καλλιεργειών, σύμφωνα με τα Στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Υπηρεσίας (ΕΛΣΤΑΤ) για το έτος 2015 ήταν το Σαββατιανό με 103.555 στρέμματα, ο Ροδίτης με 90.000 στρέμματα και από τις ξενικές ποικιλίες το Cabernet Sauvignon με 23.555 στρέμματα. Στον παρακάτω χάρτη, διακρίνονται οι ποικιλίες με την μεγαλύτερη έκταση ανά περιφέρεια της χώρας



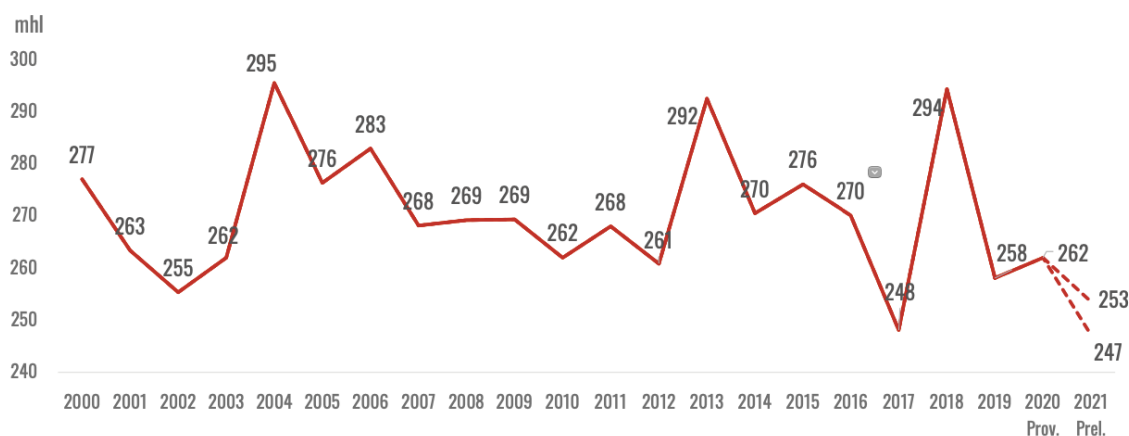
Εικόνα: Κυριότερες ποικιλίες ανά περιφέρεια και ποσοστό καλλιέργειας κάθε ποικιλίας στην κάθε περιφέρεια.

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2015

2.2 Στατιστικά στοιχεία οινοπαραγωγής

Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Αμπέλου και Οίνου (International Organisation of Vine and Wine) εκτιμάται ότι η παγκόσμια παραγωγή οίνου το 2021 θα κυμαίνεται μεταξύ 247,1 ως 253,5 mhl (εκτιμώμενος μέσος όρος 250,3 mhl). Παρατηρείται μία μείωση της παραγωγής κατά 4% συγκριτικά με το 2020 και κατά 7% συγκριτικά με το μέσο όρο της εικοσαετίας. Η παραγωγή οίνου την τελευταία τριετία κυμαίνεται σε όρια χαμηλότερα από το μέσο όρο της εικοσαετίας και θεωρείται ότι είναι αποτέλεσμα των δυσμενών κλιματικών

συνθηκών που επικράτησαν κυρίως στην περιοχή της Ευρώπης (διάγραμμα 2.2). Υπολογίζεται ότι η ετήσια παραγωγή οίνου διαμορφώθηκε στα 21 mhl, δηλαδή κατά 13 mhl λιγότερα από το 2020 (ΟΙV, 2021b).



Διάγραμμα 2.2 : Παγκόσμια παραγωγή οίνου κατά την περίοδο 2000-2021 σε mhl (εκατομμύρια εκατόλιτρα)

Πηγή: ΟΙV, 2021b

Η Ιταλία, η Ισπανία και η Γαλλία αντιπροσωπεύουν το 45% της παγκόσμιας παραγωγής οίνου. Το 2021 χτυπήθηκαν από όψιμο παγετό στις αρχές Απριλίου που κατέστρεψε μεγάλο μέρος της παραγωγής. Ειδικά η Γαλλία, υπέστη καταστροφές και από έντονες βροχές και χαλάζι κατά την περίοδο του καλοκαιριού, που έπληξε ότι την εσοδεία που είχε απομείνει από τον παγετό (ΟΙV, 2021b).

Η Ελλάδα σημείωσε μείωση παραγωγής οίνου κατά 2,3 mhl το 2020, η οποία αντιστοιχεί σε μείωση 6% συγκριτικά με το 2019 και περίπου κατά 1,7mhl το 2020, δηλαδή σε ποσοστό 26% συγκριτικά με το 2020 (ΟΙV, 2020α, 2021b).

2.3 Συνιστώμενες και επιτρεπόμενες ποικιλίες ανά αμπελουργική περιοχή

Σύμφωνα με την Κοινή Υπουργική Απόφαση Αριθ. 2919/95506/2017 περί ταξινόμησης των οινοποιήσιμων ποικιλιών αμπέλου και ποικιλιών σταφιδοποιίας, τα αμπελουργικά διαμερίσματα της Ελλάδας είναι έντεκα (11)

και για κάθε αμπελουργικό διαμέρισμα καθορίζονται στο παράρτημα Ι, οι συνιστώμενες και οι επιτρεπόμενες ποικιλίες αμπέλου (πίνακας 2.3).

Πίνακας 2.3: Συνιστώμενες και επιτρεπόμενες ποικιλίες, γηγενείς και ξενικές, ανά αμπελουργικό διαμέρισμα

1. Αμπελουργικό διαμέρισμα Θράκης (περιφερειακές ενότητες Έβρου, Ξάνθης, Ροδόπης)		
Συνιστώμενες	Γηγενείς	Αθήρι Β, Ασύρτικο Β, Λημιό Ν, Λημνιώνα Ν, Μαλαγουζιά Β, Μοσχόμαυρο Ν, Ροδίτης Rs (Αλεπού)
	Ξενικές	Cabernet Sauvignon Ν, Carignan Ν, Chardonnay Β, Grenache Rouge Ν, Merlot Ν, Sauvignon Blanc Β, Syrah Ν
Επιτρεπόμενες	Γηγενείς	Αγιωργίτικο Ν, Αηδάνι άσπρο Β, Βιδιανό Β, Ζουμιάτικο Β (Δαμιάτης), Καρναχαλάδες Ν, Κερατσούδα Ν, Μαυροτράγανο Ν, Μαυρούδια Ν(2), Μοσχάτο Αλεξανδρείας Β, Μοσχάτο άσπρο Β, Μπατίκι Β, Μπογιαλαμάδες Ν, Παμίδι Ν, Ρομπόλα Β, Σέφκα Ν, Φωκιανό Ν, Μοσχάτο Αμβούργου (μόνο για περιφερειακή ενότητα Έβρου), Όψιμο Σουφλίου Β (μόνο για περιφερειακή ενότητα Έβρου), Ραζακί Β (Κέρινο) (μόνο για περιφερειακή ενότητα Ξάνθης)
	Ξενικές	Cinsaut Ν, Mourvedre Ν, Ugni Blanc Β (Trebiano).
2. Αμπελουργικό διαμέρισμα Μακεδονίας (περιφερειακές ενότητες Γρεβενών, Δράμας, Ημαθίας, Θεσσαλονίκης, Καβάλας, Καστοριάς, Κιλκίς, Κοζάνης, Πέλλας, Πιερίας, Σερρών, Χαλκιδικής και Φλώρινας)		
Συνιστώμενες	Γηγενείς	Αθήρι Β, Ασύρτικο Β, Λημιό Ν, Λημνιώνα Ν, Μαλαγουζιά Β, Μοσχόμαυρο Ν, Νεγκόσκα Ν, Ξινόμαυρο Ν (Ξινόγκαλτσο, Ποπόλκα και Μαύρο Ναούσης μόνο στην οριοθετημένη

		ζώνη παραγωγής οίνου Π.Ο.Π. Νάουσα), Ροδίτης Rs (Αλεπού)
	Ξενικές	Cabernet Franc N, Cabernet Sauvignon N, Chardonnay B, Gewurztraminer Rs (1), Grenache Rouge N, Merlot N, Riesling B, Sauvignon Blanc B, Semillon B, Syrah N, Sylvaner B, Tannat N, Tempranillo N, Touriga Nacional N, Verdicchio Bianco B, Viognier B, Ugni Blanc B (Trebiano)
Επιτρεπόμενες	Γηγενείς	Αγιωργίτικο N, Αγούμαστος B, Ασπρούδα Σερρών B, Βιδιανό B, Βοϊδομάτης N, Ζουμιάτικο B (Δαμιάτης), Κοϊνιάρικο N, Κορίθι N, Κυδωνίτσα B, Κουκούλι B, Λιάτικο N, Μαυροδάφνη N, Μαυροτράγανο N, Μαυρούδια N(2), Μοσχάτο άσπρο B, Μπατίκι B, Παμίδι N, Πρικνάδι B, Ρομπόλα B, Σαββατιανό B (Δουμπραίνα άσπρη, Κουντούρα άσπρη, Περαχωρίτικο, Σακέικο), Σέφκα N, Σταυρωτό N (Αμπελακιώτικο μαύρο), Φωκιανό N, Χονδρόμαυρο N ² , Μοσχάτο Αμβούργου N (μόνο για τις περιφερειακές ενότητες Ημαθίας, Θεσσαλονίκης, Κοζάνης, Σερρών και Χαλκιδικής), Όψιμο Εδέσης B (Άμασι, Καρατζόβας, Φούστανη) (μόνο για την περιφερειακή ενότητα Πέλλας), Μοσχάτο Αλεξανδρείας B (μόνο για τις περιφερειακές ενότητες Δράμας, Θεσσαλονίκης, Καβάλας, Χαλκιδικής Σερρών), Τσάπουρνο N (μόνο για την περιφερειακή ενότητα Κιλκίς και μόνο για τους ήδη υπάρχοντες αμπελώνες – χαμηλή ποιοτική απόδοση)
	Ξενικές	Aglianico N, Barbera N, Cinsaut N, Cot (Malbec) N, Malvasia di Candia Aromatica B,

		Montepulciano N, Mourvedre N, Nebbiolo N, Negro Amaro N, Petit Verdot N, Pinot Noir N, Refosco N, Sangiovese N,
3. Αμπελουργικό διαμέρισμα Ηπείρου (περιφερειακές ενότητες Άρτας, Θεσπρωτίας, Ιωαννίνων και Πρέβεζας)		
Συνιστώμενες	Γηγενείς	Μαλαγουζιά Β, Ντεμπίνα Β, Ροδίτης Rs (Αλεπού)
	Ξενικές	Cabernet Franc N, Cabernet Sauvignon N, Chardonnay B, Gewurztraminer Rs (1), Merlot N, Riesling B.
Επιτρεπόμενες	Γηγενείς	Αγιωργίτικο N, Ασπρούδες Β(2), Βερτζαμί N, Βλάχικο N, Κορίθι N, Κοντοκλάδι Β, Μαυρούδια Ν(2), Μπεκάρι N, Μοσχοφίλερο Ν(1) (Μαυροφίλερο), Ξινόμαυρο Ν (Ξινόγκαλτσο, Ποπόλκα),
	Ξενικές	Pinot Noir N, Sauvignon Blanc B, Syrah N.
4. Αμπελουργικό διαμέρισμα Θεσσαλίας (περιφερειακές ενότητες Καρδίτσας, Λάρισας, Τρικάλων και Μαγνησίας & Σποράδων)		
Συνιστώμενες	Γηγενείς	Ασύρτικο Β, Ζαλοβίτικο Ν, Κρασάτο Ν, Λημνιό Ν, Λημνιώνα Ν, Μαλαγουζιά Β, Μανδηλαριά Ν (Αμοργιανό, Δουμπραίνα μαύρη, Κουντούρα μαύρη), Μαύρο Μεσενικόλα Ν, Μονεμβασιά Β (Μονοβασιά, Μονοβασίτικο), Μοσχάτο Αμβούργου Ν (Μοσχάτο μαύρο Τυρνάβου, μόνο για τους αμπελώνες που καλλιεργούνται στα όρια του Δήμου Τυρνάβου, στην περιφερειακή ενότητα Λάρισας), Ντεμπίνα Β, Ξινόμαυρο Ν (Ξινόγκαλτσο, Ποπόλκα), Ροδίτης Rs (Αλεπού), Σαββατιανό Β (Δουμπραίνα άσπρη, Κουντούρα άσπρη, Περαχωρίτικο, Σακέικο), Σταυρωτό Ν (Αμπελακιώτικο μαύρο)

	Ξενικές	Cabernet Sauvignon N, Carignan N, Chardonnay B, Grenache Rouge N, Maccabeu B, Merlot N, Sauvignon Blanc B, Syrah N.
Επιτρεπόμενες	Γηγενείς	Αγιωργίτικο N, Ασπρούδες B ² , Βερτζαμί N, Βλάχικο N, Βραδυανό N, Καρτσιώτης N, Κουμιώτης B, Μαυρούδια N(2), Μοσχάτο Αλεξανδρείας B, Μοσχάτο Αμβούργου N, Μοσχάτο άσπρο B, Μοσχάτο μαύρο N, Μοσχοφίλερο N(1) (Μαυροφίλερο), Μπατίκι B, Ρητινό N, Σέφκα N, Συκιώτης N
	Ξενικές	Alicante Bouschet N, Cinsaut N, Gewurztraminer Rs ¹ , Nebbiolo N, Riesling B, Sangiovese N, Ugni Blanc B (Trebiano), Vermentino N.
5. Αμπελουργικό διαμέρισμα Στερεάς Ελλάδας (περιφερειακές ενότητες Αιτωλοακαρνανίας, Αττικής (πλην της νήσου Κυθήρων), Βοιωτίας, Εύβοιας, Ευρυτανίας, Φθιώτιδας και Φωκίδας)		
Συνιστώμενες	Γηγενείς	Αγιωργίτικο N, Αηδάνι άσπρο B, Αθήρι B, Ασύρτικο B, Βολίτσα μαύρη N, Λημιό N, Λημιώνα N, Μαλαγουζιά B, Μανδηλαριά N (Αμοργιανό, Δουμπραίνα μαύρη, Κουντούρα μαύρη/ Μονεμβασιά B (Μονοβασιά, Μονοβασίτικο), Ροδίτης Rs (Αλεπού), Ρομπόλα B, Σαββατιανό B (Δουμπραίνα άσπρη, Κουντούρα άσπρη, Περαχωρίτικο, Σακέικο)
	Ξενικές	Cabernet Franc N, Cabernet Sauvignon N, Carignan N, Chardonnay B., Grenache Blanc B, Grenache Rouge, Merlot N, Refosco N, Riesling B, Sauvignon Blanc N, Syrah N
Επιτρεπόμενες	Γηγενείς	Ασπρούδες B ² , Βερτζαμί N, Βραδυανό N, Γουστολίδι B (Αυγουστολίδι, Βοστίλιδας), Καραμπράιμης N, Καστελιώτικο N, Κοντοκλάδι

		B, Κορίθι N, Κοριτσάνος N, Λιάτικο N, Μαυροδάφνη N, Μαυροτράγανο N, Μαυρούδια N ² , Μοσχάτο Αλεξανδρείας B, Μοσχάτο άσπρο B, Μοσχοφίλερο N ¹ (Μαυροφίλερο), Μουδιάτικο N, Μούχταρο N, Μυγδάλι B, Ξινόμαυρο N(Ξινόγκαλτσο, Ποπτόλκα), Ρητινό N, Σκυλοπνίκτης N, Φωκιανό N, Ραζακί B (Κέρινο) (μόνο στην περιφερειακή ενότητα Βοιωτίας), Μοσχάτο Αμβούργου N (μόνο στην περιφερειακή ενότητα Αιτωλοακαρνανίας)
	Ξενικές	Aglianico N, Gewurztraminer Rs (1), Grechetto B, Greco B, Greganico B, Maccabeu B, Pinot Noir N, Verdicchio Bianco B, Viognier B, Semillon B, Schioppettino N, Ugni Blanc B (Trebiano)
6. Αμπελουργικό διαμέρισμα Πελοποννήσου (περιφερειακές ενότητες Αργολίδας, Αρκαδίας, Αχάϊας, Ηλείας, Κορινθίας, Λακωνίας (συμπεριλαμβανομένης της νήσου Κυθήρων) και Μεσσηνίας		
Συνιστώμενες	Γηγενείς	Αγιωργίτικο N {Μαύρο Νεμέας, μόνο στην οριοθετημένη ζώνη παραγωγής οίνου Προστασίας Ονομασίας Προέλευσης (Π.Ο.Π.) Νεμέα}, Αηδάνι άσπρο B, Αθήρι B, Ασύρτικο B, Αυγουσιάτης N, Βολίτσα μαύρη N, Γλυκερήθρα B, Γουστολίδι B (Αυγουστολίδι, Βοστίλιδας), Κυδωνίτσα B, Λαγόρθι B(1), Λημνιώνα N, Μαλαγουζιά B, Μανδηλαριά N (Αμοργιανό, Δουμπραίνα μαύρη, Κουντούρα μαύρη), Μαυροδάφνη N, Μονεμβασιά B (Μονοβασιά,Μονοβασίτικο), Μοσχάτο άσπρο B, Μοσχοφίλερο N ¹ (Μαυροφίλερο), Πετρουλιανός B, Ροδίτης Rs (Αλεπού), Ροκανιάρης B, Ρομπόλα B ¹ , Σαββατιανό B (Δουμπραίνα άσπρη, Κουντούρα άσπρη,

		Περαχωρίτικο, Σακέικο), Σκιαδόπουλο Β (Σαχάρα), Σκλάβα Β
	Ξενικές	Cabernet Franc N, Cabernet Sauvignon N, Carignan N, Chardonnay B, Cinsaut N, Gewurztraminer Rs ¹ , Grenache Blanc B, Grenache Rouge N, Merlot N, Refosco N, Riesling B, Sauvignon Blanc B, Syrah N, Ugni Blanc B (Trebiano)
Επιτρεπόμενες	Γηγενείς	Ασπρούδα Πατρών Β (Σανταμεριάνα), Ασπρούδες Β ² , Βερτζαμί Ν, Βηλάνα Β, Βιδιανό Β, Βιολεντό Rs, Βοϊδομάτης Ν, Βολίτσα άσπρη Β, Ζακυνθινό Β, Θράφα Ν, Θραψαθήρι Β, Καλαβρυτινό μαύρο Ν, Κολλιτιάτικο Ν, Κοριτσάνος Ν, Κοτσιφάλι Ν, Μαυροτράγανο Ν, Μαυρούδια Ν ² , Μυγδάλι Β, Ξινόμαυρο Ν, Ποταμίσι Β, Σιδερίτης Rs, Σκυλοπνίχτης Ν, Φιλέρι Rs ² , Φωκιανό Ν, Χονδρόμαυρο Καλαβρύτων Ν, Ψιλόμαυρο Καλαβρύτων Ν, Κορινθιακή Ν (μόνο στις περιφερειακές ενότητες Αχαΐας, Ηλείας, Κορινθίας, Μεσσηνίας), Σουλτανίνα Β (μόνο στις περιφερειακές ενότητες Ηλείας, Κορινθίας), Μοσχάτο Αμβούγου Ν (μόνο στην περιφερειακή ενότητα Αχαΐας)
	Ξενικές	Arincho Β, Alvarinho Β, Cot (Malbec) Ν, Alicante Bouschet Ν, Malvasia di Candia Aromatica Β, Mourvedre Ν, Negro Amaro Ν, Pinot Noir Ν, Tempranillo Ν, Viognier Β.
7. Αμπελουργικό διαμέρισμα Ιονίων Νήσων (περιφερειακές ενότητες Ζακύνθου, Κέρκυρας, Κεφαλληνίας και Λευκάδας)		
Συνιστώμενες	Γηγενείς	Αρακλινός Ν, Αυγουσιτιάτης Ν, Βαρδέα Β, Βερτζαμί Ν, Γουστολίδι Β (Αυγουστολίδι, Βοστίλιδας), Ζακυνθινό Β, θειακό Β,

		Κακοτρύγης Β, Κατσακούλιας Ν, Κορίθι Ν, Λαγόρθι Β, Μαλαγουζιά Β, Μαυροδάφνη Ν, Μοσχατέλλα Β (Μοσχαρδίνια), Μοσχάτο άσπρο Β, Μυγδάλι Β, Παπαδικό Ν, Παύλος Β, Πετροκόριθο μαύρο Ν, Ροδίτης Rs (Αλεπού), Ρομπόλα Β, Σκιαδόπουλο Β (Σαχάρα), Σκοπελίτικο Ν, Χλώρες Β
	Ξενικές	Chardonnay Β, Sauvignon Blanc Β, Merlot Ν.
Επιτρεπόμενες	Γηγενείς	Αγούμαστος Β, Αμφιόνη Ν, Αρετή Β, Ασπροβέρτζαμο Β, Ασπρούδες Β ² , Βιολεντό Rs, Βοΐδομάτης Ν, Βόσσος Β, Γλυκοπάτι Ν, Κοζανίτης Β, Κοκκινοβοστίσα Ν, Κοντοκλάδι Β, Κορφιάτης Ν, Κουτσουμπέλι Rs, Μοσχοφίλερο Ν ¹ (Μαυροφίλερο), Πατρινό Ν, Πετροκόριθο λευκό Β, Ρομπόλα κόκκινη Ν, Σαββατιανό Β (Δουμπραΐνα άσπρη, Κουντούρα άσπρη, Περαχωρίτικο, Σακέικο), Σκυλόκλημα Β, Σκυλοπνίχτης Ν, Τουρκοπούλα Rs, Τσαούσι Β, Φειδιά Ν, Φιλέρι Rs ² , Κορινθιακή Ν (μόνο στις περιφερειακές ενότητες Κεφαλλονιάς, Λευκάδας, Ζακύνθου)
	Ξενικές	Cabernet Sauvignon Ν.
8. Αμπελουργικό διαμέρισμα Βορείου Αιγαίου (περιφερειακές ενότητες Λέσβου, Λήμνου, Σάμου και Χίου)		
Συνιστώμενες	Γηγενείς	Αθήρι Β, Ασύρτικο Β, Λημνιό Ν (Καλαμπάκι, μόνο για τη νήσο Λήμνο), Μανδηλαριά Ν (Αμοργιανό, Δουμπραΐνα μαύρη, Κουντούρα μαύρη), Μοσχάτο Αλεξανδρείας Β, Μοσχάτο άσπρο Β.
	Ξενικές	
Επιτρεπόμενες	Γηγενείς	Αγιαννιώτικο Ν, Αυγουσιάτης Ν, Βάφτρα Ν, Βιδιανό Β, Κοτσιφάλι Ν, Μαλαγουζιά Β, Μαυροτράγανο Ν, Μοσχάτο μαύρο Ν,

		Μπεγλέρι Β, Ρητινό Ν, Σαββατιανό Β (Δουμπραίνα άσπρη, Κουντούρα άσπρη, Περαχωρίτικο, Σακέικο), Φωκιανό Ν, Χιδηριώτικο Ν (Καλλονιάτικο), Χιώτικο κρασερό Ν.
	Ξενικές	
9. Αμπελουργικό διαμέρισμα Κυκλάδων (περιφερειακές ενότητες Σύρου, Κέας, Μήλου, Πάρου, Νάξου, Τήνου, Μυκόνου, Άνδρου & Θήρας		
Συνιστώμενες	Γηγενείς	Αηδάνι άσπρο Β, Αηδάνι μαύρο Ν, Αθήρι Β, Αθήρι μαύρο Ν(Μαυράθηρο), Ασύρτικο Β, Μονεμβασιά Β (Μονοβασιά, Μονομβασίτικο), Μανδηλαριά Ν (Αμοργιανό, Δουμπραίνα μαύρη, Κουντούρα μαύρη), Ποταμίσι Β.
	Ξενικές	
Επιτρεπόμενες	Γηγενείς	Αγιαννιώτικο Ν, Αγριογλυκάδι Β, Αρμελετούσα Ν, Ασπρούδα Σαντορίνης Β, Αυγουσιάτης Ν, Βάφτρα Ν (Βάψα), Βάφτρα άσπρη Β, Βοΐδομάτης Ν, Βοΐδομάτης άσπρος Β, Γαΐδουριά Β, Γλυκάδι Β, Δαφνί Β (Δαφνιά), Οράψα Ν, Ορασαθήρι Β, Καραμπραΐμης Ν, Κατσανό Β, Κοτσιφάλι Ν, Κουμάρι Ν, Κρητικό Β, Κυδωνίτσα Β, Λημνιό Ν, Λημνιώνα Ν, Μαλαγουζιά Β, Μαλουκάτο Β, Μανδηλαριά άσπρη Β, Μαυροκόρακας Ν (Μαυροκόκορας), Μαυροτράγανο Ν, Μοσχάτο άσπρο Β, Μοσχάτο μαύρο Ν, Ξερομαχειρούδα Β, Πλατάνι Β, Πλυτό Β, Ραζακί Β, Ροδίτης Β (Αλεπού), Ροκανιάρης Β, Σαββατιανό Β (Δουμπραίνα άσπρη, Κουντούρα άσπρη, Περαχωρίτικο, Σακέικο), Σεριφιιώτικο Ν, Σταυροχιώτικο Ν, Φλασκασύρτικο Β, Φωκιανό Ν, Ψαροσύρτικο Ν.
	Ξενικές	

10. Αμπελουργικό διαμέρισμα Δωδεκανήσου (περιφερειακές ενότητες: Ρόδου, Κω, Καρπάθου και Καλύμνου)		
Συνιστώμενες	Γηγενείς	Αθήρι Β, Ασύρτικο Β, Μανδηλαριά Ν (Αμοργιανό, Δουμπραίνα μαύρη, Κουντούρα μαύρη), Μοσχάτο άσπρο Β (Μοσχάτο Τράνι, μόνο στην οριοθετημένη ζώνη παραγωγής οίνου Π.Ο.Π. Μοσχάτος Ρόδου)
	Ξενικές	Cabernet Sauvignon Ν, Grenache Rouge Ν, Syrah Ν, Ugni Blanc Β (Trebiano)
Επιτρεπόμενες	Γηγενείς	Αηδάνι μαύρο Ν, Αυγουσιάτης Ν, Γαΐδουριά Β, Διμηνίτης Ν, Κυδωνίτσα Β, Λημνιώνα Ν, Μαλαγουζιά Β, Μαλουκάτο Β, Μαυροθήρικο Ν, Μαυροτράγανο Ν, Μοσχάτο Αλεξανδρείας Β, Ραζακί Β (Κέρινο), Σουλτανίνα Β, Φωκιανό Ν
	Ξενικές	Cinsaut Ν, Chardonnay Β, Merlot Ν, Mourvedre Ν, Sauvignon Blanc Β, Tempranillo Ν
11. Αμπελουργικό διαμέρισμα Κρήτης (περιφερειακές ενότητες Ηρακλείου, Λασιθίου, Ρεθύμνου και Χανίων)		
Συνιστώμενες	Γηγενείς	Αθήρι Β, Ασύρτικο Β, Βηλάνα Β, Βιδιανό Β, Δαφνί Β (Δαφνιά), θραψαθήρι Β, Κοτσιφάλι Ν, Λαδικινό Ν, Λιάτικο Ν, Μανδηλαριά Ν (Αμοργιανό, Δουμπραίνα μαύρη, Κουντούρα μαύρη), Μοσχάτο άσπρο Β (Μοσχάτο Σπίνας Μοσχάτο Μάζας), Πλυτό Β
	Ξενικές	Cabernet Sauvignon Ν, Carignan Ν, Chardonnay Β, Grenache Blanc Β, Grenache Rouge Ν, Malvasia di Candia Aromatica Β, Sauvignon Blanc Β, Syrah Ν
Επιτρεπόμενες	Γηγενείς	Αγιωργίτικο Ν, Αυγουσιάτης Ν, Βαλαΐτης Β, Βοϊδομάτης Ν, Δερματάς Β, Θράψα Ν(2), Κυδωνίτσα Β, Λημνιό Ν, Λημνιώνα Ν, Μαλαγουζιά Β, Μαυροτράγανο Ν,

		Μοσχοφίλερο Ν(1), Μπεγλέρι Β, Ξινόμαυρο Ν, Ραζακί Β (Κέρινο), Ρωμείο Ν, Σαββατιανό Β (Δουμπραίνα άσπρη, Κουντούρα άσπρη, Περαχωρίτικο, Σακείο), Σουλτανίνα Β, Ταχτάς Β, Τσαρδάνα Ν, Φωκιανό Ν. Κοτσιφολιάτικο Ν (μόνο για την περιφερειακή ενότητα Ηρακλείου και τους ήδη υπάρχοντες αμπελώνες -χαμηλή ποιοτική απόδοση)
	Ξενικές	Alicante Bouschet Ν, Gewurztraminer Rs (1), Maccabeu Β, Mourvedre Ν, Merlot Ν, Roussanne Β, Sylvaner Β, Ugni Blanc Β (Trebiano), Viognier Β.
<ul style="list-style-type: none"> • Β (λευκή), Ν (μαύρη), Rs (Ροζέ), Rg (ερυθρή) • ¹: συνιστώμενη ποικιλία για υψόμετρο άνω των 350m. Αλλιώς, απλώς επιτρεπόμενη • ²:ομάδες ποικιλιών λευκών ή έγχρωμων υπό διερεύνηση και ταυτοποίηση 		

Πηγή: ΚΥΑ 2919/95506/2017

Εικόνα: Οι πιο σημαντικές ζώνες καλλιέργειας ξενικών ποικιλιών

Πηγή: Καλπάκης κ.α., 2004

2.4 Οίνοι ΠΟΠ και ΠΓΕ

2.4.1 Ορισμοί και Νομοθεσία

Οι πρώτες νομοθετικές ρυθμίσεις για την προστασία των γεωγραφικών ενδείξεων και των ονομασιών προέλευσης των γεωργικών προϊόντων και τροφίμων πραγματοποιήθηκαν με την ψήφιση του κανονισμού (ΕΟΚ) αριθ.2081/92. Ο κανονισμός 2081/92 καταργήθηκε το 2006 και αντικαταστάθηκε από τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 510/2006. Σήμερα, σε ισχύ είναι ο Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 1151/2012 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 21^{ης} Νοεμβρίου 2012, για τα συστήματα ποιότητας των γεωργικών προϊόντων και τροφίμων, με την τελευταία τροποποίηση να έχει λάβει χώρα στις 6.12.2021. Σύμφωνα με το άρθρο 5 του Κανονισμού (ΕΕ)

1151/2012, οι ονομασίες «ονομασία προέλευσης» και «γεωγραφική ένδειξη» χρησιμοποιούνται όταν πληρούν συγκεκριμένες προδιαγραφές και αποτελούν ενδείξεις ποιότητας. Έτσι (Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 1151/2012):

“Ως «ονομασία προέλευσης» νοείται η ονομασία, η οποία μπορεί να είναι μία παραδοσιακά χρησιμοποιούμενη ονομασία, που ταυτοποιεί ένα προϊόν:

α) καταγόμενο από συγκεκριμένο τόπο, περιοχή ή, σε εξαιρετικές περιπτώσεις, χώρα·

β) η ποιότητα ή τα χαρακτηριστικά του οποίου οφείλονται κυρίως ή αποκλειστικά στο ιδιαίτερο γεωγραφικό περιβάλλον με τους εγγενείς φυσικούς και ανθρώπινους παράγοντες που το χαρακτηρίζουν· και

γ) του οποίου όλα τα στάδια της παραγωγής εκτελούνται εντός της οριοθετημένης γεωγραφικής περιοχής.

Για τον σκοπό του παρόντος κανονισμού, ως «γεωγραφική ένδειξη» νοείται η ονομασία, συμπεριλαμβανομένης παραδοσιακά χρησιμοποιούμενης ονομασίας, που ταυτοποιεί ένα προϊόν:

α) καταγόμενο από συγκεκριμένο τόπο, περιοχή ή χώρα·

β) του οποίου ένα συγκεκριμένο ποιοτικό χαρακτηριστικό, η φήμη ή άλλο χαρακτηριστικό μπορεί να αποδοθεί κατά κύριο λόγο στη γεωγραφική του προέλευση· και

γ) του οποίου ένα τουλάχιστον από τα στάδια της παραγωγής εκτελείται εντός της οριοθετημένης γεωγραφικής περιοχής.”

Επίσης, στον ίδιο κανονισμό έχουν προστεθεί και άλλοι όροι ως προαιρετική ένδειξη ποιότητας, όπως “προϊόν ορεινής καταγωγής” (άρθρο 31), “προϊόν νησιωτικής γεωργίας” (άρθρο 32) (Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 1151/2012)

Ως αρμόδιοι φορείς για την έγκριση των αιτήσεων ένταξης των επιχειρήσεων στον κατάλογο των Οίνων ΠΟΠ και ΠΓΕ έχει ορισθεί ο Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός Δήμητρα (AGROCERT) σε συνεργασία με τις Διευθύνσεις Αγροτικής Οικονομίας και Κτηνιατρικές των Περιφερειακών Ενοτήτων.

Έχουν αναγνωρισθεί 33 ζώνες παραγωγής οίνων Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης (ΠΟΠ) στον ελληνικό χώρο και 120 ζώνες παραγωγής οίνων Προστατευόμενης Γεωγραφικής Ένδειξης (ΠΓΕ). Για κάθε μία ζώνη

παραγωγής περιγράφονται αναλυτικά οι προδιαγραφές που πρέπει να τηρεί ένας οίνος να μπορεί να καταχωρηθεί ως οίνος ΠΟΠ ή ΠΓΕ καθώς και τα ακριβή γεωγραφικά όρια από τα οποία πρέπει να προέρχεται το σταφύλι. Ορίζονται οι ποικιλίες σταφυλιών που επιτρέπεται να συμμετέχουν στην παραγωγή του συγκεκριμένου οίνου, η μεταξύ τους αναλογία, τα αναλυτικά χαρακτηριστικά του οίνου (ελάχιστος φυσικός αλκοολικός τίτλος, ελάχιστος κτηθείς αλκοολικός τίτλος, ολική οξύτητα και πτητική οξύτητα, σακχαροπεριεκτικότητα, περιεκτικότητα σε διοξείδιο του θείου) , αλλά και τα αναμενόμενα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του (χρώμα, διαύγεια, αρώματα, γεύση), ενώ περιγράφονται ακόμη και οι πολιτιστικές, κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες που προσδίδουν μοναδικότητα και ποιότητα (ΥΠΑΑΤ, 2022)

Κεφάλαιο 3

Επίδραση terroir στους οίνους

3.1 Εισαγωγή στοιχεία

Το terroir καθορίζει ορισμένες από τις κυριότερες ιδιότητες και τα συστατικά των οίνων, επιτρέποντας ακόμη και την αναγνώριση της γεωγραφικής προέλευσης των κρασιών, σε περίπτωση που είναι άγνωστη ή αμφισβητούμενη. Η χημειομετρική ταξινόμηση των οίνων σύμφωνα με το φαινολικό τους προφίλ ή τα μεταλλικά στοιχεία που περιέχουν, επιτρέπει τη διάκριση μεταξύ κρασιών της ίδιας ποικιλίας από διαφορετικές οινοπαραγωγικές ζώνες.

3.2 Φαινολικό προφίλ οίνου

Η φασματοσκοπία πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού (NMR) είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση πολύπλοκων μιγμάτων επειδή επιτρέπει την ταυτόχρονη παρακολούθηση διαφορετικών ομάδων ενώσεων. Έχει εφαρμοστεί στην ανάλυση και ταξινόμηση σταφυλιών και κρασιών σύμφωνα με τη γεωγραφική προέλευση, την ποικιλία και τον τρύγο, καθώς και στην παρακολούθηση της εξέλιξης διαφορετικών μεταβολιτών κατά την αλκοολική ζύμωση (Anastasiadi et al., 2009).

Υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις ότι η φαινολική σύνθεση των κρασιών μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μεταβολικό δακτυλικό αποτύπωμα για την ταξινόμηση των οίνων σύμφωνα με την ποικιλία, τον τρύγο και το έδαφος. Η παρουσία φαινολικών δευτερογενών μεταβολιτών στα σταφύλια και κατά συνέπεια στα κρασιά επηρεάζεται έντονα από διάφορους παράγοντες, όπως η ποικιλία σταφυλιών, το έδαφος, το κλίμα, οι γεωργικές πρακτικές, η υπεριώδης ακτινοβολία, οι καιρικές συνθήκες, οι μολύνσεις και το στάδιο ωρίμανσης. Επιπλέον, η φαινολική σύνθεση του κρασιού επηρεάζεται από τις τεχνικές οινοποίησης και την παλαίωση του κρασιού. Έτσι, έχει μεγάλο ενδιαφέρον να διερευνηθεί εάν το φαινολικό προφίλ ενός κρασιού θα μπορούσε να

χρησιμοποιηθεί ως δείκτης για την ταξινόμηση κρασιών μιας συγκεκριμένης ποικιλίας, γεωγραφικής περιοχής και εσοδείας (Anastasiadi et al., 2009).

Οι Anastasiadi et al. (2009) συνέλεξαν δείγματα κρασιού από τέσσερις ελληνικές ποικιλίες σταφυλιού, δύο ερυθρές (Αγιωργίτικο και Μανδηλαριά) και δύο λευκές (Μοσχοφίλερο και Ασύρτικο), που καλλιεργήθηκαν στην περιοχή της Νεμέας στην Πελοπόννησο και στο νησί της Σαντορίνης για δύο διαδοχικές σοδειές, το 2005 και το 2006. Εφάρμοσαν NMR, μετά από απόσταξη των δειγμάτων. Τα δεδομένα υποβλήθηκαν περαιτέρω σε PCA και PLS-DA. Οι πολυφαινόλες αποτελούν ένα μεταβολικό αποτύπωμα των σταφυλιών και, κατά συνέπεια, των κρασιών και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ταξινόμησή τους. Η φαινολική σύσταση ενός κρασιού φαίνεται να είναι χαρακτηριστική της ποικιλίας και του έτους παραγωγής, καθώς και η τεχνική οινοποίησης, επιτρέποντας τη διάκριση μεταξύ κρασιών διαφορετικών σοδειών και οινοποιείων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το φαινολικό εκχύλισμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ταξινόμηση ανάλογα με την ποικιλία, την περιοχή και το έτος παραγωγής (Anastasiadi et al., 2009).

Είναι γνωστό ότι η τρανς-ρεσβερατρόλη παράγεται από τα σταφύλια ως απόκριση σε μυκητιασική μόλυνση και ακτινοβολία UV. Έτσι, είναι πιθανό η έκθεση στον ήλιο των σταφυλιών που καλλιεργούνται στα ελληνικά νησιά να είναι ένας παράγοντας αυξημένων επιπέδων ρεσβερατρόλης που παρατηρούνται στα κρασιά που προέρχονται από τη Ρόδο, την Κρήτη και την Πάρο. Επιπλέον, οι ποικιλίες σταφυλιού Μανδηλαριά, Κοτσιφάλι και Μονεμβασιά μπορεί να είναι γενετικά πλουσιότερες σε αυτή την ένωση από τις άλλες ελληνικές ποικιλίες. Συγκεκριμένα, η Μανδηλαριά μπορεί να είναι η πλουσιότερη ελληνική ποικιλία αφού υπάρχει σε όλα τα νησιώτικα κρασιά, είτε μόνη της είτε σε συνδυασμό με τις άλλες δύο ποικιλίες που προαναφέρθηκαν. Μια γρήγορη και ευαίσθητη μέθοδος έχει αναπτυχθεί για τον προσδιορισμό της τρανς-ρεσβερατρόλης στο κρασί. Αυτή η μέθοδος αποτελείται από ένα στάδιο εκχύλισης στερεάς φάσης που ακολουθείται από ένα γρήγορο στάδιο ποσοτικού προσδιορισμού HPLC (30 λεπτά). Οι Kallithraka et al. (2001b) προσπάθησαν να βελτιστοποιήσουν αυτή τη μέθοδο προσθέτοντας ένα βήμα πλύσης της μεθόδου εκχύλισης στερεάς φάσης που πραγματοποιείται σε pH 8,0 (12% αιθανόλη σε ρυθμιστικό διάλυμα φωσφορικών), επιτρέποντας έτσι μια πιο αποτελεσματική απομάκρυνση των παρεμβαλλόμενων φαινολικών

ενώσεων σε συνδυασμό με τον απαιτούμενο χαμηλό όγκο του ελεγχμένου δείγματος. Η περιεκτικότητα σε τρανς-ρεσβερατρόλη προσδιορίστηκε για 29 κόκκινα ελληνικά κρασιά ονομασίας προέλευσης. Οι συγκεντρώσεις που βρέθηκαν κυμαίνονταν μεταξύ 0,550 και 2,534 mg/l. Τα κρασιά που παράγονται από ποικιλίες σταφυλιών που καλλιεργούνται στα ελληνικά νησιά (Ρόδος, Κρήτη και Πάρος) ήταν πλουσιότερα σε τρανς-ρεσβερατρόλη. Η ποικιλία σταφυλιού Μανδηλαριά, συγκεκριμένα, ήταν η ελληνική ποικιλία με την υψηλότερη περιεκτικότητα σε τρανς-ρεσβερατρόλη (Kallithraka et al., 2001b).

3.3 Μεταλλικά στοιχεία εδάφους

Ένα από ζητήματα της σύγχρονης εποχής είναι η σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης των μετάλλων και ιδιαίτερα των βαρέων μετάλλων στο περιβάλλον και κατ' επέκταση στον ανθρώπινο οργανισμό. Η μέτρια κατανάλωση κρασιού συμβάλλει στην ημερήσια πρόσληψη πολλών απαραίτητων μετάλλων, όπως ασβέστιο (Ca), κοβάλτιο (Co), χρώμιο (Cr), χαλκός (Cu), σίδηρος (Fe), κάλιο (K), μαγνήσιο (Mg), μαγγάνιο (Mn), μολυβδαίνιο (Mo), νικέλιο (Ni), ψευδάργυρος (Zn). Το κρασί περιέχει μέταλλα που μπορεί να βρίσκονται σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 10 mg/L (Na, K, Mg, Ca), σε μέτριες συγκεντρώσεις μεταξύ 10 mg/L και 10 µg/L (Fe, Cu, Zn, Mn, Pb) και ελάχιστες συγκεντρώσεις, μικρότερες των 10 µg/L (Cr, As, Cd, Ni). Όταν ο ανθρώπινος οργανισμός λαμβάνει μεγάλες συγκεντρώσεις ακόμη και ωφέλιμων μετάλλων μπορεί να παρουσιάσει κάποια τοξικότητα. Επίσης, ορισμένα μέταλλα, κυρίως βαρέα, ακόμη και σε ίχνη, είναι πιθανό να προκαλέσουν τοξικότητα, παρενέργειες και, περιστασιακά, ακόμη και θάνατο (Parageorgiou et al., 2019).

Η περιεκτικότητα σε μεταλλικά στοιχεία στα κρασιά εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι η φυσική προέλευση (γεωχημεία εδάφους αμπελώννα), εξωτερική μόλυνση του αμπελιού κατά την ανάπτυξη, μόλυνση μέσω της διαδικασίας οινοποίησης, καθώς και ποικιλία, ωριμότητα και κλιματικές συνθήκες. Άλλες πιθανές πηγές που επηρεάζουν την περιεκτικότητα σε ορυκτά είναι οι τροποποιήσεις του εδάφους, η ατμοσφαιρική ρύπανση, τα φυτοφάρμακα, τα λιπάσματα, το νερό άρδευσης, τα υλικά επαφής κατά τη μεταφορά, οι διαδικασίες οινοποίησης και παλαίωσης, βοηθήματα οινολογικής

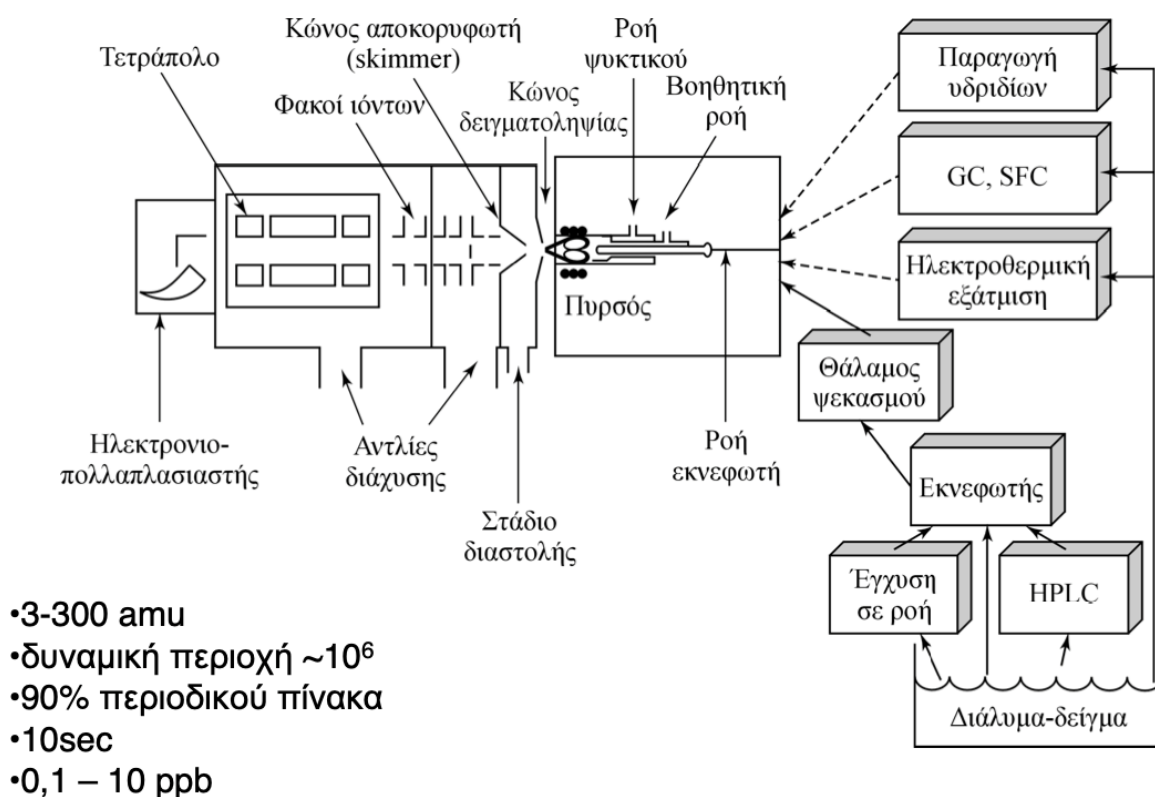
επεξεργασίας και πρόσθετα. Τα μέταλλα μπορούν να διαχωρίσουν τους οίνους ανάλογα με τη γεωγραφική προέλευση λόγω της άμεσης σχέσης με τη σύνθεση του εδάφους στο οποίο καλλιεργείται το αμπέλι, με Al, Ba, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Sr και Zn (Pasvanka et al., 2021).

Μερικά από αυτά τα στοιχεία, όπως Fe, Zn, Cu, Cr, Se, Ca, Co και Ni, είναι απαραίτητα για τον ανθρώπινο οργανισμό, καθώς λειτουργούν ως συμπράγοντες ή αναστολείς ενός ή περισσότερων ενζύμων που εμπλέκονται σε μια μεταβολική ή βιοχημική διαδικασία. Επίσης, ορισμένα στοιχεία είναι επίσης σημαντικά για την αποτελεσματική αλκοολική ζύμωση και για την προσθετική ενεργοποίηση των μεταλλοενζύμων της ζύμης. Επιπλέον, κυρίως ο Zn και ο Fe μπορούν να επηρεάσουν τη σταθερότητα και τη διαύγεια του κρασιού και του χρώματός του και μπορεί να επηρεάσουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του κρασιού. Η καθίζηση του K και του Ca ως τρυγικά άλατα ξεκινά κατά την αλκοολική ζύμωση και συνεχίζεται κατά την περίοδο παλαίωσης. Τα αλκαλικά στοιχεία, Rb, Li και Cs, αποτελούν καλούς δείκτες γεωγραφικής προέλευσης, καθώς δεν περιλαμβάνονται στην ομάδα των μολυσματικών στοιχείων των κρασιών, ενώ τα B και Sr είναι φυσικά στοιχεία που προέρχονται από την παρουσία τους στο έδαφος (Pasvanka et al., 2021).

Οι Pasvanka et al. (2021) πραγματοποίησαν μελέτη σε 135 δείγματα οίνων (τύγος 2007 -2017) από διάφορα μέρη και διαφορετικούς παραγωγούς στην Ελλάδα. Τα 97 δείγματα ήταν λευκοί οίνοι και τα 38 ήταν ερυθροί οίνοι. Οι λευκές ποικιλίες σταφυλιού ήταν: Αηδάνι (1 κρασί), Ασύρτικο (15 κρασιά), Αθήρι (1 κρασί), Chardonnay (3 κρασιά), Μαλαγουζιά (9 κρασιά), Sauvignon Blanc (4 κρασιά), Μοσχοφίλερο (40 κρασιά), Μοσχάτο (8 κρασιά), Ροδίτης (3 κρασιά), Riesling (2 κρασιά), Σαββατιανό (9 κρασιά), Gewurztraminer (2). Οι ερυθρές ποικιλίες σταφυλιού ήταν: Αγιωργίτικο (11 κρασιά), Cabernet Sauvignon (1 κρασί), Νεγκόσκα (1 κρασί), Syrah (8 κρασιά), Ξινόμαυρο (14 κρασιά) Merlot (3 κρασιά). Τα δείγματα συλλέχθηκαν από έξι διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας: Νότια Ελλάδα-Μαντινεία (48 κρασιά), Στερεά Ελλάδα-Αττική (33 κρασιά), Νότια Ελλάδα-Νεμέα (13 κρασιά), Νησιά-Σάμος (8 κρασιά), Νησιά- Σαντορίνη (13 κρασιά), και Βόρεια Ελλάδα-Νάουσα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η περιεκτικότητα σε ορυκτά μπορεί να χαρακτηρίζει τα κρασιά ανάλογα με τη γεωγραφική προέλευση, ακόμη και αν τα επίπεδα των περισσότερων μακροστοιχείων μπορούν να επηρεαστούν από οινολογικές πρακτικές κατά την

επεξεργασία του κρασιού, τις πρακτικές λίπανσης του εδάφους και την ανθρωπολογική δραστηριότητα. Συνολικά, ταξινομήθηκε ορθώς το 76,83% των κρασιών που μελετήθηκαν (Pasvanka et al., 2019)

Οι Pasvanka et al. (2021) πραγματοποίησαν μελέτη σε 90 διαφορετικά ελληνικά κρασιά από εννιά διαφορετικές ποικιλίες (Μοσχοφίλερο, Syrah, Ασύρτικο, Μαλαγουζιά, Ροδίτης, Σαββατιανό, Ξινόμαυρο, Αγιωργίτικο, Μοσχάτο) από έξι διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας (Αρκαδία, Αττική, Νάουσα, Νεμέα, Σάμος και Σαντορίνη), για δύο συνεχόμενες οινοποιητικές χρονιές (2017 και 2018). Προσδιόρισαν τα κύρια και τα δευτερεύοντα ιχνοστοιχεία με τη μέθοδο της φασματομετρία μαζών επαγωγικά συζευγμένου πλάσματος (Inductively Coupled Plasma–Mass Spectrometry ICP-MS) (σχήμα 3.1). Προσδιορίστηκαν οι συγκεντρώσεις 44 στοιχείων (Na, Mg, P, K, Ca, Cu, Co, Cr, Zn, Sn, Fe, Mn, Li, Be, B, V, Sr, Ba, Al, Ag, Ni, As, Sn, Hg, Pb, Sb, Cd, Ti, Ga, Zr, Nb, Pd, Te, La, Sm, Ho, Tm, Yb, W, Os, Au, Tl, Th, U) (Pasvanka et al., 2021).



Σχήμα 3.1 :Φασματομετρία μαζών επαγωγικά συζευγμένου πλάσματος (ICP-MS)

Τα αποτελέσματα αξιολογήθηκαν με πολυπαραγοντικές στατιστικές μεθόδους, όπως ανάλυση διακρίσεων και ανάλυση συστάδων, και τα κρασιά διακρίθηκαν ανάλογα με την ποικιλία κρασιών και τη γεωγραφική προέλευση. Ο σκοπός της έρευνας ήταν να προσδιοριστούν οι σχέσεις μεταξύ των δειγμάτων κρασιού ή μεταξύ των χημικών μεταβλητών προκειμένου να ταξινομηθούν τα κρασιά από διαφορετικές περιοχές και ποικιλίες σύμφωνα με το στοιχειακό τους προφίλ (πιστοποίηση κρασιού), αλλά και να παρατηρηθεί η ετήσια διακύμανση του την περιεκτικότητα σε μεταλλικά στοιχεία των δειγμάτων κρασιού που μελετήθηκαν. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων που ελήφθησαν από το ICP-MS έδειξε ότι μπορεί να επιτευχθεί αντισταθμιστική διαφοροποίηση των δειγμάτων κρασιού όσον αφορά τη σύνθεση πολλών στοιχείων από διαφορετικές ποικιλίες και καλλιεργούμενες περιοχές. Τα παρουσιαζόμενα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι η πολυστοιχειακή σύνθεση της προέλευσης έχει επίσης δυνατότητες να χρησιμοποιηθεί ως δακτυλικό αποτύπωμα της προέλευσης των κρασιών από την ελληνική οινική περιοχή. Ωστόσο, πρέπει να αναλυθούν περισσότερα κρασιά από τις ίδιες ή/και άλλες αμπελοοινικές περιοχές, ώστε να παγιωθεί αυτό το συμπέρασμα (Pasvanka et al., 2021).

Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας που μπορεί να οδηγήσει στην παρουσία υψηλών ή πιο χαμηλών συγκεντρώσεων μετάλλων στα κρασιά μίας περιοχής είναι ο άνθρωπος, είτε με την ιδιότητα του καλλιεργητή είτε με την ιδιότητα του οινολόγου. Οι Parageorgiou et al. (2019) μελέτησαν τη συγκέντρωση τριών μετάλλων: ψευδάργυρου (Zn), χαλκού (Cu) και μολύβδου (Pb), σε δείγματα κρασιού διαφορετικών ποικιλιών (π.χ. Merlot, Cabernet Sauvignon, Syrah, Ξινόμαυρο, Μοσχάτο Αμβούργο, Αγιωργίτικο, Βιδιανό, Βηλάνα, Ρομπόλα) από 9 διαφορετικές αμπελουργικές περιοχές της Ελλάδας και σύγκριναν την επαγγελματική και ερασιτεχνική οينوποίηση. Χρησιμοποίησαν τη μέθοδο της φασματομετρίας μαζών επαγωγικά συζευγμένου πλάσματος (ICP-MS). Παρατήρησαν διαφορά στους οίνους από διαφορετικές περιοχές και ίδια ποικιλία και ότι κατά την ερασιτεχνική οينوποίηση τα μέταλλα του οίνου ήταν στην πλειοψηφία τους αυξημένα συγκριτικά με οίνους της ίδιας περιοχής, που είχαν υποβληθεί σε οينوποίηση υπό την

παρουσία επαγγελματία οινολόγου. Η εξήγηση αυτού του φαινομένου είναι ότι η καλλιέργεια και η οινοποίηση που δεν παρακολουθείται από οινολόγους ή γεωπόνους συχνά παρουσιάζει πιο ανεξέλεγκτη χρήση λιπασμάτων, εντομοκτόνων και οινολογικών προσθέτων.

3.4 Μέθοδος PCA

Η μέθοδος ανάλυσης κυρίων συνιστωσών (Principal Component Analysis - PCA) έχει χρησιμοποιηθεί σε ελληνικά κρασιά με σκοπό την ταξινόμησή τους ως προς τη γεωγραφική τους προέλευση, αλλά και για την μελέτη της νοθείας των οίνων από άποψη γεωγραφικής προέλευσης είτε από άποψη ποικιλίας. Ενδείκνυται ιδιαίτερα για ερυθρούς οίνους (Kallithraka et al., 2001).

Οι Kallithraka et al (2001) σε έρευνα που πραγματοποίησαν προσπάθησαν να ταξινομήσουν 33 ελληνικά κρασιά διαφορετικών ποικιλιών από διάφορες περιοχές χρησιμοποιώντας τόσο χημική όσο και οργανοληπτική ανάλυση. Προσδιόρισαν με HPLC μέταλλα, ολικές φαινόλες, πολυφαινόλες και ανθοκυανίνες και χρησιμοποίησαν τη μέθοδο PCA για να ταξινομήσουν τα δείγματα γεωγραφικά. Η ταξινόμηση των δειγμάτων ήταν αποτελεσματική και διακρίθηκαν σε δύο ή τρεις ομάδες (ανάλογα με τον αριθμό PCA): κρασιά από νησιά του Αιγαίου/Ιονίου, Βόρειας Ελλάδας και Νότιας Ελλάδας (Kallithraka et al., 2001).

Η Κεχαγιά (2020) αξιολόγησε την επίδραση της γεωγραφικής περιοχής καλλιέργειας και της οινοποιητικής τεχνικής στον αρωματικό χαρακτήρα οίνων και αποσταγμάτων της ποικιλίας Ασύρτικο. Χρησιμοποιήθηκαν σταφύλια από τρεις διαφορετικές ελληνικές περιοχές καλλιέργειας: Σαντορίνη, Δράμα και Νεμέα για τους τρύγους δύο συνεχόμενων ετών, 2012 και 2013. Η συγκομιδή των σταφυλιών έγινε πρώιμα (11,8 Baume) και όψιμα (12,6 Baume). Τα πτητικά συστατικά του αρώματος των παραγόμενων οίνων προσδιορίστηκαν με αέρια χρωματογραφία (Gas Chromatography/ Olfactometry analysis – GC/O). Από τα αποτελέσματα, υπήρξε διάκριση των χαρακτηριστικών της ποικιλίας Ασύρτικο, ανάλογα την περιοχή καλλιέργειας. Κατά την οργανοληπτική εξέταση των οίνων, κάθε περιοχή καλλιέργειας πρόσφερε διαφορετικά αρωματικά χαρακτηριστικά. Έτσι, οι οίνοι της Δράμας έχουν έντονο άρωμα και γεύση

τροπικών φρούτων, ενώ αυτοί της Νεμέας χαρακτηρίζονται από νότες εσπεριδοειδών. Οι οίνοι Σαντορίνης έδωσαν ένα πλούσιο αρωματικό χαρακτήρα εσπεριδοειδών και ανθικών αρωμάτων. Εφαρμόστηκε PCA και φάνηκε ότι ο οίνος όπου τα σταφύλια είχαν καλλιεργηθεί στη Δράμα έχει υψηλότερη βαθμολογία και μετά ακολουθούσε ο οίνος από σταφύλια Νεμέας (Κεχαγιά, 2020).

3.5 Κλιματική αλλαγή και αντίκτυπος στον ελληνικό αμπελώνα

Η κλιματική αλλαγή είναι ένα παγκόσμιο φαινόμενο που αναμένεται να προκαλέσει μελλοντικά σοβαρές επιπτώσεις στην αμπελοκαλλιέργεια των περιοχών της Μεσογείου και, κατά συνέπεια, να επηρεάσει σημαντικά και τον ελληνικό αμπελώνα.

Για παράδειγμα σε έρευνα των Kolyva et al, (2021) αξιολογήθηκαν οι λειτουργικές και οπτικές ιδιότητες των φύλλων της ποικιλίας αμπέλου Ασύρτικο (*Vitis Vinifera* L.) και η ανταπόκρισή της σε συνθήκες αβιοτικού stress, δηλαδή υψηλή θερμοκρασία και έλλειψη νερού, που αναμένονται να επικρατήσουν σε ορισμένες ελληνικές περιοχές σύμφωνα με την εξέλιξη της κλιματικής αλλαγής. Η ποικιλία Ασύρτικο είναι γηγενής ελληνική ποικιλία, που καλλιεργείται κυρίως στις Κυκλάδες, όπως στη Σαντορίνη. Το Ασύρτικο τοποθετήθηκε σε θάλαμο ανάπτυξης όπου εφαρμόστηκαν τέσσερις διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες, που αφορούσαν τη θερμοκρασία και τη διαθεσιμότητα νερού. Προσδιορίστηκαν οι φωτοσυνθετικές χρωστικές (χλωροφύλλες α και β και καροτενοειδή) καθώς και η επιφάνεια των φύλλων, το ξηρό βάρος και η ειδική επιφάνεια φύλλων στα διογκούμενα και πλήρως διογκωμένα φύλλα των φυτών που υποβλήθηκαν στις διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες. Χρησιμοποιώντας ένα φασματοφωτόμετρο UV/VIS, μετρήθηκαν in situ η ανακλαστικότητα (R) και η διαπερατότητα (T), μεταξύ 250 και 2500 nm μήκους κύματος, και υπολογίστηκε η απορρόφηση (A). Τα αποτελέσματα έδειξε ότι η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη των φύλλων μειώθηκε υπό συνθήκες ξηρασίας και αυξημένης θερμοκρασίας (Kolyva et al., 2021). Η μειωμένη ποσότητα

χλωροφύλλης μπορεί να συνεπάγεται μειωμένη φωτοσυνθετική ικανότητα και κατά συνέπεια επίδραση στην παραγωγή ορισμένων συστατικών του σταφυλιού και άρα στον οργανοληπτικό χαρακτήρα των παραγόμενων οίνων.

Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να φέρει μείωση του διαθέσιμου νερού. Είναι σημαντικό να εξετασθεί αν στον ελληνικό χώρο μπορούν να προσαρμοστούν σε συνθήκες υδατικού stress οι ποικιλίες σταφυλιών και ποιες παρουσιάζουν καλύτερη προσαρμογή. Οι Theodorou et al. (2019) προσδιόρισαν και σύγκριναν την περιεκτικότητα και το προφίλ σε ανθοκυανίνες τεσσάρων ερυθρών οινοποιήσιμων ποικιλιών με μεταβλητές συνθήκες άρδευσης. Οι ποικιλίες που εξετάστηκαν ήταν δύο γηγενείς ελληνικές ποικιλίες (Αγιωργίτικο και Ξινόμαυρο) και δύο ξενικές (Syrah και Grenache noir). Εφαρμόστηκαν σε αμπελώνα στην περιοχή της Θεσσαλονίκης, που έφερε και τις τέσσερις ποικιλίες, τρία διαφορετικά συστήματα άρδευσης για δύο καλλιεργητικές περιόδους (2012 και 2013): πλήρη άρδευση που αντιστοιχεί στο 100% της εξατμισοδιαπνοής, ελλειμματική άρδευση στο 50% της εξατμισοδιαπνοής και μη αρδευόμενη καλλιέργεια. Το προφίλ των ανθοκυανινών ταυτοποιήθηκε με υγρή χρωματογραφία υψηλής πίεσης (HPLC). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, υπό τις θερμές καλοκαιρινές συνθήκες του ελληνικού κλίματος, οι τέσσερις ποικιλίες είχαν παρόμοια ανταπόκριση όσον αφορά τις παραμέτρους ζωηρότητας και απόδοσης, με τιμές να αυξάνονται με την παροχή νερού. Η συγκέντρωση ανθοκυανινών μεγιστοποιήθηκε υπό συνθήκες μη άρδευσης σε όλες τις ποικιλίες, αλλά το προφίλ ανθοκυανινών και η σχετική κατανομή των μεμονωμένων ανθοκυανινών μεταξύ των συνθηκών άρδευσης έδειξαν ισχυρή επίδραση της ποικιλίας. Το Ξινόμαυρο φάνηκε να ευνοεί τη σύνθεση πιο σταθερών μορφών ανθοκυανινών υπό περιορισμένη παροχή νερού (ακυλιωμένη περισσότερο από μη ακυλιωμένη και τριοξυγονωμένη & μεθοξυλιωμένη στον δακτύλιο B έναντι διοξυγονωμένης & υδροξυλιωμένης) ενώ το Αγιωργίτικο είχε αντίθετη συμπεριφορά, η οποία μπορεί να συνεπάγεται την ανάγκη για διαφορετική στρατηγική άρδευσης (Theodorou et al., 2019).

Οι Koufos et al. (2022) για τη μελέτη των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στον ελληνικό αμπελώνα έλαβαν δεδομένα αξιολόγησης ποιότητας κρασιού για εννέα λευκές (W) και δύο ερυθρές (R) γηγενείς ποικιλίες αμπέλου (*Vitis vinifera* L., cvs) που καλλιεργούνται στην Ελλάδα, από τη βάση

δεδομένων του Διεθνούς Διαγωνισμού Οίνου και Αποσταγμάτων Θεσσαλονίκης. Για την εξέταση μελλοντικών περιόδων, τα αποτελέσματα μοντέλων μικτού αποτελέσματος για τις ελληνικές οινοπαραγωγικές περιοχές που συνδυάζουν ένα σύνολο δεδομένων που χρησιμοποιεί διαδρομές εκπομπής RCP4.5 και RCP8.5³ κατά τη διάρκεια δύο μελλοντικών περιόδων (δηλαδή, 2041–2065 και 2071–2095) προβλέπει κρασιά υψηλότερης ποιότητας, ειδικά κατά την τελευταία χρονική περίοδο. Αυτά τα αποτελέσματα αποκαλύπτουν ότι οι διακυμάνσεις της βαθμολογίας ποιότητας του ελληνικού κρασιού οφείλονται κυρίως σε υψηλότερες μέγιστες θερμοκρασίες και ξηρότερες συνθήκες κατά την περίοδο ανάπτυξης των αμπέλων. Ωστόσο, δύο σημαντικά ζητήματα πρέπει να διερευνηθούν πληρέστερα στην Ελλάδα και αλλού. Αρχικά, οι μη γραμμικές αντιδράσεις στην αύξηση της θερμοκρασίας, όπου η ποιότητα του κρασιού θα μπορούσε να υποφέρει πάνω από τα ειδικά ποικιλιακά όρια βέλτιστης θερμοκρασίας και έπειτα η καλύτερη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο άλλοι παράγοντες που δεν σχετίζονται με το κλίμα (π.χ. διαχείριση θόλου, καινοτομίες στην οινοποίηση) επηρεάζουν την ποιότητα του κρασιού στα πλαίσια του μεταβαλλόμενου κλίματος (Κουφός et al., 2022).

³ Από την Διακυβερνητική επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC) έχουν τεθεί τέσσερα πιθανά μελλοντικά σενάρια που περιγράφουν την κλιματική αλλαγή. Το σενάριο RCP4.5 χαρακτηρίζεται από μέτρια μεταβολή του κλίματος και το σενάριο RCP8.5 από υψηλή μεταβολή για το εγγύς και το απώτερο μέλλον

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η έννοια του terroir είναι μία σύνθετη έννοια που διαμορφώνεται από παράγοντες όπως:

- έδαφος (μητρικό πέτρωμα, δομή, χημική σύνθεση)
- τοπογραφία (υψόμετρο καλλιέργειας, κλίση εδάφους και προσανατολισμός, έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία, διαθεσιμότητα σε νερό)
- κλίμα (θερμοκρασία, βροχόπτωση, άνεμοι)
- ανθρώπινη επίδραση (τεχνικές καλλιέργειας, γνώσεις, παράδοση)

Το terroir μπορεί να επηρεάσει σημαντικά έναν οίνο. Το κλίμα έχει σημαντική επίδραση στην ωριμότητα του σταφυλιού, ενώ η γεωλογία, το έδαφος και η διαθεσιμότητα του νερού στη σύνθεση των συστατικών του και στην οργανοληπτική ισορροπία του κρασιού.

Μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που έχει να αντιμετωπίσει η αμπελοκαλλιέργεια και η οινοποίηση, σε παγκόσμιο και εθνικό επίπεδο, είναι η αναμενόμενη κλιματική αλλαγή. Η αλλαγή του κλίματος, ενός από τους παράγοντες που συνθέτουν την έννοια του terroir, οδηγεί στην ανάγκη συνεχών αναπροσαρμογών στην καλλιέργεια του αμπελιού και στην οινοποίηση, ώστε να διατηρηθεί η ποιότητα της πρώτης ύλης και του τελικού προϊόντος.

Η ελληνική επικράτεια χωρίζεται σε έντεκα αμπελουργικά διαμερίσματα, όπου στο καθένα υπάρχουν συνιστώμενες και επιτρεπόμενες οινοποιήσιμες, γηγενείς και ξενικές ποικιλίες αμπέλου. Μελέτες στον ελληνικό χώρο δείχνουν την επίδραση του terroir στο φαινολικό προφίλ και στη διαφορετική περιεκτικότητα σε μεταλλικά στοιχεία, επιτρέποντας ακόμη και τη διάκριση της γεωγραφικής προέλευσης των οίνων, ακόμη και αν ανήκουν στην ίδια ποικιλία (πίνακας 4.1). Για την παραλλακτικότητα των διαφορετικών χαρακτηριστικών των σταφυλιών και των οίνων ανάλογα το terroir έχουν αναπτυχθεί διάφορες σύγχρονες τεχνικές ανάλυσης, όπως η φασματοσκοπία πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού (NMR), η φασματομετρία μαζών επαγωγικά συζευγμένου πλάσματος (ICP-MS) και η μέθοδος ανάλυσης κυρίων συνιστωσών (PCA).

Πίνακας 4.1: Έρευνες και αποτελέσματα που συσχετίζουν τον οίνο με το terroir στην Ελλάδα

Χαρακτηριστικό διάκρισης οίνων	Ποικιλίες – πειραματική διαδικασία	Προέλευση και έτος καλλιέργειας	Αποτελέσματα	Πηγές
Φαινολικό προφίλ	Αγιωργίτικο – Μανδηλαριά – Μοσχοφίλερο – Ασύρτικο	Νεμέα και Σαντορίνη για τους τρύγους 2005 και 2006	Το φαινολικό εκχύλισμα βοήθησε στη διάκριση των ποικιλιών, την αναγνώριση των περιοχών και του έτους τρύγου	Anastasiadi et al., 2009
Περιεκτικότητα σε trans-ρεσβερατρόλη	29 ερυθροί ελληνικοί οίνοι	Διάφορα μέρη της Ελλάδας	Στα ελληνικά νησιά αυξημένη περιεκτικότητα σε trans-ρεσβερατρόλη και από ποικιλίες ξεχώρισε η Μανδηλαριά	Kallithraka et al., 2001b
Περιεκτικότητα σε μέταλλα	135 δείγματα οίνων (97 λευκοί και 38 ερυθροί)	Έξι διαφορετικές περιοχές: Νότια Ελλάδα-Μαντινεία (48), Στερεά Ελλάδα-Αττική (33), Νότια Ελλάδα-Νεμέα (13), Νησιά-Σάμος (8), Νησιά-Σαντορίνη (13), και Βόρεια Ελλάδα-Νάουσα. 2007-2017	Ορθή γεωγραφική κατάταξη οίνων με κριτήριο την περιεκτικότητά τους σε μέταλλα (76,83%)	Pasvanka et al., 2019
Περιεκτικότητα 44 στοιχείων με ICP-MS	90 ελληνικοί οίνοι από 9 διαφορετικές ποικιλίες (Μοσχοφίλερο, Syrah, Ασύρτικο, Μαλαγουζιά, Ροδίτης, Σαββατιανό, Ξινόμαυρο, Αγιωργίτικο, Μοσχάτο)	Έξι διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας: Αρκαδία, Αττική, Νάουσα, Νεμέα, Σάμος και Σαντορίνη 2017 και 2018	Η περιεκτικότητα των οίνων σε τόσα στοιχεία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δακτυλικό αποτύπωμα, δεικτικό της ποικιλίας ή/ και τις περιοχής	Pasvanka et al., 2021

Περιεκτικότητα Zn, Cu και Pb με ICP-MS	Merlot, Cabernet Sauvignon, Syrah, Ξινόμαυρο, Μοσχάτο Αμβούργο, Αγιωργίτικο, Βιδιανό, Βηλάννα, Ρομπόλα	9 διαφορετικές αμπελουργικές περιοχές της Ελλάδας	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Οίνοι από διαφορετικές περιοχές και ίδια ποικιλία είχαν διαφορές στη συγκέντρωση των τριών μετάλλων. ▪ Κατά την ερασιτεχνική οινοποίηση, αυξημένη περιεκτικότητα μετάλλων συγκριτικά με την οινοποίηση υπό την παρουσία επαγγελματία οινολόγου. 	Papageorgiou et al., 2019
Μέθοδος PCA (μέτρηση με HPLC : μέταλλα, ολικές φαινόλες, πολυφαινόλες και ανθοκυανίνες)	33 ελληνικοί οίνοι διαφορετικών ποικιλιών	Διαφορετικές περιοχές καλλιέργειας	Γεωγραφική ταξινόμηση των δειγμάτων σε : κρασιά από νησιά του Αιγαίου/Ιονίου, Βόρειας Ελλάδας και Νότιας Ελλάδας	Kallithraka et al., 2001
GC/ O και PCA	Ασύρτικο	Νεμέα, Δράμα, Σαντορίνη 2012-2013	Διάκριση αρωματικού προφίλ ανάλογα την περιοχή (Νεμέα – νότες εσπεριδοειδών, Δράμα – τροπικά φρούτα, Σαντορίνη – εσπεριδοειδή και άνθη). Γεωγραφική διάκριση με υψηλότερη βαθμολογία να λαμβάνει ο οίνος από σταφύλι της Δράμας και οίνος από σταφύλι Νεμέας	Κεχαγιά, 2020
Συνθήκες αβιοτικού stress (υψηλή θερμοκρασία και ξηρασία)	Ασύρτικο	Εργαστηριακές συνθήκες	Μείωση της ποσότητας χλωροφύλλης των φύλλων, που ίσως δηλώνει μείωση φωτοσυνθετικής ικανότητας φυτού και πιθανή επίδραση σε ορισμένα συστατικά του σταφυλιού, όπως σάκχαρα ή φαινόλες.	Kolyva et al., 2021
Μεταβλητές συνθήκες άρδευσης (πλήρη,	Αγιωργίτικο, Ξινόμαυρο, Syrah, Grenache noir	Περιοχή Θεσσαλονίκης	Το προφίλ ανθοκυανινών εξαρτάται από την ποικιλία, αλλά σε μη	Theodorou et al., 2019

ελλειματικά και μη αρδευόμενη καλλιέργεια)			αρδευόμενη καλλιέργεια η συγκέντρωσή τους αυξάνεται. Πιο σταθερές μορφές ανθοκυανινών παρήγαγε το Ξινόμαυρο.	
Κλιματική αλλαγή (σενάριο RCP4.5 και RCP8.5)	Εννέα ερυθρές και δύο λευκές γηγενείς ποικιλίες	Υποθετικό σενάριο	Κρασιά υψηλότερης ποιότητας οίνων – προσοχή στις μη γραμμικές κλιματικές διακυμάνσεις	Koufos et al., 2022

Θα ήταν χρήσιμο να πραγματοποιηθούν περισσότερες μελέτες σχετικά με τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών των ελληνικών terroir και να διερευνηθούν πιο εκτεταμένα κλιματικά μοντέλα της κλιματικής αλλαγής. Οι μελέτες αυτές πρέπει να συνοδεύονται από λύσεις και τρόπους αντιμετώπισης των αλλαγών που αναμένεται να συντελεστούν.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Anastasiadi, M., Zira, A., Magiatis, P., Haroutourian, S.A., Skaltsounis, A.L., Mikros, E.** (2009). ¹H NMR-Based Metabonomics for the Classification of Greek Wines According to Variety, Region and Vintage. Comparison with HPLC Data. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*: 11067-11074:
<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf902137e>
- **Bohmrich, R.** (1995). Terroir: competing perspectives on the roles of soil, climate and people. *Journal of Wine Research*, 7 (1): 33-46:
<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/09571269608718059?needAccess=true>
- **Bonfante, A., Monaco E., Langella, G., Mercogliano, P., Bucchingnani, E. Manna, P., Terribile, F.** (2018). A dynamic viticultural zoning to explore the resilience of terroir concept under climate change. *Science of the Total Environment*, 624: 294-308:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29253777/>
- **Brillante, L., Bonfante, A., Bramley, R.G.V., Tardaguila, J., Priori, S.** (2020). Unbiased Scientific Approaches to the Study of *Terroir* Are Needed! *Frontiers in Earth Science*, 8: 539399:
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feart.2020.539377/full#bib22>
- **Casabianca, F., Sylvander, B., Noel, Y. Beranger, C., Coulon, J.-B., Giraud, G., Flutet, G., Roncin, F., Vincent E.** (2006). Terroir et Typicité: Propositions de definitions pour deux notions essentielles à l'apprehension des Indication Géographiques et du développemnt durable. Vie Congrès international sur les terroirs viticoles. Bordeaux-Montpellier, 2-8 Juillet 2006. Available online [05/12/2022]:
https://www.researchgate.net/publication/320075404_Terroir_et_Typicite_un_enjeu_de_terminologie_pour_les_Indications_Geographiques
- **Copernicus.** Available online (10/02/2022): <https://land.copernicus.eu>
- **ΕΛΣΤΑΤ** (Ελληνική Στατιστική Αρχή). (2016). Δελτίο Τύπου. Έρευνα Αμπελουργικών καλλιεργειών, 2015. Διατίθεται διαδικτυακά

[20/01/2022]: <https://www.statistics.gr/documents/20181/0922bf75-feba-4ba9-b199-d584138bee1d>

- **Gemitzi, A., Albarakat, R. Kratouna, F., Lakshmi, V.** (2021). Land cover and vegetation carbon stock changes in Greece: A 29-year assessment based on CORINE and Landsat land cover data. *Science of the Total Environment*, 786: 147408:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969721024797>
- **Jones, G.V,** Duff, A.A., Hall, A., Myers, J.W. (2010). Spatial Analysis of Climate in Winegrape Growing Region in the Western United States. *American Journal of Enology and Viticulture*, 61 (3): 313-326:
https://www.researchgate.net/publication/260944489_Spatial_Analysis_of_Climate_in_Wine_Grape_Growing_Regions_in_the_Western_United_States
- **Jones, G.V.** (2018). The Climate Component of Terroir. *Elements*, 14 (3): 167-172: <https://pubs.geoscienceworld.org/msa/elements/article-abstract/14/3/167/531532/The-Climate-Component-of-Terroir>
- **Hayens, S.J.** (1999). Geology and Wine 1. Concept of Terroir and the Role of Geology. *Geoscience Canad*, 26 (4): 191-194:
<https://journals.lib.unb.ca/index.php/GC/article/view/4026>
- **Kallithraka, S., Arvanitoyannis, I.S., Kefalas P. El-Zajouli, A. El., Soufleros, E. Psarra, E.** (2001a). Instrumental and sensory analysis of Greek wines; implementation of principal component analysis (PCA) for classification according to geographical origin. *Food Chemistry*, 73 (4): 501-514:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814600003277>
- **Kallithraka, S., Arvanitoyannis, I., El-Zajouli, A. Kefalas. P.** (2001b). The application of an improved method for trans-resveratrol to determine the origin of Greek red wines. *Food Chemistry*, 75 (3): 355-363:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814601002138>

- **Καλπάκης, Β., Λαφαζάνη, Π., Μυρίδης, Μ., Τσελέπης, Α.** (2004). Ατλάντας των Ελληνικών Κρασιών. 8^ο Εθνικό Συνέδριο Χαρτογραφίας “Η Χαρτογραφία του ευ ζην”, 24 -26 Νοεμβρίου 2004. Διαθέσιμο στο διαδίκτυο [03/01/2022]:
https://www.researchgate.net/publication/303863746_ATLANTAS_TON_ELLENIKON_KRASION
- **Karimali, D., Kosma, I., Badeka, A.** (2020). Varietal classification of red wine samples from four native Greek grape varieties based on volatile compound analysis, color parameters and phenolic composition. *European Food Research and Technology*, 246: 41-53:
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00217-019-03398-7>
- **Κεχαγιά, Δ.** (2020). «Μελέτη των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των λευκών οίνων και αποσταγμάτων αυτών, της ποικιλίας Ασύρτικο Σαντορίνης». Διδακτορική διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Σχολή Τροφίμων, Βιοτεχνολογίας και Ανάπτυξης. Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής Ανθρώπου. Εργαστήριο Οινολογίας :
<http://dspace.aua.gr/xmlui/bitstream/handle/10329/7059/τελικοδιδακτορικο-3library.pdf?sequence=1>
- **Kolyva, F., Rhizopoulou, S., Meletiou-Christou, M.-S., Stratakis, E.** (2021). Physiological Characteristics of Expanding and Expanded Leaves of *Vitis vinifera* L. cv. Assyrtiko in Climate Change Conditions. *Biology and Life Sciences forum*, 4 (1): 55: <https://www.mdpi.com/2673-9976/4/1/55>
- **Koufos, G.C., Mavromatis, T., Koundouras, S., Jones, G.V.** (2020). Adaptive capacity of winegrape varieties cultivated in Greece to climate change: current trends and future projections. *OENO One*, 54 (4):
<https://oeno-one.eu/article/view/3129>
- **Koufos, G.C., Mavromatis, T., Koundouras, S., Fyllas, N.M., Theocharis, S., Jones, G.V.** (2022). Greek Wine Quality Assessment and Relationships with Climate: Trends, Future Projections and Uncertainties. *Water*, 14 (4): 573: <https://www.mdpi.com/2073-4441/14/4/573>

- **Koundouras, S.** (2018). Environmental and Viticultural Effects on Grape Composition and Wine Sensory Properties. *Elements*, 14 (3): 173-178: <https://pubs.geoscienceworld.org/msa/elements/article-abstract/14/3/173/531531/Environmental-and-Viticultural-Effects-on-Grape>
- **Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 1151/2012** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 21^{ης} Νοεμβρίου 2012 για τα συστήματα ποιότητας των γεωργικών προϊόντων και τροφίμων. ΕΕ L 343. Διατίθεται διαδικτυακά [07/02/2022]: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:02012R1151-20211207&from=EN>
- **Κοινή Υπουργική Απόφαση Αριθμ. 2919/95506/2017.** Ταξινόμηση οиноποιήσιμων ποικιλιών αμπέλου και ποικιλιών σταφιδοποιίας. ΦΕΚ3276/Β/18-9-2017, Αρ. φύλλου 3276. Διατίθεται στο διαδίκτυο [10/1/2022]: http://minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/Ampeli/ya2919_130917_taxinomisi_ampelonon.pdf
- **OIV.** (2010). Definition Du “Terroir” Vitivinicole. Resolution OIV/VITI 333/3010/. Available online [05/12/2021]: <https://www.oiv.int/public/medias/382/viti-2010-1-fr.pdf>
- **OIV.** (2021a). State of the World Viticultural Sector in 2020. Available online [02/02/2022]: <https://www.oiv.int/public/medias/7909/oiv-state-of-the-world-vitivinicultural-sector-in-2020.pdf>
- **OIV.** (2021b). World Wine Production Outlook. Available online [02/02/2022]: <https://www.oiv.int/public/medias/8553/en-oiv-2021-world-wine-production-first-estimates-to-update.pdf>
- **Papageorgiou, F., Karampatea, K., Mitropoulos, A.C., Kyzas, G.Z.** (2019). Determination of metals in Greek wines. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16: 327-356: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13762-018-1675-1>
- **Pasvanka, K., Tzachristas, A., Kostakis, M., Thomaidis, N., Proestos, C.** (2019). Geographic characterization of Greek wine by inductively coupled plasma-mass spectrometry macroelemental

analysis. *Analytical Letters*, 52 (17): 2741-2750:

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00032719.2019.1596118>

- **Santos J.A., Fraga, H., Malheiro, A.C., Moutinho-Pereira, J., Dinis, L.-T., Correia, C., Moriondo, M., Leolini, L., Dibari, C., Costafreda-Aumedes, S., Kartschall, T., Menz, C., Molitor, D., Junk, J., Beyer, M., Schultz, H.R.** (2020). A Review of the Potential Climate Change Impacts and Adaptation Option for European Viticulture. *Applied Sciences*, 10 (9): 3092: <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/9/3092/htm>
- **Pasvanka, K., Kostakis, M., Tarapoulouzi, M., Nisianakis, P., Thomaidis, N.S., Proestow, C.** (2021). ICP-MS Analysis of Multi-Elemental Profile of Greek Wines and Their Classification According to Variety, Area and Year Production. *Separations*, 8 (8): 119: <https://www.mdpi.com/2297-8739/8/8/119>
- **Theodorou, N., Nikolaou, N., Zioziou, E., Kyraleou, M., Kallithraka, S., Kotseridis, Y., Koundouras, S.** Anthocyanin content and composition in four red winegrape cultivars (*Vitis vinifera* L.) under variable irrigation. *OENOOne*, 53 (1): <https://oeno-one.eu/article/view/2366>
- **ΥΠΑΑΤ** (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων). (2022). Οίνοι ΠΟΠ-ΠΓΕ. Διαδικτυακά (08/02/2022): <http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/2012-02-02-07-52-07/ellinikaproionta/627-oinoipoppge>
- **Unwin T.** (2012). Terroir. At the Heart of Geography. In: Dougherty, P. (eds). *The Geography of Wine*. Springer, Dordrecht: 27-48: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-0464-0_2
- **Vaudour, E.**, (2010). The Quality of Grapes and Wine in Relation to Geography: Notions of Terroir at Various Scales. *Journal of Wine Research*, 13 (2): 117-141: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0957126022000017981>
- **Vaudour, E., Constantini, E., Jones, G.V., Mocali, S.** (2015). An overview of the recent approaches to terroir functional modelling, footprinting and zoning. *SOIL*, 1: 287-312: https://www.researchgate.net/publication/268802732_An_overview_of_the_recent_approaches_to_terroir_functional_modeling_footprinting_and_zoning