

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ-ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΔΠΜΣ ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑ-ΟΙΝΟΛΟΓΙΑ

*Εφαρμογή γεωργίας ακριβείας σε αμπελώνα
της Νεμέας*

Μεταπτυχιακή ερευνητική μελέτη
Κολυβά Φωτεινή

byanada

Εφαρμογή γεωργίας ακριβείας σε αμπελώνα της Νεμέας

Τριμελής εξεταστική επιτροπή:

Κοτσερίδης Γεώργιος, Επίκουρος Καθηγητή Οινολογίας, Τμήματος
Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου του Γεωπονικού
Πανεπιστημίου Αθηνών

Φουντάς Σπυρίδων, Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Αξιοποίησης
Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου
Αθηνών

Μπινιάρη Αικατερίνη, Επίκουρη Καθηγήτρια Αμπελουργίας, Τμήματος
Επιστήμης και Φυτικής Παραγωγής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Μεταπτυχιακή ερευνητική μελέτη
Κολυβά Α. Φωτεινή
Αθήνα 2014

I. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι η εφαρμογή της μεθόδου Αμπελουργίας Ακριβείας και η μελέτη της μεταβλητότητας στην ποιοτική σύνθεση των σταφυλιών και του παραγόμενου οίνου. Η παρούσα μελέτη διεξήχθη σε μη αρδευόμενο αμπελώνα 10 στρεμμάτων στον Ασπρόκαμπο, Κορινθίας που ανήκει στο κτήμα Κατώγι – Στροφιλιά Α.Ε. και βρίσκεται σε υψόμετρο 800μ. Η καλλιεργούμενη ποικιλία είναι (*Vitis vinifera L.*) cv Αγιωργήτικο.

Ο αμπελώνας χωρίστηκε σε 21 τμήματα παρόμοιου μεγέθους (400- 550m²). Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στο πεδίο ενώ παράλληλα συλλέχθηκαν δείγματα για εργαστηριακή ανάλυση. Συγκεκριμένα, στο πεδίο πραγματοποιήθηκε χαρτογράφηση της ευρωστίας της κόμης της αμπέλου με τη χρήση οργάνου CropCircle sensor με GPS (ACS-210, Holland Scientific Inc., Lincoln, NE, USA). Μετρήθηκε η φαινομενική ηλεκτρική αγωγιμότητα με EM-38, ανίχνευση με GPS και καταγραφέα δεδομένων (EM38 RT, Geonics LTD, Ontario Canada). Τέλος, υπολογίστηκε το υψόμετρο καθώς και η τοπική κλίση του εδάφους με την χρήση δορυφόρου SRTM και του προγράμματος Global Mapper 14 (Blue Marble Geographics, Maine, USA).

Μετά τις μετρήσεις στο πεδίο, πραγματοποιήθηκε μικροοινοποίηση και ακολούθησαν εργαστηριακές αναλύσεις σε κάθε ένα από τα 21 τμήματα. Η οινοποίηση των σταφυλιών έγινε στο οινοποιείο του εργαστηρίου Οινολογίας, του Τμήματος επιστήμης και διατροφής του ανθρώπου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθήνας.

Στα σταφύλια πραγματοποιήθηκαν οι κλασσικές αναλύσεις δηλαδή μέτρηση Brix, ολική οξύτητα και pH. Στις δύο τελευταίες δειγματοληψίες μετρήθηκε επίσης η συγκέντρωση ανθοκυανών και ολικών φαινολικών στις ράγες με την μέθοδο Pland καθώς και μέτρηση συμπυκνωμένων ταννινών με methyl cellulose.

Στο τέλος της οινοποίησης μετρήθηκε στους 21 παραγόμενους οίνους η ολική οξύτητα, το pH, η πτητική οξύτητα και ο αλκοολικός τίτλος. Πραγματοποιήθηκαν επίσης μετρήσεις για τον ποσοτικό προσδιορισμό των φαινολικών ουσιών, των ανθοκυανών και των ταννινών. Συγκεκριμένα, οι αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν: ένταση και απόχρωση, δείκτης φαινολικών ουσιών (ΔΦΟ) καθώς και η μέτρηση συμπυκνωμένων ταννινών με την χρήση του αντιδραστηρίου methyl cellulose. Επιπλέον πραγματοποιήθηκε, μέτρηση ολικών ανθοκυανών (Ribereau – Gayon και Stonestreet, 1965), υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC), δείκτης ιονισμού (I%), (Glories, 1978), συγκέντρωση ολικών φαινολικών (Singleton και Rossi, 1965), δείκτης υδροχλωρικού οξέος (HCl %, Glories, 1978), συγκέντρωση ταννινών με την μέθοδο Harbertson (Adams και Harberston, 1999), συγκέντρωση ολικών ταννινών με βρασμό, μέθοδος εκτίμησης των φλαβονολών και προανθοκυανιδινών με το αντιδραστήριο DMAC (Li, Tannee, & Larkin, 1996). Τέλος έγινε οργανοληπτικός έλεγχος των οίνων για να προσδιοριστεί ο ποιοτικός τους χαρακτήρας αλλά και να συνδυαστεί με τα αποτελέσματα των μεθόδων που εφαρμόστηκαν.

Λέξεις κλειδιά: Αμπελουργία ακριβείας, ποικιλία Αγιωργήτικο, Νεμέα. ανθοκυάνες, ταννίνες, φαινολικά συστατικά, ράγες.

II. ABSTRACT

The purpose of this thesis is the application of the “Precision viticulture” method and the study of altering in qualitative combination of grapes and the wine that is produced. This study was undertaken in a non-watered 10 acre vineyard in Asprokamos, Corinthos, it is a property of Katogi - Strofilia Inc. and is located in an altitude of 800m. The cultivated vine variety is Agiorgitiko.

Firstly, the vineyard was split in 21 parts of similar size (400 - 550 m²). Some field measurements were taken and also, samples for laboratory analysis. More specifically, the strength of the vine was mapped with the use of the CropCircle tool sensor with GPS (ACS-210, Holland Scientific Inc., Lincoln, NE, USA). The apparent soil electrical conductivity was measured with EM-38, GPS tracking and a data recorder (EM38 RT, Geonics LTD, Ontario Canada). Lastly, the altitude and the local ground deviation were measured with the use of an SRTM satellite, running the Global Mapper 14 programme (Blue Marble Geographics, Maine, USA).

After the field measurements, there was a micro-vinification which was followed by some laboratory analysis in each of the 21 parts. The vinification of the grapes took place in the laboratory of Oenology, at the department of the “Science and food technology” at the Agricultural University of Athens.

Standard analysis was performed on the grapes (Brix measurement, pH and total acidity). In the last two samples the concentration of anthocyanins and total phenolics on the grapes was measured, using the Iland method, along with the measurement of concentration of condensed tannins with Methyl cellulose.

At the end of the vinification the following analysis took place. Total acidity, pH, volatile acidity and alcoholic value. Measurements concerning the quantitative specification of phenolic substances, anthocyanins and tannins also took place. More specifically, the analyses that were performed were the following: hue, intensity, total phenolic index, along with the measurement of the concentration of condensed tannins with the use of methyl cellulose. Furthermore, there were also measured, the concentration of total anthocyanins (Ribereau - Gayon and Stonestreet, 1965), the concentration of anthocyanins and oligomeric phenolic compounds determined by HPLC, ionization indicator (I %) (Glories, 1978), concentration of total phenolics (Singleton and Rossi, 1965), concentration of tannins with the Harbertson method (Adams and Harbertson, 1999), and concentration of tannins with boiling method, flavonols and proanthocyanidins were also estimated using DMAC (Lim Tannee, & Larkin, 1996). Lastly, a sensory analysis of the wines took place, in order to specify their qualitative character and to combined it with the results of the methods applied.

Key – words: Precision agriculture, cv Agiorgitiko, Nemea, anthocyanins, tannins, phenolic content, berries

I. ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μελέτη εκπονήθηκε κατά τη διάρκεια του ακαδημαϊκού έτους 2013-2014 στο εργαστήριο της "Οινολογίας" του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθήνας.

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον εισηγητή της παρούσας εργασίας, κ. Κοτσερίδη, επίκουρο καθηγητή Οινολογίας. Τον ευχαριστώ θερμά για το ενδιαφέρον που έδειξε σε όλη τη διάρκεια της μελέτης μου, καθώς επίσης και τις συμβουλές και την καθοδήγησή του για την ορθή εκπόνηση της. Επίσης, δεν θα μπορούσα να παραλείψω τον κ. Φουντά, επίκουρο καθηγητή στο τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής, αλλά και τον διδάκτορα Μπαλαφούτη Αθανάσιο για την βοήθεια και την συνεργασία κατά την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής.

Ακόμα ιδιαίτερος ευχαριστώ τον κ. Δροσινό, Αναπληρωτή Καθηγητή συστημάτων διασφάλισης ποιότητας και υγιεινής τροφίμων, για την εμπιστοσύνη που επέδειξε αλλά και την πολύτιμη βοήθεια και κατανόησή του.

Επιθυμώ επίσης να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στη κ. Καλλίθρακα, επίκουρο καθηγήτρια Οινολογίας, για την βοήθεια και την υποστήριξη καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης, αλλά και την υποψήφια διδάκτορα Κυραλέου Μαρία για την βοήθεια της. Ιδιαίτερες ευχαριστίες και την ευγνωμοσύνη μου στην κ. Προξενιά για την επιστημονική και φιλική υποστήριξη της και την αδιαμφισβήτητη συμβολή της στην ολοκλήρωση της πτυχιακής αυτής εργασίας.

Ιδιαίτερος, δεν θα ήθελα να παραλείψω να ευχαριστήσω τους συμφοιτητές μου όπου χωρίς την βοήθεια τους θα ήταν πολύ δύσκολη η εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής.

III. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | | |
|-------|--|----|
| I. | ΠΕΡΙΛΗΨΗ..... | 3 |
| II. | ABSTRACT | 10 |
| I. | ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ..... | 12 |
| III. | ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ | 13 |
| 1 | Η ΟΙΝΟΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΝΕΜΕΑΣ | 16 |
| 1.1 | ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ | 16 |
| 1.2 | ΟΙΝΟΣ Π.Ο.Π. ΝΕΜΕΑΣ | 17 |
| 1.3 | ΑΣΠΡΟΚΑΜΠΟΣ ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ | 18 |
| 2 | Η ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΑΓΙΩΡΓΗΤΙΚΟ | 19 |
| 2.1 | ΑΜΠΕΛΟΓΡΑΦΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΣΤΑΔΙΑ | 20 |
| 2.2 | ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ | 21 |
| 2.3 | ΤΟ ΓΛΕΥΚΟΣ ΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ | 22 |
| 3 | ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΓΑ)..... | 23 |
| 3.1 | ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΑΑ)..... | 24 |
| 3.1.1 | ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ | 27 |
| 3.1.2 | ΟΦΕΛΗ ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ..... | 28 |
| 3.1.3 | ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ | 31 |
| 4. | ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ | 33 |
| 4.1 | ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ | 33 |
| 4.1.1 | ΣΚΟΠΟΣ | 33 |
| 4.1.2 | ΑΜΠΕΛΩΝΑΣ | 33 |
| 4.1.3 | ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΑΜΠΕΛΩΝΑ | 34 |
| 4.1.4 | ΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗ..... | 35 |
| 4.1.5 | ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΤΑ ΣΤΑΦΥΛΙΑ | 36 |

| | | |
|----------|---|----|
| 4.1.6 | ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΟΙΝΟ | 36 |
| 4.2 | ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ | 37 |
| 4.2.1 | GLOBAL POSITIONING SYSTEM – GPS | 37 |
| 4.2.2 | NDVI (NORMALIZED VEGETATION INDEX) | 37 |
| 4.2.3 | ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ EM38 | 38 |
| 4.3 | ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ | 39 |
| 4.3.1 | ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΤΙΣ ΡΑΓΕΣ | 39 |
| 4.3.1.1 | ΜΕΤΡΗΣΗ ΔΙΑΘΛΑΣΙΜΕΤΡΙΑΣ - BRIX | 39 |
| 4.3.1.2 | ΟΛΙΚΗ- ΕΝΕΡΓΗ ΟΞΥΤΗΤΑ | 39 |
| 4.3.1.3 | ΑΝΘΟΚΥΑΝΕΣ ΚΑΙ ΟΛΙΚΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΣΤΙΣ ΡΑΓΕΣ (ILAND) | 41 |
| 4.3.1.4 | ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΕΝΩΝ TANNINΩΝ ΣΕ ΡΑΓΕΣ..... | 42 |
| 4.3.2 | ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΤΟΝ ΟΙΝΟ..... | 43 |
| 4.3.2.1 | ΟΛΙΚΗ- ΕΝΕΡΓΗ ΟΞΥΤΗΤΑ Η ΡΗ | 44 |
| 4.3.2.2 | ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΕΝΩΝ TANNINΩΝ ΣΤΟΝ ΟΙΝΟ..... | 44 |
| 4.3.2.3 | ΑΛΚΟΟΛΙΚΟΣ ΤΙΤΛΟΣ..... | 44 |
| 4.3.2.4 | ΠΗΤΙΚΗ ΟΞΥΤΗΤΑ | 45 |
| 4.3.2.5 | ΔΕΙΚΤΗΣ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ (ΔΦΟ)..... | 46 |
| 4.3.2.6 | ΈΝΤΑΣΗ – ΑΠΟΧΡΩΣΗ | 46 |
| 4.3.2.7 | ΥΓΡΗ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΥΨΗΛΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (HPLC)..... | 47 |
| 4.3.2.8 | ΟΛΙΚΕΣ ΑΝΘΟΚΥΑΝΕΣ | 49 |
| 4.3.2.9 | ΔΕΙΚΤΗΣ ΙΟΝΙΣΜΟΥ – I% | 49 |
| 4.3.2.10 | ΔΕΙΚΤΗΣ FOLIN-ΣΙΟCALTEAU | 50 |
| 4.3.2.11 | ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΔΡΟΧΛΩΡΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ – Δ. HCL% | 51 |
| 4.3.2.12 | TANNINEΣ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ HARBERTSON | 52 |
| 4.3.2.13 | TANNINEΣ ΜΕ ΒΡΑΣΜΟ | 52 |
| 4.3.2.14 | ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΦΛΑΒΟΝΟΛΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΑΝΘΟΚΥΑΝΙΔΙΝΩΝ ΜΕ ΤΟ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΟ DMAC..... | 53 |
| 4.4 | ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ..... | 53 |
| 4.5 | ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ..... | 54 |
| 5. | ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ..... | 56 |
| 5.1 | ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ..... | 56 |
| 5.1.1 | ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ..... | 56 |
| 5.1.2 | ΦΑΙΝΟΜΕΝΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ - ECA..... | 57 |
| 5.1.3 | ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΠΙΚΗΣ ΚΛΙΣΗΣ ΕΔΑΦΟΥΣ | 58 |
| 5.2 | ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΣΤΑΦΥΛΙΩΝ | 58 |
| 5.2.1 | ΒΑΡΟΣ ΡΑΓΩΝ | 58 |
| 5.2.2 | ΜΕΤΡΗΣΗ ΔΙΑΘΛΑΣΙΜΕΤΡΙΑΣ – BRIX..... | 61 |
| 5.2.3 | ΟΛΙΚΗ ΟΞΥΤΗΤΑ..... | 63 |
| 5.2.4 | ΕΝΕΡΓΗ ΟΞΥΤΗΤΑ – ΡΗ | 65 |
| 5.2.5 | ΑΝΘΟΚΥΑΝΕΣ ΚΑΙ ΟΛΙΚΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΣΤΙΣ ΡΑΓΕΣ (ILAND)..... | 66 |
| 5.2.6 | ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΕΝΩΝ TANNINΩΝ ΜΕ METHYL CELLULOSE ΣΕ ΡΑΓΕΣ..... | 71 |
| 5.3 | ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΟΙΝΟΥ..... | 72 |
| 5.3.1 | ΟΛΙΚΗ ΟΞΥΤΗΤΑ ΟΙΝΟΥ | 72 |
| 5.3.2 | ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΕΝΩΝ TANNINΩΝ ΜΕ METHYL CELLULOSE ΣΤΟΝ ΟΙΝΟ | 72 |
| 5.3.3 | ΑΛΚΟΟΛΙΚΟΣ ΤΙΤΛΟΣ (%)..... | 73 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 5.3.4 | ΠΗΤΤΙΚΗ ΟΞΥΤΗΤΑ..... | 74 |
| 5.3.5 | ΔΕΙΚΤΗΣ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ (ΔΦΟ)..... | 74 |
| 5.3.6 | ΈΝΤΑΣΗ- ΑΠΟΧΡΩΣΗ | 75 |
| 5.3.7 | ΥΓΡΗ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΥΨΗΛΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (HPLC) | 78 |
| 5.3.8 | ΟΛΙΚΕΣ ΑΝΘΟΚΥΑΝΕΣ | 79 |
| 5.3.9 | ΔΕΙΚΤΗΣ ΙΟΝΙΣΜΟΥ – I% | 80 |
| 5.3.10 | ΟΛΙΚΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ FOLIN-CIUCALTEAU | 81 |
| 5.3.11 | ΔΕΙΚΤΗΣ ΥΔΡΟΧΛΩΡΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ – Δ. HCL% | 82 |
| 5.3.12 | ΤΑΝΝΙΝΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ HARBERTSON | 82 |
| 5.3.13 | ΤΑΝΝΙΝΕΣ ΜΕ ΒΡΑΣΜΟ | 83 |
| 5.3.14 | ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΦΛΑΒΟΝΟΛΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΑΝΘΟΚΥΑΝΙΔΙΝΩΝ ΜΕ ΤΟ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΟ DMAC..... | 84 |
| 5.3.15 | ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ..... | 85 |
| 6. | ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 90 |
| 7. | ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ | 93 |
| 8. | ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 103 |
| 8.1 | ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 103 |
| 8.2 | ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 113 |

1 Η ΟΙΝΟΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΝΕΜΕΑΣ

1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Οι αμπελώνες στην περιοχή της Νεμέας έχουν ζωή τουλάχιστον 500 χρόνια. Το όνομα προέρχεται από την ευρύχωρη υπερυψωμένη κοιλάδα της Νεμέας (που σημαίνει νομή, βοσκοτόπι), όπου ο Ηρακλής έπνιξε, κατά τον μύθο, το τοπικό λιοντάρι. Στην περιοχή περιλαμβάνεται επίσης η κοιλάδα του Φλιούντος, όπου σε παλαιότερες εποχές



Εικόνα 1. Η περιοχή της Νεμέας

ήταν η περιοχή αυτή που είχε δώσει το όνομά της στο κρασί. Αν κρίνουμε από τη μνεία του Φλιασίου οίνου από τον Αντιφάνη της Μέσης Κωμωδίας (4^{ος} αιώνας π.Χ. Ι) που απαριθμεί τις πόλεις και τα ειδικά προϊόντα της περιοχής, πρέπει να συμπεράνουμε ότι το φλιάσιο κρασί ήταν το αρχαιότερο της ηπειρωτικής χώρας που είχε αποκτήσει υπόληψη στην Αθήνα (Miles Lambert-Gócs, 1993).

Οι αμπελώνες στην περιοχή της Νεμέας επέζησαν και μετά την Τουρκική κατοχή. Εκείνη την εποχή το χωριό Άγιος Γεώργιος είχε γίνει το σπουδαιότερο από άποψη παραγωγής κρασιού. Σήμερα, το χωριό αυτό εξακολουθεί να είναι το κέντρο οινοπαραγωγής με σημερινό όνομα, Νεμέα. Στην περιοχή της Νεμέας καλλιεργείται η ερυθρή ποικιλία Αγιωργήτικο (το όνομα της ποικιλίας οφείλεται στο χωριό Άγιος Γεώργιος).

1.2 ΟΙΝΟΣ Π.Ο.Π. ΝΕΜΕΑΣ

Η αμπελουργική ζώνη παραγωγής οίνων ΠΟΠ Νεμέας, καθορίστηκε αρχικά με το Βασιλικό Διάταγμα του 1971 και ύστερα από τροποποιήσεις βάσει Προεδρικών διαταγμάτων (1974, 1988 και τελευταία το 1995), ορίστηκε η περιοχή που βρίσκεται στη βορειοανατολική πλευρά της Πελοποννήσου και περιλαμβάνει τις κοινότητες: Αηδόνια, Αρχαίες Κλεωνές, Αρχαία Νεμέα, Ασπρόκαμπος, Γαλατάς, Δάφνη, Καστράκι, Κεφαλάρι, Κούτσι, Λεόντιο, Μποζικά, Νεμέα, Πετρί, Τιτάνη και Ψάρι που ανήκουν στο Νομό Κορινθίας και τις κοινότητες Γυμνό και Μαλανδρένι που ανήκουν στον νομό Αργολίδος.

Σε συνολική έκταση περί τα 27.000 στρέμματα και σε υψόμετρο έως 850μ., η ζώνη των οίνων ΠΟΠ Νεμέας είναι η μόνη ζώνη οίνων ΠΟΠ που εκτείνεται σε 2 περιφερειακές ενότητες. Το μεγαλύτερο τμήμα της είναι στο νότιο - κεντρικό τμήμα της Κορινθίας κυρίως στο δήμο Νεμέας (Νεμέα, Αηδόνια, Αρχαία Νεμέα, Αρχαίες Κλεωνές, Γαλατάς, Δάφνη, Καστράκι, Κούτσι, Λεόντιο, Πετρί) και στους πρώην δήμους Σικυωνίων (Μποζικά, Τιτάνη) και Στυμφαλίας (Ασπρόκαμπος, Κεφαλάρι, Ψάρι).

Η αμπελοοινική ζώνη της Νεμέας εκτείνεται υψομετρικά από 200μ. έως και 850μ. Για αυτό τον λόγο έχει γίνει υποδιαίρεση της ζώνης σε τρεις υποζώνες με διαφορές στο μικροκλίμα άρα και στην περίοδο συγκομιδής. Οίνοι από διαφορετικές υποζώνες παρουσιάζουν διαφορές ως προς την ένταση του χρώματος, την οξύτητα κ.α. και ανάλογα είναι επιδεκτικά για την παραγωγή διαφορετικών τύπων οίνων.

Συγκεκριμένα οι υποζώνες είναι οι εξής:

- * Πεδινή: υψόμετρο έως και 350μ. Περιλαμβάνει τον κάμπο της Νεμέας (Ξηρόκαμπος) και την περιοχή της Αρχαίας Νεμέας. Είναι η πλέον παραγωγική περιοχή.

- * Ημιορεινή: υψόμετρο από 350μ. έως 600μ. Περιλαμβάνει τις πλαγιές των λόφων που περιβάλλουν τον κάμπο. Θεωρείται η καλύτερη λόγω της κλίσης του εδάφους που προσφέρει έκθεση στον ήλιο και στράγγιση των εδαφών.
- * Ορεινή: υψόμετρα από 600μ και πάνω. Περιλαμβάνει κυρίως τα δυτικά υψίπεδα της Νεμέας και τους πρόποδες της Κυλλήνης (Ζήρεια). Είναι η ψυχρότερη υποζώνη.

Ο τρύγος αρχίζει περί τα μέσα Σεπτεμβρίου στην πεδινή ζώνη όπου τότε έχει ολοκληρωθεί και η ωρίμανση των σταφυλιών. Ακολουθεί η ημιορεινή και 20 με 25 αργότερα μέρες η ορεινή ζώνη.

1.3 ΑΣΠΡΟΚΑΜΠΟΣ ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ

Η δειγματοληψία για το συγκεκριμένη ερευνητική μελέτη πραγματοποιήθηκε στο κτήμα Κατώγι – Στροφιλιά ΑΕ, στον Ασπρόκαμπο, Κορινθίας. Το οινοποιείο βρίσκεται στον Ασπρόκαμπο, σε υψόμετρο 800 μέτρων. Στις εγκαταστάσεις του, οινοποιούνται σταφύλια της ποικιλίας (*Vitis vinifera L.*) cv Αγιωργήτικο, αλλά και σταφύλια της ποικιλίας Ροδίτης, που καλλιεργούνται στο γειτονικό οροπέδιο της Μαμουσιάς.

Το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται από χειμώνα ψυχρό, με αρκετές βροχές και χιόνια, άνοιξη δροσερή και καλοκαίρι ξηρό, με υψηλές θερμοκρασίες την ημέρα και χαμηλότερες την νύχτα. Στο υψόμετρο αυτό η ωρίμανση των σταφυλιών γίνεται δύσκολα (όψιμος τρύγος), ενώ τα σταφύλια ανεβάζουν πιο δύσκολα αλκοολικό βαθμό. Οι αμπελώνες της ορεινή Νεμέας, στις κοινότητες Ασπροκάμπου και Ψαρίου, εμφανίζουν εδάφη βαθιά, αργιλώδη, αλκαλικά, με αρκετό ανθρακικό ασβέστιο ενώ η απόδοσή τους δεν ξεπερνά τα 900 kg/στρ.

2 Η ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΑΓΙΩΡΓΗΤΙΚΟ

Η ποικιλία (*Vitis vinifera L.*) εν Αγιωργήτικο καλλιεργείται στην ευρύτερη περιοχή της Νεμέας (27.000 στρ. περίπου).

Γνωστή και ως Μαύρο Νεμέας ή Μαυρούδι (Νεμέας) αν και βάσει βιοχημικών μεθόδων (Σταυρακάκης 1990), το συνώνυμο Μαυρούδι είναι διαφορετική ποικιλία.



Εικόνα 2. Αμπελώνας στον Ασπρόκαμπο - Νεμέας

Η αμπελουργική ζώνη παραγωγής ερυθρών ΠΟΠ «Νεμέα» είναι η μεγαλύτερη στην Ελλάδα και χαρακτηρίζεται από μεγάλη ετερογένεια εδαφικών και κλιματικών συνθηκών (υψόμετρο 250-850μ.) λόγω της μεγάλης έκτασης της. Η καλλιέργεια του Αγιωργήτικου καλύπτει το 80% των αμπελώνων της περιοχής. Συνίσταται για τα αμπελουργικά διαμερίσματα της Πελοποννήσου, της Ν.Α. Αττικής, Πειραιώς, τους νομούς Αιτωλοακαρνανίας, Βοιωτίας και Εύβοιας και επιτρέπεται στους νομούς Δράμας, Πέλλας, Πιερίας.

2.1 ΑΜΠΕΛΟΓΡΑΦΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΣΤΑΔΙΑ

Κορυφή νεαρής βλάστησης: Μετρίως ανοιχτή έως ανοιχτή, κιτρινοπράσινη, χνοώδης, κατά τόπους βαμβακώδης, με πόδινη παρυφή.

Νεαρά φύλλα: Πράσινα, χνοώδη-βαμβακώδη στην κάτω επιφάνεια στιλπνά, με μικρές ροδόχροες και οριχάλκινες περιοχές, μεταξώδη στην άνω επιφάνεια του ελάσματος.

Ποώδης βλαστός: Οριζόντιος, αραχνουφής, πράσινος έως κιτρινοπράσινος στην κοιλιακή πλευρά, πράσινος με ερυθρές ραβδώσεις στην νωτιαία πλευρά. Κόμβοι αραχνουφής, ερυθροί με πράσινα στίγματα. Οφθαλμοί πράσινοι με ερυθρές περιοχές.

Ανεπτυγμένο φύλλο: Μέτριο έως μεγάλο, σφηνοειδές, πεντάκολπο (135-3-58). Έλασμα κυματώδες, ελαφρώς πομφολυγώδες, παχύ με αναδιπλώσεις κατά μήκος των κυρίως νευρώσεων, βαθυπράσινο και λείο στην άνω επιφάνεια. Μισχικός κόλπος κλειστός, σχήματος V, με επικαλυπτόμενους λοβούς. Ανώτεροι κόλποι βαθείς, κλειστοί, σχήματος V, με επικαλυπτόμενους λοβούς. Κατώτεροι κόλποι μέτριου βάθους, με συγκλίνοντα χείλη, σχήματος U ή V. Νευρώσεις κιτρινοπράσινες, χνοώδεις στην κάτω επιφάνεια του ελάσματος. Οδόντες μέτριοι έως μεγάλοι, με τις πλευρές σχεδόν ευθείες.

Μίσχος μέτριου μήκους και πάχους, πράσινος με ερυθροιώδεις ραβδώσεις, χνοώδης, με αραιά όρθια τριχίδια.

Έλικες: Διαλείπουσες, λείες, πράσινες, δισχιδείς και πολυσχιδείς, μέτριου έως και μεγάλου μήκους.



Εικόνα 3. Ποικιλία Αγιωργήτικο

Σταφυλή: Μέτρια, κωνική ή κυλινδροκωνική, συχνά διπλή, πυκνή έως πολύ πυκνή. Ποδίσκος βραχύς έως μέτριος που κατά κανόνα ξυλοποιείται πλήρως, δυσχερούς αποκοπής.

Ράγα: Μικρή έως μέτρια, σφαιρική ενίοτε ωοειδής. Φλοιός μετρίως παχύς έως παχύς, μετρίως ανθεκτικός, κυανομέλας, πλούσιος σε ανθοκυάνες, καλυμμένος με άφθονη ανθηρότητα. Σάρκα χυμώδης, γλυκιά έως ελαφρά υπόξινη, μετρίως μαλακή. Ποδίσκος βραχύς, πράσινος, χαλαρής πρόσφυσης και ευχερούς απόσπασης.

Γίγαρτα: 2-3, συνήθως δύο ανά ράγα, μέτρια, απιοειδή, με ράμφος παχύ.

Κληματίδα: Ερυθροκάστανη έως ερυθροιώδης με φακίδια, κυκλικής έως ελλειψοειδούς τομής, γωνιώδης, λεία.

Έναρξη βλάστησης: Τέλη 3^{ου} δεκαημέρου του Μαρτίου. *Πλήρης βλάστηση:* Αρχές 3^{ου} δεκαημέρου του Απριλίου. *Έναρξη άνθησης- Πλήρης άνθηση:* 2^ο δεκαήμερο του Μαΐου.

Έναρξη ωρίμανσης: Τέλη του 3^{ου} δεκαημέρου του Ιουλίου. *Πλήρης ωρίμανση:* 3^ο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου, ενίοτε και νωρίτερα.

2.2 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ

Ποικιλία μετρίως ζωηρή έως ζωηρή, εύρωστη, όψιμης ωρίμανσης, πολύ παραγωγική. Ο τυφλός οφθαλμός είναι γόνιμος. Στους νέους αμπελώνες τα πρέμνα μορφώνονται σε γραμμικά σχήματα, το κλάδεμα καρποφορίας είναι βραχύ.

Ιδιαίτερο ρόλο στην ποιότητα των παραγόμενων οίνων φαίνεται να παίζει η διαμόρφωση του ανάγλυφου του εδάφους και η αυξημένη ατμοσφαιρική υγρασία υπό την επίδραση των καταβατικών ανέμων, ειδικά στους ημιορεινούς αμπελώνες που επηρεάζουν σημαντικά το βαθμό της υδατικής καταπόνησης των πρέμνων συμβάλλοντας στην ομαλή ωρίμανση με όλες τις ευεργετικές επιπτώσεις στην ποιότητα των σταφυλιών και των παραγόμενων οίνων.

Η ποικιλία Αγιωργήτικο καλλιεργείται σε διαφόρων ειδών εδάφη, αργιλώδη, αργιλοπηλώδη, μαργώδη, σχιστολιθικά, όπως είναι τα περισσότερα εδάφη της αμπελουργικής ζώνης της Νεμέας.

Η συμπεριφορά της ποικιλίας Αγιωργήτικο στους επιτραπέζιους και επιτόπιους εμβολιασμούς είναι ικανοποιητική και δεν παρουσιάζει προβλήματα μη αρμονικής συμβίωσης με τα αντιφυλλοξηρικά υποκείμενα της 110 R και 41 B που έχουν χρησιμοποιηθεί κατά την πρώτη αναμπέλωση αλλά και με τα 1103 P, 140 Ru.

2.3 ΤΟ ΓΛΕΥΚΟΣ ΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ

Το γλεύκος της ποικιλίας χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα (220-240 g/L), χαμηλή οξύτητα (4,4-4,6 g/L σε τρυγικό οξύ) και έχει pH 3.4-3.8. Από τις πλουσιότερες ελληνικές ποικιλίες αμπέλου σε ανθοκυάνες (900-1.000mg/Kg ραγών) και ολικές φαινόλες (2.400-2.500 mg/Kg ραγών), (Χαρβαλιά και Μπένα- Τζούρου, 1981). Σύμφωνα με την Χαρβαλιά, (Κουράκου, 1998), πρόκειται για μία από τις τέσσερις πιο πλούσιες σε ανθοκυάνες καλλιεργούμενες γηγενείς ποικιλίες (Αγιωργήτικο, Βερτζαμί, Μανδηλαριά, Μαυροδάφνη) στη χώρα μας.

Οι οίνοι που παράγονται από την ποικιλία Αγιωργήτικο χαρακτηρίζονται από πλούσιο, βαθύ χρώμα με ιώδεις αποχρώσεις και έχουν ικανότητα παλαίωσης. Μετά την παλαίωση αποκτούν άρωμα και χρώμα.

Η ποικιλία Αγιωργήτικο είναι πολυδυναμική και δίνει οίνους ερυθρούς ξηρούς, ημίξηρους, γλυκείς, ημίγλυκους, πλούσιους σε ανθοκυάνες.

Κατά την Κουράκου (1998), μια εκλεκτή ποικιλία

Ερυθροί και ερυθροί ξηροί οίνοι

Κορινθιακός

Κλημέντι

Λακωνικός

Ηλείας

Αρκαδίας

Ληλάντιου Πεδίου

οιναμπέλου χαρακτηρίζεται ως πολυδυναμική, από οινολογική άποψη, όταν η χημική σύσταση του γλεύκους, σε διαφορετικά στάδια ωριμότητας, είναι κατάλληλη για την παραγωγή διαφορετικών τύπων οίνων. Η δε ωριμότητα που αντιστοιχεί σε κάθε τύπο οίνου χαρακτηρίζεται ως τεχνολογική. Η παραγωγή των διαφορετικών τύπων οίνου δικαιολογείται και από την ανομοιογένεια της ζώνης (Σταύρακας, 2010).

3 ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΓΑ)

Την τελευταία δεκαετία έχουν αναπτυχθεί καινοτόμες μέθοδοι διαχείρισης αγροτεμαχίων. Αυτές οι μέθοδοι αναφέρονται με το γενικό όνομα Γεωργία Ακριβείας, ΓΑ (Precision Agriculture) και η προσαρμογή τους στους αμπελώνες έχει ονομαστεί αμπελουργία ακριβείας (precision viticulture).

Ως Γεωργία Ακριβείας, Γ.Α. θεωρείται μια συνεχής κυκλική διαδικασία παρατήρησης, αξιολόγησης και ερμηνείας που οδηγεί στην εφαρμογή ενός στοχευμένου σχεδίου διαχείρισης, ακολουθούμενη από περαιτέρω παρατήρηση και τελειοποίηση του σχεδίου διαχείρισης, αν αυτό είναι απαραίτητο.

Χαρακτηριστικό της συγκεκριμένης μεθόδου είναι ότι αντί να γίνονται οι καλλιεργητικές φροντίδες με βάση τις μέσες τιμές της παραγωγής και γονιμότητας του αγροκτήματος, πραγματοποιείται ξεχωριστή διαχείριση σε κάθε τμήμα του αγρού ανάλογα με τις πραγματικές του ανάγκες.

Η λογική πίσω από αυτή τη διαδικασία είναι ότι μέσω της χρήσης των χωρικών πληροφοριών, κάθε δεδομένη αμπελουργική απόφαση έχει αυξημένη πιθανότητα να παρέχει το επιθυμητό ή αναμενόμενο αποτέλεσμα σε σύγκριση με μια παρόμοια απόφαση που έχει παρθεί χωρίς τις εν λόγω πληροφορίες. Ωστόσο, είναι σημαντικό να συνειδητοποιήσουμε ότι η χρήση των χωρικών πληροφοριών από μόνη της αποτελεί επίσης μια ευκαιρία για τη βελτίωση της

αμπελουργικής γνώσης και τις αποφάσεις που λαμβάνονται όσον αφορά στη διαχείριση των αμπελοτεμαχίων.

Η ΓΑ δεν είναι ούτε καινούργια ούτε περίπλοκη (Rawlins,1997) έχει χρησιμοποιηθεί στην βιομηχανία της γαλακτοκομίας για χρόνια. Στην Αυστραλία και στις Ηνωμένες Πολιτείες, το αρχικό ενδιαφέρον για την ΓΑ εκδηλώθηκε στην βιομηχανία των σιτηρών. Η ΓΑ στην αμπελουργία (Bramley and Proffitt, 1999) έγινε εμπορικά διαθέσιμη στην Αυστραλία το 1999.

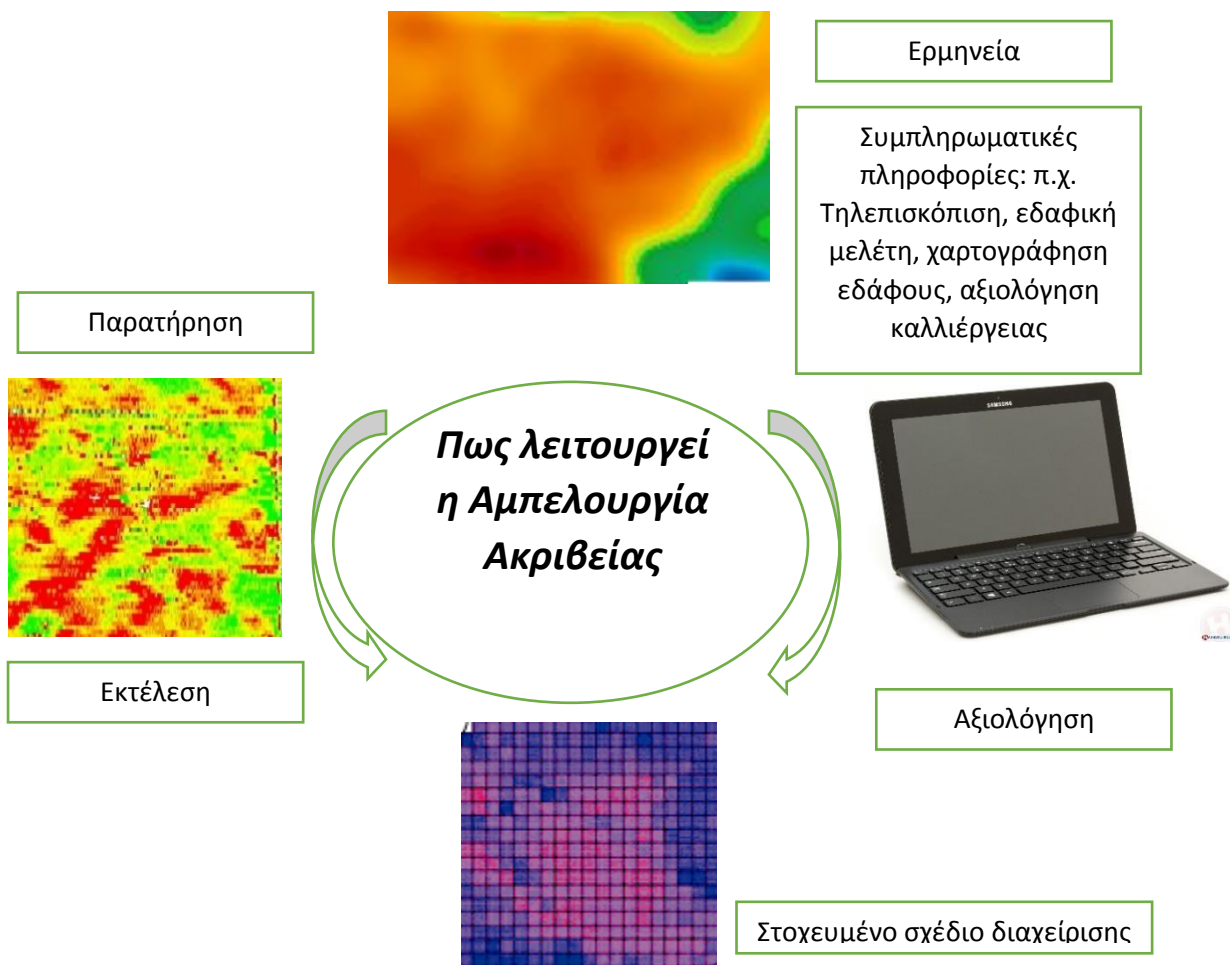
3.1 ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (ΑΑ)

Κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας, είναι ομόφωνα αποδεκτή η επίτευξη συσχέτισης μεταξύ της μεταβλητότητας εντός πεδίου στην αμπελουργία (Bramley και Hamilton

Η Αμπελουργία ακριβείας, Α.Α ορίζεται ως εφαρμογή της Γεωργίας Ακριβείας σε αμπελώνες και περιλαμβάνει τη διαχείριση τους μέσω μιας επαναλαμβανόμενης κυκλικής διαδικασίας.

(Bramley κ.α. 2003)

2007, Tisseyre κ.α. 2007) και τις συνέπειες της μεταβλητότητας αυτής στην ποιότητα του σταφυλιού (Bramley κ.α. 2011a, Martinez Casasnovas κ.α. 2012) με άμεσο επακόλουθο την κερδοφορία του οινοποιείου (Bramley κ.α. 2011b, Proffitt και Pearse 2004). Δεδομένου ότι τα περισσότερα αμπέλια έχουν φυτευτεί χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η υφιστάμενη ετερογένεια των εδαφών, ένας από τους πιο χρήσιμους σκοπούς της Αμπελουργίας Ακριβείας είναι να οριοθετηθούν μέσα στον αμπελώνα, ζώνες, προκειμένου να προσαρμοστούν οι γεωπονικές πρακτικές ανάλογα με τις ειδικές απαιτήσεις της κάθε ζώνης ή και να πραγματοποιείται η συγκομιδή σε διαφορετικές παρτίδες που μετέπειτα να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή οίνων με διαφορετικά χαρακτηριστικά.



Εικόνα 4. Σχηματική απεικόνιση της μεθόδου Αμπελουργίας ακριβείας. Η διαδικασία αρχίζει με την τοπογράφηση του εδάφους και την απόκτηση συμπληρωματικών πληροφοριών (πχ. Χαρτογράφηση εδάφους), ακολουθείται ερμηνεία και αξιολόγηση των πληροφοριών που οδηγεί στην εκτέλεση του σχεδίου διαχείρισης. Αυτό ακολουθείται από περαιτέρω παρατήρηση (ήταν επιτυχημένη η στρατηγική που ακολουθήθηκε;). Η διαδικασία απόκτησης και χρήσης των δεδομένων είναι συνεχής και η βελτίωση του σχεδίου στοιχειώδης. Με τον καιρό, τα στοιχεία που συλλέγονται κατά την διάρκεια της παρατήρησης αποκτούν προγνωστική αξία (Bramley, 2001a).

Κατά τις πρώτες προσεγγίσεις έγινε προσπάθεια να καθοριστούν ζώνες μόνο με βάση φυτικούς δείκτες, όπως οι δείκτες NDVI και PCD, οι οποίοι έχουν αποδειχθεί ότι συσχετίζονται καλά με τον ετήσιο ρυθμό αύξησης βλαστών (Hall κ.α. 2011), αλλά και απόδοσης (Arno κ.α. 2011, Bramley και Hamilton 2004). Ο δείκτης NDVI αναλύεται στη συνέχεια, αφού χρησιμοποιήθηκε στο παρών πείραμα. Η μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας και της ζωηρότητας είναι ο τομέας που έχει υιοθετηθεί περισσότερο από του παραγωγούς και τα

οινοποιεία για αρκετούς λόγους. Είναι δυνατόν να πάρει χρονικά, πληροφορίες υψηλής ανάλυσης κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, οι οποίες μπορεί να φανούν χρήσιμες για τη διαχείριση της φυλλικής επιφάνειας, της λίπανσης και της άρδευσης. Οι πληροφορίες μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να οριοθετηθούν ζώνες με διαφορές στη ζωηρότητα με στόχο την καλύτερη αξιολόγηση της δειγματοληψίας όσον αφορά στην απόδοση και την ποιότητα, και τελικά να σχεδιάσουν ένα διαφορετικό τρόπο συγκομιδής, ανάλογα με τη μετρούμενη ποιότητα. Η εφαρμογή των εν λόγω πληροφοριών ενισχύεται από την ευρεία διαθεσιμότητα αισθητήρων και τις εμπορικές εταιρείες που παρέχουν τις πληροφορίες στους καλλιεργητές και τα οινοποιεία. Το γεγονός αυτό επέτρεψε την ταχεία εφαρμογή της τεχνολογίας τόσο σε εμπορικό όσο και σε ερευνητικό επίπεδο.

Ωστόσο, η αντιστοιχία των ζωνών αυτών με την σύσταση των σταφυλιών δεν είναι τόσο σαφής (Lamb κ.α. 2004). Για να ξεπεραστεί αυτός ο περιορισμός, μερικοί συγγραφείς οριοθέτησαν τον αμπελώνα σε ζώνες χρησιμοποιώντας το συνδυασμό των διαφόρων πληροφοριών, όπως για παράδειγμα τα χαρακτηριστικά του εδάφους, το υψόμετρο και το φορτίο των καρπών ή την απόδοση από προηγούμενα έτη, οι ζώνες οριοθετούνται από κοινές μεθόδους ομαδοποίησης. Αυτή η προσέγγιση έχει αποδειχθεί ότι είναι η πιο ικανοποιητική, αν και η συσχέτιση μεταξύ των ζωνών που λαμβάνονται και η σύσταση των σταφυλιών, ιδιαίτερα οι φαινόλες, δεν είναι απόλυτα ακριβής (Arno κ.α. 2012, Santesteban κ.α. 2013).

Η συγκεκριμένη τεχνολογία σε συνδυασμό με άλλα εργαλεία όπως το παγκόσμιο διαφορικό σύστημα εντοπισμού θέσης (differential global positioning systems, dGPS) και το γεωγραφικό πληροφοριακό σύστημα (geographical information system, GIS) προωθεί την ικανότητα των οινοπαραγωγών να αποκτήσουν λεπτομερές εδαφικές πληροφορίες και να ξεκινήσουν να χρησιμοποιούν την ρυθμιζόμενη παραγωγή των σταφυλιών και του κρασιού ανάλογα με τις επιδόσεις του αμπελώνα, και των στόχων που επιθυμούν όσον αφορά την απόδοση, την ποιότητα και το περιβάλλον.

Σωστή χρήση της μεθόδου ΑΑ εξαρτάται και από την κατανόηση των παραμέτρων που οδηγούν στη ποικιλομορφία του αμπελώνα και την χρονική σταθερότητα της χωρικής διακύμανσης στην απόδοση του αμπελώνα. (Bramley κ. α., 2001a).

Στην Ευρώπη, η μέθοδος της ΓΑ, γενικά, δέχεται ευρύτερης αποδοχής από της βόρειες κυρίως χώρες. Η Δανία παρουσιάζει μεγάλη ανάπτυξη σε εφαρμογές ΓΑ. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι υπήρξε πρωτοπόρος στον εξοπλισμό των αγροτικών μηχανημάτων με GPS (Blackmore κ.α. 2002). Στις Νότιες χώρες τις Ευρώπης αντίθετα, παρατηρείται μια υστέρηση στην υιοθέτηση των συγκεκριμένων καλλιεργητικών τεχνικών.

3.1.1 Εφαρμογές της Αμπελουργίας Ακριβείας ανά τον κόσμο

Η Αμπελουργία ακριβείας εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στην Αυστραλία και στις ΗΠΑ (Καλιφόρνια) το 1999 σε αμπελώνες που η συγκομιδή γινόταν μηχανικά (Bramley 2001a, Wample 1999) και ακολούθησε η εφαρμογή της στη Γαλλία (Tisseyre κ.α. 2001). Το 2001 στη Χιλή πραγματοποιήθηκαν πειράματα χωρικής παραλλακτικότητας και ποιότητας των καρπών, (Ortega κ.α. 2003), ενώ στην Ισπανία, η εφαρμογή της μεθόδου παρουσιάστηκε για πρώτη φορά το 2002 (Arno κ.α. 2005).

Πολλά ερευνητικά προγράμματα που αφορούν την ΑΑ υπάρχουν ήδη πλέον σχεδόν σε όλες τις σημαντικές περιοχές παραγωγής κρασιού του κόσμου συμπεριλαμβανομένων, της Γαλλίας (Tisseyre κ.α., 2005b, Goutouly και Gaudillière, 2006, Bobillet κ.ά., 2005), της Ισπανίας (Arno κ.α., 2005), των ΗΠΑ (Johnson κ.α., 2003), της Χιλής (Ortega-Farias κ.α., 2003, Ortega κ.α., 2003, Best κ.ά., 2005), της Νότιας Αφρικής (Strever κ.α., 2004), της Νέας Ζηλανδίας (Pratt κ.α., 2004) και της Αυστραλίας, όπου η υιοθέτηση της μεθόδου φαίνεται να είναι πιο προχωρημένη (Lamb κ.α., 2004, Bramley και Hamilton, 2004, Taylor κ.α., 2005b) (Taylor και Tiserye, 2005)

Στην Ελλάδα η αμπελουργία ακριβείας εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στη Θεσσαλία, και συγκεκριμένα στο Δαμάσι Τυρνάβου και στη Ραψάνη Λάρισας για την καλλιεργητική περίοδο 2004 – 2005 σε αμπελώνες έκτασης 6,5 και 7 στρεμμάτων αντίστοιχα. Παρόλο που η έκταση των αμπελώνων που μελετήθηκαν ήταν μικρή, διαπιστώθηκε μεγάλη χωρική παραλλακτικότητα τόσο στην παραγωγή όσο και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά, ικανή να οδηγήσει σε διαμόρφωση ζωνών διαχείρισης (Tagarakis κ.α. 2006).

3.1.2 Οφέλη αμπελουργίας ακριβείας

Τα οφέλη της αμπελουργίας ακριβείας είναι ποικίλα. Η γνώση της μεταβλητότητας των επιδόσεων του αμπελώνα προάγει την πιο αποτελεσματική χρήση των εισακτέων στο σύστημα παραγωγής όπως σπρέι, λίπασμα και νερό, που οδηγεί στην βελτίωση της αποτελεσματικότητας του κόστους, της αύξησης της βιωσιμότητας καθώς και της ικανότητας να παρουσιάζονται οι καλύτερες πρακτικές που χρησιμοποιήθηκαν (Cook και Bramley, 1998).

Βασικός παράγοντας κυρίως στις οινοποιήσιμες ποικιλίες αποτελεί η ποιότητα των παραγόμενων σταφυλιών αφού καθορίζει την τιμή του παραγόμενου οίνου. Συνεπώς, κατά την εφαρμογή της αμπελουργίας ακριβείας έχει γίνει εκτεταμένη έρευνα όσον αφορά στην χαρτογράφηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των σταφυλιών. Ο Bramley (2005) μελέτησε την ποιότητα των σταφυλιών σε δύο εμπορικούς αμπελώνες καταλήγοντας ότι η παραλλακτικότητα των παραμέτρων της ποιότητας ήταν πολύ χαμηλότερη σε σχέση με αυτή της παραγωγής.

Βάσει των δεδομένων της AA μπορεί να πραγματοποιείται τρύγος ανάλογα με τον ποιοτικό προσδιορισμό. Γεγονός με μεγάλο αντίκτυπο στο κέρδος της βιομηχανίας (Bramley και Proffitt, 1999). Αυτό οφείλεται στις διαφορές των τιμών των ακριβών και φθηνών σταφυλιών και στην προστιθέμενη τιμή που σχετίζεται με την παραγωγή οίνου από φθηνά ή ακριβά σταφύλια.

Επιπλέον, οι οινοπαραγωγοί στοχεύουν στο να κάνουν τα ακριβά κρασιά όσο το δυνατόν πιο ποιοτικά και στο να εξασφαλίσουν πως η ποιότητα των ακριβών κρασιών δεν μειώνεται με το να συμπεριλαμβάνονται χαμηλότερης ποιότητας σταφύλια. Ο διαχωρισμός της καλλιέργειας προσφέρει επίσης την δυνατότητα της προσαρμογής της συγκομιδής ανάλογα με τη ζήτηση της αγοράς καθώς και με την δυνατότητα αποθήκευσης του κρασιού. Επιπλέον, η δυνατότητα να εξασφαλιστεί ο βέλτιστος χρόνος στις δεξαμενές ζύμωσης για τα ανώτερα ποιοτικά κρασιά έχει υπάρξει κρίσιμο ζήτημα στη διαχείριση του οινοποιείου. Είναι επιτακτική η ανάγκη για έλεγχο των ανώτερων ποιοτικά κρασιών αφού για παράδειγμα στην Αυστραλία, το ποσοστό αύξησης των αμπελώνων είναι μεγαλύτερο από το ποσοστό επέκτασης της χωρητικότητας των οινοποιείων (Bramley κ.α., 2001a). Το συγκεκριμένο θέμα σχετίζεται στενά με την αγορά σταφυλιών από αμπελώνες που δεν ανήκουν στην εταιρεία, σημαντικός παράγοντας που πρέπει να συμπεριληφθεί στον επιχειρησιακό σχεδιασμό ενός οινοποιείου. Συνεπώς, η μελέτη της μεταβλητότητας του αμπελώνα οδηγεί στην βελτίωση της χωρητικότητας με βάσει την λεπτομερή πρόβλεψη της συγκομιδής. Επίσης, η γνώση αυτή μπορεί να βελτιώσει την διαδικασία δειγματοληψίας από τον αμπελώνα, όπως μπορεί να απαιτείται για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με τον προγραμματισμό της συγκομιδής, ή για καλλιεργητικές τεχνικές σχετικές με την απόδοση ή τον έλεγχο της ποιότητας, όπως το αραίωμα του φορτίου ή των φύλλων.

Οι ερευνητές που ασχολούνται με την ΑΑ οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα ότι με την επιλεκτική συγκομιδή είναι δυνατή η ταυτόχρονη παραγωγή οίνων εξαιρετικής και οίνων κατώτερης ποιότητας από τον ίδιο αμπελώνα (Bigot κ.α. 2013). Στην Ιταλία τα έτη 2009 και 2010 δημιουργήθηκαν ζώνες οι οποίες οινοποιήθηκαν χωριστά, ύστερα από μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών των σταφυλιών. Παρόμοιες μελέτες, πραγματοποιήθηκαν από τον Santos 2012, ο οποίος μελέτησε σε αμπελώνες της Βραζιλίας την χωρική παραλλακτικότητα των ποιοτικών χαρακτηριστικών μετρώντας την περιεκτικότητα σε ανθοκυάνες, το pH, την ολική

οξύτητα και την περιεκτικότητα σε ολικά διαλυτά στερεά του γλεύκους με σκοπό την κατηγοριοποίηση της παραγωγής οίνων ανάλογα με τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά.

Τέλος, ο βελτιωμένος έλεγχος της διαδικασίας παραγωγής μέσω της υιοθέτησης της ΑΑ, παρέχει στους οινοποιούς μια βελτιωμένη βάση για την πληρωμή των παραγωγών, με βάση τόσο την απόδοση όσο και την ποιότητα. Οι καλλιεργητές οι οποίοι είναι σε θέση να αποδείξουν τη χρήση επιθυμητών διαδικασιών ή συστημάτων διασφάλισης ποιότητας, όπως το πρότυπο ISO, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν βάση για σωστή τιμολόγηση (Bramley και Proffitt 1999).

Όπως αναφέρθηκε, ο συνδυασμός νέων τεχνολογιών και μεθόδων θα επιτρέψει στους οινοπαραγωγούς τη βελτιστοποίηση των συστημάτων παραγωγής λαμβάνοντας υπόψη τις τεχνικές και οικονομικές πτυχές της διαχείρισης, καθώς και τα περιβαλλοντικά ζητήματα που προκύπτουν στο επίπεδο του αγροτεμαχίου. Ένα παράδειγμα αυτής της βελτίωσης είναι η δυνατότητα υιοθέτησης σε οριοθετημένο πια χώρο τη σωστή διαχείριση για τη βελτιστοποίηση της χρήσης λιπασμάτων ή της άρδευσης στους αμπελώνες (Taylor και Tiserye, 2005).

Τα εργαλεία και οι μέθοδοι της ΑΑ προσφέρουν μεγάλες ευκαιρίες σε πολυετείς καλλιέργειες, όπως αυτές των αμπελοκαλλιιεργειών. Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν και προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπίσει ο κλάδος της αμπελουργίας πριν από την ευρεία υιοθέτηση των τεχνολογιών αυτών. Η πρώτη πρόκληση είναι η λήψη λογικών αποφάσεων για την σωστή απόδοση αυτών των τεχνολογιών, δηλαδή τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της παραγωγής καθώς και μια μεγαλύτερη κατανόηση για το πώς η χρήση των αισθητήρων σχετίζεται με τη φυσιολογία της αμπέλου. Επίσης είναι αναγκαίο να εξασφαλιστεί ότι υπάρχει επαρκής ικανότητα σε δεξιότητες, σε κατάρτιση, καθώς και σε πληροφόρηση ώστε η ΑΑ να λειτουργήσει εμπορικά (Taylor και Tiserye, 2005).

3.1.3 Χαρτογράφηση ποιότητας

Η ποιότητα αποτελεί ένα χαρακτηριστικό που είναι ιδιαίτερα σύνθετο, κυρίως όσον αφορά στις οινοποιήσιμες ποικιλίες, αφού αποτελείται από συνδυασμό παραμέτρων. Τα χαρακτηριστικά αυτά βρίσκονται εντός των επιθυμητών ορίων που ορίζονται από τις εκάστοτε απαιτήσεις του οινοποιού.

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά παρουσιάζουν χωρική παραλλακτικότητα, γεγονός που αναδεικνύει περισσότερο τα οφέλη της ΑΑ. Στο συμπέρασμα αυτό κατέληξε ο Bramley (2001) αφού μέτρησε ποιοτικές παραμέτρους όπως ο αριθμός βότρεων ανά πρέμνο, το βάρος των βότρεων, το βάρος ράγας, την περιεκτικότητα του γλεύκους σε σάκχαρα, το pH, την ολική οξύτητα και την συγκέντρωση σε φαινολικές ενώσεις. Ακόμα, οι Bramley & Hamilton (2004) και στην συνέχεια ο Bramley (2005) απέδειξαν πως η υψηλή χωρική παραλλακτικότητα των ποιοτικών χαρακτηριστικών δεν ξεπερνά την παραλλακτικότητα στην παραγωγή.

Σύμφωνα με τους Santesteban κ.α. (2013) η έλλειψη χρονικής σταθερότητας της χωρικής παραλλακτικότητας είναι δύσκολο να οριστεί αφού οι διεργασίες του φυτού που επηρεάζουν τη χημική σύνθεση των σταφυλιών είναι πολύπλοκες.

Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξε και ο Bramley αναφέροντας πως είναι δύσκολο να οριστούν ζώνες ποιοτικών χαρακτηριστικών, όπως η βιομηχανία κρασιού απαιτεί (Bramley 2005).

Παρόλα αυτά, βάσει οικονομικών αναλύσεων η χρήση της ΑΑ είναι επικερδής και εφαρμόσιμη τόσο σε οινοπαραγωγούς μικρής ποσότητας όσο και σε εταιρίες με μεγάλο όγκο παραγωγής (Bramley 2011b).

Οι Priori κ.α. (2013) μελετώντας την εφαρμογή της ΑΑ χώρισαν τον αμπελώνα σε 2 ομοιογενείς ζώνες λαμβάνοντας στοιχεία από τα δεδομένα της φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας (από τον αισθητήρα EM38), NDVI, μέτρηση απόδοσης (από πολυφασματικές αεροφωτογραφίες) και ενός εδαφικού δείκτη (topographic wetness index - TWI) που

υπολογίστηκε με βάση ενός μοντέλου προσδιορισμού της εδαφικής υγρασίας από υψομετρικές μετρήσεις. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, προκύπτουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των οίνων που παράχθηκαν από τις δύο ζώνες, ιδίως στην ένταση του χρώματος και την περιεκτικότητα σε ανθοκυάνες. Ακολούθησε οργανοληπτικός έλεγχος έπειτα από βμηνη παλαίωση των κρασιών που επιβεβαίωσε τις διαφορές μεταξύ των οίνων, ιδίως όσον αφορά το χρώμα, τη δομή, και τη συνολική τους βαθμολογία.

Σε μια άλλη προσέγγιση, οι Martinez-Casasnovas κ.α. (2012) δημιούργησαν ζώνες ανάλογα με την ποιότητα οινοποιήσιμων σταφυλιών χρησιμοποιώντας δεδομένα χαρτογράφησης του δείκτη NDVI και της παραγωγής της αμπέλου με στόχο την πραγματοποίηση επιλεκτικής συγκομιδής. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνάς τους, οι ζώνες που προήλθαν από τους χάρτες NDVI ήταν αποτελεσματικότερες στην αποτύπωση της διαφοροποίησης

Το SmartVineyard είναι ένα web-based σύστημα υποστήριξης αμπελουργικών εφαρμογών. Είναι ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο στον τομέα της αμπελουργίας ακριβείας και πρόκειται για σύστημα σχεδιασμένο για την αποθήκευση, τη διαχείριση, την πρόσβαση και τη διάδοση δεδομένων μέσω εφαρμογών WebGIS.

ποιότητας των σταφυλιών σε σχέση με τις ζώνες που προήλθαν από την χαρτογράφηση της παραγωγής. Σε άλλη έρευνα χαρτογραφήθηκε η ζωνρότητα των φυτών της αμπέλου, η παραγωγή και η ECa σε αμπελώνα ποικιλίας Cabernet Sauvignon. Από την κάθε ζώνη παράχθηκαν ξεχωριστοί οίνοι οι οποίοι αναλύθηκαν δείχνοντας σημαντικές διαφορές στα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους (Bramley κ.α. 2011d).

4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

4.1.1 Σκοπός

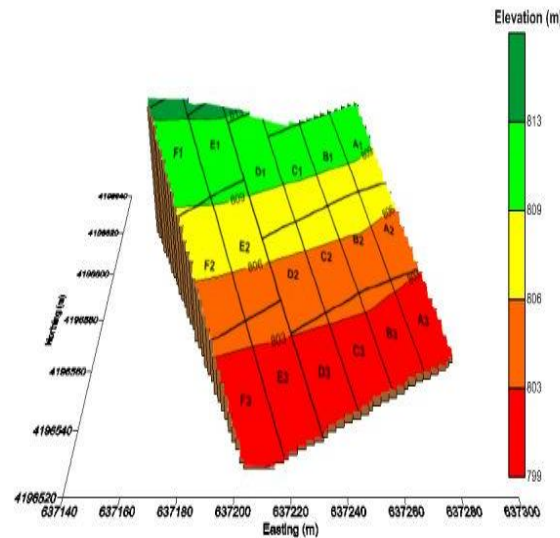
Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι η εφαρμογή της μεθόδου Αμπελουργίας Ακριβείας σε αμπελώνα στην περιοχή Ασπρόκαμπος, Νεμέα. Βασικός στόχος ήταν ο ποιοτικός προσδιορισμός της χωρικής παραλλακτικότητας, σε οίνο ποικιλίας Αγιωργήτικο. Αρχικά, πραγματοποιήθηκαν κλασσικές αναλύσεις και στις ράγες που συλλέχθηκαν από τον αμπελώνα αλλά και στον παραγόμενο οίνο. Στην συνέχεια, έγιναν μετρήσεις στα σταφύλια (ανθοκυάνες, φαινολικά και ταννίνες), μετρήθηκαν επίσης τα φαινολικά συστατικά του οίνου, ανθοκυάνες, ταννίνες, όπως αναφέρονται και αναλυτικά πιο κάτω. Τέλος, πραγματοποιήθηκε οργανοληπτικός έλεγχος στους οίνους με σκοπό τον ποιοτικό προσδιορισμό τους.

Όπως αναφέρθηκε και στα οφέλη της ΑΑ απώτερος σκοπός είναι η βελτίωση της ποιότητας με παράλληλη μείωση του κόστους παραγωγής μέσω της εφαρμογής μεθόδων ΑΑ, καθώς επίσης η διερεύνηση της φυσικής παραλλακτικότητας του αμπελώνα στην τελική οινοποίηση. Επιπρόσθετα η μεγάλη πληροφορία που θα συλλεχθεί για τον εν λόγω αμπελώνα θα βοηθήσει στην καλύτερη διαχείριση του αμπελώνα για καλύτερη παραγωγή με καλύτερη διαχείριση των εισροών.

4.1.2 Αμπελώνας

Η παρούσα μελέτη διεξήχθη σε μη αρδευόμενο αμπελώνα 10 στρεμμάτων. Στον αμπελώνα καλλιεργείται η ερυθρή ποικιλία (*Vitis vinifera L.*) cv Αγιωργήτικο και ανήκει στο κτήμα Κατώγι – Στροφιλιά Α.Ε. Το αγροτεμάχιο βρίσκεται στον Ασπρόκαμπο, Κορινθίας (γεωγραφικό πλάτος 37.54°, γεωγραφικό μήκος 22.33°). Το υποκείμενο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το 1103Ρ. Οι μετρήσεις στον αμπελώνα καθώς και η οινοποίηση πραγματοποιήθηκαν κατά την διάρκεια του έτους 2013. Ο αμπελώνας βρίσκεται σε υψόμετρο 800μ. Τα πρέμνα

είναι ηλικίας 3 ετών ενώ η απόσταση φύτευσης πρέμων είναι 1,0 x 2.5μ. Το σύστημα μόρφωσης είναι Λύρα.



Εικόνα 5. Κλίση πειραματικού αμπελώνα

4.1.3 Μετρήσεις στον αμπελώνα

Αρχικά πραγματοποιήθηκε χαρτογράφηση της παραγωγής με χρήση GPS την ημέρα του τρύγου. Έγινε χαρτογράφηση της ευρωστίας της κόμης της αμπέλου με τη χρήση οργάνου CropCircle sensor με χρήση GPS (ACS-210, Holland Scientific Inc., Lincoln, NE, USA), χωρίς επαφή με το φυτό (non-destructive). Οι κλούβες των σταφυλιών που συλλέχθηκαν, ζυγίστηκαν με



Εικόνα 6. Μέτρηση φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας (ECa) με χρήση του αισθητήρα EM38 RT, Geonics LTD

ζυγό ακριβείας και με χρήση ατομικού δέκτη GPS. Ακόμα μετρήθηκε η φαινομενική ηλεκτρική αγωγιμότητα (ECa) με EM-38, ανίχνευση με GPS και καταγραφέα δεδομένων (EM38 RT, Geonics LTD, Ontario Canada). Η αγωγιμότητα του εδάφους μετρήθηκε διασχίζοντας με τα πόδια κάθετα τον αμπελώνα μεταξύ των γραμμών, ενώ το DGPS

(Differential GPS 106, Trimble LTD., USA) κατέγραφε μία τιμή κάθε δευτερόλεπτο. Ο μέσος όρος των τιμών ECa υπολογίστηκε με το πρόγραμμα ArcMap 10.1 (ArcGIS 10.1, ESRI Inc., California, USA). Επιπλέον μετρήθηκε το υψόμετρο καθώς και η τοπική κλίση του εδάφους με την χρήση δορυφόρου SRTM και με τη βοήθεια του προγράμματος Global Mapper 14 (Blue Marble Geographics, Maine, USA).

Στην συνέχεια έγινε χαρτογράφηση της ποιότητας ύστερα από δειγματοληψία ραγών. Ο αμπελώνας χωρίστηκε σε 21 τμήματα. Σε κάθε ένα από τα 21 τμήματα έγινε κοπή 200 ραγών. Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν στις 30 Αυγούστου 2013, στις 7 Σεπτεμβρίου 2013 και κατά μία την περίοδο του τρύγου, δηλαδή, στις 17 Σεπτεμβρίου 2013. Επίσης δεύτερο δείγμα 50 ραγών συλλέχθηκε κατά τις δύο τελευταίες δειγματοληψίες και μετρήθηκε εκτός από το σύνολο των διαλυτών ουσιών (Brix), η ολική οξύτητα και το pH και οι συγκεντρώσεις των ανθοκυανών, φαινολικών και συμπυκνωμένων ταννινών.

4.1.4 Οινοποίηση

Η οινοποίηση των σταφυλιών πραγματοποιήθηκε στο οινοποιείο του Εργαστηρίου Οινολογίας, του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθήνας.

Τα σταφύλια που συλλέχθηκαν από τα 21 τμήματα οινοποιήθηκαν ξεχωριστά. Η μικροοινοποίηση έγινε σε γυάλινες νταμιτζάνες των 20 λίτρων, μετά την μεταφορά τους στις γυάλινες νταμιτζάνες έγινε θείωση του γλεύκους (60mg/L SO₂) ενώ προστέθηκαν πηκτινολυτικά ένζυμα σε αναλογία 3g/hL (Safizym Colour, Fermentis, France). Η αλκοολική ζύμωση πραγματοποιήθηκε στους 18 °C μετά από εμβολιασμό με ζύμες *Saccharomyces cerevisiae* (SC22, Fermentis, France) σε αναλογία 20 gr/hL οι οποίες είχαν προστεθεί σε νερό για 15min στους 38 °C). Καθημερινά γινόταν ανάδευση του γλεύκους ώστε να ομογενοποιείται το γλεύκος. Με το τέλος της αλκοολικής ζύμωσης πραγματοποιήθηκε μηλογαλακτική ζύμωση

αφού πρώτα έγινε μετάγγιση των δειγμάτων. Η μηλογαλακτική ζύμωση έγινε με προσθήκη γαλακτικών βακτηρίων *Oenococcus oeni*. Στο τέλος προστέθηκε επιπλέον θειώδης ανυδρίτης (50mg/L O₂), έγινε φιλτράρισμα και ο οίνος μεταγγίστηκε σε ασκούς ώστε να διατηρηθεί για τις αναλύσεις.

Καθημερινά κατά τη διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης γινόταν μέτρηση του Βέ, της θερμοκρασίας και της πυκνότητας, για τον έλεγχο της πορείας της ζύμωσης. Επίσης, για τον έλεγχο της πορείας της μηλογαλακτικής ζύμωσης γινόταν σε τακτά χρονικά διαστήματα προσδιορισμός με την μέθοδο TLC.

4.1.5 Αναλύσεις στα σταφύλια

Από το δείγμα των 200 ραγών πραγματοποιήθηκαν οι κλασσικές αναλύσεις Brix, ολική οξύτητα και pH. Στις δύο τελευταίες δειγματοληψίες μετρήθηκε επίσης η συγκέντρωση ανθοκυανών και ολικών φαινολικών στις ράγες με την μέθοδο Iland καθώς και η συγκέντρωση συμπυκνωμένων ταννινών με την χρήση του αντιδραστηρίου Methyl cellulose.

4.1.6 Αναλύσεις στον οίνο

Αφού ολοκληρώθηκε η οινοποίηση πραγματοποιήθηκαν εκτός από τις κλασσικές μετρήσεις, και μετρήσεις για τον ποσοτικό προσδιορισμό φαινολικών ουσιών, ανθοκυανών και ταννινών. Αναλυτικά, οι κλασσικές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν η μέτρηση του pH, των Brix, της ολικής οξύτητας, του αλκοολικού τίτλου καθώς και της πτητικής οξύτητας. Επιπλέον, μετρήθηκε η ένταση και η απόχρωση, ο δείκτης φαινολικών ουσιών καθώς και η συγκέντρωση συμπυκνωμένων ταννινών με την χρήση της methyl cellulose. Επιπλέον πραγματοποιήθηκαν υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC), μέτρηση ολικών ανθοκυανών (Ribereau – Gayon και Stonestreet, 1965), δείκτης ιονισμού (I%, Glories, 1978), ολικά φαινολικά (Singleton και Rossi, 1965), δείκτης υδροχλωρικού οξέος (HCl %, Glories, 1978), συγκέντρωση ταννινών με την μέθοδο Harbertson (Adams και Harberston, 1999),

συγκέντρωση ταννινών με βρασμό και συγκέντρωση φλαβονολών και προανθοκυανιδινών με το αντιδραστήριο DMAC (Li, Tannee, & Larkin, 1996). Τέλος έγινε οργανοληπτικός έλεγχος των οίνων για να προσδιοριστεί ο ποιοτικός τους χαρακτήρας αλλά και να συνδυαστεί με τα αποτελέσματα των μεθόδων που εφαρμόστηκαν. Πιο κάτω περιγράφονται αναλυτικά οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν.

4.2 ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

Στη συνέχεια αναλύονται οι αισθητήρες βλάστησης που χρησιμοποιήθηκαν στις μετρήσεις του πεδίου.

4.2.1 Global Positioning System – GPS

Για τον εντοπισμό της θέσης στην επιφάνεια της γης χρησιμοποιήθηκε η τεχνολογία του Global Positioning System – GPS που εμφανίζεται πολύ συχνά στις εφαρμογές ΓΑ. Το σύστημα αυτό παρέχει τη δυνατότητα εντοπισμού των συντεταγμένων της θέσης ενός αντικειμένου οποιαδήποτε στιγμή. Επομένως όλες οι μετρήσεις που πραγματοποιούνται στη ΑΑ, συνδέονται με συντεταγμένες και χωροθετούνται άμεσα.

4.2.2 NDVI (Normalized Vegetation Index)

Ένας αισθητήρας βλάστησης που χρησιμοποιείται ευρέως είναι ο NDVI (Normalized Vegetation Index) καθώς συσχετίζεται με τις ιδιότητες του φυλλώματος όπως η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη, η συνολική βιομάζα, η φυλλική επιφάνεια και η φυτική κάλυψη (Hansen & Schoerring 2003).

Ο δείκτης βλάστησης NDVI χρησιμοποιείται ευρέως στην ΑΑ καθώς χρησιμοποιείται στην χαρτογράφηση της παραλλακτικότητας των ιδιοτήτων του φυλλώματος όπως η πυκνότητα, η ζωηρότητα κ.α. Από έρευνες στον τομέα της αμπελουργίας ο NDVI έχει συσχετιστεί με τη ποιότητα των σταφυλιών (Bramley κ.α. 2003, Best κ.α. 2005). Οι μεταβολές στην

διαθεσιμότητα νερού και θρεπτικών συστατικών επηρεάζουν την ζωηρότητα του πρέμνου άρα και την απόδοση και ποιότητα παραγωγής, αφού μεταβάλλεται και η κατανομή του ηλιακού φωτός στην κόμη της αμπέλου (Hall κ.α. 2011).

Οι Best κ.α. (2005) σύγκριναν εργαλεία τηλεπισκόπησης με εδαφικές ιδιότητες για την εκτίμηση παραγωγής και ποιότητας των σταφυλιών σε αμπελώνα στην Χιλή. Κατέληξαν πως ο δείκτης NDVI που υπολογίστηκε μέσω τηλεπισκόπησης αποτελεί χρήσιμη παράμετρο σε αντίθεση με τις εδαφικές ιδιότητες που έδειξαν χαμηλή συσχέτιση με την παραγωγή.

Στην ουσία ο δείκτης NDVI υποδεικνύει πόσο πράσινο και πόσο πυκνό είναι το φύλλωμα. Παίρνει τιμές από μείον ένα (για το αμπέλι, η ελάχιστη τιμή βρίσκεται περίπου στο 0,3 που αντιστοιχεί σε αραιό ή/και χλωρωτικό φύλλωμα) έως 1,0 (πολύ πράσινο – ζωηρό φύλλωμα). (Ταγαράκης κ.α., 2014)

4.2.3 Αισθητήρας EM38

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) και η φαινομενική ηλεκτρική αγωγιμότητα (ECa) παρέχουν πληροφορίες για εδαφικά χαρακτηριστικά όπως είναι η αλατότητα, η μηχανική σύσταση (Corwin & Plant 2005) η περιεκτικότητα σε υγρασία, το βάθος του επιφανειακού ορίζοντα του εδάφους (Humphreys κ.α. 2004) και η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία (Shaner κ.α. 2008). Η φαινομενική ηλεκτρική αγωγιμότητα επηρεάζεται άμεσα από την υγρασία του εδάφους. Λόγω του ότι η υγρασία είναι καλός αγωγός του ηλεκτρισμού, οι ενδείξεις της ECa είναι υψηλότερες σε υγρό έδαφος. Οι μετρήσεις της ECa λοιπόν χρησιμεύουν στον διαχωρισμό του εδάφους σε ζώνες, άρα στην ΑΑ.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα, τελευταία μετριέται με τον φορητό αισθητήρα καταγραφής της ηλεκτρικής αγωγιμότητας "Geonics EM-38". Καθώς ο αισθητήρας κινείται σε μικρή απόσταση από το έδαφος γίνεται λήψη των τιμών και παράλληλα μέσω σύνδεσης με GPS αποθηκεύονται γεωδαιμένες. Ο αισθητήρας EM38 (Geonics) χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα για την

χαρτογράφηση της φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους του πειραματικού αμπελώνα.

4.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

4.3.1 Μέθοδοι στις ράγες

Στις ράγες που συλλέχθηκαν κατά την δειγματοληψία πραγματοποιήθηκαν οι κλασσικές αναλύσεις Brix, ολική οξύτητα και pH. Στις δύο τελευταίες δειγματοληψίες μετρήθηκε επίσης η συγκέντρωση ανθοκυανών και ολικών φαινολικών στις ράγες με την μέθοδο Hland καθώς και μέτρηση συμπυκνωμένων ταννινών με τη χρήση της Methyl cellulose.

4.3.1.1 Μέτρηση διαθλασιμετρίας - Brix

Δείκτης διάθλασης ονομάζεται το μέγεθος που περιγράφει πόσο έντονα διαθλάται το φως. Η μέτρηση του δείκτη διάθλασης μπορεί να χρησιμεύσει για τον καθορισμό της συγκέντρωσης των ουσιών που είναι διαλυμένες σε ένα υγρό, δηλαδή τα ολικά διαλυτά στερεά. Τα διαθλασίμετρα που χρησιμοποιούνται στην οινολογία είναι βαθμολογημένα σε βαθμούς Brix. Οι μετρήσεις με το διαθλασίμετρο εξαρτώνται από την θερμοκρασία, για αυτό υπάρχουν πίνακες μετατροπής θερμοκρασίας.

Στο χυμό σταφυλιού, σχεδόν το σύνολο των διαλυτών στερεών αποτελείται από σάκχαρα οπότε η μέτρηση με διαθλασίμετρο αντιστοιχίζεται κατευθείαν σε συγκέντρωση σακχάρων ($^{\circ}\text{Brix}$: $\frac{\text{g}_{\text{σακχάρου}}}{100 \text{ g}_{\text{διαλύματος}}}$).

4.3.1.2 Ολική- Ενεργή Οξύτητα

Τα κύρια οξέα του γλεύκους είναι το τρυγικό, το μηλικό και το κιτρικό. Τα οξέα αυτά είναι υπεύθυνα για την όξινη σύσταση του. Σαν προϊόντα αλκοολικής ζύμωσης παράγονται και νέα

οξέα όπως το ηλεκτρικό, το γαλακτικό, το οξικό κ.α. ενώ τα αρχικά οξέα υφίστανται ποσοτικές μεταβολές.

4.3.1.2.1 Ολική ή ογκομετρούμενη οξύτητα

Η ολική ή ογκομετρούμενη οξύτητα μετρά το σύνολο των ελεύθερων καρβοξυλομάδων που βρίσκονται στο γλεύκος και τον οίνο, είτε σε μοριακή κατάσταση είτε σε μορφή ανιόντων. Ο προσδιορισμός της βασίζεται στην εξουδετέρωση των όξινων ομάδων του δείγματος με πρότυπο διάλυμα αλκάλειος (συνήθως 0.1 M NaOH) παρουσία ενός δείκτη (δείκτης κυανό της βρωμοθυμόλης με περιοχή αλλαγής χρώματος στο 7). Εκφράζεται σε χλιοστοϊσοδύναμα ανά λίτρο οίνου ή γλεύκους (meq/L) ή σε γραμμάρια τρυγικού οξέος ανά λίτρο οίνου ή γλεύκους (g/L).

Η ολική οξύτητα εκφραζόμενη σε χλιοστοϊσοδύναμα ανά λίτρο (meq/L) δίνεται από τον τύπο

$$A = 10 * n.$$

Και εκφραζόμενη σε γραμμάρια τρυγικού οξέος ανά λίτρο (g/L) δίνεται από τον τύπο

$$A = 0.75 * n$$

4.3.1.2.2 Ενεργή οξύτητα – pH

Σαν ενεργή οξύτητα ή pH καλείται το σύνολο των ελεύθερων καρβοξυλομάδων που βρίσκονται σε διάσταση και δίνουν H⁺. Σε αντίθεση με την ολική οξύτητα η ενεργή οξύτητα εξαρτάται και από το είδος των οργανικών οξέων π.χ. ο οίνος που περιέχει μια ορισμένη ποσότητα τρυγικού οξέος είναι πιο όξινος από τον οίνο που περιέχει ισόποσο ηλεκτρικό οξύ λόγω του διαφορετικού βαθμού διάστασης των ελεύθερων



Εικόνα 7. Μέτρηση pH

καρβοξυλομάδων. Το pH των οίνων εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως για παράδειγμα η αμπελουργική περιοχή, η ποικιλία της αμπέλου και η τιμή τους και κυμαίνεται από 2.8 μέχρι 4.2.

4.3.1.3 Ανθοκυάνες και ολικά φαινολικά στις ράγες (Pland)

Στον φλοιό των ραγών του σταφυλιού υπάρχουν οι ανθοκυάνες στις οποίες οφείλεται το χαρακτηριστικό χρώμα των σταφυλιών. Υπάρχουν διάφοροι τύποι ανθοκυανών στον φλοιό της ράγας. Στο *Vitis vinifera* υπάρχουν πέντε τύποι ανθοκυανών – η μαλβιδίνη, η πεονιδίνη, η πετουνιδίνη, η δελφινιδίνη και η κυανιδίνη. Για να προσδιοριστεί η συγκέντρωση των ανθοκυανών στον φλοιό των ραγών αρχικά πρέπει να γίνει εκχύλιση. Μετά την εκχύλιση η μέτρηση των ανθοκυανών γίνεται φασματοφωτομετρικά με μέγιστη απορρόφηση στα 520nm. Για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης της κάθε ανθοκυάνης ξεχωριστά, πρέπει να χρησιμοποιηθεί κάποιου είδους μέθοδος χρωματογραφίας π.χ. HPLC. Η μέθοδος που περιγράφηκε, μετρά το σύνολο των ανθοκυανών, συγκεκριμένα υπολογίζει τα mg ανθοκυανών/ ράγα και τις ανθοκυάνες /g ράγας.

Αν μετρηθεί επίσης η απορρόφηση στα 280nm, μετράται η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών. Λόγω του ότι στην διαδικασία ομογενοποίησης περιλαμβάνονται και γίγαρτα οι τιμές που προκύπτουν είναι υψηλές αφού εμφανίζουν υψηλές συγκεντρώσεις φαινολικών. Η μέτρηση αυτή μπορεί να μην έχει άμεση συσχέτιση με τις τιμές που προκύπτουν κατά την οينوποίηση αλλά η μέτρηση αυτή μας παρέχει πληροφορίες για το σύνολο των ολικών φαινολικών σε όλη τη ράγα (φλοιός, σάρκα και γίγαρτα).

Γενικά, οι τιμές των ανθοκυανών της ράγας και των ολικών φαινολικών εμφανίζουν θετική συσχέτιση. Παρόλα αυτά χρησιμοποιούνται μόνο οι τιμές των ανθοκυανών της ράγας για την μελέτη επίδρασης των αμπελουργικών τεχνικών και των χαρακτηριστικών του κρασιού.

Υπολογισμοί ανθοκυανών και ολικών φαινολικών

- $\text{Ανθοκυάνες } mg / \text{ράγα} = \left[\frac{OD520}{500} * \text{συντελεστής αραίωσης} * \left(\frac{\text{τελικός όγκος εκχύλισης}(ml)}{100} \right) * (\text{βάρος } 50 \text{ ραγών}(g)) \right] / \left[(\text{βάρος δείγματος που εκχυλίστηκε } (g)) * \left(\frac{100}{50} \right) \right]$
- $\text{Ανθοκυάνες} / \text{g ράγας} = \frac{\text{Ανθοκυάνες } mg / \text{ράγα}}{\text{βάρος } 50 \text{ ραγών}/50}$
- $\text{Ολικά φαινολικά συστατικά} / \text{ράγα} = \left[OD280 * \text{συντελεστής αραίωσης} * \left(\frac{\text{τελικός όγκος εκχύλισης}(ml)}{100} \right) * (\text{βάρος } 50 \text{ ραγών}(g)) \right] / \left[(\text{βάρος δείγματος που εκχυλίστηκε } (g)) * \left(\frac{100}{50} \right) \right]$
- $\text{Ολικές φαινολικά συστατικά} / \text{g ράγας} = \frac{\text{ολικά φαινολικά συστατικά} / \text{ράγα}}{\text{βάρος } 50 \text{ ραγών}/50}$

4.3.1.4 Μέτρηση συγκέντρωσης συμπυκνωμένων ταννινών σε ράγες

Η μέτρηση συγκέντρωσης συμπυκνωμένων ταννινών με Methyl cellulose είναι ένα μέσο μέτρησης της συγκέντρωσης ταννινών μετά από ομογενοποίηση και εκχύλιση στο κρασί και στα σταφύλια, αλλά και σε άλλα υδατικά διαλύματα (Sarneckis κ.α..2005, Smith κ.α. 2005, Mercurio και Smith 2006). Η μέθοδος βασίζεται στις αλληλεπιδράσεις του πολυμερούς και της ταννίνης με αποτέλεσμα τον σχηματισμό αδιάλυτων συμπλοκών πολυμερούς - ταννίνης τα οποία στη συνέχεια καθιζάνουν. Το πολυμερές που χρησιμοποιείται είναι η methyl cellulose και ως εκ τούτου, η δοκιμασία μετρά τις ταννίνες που καθιζάνουν με την methyl cellulose, δηλαδή, μετρά την MCP - ταννίνη . Η δοκιμασία βασίζεται στην αφαίρεση των τιμών απορρόφησης στα 280nm (A280) των διαλυμάτων με και χωρίς καθίζηση που μετρήθηκαν με την χρήση φασματοφωτόμετρου. Η methyl cellulose δεν απορροφά στα 280nm, και συνεπώς δεν εμποδίζει τις μετρήσεις. Η μέθοδος απαιτεί ένα control δείγμα (χωρίς methyl cellulose) και

ένα δείγμα treatment (με methyl cellulose). Η τιμή A280 του δείγματος control υποδεικνύει την τιμή για όλες τις φαινολικές ενώσεις (ολικά φαινολικά), ενώ η τιμή A280 του δείγματος treatment δείχνει την τιμή για τις φαινολικές ενώσεις που παραμένουν στο διάλυμα μετά την καθίζηση του συμπλόκου MCP - ταννινών. Αφαιρώντας αυτές τις δύο τιμές, μπορεί να προσδιοριστεί το A280 του συμπλόκου MCP - ταννινών, στη συνέχεια, γίνεται αντιστοιχία των τιμών με την βοήθεια πρότυπης καμπύλης με κατεχίνη (mg/L).

Υπολογισμοί μέτρησης συμπυκνωμένων ταννινών με methyl cellulose στις ράγες

A280= Ac – At στη συνέχεια μετατρέπεται σε mg/L κατεχίνης μέσω της καμπύλης αναφοράς σε κατεχίνη (C tannin)

- Συγκέντρωση ταννινών = Ctannin * 10 (mg/l κατεχίνης)
- Συγκέντρωση ταννινών σε πολτό $\left(\frac{mg}{g}\right) = (Ctannin) * 10 * \frac{Ve}{Wh}$

Υπολογισμοί μέτρησης συμπυκνωμένων ταννινών με methyl cellulose στους οίνους

A280= Ac – At στη συνέχεια μετατρέπεται σε mg/L κατεχίνης μέσω της καμπύλης αναφοράς σε κατεχίνη (C tannin)

- Συγκέντρωση ταννινών σε οίνο $\left(\frac{mg}{l}\right) = (Ctannin) * 40$

4.3.2 Μέθοδοι στον οίνο

Στον οίνο πραγματοποιήθηκαν, εκτός από τις κλασσικές μετρήσεις (pH, ολική οξύτητα, αλκοολικός τίτλος και πτητική οξύτητα) και ένταση, απόχρωση, δείκτης φαινολικών ουσιών (ΔΦΟ), συγκέντρωση συμπυκνωμένων ταννινών, υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC), μέτρηση ολικών ανθοκυανών (Ribereau – Gayon και Stonestreet, 1965), δείκτης ιονισμού (I%), (Glories, 1978), ολικά φαινολικά (Singleton και Rossi, 1965), δείκτης υδροχλωρικού οξέος (HCl %), (Glories, 1978), ταννίνες με την μέθοδο Harbertson (Harberston και Adams, 1999), ταννίνες με βρασμό, συγκέντρωση φλαβονολών και προανθοκυανιδινών με το αντιδραστήριο DMAC (Li, Tannee, & Larkin, 1996). Τέλος έγινε οργανοληπτικός έλεγχος

των οίνων για να προσδιοριστεί ο ποιοτικός τους χαρακτήρας αλλά και να συνδυαστεί με τα αποτελέσματα των μεθόδων που εφαρμόστηκαν.

4.3.2.1 Ολική- Ενεργή Οξύτητα ή pH

Η ολική και ενεργή οξύτητα πραγματοποιήθηκε όπως αναφέρεται και ανωτέρω κατά την μέτρηση των ραγών.

4.3.2.2 Μέτρηση συγκέντρωσης συμπυκνωμένων ταννινών στον οίνο

Η μέτρηση της συγκέντρωσης συμπυκνωμένων ταννινών με Methyl cellulose στον οίνο προσδιορίστηκε με την μέθοδο όπως αναφέρεται παραπάνω (Sarneckis κ.α., 2005, Smith 2005, Mercurio και Smith 2006).

4.3.2.3 Αλκοολικός Τίτλος

Η αιθυλική αλκοόλη που βρίσκεται στους οίνους παράγεται κατά την αλκοολική ζύμωση των σακχάρων του γλεύκους. Αντιπροσωπεύει το 9-15 % του όγκου τους και είναι το κυριότερο συστατικό μετά το νερό.

Κατά τον ΟΙV «Αλκοολικός τίτλος κατ' όγκο» ενός οινικού προϊόντος ονομάζεται ο αριθμός των λίτρων άνυδρης αιθανόλης που περιέχεται σε 100 λίτρα του προϊόντος αυτού, όταν οι δύο όγκοι μετριούνται σε θερμοκρασία 20 °C. Συμβολίζεται ως % vol. Για τον προσδιορισμό του προβλέπονται διάφορες μέθοδοι που βασίζονται όλες στην απόσταξη της αλκοόλης του οίνου. Μία από τις μεθόδους μέτρησης είναι αραιομετρία (με χρήση αλκοολόμετρου και μέτρηση θερμοκρασίας).

4.3.2.4 Πτητική Οξύτητα

Στον οίνο υπάρχουν οξέα τα οποία δεν έχουν επιθυμητή επίδραση στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του. Αυτά είναι το οξικό, το μυρμηγκικό, το προπιονικό και το βουτυρικό δηλαδή τα οξέα της αλειφατικής σειράς με μικρό αριθμό ατόμων άνθρακα. Αυτά τα οξέα προσδίδουν στον οίνο έντονη και δριμεία οσμή. Έντονη και δυσάρεστη οσμή στο κρασί προσδίνει επίσης και ο οξικός αιθυλεστέρας. Η συγκέντρωση του οξικού οξέος που

Η πτητική οξύτητα, εκφραζόμενη σε χιλιοστοϊσοδύναμα ανά λίτρο με ένα δεκαδικό ψηφίο, δίνεται από τον τύπο:

$$A = 5 (n - 0.1 n' - 0.05 n'')$$

Η πτητική οξύτητα, εκφραζόμενη σε g οξικού οξέος ανά λίτρο με δύο δεκαδικά ψηφία, δίνεται από τον τύπο:

$$A = 0,300 (n - 0.1 n' - 0.05 n'')$$

παράγεται κατά την αλκοολική ζύμωση είναι λιγότερη από 0.5 g/L ενώ τα άλλα οξέα βρίσκονται σε ίχνη ή σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις όταν δεν υπάρχει βακτηριακή προσβολή.

Η οξύτητα του αποστάγματος που προκύπτει από τον οίνο καλείται πτητική οξύτητα και δίνει ένα μέτρο της συνολικής παρουσίας τους στον οίνο. Έτσι η πτητική οξύτητα προσδιορίζεται με τιτλοδότηση των πτητικών οξέων που διαχωρίζονται από τον οίνο με απόσταξη μεθ' υδρατμών και ανακαθαρισμό των ατμών. Το επικρατέστερο από τα οξέα που απαντώνται είναι το οξικό, για τον λόγο αυτό η πτητική οξύτητα εκφράζεται συνήθως σε γραμμάρια οξικού οξέος ανά λίτρο (g οξικού οξέος/L) αν και ο επίσημος τρόπος έκφρασης είναι σε χιλιοστογραμμοϊσοδύναμα ανά λίτρο (me/L).

Από την οξύτητα του αποστάγματος πρέπει να αφαιρούνται η οξύτητα που οφείλεται στο ελεύθερο και στο ενωμένο διοξείδιο του θείου και η οξύτητα που οφείλεται στο σορβικό οξύ το οποίο έχει ενδεχομένως προστεθεί στον οίνο.

4.3.2.5 Δείκτης Φαινολικών Ουσιών (ΔΦΟ)

Ο προσδιορισμός βασίζεται στην ισχυρή απορρόφηση που παρουσιάζουν οι βενζολικοί δακτύλιοι των φαινολικών ενώσεων στο υπεριώδες φως, το μέγιστο της οποίας παρατηρείται γύρω στα 280nm. Μετρά την περιεκτικότητα των φλαβανοειδών φαινολών (ανθοκυάνες, ταννίνες), των μη φλαβανοειδών (φαινολικά οξέα) και κάποιων μη φαινολικών ουσιών που απορροφούν στα 280nm. Ο

Ο ΔΦΟ προκύπτει από την ακόλουθη σχέση:
 $\Delta\Phi\text{O} = \text{OD} \times \text{Αραιώση δειγματος (συνήθως 1/100)}$

OD: η ένδειξη του οργάνου με απορρόφηση στα 280nm

ΔΦΟ είναι γρήγορη και εύκολη μέθοδος και δίνει επαναλήψιμα αποτελέσματα. Η μέτρηση απαιτεί κυψελίδα χαλαζία επειδή οι κυψελίδες πυριτίου ή οι πλαστικές απορροφούν το υπεριώδες φάσμα, προκαλώντας σημαντική παρεμβολή. Η χρησιμότητα αυτής της μεθόδου είναι η απλότητά της. Η υπεριώδης απορρόφηση δεν επηρεάζεται από το pH, και τον νόμο του Beer-Lambert για τη συγκέντρωση και το μήκος της διαδρομής του φωτός, καθιστώντας τα δεδομένα εύκολα να συλλέγουν.



Εικόνα 8. Φασματοφωτόμετρο

4.3.2.6 Ένταση – Απόχρωση

Το φάσμα απορρόφησης των ερυθρών οίνων παρουσιάζει μέγιστο στα 520nm (ερυθρό). Με την πάροδο του χρόνου, δηλαδή κατά την παλαίωση, η απορρόφηση στα 520nm μειώνεται και αυξάνεται η απορρόφηση στα 420nm (κίτρινο). Αιτία είναι οι διάφορες μορφές ταννινών που επικρατούν στους παλαιωμένους οίνους και που απορροφούν στην περιοχή του κίτρινου. Για την καλύτερη αξιολόγηση και τον προσδιορισμό των χρωμάτων στους νέους οίνους, λαμβάνεται υπόψη και η απορρόφηση στην περιοχή του κυανού (620nm).

Η ένταση χρώματος συνήθως μετρά πόσο χρώμα έχει ένα κρασί, ενώ οι αλλαγές στην απόχρωση χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της ωρίμανσης του. Η απλότητα και το χαμηλότερο κόστος των μεθόδων αυτών είναι μια ελκυστική εναλλακτική λύση για τη μέτρηση των διαφόρων συνιστωσών του χρώματος του οίνου.

Συγκεκριμένα:

4.3.2.6.1 Ένταση χρώματος (E)

Η ένταση προκύπτει από το άθροισμα των απορροφήσεων στα 420 nm, 520 nm και 620 nm (Glories, 1984).

$$E = A_{420} + A_{520} + A_{620}$$

4.3.2.6.2 Απόχρωση (A)

Η απόχρωση προκύπτει από τον λόγο της απορρόφησης του γλεύκους ή του οίνου στα 420 nm προς την απορρόφηση στα 520 nm (Glories 1984, Sudraud 1958).

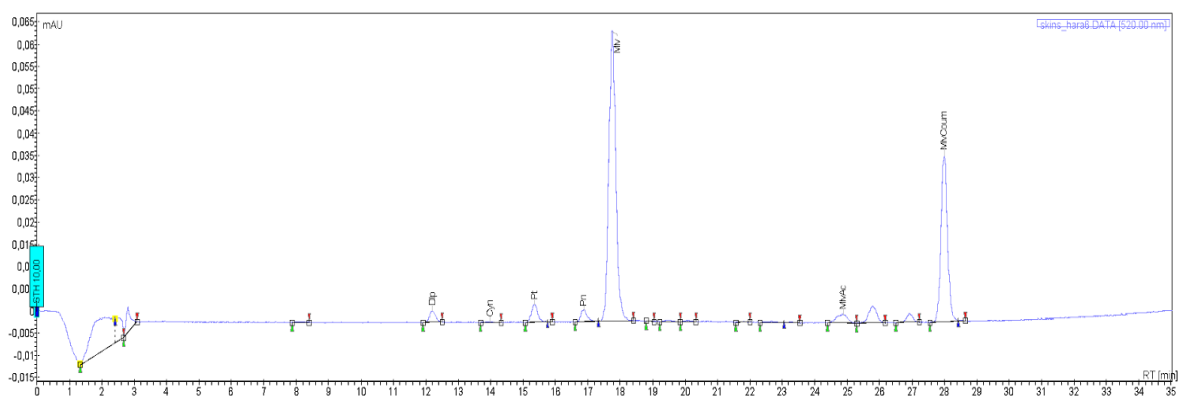
$$A = A_{420} / A_{520}$$

4.3.2.7 Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης (HPLC)

Η υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC) χρησιμοποιείται για τον διαχωρισμό των ουσιών ενός μείγματος. Στηρίζεται στην χρήση μιας κινητής φάσης (διαλύτης ή μείγμα διαλυτών) και μίας στατικής φάσης (στήλης). Με την HPLC επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός και ο ποσοτικός προσδιορισμός πολικών, φωτοευαίσθητων, μη πτητικών ή θερμοευαίσθητων ουσιών. Μεγαλύτερη απόδοση στην HPLC επιτυγχάνεται, με χαμηλές ταχύτητες ροής άρα και

μεγάλη διάρκεια διαχωρισμού, με την χρήση μικρών σωματιδίων ως υλικό πλήρωσης της στήλης και με την εφαρμογή υψηλής πίεσης. Για την πραγματοποίηση καλού διαχωρισμού πολλών συστατικών ενός δείγματος συνίσταται η βαθμιδωτή έκλυση, όπου η ισχύς της κινητής φάσης μεταβάλλεται (Perskok R.L.κ.α., 1980). Η χρωματογραφία αποτελείται από τον εισαγωγέα (εισαγωγή του δείγματος με ένεση), τον απαγωγέα (που χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση των φυσαλίδων), τη στήλη, την κινητή φάση και τους ανιχνευτές.

Η HPLC χρησιμοποιείται ευρέως στην ανάλυση των φαινολικών συστατικών των σταφυλιών και των οίνων (Kallithraka, S κ.α. 2005, Roussis, I.G. κ.α. 2008). Ο ποσοτικός και ποιοτικός προσδιορισμός των μονογλυκοζιτών των ανθοκυανών έγινε με την μέθοδο HPLC. Προσδιορίστηκαν πέντε μονογλυκοζίτες (δελφινιδίνη, κυανιδίνη, πετουνιδίνη, πεονιδίνη και μαλβιδίνη) καθώς και δύο ακυλιωμένες ανθοκυάνες (κουμαρικός και οξικός εστέρας της μαλβιδίνης). Πρώτα εκλύεται ο πιο πολικός μονογλυκοζίτης (δελφινιδίνη) και στο τέλος η λιγότερη πολική ακυλιωμένη ανθοκυάνη (κουμαρικός εστέρας της μαλβιδίνης).



Εικόνα 9. Χρωματογράφημα HPLC. Διακρίνονται οι κορυφές των πέντε μονογλυκοζιτών (δελφινιδίνη, κυανιδίνη, πετουνιδίνη, πεονιδίνη και μαλβιδίνη) καθώς και οι δύο ακυλιωμένες ανθοκυάνες (κουμαρικός και οξικός εστέρας της μαλβιδίνης).

4.3.2.8 Ολικές ανθοκυάνες

Οι ανθοκυάνες στον οίνο απαντώνται είτε ελεύθερες είτε δεσμευμένες σε ταννίνες. Ορισμένες είναι αποχρωματισμένες λόγω του διοξειδίου του θείου, ενώ οι υπόλοιπες είναι έγχρωμες. Δυστυχώς δεν έχει υπάρξει ακόμα κάποια μέθοδος για τον ακριβή προσδιορισμό της συγκέντρωσης των ανθοκυανών.

Ο προσδιορισμός των ολικών ανθοκυανών πραγματοποιήθηκε με την μέθοδο που περιγράφεται από τους Ribereau – Gayon και Stonestreet το 1965. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στην ιδιότητα των ανθοκυανών να δίνουν με το ιόν HSO_3^- άχρωμες ενώσεις. Έτσι, μετά από προσθήκη περίσσειας Na_2SO_3 , η αλλαγή του χρώματος του οίνου θα είναι ανάλογη με τη περιεκτικότητα του σε ανθοκυάνες. Έτσι έχουμε ένα control (χωρίς Na_2SO_3) και ένα treatment δείγμα (με Na_2SO_3) η αφαίρεση των οποίων μας δίνει την συγκέντρωση ανθοκυανών (mg/L). Η μέτρηση γίνεται με φασματοφωτόμετρο και μήκος κύματος τα 520 nm.

4.3.2.9 Δείκτης ιονισμού – I%

Ο Δείκτης Ιονισμού εκφράζει το ποσοστό των ολικών ανθοκυανών που βρίσκονται σε έναν οίνο υπό ερυθρή μορφή (φλαβύλια) και δίνουν το ερυθρό χρώμα των οίνων.

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην ιδιότητα των ανθοκυανών να μετατρέπονται στην έγχρωμη μορφή των φλαβυλίων σε ισχυρά όξινο περιβάλλον, Glories, 1978.

Το δείγμα αποχρωματίζεται από περίσσεια SO_2 (μετά από προσθήκη NaHSO_3) στο κανονικό pH του, καθώς και στο pH 1,2 (μετά από προσθήκη HCl) όπου το σύνολο σχεδόν των ανθοκυανών (95%) μετατρέπεται στην έγχρωμη μορφή του

$$\Delta d\alpha = (d1 - d2) * 12/10$$
$$\Delta d\gamma = (d3 - d4) * 100/95$$

$$I\% = \frac{\Delta d\alpha}{\Delta d\gamma} * 100$$

10-30% (νεαρά κρασιά)

80-90% (παλαιωμένα κρασιά)

φλαβυλίου. Στη συνέχεια ακολουθεί μέτρηση με φασματοφωτόμετρο στα 520nm. Η διαφορά του αποχρωματισμένου και του μη αποχρωματισμένου οίνου δίνει τις χρωματισμένες ανθοκυάνες του οίνου, ενώ η διαφορά των αντίστοιχων μετρήσεων στο pH 1,2 δίνει το σύνολο των μορίων των ανθοκυανών. Ο δείκτης ιονισμού εκφράζεται από τον λόγο αυτών των δύο διαφορών. Οι νέες χρωστικές που παράγονται όταν οι ανθοκυάνες ενώνονται με ταννίνες, κατά την διαδικασία της παλαίωσης, είναι σημαντικά λιγότερο ευαίσθητες στον αποχρωματισμό λόγω του pH και του διοξειδίου του θείου, οπότε το ποσοστό των χρωματισμένων ανθοκυανών αυξάνεται. Κατά την παλαίωση ο δείκτης ιονισμού μπορεί να φτάσει το 80-90% (Ribereau- Gayon, P. κ.α., 2006).

4.3.2.10 Δείκτης Folin-Ciocalteu

Η μέθοδος Folin-Ciocalteu μετρά το σύνολο των φαινολικών ουσιών όπως και ο Δείκτης Φαινολικών Ουσιών (ΔΦΟ). Η συγκεκριμένη μέθοδος βασίζεται σε χημική αναγωγή του αντιδραστηρίου, είναι διάλυμα σύνθετων πολυμερών ιόντων που σχηματίζονται από φωσφομολυβδαινικά ($H_3PMo_{12}O_{40}$) και φωσφοβολφραμικά ($H_3PW_{12}O_{40}$) ετεροπολυμερή οξέα. Ο Singleton έχει υιοθετήσει αυτή τη μέθοδο για την ανάλυση του οίνου (Singleton και Rossi, 1965) και έχει γράψει δύο σημαντικές μελέτες σχετικά με τη χρήση της (Singleton, 1974 και Singleton κ.α., 1999). Τα προϊόντα αναγωγής που παράγονται (μείγμα κυανών οξειδίων του βολφραμίου, W_8O_{23} και του μολυβδαινίου, Mo_8O_{23}) έχουν μπλε χρώμα που εμφανίζουν μέγιστο απορρόφησης φωτός στα 765nm. Η ένταση της απορρόφησης του φωτός σε αυτό το μήκος κύματος είναι ανάλογη με τη συγκέντρωση των φαινολών. Η μέθοδος Folin-Ciocalteu έχει υιοθετηθεί ως επίσημη μέθοδος για την μέτρηση των φαινολικών ουσιών στο κρασί από τον OIV.

Οι φαινολικές ουσίες που προσδιορίζονται με τον δείκτη Folin-Ciocalteu εκφράζονται σε ισοδύναμα γαλλικού οξέος με την χρήση πρότυπης καμπύλης. Τα αποτελέσματα

μετατρέπονται σε γαλλικό οξύ, επειδή στο κρασί εμφανίζονται διάφορων ειδών φαινόλες, και μόνο μικρές ποσότητες γαλλικού οξέος. Επίσης πρέπει να ληφθούν υπόψη οι παρεμβολές που προκαλούν τα θειώδη άλατα. Για τους λόγους αυτούς χρησιμοποιείται το γαλλικό οξύ αφού χαρακτηρίζεται σαν μια σταθερή και καθαρή ουσία. Επιπλέον, η απόκριση σε γαλλικό οξύ έχει αποδειχθεί ότι είναι ισοδύναμη με τα περισσότερα άλλα φαινολικά στο κρασί σε σχέση με την μάζα.

Υπολογισμοί

Το αποτέλεσμα εκφράζεται με τη μορφή δείκτη με την παρακάτω σχέση

Ολικά φαινολικά * αραίωση mg/L γαλλικού οξέος

για ερυθρούς οίνους αραιωμένους στο 1/5 (ή με το συντελεστή που αντιστοιχεί στη χρησιμοποιηθείσα αραίωση).

4.3.2.11 Δείκτης Υδροχλωρικού οξέος – Δ. HCl%

Ο δείκτης υδροχλωρικού οξέος αποτελεί δείκτη ικανότητας παλαίωσης του οίνου αφού εκφράζει το ποσοστό των πολυμερισμένων ταννινών. Ο προσδιορισμός του δείκτη υδροχλωρικού οξέος στηρίζεται στην ιδιότητα των πολυμερισμένων ταννινών να καταβυθίζονται σε ισχυρά όξινο περιβάλλον (παρουσία HCl, Glories, 1978). Η ταχύτητα καταβύθισης εξαρτάται από τον βαθμό πολυμερισμού των ταννινών.

Ο δείκτης υδροχλωρικού οξέος δίνεται από την διαφορά των φαινολικών πριν και μετά την καταβύθισή τους.

Στην αρχή της παλαίωσης σε βαρέλι, ένας πολύ ελαφρύς οίνος έχει χαμηλή τιμή, μεταξύ 5 και 10. Αντίθετα, ο οίνος που είναι κατάλληλος για παλαίωση έχει τιμή 10 -25. Τέλος, ο οίνος που έχει τιμή μεγαλύτερη από 25, έχει υψηλή συγκέντρωση σε πολύ έντονα πολυμερισμένα φαινολικά συστατικά.

$$\Delta \text{HCl \%} = \frac{d_o - d}{d_o} * 100$$

Νέοι οίνοι = 5-10%

Οίνοι κατάλληλοι για παλαίωση = 10-25%

Οίνοι με υψηλή συγκέντρωση σε πολύ έντονα πολυμερισμένα φαινολικά συστατικά >25%

4.3.2.12 Ταννίνες με την μέθοδο Harbertson

Η μέθοδος προσδιορισμού ταννινών βασίζεται στην συγκάθιση της αλβουμίνης του ορού βοοειδών και του ενζύμου αλκαλική φωσφατάση (Harberston και Adams, 1999). Οι ταννίνες που εμφανίζονται στον οίνο είναι ανάλογες με την ποσότητα του ενζύμου που καθιζάνει, οπότε η ποσότητα των ταννινών μπορεί να προσδιοριστεί έμμεσα από τη μέτρηση της αλκαλικής φωσφατάσης. Η μέτρηση γίνεται με φασματοφωτόμετρο σε απορρόφηση στα 510 nm. Οι τιμές του οίνου λαμβάνονται από την καμπύλη αναφοράς και συνεπώς εκφράζονται σε mg κατεχίνης (Harbertson J. F κ.α.,2002). Η μέθοδος Harbertson έχει σχεδιαστεί ως μία φθηνή και αξιόπιστη μέτρηση των ταννινών και του χρώματος του οίνου. Επίσης λόγω του ότι δεσμεύει ταννίνες χρησιμεύει μαζί με την μέτρηση συμπυκνωμένων ταννινών με Methyl cellulose για τον προσδιορισμό της στυπτικότητας.

$$\text{Ταννίνες (g/L)} = (\text{OD}_1 - \text{OD}_0) * 19.35$$

OD₁=Απορρόφηση δείγματος υπό θέρμανση

OD₀=Απορρόφηση δείγματος χωρίς θέρμανση

4.3.2.13 Ταννίνες με βρασμό

Οι ταννίνες στο κόκκινο κρασί αποτελούνται από αλυσίδες πολυμερισμένων φλαβονολών (προκυανιδινών) μικρότερου ή μεγαλύτερου μεγέθους. Οι προκυανιδίνες συνδέονται είτε με όμοιους είτε με διαφορετικούς δεσμούς. Και στις δύο περιπτώσεις, οι δεσμοί σπάνε όταν τα μόρια



Εικόνα 10. Η μέθοδος ταννίνες με βρασμό

θερμαίνονται σε όξινο περιβάλλον, και τα καρβοκατιόντα που προκύπτουν μετατρέπονται σε κυανιδίνες. Αυτή η ιδιότητα έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλές μετρήσεις ταννινών (Ribereau - Gayón και Stonestreet, 1966).

Η διαδικασία απαιτεί την παρασκευή δύο δειγμάτων, εκ των οποίων μόνο το ένα θερμαίνεται. Τέλος, μετράται η διαφορά των απορροφήσεων στα 550nm, με την χρήση φασματοφωτόμετρου.

Η μέθοδος αυτή είναι εύκολη στην εφαρμογή και αναπαράγεται εύκολα. Παρόλα αυτά δίνει αποτελέσματα κατά προσέγγιση, δεδομένου ότι δε λαμβάνει υπόψη την επίδραση των διαφόρων δομών που υπάρχουν στο κρασί, δηλαδή άλλα συστατικά που παρεμβαίνουν στην μέθοδο. Η συγκέντρωση ταννινών στο κρασί συχνά υπερεκτιμάται.

4.3.2.14 Μέθοδος εκτίμησης των φλαβονόλων και προανθοκυανιδινών με το αντιδραστήριο DMAC

Με την συγκεκριμένη μέθοδο μετράται το σύνολο των φλαβονόλων και προανθοκυανιδινών στον οίνο (Li, Tannee, & Larkin,1996). Η μέτρηση γίνεται με φασματοφωτόμετρο σε απορρόφηση στα 640 nm. Χρησιμοποιείται ένα control και ένα treatment δείγμα, η διαφορά των οποίων υπολογίζει την συγκέντρωση φλαβονολών και προανθοκυανιδινών. Μέσω πρότυπης καμπύλης, η συγκέντρωση εκφράζεται σε mg/L κατεχίνης.

4.4 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Προκειμένου να προσδιοριστεί εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα χαρακτηριστικά του οίνου και των σταφυλιών, χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Statistica V.7 (Statsoft Inc., Tulsa, OK). Από το πρόγραμμα χρησιμοποιήθηκε η μονόδρομη ανάλυση διακύμανσης (One – way ANOVA). Η διακύμανση των μέσων τιμών που προέκυψε μετά την εφαρμογή ANOVA ($p < 0.05$) κατηγοριοποιήθηκαν με το τεστ Tukey-HSD (Honest Significant Difference). Η δημιουργία των σχηματικών χαρτών έγινε με το πρόγραμμα Microsoft Excel και οι τιμές χωρίστηκαν σε υψηλή- μέση και χαμηλή με ποσοστό 33.3%. Οι συσχετίσεις (correlations) των μεθόδων έγιναν με το πρόγραμμα IBM SPSS Statistics 20, USA.

4.5 ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Προκειμένου να προσδιοριστούν οι διαφορές στην ποιότητα των οίνων που παρήχθησαν από τα 21 τμήματα του αμπελοτεμαχίου πραγματοποιήθηκε οργανοληπτικός έλεγχος. Χρησιμοποιήθηκαν 12 δοκιμαστές οι οποίοι πριν την έναρξη της διαδικασίας είχαν πραγματοποιήσει οινογνωσία σε πρότυπα κρασιά ποικιλίας Αγιωργήτικου, ενώ είχαν εξοικειωθεί με τυχόν ελαττώματα που θα μπορούσαν να εμφανιστούν στα προς δοκιμή δείγματα. Οι δοκιμαστές πραγματοποίησαν τον οργανοληπτικό έλεγχο σε διάστημα 6 ημερών, ενώ δοκίμαζαν συνολικά 10 ή 11 δείγματα την ημέρα με απαραίτητη διακοπή ανάμεσα σε κάθε δείγμα για 20 λεπτά. Τα κρασιά δοκιμάστηκαν από τρεις φορές το καθένα. Το κάθε δείγμα αντιστοιχούσε σε ένα τριγώνιο αριθμό ενώ δίνονταν με τυχαία σειρά, βάσει πίνακα (Macfie κ.α.,1989).

Οι δοκιμαστές συμπλήρωσαν για το κάθε δείγμα την εξής κλίμακα.

| | | | | | | |
|-----------|---|---|---|---|---|---|
| Εμφάνιση | 0 | 1 | 2 | | | |
| Άρωμα | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Οξύτητα | 0 | 1 | | | | |
| Ισορροπία | 0 | 1 | 2 | | | |
| Εξέλιξη | 0 | 1 | 2 | 3 | | |
| Γεύση | 0 | 1 | 2 | 3 | | |
| Τελείωμα | 0 | 1 | 2 | | | |
| Σύνολο | 0 | 1 | 2 | 3 | | |

Στη συνέχεια με την χρήση του προγράμματος Statistica V.7 (Statsoft Inc., Tulsa, OK), αποκλείστηκαν οι δοκιμαστές με μικρή επαναληψιμότητα και ο στατιστικός έλεγχος πραγματοποιήθηκε σε 10 μόνο δοκιμαστές. Τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας

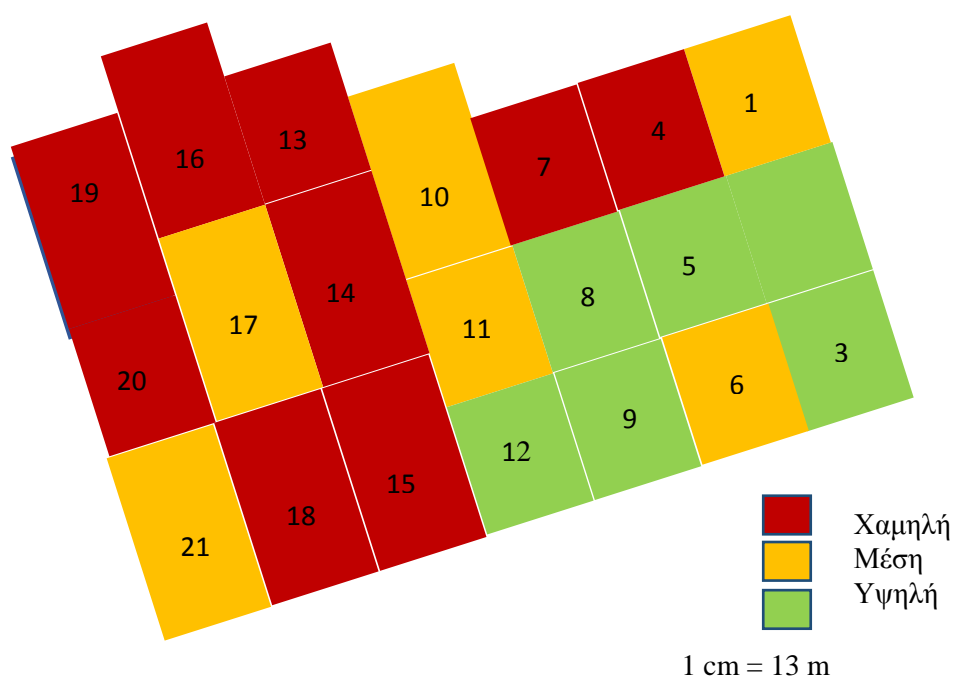
εμφανίζονται στα αποτελέσματα. Τέλος πραγματοποιήθηκε έλεγχος συσχέτισης των τιμών (Correlation) με την χρήση του προγράμματος SPSS Statistics 20 (IBM Inc. United States).

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΕΛΑΦΟΥΣ

5.1.1 Μέτρηση απόδοσης

Στον σχηματικό χάρτη που ακολουθεί παρατηρούμε κυρίως υψηλές τιμές στην μέτρηση της απόδοσης (τόνος/εκτάριο) στα τμήματα που βρίσκονται σε χαμηλότερο υψόμετρο και στην χαμηλότερη τοπική κλίση (*Παράρτημα 1*). Αντίθετα χαμηλότερες τιμές παρατηρούνται στα σημεία του εδάφους υψηλότερης κλίσης. Το αποτέλεσμα αυτό είναι αναμενόμενο αφού τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους συγκεντρώνονται στα χαμηλότερα σημεία λόγω της κλίσης του εδάφους (*Εικόνα 5*). Άρα αυξάνεται και η απόδοση των πρέμων στην συγκεκριμένη περιοχή.

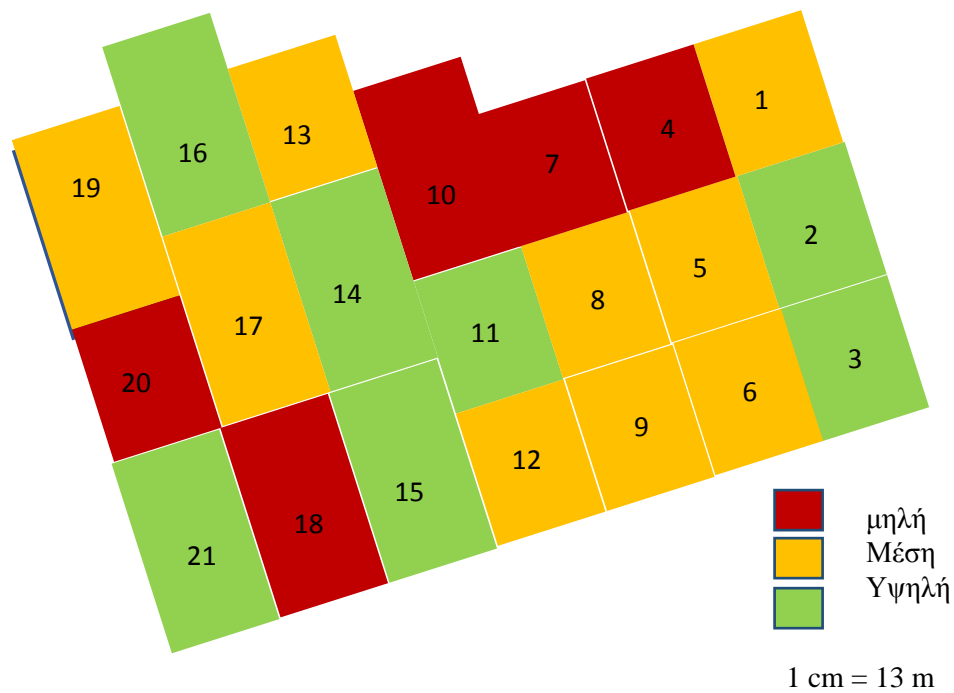


Εικόνα 11. Απόδοση αμπελώνα (τόνος/εκτάριο)

5.1.2 Φαινομενική ηλεκτρική αγωγιμότητα - ECa

Για την μέτρηση της φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας (ECa) χρησιμοποιήθηκε ο αισθητήρας EM38 RT, Geonics LTD, Ontario Canada όπως αναλύθηκε παραπάνω. Αυξημένες τιμές εμφανίζονται κυρίως στα μεσαία και κατώτερα τμήματα του αμπελώνα, λαμβάνοντας υπ' όψιν την κλίση του εδάφους.

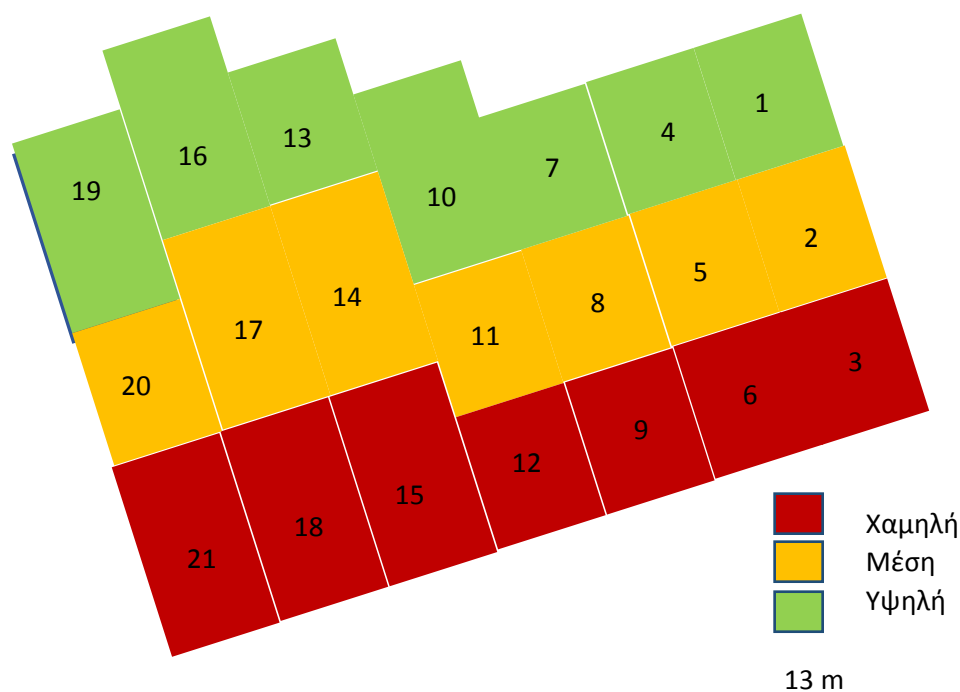
Στον οίνο φαίνεται πως η ECa δεν ευνοεί την ένταση και τα ολικά φαινολικά. Το αποτέλεσμα αυτό είναι αναμενόμενο αφού η ποσότητα του νερού έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση του λόγου φλοιού/ράγα λόγω αύξησης του βάρους της ράγας. Άρα παρατηρείται μείωση της συγκέντρωσης ανθοκυανών ($r=-0.570$ για $p<0,01$, $r=-0.457$ για $p<0.05$).



Εικόνα 12 - Φαινομενική ηλεκτρική αγωγιμότητα - ECa

5.1.3 Μέτρηση τοπικής κλίσης εδάφους

Όπως αναφέρθηκε και ανωτέρω, μετρήθηκε η τοπική κλίση του εδάφους του αμπελώνα. Στον σχηματικό χάρτη εμφανίζονται οι αναμενόμενες διαβαθμίσεις σύμφωνα με το Παράρτημα 1.



Εικόνα 13. Κλίση εδάφους(%) αμπελώνα

5.2 ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΣΤΑΦΥΛΙΩΝ

Πραγματοποιήθηκαν τρεις δειγματοληψίες σε διάφορες χρονικές περιόδους πριν τον τρύγο, τα αποτελέσματα των οποίων συνοψίζονται στους παρακάτω σχηματικούς χάρτες.

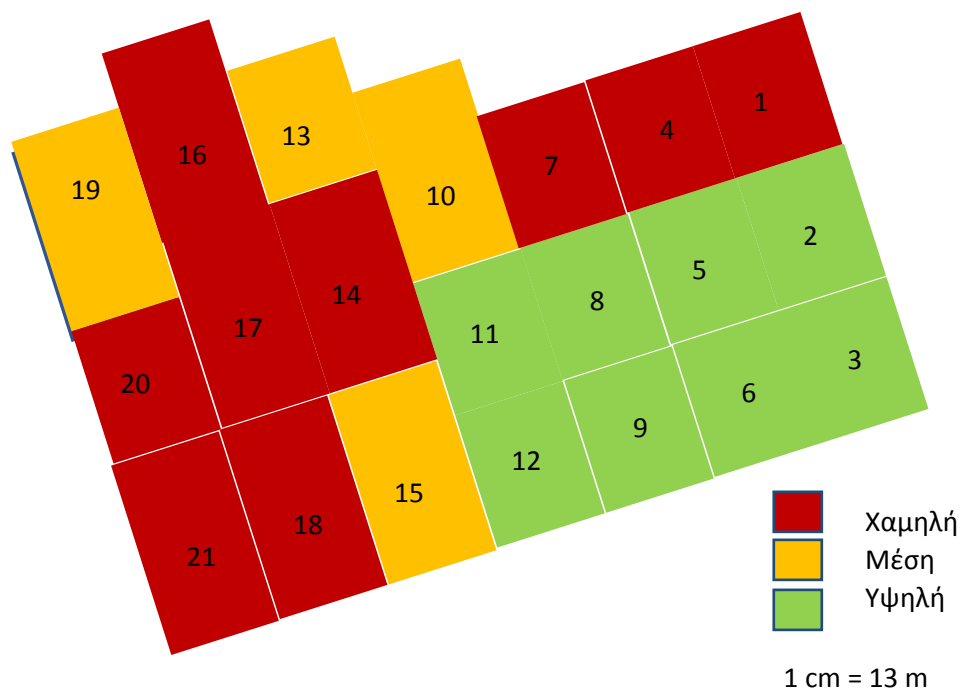
5.2.1 Βάρος ραγών

Οι τιμές αυτές προκύπτουν από το βάρος σε γραμμάρια των 50 ραγών που συλλέχθηκαν κατά τις 3 δειγματοληψίες. Συγκεντρωτικά, παρατηρούνται υψηλότερες τιμές στο χαμηλότερο και ανατολικό τμήμα του αμπελώνα, ενώ εμφανίζεται αύξηση των τιμών και σε άλλα τμήματα

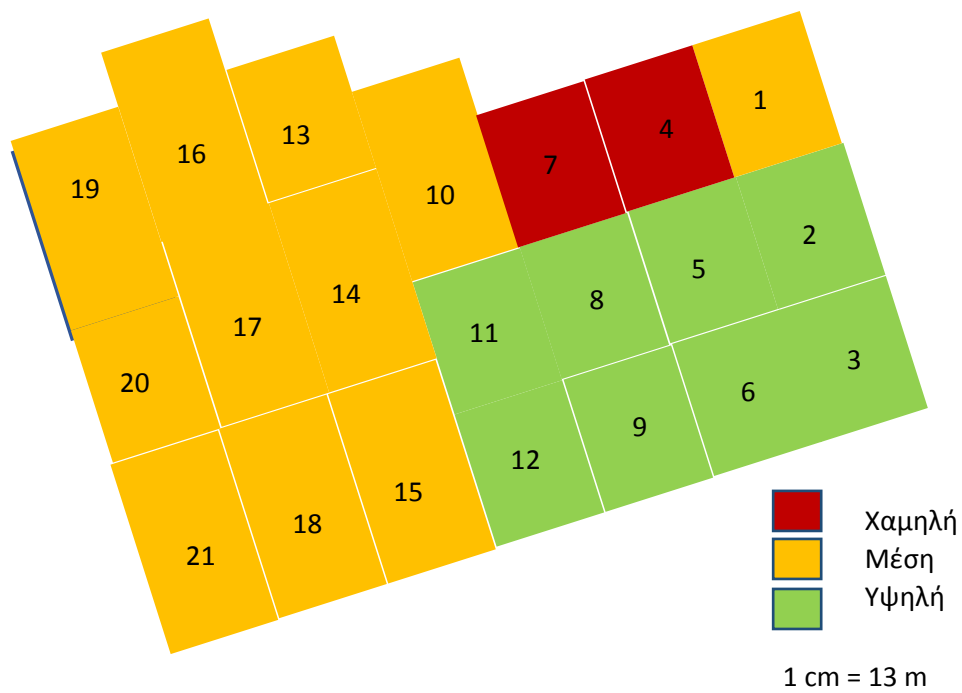
στην δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία. Γενικά το μέγεθος της ράγας θεωρείται δείκτης ποιότητας του οίνου αφού όσο αυξάνεται η αναλογία επιφάνειας φλοιού με τον όγκο του χυμού τόσο μεγαλώνει και η αραίωση των μεταβολιτών που βρίσκονται στον φλοιό άρα και στον παραγόμενο οίνο.

Εμφανίζεται αρνητική συσχέτιση του βάρους ραγών με την κλίση του εδάφους ($r=-0.547$, $r=-0.547$, $r=-0.483$ όπου $p<0.05$ όπως εμφανίζεται στις τρεις δειγματοληψίες αντίστοιχα).

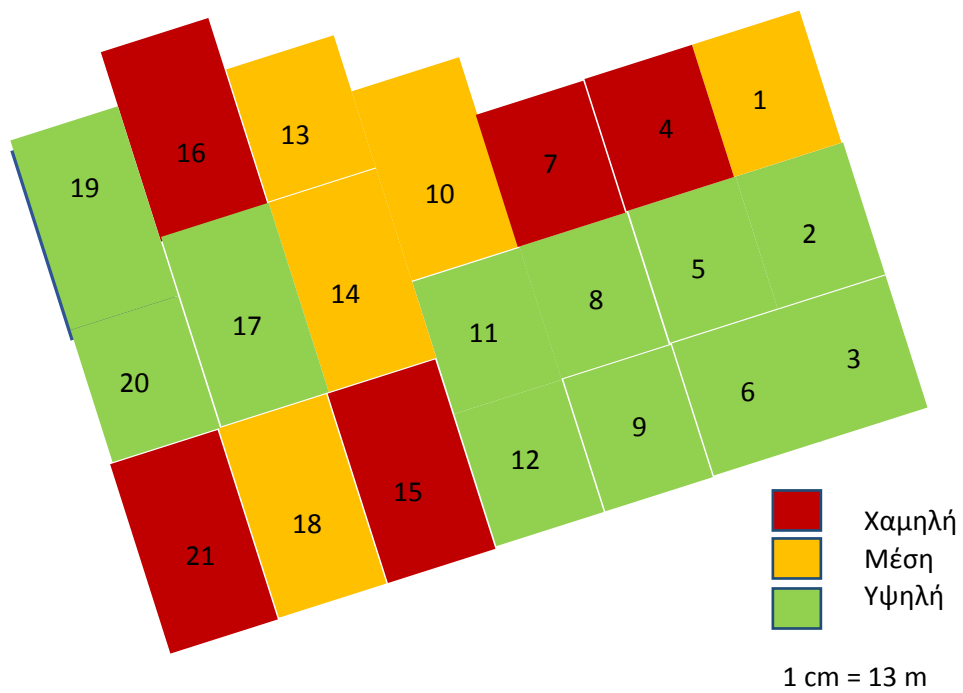
Επιπλέον, η απόδοση εδάφους αλλά και η φαινομενική ηλεκτρική αγωγιμότητα – ECa έχουν θετική συσχέτιση με το βάρος των ραγών και συγκεκριμένα, οι συσχετίσεις των τιμών του βάρους των ραγών με την τιμή ECa είναι $r=0.677$ $r=0.642$, $r=0.589$, $p<0.01$ για την Α, Β και Γ δειγματοληψία αντίστοιχα ενώ με τις τιμές της απόδοσης $r=0.749$, $r=0.739$, $r=0.660$ με $p<0.01$, αντίστοιχα (Παρατήματα 7,8 και 9).



Εικόνα 14. Βάρος (gr) 50 ραγών_ Α' Δειγματοληψία



Εικόνα 15. Βάρος (gr) 50 ραγών_ Β' Δειγματοληψία



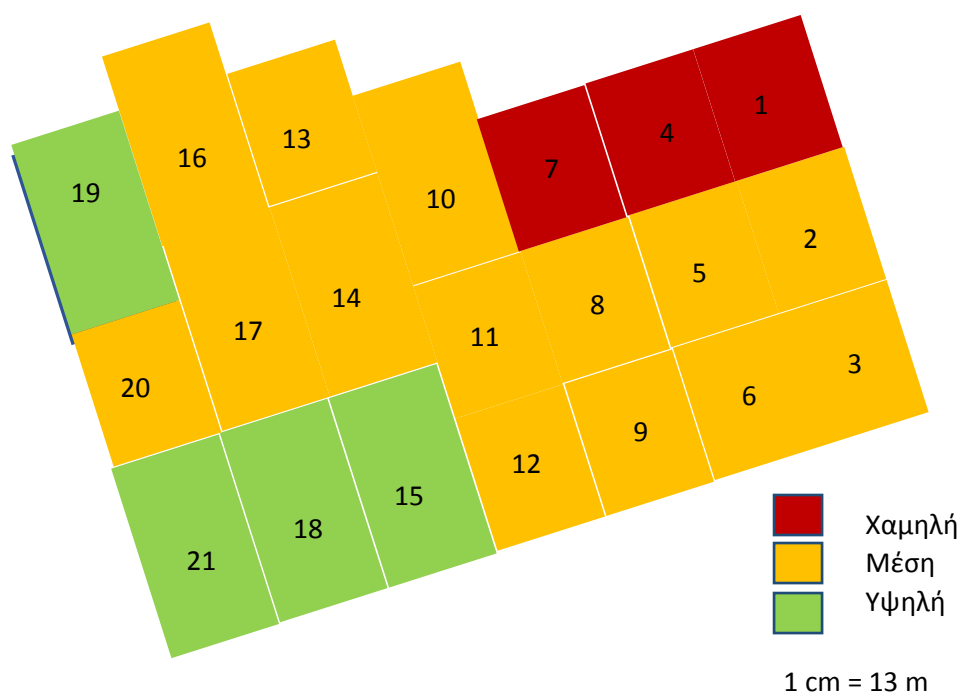
Εικόνα 16. Βάρος (gr) 50 ραγών_ Γ' Δειγματοληψία

5.2.2 Μέτρηση διαθλασιμετρίας – Brix

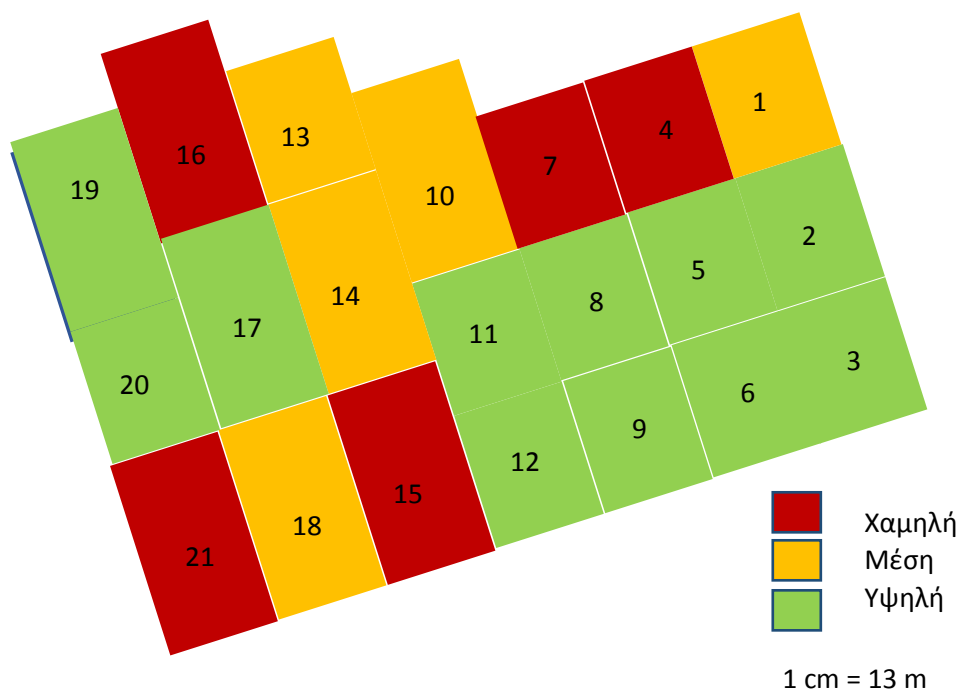
Σύμφωνα με τα Παραρτήματα 2,3 και 4 η σύσταση διαλυτών ουσιών στις ράγες (σάκχαρα) εμφανίζει μικρή μεταβλητότητα τιμών. Παρατηρώντας και τους τρεις σχηματικούς χάρτες όσο πλησιάζει η περίοδος του τρύγου η συγκέντρωση των διαλυτών ουσιών στις ράγες αυξάνει.

Δεν υπάρχει κάποια συσχέτιση της τιμής Brix στην Α και Β δειγματοληψία με κάποια άλλη μέτρηση. Στην Γ δειγματοληψία οι τιμές Brix σχετίζονται με το βάρος των ραγών ($r=0.521$, $p<0.05$) αλλά και με την συγκέντρωση των ολικών φαινολικών (au) ($r=0.437$, $p<0.05$) (Παρ.7,8,9).

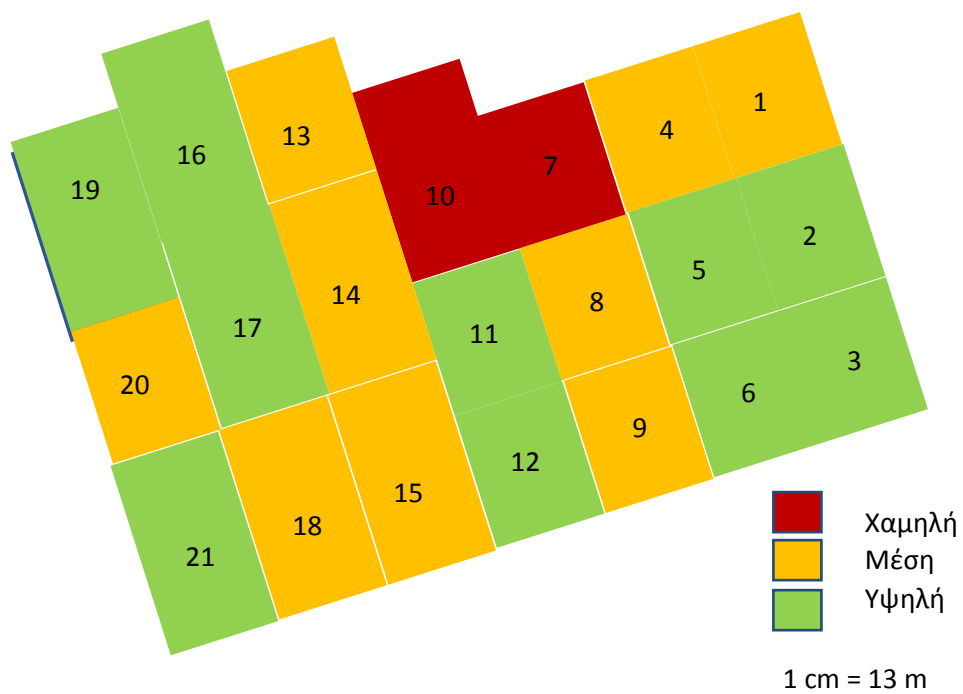
Η συγκεκριμένη θεωρία έχει επισημανθεί και από παλαιότερες μελέτες. Ο Bramley (2010), υποστήριξε πως δεν εμφανίζεται χωρική παραλλακτικότητα όσον αφορά τη διακύμανση της περιεκτικότητας σε σάκχαρα αφού τα σάκχαρα τείνουν να φτάσουν τη μέγιστη τιμή προς το τέλος της ωρίμανσης. Η ίδια υπόθεση επιβεβαιώθηκε σε αμπελώνα στη Νέα Ζηλανδία. Συγκεκριμένα η χωρική παραλλακτικότητα των ολικών διαλυτών στερεών του γλεύκους ελαχιστοποιήθηκε την διάρκεια της συγκομιδής (Trought και Bramley 2011). Σε άλλη μελέτη σε αμπελώνες Cabernet Sauvignon βρέθηκε πως δεν υπάρχει σημαντική συσχέτιση της φυλλικής επιφάνειας των πρέμων με τα ολικά διαλυτά στερεά.



Εικόνα 17. Brix_ A' δειγματοληψίας



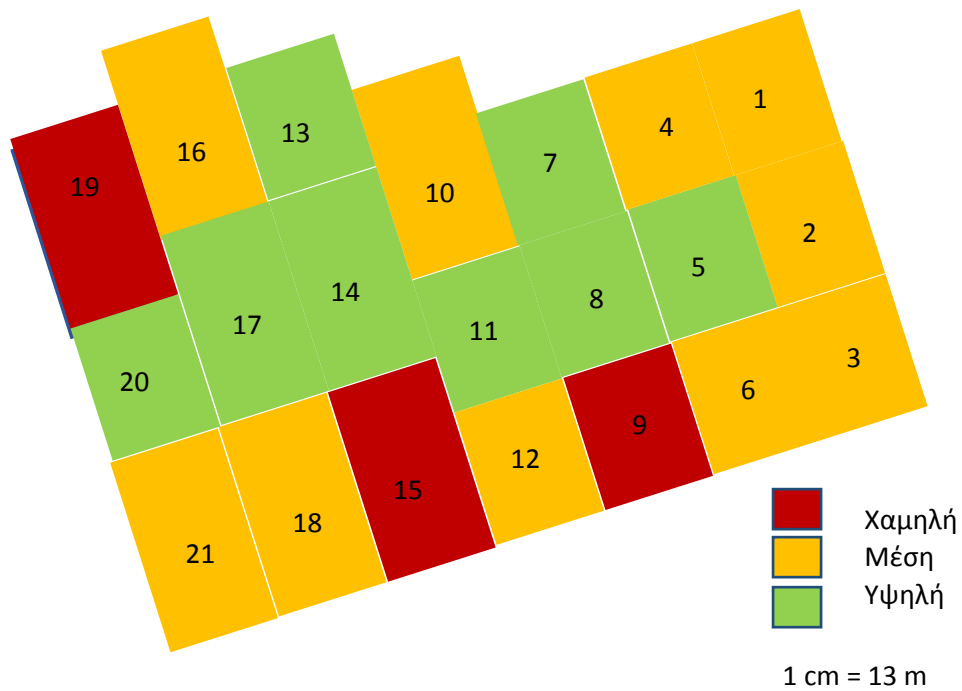
Εικόνα 18. Brix_B' Δειγματοληψία



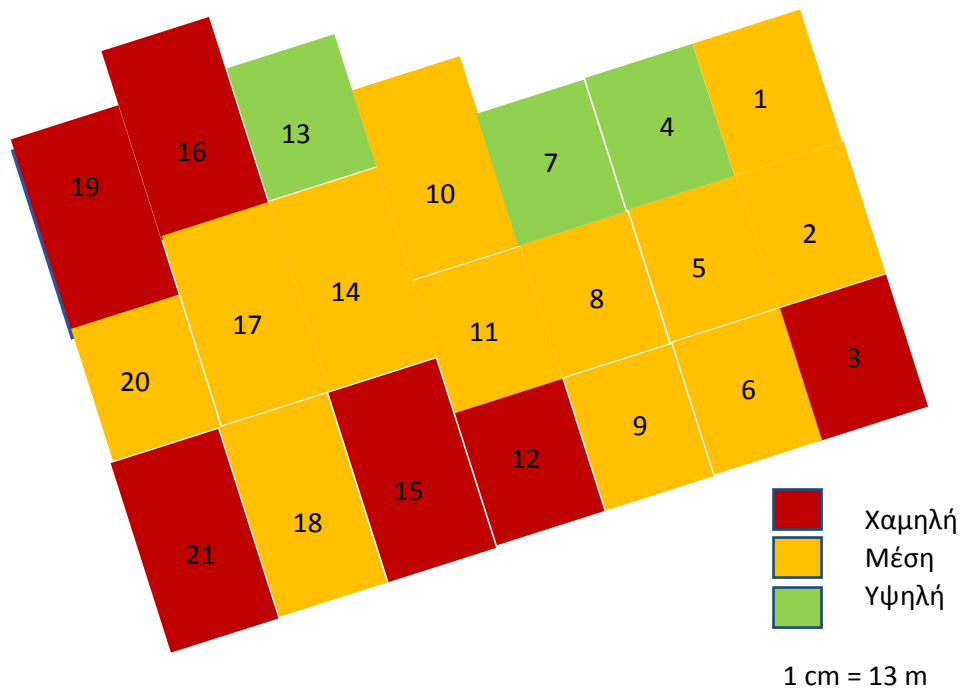
Εικόνα 19. Brix_Γ' δειγματοληψίας

5.2.3 Ολική οξύτητα

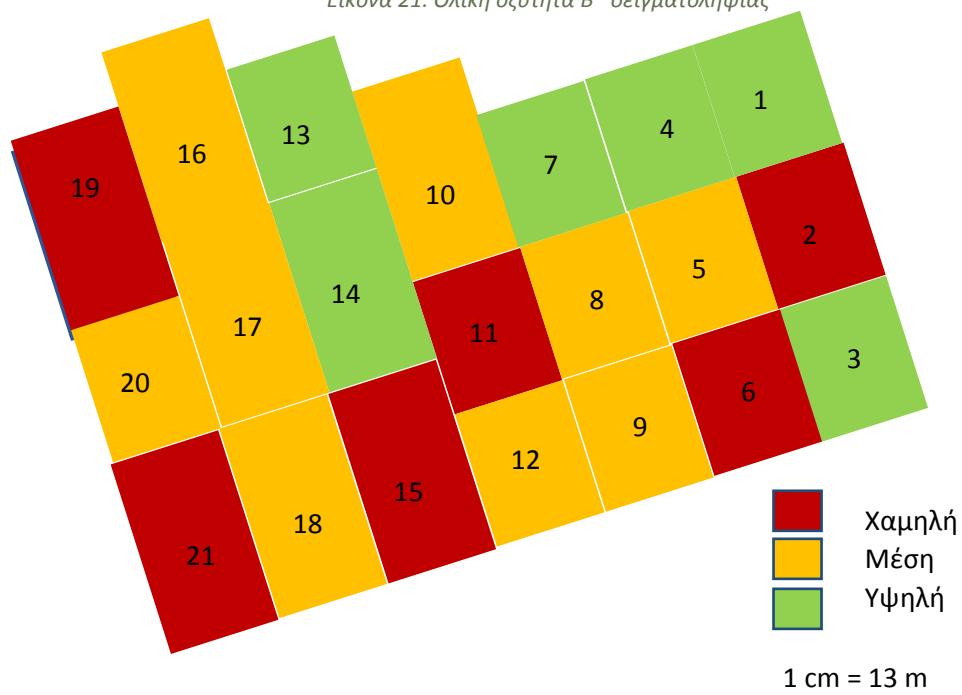
Μικρή μεταβλητότητα τιμών παρουσιάζει και η ολική οξύτητα στις τρεις δειγματοληψίες. Ενώ υπάρχει σχετικά χαμηλή αρνητική συσχέτιση των σακχάρων με τα γραμμάρια τρυγικού οξέος που μετρήθηκαν (συγκεκριμένα των ελεύθερων καρβοξυλομάδων των ραγών) ($r=-0.416$, $r=0.760$ με $p<0.01$ και $r=-0.374$, στις τρεις δειγματοληψίες αντίστοιχα (Παρ. 7,8,9)).



Εικόνα 20. Ολική οξύτητα Α' δειγματοληψίας



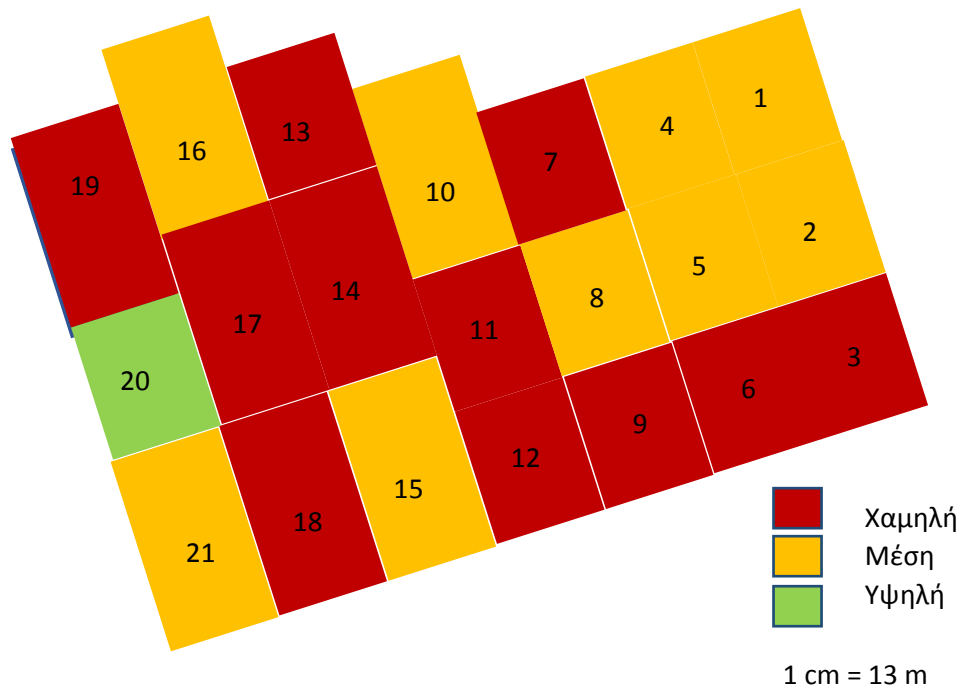
Εικόνα 21. Ολική οξύτητα Β' δειγματοληψίας



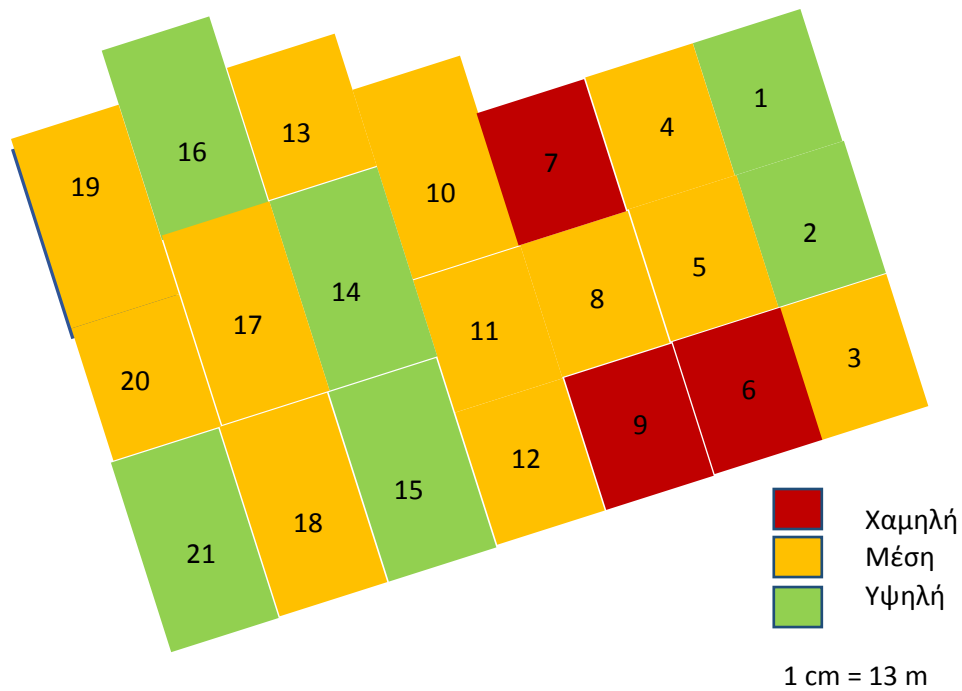
Εικόνα 22. Ολική οξύτητα Γ' δειγματοληψίας

5.2.4 Ενεργή οξύτητα – pH

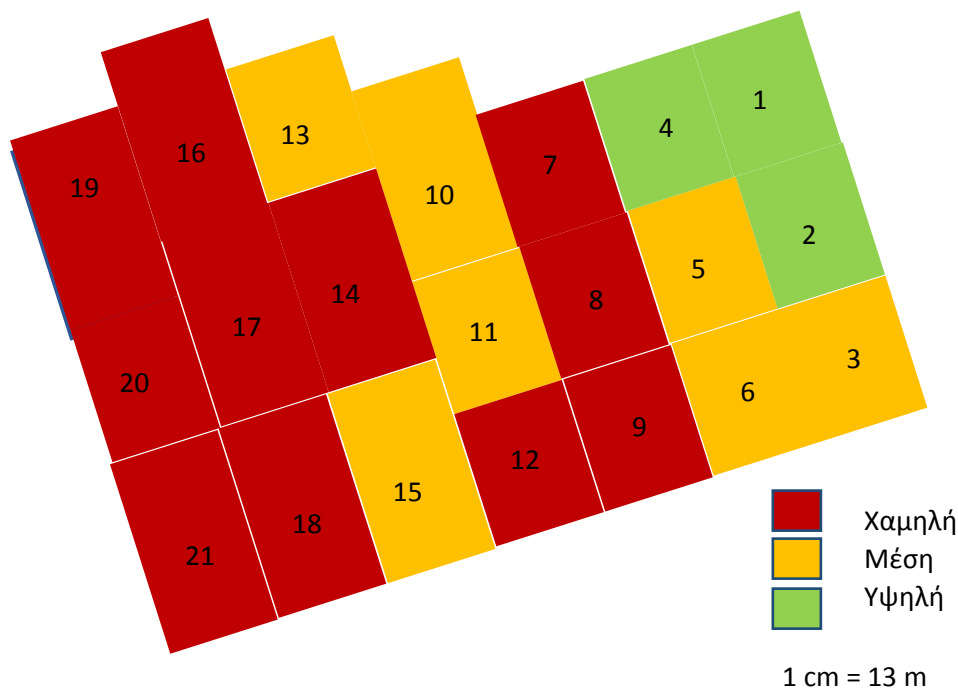
Κατά την μέτρηση του pH υπάρχει μειωμένη μεταβλητότητα τιμών, ενώ οι τιμές εμφανίζονται χαμηλές (Παρ. 7,8,9).



Εικόνα 23. pH A' δειγματοληψίας



Εικόνα 24. pH B' δειγματοληψίας



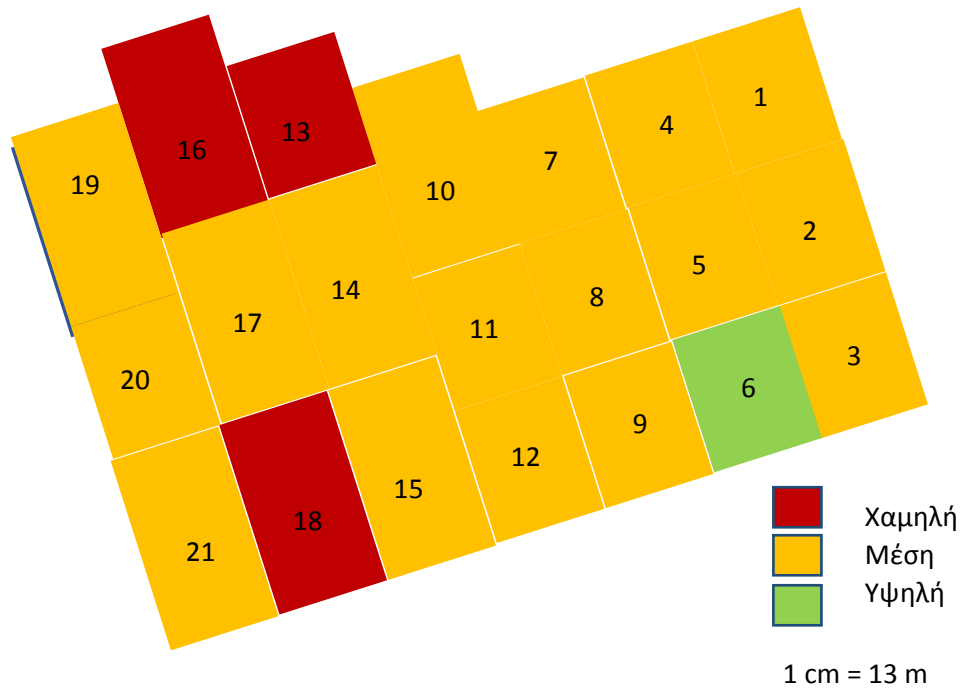
Εικόνα 25. pH Γ' δειγματοληψίας

5.2.5 Ανθοκυάνες και ολικά φαινολικά στις ράγες (Πand)

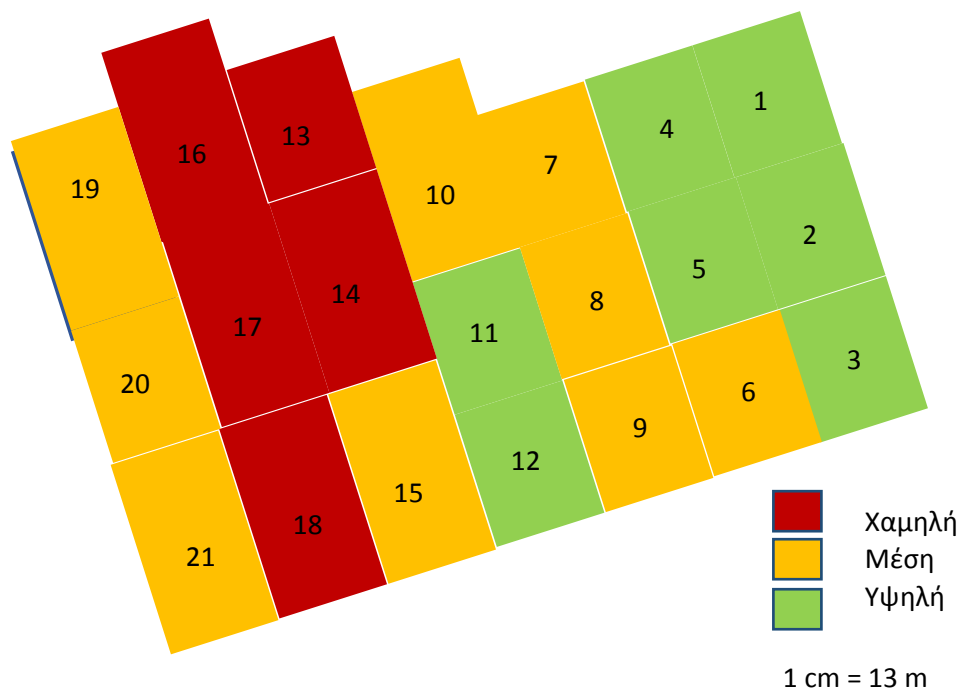
Έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες σχετικά με την απόδοση του πρέμνου και την σχέση της με τις ανθοκυάνες. Έρευνες όπως αυτή που πραγματοποιήθηκε από τους Baluja κ.α. (2012a,b) οι οποίοι μελέτησαν την περιεκτικότητα των σταφυλιών σε ανθοκυάνες χρησιμοποιώντας αισθητήρα φθορισμού και τις σχέσεις της με τη ζωηρότητα των πρέμων κατέληξαν στο συμπέρασμα πως η παραλλακτικότητα της περιεκτικότητας σε ανθοκυάνες μειώθηκε κατά την ωρίμανση και ελαχιστοποιήθηκε κατά τη συγκομιδή. Τα αποτελέσματα, δηλαδή έδειξαν μειωμένη θετική συσχέτιση της απόδοσης με την περιεκτικότητα των σταφυλιών σε ανθοκυάνες.

Παρόμοια αποτελέσματα εμφανίζονται και στην παρούσα έρευνα. Σύμφωνα με τα παραρτήματα 7,8 και 9, δεν υπάρχει συσχέτιση των ανθοκυανών και των ολικών φαινολικών των ραγών με κάποια από τις μετρήσεις του εδάφους. Θετική συσχέτιση, όμως, παρουσιάζουν στην τρίτη δειγματοληψία οι τιμές της συγκέντρωσης των ανθοκυανών mg/ ράγα με την

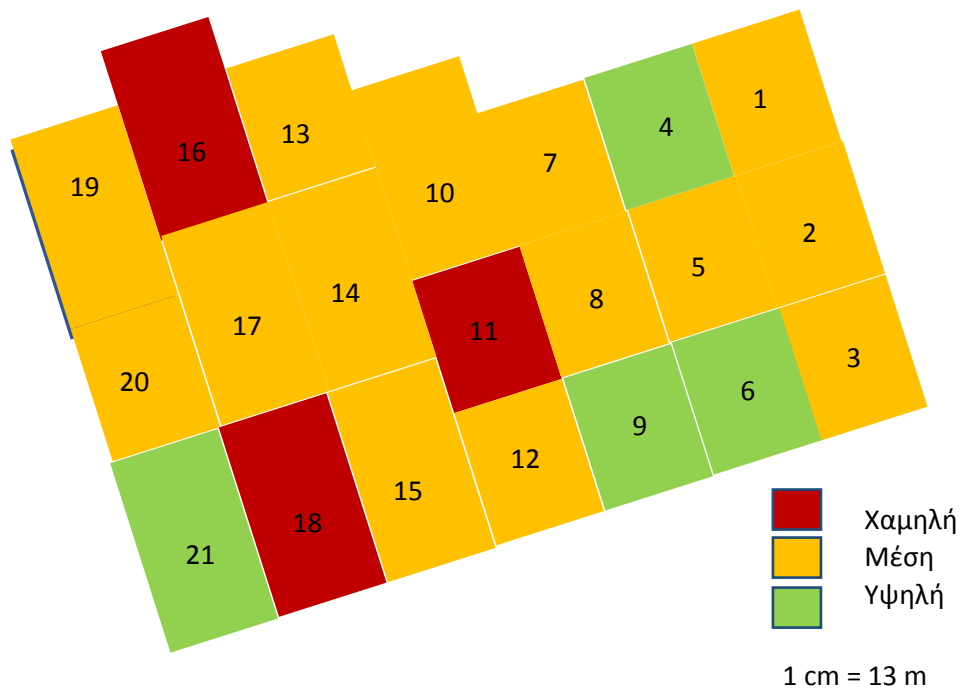
απόδοση ($r= 0.560$, $p<0.01$) και με τις τιμές του βάρους ($r=0.537$, $p<0.05$). Αντίθετα, προκύπτει αρνητική συσχέτιση της απόδοσης με τα ολικά φαινολικά (au/g ράγας) ($r=-0.616$, $p<0.01$) στην δεύτερη δειγματοληψία, όπως επίσης και με το βάρος ($r=-0.490$, $p<0.05$).



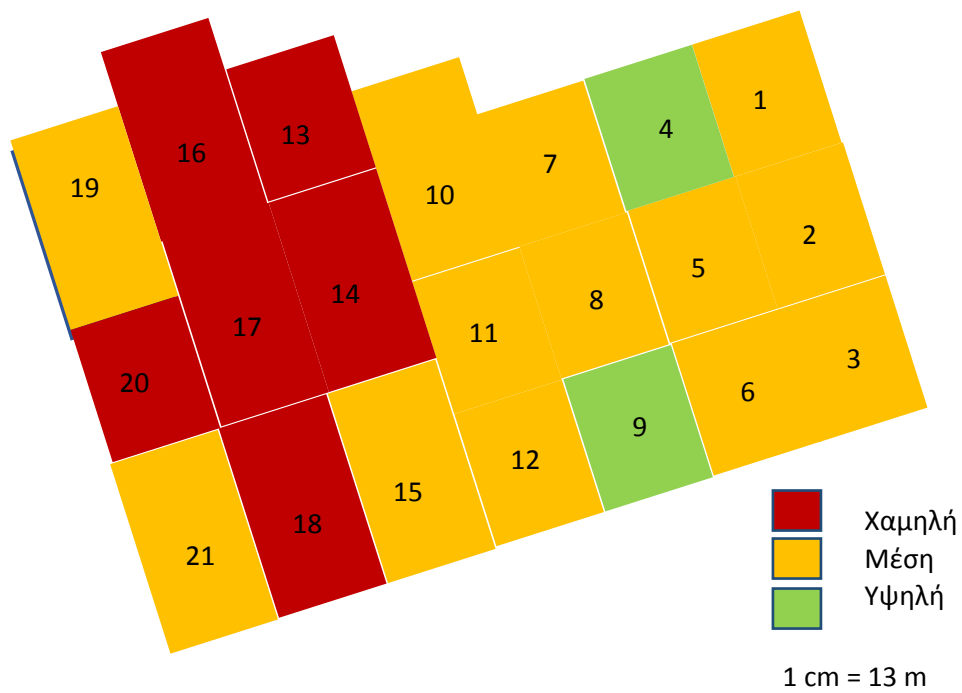
Εικόνα 26. Ανθοκυάνες mg/ράγα Β' δειγματοληψίας



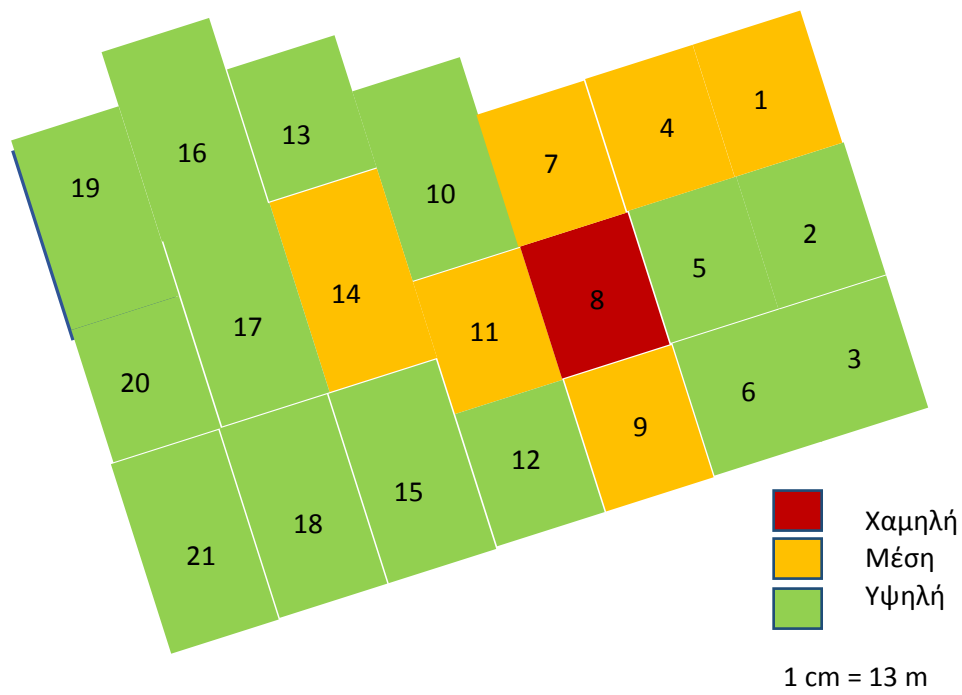
Εικόνα 27. Ανθοκυάνες (mg/ράγα) Β' δειγματοληψίας



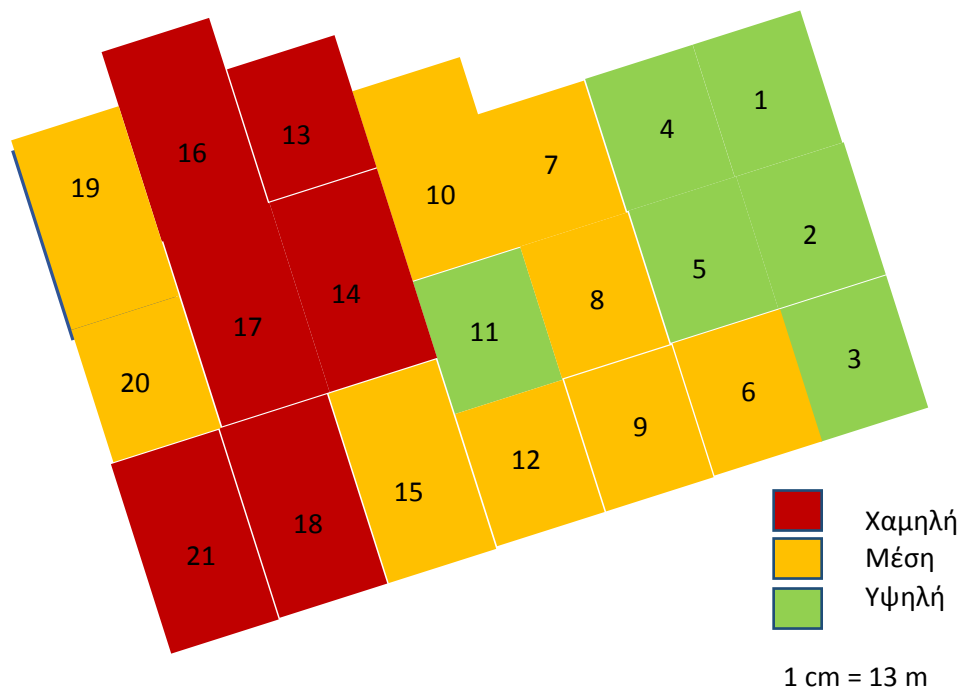
Εικόνα 28. Ανθοκυάνες g/ράγα Β' δειγματοληψίας



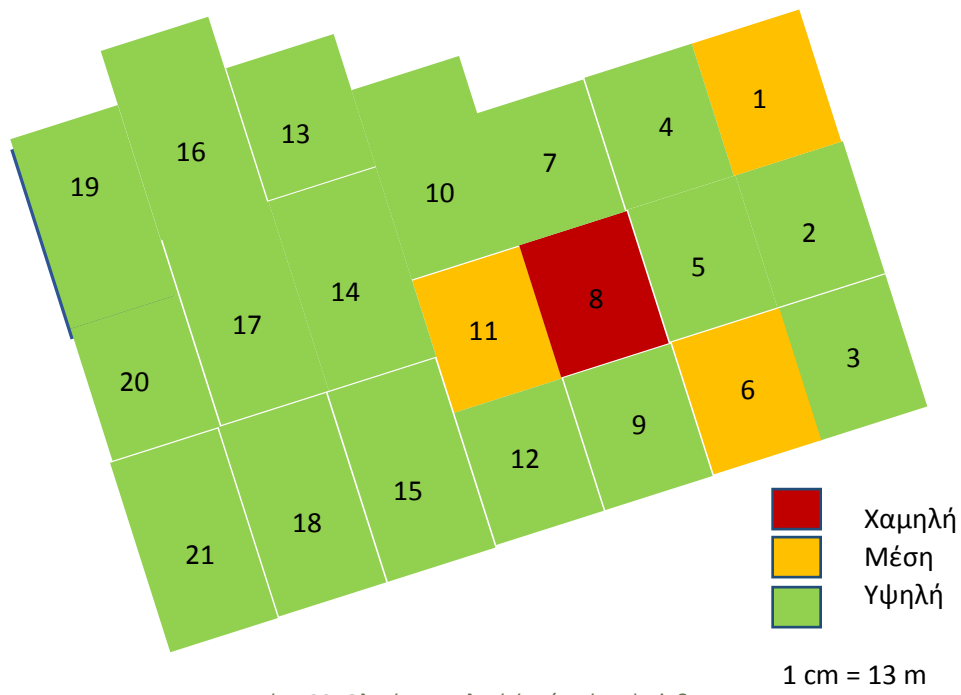
Εικόνα 29. Ανθοκυάνες g/ράγας Γ' δειγματοληψίας



Εικόνα 30. Ολικά φαινορικά (αυ) Β' δειγματοληψίας



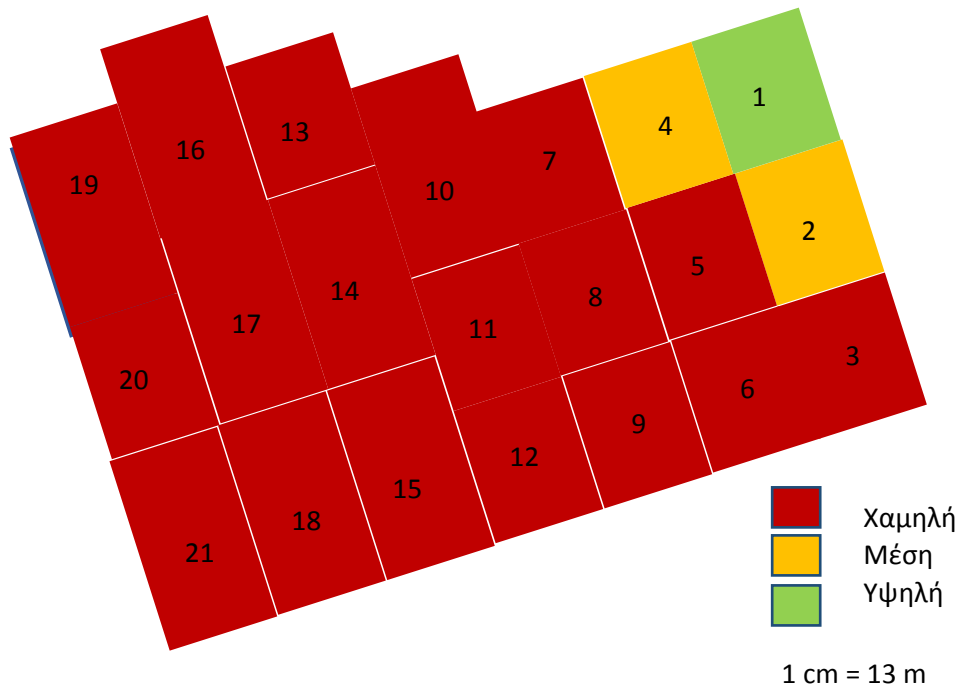
Εικόνα 31. Ολικά φαινορικά (αυ) Γ' δειγματοληψίας



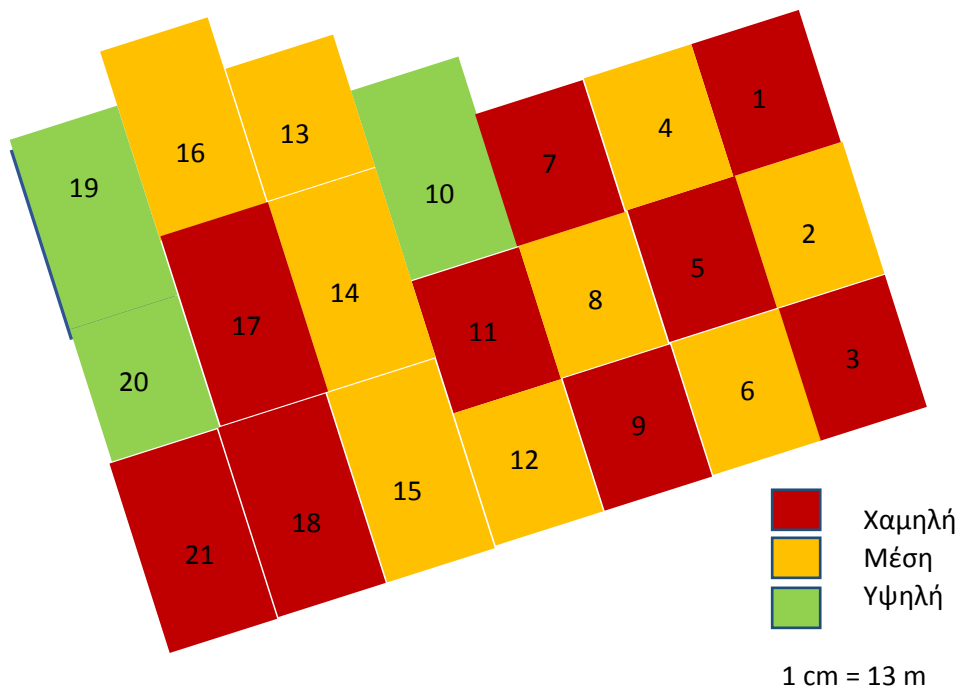
Εικόνα 32. Ολικά φαινορικά (αυ/γ ράγας) Β' δειγματοληψίας

5.2.6. Μέτρηση συμπυκνωμένων ταννινών με Methyl cellulose σε ράγες

Όσον αφορά την συγκέντρωση ταννινών στις ράγες, παρουσιάζεται αύξηση των τιμών στην τρίτη δειγματοληψία, ενώ παράλληλα υπάρχει αρνητική συσχέτιση των τιμών της συγκέντρωσης ταννινών με την ECa ($r=-0.455$, $p<0.05$) αλλά και με το βάρος των ραγών ($r=0.248$), που δεν μπορεί να θεωρηθεί στατιστικά σημαντική.



Εικόνα 34. Συγκέντρωση ταννινών στον σταφυλοπολιτό (mg/g) Β' δειγματοληψίας



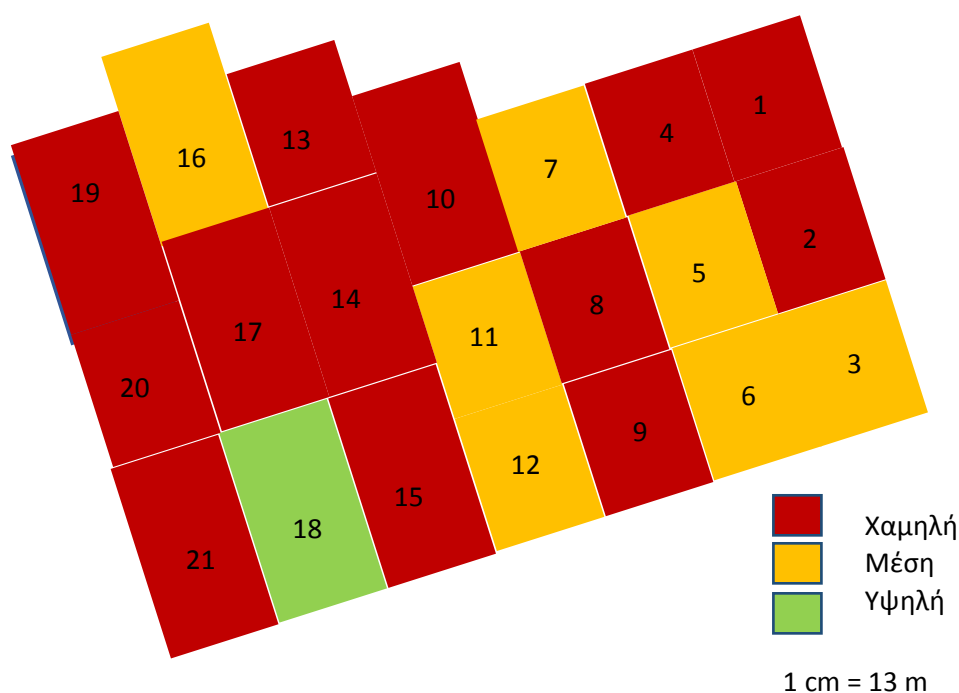
Εικόνα 35. Συγκέντρωση ταννινών στον σταφυλοπολιτό (mg/g) Γ' δειγματοληψίας

5.3 ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΟΙΝΟΥ

5.3.1 Ολική οξύτητα οίνου

Όπως διακρίνεται και στον σχηματικό χάρτη αλλά και στο παράρτημα 6, οι τιμές της ολικής οξύτητας του οίνου είναι χαμηλές.

Η ολική οξύτητα του οίνου δεν εμφανίζει ισχυρή συσχέτιση με κάποια άλλη μέθοδο όπως μπορεί να παρατηρηθεί και στο *Παράρτημα 10*. Αρνητική συσχέτιση ($r=-0.443$, $p< 0.01$) παρατηρείται μόνο με το pH.

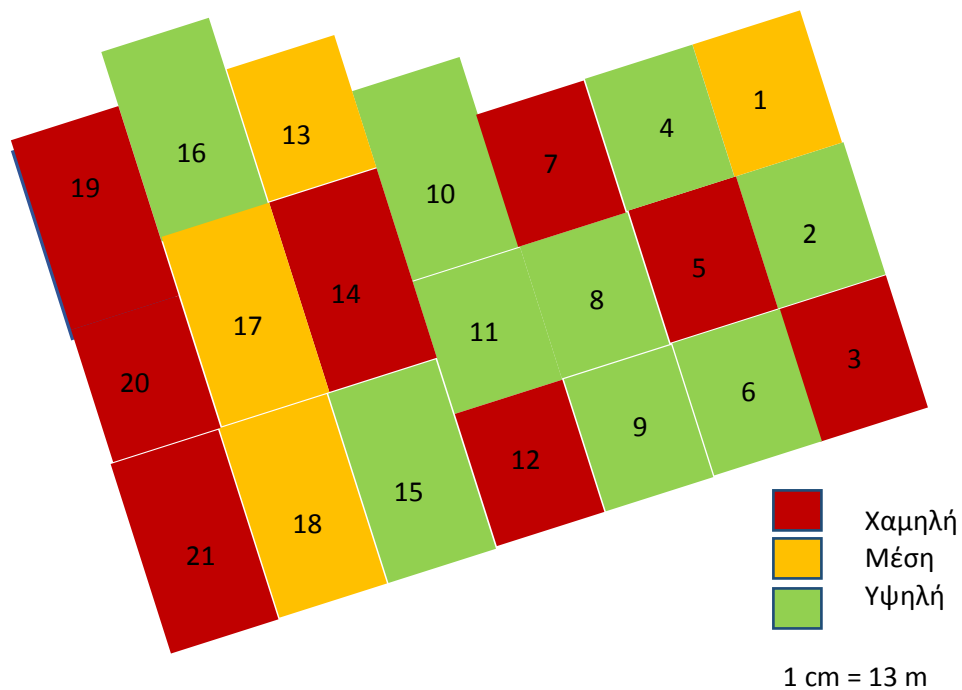


Εικόνα 36. Ολική οξύτητα οίνου (gr/l)

5.3.2 Μέτρηση συμπυκνωμένων ταννινών με Methyl cellulose στον οίνο

Η συγκέντρωση συμπυκνωμένων ταννινών εμφανίζει θετική συσχέτιση με τις τιμές του pH ($r=0.521$, $p<0.05$) καθώς και την απόχρωση (H) ($r=0.591$, $p<0.01$, *Παρ. 10*). Τα αποτελέσματα αυτά είναι αναμενόμενα, αφού το χρώμα του οίνου επηρεάζεται από την συγκέντρωση των

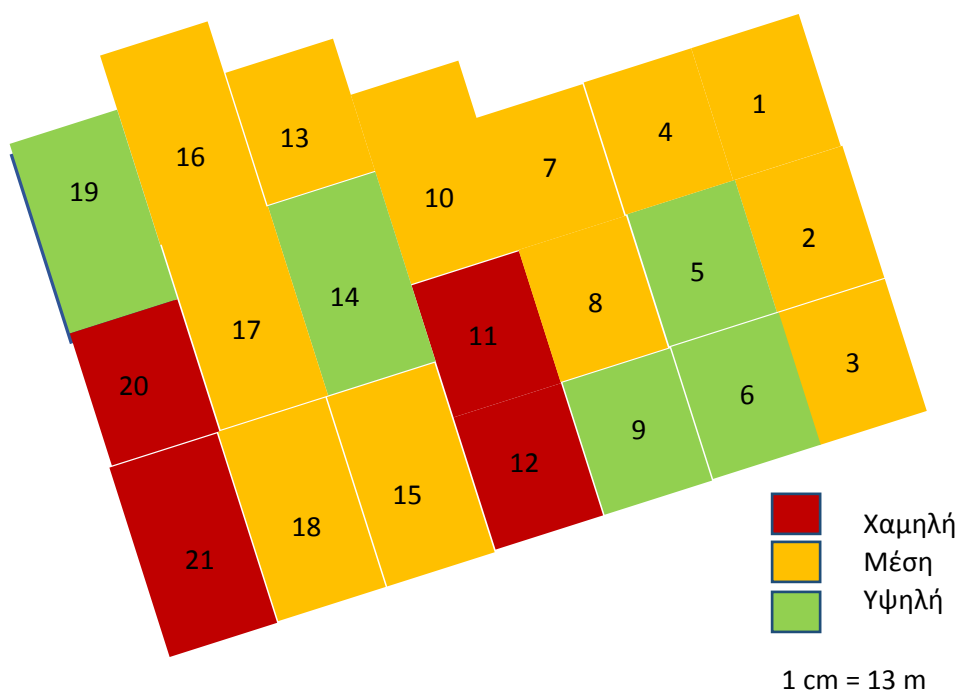
ταννινών. Αντίθετα η ένταση έχει αρνητική συσχέτιση με τις συμπυκνωμένες ταννίνες ($r=-0.514, p<0.05, Παρ. 10$).



Εικόνα 37. Συμπυκνωμένες ταννίνες με χρήση Methyl cellulose οίνου (gr κατεχίνης/l)

5.3.3 Αλκοολικός Τίτλος (%)

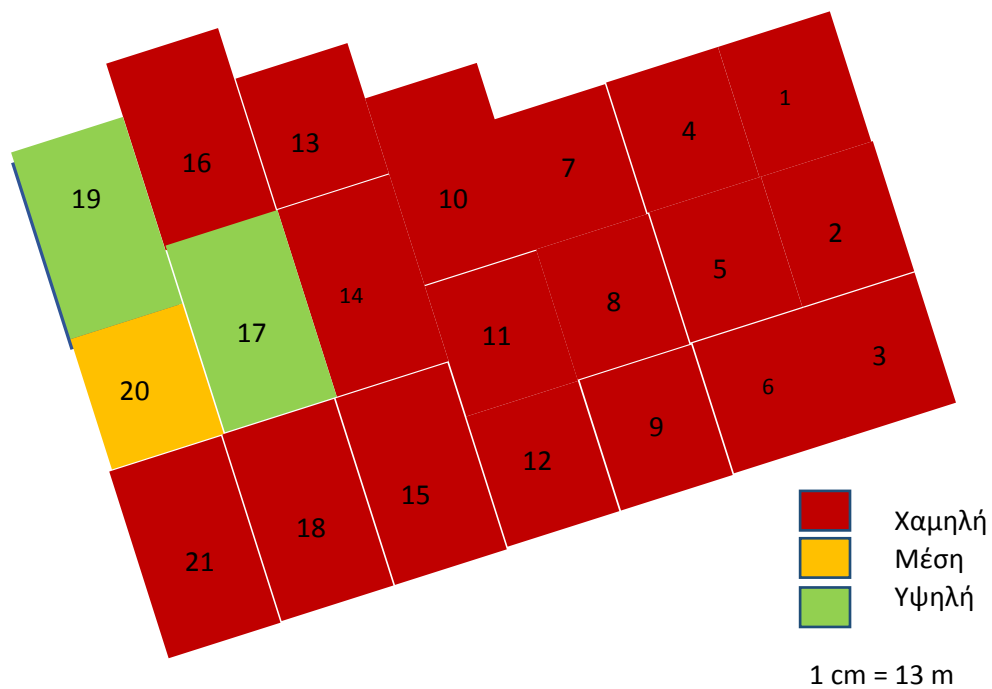
Ο αλκοολικός βαθμός του οίνου που παράχθηκε κυμαίνεται σε μέσες τιμές (Mean = 12.12), ενώ δεν εμφανίζει κάποια συσχέτιση με άλλες μετρήσεις.



Εικόνα 38. Αλκοολικός τίτλος οίνου (%)

5.3.4 Πτητική οξύτητα

Η πτητική οξύτητα παρουσιάζει χαμηλές τιμές (Mean = 0.65g οξικού οξέος/L), δηλαδή η συγκέντρωση των οξέων που δεν έχουν επιθυμητή επίδραση στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του οίνου είναι μικρή (το οξικό, το μυρμηγκικό, το προπιονικό και το βουτυρικό, δηλαδή τα οξέα της αλειφατικής σειράς με μικρό αριθμό ατόμων άνθρακα).

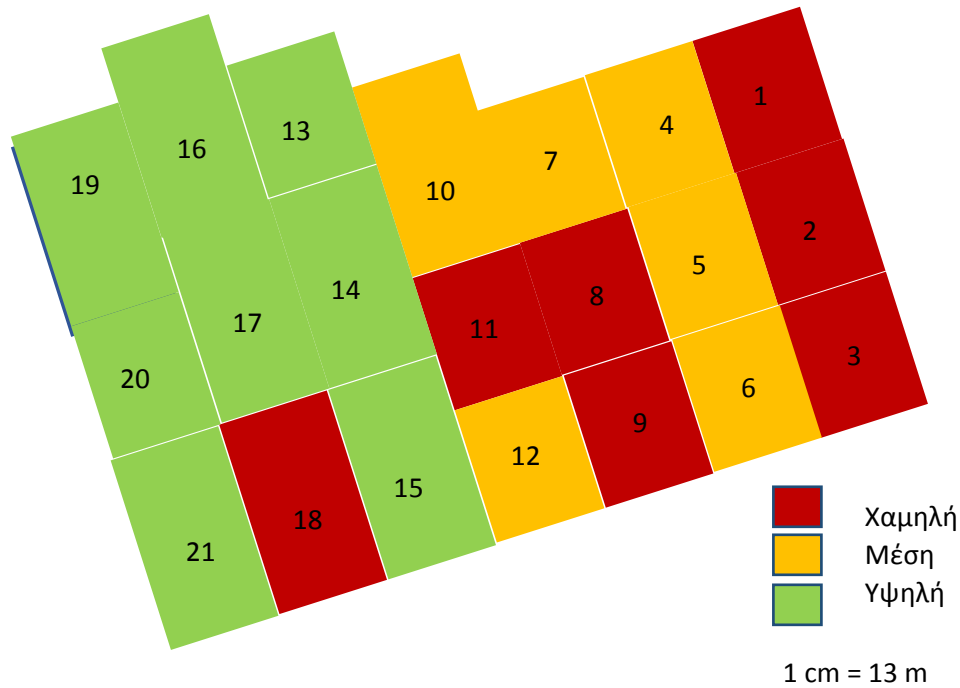


Εικόνα 39. Πτητική οξύτητα οίνου (gr οξικού οξέος/L)

5.3.5 Δείκτης φαινολικών ουσιών (ΔΦΟ)

Ο Δείκτης Φαινολικών ουσιών (ΔΦΟ) είναι μια απλή και επαναλήψιμη μέτρηση ενώ μετρά την περιεκτικότητα των φλαβανοειδών φαινολών (ανθοκυάνες, ταννίνες), των μη φλαβανοειδών (φαινολικά οξέα) και κάποιων μη φαινολικών ουσιών. Για τον λόγο αυτό είναι αναμενόμενη η θετική συσχέτισή του με την ένταση ($r= 0.686, p < 0.01$), τα ολικά φαινολικά (μέθοδος Folin-Ciocalteu, $r=0.595, p < 0.01$), καθώς και με την μέτρηση ταννινών με τη μέθοδο του βρασμού

του οίνου ($r= 0.627, p<0.01$) αλλά και με την μέτρηση ταννινών με την μέθοδο Habertson ($r=0.876, p<0.01$), Παρ. 10.



Εικόνα 40. Δείκτης φαινολικών ουσιών (ΔΦΟ)

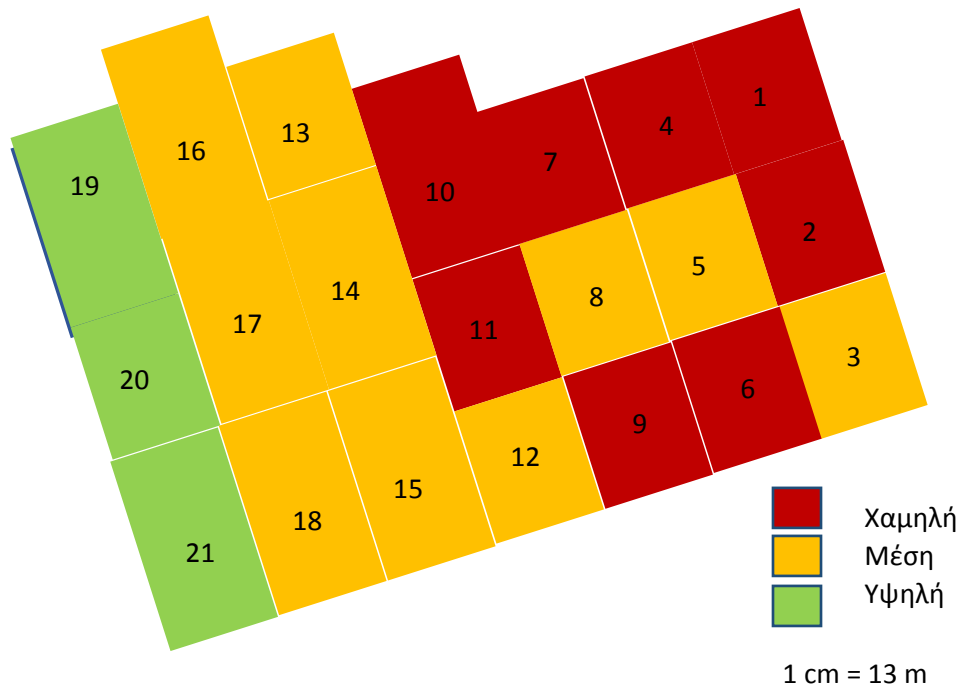
5.3.6 Ένταση- Απόχρωση

Βάσει του Παραρτήματος 10 παρατηρούνται συσχετίσεις, τόσο θετικές όσο και αρνητικές, της έντασης και της απόχρωσης με αρκετές από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν.

5.3.6.1 Ένταση

Αναλυτικά, η ένταση παρουσιάζει αρνητικές συσχετίσεις με την φαινομενική ηλεκτρική αγωγιμότητα ($r= -0.57, p<0.01$), με την απόχρωση ($r= -0.551, p<0.01$) και με την συγκέντρωση συμπυκνωμένων ταννινών ($r=-0.514, p<0.05$). Αντίθετα εμφανίζει ισχυρή θετική συσχέτιση με το Δείκτη Φαινολικών Ουσιών ($r=0.686, p<0.01$), με τον δείκτη υδροχλωρικού οξέος (που αποτελεί δείκτη ικανότητας παλαίωσης του οίνου αφού εκφράζει το

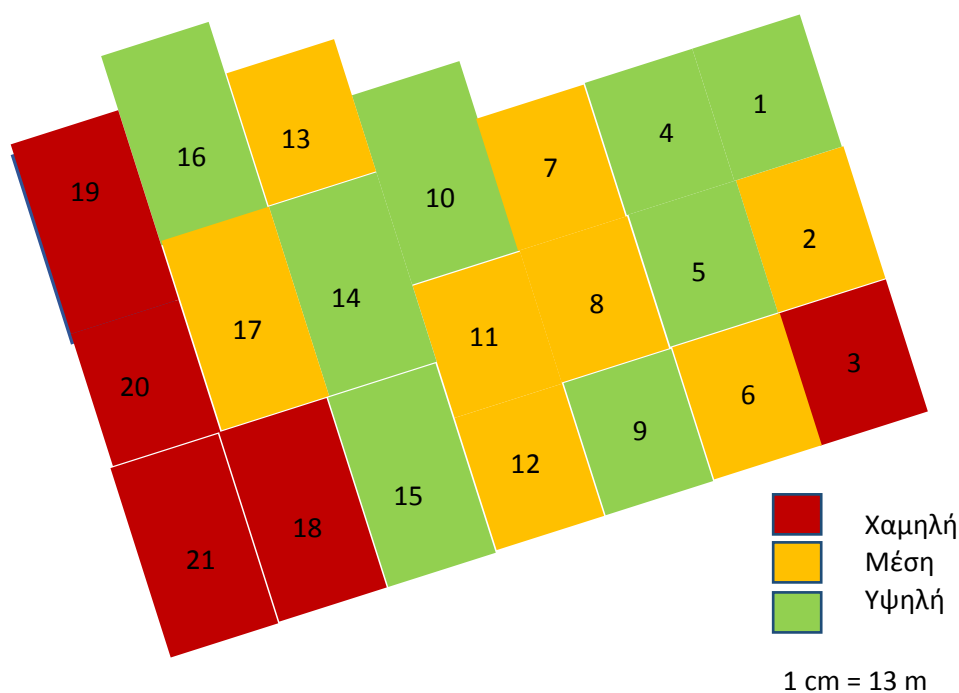
ποσοστό των πολυμερισμένων ταννινών) συγκεκριμένα, $r = 0.559$, $p < 0.01$, αλλά και με την συγκέντρωση ταννινών με την μέθοδο Harbertson ($r = 0.662$, $p < 0.01$). Επίσης, εμφανίζεται θετική συσχέτιση της έντασης με τον οργανοληπτικό έλεγχο που πραγματοποιήθηκε ($r = 0.738$, $p < 0.01$). Τέλος, η ένταση φαίνεται να έχει αρνητική συσχέτιση με τις ανθοκυάνες και τους εστέρες ($r = -0.472$ και $r = -0.482$ αντίστοιχα, $p < 0.05$).



Εικόνα 41. Ένταση (I) οίνου

5.3.6.2 Απόχρωση

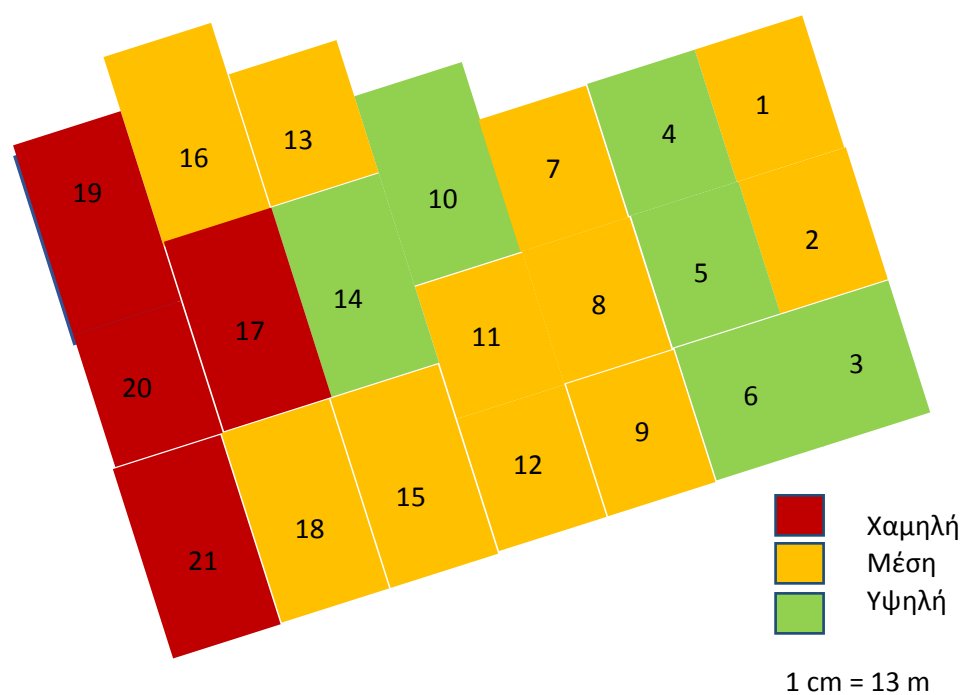
Σε αντίθεση με την ένταση, η απόχρωση εμφανίζει αρνητική συσχέτιση με τον δείκτη υδροχλωρικού οξέος ($r = -0.657, p < 0.01$). Θετική συσχέτιση παρουσιάζει η απόχρωση με την συγκέντρωση συμπυκνωμένων ταννινών ($r = 0.591, p < 0.01$), σε αντίθεση με την ένταση, και με το pH ($r = 0.757, p < 0.01$). Η απόχρωση, σε αντίθεση με την ένταση φαίνεται να έχει θετική συσχέτιση με τις ανθοκυάνες και τους εστέρες που προέκυψαν ύστερα από την χρήση υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης ($r = 0.506, p < 0.01$ και $r = 0.626, p < 0.01$ αντίστοιχα), Παρ. 10.



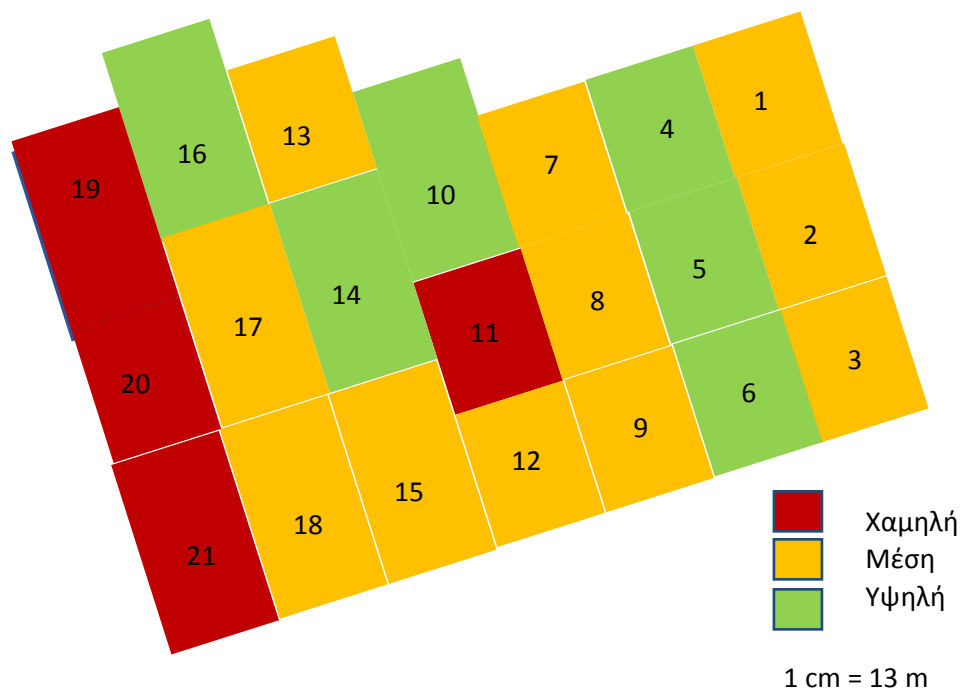
Εικόνα 42. Απόχρωση (H) οίνου

5.3.7 Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης (HPLC)

Ο ποσοτικός προσδιορισμός των μονογλυκοζιτών των ανθοκυανών, όπως αναφέρεται και ανωτέρω, έγινε με την μέθοδο HPLC. Προσδιορίστηκαν πέντε μονογλυκοζίτες (δελφινιδίνη, κυανιδίνη, πετουνιδίνη, πεονιδίνη και μαλβιδίνη) καθώς και δύο ακυλιωμένες ανθοκυάνες (κουμαρικός και οξικός εστέρας της μαλβιδίνης). Στις εικόνες 43 και 44 εμφανίζονται οι σχηματικοί χάρτες όπου παρουσιάζεται το άθροισμα των συγκεντρώσεων των πέντε μονογλυκοζιτών εκφρασμένο σε mg μαλβιδίνης/L και στη συνέχεια των δύο ακυλιωμένων ανθοκυανών, εκφρασμένο σε mg μαλβιδίνης/L, όπως προκύπτει από το πρόγραμμα ChromPass (Chromatography Data System). Και οι δύο τιμές έχουν θετική συσχέτιση με την συγκέντρωση των ολικών ανθοκυανών ($r=0.668$, $p<0.01$ και $r=0.769$, $p<0.01$), και αρνητική με τον Δείκτη Υδροχλωρικού οξέος ($r=-0.583$ και $r=-0.650$, $p<0.01$, ανθοκυάνες και εστέρες αντίστοιχα).



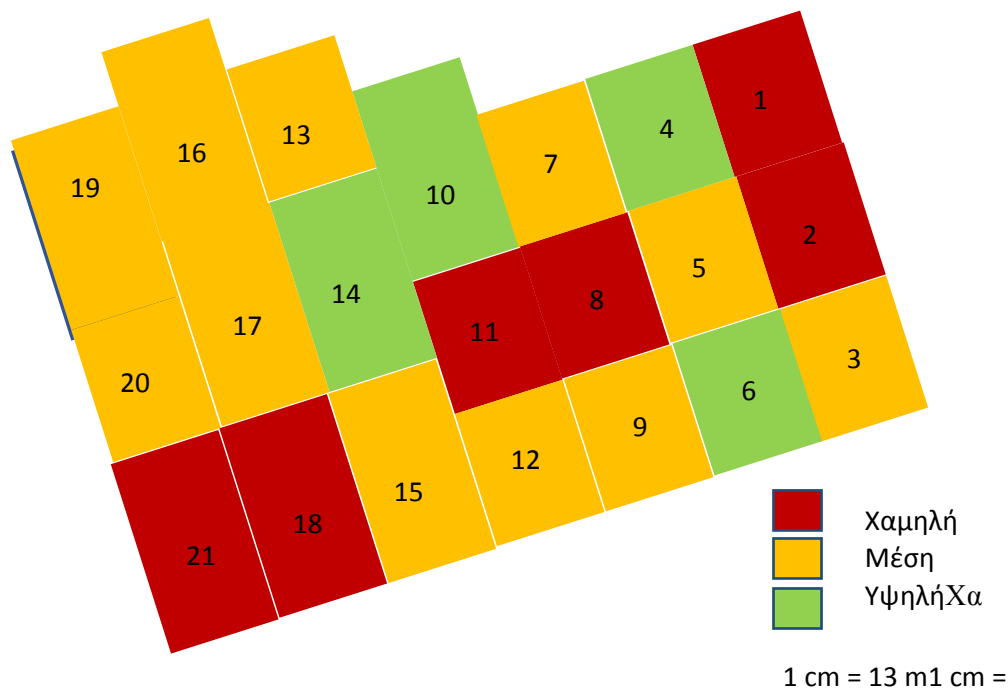
Εικόνα 43. Ανθοκυάνες (mg μαλβιδίνης/L)



Εικόνα 45. Εστέρες (mg μαλβιδίνης/ L)

5.3.8 Ολικές ανθοκυάνες

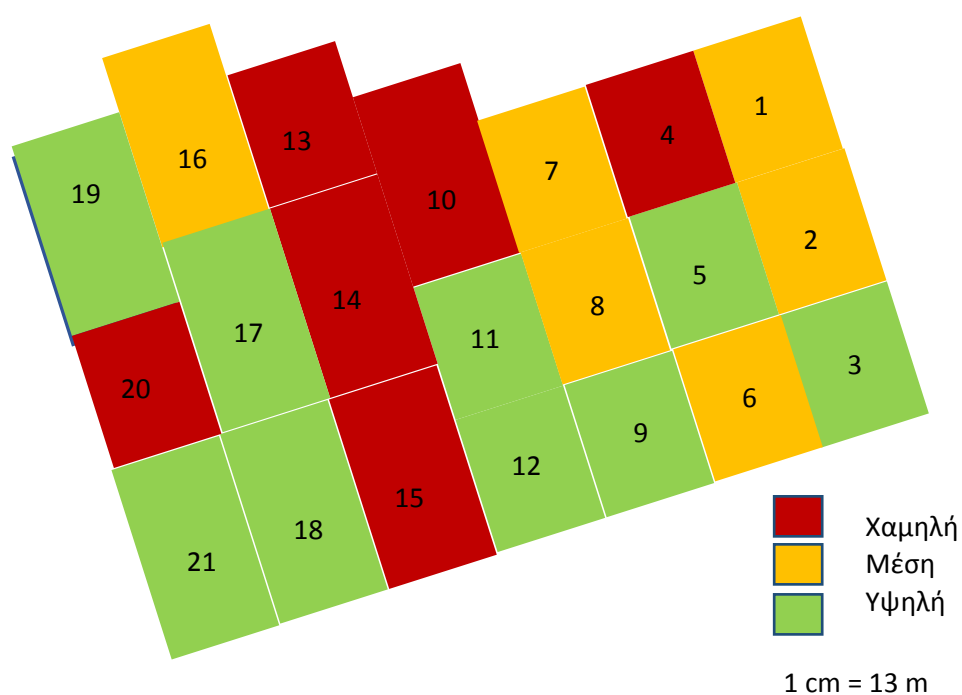
Η μέθοδος μέτρησης των ολικών ανθοκυανών υπολογίζει το σύνολο των ανθοκυανών που απαντώνται στον οίνο. Η υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC) προσδιορίζει ποσοτικά αλλά και ποιοτικά τους πέντε μονογλυκοζίτες των ανθοκυανών και τις δύο ακυλιωμένες ανθοκυάνες του οίνου. Υπάρχει λοιπόν ισχυρή θετική συσχέτιση των ολικών ανθοκυανών με τις τιμές της HPLC, δηλαδή τόσο με τους πέντε μονογλυκοζίτες (δελφινιδίνη, κυανιδίνη, πετουνιδίνη, πεονιδίνη και μαλβιδίνη) όσο και με τις δύο ακυλιωμένες ανθοκυάνες (κουμαρικός και οξικός εστέρας της μαλβιδίνης). Συγκεκριμένα οι τιμές: $r=0.668$, $p<0.01$ για το σύνολο των μονογλυκοζιτών και $r=0.759$, $p<0.01$ για το άθροισμα των ακυλιωμένων ανθοκυανών, Παρ. 10.



Εικόνα 46. Ολικές ανθοκυάνες οίνου (mg ανθοκυανών/L) Εικόνα 12. Φαινομενική ηλεκτρική

5.3.9 Δείκτης ιονισμού – I%

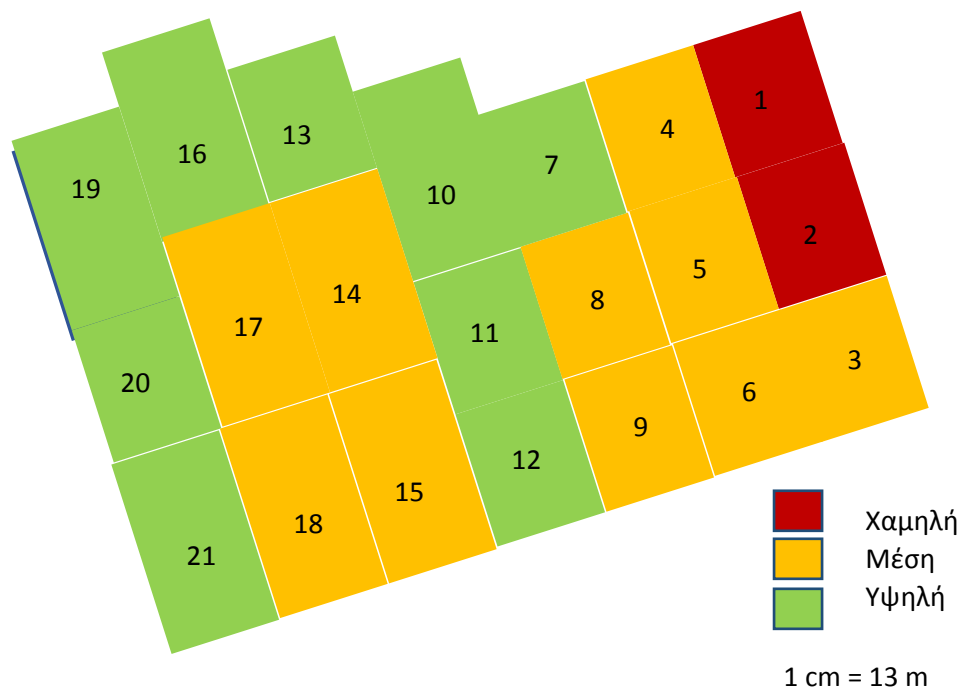
Ο Δείκτης ιονισμού εκφράζει το ποσοστό των ολικών ανθοκυανών που βρίσκονται σε έναν οίνο υπό ερυθρή μορφή (φλαβύλια) και δίνουν το ερυθρό χρώμα των οίνων. Παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση με τις τιμές της απόχρωσης ($r=-0.451$, $p<0.05$), Παρ. 10. Παρατηρείται, επίσης, μεγάλο εύρος τιμών (Min=20.95, Max= 63.06).



Εικόνα 47. Δείκτης ιονισμού οίνου (gr/L)

5.3.10 Ολικά φαινολικά με χρήση του δείκτη Folin-Ciocalteu

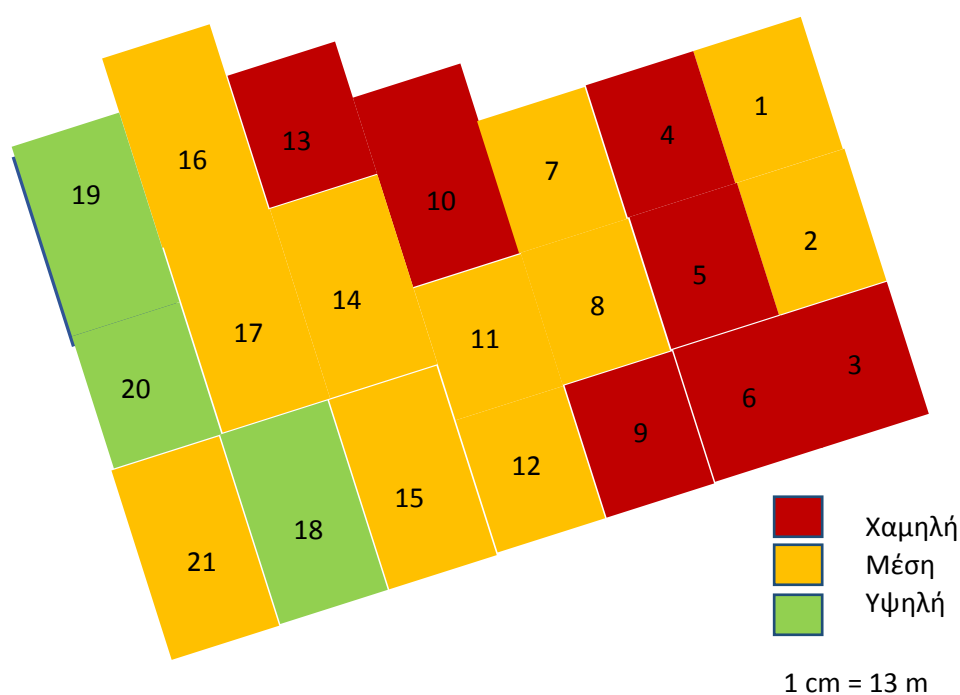
Με τον Δείκτη Folin- Ciocalteu μετράται το σύνολο των φαινολικών ουσιών όπως και ο Δείκτης Φαινολικών Ουσιών (ΔΦΟ) ($r= 0.595$, $p< 0.01$). Θετική συσχέτιση σύμφωνα με το *Παράρτημα 10* έχει επίσης με την συγκέντρωση των ταννινών που προκύπτουν με βρασμό ($r=0.517$, $p<0.05$) και με την συγκέντρωση ταννινών με τη μέθοδο Harbertson ($r= 0.581$, $p< 0.01$). Τα ολικά φαινολικά φαίνεται πως έχουν θετική αλληλεπίδραση και με το σύνολο των φλαβονολών και προανθοκυανιδινών στον οίνο που μετρούνται με την χρήση του αντιδραστηρίου DMAC ($r=0.527$, $p<0.01$). Ισχυρή συσχέτιση φαίνεται πως έχει και με τον οργανοληπτικό έλεγχο που πραγματοποιήθηκε, κάτι που δηλώνει πως τα ολικά φαινολικά επιδρούν θετικά στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του οίνου.



Εικόνα 48. Δείκτης Folin- Ciocalteu οίνου (gr/L)

5.3.11 Δείκτης Υδροχλωρικού οξέος – Δ. HCl%

Ο Δείκτης Υδροχλωρικού οξέος αποτελεί παράγοντα παλαίωσης αφού εμφανίζει το σύνολο των πολυμερισμένων ταννινών. Έχει ισχυρά θετική συσχέτιση με την ένταση (I) και με την απόχρωση (H) ($r=0.559$ και $r=-0.657, p<0.01$, αντίστοιχα. Αρνητική συσχέτιση έχει και με τις τιμές της συγκέντρωσης των ανθοκυανών και εστέρων που προέκυψαν από την υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης ($r=-0.583, p<0.01$ και $r=-0.650, p<0.01$), Παρ. 10. Οι τιμές, σύμφωνα με το παράρτημα 5 είναι < 25 , άρα ο οίνος θεωρείται κατάλληλος για παλαίωση.

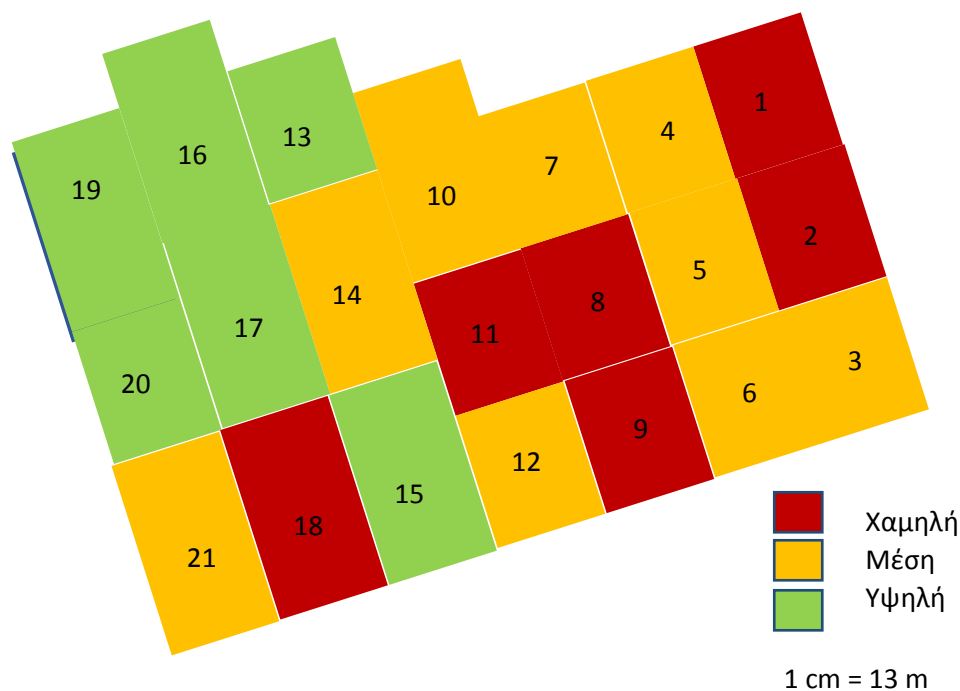


Εικόνα 49. Δείκτης Υδροχλωρικού οξέος οίνου - HCl%

5.3.12 Ταννίνες με την μέθοδο Harbertson

Με την μέθοδο Harbertson μετράται η συγκέντρωση ταννινών στον οίνο. Οι τιμές όπως εμφανίζονται και στον παρακάτω χάρτη ποικίλουν.

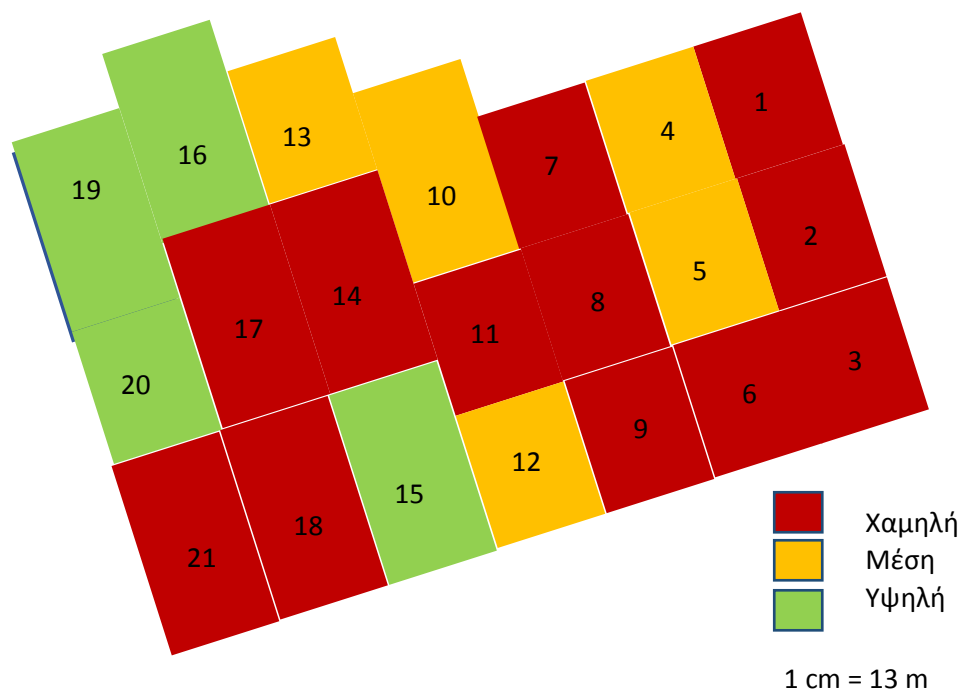
Με άλλες μεθόδους, η μέθοδος Harbertson εμφανίζει μόνο θετικές συσχετίσεις με ισχυρότερη την συσχέτιση με τον Δείκτη Φαινολικών Ουσιών (ΔΦΟ) ($r= 0.876, p<0.01$), Παρ. 10.



Εικόνα 50. Ολικές ταννίνες οίνου με την μέθοδο Habertson (mg/L)

5.3.13 Ταννίνες με βρασμό

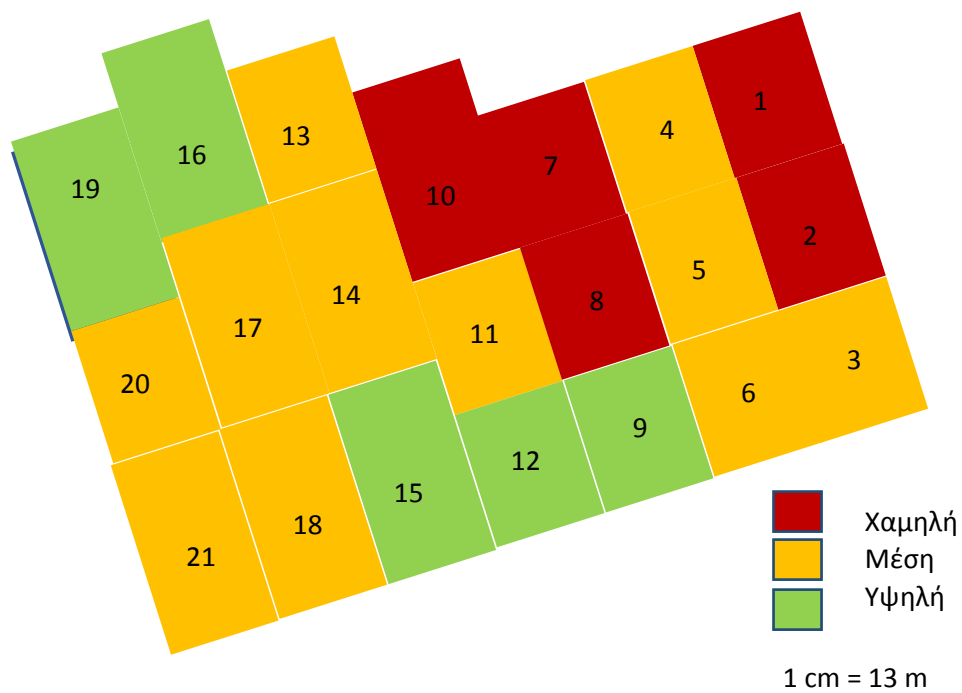
Οι ταννίνες όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω αποτελούνται από αλυσίδες πολυμερισμένων φλαβονολών (προκυανιδινών) μικρότερου ή μεγαλύτερου μεγέθους. Με τον βρασμό επιτυγχάνεται ο αποπολυμερισμός των ταννινών. Οι τιμές βάσει του χάρτη αλλά και του Παραρτήματος 5 είναι σχετικά μικρές τιμές.



Εικόνα 51. Ταννίνες οίνου με βρασμό (g/L)

5.3.14 Μέθοδος εκτίμησης των φλαβονολών και προανθοκυανιδινών με το αντιδραστήριο DMAC

Η συγκεκριμένη μέθοδος υπολογίζει την συγκέντρωση των φλαβονολών και των προανθοκυανιδινών στον οίνο. Παρατηρείται μεγάλο εύρος τιμών (Min= 371.96 mg κατεχίνης/L και Max=598.57 mg κατεχίνης/L), (Παρ.6).

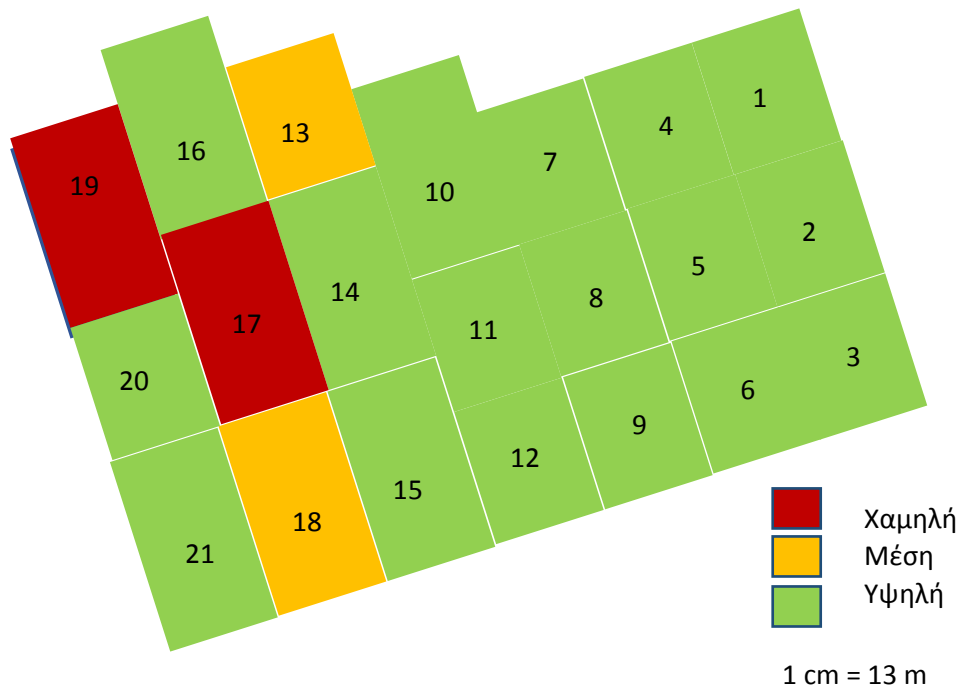


Εικόνα 52. Φλαβονόλες και προανθοκυανιδίνες με τη χρήση αντιδραστηρίου DMAC (mg κατεχίνης/ L)

5.3.15 Οργανοληπτικός έλεγχος

Στον χάρτη απεικονίζεται η μέση βαθμολογία του κάθε δείγματος ύστερα από τον οργανοληπτικό έλεγχο που πραγματοποιήθηκε (Παράρτημα 6). Η μέση τιμή είναι 4.3.

Ο οργανοληπτικό έλεγχος εμφανίζει θετική συσχέτιση σχεδόν με όλες τις μετρήσεις πχ. ΔΦΟ ($r=0.647, p<0.01$), ένταση ($r=0.738, p<0.01$), την συγκέντρωση ολικών φαινολικών ($r=0.720, p<0.01$) αλλά και με όλες τις μεθόδους μέτρησης ταννινών.



Εικόνα 53. Οργανοληπτικός έλεγχος οίνου

Όσον αφορά στις έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί για τον συσχετισμό της ποιότητας με την συγκέντρωση των ανθοκυανών, οι Sethuramasamyraja κ.α. (2010a) μέτρησαν την χωρική παραλλακτικότητα της περιεκτικότητας σε ανθοκυάνες σε πειραματικούς αμπελώνες. Οι αμπελώνες χωρίστηκαν σε δύο ζώνες διαχείρισης με βάση τις τιμές χρωστικών που προσδιορίστηκαν. Τα σταφύλια οινοποιήθηκαν ξεχωριστά και δοκιμάστηκαν από εμπειρογνώμονες οι οποίοι επαλήθευσαν τη διαφορετική ποιότητα των οίνων.

Ακόμα, η ζωηρότητα των πρέμων έχει σημαντική επίδραση στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των σταφυλιών. Από μετρήσεις σε αμπελώνα Cabernet Sauvignon βρέθηκε σημαντική συσχέτιση των ιδιοτήτων του φυλλώματος με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των σταφυλιών (περιεκτικότητα σε ανθοκυάνες και φαινόλες). Σε άλλο πείραμα μετρήθηκε ο δείκτης ζωηρότητας (απόδοσης)-ποιότητας (m^2 φυλλικής επιφάνειας/Kg σταφυλιών) και βρέθηκε πως η ποιότητα των σταφυλιών ύστερα από μέτρηση Brix του γλεύκους και του χρώματος του φλοιού ήταν χαμηλότερη όταν ο δείκτης παρουσίαζε υψηλότερες τιμές (που σημαίνει περισσότερη φυλλική επιφάνεια για την ωρίμανση των σταφυλιών) (Best κ.α. 2005).

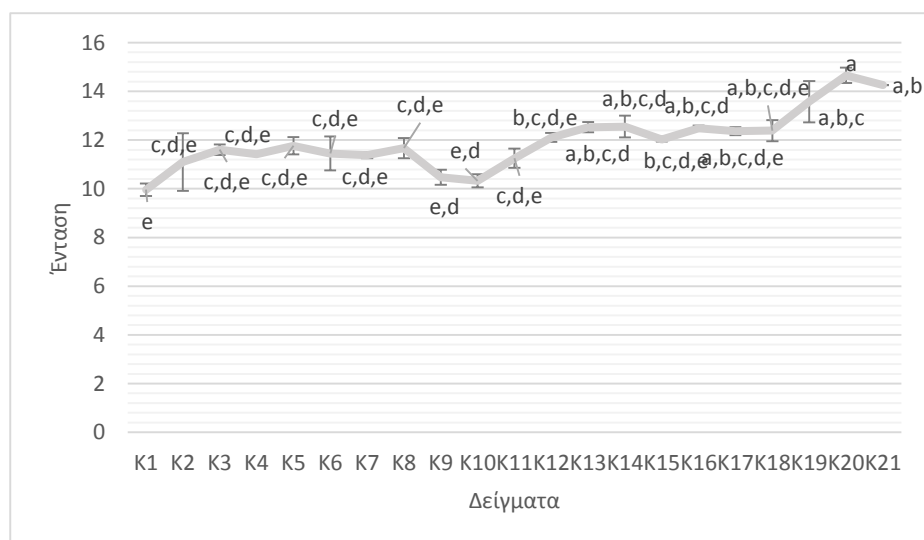
Επίσης, έχουν γίνει μελέτες με σκοπό να βρεθεί αντιστοιχία μεταξύ της παραγωγικότητας και της ποιότητας του οίνου. Ο αμπελώνας χωρίστηκε σε δύο ζώνες παραγωγικότητας. Οι διαφορετικές υποζώνες έδωσαν οίνους διαφορετικής ποιότητας. Η υποζώνη που εμφάνιζε πυκνή βλάστηση έδωσε σημαντικά υψηλότερη παραγωγή, ο οίνος που παράχθηκε εμφάνισε μικρότερη συγκέντρωση σε χρωστικές ενώ ήταν κατώτερης ποιότητας Bramley (2005). Τα τμήματα, παρόλα αυτά, με χαμηλή την παραγωγικότητα δεν παρουσίαζαν πάντοτε την καλύτερη ποιότητα (Bramley & Hamilton 2004).

Τέλος, σε αμπελώνα χαρτογραφήθηκε η ζωηρότητα των φυτών της αμπέλου, η παραγωγή και η ECa. Από την κάθε ζώνη παράχθηκαν ξεχωριστοί οίνοι οι οποίοι αναλύθηκαν δείχνοντας σημαντικές διαφορές στα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους (Bramley κ.α. 2011d).

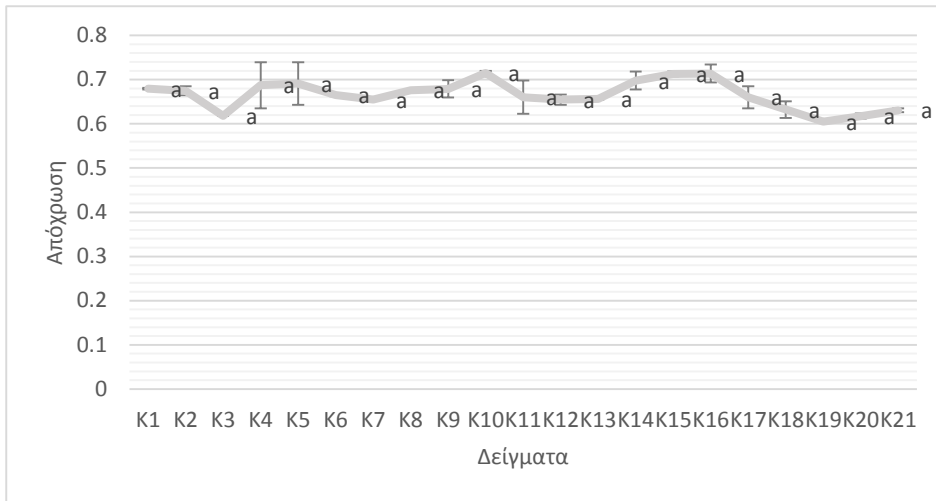
5.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Όπως αναφέρθηκε, πραγματοποιήθηκε μονόδρομη ανάλυση διακύμανσης (One – way ANOVA, $p < 0.05$). Βρέθηκαν οι στατιστικά σημαντικές διαφορές στα 21 τεμάχια σε όλες τις μεθόδους που έγιναν, από αυτές επιλέγησαν οι κυριότερες που επηρεάζουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του οίνου (ένταση, απόχρωση, συγκέντρωση ολικών ανθοκυανών, ολικών φαινολών, ταννινών και των συμπυκνωμένων ταννινών, Παραρτήματα 5 και 6).

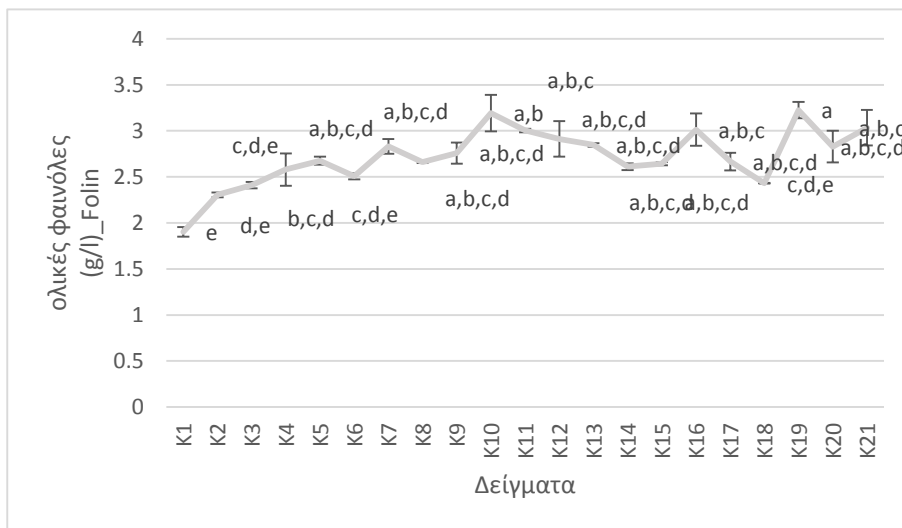
Συγκεντρωτικά και βάσει των εικόνων 56 και 57 το αγροτεμάχιο 14 παρουσιάζει υψηλή τιμές ανθοκυανών και ολικών φαινολών. Επίσης το αγροτεμάχιο με αριθμό 15 εμφανίζει υψηλές τιμές στην συγκέντρωση ολικών φαινολικών αλλά και ολικών και συμπυκνωμένων ταννινών. Τα τεμάχια 16 και 20 εμφανίζουν υψηλές τιμές στα ολικά φαινολικά και στη συγκέντρωση ταννινών. Τέλος τα τεμάχια 18, 19, 20 και 21 παρουσιάζουν την υψηλότερη ένταση.



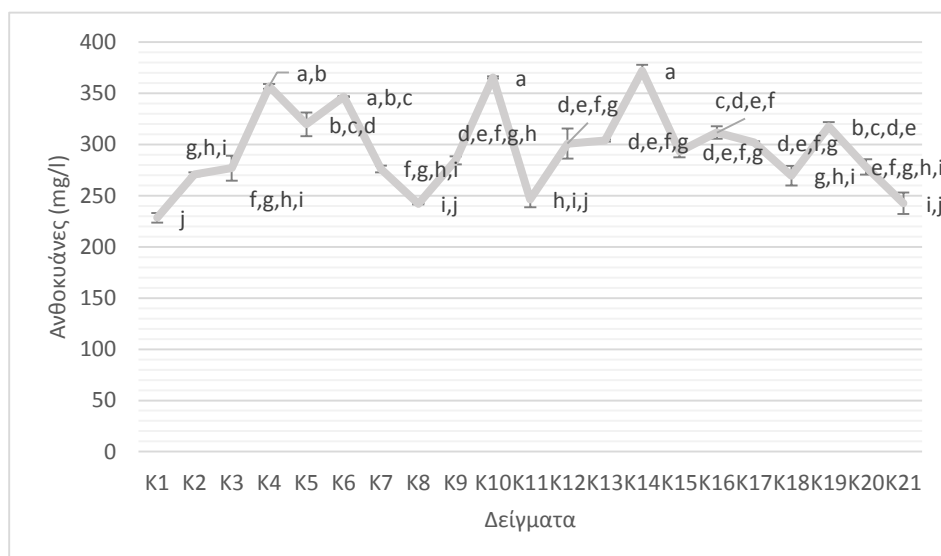
Εικόνα 54. Διάγραμμα έντασης



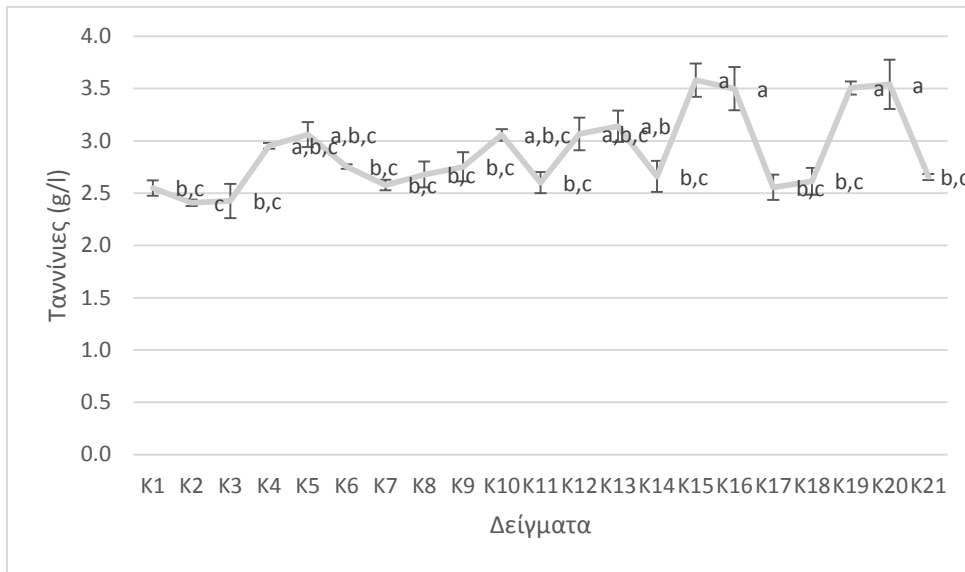
Εικόνα 55. Διάγραμμα απόχρωσης



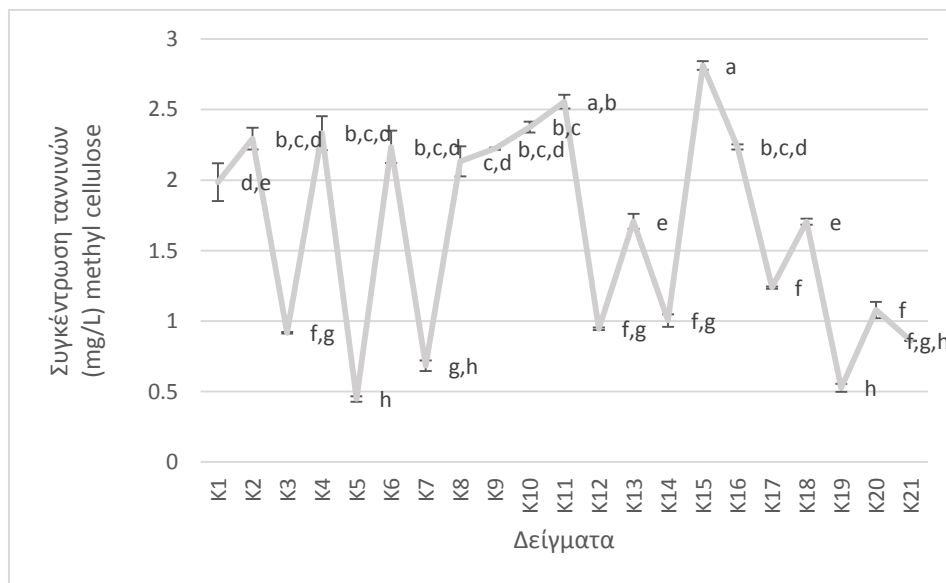
Εικόνα 56. Διάγραμμα ολικών φαινολικών



Εικόνα 57. Διάγραμμα ολικών ανθοκυανών



Εικόνα 58. Διάγραμμα συγκέντρωσης ταννινών



Εικόνα 59. Διάγραμμα συγκέντρωσης συμπικνωμένων ταννινών

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι η εφαρμογή της μεθόδου Αμπελουργίας Ακριβείας και η μελέτη της μεταβλητότητας στην ποιοτική σύνθεση των σταφυλιών και του οίνου. Συγκεκριμένα, πειραματικός αμπελώνας χωρίστηκε σε 21 τμήματα και πραγματοποιήθηκε μικροοινοποίηση σε καθένα από τα τμήματα αυτά. Ακόμα, μετρήθηκαν η απόδοση (τ./εκτ), η φαινομενική ηλεκτρική αγωγιμότητα και η κλίση εδάφους. Επίσης, εκτός από τις κλασσικές αναλύσεις, μετρήθηκε η συγκέντρωση ταννινών και ανθοκυανών στα σταφύλια αλλά και στον οίνο. Τέλος, πραγματοποιήθηκε οργανοληπτικός έλεγχος στους οίνους από τα 21 αμπελοτέμαχια. Με τον τρόπο αυτό έγινε προσπάθεια συσχέτισης της χωρικής παραλλακτικότητας με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του οίνου. Σύμφωνα με τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν, καταλήγουμε στα παρακάτω συμπεράσματα.

Παρατηρούνται υψηλές τιμές απόδοσης (τ./εκτ.) στα τμήματα που βρίσκονται σε χαμηλότερο υψόμετρο και στην χαμηλότερη τοπική κλίση. Ενώ αυξημένες είναι οι τιμές της φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας (ECa) κυρίως στα μεσαία και κατώτερα τμήματα του αμπελώνα, λαμβάνοντας υπόψιν την κλίση του εδάφους, αφού εκεί αποστραγγίζει το νερό.

Σε συνδυασμό με τα προηγούμενα συμπεράσματα, το βάρος ράγας έχει αρνητική συσχέτιση με την κλίση του εδάφους. Η αρνητική συσχέτιση με την κλίση εδάφους δείχνει ότι τα τμήματα του αμπελώνα που βρίσκονται υψηλότερα, βάσει των μετρήσεων της τοπικής κλίσης, έδωσαν μικρότερου μεγέθους ράγας που πιθανόν να οφείλεται στο πιο ρηχό έδαφος που σχηματίζεται. Αντίθετα, η απόδοση εδάφους αλλά και η φαινομενική ηλεκτρική αγωγιμότητα – ECa έχουν

ισχυρή θετική συσχέτιση με το βάρος των ραγών. Προκύπτει πως το βάρος ράγας αυξήθηκε λόγω της περιεκτικότητας σε νερό.

Στον αμπελώνα, πραγματοποιήθηκαν τρεις δειγματοληψίες. Δύο το διάστημα πριν και μία κατά την διάρκεια του τρύγου. Στην τρίτη δειγματοληψία, οι τιμές Brix σχετίζονται με το βάρος των ραγών αλλά και με την συγκέντρωση των ολικών φαινολικών (au). Αλλά και οι ανθοκυάνες ανά ράγα με την απόδοση και το βάρος, σε αντίθεση με τις γνώσεις μας έως τώρα. Αντίθετα, προκύπτει στην δεύτερη δειγματοληψία, αρνητική συσχέτιση της απόδοσης με τα ολικά φαινολικά (au/g ράγας) και το βάρος.

Όσον αφορά στον οίνο, το pH έχει θετική συσχέτιση με τη συγκέντρωση συμπυκνωμένων ταννινών του οίνου καθώς και την απόχρωση (H). Τα αποτελέσματα αυτά είναι αναμενόμενα, αφού το χρώμα του οίνου εξαρτάται και από την συγκέντρωση των ταννινών. Επιπλέον, τα ολικά φαινολικά του οίνου έχουν ισχυρή θετική συσχέτιση με την ένταση αλλά και με την μέτρηση ολικών και στυπτικών ταννινών.

Στον οίνο φαίνεται πως η ECa δεν ευνοεί την ένταση και τα ολικά φαινολικά. Το αποτέλεσμα αυτό είναι αναμενόμενο αφού η ποσότητα του νερού έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση του λόγου φλοιού/ράγα λόγω αύξησης του βάρους της ράγας. Άρα παρατηρείται μείωση της συγκέντρωσης ανθοκυανών. Η ένταση επίσης, εμφανίζει ισχυρή θετική συσχέτιση με το Δείκτη Φαινολικών Ουσιών, με τον δείκτη υδροχλωρικού οξέος, αλλά και με την συγκέντρωση στυπτικών ταννινών.

Η απόχρωση εμφανίζει αρνητική συσχέτιση με τον δείκτη υδροχλωρικού οξέος. Θετική συσχέτιση παρουσιάζει η απόχρωση με την συγκέντρωση συμπυκνωμένων ταννινών. Η απόχρωση, σε αντίθεση με την ένταση φαίνεται να έχει θετική συσχέτιση με την συγκέντρωση ανθοκυανών και εστέρων. Ο δείκτης ιονισμού (I%) παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση με τις τιμές της απόχρωσης.

Τέλος, ο οργανοληπτικός έλεγχος φαίνεται να σχετίζεται θετικά με τις περισσότερες από τις μετρήσεις π.χ. ένταση, συγκέντρωση ολικών φαινολικών αλλά και με όλες τις μεθόδους μέτρησης

ταννινών. Η επίδραση ταννινών – ανθοκυανών, παρουσιάζεται και στον οργανοληπτικό έλεγχο που πραγματοποιήθηκε, κάτι που δηλώνει πως τα ολικά φαινολικά αλλά και οι ταννίνες επιδρούν θετικά στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του οίνου.

Τα αγροτεμάχια που εμφανίζουν στατιστικά υψηλότερες τιμές σε σχέση με τα υπόλοιπα σε μεθόδους που πραγματοποιήθηκαν όπως η ένταση, η συγκέντρωση φαινολών, ανθοκυανών, ταννινών και συμπυκνωμένων ταννινών είναι κυρίως αυτά που εμφανίζονται πιο αριστερά στο σχηματικό χάρτη (16-21).

Συμπερασματικά, σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις μεθόδους ανάλυσης, τα σταφύλια αλλά και ο οίνος δεν μπορούν να συσχετιστούν με την διακύμανση των εδαφικών μετρήσεων και της τοπογραφίας. Εξαιρέσεις αποτελούν το βάρος της ράγας που εμφάνισε είτε θετική είτε αρνητική συσχέτιση με την κλίση εδάφους, την απόδοση και την ECa, αλλά και η συγκέντρωση ολικών φαινολικών και έντασης όπου επηρεάζεται από την ECa. Όπως αναφέρθηκε, αύξηση της ECa οδηγεί σε μείωση της συγκέντρωσης ολικών φαινολικών στον οίνο.

Η διαδικασία απόκτησης και χρήσης δεδομένων κατά την εφαρμογή της μεθόδου Αμπελουργία Ακριβείας, είναι συνεχής και επαναλαμβανόμενη. Μπορεί λοιπόν, να γίνει προσδιορισμός των κατάλληλων τμημάτων του αμπελώνα που είναι δυνατόν να διατεθούν για παραγωγή κρασιού διαφορετικών ποιοτήτων. Αυτό όμως θα μπορεί να πραγματοποιηθεί ύστερα από συνδυασμό των αποτελεσμάτων της παρούσας μελέτης αλλά και επανάληψης και βελτίωσης των μετρήσεων τα επόμενα χρόνια.

7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

| Παράρτημα 1- Μετρήσεις στον αμπελώνα | | | |
|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|--|
| <i>Δείγμα</i> | <i>Τοπική κλίση (%)</i> | <i>Απόδοση (τ./εκτ)</i> | <i>Φαινομενική ηλεκτρική αγωγιμότητα (mS/m) _Eca</i> |
| 1 | 12.28 | 0.607 | 84.9 |
| 2 | 11.55 | 0.625 | 103.1 |
| 3 | 10.93 | 0.598 | 106.9 |
| 4 | 12.3 | 0.555 | 70.4 |
| 5 | 11.73 | 0.618 | 94.3 |
| 6 | 11.16 | 0.61 | 99.4 |
| 7 | 12.28 | 0.578 | 78.5 |
| 8 | 11.77 | 0.638 | 93.6 |
| 9 | 11.33 | 0.614 | 94.6 |
| 10 | 12.39 | 0.605 | 77 |
| 11 | 11.77 | 0.594 | 96.4 |
| 12 | 11.33 | 0.617 | 96.4 |
| 13 | 12.69 | 0.572 | 78.5 |
| 14 | 12.01 | 0.567 | 104.7 |
| 15 | 11.37 | 0.563 | 98 |
| 16 | 12.71 | 0.576 | 73 |
| 17 | 11.97 | 0.594 | 88.3 |
| 18 | 11.32 | 0.557 | 75.1 |
| 19 | 12.36 | 0.581 | 61.5 |
| 20 | 11.81 | 0.555 | 62.1 |
| 21 | 11.26 | 0.578 | 48.6 |

Παράρτημα 2 – 1^η δειγματοληψία

| Δείγμα | Βάρος 50 ραγών (gr) | Brix | Ολική οξύτητα (g/L) | pH |
|--------|---------------------------|-------|---------------------------|------|
| 1 | 73.7 | 18.15 | 7.84 | 3.19 |
| 2 | 89.2 | 19.48 | 7.54 | 3.20 |
| 3 | 102.2 | 19.28 | 7.95 | 3.14 |
| 4 | 61 | 18.68 | 7.69 | 3.20 |
| 5 | 94.9 | 19.35 | 8.14 | 3.20 |
| 6 | 99.5 | 19.35 | 7.99 | 3.10 |
| 7 | 62.6 | 18.75 | 8.81 | 3.14 |
| 8 | 95.3 | 19.15 | 8.18 | 3.16 |
| 9 | 94.8 | 19.22 | 7.35 | 3.10 |
| 10 | 75.7 | 19.42 | 7.95 | 3.20 |
| 11 | 92.6 | 19.48 | 8.14 | 3.12 |
| 12 | 88.8 | 19.28 | 7.69 | 3.12 |
| 13 | 75.7 | 19.68 | 8.18 | 3.17 |
| 14 | 67.9 | 19.48 | 8.36 | 3.11 |
| 15 | 75.6 | 20.42 | 7.28 | 3.22 |
| 16 | 66.7 | 19.62 | 7.69 | 3.17 |
| 17 | 72.2 | 19.48 | 8.21 | 3.09 |
| 18 | 66 | 20.48 | 7.65 | 3.12 |
| 19 | 75.6 | 20.28 | 6.86 | 3.11 |
| 20 | 71.7 | 19.48 | 8.1 | 3.38 |
| 21 | 64.8 | 21.08 | 7.73 | 3.18 |

Παράρτημα 3– 2^η δειγματοληψία

| Δείγμα | Βάρος ράγας (gr) | Ανθοκυά- νες mg/ράγα | Ανθο- κυάνες /g ράγας | Ολικά φαινο- λικά (au) | Ολικά φαινο- λικά (au/g ράγας) | Συγκέ- ντρωση ταννινών σε πολτό (mg/g) | Brix | Ολική οξύτητα (g τρυγικού οξέος/L) |
|--------|------------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|--|-------|--|
| 1 | 80 | 1.3 | 0.98 | 1.92 | 1.44 | 7.97 | 20.62 | 7.39 |
| 2 | 98.1 | 1.73 | 1.09 | 2.45 | 1.55 | 4.38 | 21.62 | 7.16 |
| 3 | 96.5 | 1.46 | 0.95 | 2.56 | 1.67 | 2.96 | 21.42 | 6.86 |
| 4 | 56.2 | 1.42 | 1.38 | 1.84 | 1.78 | 4.7 | 20.42 | 7.91 |
| 5 | 94.7 | 1.87 | 1.14 | 2.41 | 1.47 | 2.46 | 20.42 | 7.5 |
| 6 | 93.7 | 2.75 | 1.78 | 2.59 | 1.17 | 1.43 | 20.42 | 7.35 |
| 7 | 64.6 | 1.35 | 1.12 | 2.02 | 1.68 | 2.37 | 19.22 | 7.88 |
| 8 | 93.7 | 1.33 | 0.81 | 0.62 | 0.38 | 2.36 | 20.42 | 7.46 |
| 9 | 96.9 | 1.93 | 1.34 | 2.17 | 1.5 | 2.09 | 20.42 | 7.13 |
| 10 | 80.5 | 1.5 | 1.18 | 2.31 | 1.61 | 2.2 | 20.42 | 7.31 |
| 11 | 91 | 1.22 | 0.75 | 2.22 | 1.38 | 3.32 | 20.02 | 7.16 |
| 12 | 87.2 | 1.25 | 0.82 | 2.28 | 1.49 | 2.15 | 21.02 | 6.83 |
| 13 | 69.1 | 1.15 | 0.89 | 2.41 | 1.86 | 1.63 | 20.22 | 7.61 |
| 14 | 82.3 | 1.29 | 0.94 | 2.2 | 1.6 | 1.17 | 20.62 | 7.31 |

| | | | | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| 15 | 78.4 | 1.24 | 0.82 | 2.27 | 1.5 | 2.28 | 21.62 | 6.49 |
| 16 | 79 | 0.43 | 0.27 | 2.62 | 1.66 | 2.55 | 21.42 | 7.01 |
| 17 | 82.7 | 1.47 | 0.9 | 2.52 | 1.55 | 1.93 | 20.42 | 7.46 |
| 18 | 73.9 | 0.43 | 0.28 | 2.25 | 1.48 | 2.04 | 20.82 | 7.39 |
| 19 | 78.1 | 1.83 | 1.08 | 2.61 | 1.54 | 3.05 | 21.02 | 6.79 |
| 20 | 84.6 | 1.92 | 1.07 | 3.03 | 1.69 | 1.6 | 20.62 | 7.16 |
| 21 | 73.2 | 1.73 | 1.36 | 2.53 | 1.99 | 3.07 | 21.08 | 6.94 |

Παράρτημα 4- 3^η δειγματοληψία

| Δείγμα | Βάρος ράγας (gr) | Ανθοκυάνες mg/ράγα | Ανθο- κυάνες /g ράγας | Ολικά φαινο- λικά (au) | Ολικά φαινο- λικά (au/g ράγας) | Συγκέ- ντρωση ταννινών σε πολτό (mg/g) | Brix | Ολική οξύτητα (g τρυγικού οξέος/L) |
|--------|------------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------|---|--|-------|--|
| 1 | 80.4 | 1.8694 | 1.1451 | 2.9519 | 1.8082 | 3.282 | 21.59 | 6.9 |
| 2 | 96.6 | 2.4638 | 1.258 | 3.3595 | 1.7153 | 3.613 | 22.72 | 5.66 |
| 3 | 97.2 | 2.16 | 1.1638 | 3.2074 | 1.7281 | 2.951 | 22.32 | 7.58 |
| 4 | 58.2 | 2.0746 | 1.7755 | 2.6945 | 2.3061 | 4.618 | 21.52 | 7.13 |
| 5 | 91.3 | 2.1743 | 1.3137 | 2.7922 | 1.687 | 2.178 | 21.79 | 6.56 |
| 6 | 95.2 | 1.4276 | 0.8551 | 2.4675 | 1.478 | 4.543 | 21.92 | 5.89 |
| 7 | 69.6 | 1.3249 | 1.0913 | 1.825 | 1.5033 | 3.23 | 20.72 | 7.05 |
| 8 | 90 | 1.628 | 0.9082 | 2.4841 | 1.3858 | 4.145 | 21.39 | 6.75 |
| 9 | 85.9 | 2.2711 | 1.3461 | 2.412 | 1.4296 | 2.395 | 21.39 | 6.53 |
| 10 | 78.2 | 1.4678 | 0.9774 | 2.2222 | 1.4797 | 4.794 | 20.99 | 6.6 |
| 11 | 96.9 | 2.0752 | 1.157 | 2.6514 | 1.4783 | 2.988 | 22.06 | 6.23 |
| 12 | 93.2 | 1.8728 | 1.1171 | 2.5061 | 1.4948 | 3.682 | 22.32 | 6.53 |
| 13 | 72.4 | 0.4889 | 0.3865 | 0.9373 | 0.7409 | 4.51 | 21.32 | 7.05 |
| 14 | 77.5 | 0.7737 | 0.5371 | 1.1233 | 0.7799 | 4.504 | 21.32 | 7.09 |
| 15 | 70.4 | 1.6363 | 1.1148 | 2.1255 | 1.4482 | 3.696 | 21.46 | 6 |
| 16 | 67.2 | 0.6309 | 0.4519 | 1.0742 | 0.7694 | 3.918 | 21.99 | 6.56 |
| 17 | 89.5 | 1.1945 | 0.7003 | 1.5687 | 0.9196 | 3.232 | 21.99 | 6.56 |
| 18 | 79.4 | 0.9838 | 0.6767 | 1.1224 | 0.7721 | 2.706 | 21.26 | 6.56 |
| 19 | 86.1 | 1.4595 | 0.8787 | 2.1383 | 1.2874 | 4.871 | 22.06 | 6.11 |
| 20 | 86.9 | 1.4003 | 0.8145 | 2.1643 | 1.2589 | 6.056 | 21.19 | 6.49 |
| 21 | 65.1 | 1.398 | 0.9649 | 1.5689 | 1.0828 | 4.129 | 21.86 | 6.23 |

Παράρτημα 5 - Αναλύσεις οίνου

| Δείγμα | ΔΦΟ | Ένταση (I) | Απόχρω- ση (H) | Ολικές ανθοκυάνες (mg ανθοκυανών/ L) | I% | Ολικά φαινολικά (g γαλλικού οξέος/L) Folin | HCl% | Ολικές ταννίνες (g/L) |
|--------|--------|---------------|-------------------|--|-------|--|-------|-----------------------------|
| 1 | 58.64 | 9.96 | 0.68 | 228.36 | 44.9 | 1.9 | 35.65 | 2.55 |
| 2 | 62.89 | 11.1 | 0.67 | 270.77 | 43 | 2.31 | 34.75 | 2.41 |
| 3 | 62.285 | 11.6 | 0.62 | 276.83 | 49.41 | 2.41 | 33.54 | 2.43 |

| | | | | | | | | |
|----|--------|-------|------|--------|-------|------|-------|------|
| 4 | 67.445 | 11.42 | 0.69 | 356.73 | 34.25 | 2.58 | 30.3 | 2.95 |
| 5 | 67.605 | 11.76 | 0.69 | 319.59 | 63.06 | 2.68 | 26.39 | 3.06 |
| 6 | 65.77 | 11.45 | 0.67 | 346.59 | 37.93 | 2.51 | 31.07 | 2.75 |
| 7 | 69.1 | 11.38 | 0.65 | 276.13 | 39.95 | 2.83 | 36.27 | 2.58 |
| 8 | 59.72 | 11.67 | 0.68 | 242 | 38.41 | 2.66 | 34.1 | 2.68 |
| 9 | 61.805 | 10.48 | 0.68 | 284.49 | 55.78 | 2.76 | 32.43 | 2.75 |
| 10 | 68.955 | 10.32 | 0.72 | 365.36 | 28.46 | 3.19 | 28.77 | 3.06 |
| 11 | 63.79 | 11.25 | 0.66 | 246.25 | 58.51 | 3 | 40.37 | 2.6 |
| 12 | 68.29 | 12.11 | 0.65 | 300.78 | 49.9 | 2.91 | 37.36 | 3.07 |
| 13 | 77.065 | 12.52 | 0.66 | 303.92 | 30.57 | 2.85 | 32.46 | 3.14 |
| 14 | 71.97 | 12.56 | 0.7 | 372.05 | 30.25 | 2.61 | 35.33 | 2.66 |
| 15 | 72.365 | 12.02 | 0.71 | 293.26 | 20.95 | 2.64 | 35.45 | 3.58 |
| 16 | 74.3 | 12.48 | 0.71 | 311.58 | 36.4 | 3.01 | 36.85 | 3.5 |
| 17 | 71.36 | 12.37 | 0.66 | 301.98 | 53.42 | 2.67 | 37.62 | 2.56 |
| 18 | 63.87 | 12.39 | 0.63 | 269.4 | 58.18 | 2.43 | 42.93 | 2.61 |
| 19 | 71.465 | 13.58 | 0.6 | 317.42 | 50.94 | 3.23 | 48.95 | 3.51 |
| 20 | 73.835 | 14.66 | 0.62 | 278.07 | 30.92 | 2.83 | 45.42 | 3.54 |
| 21 | 73.75 | 14.26 | 0.63 | 242.53 | 55.94 | 3.03 | 34.82 | 2.65 |

Παράρτημα 6 - Αναλύσεις οίνου

| Δείγμα | Ολικές ταννίνες (mg κατεχίνης/ L)_Haber tston | Συμπυ- κνωμέ νες ταννίν ες (gr κατεχί νης/L) | Αλκοόλικ ός τίτλος % | pH | Ολική οξύτητα (g τρυγικού οξέος/L) | Πτητική οξύτητα (gr οξικού οξέος/L) | Οργαν οληπι κός έλεγχος | Ανθο- κβάνες (mg μαλβιδί- νης/L) | Φλαβονόλ ες - Προανθοκ βανυδίνες (mg κατεχίνης/ L) |
|--------|--|---|----------------------------|-------|--|---|----------------------------------|--|---|
| 1 | 446.62 | 1.986 | 11.78 | 3.869 | 5.1 | 0.438 | 5.4233 | 206.49 | 371.96 |
| 2 | 554.76 | 2.294 | 11.64 | 3.715 | 5.1 | 0.531 | 4.8167 | 411.58 | 415.94 |
| 3 | 588.2 | 0.917 | 12.25 | 3.579 | 5.56 | 0.405 | 4.6667 | 215.59 | 460.48 |
| 4 | 590.43 | 2.333 | 12.1 | 3.777 | 5.25 | 0.411 | 5.1833 | 278.34 | 511.32 |
| 5 | 649.33 | 0.447 | 13.06 | 3.653 | 5.6 | 0.492 | 4.4867 | 270.06 | 501.74 |
| 6 | 662.33 | 2.235 | 13.24 | 3.543 | 5.55 | 0.408 | 4.9067 | 374.53 | 449.24 |
| 7 | 628.24 | 0.683 | 12.01 | 3.592 | 5.32 | 0.309 | 5.15 | 247.05 | 418.09 |
| 8 | 525.31 | 2.133 | 12.35 | 3.751 | 4.6 | 0.492 | 4.3033 | 295.03 | 435.89 |
| 9 | 516.39 | 2.223 | 13.44 | 3.683 | 5.03 | 0.55 | 4.3033 | 83.88 | 534.71 |
| 10 | 616.63 | 2.376 | 11.78 | 3.743 | 4.65 | 0.482 | 4.3033 | 235.84 | 426.77 |
| 11 | 546.49 | 2.556 | 11.02 | 3.597 | 5.4 | 0.58 | 4.5433 | 188.57 | 520.74 |
| 12 | 656.85 | 0.946 | 11.4 | 3.567 | 5.55 | 0.306 | 5.4267 | 249.21 | 557.43 |
| 13 | 714.17 | 1.707 | 11.87 | 3.732 | 5.17 | 0.6 | 3.94 | 187.54 | 510.39 |
| 14 | 636.79 | 1.003 | 13 | 3.793 | 5.02 | 0.435 | 4.2733 | 130.25 | 516.89 |
| 15 | 713.06 | 2.814 | 11.86 | 4.077 | 5.1 | 0.447 | 4.3033 | 1.9971 | 539.22 |
| 16 | 794.25 | 2.235 | 12.39 | 3.728 | 5.47 | 0.768 | 4.55 | 381.02 | 547.06 |
| 17 | 758.76 | 1.237 | 12.11 | 3.635 | 4.95 | 1.944 | 1.4867 | 308.12 | 450.64 |

| | | | | | | | | | |
|----|--------|-------|-------|-------|------|-------|--------|--------|--------|
| 18 | 539.89 | 1.705 | 11.78 | 3.418 | 6.9 | 0.627 | 4.03 | 397.86 | 499.95 |
| 19 | 768.52 | 0.526 | 13.47 | 3.531 | 5.25 | 1.86 | 2.6333 | 295.03 | 598.57 |
| 20 | 717.7 | 1.079 | 11.4 | 3.402 | 5.1 | 0.891 | 4.7867 | 241.24 | 453.66 |
| 21 | 668.09 | 0.86 | 10.74 | 3.567 | 4.73 | 0.678 | 4.2433 | 300.03 | 464.70 |

| Παράρτημα 7 - Pearson's correlation- Α Δειγματοληψία | | | | | | |
|--|------------------|-------------------|--------|------------------|-------|-------------------------------------|
| | Τοπική κλίση (%) | Απόδοση (τ./εκτ.) | ECa | Βάρος ράγας (gr) | Brix | Ολική οξύτητα (gr τρυγικού οξέος/L) |
| Τοπική κλίση (%) | 1 | | | | | |
| Απόδοση(τ./εκτ.) | -.273 | 1 | | | | |
| ECa | -.394 | .498* | 1 | | | |
| Βάρος ράγας (gr) | -.547* | .749** | .677** | 1 | | |
| Brix | -.288 | -.352 | -.367 | -.183 | 1 | |
| ολική οξύτητα (gr τρυγικού οξέος/L) | .174 | .066 | .175 | -.056 | -.416 | 1 |
| pH | .149 | -.261 | -.362 | -.229 | -.026 | .035 |
| *. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed). | | | | | | |
| **. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed). | | | | | | |

Παράρτημα 8 - Pearson...- Β Δειγματοληψία

| | Τοπική κλίση (%) | Απόδοση(τ./εκτ.) | ECa | Βάρος ράγας (gr) | ανθοκυάνες mg/ράγα | ανθοκυάνες/g ράγας | ολικά φαινολικά συστατικά(au) | ολικά φαινολικά συστατικά(au/g ράγας) | Συγκέντρωση ταννινών σε πολτό (mg/g) | Brix | Ολική οξύτητα (g τρυγικού/L) |
|---------------------------------------|------------------|------------------|--------|------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------|------------------------------|
| Τοπική κλίση (%) | 1 | | | | | | | | | | |
| Απόδοση(τ./εκτ.) | -,273 | 1 | | | | | | | | | |
| ECa | -,394 | .498* | 1 | | | | | | | | |
| Βάρος ράγας (gr) | -,547* | .739** | .642** | 1 | | | | | | | |
| ανθοκυάνες mg/ράγα | -,335 | ,325 | ,100 | ,386 | 1 | | | | | | |
| ανθοκυάνες/g ράγας | -,203 | ,180 | -,016 | ,076 | .905** | 1 | | | | | |
| ολικά φαινολικά συστατικά(au) | -,075 | -,374 | -,221 | ,031 | ,210 | ,088 | 1 | | | | |
| ολικά φαινολικά συστατικά(au/g ράγας) | ,186 | -,616** | -,426 | -,490* | -,096 | ,079 | .705** | 1 | | | |
| Συγκέντρωση ταννινών σε πολτό (mg/g) | ,175 | ,150 | -,075 | -,122 | -,083 | ,047 | -,219 | ,040 | 1 | | |
| Brix | -,337 | ,003 | ,086 | ,271 | -,136 | -,259 | ,292 | ,112 | ,124 | 1 | |
| Ολική οξύτητα (g τρυγικού/L) | ,433 | -,045 | -,093 | -,392 | -,008 | ,195 | -,360 | -,052 | ,097 | -,760** | 1 |
| pH | ,082 | -,215 | ,009 | -,049 | -,355 | -,333 | ,074 | ,221 | ,296 | .645** | -,423 |

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Παράρτημα 9 - Pearson's correlation- Γ Δειγματοληψία

| | Τοπική κλίση (%) | Απόδοση(τ./εκτ.) | ECa | Βάρος ράγας (gr) | ανθοκυάνες mg/ράγα | ανθοκυάνες/g ράγας | ολικά φαινολικά συστατικά(au) | ολικά φαινολικά συστατικά(au/g ράγας) | Συγκέντρωση ταννινών σε πολτό (mg/g) | Brix | Ολική οξύτητα (g τρυγικού/L) |
|---------------------------------------|------------------|------------------|--------|------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------|------------------------------|
| Τοπική κλίση (%) | 1 | | | | | | | | | | |
| Απόδοση(τ./εκτ.) | -,273 | 1 | | | | | | | | | |
| ECa | -,394 | .498* | 1 | | | | | | | | |
| Βάρος ράγας (gr) | -,483* | .660** | .589** | 1 | | | | | | | |
| ανθοκυάνες mg/ράγα | -,475* | .488* | ,369 | .455* | 1 | | | | | | |
| ανθοκυάνες/g ράγας | -,289 | ,207 | ,159 | ,059 | .889** | 1 | | | | | |
| ολικά φαινολικά συστατικά(au) | -,380 | .560** | ,414 | .537* | .930** | .785** | 1 | | | | |
| ολικά φαινολικά συστατικά(au/g ράγας) | -,168 | ,280 | ,207 | ,129 | .836** | .923** | .878** | 1 | | | |
| Συγκέντρωση ταννινών σε πολτό (mg/g) | ,348 | -,356 | -,455* | -,248 | -,386 | -,298 | -,207 | -,114 | 1 | | |
| Brix | -,350 | ,380 | ,303 | .521* | ,411 | ,154 | .437* | ,171 | -,199 | 1 | |
| Ολική οξύτητα (g τρυγικού/L) | ,251 | -,161 | ,040 | -,259 | -,178 | -,013 | -,130 | ,045 | -,085 | -,374 | 1 |
| pH | ,225 | ,079 | ,219 | -,087 | ,376 | ,414 | .449* | .516* | -,121 | ,242 | -,083 |

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Παράρτημα 10- Pearson's correlation- Αναλύσεις οίνου

| | Τοπική κλίση | Απόδοση (τ./ εκτ.) | ECa | Δείκτης Φαινολικών ουσιών | Ένταση (I) | Απόχρωση (H) | ολικές ανθοκυάνες (mg ανθοκυανών/L) | I% | Ολικά φαινολικά (g γαλλικού οξέος/L) | HCl% | Ολικές ταννίνες (g/L) |
|---|--------------|--------------------|---------|---------------------------|------------|--------------|-------------------------------------|--------|--------------------------------------|---------|-----------------------|
| Τοπική κλίση | 1 | | | | | | | | | | |
| Απόδοση (τ./ εκτ.) | -,273 | 1 | | | | | | | | | |
| ECa | -,394 | .498* | 1 | | | | | | | | |
| Δείκτης Φαινολικών ουσιών | ,394 | -0,609 | -,485* | 1 | | | | | | | |
| Ένταση (I) | -,027 | -,479* | -,570** | .686** | 1 | | | | | | |
| Απόχρωση (H) | ,292 | ,133 | ,351 | -,028 | -,551** | 1 | | | | | |
| ολικές ανθοκυάνες (mg ανθοκυανών/L) | ,275 | -,248 | ,079 | ,408 | -,021 | ,401 | 1 | | | | |
| I% | -,368 | ,343 | -,005 | -,377 | -,012 | -,451* | -,402 | 1 | | | |
| Ολικά φαινολικά (g γαλλικού οξέος/L) | ,279 | -,184 | -,457* | .595** | ,422 | -,097 | ,271 | -,018 | 1 | | |
| ΔHCl% | ,052 | -,360 | -,371 | ,167 | .559** | -,657** | -,312 | ,133 | ,210 | 1 | |
| Ολικές ταννίνες (g/L) | ,353 | -,378 | -,388 | .627** | .441* | ,101 | ,327 | -,427 | .517* | ,257 | 1 |
| DMAC (mg κατεχίνης/L) | ,033 | -,320 | -,077 | ,400 | ,352 | -,078 | ,322 | ,108 | .527* | ,296 | .568** |
| Ολικές ταννίνες (mg κατεχίνης/L) Habertston | ,286 | -,398 | -,346 | .876** | .662** | -,106 | ,413 | -,252 | .581** | ,253 | .671** |
| Συμπυκνωμένες ταννίνες (gr κατεχίνης/L) | ,042 | ,012 | ,237 | -,284 | -,514* | .591** | -,020 | -,383 | -,184 | -,239 | ,016 |
| αλκοολικός τίτλος % | ,065 | ,188 | ,278 | -,106 | -,168 | ,151 | .494* | ,026 | -,034 | -,147 | ,128 |
| pH | ,247 | ,017 | ,330 | -,024 | -,448* | .757** | ,116 | -,514* | -,255 | -,453* | ,119 |
| Ολική οξύτητα (gr τρυγικού/L) | -,259 | -,230 | ,065 | -,147 | ,035 | -,304 | -,024 | ,381 | -,231 | ,256 | -,060 |
| Πτητική οξύτητα (gr οξικού οξέος/L) | ,248 | -,175 | -,362 | ,330 | .450* | -,396 | ,034 | ,239 | ,313 | .563** | ,228 |
| Οργανοληπτικός έλεγχος | -,079 | -,468* | -,411 | .647** | .738** | -,291 | ,232 | ,013 | .720** | ,359 | .452* |
| Ανθοκυάνες (mg μαλβιδίνης/L) | ,052 | ,062 | ,359 | -,127 | -,472* | .506* | .668** | -,394 | -,037 | -,583** | ,018 |
| Εστέρες (mg μαλβιδίνης/L) | ,185 | ,122 | ,322 | -,068 | -,482* | .626** | .759** | -,315 | -,117 | -,650** | ,006 |

Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

| | Φλαβονόλες - Προανθοκυανιδίνες (mg κατεχίνης/L) | Ολικές ταννίνες (mg κατεχίνης/L)_Habertston | Συμπυκνωμένες ταννίνες(gr κατεχίνης/L) | Αλκοολικός τίτλος % | pH | Ολική οξύτητα (gr τρυγικού οξέος/L) | Πτητική οξύτητα (gr οξικού οξέος/L) | Οργανοληπτι- κός έλεγχος | Ανθοκυάνες (mg μαλβιδίνης/ L) | Εστέρες (mg μαλβιδίνης/ L) |
|---|--|--|--|------------------------|--------|---|--|--------------------------------|--|-------------------------------------|
| DMAC (mg κατεχίνης/L) | 1 | | | | | | | | | |
| Ολικές ταννίνες (mg κατεχίνης/L) Habertston | .461* | 1 | | | | | | | | |
| Συμπυκνωμένες ταννίνες(gr κατεχίνης/L) | -,091 | -,311 | 1 | | | | | | | |
| Αλκοολικός τίτλος % | ,300 | ,114 | -,135 | 1 | | | | | | |
| pH | -,031 | -,110 | .521* | ,054 | 1 | | | | | |
| Ολική οξύτητα (gr τρυγικού/L) | ,259 | -,076 | -,114 | ,053 | -,443* | 1 | | | | |
| Πτητική οξύτητα (gr οξικού οξέος/L) | ,241 | .544* | -,292 | ,189 | -,262 | -,102 | 1 | | | |
| Οργανοληπτικός έλεγχος | .565** | .648** | -,295 | ,004 | -,419 | ,121 | ,366 | 1 | | |
| Ανθοκυάνες (mg μαλβιδίνης/ L) | ,037 | -,179 | ,235 | ,399 | ,197 | ,093 | -,628** | -,178 | 1 | |
| Εστέρες (mg μαλβιδίνης/ L) | -,114 | -,003 | ,249 | .456* | ,203 | ,032 | -,286 | -,204 | .797** | 1 |

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

8.1 ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Adams, D.O and Harbertson, J.F. (1999), Use of alkaline phosphates for the analysis of tannins in grapes and red wines, *American Journal of Enology Viticulture*, **50**, 247-252.

Arnó, J., Bordes, X., Ribes-Dasi, M., Blanco, R., Rosell, J.R. and Esteve J. (2005), Obtaining grape yield maps and analysis of within-field variability in Raimat (Spain). In: J.V. Stafford (Ed.), *Proceedings of the fifth European Conference on Precision Agriculture* (pp. 899-906). Wageningen: (Wageningen Academic Publishers).

Arno, J., Bordes X., Ribes-Dasi, M., Blanco, R., Rosell, J.R. and Esteve, J., (2005), Obtaining grape yield maps and analysis of within field variability in Raimat (Spain). *Proceedings of fifth European Conference on Precision Agriculture*, (899-906).

Arno, J., Rosell, R., Blanco, R., Ramos, M. C. and Martinez-Casasnovas, J. A. (2012). Spatial variability in grape yield and quality influenced by soil and crop nutrition characteristics. *Precision Agriculture* **13**, 393-410.

Best, S., Leon, K. and Claret, M. (2005). Use of precision viticulture tools to optimize the harvest of high quality grapes. *Proceedings of the Fruits and Nuts and Vegetable Production Engineering TIC (Frutic05) Conference* (pp. 249–258), Montpellier, France.

Best, S., Leon, K. and Claret, M. (2005). Use of precision viticulture tools to optimize the harvest of high quality grapes. *Proceedings of the Fruits and nuts and vegetable production engineering TIC (Frutic05) Conference, Montpellier*, (249-258).

Bigot, L., Bigot, G., Bragato, G., Mosetti, D. and Sivilotti, P. (2013). La Viarte project. The knowledge of whole surface variability within a precision viticulture approach. *Acta Horticulturae (ISHS)*, **978**, 55-62.

Blackmore, B.S., Greipentrog, H.W., Pedersen, M.S. and Fountas, S. (2002). Precision Farming in Europe. Book chapter in Precision Farming; A global perspective, edited by Ancha Srinivasan. *The Haworth Press, Inc., USA. In press*.

Bobillet, W., Da Costa, J.P., Germain, C., Lavialle, O. and Grenier G. (2003). Row detection in high resolution remote sensing images of vine fields. *Proceeding of the 4th European conference on Precision Agriculture, Berlin*, 81-87.

Bramley, R. G. V., Trought, M.C.T. and Praat, J.P. (2011a). Vineyard variability in Marlborough, New Zealand: characterizing variation. *Australian Journal of Grape and Wine Research* **17**, 72-78.

Bramley, R.G.V., Ouzman, J. and Thorton, C. (2011b). Selective harvesting is a feasible and profitable strategy even when grape and wine production is geared towards large fermentation volumes. *Australian Journal of Grape and Wine Research* **17**, 298–305.

Bramley, R.G.V., Ouzman, J. and Boss, P.K. (2011d). Variation in vine vigour, grape yield and vineyard soils and topography as indicators of variation in the chemical

composition of grapes, wine and wine sensory attributes. *Australian Journal of Grape and Wine Research* **17**, 217– 229.

Bramley, R. G. V. (2010). Precision Viticulture: mapping vineyard variability for improved quality outcomes. In: A.G. Reynolds (Ed.), *Managing wine quality* (Vol. 1, pp. 445-480), *Viticulture and wine quality*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK.

Bramley, R.G.V. (2005). Understanding variability in winegrape production systems 2. Within vineyard variation in quality over several vintages. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, **11**, 33–45.

Bramley, R. G. V., and Hamilton, R.P. (2004). Understanding variability in winegrape production systems 1. Within vineyard variation in yield over several vintages. *Australian Journal of Grape and Wine Research*.**10**, 32-45.

Bramley, R.G.V., Pearse, B. and Chamberlain, P. (2003). Being profitable precisely - a case study of precision viticulture from Margaret River. *Australian & New Zealand Grape grower & Winemaker - Annual Technical Issue* **473(a)**, 84-87.

Bramley, R.G.V. (2001a). Progress in the development of precision viticulture variation in yield, quality and soil properties in contrasting Australian vineyards. In: Currie, L.D., & Loganathan, P. (Eds), *Precision tools for improving land management, Occasional report No. 14. Fertilizer and Lime Research Centre* (pp. 25-43), Massey University, Palmerston North.

Bramley, R.G.V. and Proffitt, A.P.B. (1999). Managing variability in agricultural production. *The Australian Grapegrower and Winemaker*, **427**, 11-16.

Bramley, R.G.V., Cook, S.E., Cox, D.R.V., McMahon, G.G., Roth, C.H. (1998). Precision agriculture: what is it and what can I offer the Australian sugar industry? *Proc Aust Soc Sugar Cane Technologists*, **20**,188-195.

Corwin, D.L. and Plant, R.E. (2005). Applications of apparent soil electrical conductivity in precision agriculture. *Editorial. Computers and Electronics in Agriculture*, **46**, 1–10.

Glories, Y. (1987) Le bois et la qualité des vins et des eaux-de-vie. (ed. G. Gimberteau). *Special Conn. Vigne Vin*, **81**.

Glories, Y. (1984). La couleur des vins rouges. Mesure, origine et interprétation. Partie I. *Connaiss. Vigne Vin*, **18**, 195–217.

Glories, Y. (1978). Recherches sur la matière colorante des vins rouges. PhD *Thesis*. *University of Bordeaux II (France)*.

Goutouly, J.P., Drissi, R., Forget, D. and Gaudillière, J.P. (2006). Characterisation of vine vigor by ground based NDVI measurements. *In proceeding of VIth International Terroir Congress. ENITA, Bordeaux*, p. 237-242.

Harbertson, F. & Adams, J. A. (2002): Tannins in skins and seeds of Cabernet Sauvignon, Syrah and Pinot noir berries during ripening. *Am. J. Enol. Vitic.*, **53**, 54-59.

Hall, A., Lamb, D.W., Holzapfel, B.P. and Louis, J.P. (2011). Within-season temporal variation in correlations between vineyard canopy and winegrape composition and yield. *Precision Agriculture*, **12**, 103-117.

Hall, A., Lamb, D.W., Holzapfel, B.P. and Louis, J.P. (2011). Within-season temporal variation in correlations between vineyard canopy and winegrape composition and yield. *Precision Agriculture*, **12**, 103-117.

Hansen, P.M. and Schjoerring, J.K. (2003). Reflectance measurement of canopy biomass and nitrogen status in wheat crops using normalized difference vegetation indices and partial least squares regression. *Remote sensing Environment*, **86**, 542-553.

Humphreys, M.T., Raun, W.R., Martin, K.L., Freeman, K.W., Johnson, G. V. and Stone M.L. (2004). Indirect Estimates of Soil Electrical Conductivity for Improved Prediction of Wheat Grain Yield. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **35 (17 & 18)**, 2639–2653.

Johnson, L. F., Roczen, D. E., Youkhana, S. K., Nemani, R. R. and Bosch, D. F. (2003). Mapping vineyard leaf area with multispectral satellite imagery. *Computers and Electronics in Agriculture*, **38**, 33-44.

Kallithraka, S., Mohdaly, A., Makris, D. and Kefalas, P. (2005). Determination of major anthocyanin pigments in Hellenic native grape varieties (*Vitis vinifera* sp.) association with antiradical activity. *Journal of Food Composition and Analysis*, **18**, 375-386.

Koundouras, S. Marinos, V., Gkoulioti, A., Kotseridis, Y. and Van Leeuwen, C. (2006). Influence of Vineyard location and Wine water Status on Fruit maturation of nonirrigated Cv. Agiorgitiko (*Vitis vinifera* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **54**, 5077-5086.

Lamb, D.W., Weedon, M.M. and Bramley, R.G.V. (2004). Using remote sensing to predict phenolics and colour at harvest in a Cabernet Sauvignon vineyard: Timing observations against vine phenology and optimising image resolution. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, **10**, 46–54.

Lamb, D.W., Weedon, M.M. and Bramley, R.G.V. (2004). Using remote sensing to predict phenolics and colour at harvest in a Cabernet Sauvignon vineyard : Timing observations against vine phenology and optimising image resolution. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, **10**, 46-54.

Li, Y. G., Tanner, G., & Larkin, P. (1996). The DMACA-HCl protocol and the threshold proanthocyanidin content for bloat safety in forage legumes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **70(1)**, 89–101.

Macfie, H.J., Bratchell, N., Greenhoff, K., Vallis, L. V. (1989) Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. *Journal of Sensory Studies*, **4 (2)**, 129–148.

Martinez-Casasnovas, J.A., Agelet-Fernandez, J., Arno, J. and Ramos, M.C. (2012). Analysis of vineyard differential management zones and relation to vine development, grape maturity and quality. *Spanish Journal of Agricultural Research*, **10(2)**, 326-337.

Mercurio, M. and Smith, P.A. (2006). New formats for the methyl cellulose precipitable (MCP) tannin assay allow high throughput measurement of grape and wine tannin by industry. *Technical Review*, **164**, 1-10.

Ortega, R. A., Esser, A. and Santibanez, O. (2003). Spatial variability of wine grape yield and quality in Chilean vineyards: economic and environmental impacts. *In: J.V.*

Stafford & A. Werner (Eds.), *Proceedings of the Fourth European Conference on Precision Agriculture* (pp. 499-506). Wageningen: (Wageningen Academic Publishers).

Ortega, R., Esser, A., and Santibanes, O., 2003. Spatial variability of wine grape yield and quality in Chilean vineyards: economic and environmental impacts. *Proceedings of the 4th European Conference on Precision Agriculture, Berlin*, 499-506.

Ortega-Farias, S., Rigetti, T., Sasso, F., Acevedo, C., Matus, F. and Moreno, Y., (2003). Site-specific management of irrigation water in grapevines. *IX Latin American Congress on Viticulture and Enology; Symposium on Precision Viticulture, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago*. 55-71.

Praat, J.P., Bollen, F. and Irie, K. (2004). New approaches to the management of vineyard variability in New Zealand. *12th Australian Wine Industry Technical Conference*.

Priori, S., Martini, E., Andrenelli, M.C., Magini, S., Agnelli, A.E. Bucelli, P. (2013). Improving wine quality through harvest zoning and combined use of remote and soil proximal sensing. *Soil Science Society of America Journal*, **77**, 1338–1348.

Proffitt & Pearse (2004, December). Adding value to the wine business precisely: using precision viticulture technology in Margaret River. *The Australian & New Zealand Grapegrower & Winemaker*, 40-44

Rawlins, S. L. (1997). Precision agriculture: The state of the art and lessons from overseas for the Australian sugar industry. In: *Bramley, R. G. V., Cook, S.E and McMahon, G.G. (Eds) Precision Agriculture - What can offer the Australian sugar*

industry? *Proceedings of a workshop held in Townsville*, 10-12 June, 1997. CSIRO Land and Water, Townsville. pp.25-33.

Ribereau – Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., and Dubourdieu, D. (2006), *Handbook of Enology 2. The chemistry of Wine Stabilization and Treatments*, John Wiley and Sons Ltd.

Ribéreau-Gayon, P. and Stonestreet, E., (1966). Dosage des tannins du vin rouges et détermination de leur structure (Content of tannins in red wine and determination of their structure). *Chem. Anal.*, **48**, 188–196.

Ribereau-Gayon, P. and Stonestreet, E. (1965). Le dosage des anthocyanes dans le vin rouge. *Bull. Soc. Chim. Fr.*, **9**, 2649-2652.

Roussis, I., Lambropoulos, I., Tzimas, P., Gkoulioti, A., Marinos, V., Tsoupeis, D. and Boutaris I. (2008). Antioxidant activities of some Greek wines and wine phenolic extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, **21**, 614-621.

Santesteban, L.G., Guillaume, S., Royo, J.B. and Tisseyre, B. (2013). Are precision agriculture tools and methods relevant at the whole-vineyard scale? *Precision Agriculture*, **14**, 2–17.

Santos, A.O., Wample, R. L., Sachidhanantham, S. and Kaye, O. (2012). Grape Quality Mapping for Vineyard Differential Harvesting. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, **55** (2), 193-204.

Sarneckis, C., Damberg, R.G., Jones, P., Mercurio, M., Herderich, M.J. and Smith, P. (2006). Quantification of condensed tannins by precipitation with methyl cellulose:

development and validation of an optimised tool for grape and wine analysis. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, **12(1)**, 39-49.

Sethuramasamyraja, B., Sachidhanantham, S. and Wample, R. (2010a). Geospatial modeling of wine grape quality indicators (anthocyanin) for development of differential wine grape harvesting technology. *International Journal of Geomatics and Geosciences*, **1(3)**, 372- 385.

Shaner, D.L., Khosla, R., Brodahl, M.K., Buchleiter, G.W. and Farahani, H.J. (2008). How Well Does Zone Sampling Based on Soil Electrical Conductivity Maps Represent Soil Variability. *Agronomy Journal*, **100(5)**, 1472-1480.

Singleton, V.L. & Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic–phosphotungstic acid. *International Journal of Food Science and Technology* 2002, **37**, 153–161 and *Blackwell Science Ltdreagents* 2002. *American Journal of Enology Viticulture*, **16**, 144–158.

Singleton, V.L. (1974). Analytical fractionation of the phenolic substances of grapes and wine and some practical uses of such analyses. In *Chemistry of Winemaking*. A.D. Webb (Ed.), pp. 184-211. Am. Chemical Society, Washington, DC.

Singleton, V.L., R. Orthofer, and R.M. Lamuela-Raventos. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. In *Methods in Enzymology Polyphenols and Flavonoids*. H. Sies et al. (Eds.), pp. 152-178. Academic Press, San Diego.

Smith, P.A. (2005) Precipitation of tannin with methyl cellulose allows tannin quantification in grape and wine samples. *Technical Review. The Australian Wine Research Institute, Adelaide, Australia*, **158**, 3-7.

Strever, A., (2004). Assessing and managing within-vineyard variability in South Africa with remote sensing- a tool for research and practice. *12th Australian Wine Industry Technical Conference*.

Sudraud, P., (1958). Interprétation des courbes d'absorption des vins rouges. *Ann. Technol. Agric.*,**7**, 203-208.

Tagarakis, A., Koundouras, S., Papageorgiou, E. I., Dikopoulou, Z., Fountas, S. and Gemtos T. (2013). A fuzzy inference system to model grape quality in vineyards. *Precision Agriculture*.

Taylor, J., Tisseyre, B. and Praat, J.P., (2005). Bottling Good Information: mixing Tradition and Technology in vineyards. *Proceedings of the Fruits and nuts and vegetable production engineering TIC (Frutic05) Conference, Montpellier*, p. 719-736.

Tisseyre, B., Mazzoni, C., Ardoin, N. and Clipet C. (2001). Yield and harvest quality measurement in precision viticulture - Application for a selective vintage. *In: G. Grenier & S. Blackmore (Eds.), Proceedings of the Third European Conference on Precision Agriculture*, pp.133-138.

Tisseyre, B., Ojeda, H., Carillo, N., Deis, L. and Heywang, M. (2005). Precision viticulture and water status: mapping the predawn water potential to define within vineyard zones. *Proceedings of the Fruits and nuts and vegetable production engineering TIC (Frutic05) Conference, Montpellier*, p. 719-736.

Tisseyre, B., Ojeda, H., Taylor, J. (2007). New technologies and methodologies for site-specific viticulture. *International Journal of wine and vine research*, **41(2)**, 63-76.

Trought, M.C.T. and Bramley, R.G.V. (2011). Vineyard variability in Marlborough, New Zealand: characterizing spatial and temporal changes in fruit composition and juice quality in the vineyard. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, **17**, 79-89.

Wample, R.L., Mills, L. and Davenport, J.R. (1999). Use of precision farming practices in grape production. *In: P. Robert, R.H. Rust & W.E. Larson (Eds.), Proceedings of the IV International Conference on Precision Agriculture*, pp. 897-905. Minneapolis, USA.

8.2 ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Κοτσερίδης Γ., (2005). Σημειώσεις/ Εργαστηριακές Ασκήσεις Οινολογίας Ι. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, Αθήνα.

Κουράκου - Δραγώνα Σ., (1998). Θέματα οινολογίας. Τροχαλία, σελ. 402

Ταγαράκης Α., (2014). Σύγχρονη διαχείριση αμπελώνων με χρήση συστημάτων πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών στο πλαίσιο εφαρμογής γεωργίας ακριβείας. *Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Εργαστήριο Γεωργικής Μηχανολογίας.*

Σταύρακας Δ., (2010) Αμπελογραφία, εκδόσεις Ζήτη.

Σταυρακάκης Ε., (2010). Αμπελογραφία. Εκδόσεις Τροπή.

Σταυρακάκης Ε. (1990). Συγκριτική μελέτη των ποικιλιών αμπέλου «Μαυρούδια». Γεωργική έρευνα. **14**. Σελ. 19-29

Miles Lambert-Gocs (1993). Τα Ελληνικά Κρασιά – Οδοιπορικό στη χώρα του Διόνυσου. *Τρίαινα Εκδοτική, Αθήνα*, 305 σελ.

Pecsok, R.L., Shields L.D., Cairns T., McWilliam I. G. (1980) Σύγχρονες Μέθοδοι στη Χημική Ανάλυση. Απόδοση στα ελληνικά Σ. Βολιώτης. 2η έκδοση.

Χαρβαλιά, Α. και Μπενά – Τζούρου, Ε. (1981). Το χρώμα των ερυθρών οίνων από διάφορες ποικιλίες και περιοχές της Ελλάδας, Ελληνικά Οινολογικά Χρονικά. Τόμος 1, σελ. 2-25, Ινστιτούτο Οίνου, Αθήνα