



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ**  
**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ**

*Μελέτη της επίδρασης της λίπανσης και του γονότυπου στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των καρπών του φυτού της *Rosa canina**

*Ηλιάδη Παναγιώτα*  
*Χημικός*

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2024**

### **ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

- 1. Μπαδέκα Αναστασία,** Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Τμήματος Χημείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.
- 2. Πατακιούτας Γεώργιος,** Καθηγητής Τμήματος Γεωπονίας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.
- 3. Κρίγκας Νίκος,** Εντεταλμένος Ερευνητής Ινστιτούτου Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων του Ελληνικού Γεωργικού Οργανισμού ΔΗΜΗΤΡΑ, Θέρμη Θεσσαλονίκης.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων για την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στο χρονικό διάστημα 2020-2023. Η μελέτη εκπονήθηκε στο Ερευνητικό Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων του Τμήματος Χημείας, του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

Ευχαριστώ θερμά την επιβλέπουσα Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Δρ. Μπαδέκα Αναστασία για την αμέριστη και αδιάκοπη υποστήριξη και καθοδήγηση της κατά τη διεξαγωγή της ερευνητικής μου εργασίας, τη συγγραφή αλλά και για όλη τη διάρκεια των σπουδών μου. Επίσης θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στα άλλα δύο μέλη της εξεταστικής επιτροπής για τις εύστοχες παρατηρήσεις και προτάσεις σε στόχο τη βελτίωση του κειμένου του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη Μεταδιδάκτορα Δρ. Κοσμά Ιωάννα και τη Μεταδιδάκτορα Δρ. Γκουρογιάννη Αλεξία για τη βοήθεια και τις πολύτιμες συμβουλές τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Ευχαριστίες θα πρέπει να αποδώσω και στην κα. Παπαναστάση Αικατερίνη από το Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων στη Θεσσαλονίκη για τη βοήθεια και τις πληροφορίες σχετικά με τα δείγματα της παρούσας διατριβής.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη και τις ευχαριστίες μου στους γονείς μου Βασίλη και Κωνσταντίνα και στην αδερφή μου Δήμητρα για την αμέριστη ηθική και οικονομική υποστήριξη που μου παρέχουν σε κάθε βήμα της ζωής μου.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<i>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</i> .....	7
<i>ABSTRACT</i> .....	10
<i>I.ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</i> .....	13
I.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΕΞΕΛΙΞΗ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ROSA CANINA.....	13
I.2. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΕΞΑΠΛΩΣΗ .....	14
I.3. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ, ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ .....	15
I.4. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΝΑΝΤΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ .....	16
I.5. ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ .....	18
I.5.1. Φαινολικά συστατικά .....	19
I.5.2. Φλαβονοειδή .....	21
I.5.3. Ανθοκυανίνες.....	22
I.5.4. Καροτενοειδή .....	25
I.5.5. Ταννίνες.....	26
I.5.6. Τοκοφερόλες.....	27
I.5.7. Σάκχαρα.....	28
I.5.8. Λιπαρά οξέα .....	28
I.5.9. Οργανικά οξέα.....	30
I.5.10. Βιταμίνες .....	31
I.5.11. Μακροστοιχεία.....	32
I.6. ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ .....	34
I.7. ΧΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ .....	40
II. ΥΓΡΗ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (HPLC).....	41
II.1. ΟΡΓΑΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΥΓΡΗΣ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ.....	41
II.2. ΑΝΙΧΝΕΥΤΕΣ ΥΓΡΗΣ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (HPLC).....	42
II.2.1. ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ ΣΥΣΤΟΙΧΙΑΣ ΔΙΟΔΩΝ (Diode Array Detector - DAD)....	42
II.2.2. ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ ΔΕΙΚΤΗ ΔΙΑΘΛΑΣΗΣ (Refractive Index Detector - RID). 43	
II.4. ΦΑΣΜΑΤΟΦΩΤΟΜΕΤΡΙΑ .....	43
<b>II. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ</b> .....	45

<b>III. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b> .....	46
III.1. ΣΥΛΛΟΓΗ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ.....	46
III.2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ .....	47
III.3. ΜΕΤΡΗΣΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ ΤΩΝ ΚΑΡΠΩΝ .....	50
III.4. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΡΗ.....	50
III.5. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΩΝ ΣΑΚΧΑΡΩΝ .....	50
III.6. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΗΣ ΟΓΚΟΜΕΤΡΟΥΜΕΝΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ .....	50
III.7.1. ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΟΣΟΤΙΚΟ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟ ΤΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ, ΤΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ .....	51
III.7.2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ .....	51
III.7.3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΩΝ ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΩΝ .....	52
III.7.4. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ, ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΡΙΖΑΣ ΔΡΡΗ.....	53
III.8. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΒΙΤΑΜΙΝΗΣ C ΜΕ ΥΓΡΗ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (HPLC) ΚΑΙ ΑΝΙΧΝΕΥΤΗ ΣΥΣΤΟΙΧΙΑΣ ΔΙΟΔΩΝ (DIODEARRAYDETECTOR – DAD).....	54
III.8.1. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ .....	54
III.8.2. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΣΚΟΡΒΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ ΜΕ HPLC-DAD.....	55
III.9. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΑΚΧΑΡΩΝ (ΓΛΥΚΟΖΗΣ ΚΑΙ ΦΡΟΥΚΤΟΖΗΣ) ΜΕ ΥΓΡΗ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (HPLC) ΚΑΙ ΑΝΙΧΝΕΥΤΗ ΔΕΙΚΤΗ ΔΙΑΘΛΑΣΗΣ (REFRACTIVEINDEXDETECTOR - RID).....	56
III.9.1. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ .....	56
III.9.2. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΛΥΚΟΖΗΣ ΚΑΙ ΦΡΟΥΚΤΟΖΗΣ ΜΕ HPLC-RID .....	56
III.10. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ .....	58
IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....	59
IV.1 ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ .....	59
IV.1.1 pH .....	59

IV.1.2. ΟΛΙΚΗ ΟΓΚΟΜΕΤΡΟΥΜΕΝΗ ΟΞΥΤΗΤΑ .....	63
IV.1.3. ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΑΚΧΑΡΑ .....	67
IV.1.4. ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΡΠΩΝ .....	70
IV.2. ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΑΙΝΟΛΙΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ .....	72
IV.3. ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΩΝ ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΩΝ.....	78
IV.4. ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΡΙΖΑΣ DPPH .....	83
IV.5. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΒΙΤΑΜΙΝΗΣ C .....	88
IV.6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΑΚΧΑΡΩΝ (ΓΛΥΚΟΖΗ-ΦΡΟΥΚΤΟΖΗ).....	93
<i>V. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</i> .....	99
<i>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</i> .....	101
ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	101
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	111

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι καρποί του φυτού της *Rosa canina* είναι γνωστοί ήδη από την αρχαιότητα για την υψηλή φαρμακευτική και διατροφική τους αξία. Παρόλο που οι καρποί του φυτού έχουν μελετηθεί αρκετά ως προς τα φυσικοχημικά τους χαρακτηριστικά και την αντιοξειδωτική τους δράση, λίγα είναι γνωστά για την επίδραση της μεθόδου καλλιέργειας και του γενετικού προφίλ σε αυτά.

Στην παρούσα εργασία οι καρποί τεσσάρων διαφορετικών γονότυπων του φυτού της *Rosa canina* που καλλιεργήθηκαν στον ίδιο πιλοτικό αγρό με διαφορετικές μεθόδους λίπανσης (χωρίς λίπανση - μάρτυρας, βιολογική και συμβατική λίπανση) μελετήθηκαν ως προς τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά τους.

Σε όλα τα δείγματα μετρήθηκε η διάμετρος των καρπών, το pH, η ογκομετρούμενη οξύτητα και τα συνολικά σάκχαρα. Ακολούθησε η εκχύλιση των δειγμάτων για τον ποσοτικό προσδιορισμό των ολικών φαινολικών συστατικών, των ολικών φλαβονοειδών και της αντιοξειδωτικής δράσης μέσω της ικανότητας δέσμευσης της ρίζας DPPH. Τέλος, πραγματοποιήθηκε προσδιορισμός της βιταμίνης C με την τεχνική της Υγρής χρωματογραφίας υψηλής πίεσης και ανιχνευτή συστοιχίας διόδων (HPLC-DAD) και των φυσικών σακχάρων (γλυκόζης και φρουκτόζης) με την τεχνική της Υγρής χρωματογραφίας υψηλής πίεσης και ανιχνευτή δείκτη διάθλασης (HPLC-RID). Το σύνολο των αποτελεσμάτων επεξεργάστηκε στατιστικά με την Ανάλυση Διακύμανσης ANOVA με σκοπό τον έλεγχο της σημαντικότητας των παραμέτρων.

Οι μετρήσεις του pH έδειξαν ότι στους γονότυπους G 19,193, G 19,635 και G 19,674 η τιμή pH ήταν μεγαλύτερη στους καρπούς της βιολογικής λίπανσης και στους καρπούς χωρίς λίπανση, ενώ υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και μεταξύ των γονότυπων υπό την ίδια μέθοδο λίπανσης. Όσον αφορά την ογκομετρούμενη οξύτητα μόνο στον γονότυπο G 19,674 παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς τη μέθοδο λίπανσης, ενώ μεταξύ των γονότυπων υπό την ίδια μέθοδο λίπανσης υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους καρπούς της βιολογικής και της συμβατικής λίπανσης. Για τα συνολικά σάκχαρα εκφρασμένα σε βαθμούς °Brix οι τιμές των δειγμάτων κυμάνθηκαν από 5,21 έως 11,21 °Brix. Την μεγαλύτερη τιμή εμφάνισαν οι καρποί του

γονότυπου G 19,191 της συμβατικής λίπανσης, ενώ την μικρότερη τιμή πάλι οι καρποί του γονότυπου G 19,191 που δεν είχαν υποστεί καμία μέθοδο λίπανσης. Γενικά, διαπιστώθηκε ότι τόσο η μέθοδο λίπανσης των καρπών, όσο και ο γονότυπος μπορούν να μεταβάλλουν την σύσταση των καρπών σε συνολικά σάκχαρα. Οι τιμές μέτρησης της διαμέτρου των καρπών έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προ τη μέθοδο λίπανσης μόνο στους γονότυπους G 19,635 και G 19,674, όπου οι καρποί της βιολογικής λίπανσης είχαν μεγαλύτερη τιμή διαμέτρου από αυτούς χωρίς λίπανση και εκείνους της συμβατικής λίπανσης.

Η περιεκτικότητα των καρπών σε φαινολικά συστατικά βρέθηκε μεγαλύτερη στους καρπούς των γονότυπων χωρίς λίπανση και στους καρπούς που είχαν υποστεί βιολογική λίπανση. Εξαιρέση αποτέλεσαν οι καρποί του γονότυπου G 19,635, όπου η συγκέντρωση σε φαινολικά συστατικά ήταν μεγαλύτερη στους καρπούς της συμβατικής λίπανσης, χωρίς να υπάρχουν όμως στατιστικά σημαντικές διαφορές. Επιπλέον, διαπιστώθηκαν μικρές διαφορές της συγκέντρωσης σε φαινολικά μεταξύ των διαφορετικών γονοτύπων κάτω από την ίδια μέθοδο λίπανσης. Τη μεγαλύτερη συγκέντρωση φαινολικών συστατικών είχαν οι καρποί του γονότυπου G 19,191 ( $571,48 \pm 80,75$  mg GAE/100 g) με βιολογική λίπανση, ενώ η μικρότερη τιμή βρέθηκε στους καρπούς του γονότυπου G 19,674 ( $324,43 \pm 22,11$  mg GAE/100 g) με συμβατική μέθοδο λίπανσης.

Η περιεκτικότητα των καρπών του φυτού σε φλαβονοειδή βρέθηκε επίσης μεγαλύτερη στη βιολογική μέθοδο λίπανσης σε όλους τους γονότυπους, σε σύγκριση με την καλλιέργεια χωρίς λίπανση και τη συμβατική λίπανση. Οι γονότυποι G 19,191 και G 19,635 της βιολογικής λίπανσης είχαν τις μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης ολικών φλαβονοειδών ( $297,39 \pm 26,90$  mg κατεχίνης/100 g και  $310,27 \pm 10,14$  mg κατεχίνης/100 g αντίστοιχα), ενώ ο γονότυπος G 19,674 με συμβατική λίπανση είχε τη μικρότερη τιμή ( $157,87 \pm 15,71$  mg κατεχίνης/100 g).

Η αντιοξειδωτική δράση των καρπών φάνηκε να μεταβάλλεται περισσότερο με βάση τον γονότυπο, παρά με τη μέθοδο λίπανσης των καρπών. Γενικά, οι καρποί των γονότυπων G 19,193 και G 19,635 ανεξάρτητα της μεθόδου λίπανσης είχαν μεγαλύτερες τιμές αντιοξειδωτικής δράσης. Ενδιαφέρον αποτελούν τα αποτελέσματα για τους καρπούς που καλλιεργήθηκαν με συμβατική λίπανση του γονότυπου G 19,674, όπου εμφάνισαν τη



μικρότερη αντιοξειδωτική δράση, ενώ είχαν επίσης και τη μικρότερη συγκέντρωση φαινολικών και φλαβονοειδών από όλα τα άλλα δείγματα.

Όσον αφορά τη βιταμίνη C τόσο ο γονότυπος, όσο και η μέθοδος λίπανσης επηρεάζουν την περιεκτικότητα των καρπών του φυτού. Στους γονότυπους G 19,191, G 19,193 και G 19,674, οι καρποί με βιολογική λίπανση και εκείνοι που δεν είχαν υποστεί καμία μέθοδο λίπανσης παρουσίασαν μεγαλύτερη συγκέντρωση σε βιταμίνη C σε σύγκριση με εκείνους της συμβατικής λίπανσης. Εκτός της μεθόδου λίπανσης, προέκυψε ότι και ο γενετικός παράγοντας επηρεάζει την περιεκτικότητα της βιταμίνης C. Μεταξύ των γονότυπων που είχαν καλλιεργηθεί χωρίς καμία λίπανση, αλλά και σε εκείνους της βιολογικής και της συμβατικής λίπανσης παρατηρήθηκαν μεγάλες διακυμάνσεις. Οι καρποί του γονότυπου G 19,193 εμφανίζουν τη μεγαλύτερη συγκέντρωση σε βιταμίνη ανεξάρτητα της μεθόδου λίπανσης.

Από την ανάλυση των σακχάρων προέκυψε ότι η συγκέντρωση της φρουκτόζης ήταν μεγαλύτερη από τη συγκέντρωση της γλυκόζης σε όλα τα δείγματα των καρπών του φυτού. Η μέθοδος λίπανσης φάνηκε να επηρεάζει την περιεκτικότητα σε σάκχαρα, αφού στους γονότυπους G 19,191, G 19,193 και G 19,674 η συμβατική λίπανση οδήγησε σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σακχάρων (φρουκτόζη και γλυκόζη). Εξαίρεση αποτέλεσε ο γονότυπος G 19,635, όπου οι καρποί χωρίς λίπανση είχαν υψηλότερες τιμές σακχάρων από τους καρπούς της βιολογικής και της συμβατικής λίπανσης. Επιπλέον, αποδείχθηκε και η επίδραση του γονότυπου στη συγκέντρωση των σακχάρων υπό την ίδια καλλιεργητική διαδικασία. Σε όλους τους γονότυπους που είχαν καλλιεργηθεί με τον ίδιο τρόπο παρατηρήθηκαν μεγάλες διακυμάνσεις. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι οι καρποί των γονότυπων G 19,635 και G 19,674 είναι πιο πλούσιοι σε σάκχαρα σε σύγκριση με τους γονότυπους G 19,191 και G 19,193 ανεξάρτητα της μεθόδου λίπανσης.

Η βιολογική μέθοδος λίπανσης και η καλλιέργεια χωρίς λίπανση παρατηρήθηκε ότι ενισχύουν περισσότερο την περιεκτικότητα των καρπών του φυτού σε φαινολικά συστατικά, φλαβονοειδή και βιταμίνη C, σε σύγκριση με τη συμβατική λίπανση. Παράλληλα, διαπιστώθηκε ότι ο γονότυπος μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την αντιοξειδωτική ικανότητα, καθώς και τη συγκέντρωση των καρπών σε σάκχαρα (φρουκτόζη και γλυκόζη) και σε βιταμίνη C κάτω από τις ίδιες καλλιεργητικές τεχνικές.

## **ABSTRACT**

The fruits of the *Rosa canina* plant are known for their high pharmaceutical and nutritional value. Although the fruits of the plant have been studied well in terms of their physicochemical characteristics and antioxidant activity, little is known about the influence of the cultivation method and genetic profile on them.

In the present study, the fruits of four different genotypes of *Rosa canina* plant, grown in the same pilot field with different cultivation methods (no fertilization-control, organic and conventional fertilization) were studied for their physicochemical characteristics.

Fruit diameter, pH, acidity, and total sugars were determined in all samples. The samples were then extracted for quantification of total phenolic compounds, total flavonoids, and antioxidant activity. Finally, the determination of vitamin C was carried out using the technique of High-Pressure Liquid Chromatography and Diode Array Detection (HPLC-DAD) and of natural sugars (glucose and fructose) using the technique of High-Pressure Liquid Chromatography and Refractive Index Detection (HPLC-RID). All the results were statistically processed by ANOVA analysis of variance to evaluate the significance of the parameters.

The pH measurements showed that in genotypes G19,193, G 19,635 and G 19,674, the pH value was higher in fruits under organic fertilization and in fruits without fertilization, and there were statistically significant differences between the genotypes under the same fertilization method. Regarding the volumetric acidity, only in genotype G 19,674 statistically significant differences were observed with respect to the fertilization method, while there were statistically significant differences between the genotypes under the same fertilization method in the fruits of organic and conventional fertilization. For total sugars expressed in °Brix degrees, the values of the samples ranged from 5,21 to 11,21 °Brix. The highest value was found in fruits of genotype G 19,191 of the conventional fertilization, while the lowest value was again found in fruits of genotype G 19,191 which was not subjected to any fertilization method. In general, it was found that both the fertilization method of the fruit and the genotype could change the total sugar content of

the fruit. Fruit diameter measurement values showed statistically significant differences by fertilization method only in the genotypes G 19,635 and G 19,674, where the fruits of the organic fertilization had a larger diameter value than those without fertilization and those of the conventional fertilization.

The phenolic content of the fruits was found to be higher in the fruits of the genotypes without fertilization and in the fruits of organic fertilization. Excepting genotype G 19,635 in which the phenolic content was higher in the fruit of the conventionally fertilized fruit, no other statistically significant difference was found. In addition, few differences in phenolic content were found between the different genotypes under the same fertilization method. The highest concentration of phenolic content was found in fruits of genotype G 19,191 ( $571,48 \pm 80,75$  mg GAE/100 g) under organic fertilization, while the lowest value was found in fruits of genotype G19,674 ( $324,43 \pm 22,11$  mg GAE/100 g) under conventional fertilization method.

The flavonoid content of fruits of *Rosa canina* was also found to be higher in the organic fertilization in all genotypes, compared to fruits without fertilization and fruits with conventional fertilization. Genotypes G 19,191 and G 19,635 of organic fertilization had the highest total flavonoid concentration ( $297,39 \pm 26,90$  mg catechin/100 g and  $310,27 \pm 10,14$  mg catechin/100 g respectively), while genotype G 19,674 with conventional fertilization had the lowest value ( $157,87 \pm 15,71$  mg catechin/100 g).

The antioxidant activity of *R. canina* fruit influenced more by genotype than by the fertilization method. *Rosa canina* fruits of genotypes G 19,193 and G 19,635 had higher antioxidant activity regardless of fertilization method. The results of fruits grown with conventional fertilization of genotype G 19,674 showed the lowest antioxidant activity and had the lowest phenolic and flavonoid content of all samples.

Vitamin C content of fruits of *R. canina* showed that was affected both by the genotype and by the method of fertilization. In genotypes G 19,191, G 19,193 and G 19,674, the fruits of the organic fertilization and those without fertilization showed higher vitamin C content compared to those of the conventional fertilization. In addition to the cultivation method, it was found that genetic factor also influenced the vitamin C content. Variations were observed between the genotypes cultivated without fertilization

and those of organic and conventional fertilization. The fruits of genotype G 19,193 showed the highest vitamin C content regardless of the fertilization method.

The analysis of sugars (fructose and glucose) showed that the concentration of fructose was higher than the concentration of glucose in all the samples. The cultivation method seemed to influence the sugar content, since the content of sugars (fructose and glucose) was higher in genotypes G 19,191, G 19,193, and G 19,674 treated with conventional fertilization than those with no fertilization or those under organic fertilization. Excepting genotype G 19,635 in which fruits without fertilization had higher sugar content than fruits with organic and conventional fertilization. In addition, the effect of genotype on sugar content under the same fertilization method was also demonstrated. Variations were observed in all genotypes cultivated under the same fertilization method. The results showed that the fruits of genotypes G 19,635 and G 19,674 had highest sugar content compared to genotypes G 19,191 and G 19,193 irrespective of the fertilization method.

The organic fertilization and the absence of fertilization during cultivation were observed to enhance the content of phenolic compounds, flavonoids, and vitamin C in the fruits of *R. canina* more than conventional fertilization. It was also found that genotype could significantly influence the antioxidant capacity, as well as the content of sugars (fructose and glucose) and vitamin C in the fruits under the same fertilization method.

## I.ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### I.1 ΕΞΕΛΙΞΗ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ROSACANINA

Η *Rosa canina* θεωρείται ότι εξελίχθηκε κατά την τελευταία ευρωπαϊκή μεσοπαγετώδη περίοδο από ένα διαφορετικό γένος αυτοφυών φυτών *Rosa* spp. και ένα εξαφανισμένο προγονικό είδος "Protocaninae" (Selahvarzian et al., 2018).

Η *Rosa canina* είναι ένας αυτοφυής φυλλοβόλος θάμνος που απαντάται κυρίως ως αυτοφυές φυτό, αλλά τα τελευταία χρόνια έχουν αρχίσει να εφαρμόζονται διάφορες τεχνικές καλλιέργειας, καθώς είναι γνωστά από την αρχαιότητα τόσο τα διατροφικά όσο και τα θεραπευτικά οφέλη του φυτού (Ercisli, 2007). Πολυάριθμες μελέτες αναφέρουν ότι τόσο οι καρποί, όσο και τα σπέρματα και τα πέταλα του φυτού μπορεί να αξιοποιηθούν και να χρησιμοποιηθούν σε φαρμακευτικά σκευάσματα και σε προϊόντα διατροφής (Grdiša et al., 2022; Iancu et al., 2020).

Ο Πλίνιος ο Πρεσβύτερος (23-79 π.Χ.) ήταν ο πρώτος που περιέγραψε τις φαρμακευτικές ιδιότητες του φυτού, καθώς το χρησιμοποίησε για τη θεραπεία από το δάγκωμα σκύλου. Η χρήση του στην θεραπεία αυτή ήταν εκείνη που του έδωσε και στην συνέχεια το όνομα "dogrose", μια ονομασία που χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα για το φυτό της αγριοτριανταφυλλιάς (*Rosa canina*) (Selahvarzian et al., 2018; Tolekova et al., 2020).

Στην Ευρώπη, χρησιμοποιήθηκε επίσης από τη γνωστή Γερμανίδα μοναχή Χίλντεγκαρντ του Μπίνγκεν (Hildegard von Bingen, 1098-1179 μ.Χ.), για την παρασκευή ενός είδους τσαγιού που μπορούσε να θεραπεύσει διάφορες ασθένειες. Το φυτό ήταν επίσης γνωστό στους ναυτικούς ως μέσο προστασίας από το σκορβούτο, λόγω της υψηλής συγκέντρωσης σε βιταμίνη C, και έτσι εξαπλώθηκε σε πολλές ηπείρους. Πράγματι, η υψηλή συγκέντρωση βιταμίνης C στη *R. canina* είναι αποδεδειγμένη, καθώς κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, οι καρποί της αγριοτριανταφυλλιάς ήταν η βασική πηγή βιταμίνης C στη Βρετανία και η κυβέρνηση οργάνωσε μαζική συγκομιδή των φυτών (Selahvarzian et al., 2018; Winther et al., 2016). Αναφορές για την αγριοτριανταφυλλιά

έχουν γίνει και στην Ελληνική μυθολογία. Σύμφωνα με αυτή το ρόδο είχε αρχικά λευκό χρώμα, αλλά βάφτηκε κόκκινο από το αίμα της θεάς Αφροδίτης, όταν πήγε να σώσει τον Άδωνι από τα χέρια του θεού Άρη, με γυμνά πόδια και πάτησε την ακανθοφόρο τριανταφυλλιά την οποία έβαψε με αίμα.

## 1.2. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΕΞΑΠΛΩΣΗ

Η *Rosa canina*, που συναντάται και αλλιώς με τις ονομασίες αγριοτριανταφυλλιά ή κυνόροδο ανήκει στο γένος *Rosa* της οικογένειας *Rosaceae*. Το γένος *Rosa* περιλαμβάνει πάνω από 200 είδη φυτών που βρίσκονται εξαπλωμένα κυρίως στην Ευρώπη. Τα πιο γνωστά και ευρέως διαδομένα είδη του γένους *Rosa* είναι τα εξής: *R. canina*, *R. dumalis boissieri*, *R. dumalis antalyensis*, *R. villosa*, *R. pisiformis*, *R. pulverulenta*, *R. rugosa*, *R. moschata* και *R. gallica* (Ercisli, 2005; Folta et., 2009).

Η *Rosa canina* είναι ένα αναρριχώμενο είδος τριανταφυλλιάς που αναπτύσσεται κυρίως ως αυτοφυή στην Ευρώπη, τη βορειοδυτική Αφρική και τη δυτική και βόρεια Ασία. Στην Ελλάδα έχει βρεθεί τόσο σε νησιωτικές, όσο και σε ηπειρωτικές περιοχές. Το φυτό εντοπίζεται συνήθως σε όχθες, βραχώδεις πλαγιές, ή σε δάση και ξέφωτα, και μπορεί να βρεθεί σε περιοχές με υψόμετρο από 30-1700 m. Πρόκειται για έναν φυλλοβόλο, πολυετή θάμνο που φτάνει σε ύψος τα 2-3,5 μέτρα (Alp & Koyuncu, 2010; Ercisli, 2005).

Οι βλαστοί του έχουν μικρά αιχμηρά, αγκιστρωτά αγκάθια που το βοηθούν να αναρριχηθεί. Τα φύλλα του φυτού είναι σύνθετα, πτερωτά, με πέντε έως επτά ζεύγη φυλλαρίων, ωοειδή, λεία με μήκος 1,5-4 cm και πλάτος 1-2 cm (Selahvarzian et al., 2018).

Τα άνθη του φυτού της *Rosa canina* είναι ερμαφρόδιτα και μπορούν να επικονιαστούν από μέλισσες, μύγες, σκαθάρια και λεπιδόπτερα. Η διάμετρός τους είναι 4-6 εκατοστά με πέντε πέταλα που τελικά ωριμάζουν σε καρπούς (συγκάρπια με αχαίνια) με κόκκινο-πορτοκαλί χρώμα. Το χρώμα των άνθεων είναι συνήθως ανοιχτό ροζ, αλλά σε κάποιες περιπτώσεις το χρώμα μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ ενός βαθύ ροζ και λευκό. Τα άνθη εμφανίζονται τους μήνες Μάιο με Ιούνιο και σε μερικούς γονότυπους έχει παρατηρηθεί ότι μπορεί να εμφανισθούν αρκετά αργότερα (Ahmad et al., 2015).

Ο καρπός που ονομάζεται αλλιώς και κυνόροδο κάνει την εμφάνισή του όταν πέσουν τα πέταλα, έχει ωοειδή σχήμα και το χρώμα του κυμαίνεται από πορτοκαλί έως κόκκινο ανάλογα με το στάδιο της ωρίμανσής του. Συνήθως ο καρπός ζυγίζει από 1,25-3,25g και αποτελείται περίπου από 71% διογκωμένη ανθοδόχη και από 29% σπέρματα (αχαίνια). Οι καρποί ωριμάζουν τέλη Αυγούστου με αρχές Οκτωβρίου ανάλογα με τον γονότυπο και την γεωγραφική περιοχή που βρίσκονται τα φυτά (Ahmad et al., 2015; Selahvarzian et al., 2018).



**Εικόνα I.1:** Φυτό, άνθος και καρποί της *Rosa canina* (Ahmad et al., 2015).

### 1.3. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ, ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

Η *Rosa canina* παρουσιάζει μεγάλη αντοχή σε μη ευνοϊκές περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως είναι τα φτωχά εδάφη, τα βραχώδη μέρη και περιοχές με περιορισμένες ποσότητες νερού. Το είδος αυτό μπορεί να καλλιεργηθεί σε περιοχές με υψόμετρο από 0 - 1.700 m.

Για την καλλιέργεια του φυτού, το έδαφος θα πρέπει να είναι μέσης σύστασης, καλά αποστραγγιζόμενο και πλούσιο σε οργανική ουσία. Η υψηλή περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία αποτελεί ουσιαστικά ένα φυσικό λίπασμα που δημιουργείται από το σύνολο των διεργασιών που συμβαίνουν στα οργανικά υπολείμματα των επιφανειακών στρωμάτων του εδάφους και αποτελεί σημαντικό παράγοντα για το έδαφος, καθώς ενισχύει τα φυτά με θρεπτικά συστατικά, βελτιώνει την δομή του εδάφους,

βελτιώνει την συγκράτηση υγρασίας στο χώμα και βοηθάει στην απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους από τα φυτά. Οι βασικότεροι τρόποι εμπλουτισμού του εδάφους σε οργανική ουσία είναι η προσθήκη κομπόστ, η ενσωμάτωση κοπριάς και η χλωρή λίπανση.

Οι περισσότεροι γονότυποι του φυτού της *Rosa canina* ευημερούν σε αλκαλικά εδάφη (pH > 7) και με υψηλό ποσοστό άμμου στο έδαφος. Η αγριοτριανταφυλλιά είναι ανθεκτική στην ξηρασία και η άρδευση του φυτού είναι κυρίως απαραίτητη κατά τη φύτευση και τους θερινούς μήνες (Okatan et al., 2019).

#### 1.4. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ENANTI ΣΥΜΒΑΤΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί το ενδιαφέρον όχι μόνο για τρόφιμα που προσφέρουν οφέλη στην ανθρώπινη υγεία, αλλά και για αυτά που έχουν περιβαλλοντικά οφέλη και σχετίζονται με την διαδικασία παραγωγής τους. Για αυτό τον λόγο εφαρμόζονται όλο και πιο συχνά συστήματα βιολογικής καλλιέργειας. Η βιολογική καλλιέργεια είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα παραγωγής και διαχείρισης αγροτικών προϊόντων, που προστατεύει το αγροοικοσύστημα προασπίζοντας ταυτόχρονα την υγεία των καταναλωτών. Πρόκειται δηλαδή για μέθοδο καλλιέργειας που συνεπάγεται την μικρότερη δυνατή παρέμβαση στις φυσικές διεργασίες. Η μέθοδος αυτή δεν επιτρέπει την χρήση χημικών ουσιών, δηλαδή συνθετικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων. Αντίθετα, χρησιμοποιούνται φυσικά λιπάσματα, όπως είναι η κοπριά, το κομπόστ και φυσικές μέθοδοι φυτοπροστασίας, όπως τα φυτικά εκχυλίσματα (Bordeleau et al., 2002; Trenka et al., 2020).

Οι βασικοί στόχοι της βιολογικής καλλιέργειας, όπως περιγράφονται και από τη Διεθνή Ομοσπονδία Κινημάτων Βιολογικής Γεωργίας (IFOAM), εστιάζονται:

- ▶ Στην παραγωγή γεωργικών προϊόντων υψηλής θρεπτικής αξίας
- ▶ Στο σεβασμό των φυσικών οικοσυστημάτων, με τη διατήρηση της γενετικής τους ποικιλομορφίας



► Στη βελτίωση της γονιμότητας των εδαφών, σε μακροπρόθεσμη κλίμακα και στην εφαρμογή συστημάτων για την όσο δυνατό αυτάρκεια σε οργανική ουσία και θρεπτικά συστατικά

► Στην ορθολογική χρησιμοποίηση των φυσικών πόρων

► Στην εξασφάλιση συνθηκών εκτροφής των ζώων με σεβασμό στις συνήθειες διαβίωσης τους

► Στην αποφυγή της ρύπανσης, με την επιλογή ήπιων και φιλικών με το περιβάλλον γεωργικών τεχνικών

► Στην εκτίμηση του αποτελέσματος της αλληλεπίδρασης των καλλιεργητικών τεχνικών, με το οικολογικό και κοινωνικό περιβάλλον

Πολυάριθμες μελέτες έχουν αποδείξει ότι τα προϊόντα που προέρχονται από βιολογικές μεθόδους καλλιέργειας έχουν χαμηλότερα επίπεδα τοξικών βαρέων μετάλλων και υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων σε σύγκριση με τα προϊόντα που προέρχονται από συμβατικές μεθόδους καλλιέργειας (Murtić et al., 2022). Επιπλέον, αρκετές μελέτες έχουν ασχοληθεί με την επίδραση της μεθόδου καλλιέργειας (βιολογική και συμβατική) στην περιεκτικότητα των διαφόρων φυτών σε φαινολικά συστατικά, φλαβονοειδή και βιταμίνες.

Οι Trenka et al. (2020) που μελέτησαν τους καρπούς του φυτού της Αρώνια με συμβατική και βιολογική μέθοδο καλλιέργειας παρατήρησαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά και μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση στους καρπούς που είχαν καλλιεργηθεί με βιολογική μέθοδο.

Οι Murtić et al., (2022) σύγκριναν διάφορα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, όπως την συγκέντρωση σε φαινολικά συστατικά, σε φλαβονοειδή και σε βιταμίνη C, καθώς και την αντιοξειδωτική δράση στους καρπούς του φυτού *Rubus idaeus* (raspberry), ανάλογα με την μέθοδο καλλιέργειας (συμβατική και βιολογική καλλιέργεια). Από τα αποτελέσματα της μελέτης προέκυψε ότι τα βιολογικής καλλιέργειας raspberries περιείχαν σημαντικά υψηλότερα επίπεδα ολικών φαινολικών συστατικών, ολικών φλαβονοειδών, ασκορβικού οξέος και συνολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας από ότι τα συμβατικής καλλιέργειας σμέουρου.

Σε αντίστοιχη μελέτη των Korczyńska et al., (2020) προέκυψε ότι οι βιολογικοί καρποί κολοκυθίου είχαν υψηλότερη περιεκτικότητά σε φαινολικά οξέα και φλαβονοειδή σε σύγκριση με τους συμβατικά καλλιεργούμενους καρπούς και διαπιστώθηκε ότι η βιολογική καλλιέργεια θα μπορούσε να είναι μια καλή μέθοδος για την αύξηση της συγκέντρωσης βιοδραστικών ενώσεων με αντιοξειδωτικές ιδιότητες στους καρπούς κολοκυθίου.

Οι Lombardo et al. (2012) σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε αναφέρουν πως η βιολογική καλλιέργεια παράγει καρπούς με ανώτερη διατροφική αξία, κυρίως χάρη στην υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε νιτρικά άλατα, που θεωρούνται δυνητικά επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία.

Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι τα οργανικά λιπάσματα βελτιώνουν τις βιοχημικές διεργασίες του εδάφους, συμπεριλαμβανομένης της ανακύκλωσης των θρεπτικών συστατικών συμβάλλοντας με αυτό τον τρόπο στην ενίσχυση και βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους (Voltr et al., 2021). Ως εκ τούτου, η διατήρηση ή η αύξηση της οργανικής ουσίας στα γεωργικά εδάφη έχει μεγάλη σημασία για τη διατήρηση της παραγωγικότητας του εδάφους και τη διασφάλιση της ασφάλειας των τροφίμων στο μέλλον.

### 1.5. ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ

Οι καρποί του φυτού της *Rosa canina* είναι πλούσιοι σε βιοδραστικές ενώσεις, όπως είναι τα φλαβονοειδή, οι φαινολικές ενώσεις, τα καροτενοειδή, οι ανθοκυανίνες, οι βιταμίνες (όπως A, B1, B2, K, E και C), τα οργανικά οξέα, τα σάκχαρα και τα ιχνοστοιχεία (Johnson et al., 2022). Η περιεκτικότητα των καρπών στα διάφορα θρεπτικά συστατικά μπορεί να διαφέρει ανάλογα με το είδος, την ποικιλία, τον γονότυπο, το έδαφος που καλλιεργούνται, το υψόμετρο, την εποχή συγκομιδής και το στάδιο ωρίμανσης των καρπών (Taneva et al., 2016).

### 1.5.1. Φαινολικά συστατικά

Τα φαινολικά συστατικά ή αλλιώς πολυφαινόλες είναι ενώσεις που αποτελούνται από έναν ή περισσότερους αρωματικούς ή ετεροκυκλικούς δακτυλίου, οι οποίοι διαθέτουν μία ή περισσότερες υδροξυλομάδες απευθείας συνδεδεμένες σε αυτούς. Οι δομές τους ποικίλλουν, καθώς σε αυτή τη γενική κατηγορία ανήκουν απλά μόρια, όπως είναι για παράδειγμα οι φαινόλες και τα οξέα αυτών, και μεγαλύτερα πολυμερή, όπως είναι οι ταννίνες. Για τον λόγο αυτό, είναι οι πιο ευρέως διαδεδομένοι και συχνά χρησιμοποιούμενοι δευτερογενείς μεταβολίτες φυτών και μέχρι σήμερα έχουν γίνει γνωστά πάνω από 8000 είδη πολυφαινολών (Dai & Mumper, 2010; Soare et al., 2015).

Φυσιολογικά, οι πολυφαινόλες βρίσκονται σε όλα τα φυτικά τρόφιμα και επομένως αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της ανθρώπινης διατροφής (Kilicgun & Altiner, 2010). Οι φαινόλες είναι υπεύθυνες για τις οργανοληπτικές ιδιότητες των φυτικών τροφίμων. Για παράδειγμα, συμβάλλουν στην πικράδα και τη στυπτικότητα των φρούτων και των χυμών, λόγω της αλληλεπίδρασης μεταξύ των φαινολών, κυρίως της προκυανιδίνης, και της γλυκοπρωτεΐνης στο σάλιο (Dai & Mumper, 2010).

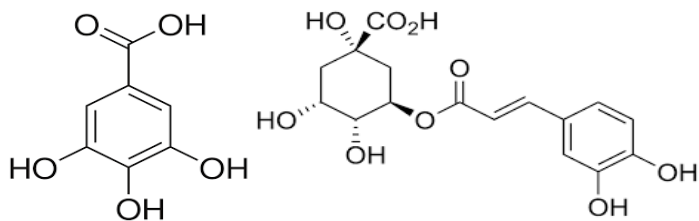
Οι πολυφαινόλες που υπάρχουν στα φυτά περιλαμβάνουν κυρίως τα φαινολικά οξέα, τα φλαβονοειδή και τις ταννίνες. Τα φαινολικά οξέα χωρίζονται σε παράγωγα του βενζοϊκού οξέος, όπως είναι το γαλλικό οξύ, και παράγωγα του κινναμμωνικού οξέος, όπως το κουμαρικό, το καφεϊκό και το φερουλικό οξύ (Dai & Mumper, 2010).

Οι καρποί του φυτού της *Rosa canina* είναι πλούσιοι σε φαινολικά συστατικά και χαρακτηρίζονται από υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητα, καθώς έχουν τη δυνατότητα να δεσμεύουν τις ελεύθερες ρίζες, λόγω των υδροξυλομάδων τους (Guimarães et al., 2014). Επιπλέον, οι φαινολικές ενώσεις που βρίσκονται στους καρπούς του φυτού είναι ιδιαίτερα σημαντικές για την αποτροπή της οξειδωσης της βιταμίνης C. Δρουν όχι μόνο ως αντιοξειδωτικά, αλλά και ως αντιϊικά και αντιβακτηριακά στα φυτά αλλά και τα προστατεύουν έναντι της επιβλαβούς υπερϊώδους ακτινοβολίας (Kazankaya et al., 2004; Medveckiene et al., 2020; Okatan et al., 2019).

Στους καρπούς του φυτού τα κυριότερα φαινολικά οξέα που έχουν βρεθεί είναι το γαλλικό οξύ, το φερουλικό οξύ, το καφεϊκό οξύ, το π-κουμαρικό οξύ και το χλωρογενικό

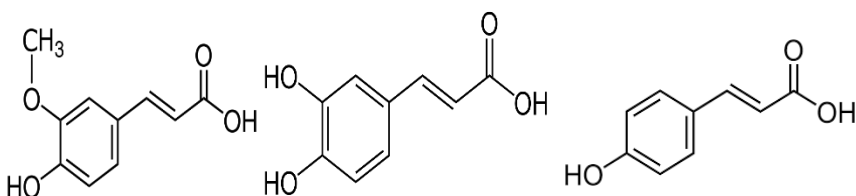
οξύ (Bozhuyuk et al., 2021; Eyduran et al., 2022). Η περιεκτικότητα των καρπών σε ολικά φαινολικά συστατικά μπορεί να διαφέρει και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Η μέθοδος εκχύλισης των καρπών επηρεάζει τη συγκέντρωση σε φαινολικά συστατικά. Καρποί που εκχυλίστηκαν με διαφορετικούς διαλύτες, όπως νερό, εξάνιο, ακετόνη, μεθανόλη και χλωροφόρμιο εμφάνισαν μεγαλύτερη συγκέντρωση φαινολικών συστατικών όταν χρησιμοποιήθηκε ως διαλύτης εκχύλισης η μεθανόλη (Montazerietal., 2011). Επιπλέον, η θερμική επεξεργασία κατά την ξήρανση των καρπών προκαλεί αποικοδόμηση και μείωση της σύστασης σε φαινολικά συστατικά (Paunović et al., 2019).

Διάφοροι περιβαλλοντικοί παράγοντες, όπως είναι η γονιμότητα του εδάφους, το περιβάλλον και η μέθοδος καλλιέργειας, το φως και οι βροχοπτώσεις στις διάφορες περιοχές παραγωγής επηρεάζουν την περιεκτικότητα των καρπών σε φαινολικά συστατικά (Ercisli, 2007). Με βάση μελέτες, οι περιβαλλοντικοί παράγοντες βρέθηκαν να επηρεάζουν περισσότερο τη συγκέντρωση σε φαινολικές ενώσεις από ότι ο γονότυπος και το είδος. Αρκετά γονίδια και ένζυμα μπορούν επίσης να συμβάλουν στη βιοσύνθεση και τη συσσώρευση των φαινολικών ενώσεων. Η δραστηριότητα αυτών ποικίλλει ανάλογα με τον γονότυπο και το είδος. Η αλληλεπίδραση έτσι περιβαλλοντικών και γενετικών παραγόντων έχει αποδειχθεί ότι διαδραματίζει βασικό ρόλο στη συσσώρευση φαινολικών ενώσεων σε διαφορετικούς γονότυπους (Butkevičiūtė et al., 2022; Medveckiene et al., 2020; Shameh et al., 2019). Τέλος, η μέθοδος καλλιέργειας έχει δείξει ότι επηρεάζει την περιεκτικότητα των καρπών σε φαινολικά συστατικά. Οι καρποί βιολογικής λίπανσης έχει αποδειχθεί ότι εμφανίζουν υψηλότερες τιμές φαινολικών συστατικών. Αυτό αποδίδεται στο ότι στη βιολογική λίπανση χρησιμοποιούνται πιο ήπια αγροτεχνικά μέτρα και δεν εισάγονται μεγάλες ποσότητες αζώτου στο έδαφος, που έχουν αρνητική επίδραση στη συσσώρευση των φαινολικών ενώσεων (Benković-Lačić et al., 2022).



Γαλλικό οξύ

Χλωρογενικό οξύ



Φερουλικό οξύ

Καφεϊκό οξύ

p-κουμαρικό οξύ

**Σχήμα I.1:** Δομές των κυριότερων φαινολικών οξέων στους καρπούς της *Rosa canina* (Ayati et al., 2018).

### 1.5.2. Φλαβονοειδή

Τα φλαβονοειδή είναι κίτρινες χρωστικές με παρόμοια δομή με τις ανθοκυανίνες και ανήκουν στην κατηγορία των πολυφαινολών (Μπαδέκα Α., 2022). Κατά κύριο λόγο, τα φλαβονοειδή βρίσκονται στα φρούτα και τα λαχανικά και έχουν αποδειχθεί ως τα κύρια ενεργά και κοινά αντιοξειδωτικά που υπάρχουν σε αυτά, καθώς απομακρύνουν τις ελεύθερες ρίζες, προστατεύοντάς τα από το οξειδωτικό στρες και οδηγούν σε αναστολή των οξειδασών και άλλων ενζύμων (Beyhan et al., 2017; Bhave et al., 2017; Atanassov et al., 2016). Τα φλαβονοειδή βρίσκονται συνήθως στα φύλλα και στους καρπούς των φυτών και επηρεάζουν το χρώμα και το άρωμά τους, ενώ απαντώνται σε μικρές ποσότητες στις ρίζες και στα κλαδιά (Medveckiene et al., 2020). Συνήθως τα φλαβονοειδή βρίσκονται με τη μορφή γλυκοζιτών, αλλά και ως αγλυκόνες (μη γλυκοζιτικές δομές).

Οι κύριες κατηγορίες των φλαβονοειδών περιλαμβάνουν τις φλαβόνες (απιγενίνη, λουτεολίνη), τις φλαβανόνες (εσπεριδίνη, εσπεριτίνη, ναριγκενίνη, ναρινγκίνη), τις ισοφλαβόνες (γενεστεϊνή), τις φλαβαν-3-όλες (κατεχίνη, επικατεχίνη, επιγαλλοκατεχίνη), τις φλαβονόλες (μυρικετίνη, κερκετίνη, καμφερόλη) και τις ανθοκυανίνες (κυανιδίνη, δελφινιδίνη, μαλβιδίνη, πελαργονιδίνη) (Μπαδέκα Α., 2022).

Γενικά, τα φλαβονοειδή έχει αποδειχθεί ότι έχουν μεγάλη βιολογική και ιατρική σημασία, καθώς παίζουν σημαντικό ρόλο στην ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος, στη ρύθμιση της χοληστερόλης στο αίμα, στη ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης και στην πρόληψη του καρκίνου. Επίσης, έχουν ισχυρές αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες και προστατευτικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό. Μεταξύ των φλαβονοειδών, η κερκετίνη και η καμφερόλη έχουν τις πιο σημαντικές αντιοξειδωτικές ιδιότητες (Moghaddam & Shaaban, 2018).

Στους καρπούς του φυτού της *Rosa canina* τα κυριότερα φλαβονοειδή που έχουν βρεθεί είναι η κατεχίνη, η κερκετίνη, η καμφερόλη και η ρουτίνη, ενώ έχουν ανιχνευθεί και γλυκοζιτικές μορφές αυτών, όπως είναι η 3-O-ραμνοσίδιο της κερκετίνης (quercetin-3-O-rhamnoside), η 3-O-γλυκοσίδιο της κερκετίνης (quercetin-3-O-glucoside) και η 3-O-γαλακτοσίδιο της κερκετίνης (quercetin-3-O-galactoside) (Nowak&Tuzimski, 2005). Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη συγκέντρωση των καρπών σε φλαβονοειδή μπορεί να είναι περιβαλλοντικοί, όπως είναι για παράδειγμα το φως, η θερμοκρασία και τα θρεπτικά συστατικά του εδάφους, αλλά μπορεί να σχετίζονται και με το στάδιο ωρίμανσης των καρπών (Butkevičiūtė et al., 2022; Demir et al., 2014). Μελέτες έχουν αποδείξει ότι η υψηλή θερμοκρασία μπορεί να αυξήσει τα επίπεδα των φλαβονοειδών και της συνολικής ποσότητας των φαινολικών συστατικών (Wang et al., 2018). Επιπλέον, οι συνθήκες που επικρατούν πριν και μετά τη συγκομιδή, καθώς και οι μέθοδοι επεξεργασίας είναι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη συγκέντρωση των καρπών σε φλαβονοειδή (Shameh et al., 2018). Τέλος, έχει αποδειχθεί ότι οι γενετικοί παράγοντες, όπως και η ικανότητα σύνθεσης των δευτερογενών μεταβολιτών επηρεάζουν τα επίπεδα συγκέντρωσης αυτών (Butkevičiūtė et al., 2022).

### 1.5.3. Ανθοκυανίνες

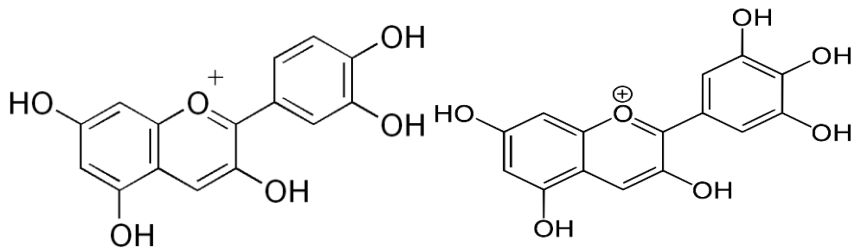
Οι ανθοκυανίνες αποτελούν την πλέον διαδεδομένη ομάδα φλαβονοειδών χρωστικών και είναι υπεύθυνες για το κόκκινο, ροζ ή μπλε χρώμα που παρατηρείται στους διάφορους φυτικούς ιστούς (Eyduvan et al., 2022). Στα έγχρωμα άνθη και καρπούς, οι ανθοκυανίνες είναι ζωτικής σημασίας στην προσέλκυση εντόμων για τη γονιμοποίηση των ανθέων και τη διασπορά των καρπών. Επίσης, προστατεύουν τα κύτταρα κατά τη

φωτοσύνθεση απορροφώντας ακτινοβολία, ενώ έχουν και υψηλή αντιοξειδωτική δράση, προστατεύοντας τα φύλλα από το οξειδωτικό στρες (Javanmard et al., 2018).

Οι ανθοκυανίνες είναι γλυκοζίτες ανθοκυανιδινών συνδεδεμένες με σάκχαρα. Μια χρωστική ανθοκυανίνης παράγεται κατά την εστεροποίηση μιας ανθοκυανιδίνης με ένα έως πέντε μόρια σακχάρου. Οι πιο γνωστές και ιδιαίτερης σημασίας ανθοκυανίνες για τα τρόφιμα είναι η κυανιδίνη, η δελφινιδίνη, η μαλβιδίνη και η πελαργονιδίνη. Το χρώμα τους εξαρτάται από το pH του διαλύματος, το συγχρωματισμό, τη συμπλοκοποίηση τους με μέταλλα και τη συνένωση μεταξύ τους. Το pH επιδρά και στο χρώμα και στη δομή τους. Σε πολύ όξινα διαλύματα οι ανθοκυανίνες είναι κόκκινες και καθώς το pH αυξάνεται το κόκκινο χρώμα ελαττώνεται. Σε αλκαλικό ή ουδέτερο διάλυμα οι ανθοκυανίνες είναι μπλε και βιολετί, αλλά το χρώμα τους ατονεί μέσα σε λίγες ώρες ή λεπτά (Μπαδέκα Α., 2022).

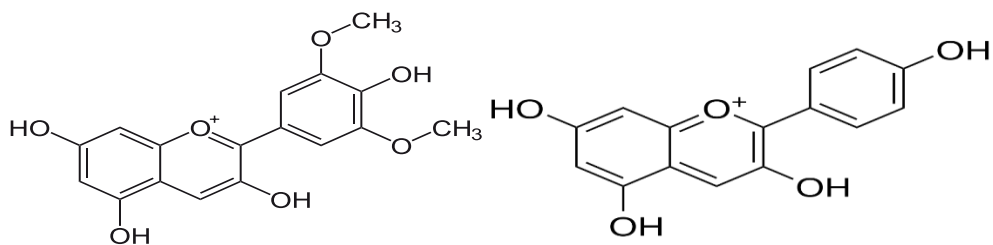
Η κύρια ανθοκυανίνη που έχει υπάρχει στους καρπούς της *Rosa canina* είναι ο 3-O-γλυκοζίτης της κυανιδίνης, που βρίσκεται κυρίως στη διογκωμένη ανθοδόχη των καρπών και έχει αποδειχθεί ότι έχει τη μεγαλύτερη δράση απορρόφησης των ελεύθερων ριζών οξυγόνου (Bozhuyuk et al., 2021; Wang et al., 1997).

Η περιεκτικότητα των καρπών του φυτού σε 3-O-γλυκοζίτη της κυανιδίνης έχει βρεθεί ότι κυμαίνεται από 1,8 mg/L έως και 15,9 mg/L (Shameh et al., 2019). Οι διακυμάνσεις που εμφανίζονται στη συγκέντρωση των καρπών σε ανθοκυανίνες οφείλονται σε παράγοντες, όπως είναι ο γονότυπος, το υψόμετρο και οι τεχνικές καλλιέργειας (Fascella et al., 2019). Επιπλέον, περιβαλλοντικοί παράγοντες, όπως είναι για παράδειγμα η χαμηλή θερμοκρασία και ο πάγος μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντική μείωση της συγκέντρωσης των καρπών σε ανθοκυανίνες (Cunja et al., 2015). Αυτό συμβαίνει γιατί οι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες αναστέλλουν τη βιοσυνθετική ικανότητα των ανθοκυανίνων και ενδεχομένως οι συσσωρευμένες ανθοκυανίνες αρχίζουν να αποικοδομούνται (Christie et al., 1994).



Κυανιδίνη

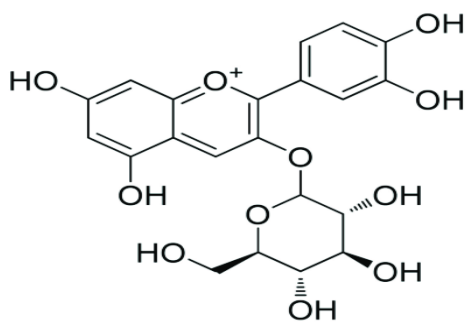
Δελφινιδίνη



Μαλβιδίνη

Πελαργονιδίνη

**Σχήμα 1.2:** Χημικές δομές των δύο κυριότερων ανθοκυανίνων (Ayati et al., 2018).



**Σχήμα 1.3:** Χημική δομή της 3-O-γλυκοζίτη της κυανιδίνης (Ayati et al., 2018).



#### 1.5.4. Καροτενοειδή

Τα καροτενοειδή ανήκουν στην κατηγορία των τετρατερπενίων και αποτελούν μια μεγάλη ομάδα χρωστικών ενώσεων που ευθύνονται για το κόκκινο και το πορτοκαλί χρώμα των φυτών. Η δράση τους στηρίζεται στην αποτροπή της υπεροξειδωσής των λιπιδίων, ενώ αναστέλλουν και τις δραστικές μορφές οξυγόνου. Αυτό τους δίνει την δυνατότητα να δρουν ως αδρανοποιητές μορίων και ελεύθερων ριζών ή ως παράγοντες διάσπασης αλυσίδων. Τα καροτενοειδή χωρίζονται γενικά σε δύο υποομάδες:

- 1) τις ξανθοφύλλες, οι οποίες είναι μόρια που περιέχουν οξυγόνο (λουτεΐνη, ζεαξανθίνη και κρυπτοξανθίνη) και
- 2) τα καροτένια, τα οποία είναι μη υδροξυλιωμένοι υδρογονάνθρακες (α-καροτένιο, β-καροτένιο και λυκοπένιο).

Το χρώμα των καροτενοειδών συνδέεται άμεσα με τη δομή τους, δηλαδή με τον αριθμό των συζευγμένων διπλών δεσμών και την παρουσία ή την απουσία οξυγόνου. Οι ξανθοφύλλες, οι οποίες περιέχουν οξυγόνο, είναι συνήθως κίτρινες, ενώ τα καροτένια, τα οποία στερούνται οξυγόνου, είναι πορτοκαλί ή κόκκινα (Winther et al., 2016).

Στους καρπούς της *Rosa canina* τα κυριότερα καροτενοειδή είναι το β-καροτένιο και το λυκοπένιο, στα οποία οφείλεται και το χαρακτηριστικό κόκκινο χρώμα τους. Μελέτες έχουν δείξει ότι το λυκοπένιο εμφανίζει αντιοξειδωτικές και αντιμικροβιακές ικανότητες και προλαμβάνει ασθένειες, όπως είναι ο καρκίνος των πνευμόνων, της ουροδόχου κύστης, του τραχήλου της μήτρας, του προστάτη, του μαστού και του δέρματος (Miljković et al., 2024).

Διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν την περιεκτικότητα των καρπών της *Rosa canina* σε καροτενοειδή και ο πιο σημαντικός από αυτούς είναι η έκθεση στο φως. Οι υψηλές θερμοκρασίες και η ηλιακή ακτινοβολία έχουν αρνητικές επιπτώσεις στη συσσώρευση και στη βιοσύνθεση των καροτενοειδών. Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν τη συγκέντρωσή τους είναι ο βαθμός ωρίμανσης και ο χρόνος συγκομιδής των καρπών. Τέλος, μελέτες έχουν δείξει ότι και οι τεχνικές εκχύλισης μπορούν να επηρεάσουν την περιεκτικότητα σε καροτενοειδή στα έλαια του φυτού της *Rosa canina*. Με την εκχύλιση Soxhlet, το έλαιο από τους καρπούς της εμφανίζει μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σε

καροτενοειδή σε σχέση με άλλες μεθόδους, όπως η εκχύλιση με υπερήχους και η εκχύλιση με μικροκύματα (Shameh et al., 2019; Winther et al., 2016; Szentmihályi et al., 2001).



**Σχήμα 1.4:** Χημικές δομές των δύο κυριότερων καροτενοειδών των καρπών της *Rosa canina* (Ayati et al., 2018).

#### 1.5.5. Ταννίνες

Οι ταννίνες ανήκουν στην κατηγορία των πολυφαινόλων και σε αυτές οφείλεται συχνά το μαύρο χρώμα του καφέ και του τσαγιού και η στυφή γεύση των φρούτων. Ο όρος ταννίνες είναι γενικός και περιλαμβάνει τις κατεχίνες, τις λευκοανθοκυανίνες και κάποια υδροξυοξέα (Μπαδέκα, 2022). Οι ταννίνες χωρίζονται σε δύο ομάδες: τις υδρολυομένες ταννίνες (είναι ενώσεις που περιέχουν έναν κεντρικό πυρήνα γλυκόζης ή άλλης πολυόλης εστεροποιημένης με γαλλικό οξύ) και τις συμπυκνωμένες ταννίνες (είναι ολιγομερή ή πολυμερή φλαβονο-3-όλης συνδεδεμένη μέσω ενός δεσμού άνθρακα) (Τσακαλίδου, 2015).

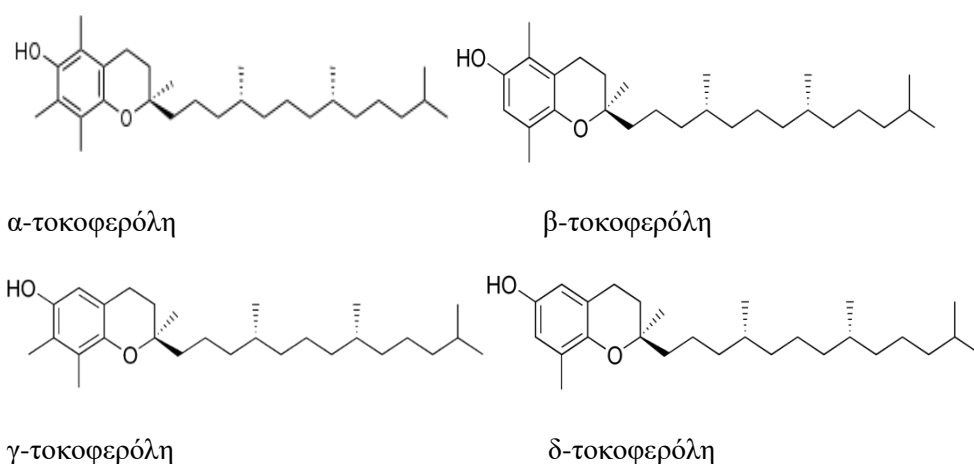
Στους καρπούς του φυτού της *Rosa canina* έχουν ανιχνευθεί κυρίως υδρολυομένες ταννίνες, όπως είναι οι γαλλοταννίνες και οι ελλαγιταννίνες και η συγκέντρωσή τους φαίνεται να επηρεάζεται από το στάδιο ωρίμανσης των καρπών (Fetni et al., 2020; Skrypnik et al., 2019). Επιπλέον, το ελλαγικό οξύ που ανήκει στις ελλαγιταννίνες και έχει

βρεθεί στους καρπούς του φυτού, έχει αντιμεταλλαξιογόνες και αντικαρκινικές επιδράσεις (Werlemark & Nybom, 2010).

### 1.5.6. Τοκοφερόλες

Οι τοκοφερόλες είναι ετεροκυκλικές ενώσεις με μεγάλο μοριακό βάρος οι οποίες διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τον αριθμό και τη θέση των μεθυλομάδων στο μόριο τους. Από τις τοκοφερόλες η πιο δραστική είναι η α-τοκοφερόλη ή αλλιώς βιταμίνη Ε, η οποία έχει και μεγάλη αντιοξειδωτική δράση (Μπαδέκα, 2022) .

Στους καρπούς του φυτού της *Rosa canina*, όπως και στο έλαιο των καρπών η α-τοκοφερόλη είναι η κυρίαρχη, ενώ σε μικρότερες συγκεντρώσεις υπάρχουν η β-τοκοφερόλη, η γ-τοκοφερόλη και η δ-τοκοφερόλη (Gürağaç Dereli et al., 2022; Kazaz et al., 2009). Η περιεκτικότητα των καρπών σε τοκοφερόλες επηρεάζεται από το στάδιο ωρίμανσής τους, καθώς και από τις τεχνικές προσδιορισμού τους (Barros et al., 2011). Επίσης, έχει αποδειχθεί ότι οι αποξηραμένοι καρποί του φυτού έχουν μεγαλύτερη συγκέντρωση σε α-τοκοφερόλη από ότι οι φρέσκοι καρποί, γεγονός που δείχνει ότι η λιποδιαλυτή αυτή βιταμίνη είναι ανθεκτική στις υψηλές θερμοκρασίες (Ραυνονιό et al., 2019).



**Σχήμα 1.5:** Χημική δομή της α-, β-, γ-, δ- τοκοφερόλης (Ayati et al., 2018).

### 1.5.7. Σάκχαρα

Τα σάκχαρα και τα οργανικά οξέα συμβάλλουν σε μεγάλο βαθμό στη γεύση και στο άρωμα των φρούτων και αποτελούν δείκτη ποιότητας αυτών (Demir et al., 2014).

Τα κυριότερα σάκχαρα που έχουν βρεθεί στους καρπούς της *Rosa canina* είναι η φρουκτόζη και η γλυκόζη, ενώ κάποιες μελέτες αναφέρουν και την παρουσία σουκρόζης, τρεχαλόζης και ραφινόζης σε μικρότερες συγκεντρώσεις (Barros et al., 2011). Λόγω των υψηλών συγκεντρώσεων των καρπών σε σάκχαρα χρησιμοποιούνται πολύ συχνά ως γλυκαντικό, καθώς και για την παρασκευή μαρμελάδας, σιροπιού και τσαγιού (Barros et al., 2010). Η φρουκτόζη στους καρπούς του φυτού κυμαίνεται από 0,5 g/100 g έως 22 g/100 g, ενώ η γλυκόζη από 0,5 g/100 g έως 20 g/100 g (Barros et al., 2011; Cunja et al., 2015).

Οι διακυμάνσεις που υπάρχουν στην περιεκτικότητα των καρπών του φυτού σε φρουκτόζη και γλυκόζη οφείλονται σε παράγοντες, όπως είναι η γεωγραφική προέλευση και ο γονότυπος. Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι οι ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως είναι για παράδειγμα ο παγετός, μπορούν να οδηγήσουν σε μείωση της συγκέντρωσης των σακχάρων στους καρπούς του φυτού (Cunja et al., 2015). Τέλος, το στάδιο ωρίμανσης των καρπών μπορεί να επηρεάσει την περιεκτικότητά τους σε σάκχαρα, καθώς οι μη ώριμοι καρποί έχει βρεθεί ότι έχουν μικρότερη συγκέντρωση σε σάκχαρα από τους ώριμους καρπούς (Barros et al., 2011).

### 1.5.8. Λιπαρά οξέα

Τα λιπαρά οξέα που έχουν βρεθεί στη *Rosa canina* έχουν μελετηθεί κυρίως στο έλαιο που προκύπτει από τα σπέρματα του καρπού του φυτού, ενώ πολύ λίγες μελέτες υπάρχουν για το έλαιο που υπάρχει στο περικάρπιο των καρπών (Ercisli, 2007).

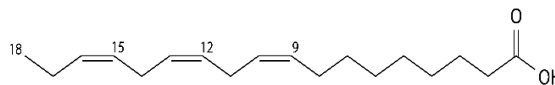
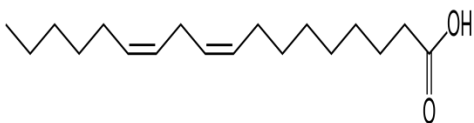
Στο έλαιο των σπερμάτων του φυτού της *Rosa canina* έχουν βρεθεί τόσο κορεσμένα, όσο και μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα. Σε μελέτη που διεξήχθη έχει αναφερθεί ότι το έλαιο των σπερμάτων του φυτού που προήλθαν από βιολογική καλλιέργεια εμφάνισαν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πολυακόρεστα λιπαρά

οξέα (73,88-79,52 % της συνολικής περιεκτικότητας σε λιπαρά οξέα), ενώ ακολούθησαν τα μονοακόρεστα και κορεσμένα λιπαρά οξέα (Kulaitienė et al., 2020).

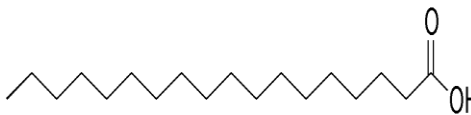
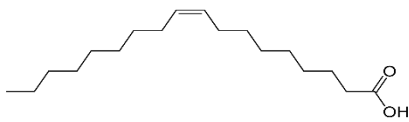
Από τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, το λινελαϊκό και το λινολενικό οξύ είναι τα κυρίαρχα οξέα στο έλαιο των σπερμάτων του φυτού, ενώ σε μικρότερες συγκεντρώσεις υπάρχουν το αραχιδονικό οξύ και το εικοσιπεντανικό οξύ. Αντίστοιχα από τα μονοακόρεστα λιπαρά οξέα σε μεγαλύτερη συγκέντρωση στο έλαιο των σπερμάτων του φυτού βρίσκεται το ελαϊκό οξύ, ενώ σε μικρότερες ποσότητες βρίσκονται το ερουκικό οξύ, το δεκαεπτανικό οξύ και το παλμιτελαϊκό οξύ. Όσον αφορά τα κορεσμένα λιπαρά οξέα το παλμιτικό και το στεατικό οξύ είναι τα κυριότερα, ενώ το αραχιδικό οξύ και το επταδεκανικό οξύ ανιχνεύονται σε μικρότερες συγκεντρώσεις (Kulaitienė et al., 2020; Özcan, 2002; Popović-Djordjević et al., 2023).

Λόγω του υψηλού επιπέδου του λινελαϊκού και ελαϊκού οξέος, το έλαιο των σπερμάτων του φυτού έχει υψηλότερη οξειδωτική σταθερότητα από άλλα ακόρεστα έλαια και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη διατροφή ως λειτουργικό τρόφιμο, δίνοντας ιδιαίτερη γεύση στα τρόφιμα (Yörüük et al., 2008). Επιπλέον, το λινελαϊκό οξύ έχει προστατευτική δράση έναντι των καρδιακών παθήσεων και είναι σημαντικό για τη σωστή ανάπτυξη του εγκεφάλου (Piyasoğlu, 2014).

Η σύσταση των λιπαρών οξέων στο έλαιο των σπερμάτων της *Rosa canina* μπορεί να διαφέρει και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Το στάδιο της ωρίμανσης του καρπού επηρεάζει άμεσα την ποιότητα του ελαίου των σπερμάτων, καθώς κατά την ωρίμανση σημειώνονται σημαντικές χημικές μεταβολές (ElQarnifa et al., 2019; Kulaitienė et al., 2020). Επίσης, η ποικιλία των καρπών του φυτού, ο γονότυπος και οι συνθήκες ανάπτυξης, όπως είναι για παράδειγμα το κλίμα και το έδαφος μπορούν να επηρεάσουν τη σύσταση τους σε λιπαρά οξέα. Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι μέθοδοι καλλιέργειας μπορούν να μεταβάλλουν τη σύσταση σε λιπαρά οξέα λόγω της διαφορετικής λίπανσης και της διαφορετικής πρόσληψης ορισμένων συστατικών από το έδαφος (Güney, 2020; Popović-Djordjević et al., 2023).

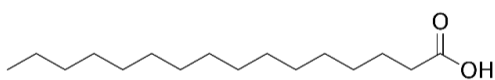


λινελαϊκό οξύ/λινολενικό οξύ



ελαϊκό οξύ

στεατικό οξύ



παλμιτικό οξύ

**Σχήμα 1.6:** Χημικές δομές των κυριότερων λιπαρών οξέων στο έλαιο της *Rosa canina* (Ayati et al., 2018).

### 1.5.9. Οργανικά οξέα

Τα κυριότερα οργανικά οξέα που υπάρχουν στους καρπούς της *Rosa canina* είναι το κιτρικό και το μηλικό οξύ, ενώ σε μικρότερες ποσότητες έχουν βρεθεί το τρυγικό και το φουμαρικό οξύ. Έχει αναφερθεί ότι τα οργανικά οξέα και τα φλαβονοειδή που περιέχονται στους καρπούς του φυτού αναστέλλουν την οξείδωση της βιταμίνης C, γεγονός που αυξάνει επιπλέον τη σταθερότητα και τη βιοδιαθεσιμότητά της στον άνθρωπο (Adamczak et al., 2012).

Το κιτρικό οξύ, ως το κυρίαρχο οργανικό οξύ, έχει μεγάλη σημασία στην επεξεργασία τροφίμων, καθώς χρησιμοποιείται ως αντιοξειδωτικό και ρυθμιστής της οξύτητας (Demir et al., 2014). Η περιεκτικότητα των καρπών του φυτού σε κιτρικό οξύ έχει βρεθεί ότι κυμαίνεται από 9 g/100g ξηρού δείγματος έως 18 g/100g ξηρού δείγματος, ενώ για το μηλικό οξύ από 0,9 g/100g ξηρού δείγματος έως 8 g/100g ξηρού δείγματος. Οι διαφορές στην περιεκτικότητα των καρπών σε οργανικά οξέα σχετίζεται με τον γονότυπο, με το κλίμα και τις εδαφικές συνθήκες, όπως επίσης και με το στάδιο ωρίμανσης των καρπών (Okatan et al., 2019; Cunja et al., 2015; Demir et al., 2014).

### 1.5.10. Βιταμίνες

Οι βιταμίνες είναι συστατικά των τροφίμων, οι οποίες παρόλο που απαντώνται σε ελάχιστα ποσά παίζουν σημαντικό ρόλο στη διατροφή, συμβάλλοντας στον μεταβολισμό των θρεπτικών υλών. Οι βιταμίνες δεν συντίθενται από τον οργανισμό σε σημαντικά ποσά, για αυτό και είναι απαραίτητο να λαμβάνονται με τα τρόφιμα. Ο ρόλος τους είναι κυρίως καταλυτικός και ο οργανισμός έχει ανάγκη από μικρά έως ελάχιστα ποσά βιταμινών σε σύγκριση με τις άλλες κατηγορίες θρεπτικών υλών όπως είναι τα λιπαρά, οι πρωτεΐνες και οι υδατάνθρακες. Επιπλέον, οι βιταμίνες χωρίζονται σε δυο βασικές κατηγορίες: τις λιποδιαλυτές βιταμίνες (A,D,E και K), οι οποίες εκχυλίζονται από τα τρόφιμα μαζί με το λίπος και τις υδατοδιαλυτές βιταμίνες (B και C), οι οποίες δεν αποθηκεύονται στον οργανισμό και η περίσσειά τους απομακρύνεται με τα ούρα, για αυτό είναι απαραίτητος ο καθημερινός ανεφοδιασμός του οργανισμού με αυτές (Κοντομηνάς & Μπαδέκα, 2023).

Οι καρποί του φυτού της *Rosa canina* έχει βρεθεί ότι περιέχουν την υψηλότερη ποσότητα βιταμίνης C (ασκορβικό οξύ) μεταξύ των φρούτων και των λαχανικών και σε μικρότερες ποσότητες περιέχουν βιταμίνη A (ρετινόλη), B1 (θειαμίνη), B2 (ριβοφλαβίνη), B6 (πυριδοξίνη), D, E και K (Koczka et al., 2018).

Η βιταμίνη C είναι γνωστή για τις θεραπευτικές της ιδιότητες, καθώς είναι σημαντική για τη σύνθεση του κολλαγόνου και ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα ενάντια στο κοινό κρυολόγημα και τη γρίπη. Παράλληλα, ενισχύει τις αρτηρίες μαζί με τις πολυφαινόλες, μειώνει πιθανώς τον κίνδυνο καρκίνου λόγω των αντιοξειδωτικών της ιδιοτήτων, λειτουργεί στη σύνθεση της αδρεναλίνης και μειώνει τη χοληστερόλη του αίματος (Fan et al., 2014; Yörük et al., 2008).

Η περιεκτικότητα των καρπών του φυτού σε βιταμίνη C μπορεί να κυμαίνεται από 25 έως 2700 mg/100 g (Demir & Ozcan, 2001; Popović-Djordjević et al., 2023). Οι διακυμάνσεις που παρατηρούνται στην περιεκτικότητα των καρπών σε βιταμίνη C είναι αποτέλεσμα πολλών παραγόντων. Η γεωγραφική περιοχή, ο γονότυπος, η περίοδος συγκομιδής των καρπών και ο χρόνος αποθήκευσης τους είναι μερικοί από αυτούς (Ghazghazi et al., 2010; Taneva et al., 2016). Από μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί, έχει αποδειχθεί ότι η συγκέντρωση της βιταμίνης C μειώνεται κατά την διάρκεια ωρίμανσης των καρπών στα τέλη του φθινοπώρου (Soare et al., 2015). Επιπλέον, έχει

παρατηρηθεί ότι οι έντονες βροχοπτώσεις κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου μειώνουν την ποσότητα της βιταμίνης C (Turkben & Uylaser, 2010).

Το υψόμετρο μπορεί επίσης να επηρεάσει τη συγκέντρωση των καρπών σε βιταμίνη C και έχουν βρεθεί μεγαλύτερες συγκεντρώσεις βιταμίνης σε υψηλό υψόμετρο και μικρότερες τιμές σε χαμηλό υψόμετρο. Αυτό συμβαίνει γιατί η υψηλότερη έκθεση στο φως αυξάνει την ποσότητα του καροτενίου και έτσι προστατεύει το ασκορβικό οξύ στα φρούτα, ενώ η έλλειψη οξυγόνου μειώνει το οξειδωτικό στρες και τη διάσπαση του ασκορβικού οξέος (Eyduran et al., 2022; Turkben & Uylaser, 2010).

Ο τρόπος καλλιέργειας επηρεάζει επίσης τη συγκέντρωση της βιταμίνης C, καθώς και οι εδαφολογικές συνθήκες αφού η έλλειψη φωσφόρου ή η περίσσεια καλίου στο έδαφος μειώνει την ποσότητα της βιταμίνης C (Ghazghazi et al., 2010; Radman et al., 2015). Η υψηλή θερμοκρασία και ο μεγάλος χρόνος ξήρανσης συχνά προκαλούν ζημιά λόγω θερμότητας και επηρεάζουν αρνητικά την υφή, το χρώμα, τη γεύση και τη θρεπτική αξία των φυτών. Σε καρπούς του φυτού που υποβλήθηκαν σε ξήρανση παρατηρήθηκε σταδιακή μείωση της συγκέντρωσης σε βιταμίνη C (Turkben & Uylaser, 2010).

#### 1.5.11. Μακροστοιχεία

Η περιεκτικότητα των τροφίμων σε θρεπτικά στοιχεία αποτελεί δείκτη της περιοχής που παράγεται και τα κύρια στοιχεία που ανιχνεύονται συνήθως στα φρούτα είναι το κάλιο (K), το ασβέστιο (Ca), το μαγνήσιο (Mg), ο φώσφορος (P) και το θείο (S). Μελέτες δείχνουν ότι η υψηλή συγκέντρωση καλίου συνδέεται συνήθως με αυξημένη οξύτητα και έντονο χρώμα φρούτων (Anderson et al., 1999).

Στους καρπούς της αγριοτριανταφυλλιάς τα μακροστοιχεία που έχουν ανιχνευθεί σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις φαίνονται στον παρακάτω πίνακα I.1. Οι διαφορές που υπάρχουν στην περιεκτικότητα των καρπών του φυτού σε ιχνοστοιχεία οφείλονται κυρίως σε περιβαλλοντικούς και γενετικούς παράγοντες (Turkben & Uylaser, 2010). Το είδος, η ποικιλία, καθώς και το μέγεθος των καρπών επηρεάζουν την σύσταση τους σε ιχνοστοιχεία (Ercisli, 2007; Kazaz et al., 2009).



Επιπλέον, η σύσταση του νερού και του εδάφους, όπως και η ποσότητα και η ποιότητα των λιπασμάτων που εφαρμόζονται σε κάθε καλλιεργητική μέθοδο μπορούν να επηρεάσουν την περιεκτικότητα των καρπών σε ιχνοστοιχεία. Το έδαφος, ως ο κυριότερος παράγοντας, έχει αποδειχθεί ότι λόγω των ανόργανων στοιχείων που περιέχει, τα οποία απορροφώνται από το φυτό, συμβάλλουν στη σύνθεση των βιταμινών και άλλων σημαντικών οργανικών ενώσεων (Tolekova et al., 2020). Γενικά, η χημική σύσταση του φυτού αντανακλά τη στοιχειακή σύνθεση του εδάφους στο οποίο καλλιεργείται (Kabata-Pendias, 2010; Ραυνογιάννη et al., 2019). Το στάδιο ωρίμανσης των καρπών κατά τη συγκομιδή, όπως και οι μέθοδοι επεξεργασίας μπορεί να μεταβάλλουν τη σύστασή τους σε ιχνοστοιχεία. Σε μελέτη που διεξήχθη, οι καρποί που είχαν συλλεχθεί σε ώριμο στάδιο και οι καρποί που είχαν υποστεί ξήρανση εμφάνισαν μεγαλύτερη περιεκτικότητα στα περισσότερα θρεπτικά στοιχεία (Turkben & Uylaser, 2010).

Πίνακας I.1: Μακροστοιχεία που βρίσκονται στους καρπούς της *Rosa canina* και αντίστοιχες ποσότητες (Bilgin et al., 2020; Turkben & Uylaser, 2010).

<b>Μακροστοιχεία</b>	<b>Ποσότητα</b>
Κάλιο (K)	800-6000 ppm
Ασβέστιο (Ca)	100-5000 ppm
Φώσφορος (P)	500-1200 ppm
Μαγνήσιο (Mg)	900-2000 ppm

## 1.6. ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Διάφορα είδη του γένους *Rosa*, όπως είναι η *Rosa canina*, η *R. multiflora*, η *R. villosa*, η *R. damascene* και η *R. caryophyllacea* χρησιμοποιούνται ως λειτουργικά τρόφιμα και έχουν μελετηθεί οι αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις, αντιμικροβιακές, αντιδιαβητικές, και καρδιοπροστατευτικές τους ιδιότητες (Patel, 2013). Πιο συγκεκριμένα οι καρποί της αγριοτριανταφυλλιάς (*Rosa canina*) έχουν θεραπευτικές ιδιότητες και χρησιμοποιούνται σε φαρμακευτικά σκευάσματα για πάνω από 2000 χρόνια (Winther et al., 2016).

Πολλές μελέτες αναφέρουν ότι τα διάφορα μέρη του φυτού της *Rosa canina* χρησιμοποιούνται παραδοσιακά για τη θεραπεία διαφόρων ασθενειών. Για παράδειγμα, η ρίζα του φυτού έχει χρησιμοποιηθεί για τη θεραπεία του βήχα, των αιμορροΐδων και της δυσουρίας. Τα φύλλα του χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία του κοινού κρυολογήματος, της γρίπης και του βήχα, ενώ τα κλαδιά του είναι χρήσιμα για τη θεραπεία της ουρολιθίασης. Επιπλέον, ο καρπός του έχει χρησιμοποιηθεί στη θεραπεία του άσθματος, της βρογχίτιδας και του κοινού κρυολογήματος, καθώς και στην αντιμετώπιση της οστεοαρθρίτιδας και της ρευματοειδούς αρθρίτιδας (Winther et al., 2016).

Παρακάτω παρατίθενται τα οφέλη του φυτού στην ανθρώπινη υγεία.

Αντικαρκινικές ιδιότητες: Η εμφάνιση και η εξέλιξη του καρκίνου συνδέεται στενά με τα ενδοκυτταρικά επίπεδα των δραστικών μορφών οξυγόνου (Reactive oxygen species, ROS). Οι βλάβες που προκαλούνται από τις δραστικές μορφές οξυγόνου (ROS) στο μιτοχονδριακό και πυρηνικό DNA παράγουν μεταλλάξεις που είναι υπεύθυνες για την εμφάνιση του όγκου, ενώ οι βλάβες σε άλλα κυτταρικά συστατικά, όπως οι πρωτεΐνες ή τα λιπίδια, συμβάλλουν στη διατήρηση του καρκινικού φαινοτύπου. Δεδομένου ότι τα φαρμακευτικά φυτά αποτελούν φυσική πηγή αντιοξειδωτικών ενώσεων, πολλές κλινικές μελέτες αναδεικνύουν την αποτελεσματικότητα μιας μεγάλης ποικιλίας φυτών κατά του καρκίνου (Selahvarzian et al., 2018).

Πιο συγκεκριμένα έχει διαπιστωθεί ότι το εκχύλισμα του φυτού της *Rosa canina*, λόγω της αντιοξειδωτικής του δράσης, μπορεί να έχει αντιπολλαπλασιαστικό αποτέλεσμα

σε διάφορα καρκινικά κύτταρα του παχέος εντέρου. Επιπλέον μελέτες αναφέρουν ότι διάφορες βιοδραστικές ενώσεις του φυτού, όπως είναι τα φλαβονοειδή μπορούν να έχουν θεραπευτικές ιδιότητες στην αντιμετώπιση του καρκίνου του μαστού (Gürağaç Dereli et al., 2022; Selahvarzian et al., 2018).

*Επίδραση στον κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων:* Η κατανάλωση των καρπών του φυτού έχει αποδειχθεί ότι συμβάλλει στην υγεία και στη σωστή λειτουργία της καρδιάς. Η πρόσληψη ροφημάτων από τους καρπούς του φυτού μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της ολικής χοληστερόλης, της LDL, καθώς και του λόγου μεταξύ LDL/HDL. Επιπλέον, η καθημερινή κατανάλωση παρασκευασμάτων σκόνης των καρπών του φυτού, που υπάρχουν στην αγορά ως συμπληρώματα διατροφής σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες, θα μπορούσε να μειώσει αισθητά τον κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων, ειδικά σε παχύσαρκα άτομα, λόγω της μείωσης της συστολικής αρτηριακής πίεσης και των επιπέδων χοληστερόλης στο πλάσμα αίματος (Andersson et al., 2012; Patel, 2013; Selahvarzian et al., 2018).

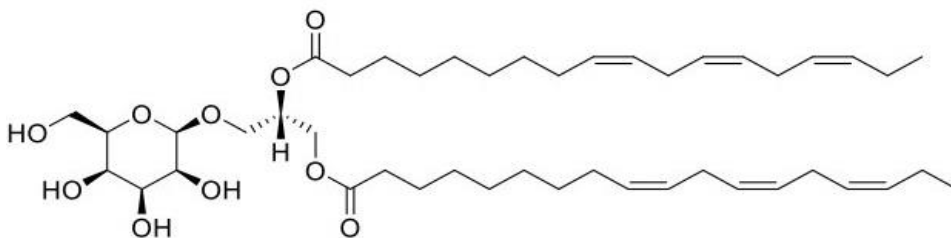
*Επίδραση στην οστεοαρθρίτιδα, τη ρευματοειδή αρθρίτιδα και στους πόνους της πλάτης:* Διάφορες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε ένα μεγάλο αριθμό ατόμων που έπασχαν από οστεοαρθρίτιδα και χρόνιους πόνους στην πλάτη έδειξαν ότι η ημερήσια κατανάλωση παρασκευασμάτων σκόνης του φυτού μπορούσε να μειώσει αισθητά τον πόνο, όπως και να βελτιώσει τη διάθεση, την ευεξία και την ποιότητα του ύπνου των ασθενών (Selahvarzian et al., 2018).

Για τη θεραπεία της ρευματοειδούς αρθρίτιδας συνήθως χρησιμοποιούνται συνδυασμοί μη στεροειδών αντιφλεγμονωδών και αντιρευματικών φαρμάκων που πολλές φορές όμως δεν ανταποκρίνονται με επιτυχία και μπορεί να προκαλέσουν παρενέργειες στους ασθενείς. Ως αποτέλεσμα, τα τελευταία χρόνια πολλοί ερευνητές έχουν εστιάσει στην ανακάλυψη νέων δραστικών ενώσεων που υπάρχουν σε φυσικά φυτικά εκχυλίσματα και θα μπορούσαν να αποτελέσουν τη βάση για ορισμένα νέα φάρμακα για τη θεραπεία της νόσου. Κλινικές δοκιμές έχουν αποδείξει ότι τόσο η κατανάλωση των καρπών, όσο και τα παρασκευάσματα σκόνης (κονιορτοποιημένα συγκάρπια από τα οποία έχουν αφαιρεθεί τα σπέρματα) του φυτού μπορούν να οδηγήσουν στη μείωση των συμπτωμάτων που προκαλούνται σε ασθενείς με ρευματοειδή αρθρίτιδα (Mármol et al., 2017;

Selahvarzian et al., 2018). Η μείωση των συμπτωμάτων της οστεοαρθρίτιδας έχει συσχετιστεί με τις αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες του φυτού της *Rosa canina* (Deliorman Orhan et al., 2007).

Αντιφλεγμονώδης δράση: Οι αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες του φυτού έχουν επιβεβαιωθεί τόσο σε in vivo, όσο και σε in vitro μελέτες μέσω διαφορετικών μεθόδων και οφείλονται κυρίως στην ύπαρξη υψηλών ποσοτήτων γαλακτολιπιδίων (Christensen, 2009). Το κυριότερο γαλακτολιπίδιο που βρίσκεται στη *Rosa canina* είναι το GOPO ((2S)-1, 2-di-O-[(9Z, 12Z, 15Z)-octadeca-9, 12, 15- trienoyl]-3-O-β-D galactopyranosy glycerol) και έχει βρεθεί ότι μειώνει τα επίπεδα της πρωτεΐνης CPR, η οποία αυξάνεται σε περίπτωση φλεγμονής στο σώμα, και της κρεατινίνης του ορού σε ασθενείς που πάσχουν από οστεοαρθρίτιδα βελτιώνοντας έτσι τον πόνο και την κινητικότητα των αρθρώσεων των ασθενών (Kharazmi, 2008; Kharazmi & Winther, 1999).

Επιπλέον, σε αντίθεση με τα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα, το φυτό έχει αντιφλεγμονώδεις δράσεις που δεν έχουν ελκογόνο δράση και δεν αναστέλλουν τα αιμοπετάλια, αποφεύγοντας έτσι τις πιθανές γαστρεντερικές ή καρδιαγγειακές παρενέργειες που μπορεί να προκαλέσουν τα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα (Cohen, 2012; Kharazmi, 2008).



**Σχήμα 1.7:** Χημική δομή του γαλακτολιπιδίου (2S)-1, 2-di-O-[(9Z, 12Z, 15Z)-octadeca-9, 12, 15-trienoyl]-3-O-β-D galactopyranosy glycerol (GOPO) (Ayati et al., 2018).

Συμβολή στον μεταβολισμό: Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι η κατανάλωση εκχυλισμάτων του φυτού της *Rosa canina* θα μπορούσε να έχει καθοριστικό ρόλο στη μείωση της παχυσαρκίας (Mármol et al., 2017). Σε κλινική δοκιμή που διεξήχθη σε παχύσαρκα άτομα που κατανάλωναν ημερησίως 100 mg/kg εκχυλίσματος του φυτού για 12 ημέρες, διαπιστώθηκε ότι το κοιλιακό σπλαχνικό λίπος μειώθηκε, καθώς επίσης και το σωματικό βάρος και ο δείκτης μάζας σώματος (ΔΜΣ) μειώθηκαν σημαντικά σε σύγκριση με τα αρχικά τους επίπεδα (Mármol et al., 2017; Selahvarzian et al., 2018).

Σε άλλη έρευνα που διεξήχθη, αποδείχθηκε ότι η ύπαρξη της δραστικής ένωσης trans-tiliroside στα εκχυλίσματα του φυτού έχει ανασταλτική δράση στην αύξηση του σωματικού βάρους σε ποντίκια, καθώς ενεργοποιεί την οξείδωση των λιπαρών οξέων στο ήπαρ και στους σκελετικούς μύες (Selahvarzian et al., 2018).

Αντιδιαβητικές ιδιότητες: Ο διαβήτης είναι μια από τις πιο διαδεδομένες μεταβολικές διαταραχές που χαρακτηρίζεται από υψηλά επίπεδα γλυκόζης στο αίμα (υπεργλυκαιμία) και οφείλεται είτε στο ότι το πάγκρεας δεν παράγει αρκετή ινσουλίνη, είτε τα κύτταρα του σώματος δεν ανταποκρίνονται σωστά στην παραγόμενη ινσουλίνη. Η χρόνια υπεργλυκαιμία σε διαβητικούς ασθενείς μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις σε διάφορα όργανα του σώματος, ιδιαίτερα στα μάτια, στα νεφρά, στα νεύρα, στην καρδιά και στα αιμοφόρα αγγεία. Λόγω της έλλειψης αρκετών και αποτελεσματικών, πολλές φορές, αντιδιαβητικών φαρμάκων χρησιμοποιούνται πολύ συχνά φυτικά σκευάσματα φαρμάκων ως εναλλακτική θεραπεία (Khazaei, et al., 2020).

Η κατανάλωση των καρπών του φυτού της *Rosa canina* έχει θετικές επιδράσεις στη θεραπεία του σακχαρώδη διαβήτη, λόγω των φαινολικών και άλλων αντιοξειδωτικών ενώσεων που περιέχουν (Demir et al., 2014). Σε κλινική μελέτη που πραγματοποιήθηκε για την ανάλυση της επίδρασης του υδατικού εκχυλίσματος των καρπών του φυτού σε ασθενείς με διαβήτη τύπου 2 αποδείχθηκε ότι η κατανάλωση του εκχυλίσματος μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της γλυκόζης του αίματος και της ολικής χοληστερόλης χωρίς καμία παρενέργεια στους ασθενείς (Dabaghian et al., 2015).

Αντιμικροβιακές ιδιότητες: Οι αντιμικροβιακές ιδιότητες των καρπών του φυτού της *R. canina* έχουν επιβεβαιωθεί σε πολλές επιστημονικές έρευνες. Σε μελέτη που διεξήχθη στην Τουρκία και εξετάστηκαν οι αντιμικροβιακές ιδιότητες των φυτών *R.*

*pisiformis*, *R. canina* και *R. villosa* διαπιστώθηκε ότι η αντιβακτηριακή δράση των αιθανολικών εκχυλισμάτων του φυτού της *Rosa canina* ήταν μεγαλύτερη σε σύγκριση με τα άλλα φυτά και η διαφορά αυτή αποδίδεται στη μεγάλη συγκέντρωση του φυτού σε φαινολικές ενώσεις (Nowak&Gawlik-Dziki, 2007).

Σε μια άλλη μελέτη εξετάστηκαν οι αντιμικροβιακές ιδιότητες των αιθανολικών και μεθανολικών εκχυλισμάτων των άνθων του φυτού της *Rosa canina* έναντι δύο Gram αρνητικών βακτηρίων (*Escherichia coli* και *Pseudomonas aeruginosa*), και τριών μυκήτων (*Aspergillus niger*, *Fusarium culmorum* και *Alternaria alternativa*). Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι το αιθανολικό εκχύλισμα του φυτού εμφάνισε μεγαλύτερη αντιμικροβιακή δράση έναντι του βακτηρίου *Pseudomonas aeruginosa* και το μεθανολικό εκχύλισμα έναντι του βακτηρίου *Escherichia coli* (Rovná et al., 2015).

Αντιοξειδωτική δράση: Η *Rosa canina* είναι πλούσια σε βιταμίνες (κυρίως βιταμίνη C) και φαινολικές ενώσεις. Οι ευεργετικές ιδιότητες του φυτού της *R. canina* έχει αποδειχθεί ότι μπορεί, σε κάποιο βαθμό, να σχετίζονται με τις φαινολικές ενώσεις και την υψηλή περιεκτικότητα σε βιταμίνη C (Selahvarzian et al., 2018).

Το ασκορβικό οξύ, ως το κύριο υδατοδιαλυτό αντιοξειδωτικό μέσα στο σώμα, έχει αντικαρκινογόνες και άλλες βιολογικές ιδιότητες. Επιπλέον, έχει σημαντική ρυθμιστική λειτουργία σε όλο το σώμα, καθώς συμμετέχει στη σύνθεση ορμονών, ορμονικών παραγόντων απελευθέρωσης και νευροδιαβιβαστών (Selahvarzian et al., 2018).

Μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε το 2010 σε έξι είδη φυτών, συμπεριλαμβανομένου και της *R. canina* που είχαν συλλεχθεί από τη Νότια Ευρώπη, έδειξε ότι ο καρπός του φυτού είχε σημαντικές αντιοξειδωτικές ιδιότητες και θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτική λύση για τα συνθετικά αντιοξειδωτικά. Ο καρπός του φυτού περιέχει υψηλότερες ποσότητες διαφόρων αντιοξειδωτικών σε σύγκριση με άλλους καρπούς φρούτων όπως είναι για παράδειγμα η συγκέντρωσή του σε καροτενοειδή (Selahvarzian et al., 2018).

Επίδραση στις διαταραχές του δέρματος και στη γήρανση: Οι αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες ορισμένων συστατικών του φυτού μπορούν να βοηθήσουν και να μειώσουν την ξηρότητα του δέρματος, τις ρυτίδες και τις κηλίδες που δημιουργούνται

στο δέρμα, λόγω της γήρανσης και της συνεχόμενης έκθεσης στην υπεριώδη ακτινοβολία (Mármol et al., 2017; Rittié & Fisher, 2015).

Η βιταμίνη Α, γνωστή και ως ρετινόλη, που υπάρχει στο έλαιο των καρπών του φυτού έχει βρεθεί ότι βοηθά στην προστασία του δέρματος από τις ελεύθερες ρίζες και στην αναδόμηση των κυττάρων. Επίσης, συμβάλλει στην πρόληψη σχηματισμού των ρυτίδων μειώνοντας με αυτό τον τρόπο τη φθορά από περιβαλλοντολογικούς παράγοντες και επιταχύνοντας τη φυσική διαδικασία επούλωσης των πληγών του σώματος.

Σε μελέτη που διεξήχθη σε υγιείς μεσήλικες άνδρες και γυναίκες διαπιστώθηκε ότι η σκόνη από τους καρπούς του φυτού βελτίωσε την ελαστικότητα του δέρματος και μείωσε την αποσύνθεση της μεμβράνης των ερυθρών αιμοσφαιρίων, με αποτέλεσμα την αύξηση της μακροζωίας των κυττάρων (Mármol et al., 2017).

Επίσης, έχει αποδειχθεί ότι η βιταμίνη C και τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, που υπάρχουν σε μεγάλες συγκεντρώσεις στους καρπούς του φυτού έχουν αντιγηραντική επίδραση, καθώς προστατεύουν το δέρμα και εμπλέκονται άμεσα στον σχηματισμό του δέρματος και του κολλαγόνου. Πιο συγκεκριμένα επιταχύνουν τη διαδικασία επούλωσης τραυμάτων στο δέρμα, αντιστρέφοντας τη ζημιά που έχει γίνει στο DNA, και βοηθώντας έτσι στην καταπολέμηση της δημιουργίας ουλών (Mármol et al., 2017).

Ανακούφιση του πόνου: Το φυτό της *Rosa canina* χρησιμοποιείται παραδοσιακά ως φυτικό φάρμακο για τη μείωση του πόνου. Σε in vivo μελέτες, διαπιστώθηκε η αναλγητική δράση του υδατικού εκχυλίσματος του φυτού σε ποντίκια. Επιπλέον, η κατανάλωση παρασκευασμάτων σκόνης του φυτού συμβάλλει στη μείωση των εξάρσεων χρόνιου πόνου (Khazaei et al., 2020).

Άλλα οφέλη: Η κατανάλωση ροφήματος από τους καρπούς του φυτού της *Rosa canina* έχει βρεθεί ότι έχει ευεργετική επίδραση στη μείωση του κοιλιακού άλγους σε ασθενείς με σύνδρομο ευερέθιστου εντέρου (Nobaek et al., 2000).

Επιπλέον, σε in vivo μελέτη διαπιστώθηκε η ηπατοπροστατευτική δράση των εκχυλισμάτων του φυτού, έναντι της ηπατοξικότητας που προκαλείται από τετραχλωράνθρακα (CCl<sub>4</sub>) (Sepideh, 2016).

Λόγω της υψηλής περιεκτικότητας του φυτού σε πολυφαινόλες, έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να αποτελέσει πιθανή θεραπεία για την αντιμετώπιση της οστεοπόρωσης, μειώνοντας τη βλάβη που προκαλείται από τις δραστικές μορφές οξυγόνου (Reactive oxygen species, ROS) στον οστικό ιστό (Devareddy et al., 2008; Hubert et al., 2014).

### 1.7. ΧΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Οι καρποί του φυτού της *Rosa canina* είναι συνήθως κόκκινοι ή πορτοκαλί με φρουτώδη και πικάντικη γεύση παρόμοια με αυτή των κράνμπερις. Ως πλούσια πηγή ανόργανων συστατικών (κάλιο, φώσφορος), βιταμινών (βιταμίνη C), καροτενοειδών και αρωματικών συστατικών, οι καρποί έχουν αρκετές μαγειρικές και διατροφικές εφαρμογές και χρησιμοποιούνται εδώ και αρκετά χρόνια στη βιομηχανία τροφίμων (Ahmad et al., 2015).

Οι καρποί μπορούν να καταναλωθούν όπως είναι, αν και αυτό δεν προτιμάται, εξαιτίας των σκληρών τριχών και των αχαινίων που υπάρχουν στο εσωτερικό τους, που μπορούν να προκαλέσουν ερεθισμό στο αναπνευστικό και στο πεπτικό σύστημα (Poronjić-Djordjević et al., 2023).

Συνήθως, οι ερυθρό-πορτοκαλί καρποί του φυτού χρησιμοποιούνται ως συμπλήρωμα βιταμινών. Τόσο οι φρέσκοι όσο και οι αποξηραμένοι καρποί από αυτό το είδος χρησιμοποιούνται συνήθως για την παρασκευή μαρμελάδας, χυμού φρούτων και ποτών, ενώ οι αποξηραμένοι καρποί και οι ρίζες χρησιμοποιούνται για την παρασκευή ροφήματος (Raunović et al., 2019). Πλέον πολλές μελέτες βρίσκονται σε εξέλιξη για τη μερική ή πλήρη αντικατάσταση ορισμένων πρόσθετων τροφίμων με τη χρήση των καρπών της *Rosa canina*, ενώ πρόσφατα η πρώτη ύλη του καρπού έχει χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή προβιοτικών ποτών και γιαουρτιών, καθώς και ως συστατικό σε σούπες (Koczka et al., 2018; Liaudanskas et al., 2021; Nadpal et al., 2016).



## II. ΥΓΡΗ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (HPLC)

Η Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Πίεσης (High Pressure Liquid Chromatography, HPLC) είναι μια διαχωριστική τεχνική με πολλές εφαρμογές τα τελευταία χρόνια. Η HPLC θεωρείται η πλέον κατάλληλη τεχνική για τον προσδιορισμό ενός μεγάλου αριθμού οργανικών, ανόργανων και μη πτητικών χημικών ενώσεων (Καραγεώργου 2013). Στην HPLC ο διαχωρισμός είναι αποτέλεσμα δύο φάσεων, μιας στατικής φάσης που αποτελείται από στερεό πορώδες υλικό, ή υγρό καθηλωμένο σε στερεό υπόστρωμα πολύ μικρής διαμέτρου, που βρίσκεται μέσα στη στήλη, και μιας κινητής φάσης που διατρέχει την στατική και είναι ένας διαλύτης ή μείγμα διαλυτών. Το δείγμα εισάγεται στη κορυφή της στήλης και με τη βοήθεια της κινητής φάσης τα συστατικά του μετακινούνται και τελικά εκχυλίζονται το ένα μετά το άλλο. Οι αναλυόμενες ουσίες κατανέμονται μεταξύ της στατικής και της κινητής φάσης, με αποτέλεσμα να μετακινούνται με διαφορετικές ταχύτητες κατά μήκος της στήλης (Χατζηιωάννου & Κουμπάρης, 2015).

Η Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Πίεσης είναι μια ευαίσθητη αναλυτική τεχνική τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά, η οποία εμφανίζει μια σειρά από πλεονεκτήματα, μερικά από τα οποία είναι η μεγάλη ακρίβεια και η επαναληψιμότητα, η υψηλή ευαισθησία, τα χαμηλά όρια ανίχνευσης, οι μικροί χρόνοι ανάλυσης, η υψηλή διακριτική ικανότητα, η απλότητα και η ευκολία εφαρμογής.

### II.1. ΟΡΓΑΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΥΓΡΗΣ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Ένα σύστημα Υγρής Χρωματογραφίας Υψηλής Πίεσης (HPLC) αποτελείται από τα εξής τμήματα:

- Φιάλες διαλυτών
- Απαερωτής κενού
- Αντλία (pump)
- Σύστημα εισαγωγής δείγματος (injection system/ injector valve)
- Χρωματογραφική στήλη (column)

- Ανιχνευτής (detector)
- Σύστημα καταγραφής του σήματος
- Δοχεία αποβλήτων(Χατζηιωάννου & Κουπάρης, 2015) .

## II.2. ΑΝΙΧΝΕΥΤΕΣ ΥΧΡΗΣ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (HPLC)

Οι ανιχνευτές που χρησιμοποιούνται κυρίως στην HPLC είναι οι παρακάτω:

- ❖ ανιχνευτές ορατού-υπεριώδους (UV/Vis Detector),
- ❖ ανιχνευτές συστοιχίας φωτοδιόδων (Diode Array Detector, DAD),
- ❖ αγωγιμομετρικοί ανιχνευτές (Conductivity Detector),
- ❖ ανιχνευτές δείκτη διάθλασης (Refractive Index Detector)
- ❖ φασματογράφοι μάζας MS (Mass Spectroscopy Detector, MS Detector)
- ❖ ανιχνευτής Πυρηνικού Μαγνητικού Συντονισμού (Ανιχνευτής NMR- Nuclear Magnetic Resonance Detector),
- ❖ ηλεκτροχημικοί ανιχνευτές (Electrochemical Detector),
- ❖ φθορισμομετρικοί ανιχνευτές (Fluorescence Detector).(Χατζηιωάννου & Κουπάρης, 2015)

### II.2.1. ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ ΣΥΣΤΟΙΧΙΑΣ ΔΙΟΔΩΝ (Diode Array Detector - DAD)

Ο ανιχνευτής συστοιχίας διόδων δίνει την δυνατότητα να παρατηρείται ταυτόχρονα όλο το φάσμα κάθε ένωσης στην περιοχή του ορατού ή του υπεριώδους από τα 200 nm μέχρι και τα 700 nm. Η ουσιαστική διαφορά από τον κλασικό ανιχνευτή UV-Vis είναι η παρουσία του ολογραφικού φράγματος στη θέση του μονοχρωμάτορα. Η παράταξη αποτελείται από μερικές εκατοντάδες έως και μερικές χιλιάδες διόδους, οι οποίες μπορούν να αναγνωριστούν μέσα σε κλάσματα δευτερολέπτου. Η πληροφορία κάθε διόδου μετατρέπεται σε ψηφιακό σήμα και αποθηκεύεται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Η ανίχνευση με συστοιχία διόδων παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα, όπως είναι η ταυτόχρονη ανίχνευση σε διάφορα μήκη κύματος γεγονός που αυξάνει την εκλεκτικότητα

του προσδιορισμού. Επιπλέον με τον ανιχνευτή συστοιχίας διόδων μπορεί να γίνει ταυτοποίηση των κορυφών ενός χρωματογραφήματος και να υπολογισθεί ο βαθμός καθαρότητας τους, στοιχεία που βοηθούν σε άγνωστα και πολύπλοκα δείγματα (Ναζυροπούλου 2014).

### II.2.2. ANIXNEYTHΣΔΕΙΚΤΗΔΙΑΘΛΑΣΗΣ (Refractive Index Detector - RID)

Η λειτουργία του ανιχνευτή δείκτη διάθλασης βασίζεται στη μέτρηση της διαφοράς του δείκτη διάθλασης, μεταξύ της καθαρής κινητής φάσης και αυτής που περιέχει την ουσία. Ο ανιχνευτής φέρει δύο κυψελίδες, όπου στη μια εισάγεται το τυφλό το οποίο στην περίπτωση της υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης είναι η κινητή φάση και στην άλλη κυψελίδα περνάνε τα συστατικά του δείγματος καθώς εξέρχονται από τη στήλη μαζί με την κινητή φάση. Ο βαθμός μεταβολής της διάθλασης του φωτός είναι ανάλογος της συγκέντρωσης της ουσίας. Ανήκει στην κατηγορία των γενικών ανιχνευτών, δεν επηρεάζεται από την ροή αλλά επηρεάζεται σημαντικά από την θερμοκρασία. Ο ανιχνευτής παρουσιάζει χαμηλή ευαισθησία και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί με βαθμιδωτό σύστημα έκλουσης γιατί οι αλλαγές στη σύσταση της κινητής φάσεις επιφέρει και αλλαγές στη διάθλαση του φωτός από αυτή (Swartz, 2010).

### II.4. ΦΑΣΜΑΤΟΦΩΤΟΜΕΤΡΙΑ

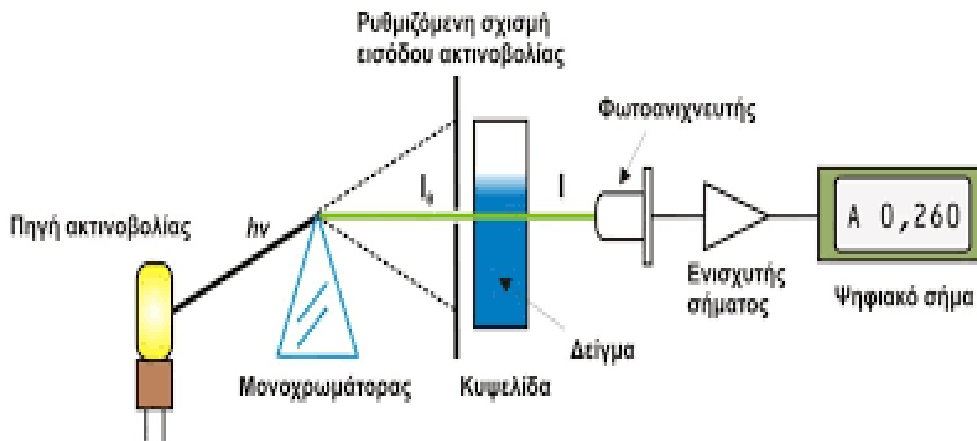
Η φασματοφωτομετρία υπεριώδους – ορατού (UV – Vis) είναι μια συχνά χρησιμοποιούμενη τεχνική στην αναλυτική χημεία και βασίζεται στο ότι όταν η ακτινοβολία διέρχεται από ένα διάλυμα (προσπίπτουσα ακτινοβολία) η ουσία που περιέχεται στο διάλυμα απορροφά μέρος της ακτινοβολίας και αυτή εξέρχεται με χαμηλότερη ένταση (εξερχόμενη ακτινοβολία). Η ποσότητα της ακτινοβολίας που απορροφάται από το διάλυμα είναι ανάλογη της συγκέντρωσης της ουσίας που περιέχεται στο διάλυμα και περιγράφεται από την εξίσωση του νόμου Lambert-Beer:  $A = -\log T = \log (P_0 \div P) = \epsilon \cdot b \cdot c$ , όπου A είναι η απορρόφηση, T η διαπερατότητα, P<sub>0</sub> και P η ισχύς της προσπίπτουσας και της εξερχόμενης ακτινοβολίας, b το μήκος διαδρομής της

ακτινοβολίας εντός του διαλύματος (ή το εσωτερικό πάχος κυψελίδας),  $\epsilon$  η μοριακή απορροφητικότητα (σταθερά αναλογίας) και  $c$  η συγκέντρωση (Ξαγοράρης, 2016).

Το φασματοφωτόμετρο είναι όργανο το οποίο μετρά την ένταση μιας επιλεγμένης συχνότητας ακτινοβολίας, η ένταση της οποίας μεταβάλλεται όταν διέρχεται από δείγμα (διάλυμα). Χρησιμοποιείται κυρίως για ερευνητικούς σκοπούς και είναι εύκολο στην χρήση (Μαργαριτέλης, 2012).

Το φασματοφωτόμετρο αποτελείται από τα εξής τμήματα :

- Πηγή ακτινοβολίας: Ως πηγή ακτινοβολίας χρησιμοποιούνται λάμπες που έχουν τη δυνατότητα να παράγουν ορατό φως (Visible) και υπεριώδες (UV).
- Μονοχρωμάτορα: Ο μονοχρωμάτορας είναι μια διάταξη που έχει τη δυνατότητα να “φιλτράρει” την ακτινοβολία που έρχεται από την πηγή ακτινοβολίας και επιτρέπει να περάσει μονοχρωματική ακτινοβολία. Με το μονοχρωμάτορα είναι δυνατή η επιλογή του μήκους κύματος ακτινοβολίας που θα περάσει από το δείγμα.
- Θάλαμος για τις κυψελίδες: Ανάμεσα στον μονοχρωμάτορα και τον ανιχνευτή υπάρχει ένας θάλαμος ο οποίος έχει θέσεις για την τοποθέτηση των κυψελίδων όπου θα πραγματοποιηθεί η ανάλυση.
- Ανιχνευτής: Ο ανιχνευτής μετατρέπει την ακτινοβολία που εξέρχεται από την κυψελίδα σε ηλεκτρικό σήμα με σκοπό να καταγραφεί.
- Καταγραφέας: Ο καταγραφέας λαμβάνει το σήμα από τον ανιχνευτή και εμφανίζει το αποτέλεσμα της μέτρησης (Μαργαριτέλης, 2012).



**Εικόνα Π.5:** Σχηματική απεικόνιση φασματοφωτομετρίας απλής δέσμης.

## **II. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ**

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι η συγκριτική μελέτη των καρπών τεσσάρων διαφορετικών γονότυπων του φυτού της *Rosa canina*, που καλλιεργήθηκαν στον ίδιο πιλοτικό αγρό με τρεις μεθόδους καλλιέργειας (χωρίς λίπανση - μάρτυρας, βιολογική και συμβατική λίπανση), χρησιμοποιώντας τεχνικές ενόργανης ανάλυσης για τον προσδιορισμό διαφόρων φυσικοχημικών χαρακτηριστικών.

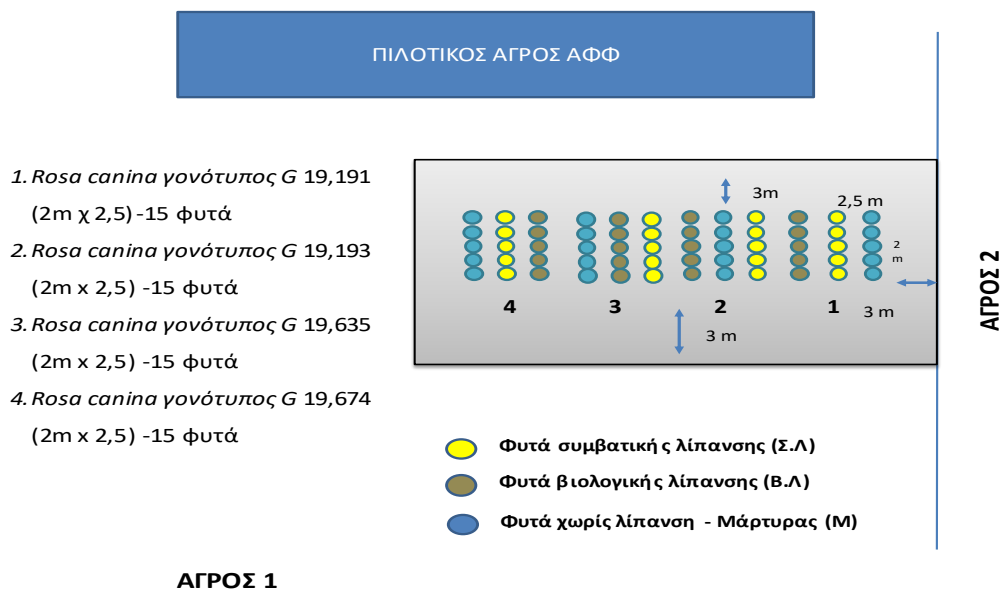
Σε όλα τα δείγματα ελέγχθηκε ποια είναι η επίδραση του γονοτύπου και του τρόπου καλλιέργειας σε διάφορα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά όπως είναι η διάμετρος των καρπών, το pH, η ογκομετρούμενη οξύτητα και τα συνολικά σάκχαρα. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε εκχύλιση των δειγμάτων για τον ποσοτικό προσδιορισμό των ολικών φαινολικών, των ολικών φλαβονοειδών και της αντιοξειδωτικής ικανότητας μέσω της δέσμευσης της ρίζας DPPH. Τέλος, πραγματοποιήθηκε προσδιορισμός της βιταμίνης C με την τεχνική της Υγρής Χρωματογραφίας Υψηλής Πίεσης (HPLC-DAD) και ανιχνευτή συστοιχίας διόδων και των φυσικών σακχάρων (γλυκόζη και φρουκτόζη) με την τεχνική της Υγρής Χρωματογραφίας Υψηλής Πίεσης και ανιχνευτή δείκτη διάθλασης (HPLC-RID).

Τα δεδομένα που λήφθηκαν υποβλήθηκαν σε στατιστική επεξεργασία με την Ανάλυση Διακύμανσης ANOVA με σκοπό τον έλεγχο της σημαντικότητας των παραμέτρων.

### III. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

#### III.1. ΣΥΛΛΟΓΗ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Συνολικά συλλέχθηκαν 39 δείγματα καρπών της *Rosa canina* από τον πιλοτικό αγρό του Ινστιτούτου Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων του Ελληνικού Γεωργικού Οργανισμού Δήμητρα στην Θεσσαλονίκη, όπως φαίνεται και στην Εικόνα III.1. Ο κάθε γονότυπος αντιστοιχεί σε φυτά που συλλέχθηκαν αρχικά ως αυτοφυή σε διαφορετική γεωγραφική περιοχή (Πρέβεζα, Ιωάννινα, Κιλκίς και Γρεβενά) και στη συνέχεια καλλιεργήθηκαν με διαφορετικές μεθόδους (χωρίς λίπανση, βιολογική και συμβατική λίπανση) στον ίδιο πιλοτικό αγρό (2020). Πιο συγκεκριμένα, για τους γονότυπους G 19,191, G 19,193 και G 19,635 λήφθηκαν για τον καθένα ξεχωριστά, τρία δείγματα καρπών χωρίς λίπανση (μάρτυρας), τρία δείγματα καρπών βιολογικής και τρία δείγματα καρπών συμβατικής λίπανσης. Για τον γονότυπο G 19,674 λήφθηκαν τέσσερα δείγματα χωρίς λίπανση, πέντε δείγματα βιολογικής λίπανσης και τρία δείγματα συμβατικής λίπανσης. Η συγκομιδή των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε τον Νοέμβριο του 2021 και αποθηκεύτηκαν στο εργαστήριο στην κατάψυξη για περαιτέρω ανάλυση. Στην Εικόνα III.2 φαίνονται τα στάδια ωρίμανσης των καρπών μέχρι την συγκομιδής τους.



**Εικόνα III.1:** Πιλοτικός αγρός τυχαίας διάταξης των τεσσάρων γονότυπων που καλλιεργήθηκαν με διαφορετικούς τρόπους (χωρίς λίπανση, συμβατική λίπανση, βιολογική λίπανση).



**Εικόνα III.2:** Στάδια ωρίμανσης των καρπών του φυτού της *Rosa canina*.

### III.2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

Στην παρούσα μελέτη όπως αναφέρθηκε και παραπάνω χρησιμοποιήθηκαν τρεις διαφορετικές μέθοδοι καλλιέργειας. Στην πρώτη περίπτωση καλλιέργειας (μάρτυρας), στα φυτά δεν εφαρμόστηκε καμία μέθοδος λίπανσης.

Στη δεύτερη περίπτωση καλλιέργειας (βιολογική λίπανση) χρησιμοποιήθηκαν σκευάσματα φυσικής προέλευσης. Το πρόγραμμα βιολογικής λίπανσης που ακολουθήθηκε για δύο χρόνια ήταν το εξής:

1<sup>ος</sup> χρόνος (2020):

1 <sup>η</sup> εφαρμογή (εγκατάσταση την άνοιξη)	100 g zeolite + 50 g biocompost+ 30 g solfero + 30 g P-30
2 <sup>η</sup> εφαρμογή (1 μήνα μετά)	50 g BIOSHELL ZFC/10 L νερό (διαφυλλικός ψεκασμός)
3 <sup>η</sup> εφαρμογή (προανθικά)	20 g NIFERT 30 + 1,5 g HUMICA + 5 mL VIGORULTRA/10 L νερό (διαφυλλικός ψεκασμός)
4 <sup>η</sup> εφαρμογή (2 εβδομάδες μετά)	50 g BIOSHELL ZFD + 20 mL ILSACON/10L νερό (διαφυλλικός ψεκασμός)
5 <sup>η</sup> εφαρμογή (1 μήνα μετά)	50 g BIOSHELL ZF1 + 20 mL ILSACON/10 L νερό(διαφυλλικός ψεκασμός)

6 <sup>η</sup> εφαρμογή (2 μήνες μετά)	100 g BIOSHELL ZFC/10 L νερό (διαφυλλικός ψεκασμός)
7 <sup>η</sup> εφαρμογή (πριν το λήθαργο και την πτώση των φύλλων)	20 mL LABIN ECOK/10 L νερό (διαφυλλικός ψεκασμός)

2<sup>ος</sup> χρόνος (2021):

1 <sup>η</sup> εφαρμογή (νωρίς την άνοιξη)	50g BIOSHELL ZFC + 20mL Micropower /10 L νερό
2 <sup>η</sup> εφαρμογή (1 μήνα μετά)	50g BIOSHELL ZFS + 10mL ICI/10 L νερό (διαφυλλικός ψεκασμός)
3 <sup>η</sup> εφαρμογή (προανθικά)	20g Nifert 30 +1,5g Humica + 5mL VigorUltra/10 L νερό (διαφυλλικός ψεκασμός)
4 <sup>η</sup> εφαρμογή (2 εβδομάδες μετά)	50 g BIOSHELL ZFD + 20 mL ILSACON/10L νερό (διαφυλλικός ψεκασμός)
5 <sup>η</sup> εφαρμογή (1 μήνα μετά)	50 g BIOSHELL ZF1 + 20 mL ILSACON/10 L νερό (διαφυλλικός ψεκασμός)
6 <sup>η</sup> εφαρμογή (2 μήνες μετά)	100 g BIOSHELL ZFC/10 L νερό (διαφυλλικός ψεκασμός)
7 <sup>η</sup> εφαρμογή (πριν το λήθαργο και την πτώση των φύλλων)	20 mL LABIN ECOK/10 L νερό (διαφυλλικός ψεκασμός)



Στην τρίτη περίπτωση καλλιέργειας στα φυτά εφαρμόστηκε συμβατική λίπανση.  
Το πρόγραμμα συμβατικής λίπανσης που ακολουθήθηκε για δύο χρόνια είναι:

1<sup>ος</sup> χρόνος (2020):

1 <sup>η</sup> εφαρμογή (εγκατάσταση την άνοιξη)	τύρφη
2 <sup>η</sup> εφαρμογή (1 μήνα μετά)	60 g / φυτό YARA MILA STAR PLUS (21%N- 17% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0,15% Zn - 4% S)
3 <sup>η</sup> εφαρμογή (προανθικά)	20 g Fe + 5 mL Zn + 5 mL B / 10 L νερό (Διαφυλλική εφαρμογή)
4 <sup>η</sup> εφαρμογή (επιφανειακή λίπανση)	60 g / φυτό YaraTera KRISTA K PLUS, (N 13,7%, K <sub>2</sub> O 46,3%)
5 <sup>η</sup> εφαρμογή (πριν το λήθαργο και την πτώση των φύλλων)	25 g/10 L νερό ουρία 46-0-0 (Διαφυλλική εφαρμογή),

2ος χρόνος (2021):

1 <sup>η</sup> εφαρμογή (βασική λίπανση την άνοιξη)	200 g/ φυτό YARA MILA STAR PLUS (21% N- 17% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0,15% Zn - 4% S)
2 <sup>η</sup> εφαρμογή (προανθικά)	50 g Fe + 10 mL Zn + 10 mL B / 10 L νερό (Διαφυλλική εφαρμογή)
3 <sup>η</sup> εφαρμογή (επιφανειακή λίπανση)	200 g/ φυτό YaraTera KRISTA K PLUS, (N 13,7%, K <sub>2</sub> O 46,3%)
4 <sup>η</sup> εφαρμογή (πριν το λήθαργο και την πτώση των φύλλων)	80 g/10 L νερό ουρία 46-0-0 (Διαφυλλική εφαρμογή),

### III.3. ΜΕΤΡΗΣΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ ΤΩΝ ΚΑΡΠΩΝ

Η διάμετρος των καρπών του κάθε δείγματος μετρήθηκε με παχύμετρο βερνιέρο (Micrometer, Insize). Η διαδικασία επαναλήφθηκε τέσσερις φορές για κάθε δείγμα και στη συνέχεια υπολογίσθηκε ο μέσος όρος.

### III.4. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΡΗ

Η μέτρηση του pH πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ηλεκτρονικού πεχαμέτρου, Delta OHM (Italy), μοντέλου HD 345, μέσω εμβάπτισης του ηλεκτροδίου του πεχαμέτρου στο αιώρημα που προέκυψε μετά την ομογενοποίηση 5g πολτοποιημένου δείγματος με 10mL απεσταγμένου νερού.

### III.5. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΩΝ ΣΑΚΧΑΡΩΝ

Ο προσδιορισμός των ολικών σακχάρων (TSS) πραγματοποιήθηκε απευθείας με τη χρήση ειδικού διαθλασιμέτρου χειρός (μοντέλο Hanna instruments, refractometer RB 32, UK). Σε σωλήνα φυγοκέντρου ζυγίστηκαν 5 g πολτοποιημένου δείγματος και ομογενοποιήθηκαν με 10 mL απεσταγμένου νερού (dH<sub>2</sub>O). Στη συνέχεια, το αιώρημα αναδεύτηκε, λήφθηκαν λίγες σταγόνες και τοποθετήθηκαν στην επιφάνεια του πρίσματος του διαθλασίμετρου και σημειώθηκε η ένδειξη που παρατηρήθηκε στη βαθμονομημένη κλίμακα του οργάνου. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως βαθμοί Brix.

### III.6. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΗΣ ΟΓΚΟΜΕΤΡΟΥΜΕΝΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ

Για τον προσδιορισμό της ολικής ογκομετρούμενης οξύτητας ζυγίστηκαν 1-2g (ανάλογα με την ποσότητα του κάθε δείγματος) πολτοποιημένου δείγματος σε multi-mixer και ομογενοποιήθηκαν με 5mL απεσταγμένου νερού. Το δείγμα φυγοκεντρήθηκε (μοντέλο Heraeus, Biofuge, primoR, Thermo Fisher Scientific, USA) στους 4°C, στις 4000 rpm, για 20 min και από το υπερκείμενο διάλυμα λήφθηκε 1mL και αραιώθηκε σε αναλογία 1:10 με απεσταγμένο νερό (dH<sub>2</sub>O). Έπειτα, ακολούθησε ογκομέτρηση με NaOH 0,1M (sodium hydroxide, pellets for analysis, Merck, Germany) και δείκτη φαινολοφθαλεΐνης. Τα

αποτελέσματα εκφράστηκαν ως g κιτρικού οξέος / 100 g δείγματος σύμφωνα με την εξίσωση:

$$\% \text{ κιτρικό οξύ} = \frac{N \times V \times 64,04}{W \times 1000} \times 100$$

Όπου, N= κανονικότητα του διαλύτη τιτλοδότησης (0,1 M NaOH)

V = όγκος του NaOH (mL)

64,04 = ισοδύναμο βάρος του κιτρικού οξέος (mg/mEq)

W = μάζα δείγματος (g)

1000 = συντελεστής μετατροπής mg σε g

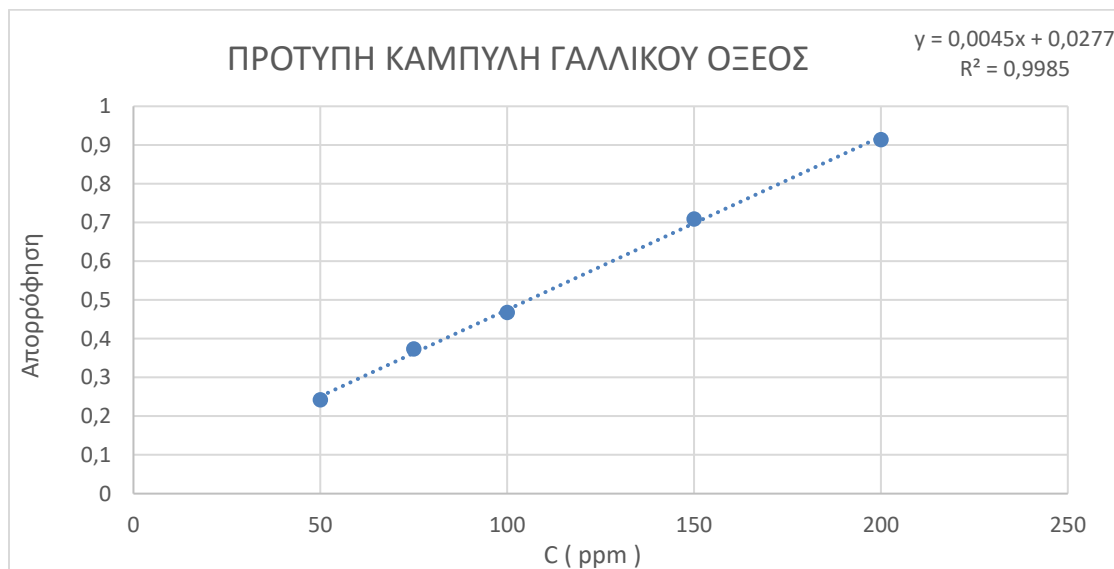
### III.7.1. ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΟΣΟΤΙΚΟ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟ ΤΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ, ΤΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ

Αρχικά παρασκευάστηκε διάλυμα μεθανόλης (CH<sub>3</sub>OH, methanol for analysis, Merck, Germany) σε απεσταγμένο νερό (dH<sub>2</sub>O) σε αναλογία 60:40 v/v. Για την προετοιμασία των εκχυλισμάτων των δειγμάτων που χρησιμοποιήθηκαν για τον ποσοτικό προσδιορισμό των ολικών φαινολικών συστατικών, των ολικών φλαβονοειδών και της αντιοξειδωτικής ικανότητας ζυγίστηκαν 4 g δείγματος, αφού πρώτα πολτοποιήθηκαν σε multi-mixer, και ομογενοποιήθηκαν με 10 mL διαλύματος MeOH/ H<sub>2</sub>O σε αναλογία 60:40 v/v σε σωλήνα φυγοκέντρου. Ακολούθησε ισχυρή ανάδευση και στη συνέχεια το διάλυμα φυγοκεντρήθηκε στους 4°C ,στις 4000 rpm για 20 min. Το υπερκείμενο συλλέχθηκε και ο όγκος του συμπληρώθηκε μέχρι τα 20 mL με διάλυμα MeOH/ H<sub>2</sub>O (60:40 v/v) και φυλάχθηκε στην κατάψυξη για να χρησιμοποιηθεί για τις ακόλουθες αναλύσεις.

### III.7.2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ

Για τον προσδιορισμό των φαινολικών συστατικών, σε ογκομετρική φιάλη των 5mL προστέθηκαν 2,3 mL απεσταγμένου νερού (H<sub>2</sub>O), 0,2 mL μεθανολικού εκχυλίσματος και 0,25mL αντιδραστηρίου Folin – Ciocalteu (Folin-Ciocalteu's phenol, Merck, Germany). Μετά το πέρας 3 λεπτών προστέθηκε 0,5 mL ανθρακικό νάτριο (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>,

Sodium carbonate anhydrous for analysis, Merck, Germany) 20% w/v και ο όγκος συμπληρώθηκε μέχρι τα 5 mL με απεσταγμένο νερό. Τα διαλύματα παρέμειναν για 2 h σε σκοτεινό μέρος. Μετά το πέρας των 2 h μετρήθηκε η απορρόφηση στα 725 nm σε φασματοφωτόμετρο (Infinite M Nano, Tecan, Switzerland) έναντι τυφλού διαλύματος. Ο υπολογισμός των ολικών φαινολικών συστατικών έγινε με τη βοήθεια πρότυπης καμπύλης αναφοράς γαλλικού οξέος (gallic acid for synthesis, Merck, Germany) σε συγκεντρώσεις από 50-200 ppm (Σχήμα III.1). Τα αποτελέσματα που δόθηκαν εκφράστηκαν ως ισοδύναμα γαλλικού οξέος σε mg /100 g δείγματος.

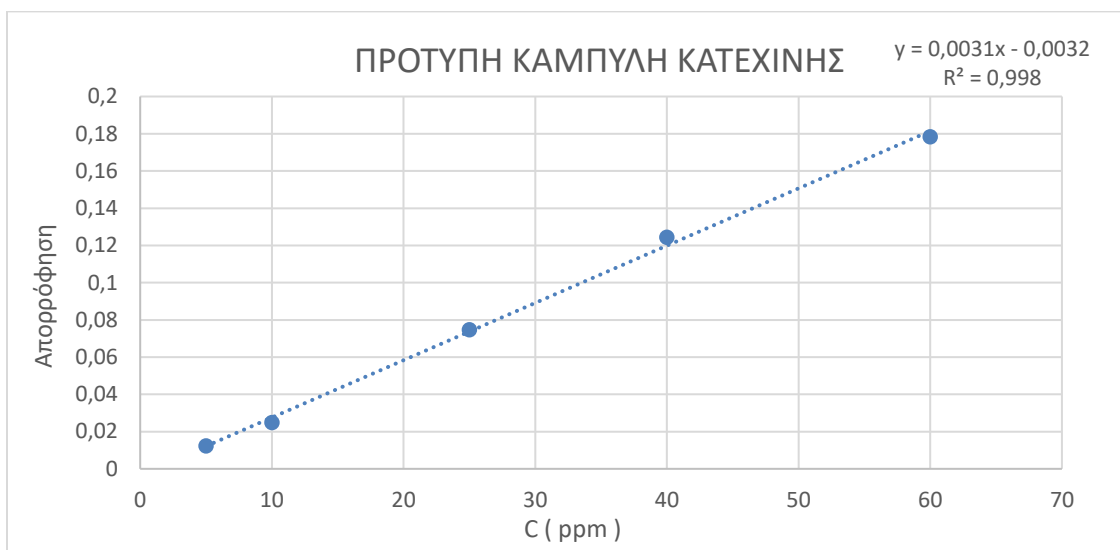


**Σχήμα III.1:** Πρότυπη καμπύλη αναφοράς γαλλικού οξέος για τον προσδιορισμό των ολικών φαινολικών συστατικών.

### III.7.3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΩΝ ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΩΝ

Για τον προσδιορισμό των ολικών φλαβονοειδών, σε ογκομετρική φιάλη των 5 mL προστέθηκαν 2mL απεσταγμένο νερό, 0,5 mL μεθανολικού εκχυλίσματος και 150 μl NaNO<sub>2</sub> (sodium nitrite, for analysis, Merck, Germany) 5% w/v. Το διάλυμα αναδεύτηκε σε συσκευή vortex και παρέμεινε σε σκοτεινό περιβάλλον για 5 λεπτά. Μετά το πέρας των 5 λεπτών, προστέθηκαν 150 μL διαλύματος AlCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O (aluminum chloride hexahydrate, Alfa Aesar, Germany) 10% w/v, ακολούθησε ανάμειξη των δειγμάτων σε συσκευή

vortex και παρέμειναν εκ νέου σε σκοτεινό μέρος για 6 min. Στη συνέχεια, προστέθηκε 1 mL NaOH (sodium hydroxide, pellets for analysis, Merck, Germany) 1M και ακολούθησε φωτομέτρηση στα 510nm έναντι απεσταγμένου νερού ως τυφλό. Ο υπολογισμός των ολικών φλαβονοειδών έγινε με την βοήθεια πρότυπης καμπύλης αναφοράς κατεχίνης (catechin hydrate, Sigma, India) σε συγκεντρώσεις από 5-60 ppm (Σχήμα III.2). Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως ισοδύναμα κατεχίνης σε mg/100 g δείγματος.

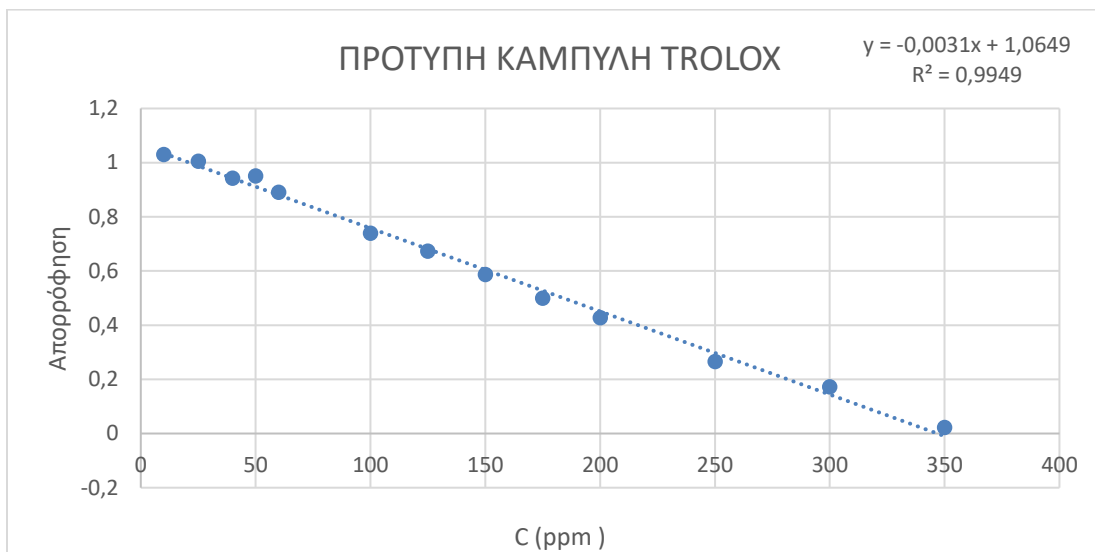


**Σχήμα III.2:** Πρότυπη καμπύλη αναφοράς κατεχίνης για τον προσδιορισμό των ολικών φλαβονοειδών.

#### III.7.4. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΡΙΖΑΣ DPPH

Για τον υπολογισμό της αντιοξειδωτικής ικανότητας προστέθηκαν σε πλαστική κυψελίδα των 5 mL, 0,1 mL μεθανολικού εκχυλίσματος και 2,9 mL διαλύματος DPPH (1,1- Diphenyl-2-picrylhydrazyl Free Radical, TCI, Japan) συγκέντρωσης 0,1mM σε μεθανόλη. Τα δείγματα παρέμειναν σε σκοτεινό μέρος για 15 min και ακολούθησε μέτρηση της απορρόφησης στα 517 nm έναντι τυφλού δείγματος μεθανόλης. Ο υπολογισμός της αντιοξειδωτικής δράσης έγινε με τον σχηματισμό πρότυπης καμπύλης αναφοράς Trolox ((+)-6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethyl-chromane-2-carboxylic

acid,ALDRICH, Switzerland) σε συγκεντρώσεις από 10-350 ppm (Σχήμα III.3). Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως ισοδύναμα Trolox σε mg / 100 g δείγματος.



**Σχήμα III.3:** Πρότυπη καμπύλη αναφοράς Trolox για την εκτίμηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας.

### III.8. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΒΙΤΑΜΙΝΗΣ C ΜΕ ΥΓΡΗ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (HPLC) ΚΑΙ ΑΝΙΧΝΕΥΤΗ ΣΥΣΤΟΙΧΙΑΣ ΔΙΟΔΩΝ (DIODEARRAYDETECTOR – DAD)

#### III.8.1. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Για τον προσδιορισμό του ασκορβικού οξέος 3-4g δείγματος πολτοποιημένου δείγματος μεταφέρθηκαν σε σωλήνα φυγοκέντρου με 10mL διαλύματος μεταφωσφορικού οξέος (MPA, meta-Phosphoric acid, for analysis, Merck, Germany) 4,5%w/v. Το μίγμα αναδεύτηκε σε συσκευή vortex και ακολούθησε φυγοκέντρωση στις 8000 rpm (φυγόκεντρος μοντέλο Heraeus, Biofuge, primoR, Thermo Fisher Scientific, USA), στους 4°C, για 20 min. Έπειτα, λήφθηκε 1mL από το υπερκείμενο υγρό και αραιώθηκε έως τα 10mL με διάλυμα 4,5%w/v MPA. Το διάλυμα αυτό διηθήθηκε μέσω φίλτρων sterile syringe filter διαμέτρου 0,45μm (Membrane Solutions) και ακολούθησε ανάλυση με την

τεχνική της HPLC και ανιχνευτή συστοιχίας διόδων (DAD). Ο υπολογισμός της βιταμίνης C έγινε με τη βοήθεια πρότυπης καμπύλης ασκορβικού οξέος σε συγκεντρώσεις από 5-100 ppm (Σχήμα III.4). Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως mg ασκορβικού οξέος / 100 g δείγματος.

### III.8.2. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΣΚΟΡΒΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ ΜΕ HPLC-DAD

Οι συνθήκες ήταν οι ακόλουθες:

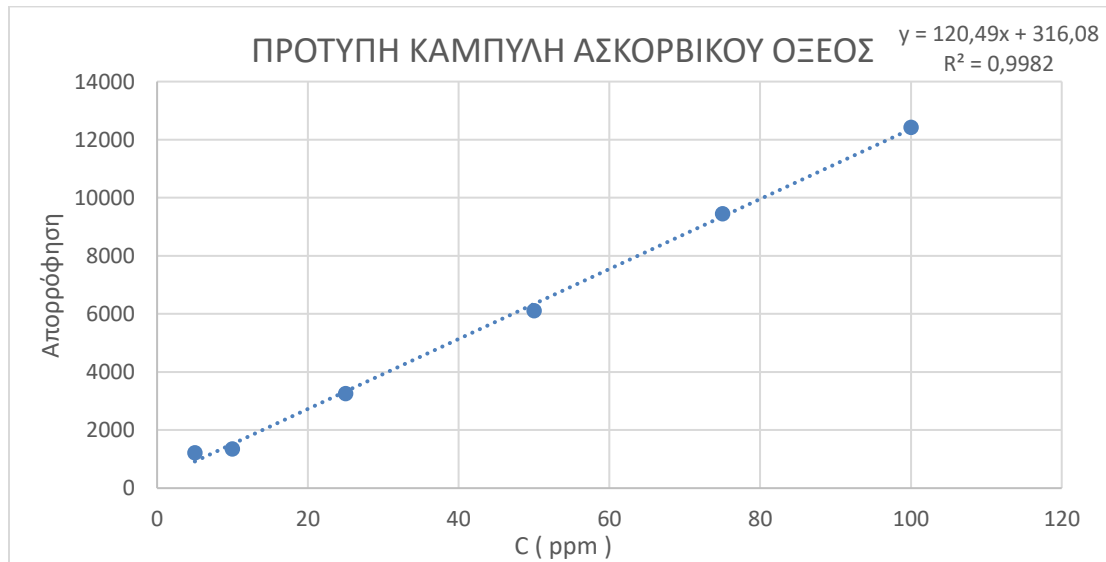
Όργανο: Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Πίεσης- HPLC, Agilent, 1100 series, Agilent Co., USA.

Στήλη: Agilent Eclipse XDB-C18 4,6mm x 150mm, 5μm.

Διαλύτης έκλουσης: Διάλυμα θειικού οξέος (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, sulfuric acid, Honeywell, Fluka, Germany) συγκέντρωσης 0,005M.

Ροή: 0,5 mL/min (ισοκρατικά).

Μήκος κύματος ανάλυσης: 245 nm.



**Σχήμα III.4:** Πρότυπη καμπύλη αναφοράς ασκορβικού οξέος για τον προσδιορισμό της βιταμίνης C.

### III.9. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΑΚΧΑΡΩΝ (ΓΛΥΚΟΖΗΣ ΚΑΙ ΦΡΟΥΚΤΟΖΗΣ) ΜΕ ΥΓΡΗ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (HPLC) ΚΑΙ ΑΝΙΧΝΕΥΤΗ ΔΕΙΚΤΗ ΔΙΑΘΛΑΣΗΣ (REFRACTIVEINDEXDETECTOR - RID)

#### III.9.1. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Για τον προσδιορισμό των σακχάρων γλυκόζης και φρουκτόζης ζυγίστηκε συγκεκριμένη ποσότητα δείγματος και πολτοποιήθηκε σε multi-mixer. Στη συνέχεια προστέθηκε σε σωλήνα φυγοκέντρου με 25mL απεσταγμένο νερό. Το μίγμα αναδεύτηκε και ακολούθησε φυγοκέντρωση στις 4500 rpm, στους 4°C, για 15 min. Το υπερκείμενο διάλυμα λήφθηκε και διηθήθηκε μέσω φίλτρων sterile syringe filter διαμέτρου 0,45μm (Membrane Solutions). Ακολούθησε ανάλυση με την τεχνική της HPLC και ανιχνευτή δείκτη διάθλασης RID. Ο υπολογισμός των σακχάρων γλυκόζης και φρουκτόζης έγινε με την βοήθεια πρότυπων καμπύλων γλυκόζης και φρουκτόζης σε συγκεντρώσεις από 1000-7000 ppm (Σχήμα III.5 και Σχήμα III.6). Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως ισοδύναμα γλυκόζης και φρουκτόζης σε 100 g δείγματος.

#### III.9.2. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΛΥΚΟΖΗΣ ΚΑΙ ΦΡΟΥΚΤΟΖΗΣ ΜΕ HPLC-RID

Οι συνθήκες ήταν οι ακόλουθες:

Όργανο: Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Πίεσης HPLC της εταιρίας SHIMABZU, μοντέλο LC-20AD.

Ανιχνευτής: Δείκτη διάθλασης RID-10ASHIMADZU.

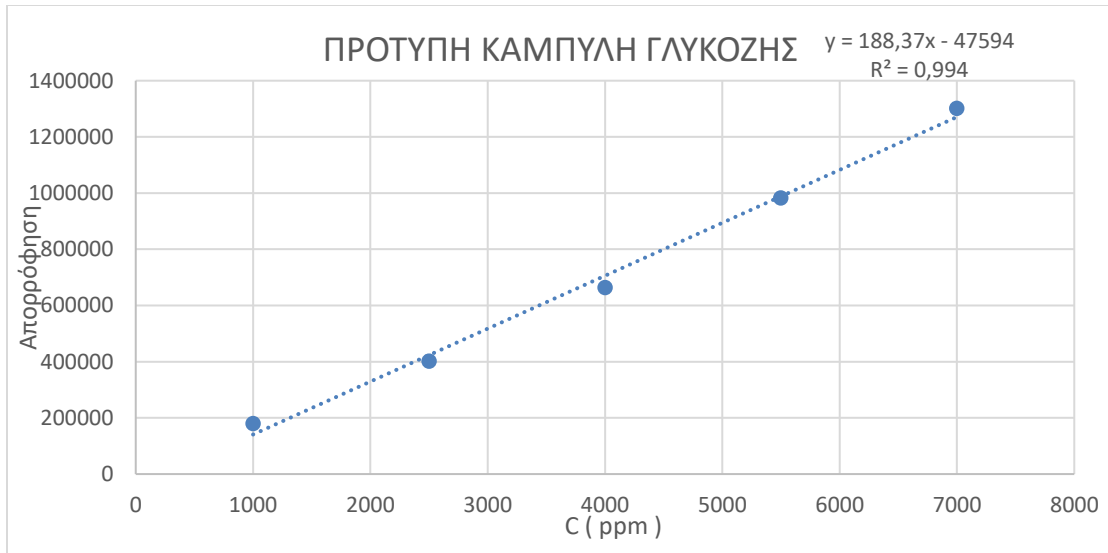
Στήλη: Purospher STAR NH<sub>2</sub> 240-4.6, 5 μm.

Διαλύτης έκλουσης: Διάλυμα ACN/H<sub>2</sub>O σε αναλογία 80:20 v/v.

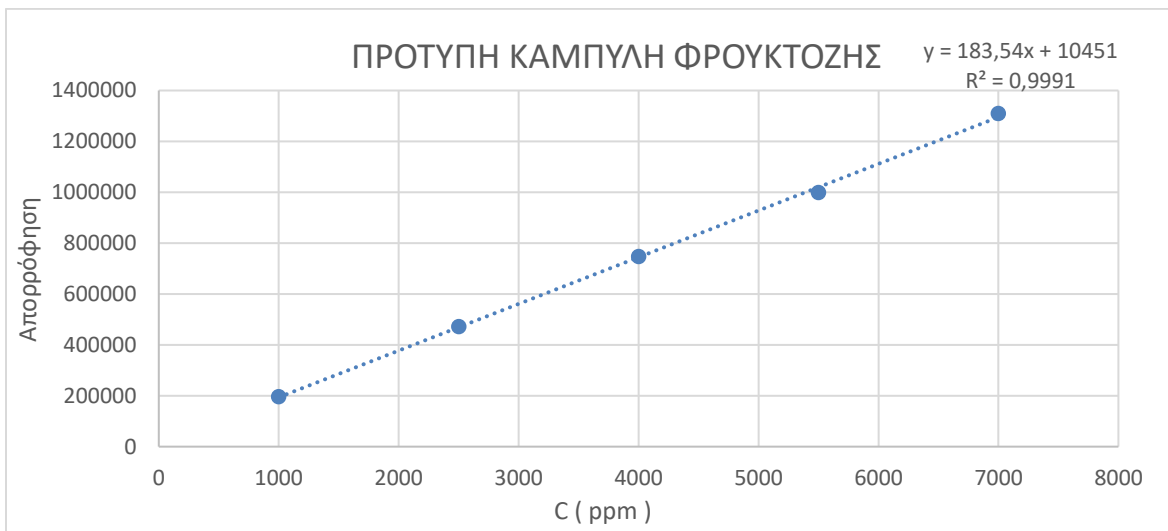
Ροή: 1 mL/min (ισοκρατικά).

Θερμοκρασία Φούρνου: 30 °C.





**Σχήμα III.5:** Πρότυπη καμπύλη αναφοράς γλυκόζης.



**Σχήμα III.6:** Πρότυπη καμπύλη αναφοράς φρουκτόζης.

### III.10. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Για κάθε προσδιορισμό πραγματοποιήθηκαν τρεις επαναλήψεις σε κάθε δείγμα και από αυτές υπολογίστηκε ο μέσος όρος. Στη συνέχεια εφαρμόστηκε η ανάλυση διακύμανσης (one way ANOVA) για την σύγκριση των μέσων όρων των τιμών των παραμέτρων που μελετήθηκαν. Βάσει του ελέγχου διακύμανσης (two way ANOVA) διαπιστώθηκε αν η τιμή  $p$  είναι μικρότερη ή μεγαλύτερη του 0,05.

Στην περίπτωση που  $p > 0,05$  ισχύει η μηδενική υπόθεση, δηλαδή οι μέσοι όροι είναι όλοι ίσοι μεταξύ τους και κατά συνέπεια δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Αντίθετα, στην περίπτωση που  $p < 0,05$  ισχύει η εναλλακτική υπόθεση, δηλαδή οι μέσοι όροι για τον συγκεκριμένο παράγοντα δεν είναι όλοι ίσοι μεταξύ τους και κατά συνέπεια υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση (S.D = Standard Deviation).

## IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### IV.1 ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

#### IV.1.1 pH

Στον πίνακα IV.1 και στο σχήμα IV.1 παρουσιάζονται οι τιμές του pH (μέσος όρος και τυπική απόκλιση) των δειγμάτων των τεσσάρων γονότυπων με κάθε μέθοδο λίπανσης (χωρίς λίπανση-μάρτυρας, βιολογική λίπανση, συμβατική λίπανση).

**Πίνακας IV.1:** Μέση τιμή και τυπική απόκλιση του pH των τεσσάρων γονότυπων με κάθε μέθοδο λίπανσης (χωρίς λίπανση-μάρτυρας, βιολογική και συμβατική λίπανση).

ΓΟΝΟΤΥΠΟΣ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ
G 19,191	3,91±0,13 <sup>a, A</sup>	3,99±0,15 <sup>a, B</sup>	4,03±0,06 <sup>a, C</sup>
G 19,193	3,88±0,09 <sup>ab, A</sup>	4,02±0,16 <sup>b, B</sup>	3,74±0,13 <sup>a, AB</sup>
G 19,635	3,87±0,09 <sup>ab, A</sup>	3,97±0,05 <sup>b, B</sup>	3,82±0,03 <sup>a, B</sup>
G 19,674	3,78±0,04 <sup>b, A</sup>	3,77±0,03 <sup>b, A</sup>	3,56±0,12 <sup>a, A</sup>

<sup>a, b, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες στην ίδια σειρά/γραμμή (ίδιος γονότυπος με διαφορετική λίπανση) δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA ( $p < 0.05$ ).

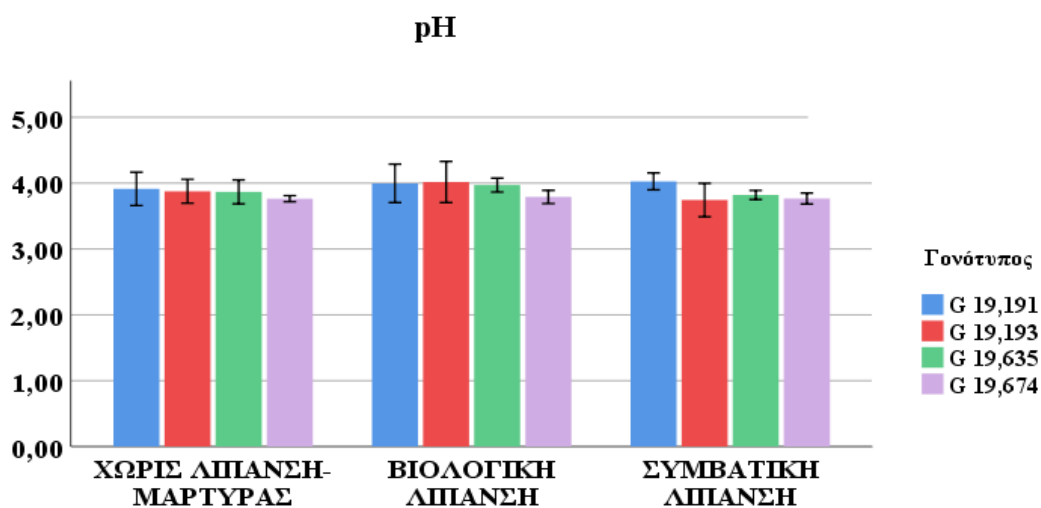
<sup>A, B, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες στην ίδια στήλη (διαφορετικός γονότυπος με ίδια λίπανση) δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA ( $p < 0.05$ ).

Οι τιμές pH των δειγμάτων όπως φαίνεται και από τον πίνακα IV.1 εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, τόσο μεταξύ της μεθόδου λίπανσης (χωρίς λίπανση -

μάρτυρας, βιολογική και συμβατική λίπανση) σε κάθε γονότυπο ξεχωριστά, όσο και μεταξύ των γονότυπων που είχαν υποστεί την ίδια μέθοδο λίπανσης. Οι τιμές pH όλων των δειγμάτων κυμάνθηκαν από 3,5-4. Την μικρότερη τιμή pH είχαν οι καρποί του γονότυπου G19,674 ( $3,56\pm 0,12$ ) με συμβατική μέθοδο λίπανσης, ενώ την μεγαλύτερη τιμή είχαν οι καρποί του γονότυπου G 19,191 ( $4,03\pm 0,06$ ) με συμβατική μέθοδο λίπανσης.

Πιο συγκεκριμένα, για τα δείγματα του γονότυπου G 19,191, οι τιμές pH βρέθηκαν παραπλήσιες και δεν εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς την μέθοδο λίπανσης. Για τον γονότυπο G 19,193, οι τιμές pH εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τους καρπούς της βιολογικής λίπανσης να εμφανίζουν μεγαλύτερη τιμή ( $4,02\pm 0,16$ ) από τους καρπούς χωρίς λίπανση ( $3,88\pm 0,09$ ) και από αυτούς της συμβατικής λίπανσης ( $3,74\pm 0,13$ ). Αντίστοιχα, για τον γονότυπο G 19,635 βρέθηκε μεγαλύτερη τιμή pH στους καρπούς της βιολογικής λίπανσης ( $3,97\pm 0,05$ ), από τους καρπούς της καλλιέργειας χωρίς λίπανση ( $3,87\pm 0,09$ ) και τους καρπούς της συμβατικής λίπανσης ( $3,82\pm 0,04$ ). Τέλος, και για τον γονότυπο G 19,674 οι τιμές pH βρέθηκαν παραπλήσιες στους καρπούς χωρίς λίπανση ( $3,78\pm 0,04$ ) και στους καρπούς της βιολογικής λίπανσης ( $3,77\pm 0,03$ ), ενώ την μικρότερη τιμή είχαν οι καρποί της συμβατικής λίπανσης ( $3,56\pm 0,12$ ).

Όσον αφορά τους γονότυπους που είχαν υποστεί την ίδια μέθοδο λίπανσης οι διαφορές φαίνονται στον πίνακα IV.1. Οι τιμές pH μεταξύ των γονότυπων χωρίς λίπανση (μάρτυρες) δεν εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Τα δείγματα των γονότυπων με την βιολογική λίπανση εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, με τον γονότυπο G 19,193 να έχει την μεγαλύτερη τιμή pH, ενώ ο γονότυπος G 19,674 παρουσίασε την μικρότερη τιμή pH. Στατιστικά σημαντικές διαφορές στις τιμές του pH εμφάνισαν και οι γονότυποι που είχαν υποστεί συμβατική μέθοδο λίπανσης, με τον γονότυπο G 19,191 να έχει την μεγαλύτερη τιμή pH, ενώ ο γονότυπος G 19,674 την μικρότερη τιμή pH.



**Σχήμα IV.1:** pH των τεσσάρων γονότυπων με κάθε μέθοδο λίπανσης.

Βιβλιογραφικά δεδομένα, αναφορικά με το pH δίνουν τιμές παρόμοιες με αυτές που καταγράφηκαν στην παρούσα μελέτη. Οι Kazankaya et al., (2004) που έχουν μελετήσει τους καρπούς από αυτοφυή φυτά της *Rosa canina* σε περιοχές με υψόμετρο από 1600-2500m αναφέρουν ότι οι τιμές pH κυμαίνονται από 3,2-4,4. Οι Doğan & Kazankaya (2006), έχουν μελετήσει φυσικοχημικά χαρακτηριστικά από διάφορα είδη του γένους *Rosa*, μεταξύ των οποίων και της *Rosa canina* σε αυτοφυή φυτά από την περιοχή της Ανατολικής Ανατολίας στη Τουρκία. Η τιμή του pH για το φυτό της *Rosa canina* έχει βρεθεί 4,27. Ο Ercisli, (2007) μελέτησε διάφορα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά από αρκετά είδη του γένους *Rosa*, όπως και σε αυτοφυή φυτά της *Rosa canina*, από την πόλη Ερζερούμ της Τουρκίας. Το pH για τους καρπούς του φυτού της *Rosa canina* έχει βρεθεί 4,07. Οι İpek et al., (2020) έχουν μελετήσει 19 είδη του γένους *Rosa*, μεταξύ και αυτοφυών φυτών της *Rosa canina* από την περιοχή Akkus της Τουρκίας. Οι τιμές pH κυμαίνονται μεταξύ 3,53–4,95. Οι Güneş et al., (2016) έχουν μελετήσει κάποια φυσικοχημικά χαρακτηριστικά από διάφορα είδη του γένους *Rosa* ανάλογα με το στάδιο ωρίμανσης σε τρεις διαφορετικές χρονιές, μεταξύ των οποίων και της *Rosa canina*. Το pH για τους καρπούς κυμάνθηκε από 3,67 έως 4,32.

Όσον αφορά τη σύγκριση της μεθόδου λίπανσης για το φυτό της *Rosa canina* υπάρχουν πολύ λίγες βιβλιογραφικές αναφορές. Ενδιαφέρον εμφανίζουν τα αποτελέσματα

της έρευνας των Νοά et al., (2019) οι οποίοι μελέτησαν τις διαφορές στη χημική σύσταση μεταξύ καρπών από γονότυπους αυτοφυών φυτών *Rosa canina* και των καρπών από συμβατική και βιολογική καλλιέργεια, σε περιοχή της Κροατίας. Οι τιμές του pH που λήφθηκαν από την μελέτη αυτή εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεθόδων καλλιέργειας. Πιο συγκεκριμένα οι καρποί της βιολογικής καλλιέργειας εμφάνισαν μεγαλύτερη τιμή pH (3,93), σε σχέση με την τιμή pH των καρπών αυτοφυών φυτών (3,77) και της συμβατικής καλλιέργειας (3,72). Τα αποτελέσματα αυτά είναι σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, αφού στους περισσότερους γονότυπους το pH των καρπών της βιολογικής καλλιέργειας είχε μεγαλύτερη τιμή σε σύγκριση με τις τιμές των καρπών χωρίς λίπανση και της συμβατικής λίπανσης.

#### IV.1.2. ΟΛΙΚΗ ΟΓΚΟΜΕΤΡΟΥΜΕΝΗ ΟΞΥΤΗΤΑ

Στον πίνακα IV.2 και στο σχήμα IV.2 παρουσιάζονται οι τιμές (μέσος όρος και τυπική απόκλιση) της ολικής ογκομετρούμενης οξύτητας των δειγμάτων των τεσσάρων γονότυπων με κάθε μέθοδο λίπανσης (χωρίς λίπανση-μάρτυρας, βιολογική λίπανση, συμβατική λίπανση).

**Πίνακας IV.2:** Μέση τιμή και τυπική απόκλιση της ογκομετρούμενης οξύτητας εκφρασμένη σε g κιτρικού οξέος/100 g των τεσσάρων γονότυπων με κάθε μέθοδο λίπανσης (χωρίς λίπανση- μάρτυρας, βιολογική και συμβατική λίπανση).

ΓΟΝΟΤΥΠΟΣ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ
G 19,191	1,45±0,11 <sup>a, A</sup>	1,32±0,06 <sup>a, AB</sup>	1,44±0,07 <sup>a, AB</sup>
G 19,193	1,21±0,21 <sup>a, A</sup>	1,13±0,21 <sup>a, A</sup>	1,15±0,32 <sup>a, A</sup>
G 19,635	1,30±0,26 <sup>a, A</sup>	1,13±0,32 <sup>a, A</sup>	1,19±0,27 <sup>a, A</sup>
G 19,674	1,66±0,35 <sup>a, A</sup>	1,66±0,17 <sup>a, B</sup>	2,09±0,78 <sup>b, B</sup>

<sup>a, b, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες στην ίδια σειρά/γραμμή (ίδιος γονότυπος με διαφορετική λίπανση) δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA ( $p < 0.05$ ).

<sup>A, B, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες στην ίδια στήλη (διαφορετικός γονότυπος με ίδια λίπανση) δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA ( $p < 0.05$ ).

Η ολική ογκομετρούμενη οξύτητα είναι ένας δείκτης που εκφράζει την παρουσία οξέων στους καρπούς, τα οποία επηρεάζουν τη γεύση τους. Το κυρίαρχο οξύ που βρίσκεται στους καρπούς της *Rosa canina* είναι το κιτρικό οξύ, όπως έχει αποδειχθεί από πολλές μελέτες (Okatan et al.,2019).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης οι τιμές της οξύτητας για τους καρπούς των τεσσάρων γονότυπων σε κάθε μέθοδο λίπανσης κυμάνθηκαν από 1,13-2,09 g κιτρικού οξέος/100 g, όπως φαίνεται και στον Πίνακα IV.2. Την μεγαλύτερη τιμή οξύτητας είχαν οι καρποί του γονότυπου G 19,674 της συμβατικής λίπανσης ( $2,09 \pm 0,78$  g κιτρικού οξέος/100 g), ενώ την μικρότερη τιμή είχαν οι καρποί των γονότυπων G 19,193 και G 19,635 στην βιολογική μέθοδο λίπανσης ( $1,13 \pm 0,21$  g κιτρικού οξέος/100 g και  $1,13 \pm 0,32$  g κιτρικού οξέος/100 g αντίστοιχα).

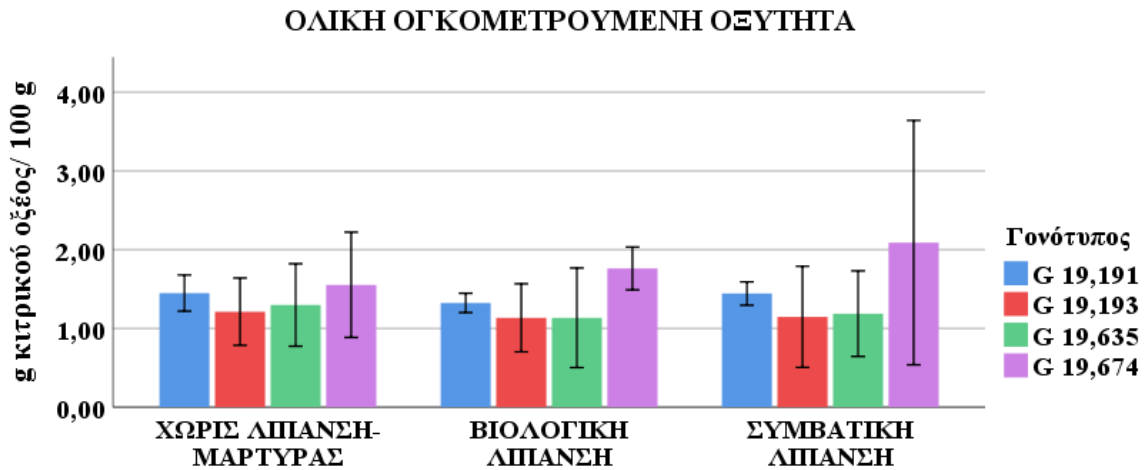
Από τον Πίνακα IV.2 φαίνεται ότι στους γονότυπους G 19,191, G 19,193 και G 19,635 η ολική ογκομετρούμενη οξύτητα βρέθηκε πιο υψηλή στους καρπούς που δεν είχαν υποστεί καμία μέθοδο λίπανσης, σε σύγκριση με τους καρπούς της συμβατικής και της βιολογικής λίπανσης, χωρίς όμως να υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Πιο συγκεκριμένα, οι τιμές της οξύτητας για τον γονότυπο G 19,191 βρέθηκαν  $1,45 \pm 0,11$ g κιτρικού οξέος/100 g για την καλλιέργεια χωρίς λίπανση,  $1,44 \pm 0,07$ g κιτρικού οξέος/100 g για την συμβατική καλλιέργεια και  $1,32 \pm 0,06$  g κιτρικού οξέος/100 g για την βιολογική καλλιέργεια. Αντίστοιχα, για τον γονότυπο G 19,193 η ογκομετρούμενη οξύτητα είχε τιμή  $1,21 \pm 0,21$  g κιτρικού οξέος/100 g στην καλλιέργεια χωρίς λίπανση,  $1,15 \pm 0,32$  g κιτρικού οξέος/100 g στην καλλιέργεια με συμβατική λίπανση και  $1,13 \pm 0,21$  g κιτρικού οξέος/100g στην καλλιέργεια με βιολογική λίπανση. Στον γονότυπο G 19,635 η τιμή της οξύτητας βρέθηκε  $1,30 \pm 0,26$  g κιτρικού οξέος/100 g για την καλλιέργεια χωρίς λίπανση,  $1,19 \pm 0,27$  g κιτρικού οξέος/100 g για την καλλιέργεια με συμβατική λίπανση και  $1,13 \pm 0,32$  g κιτρικού οξέος / 100 g για την καλλιέργεια με βιολογική λίπανση.

Εξάιρεση αποτέλεσε ο γονότυπος G 19,674, όπου η οξύτητα βρέθηκε μεγαλύτερη στους καρπούς της συμβατικής λίπανσης σε σύγκριση με τους καρπούς χωρίς λίπανση και με αυτούς της βιολογικής, με τιμές  $2,09 \pm 0,78$  g κιτρικού οξέος/100 g,  $1,66 \pm 0,35$  g κιτρικού οξέος/100 g και  $1,66 \pm 0,17$  g κιτρικού οξέος/100 g αντίστοιχα.



Όσον αφορά τους γονότυπους που είχαν υποστεί την ίδια μέθοδο λίπανσης, οι μάρτυρες δεν εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Αντίθετα, στους γονότυπους με βιολογική και συμβατική μέθοδο λίπανσης υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Παρατηρείται λοιπόν, ότι ο γονότυπος επηρέασε περισσότερο την οξύτητα των καρπών παρά η μέθοδος λίπανσης.



**Σχήμα IV.2:** Ολική ογκομετρούμενη οξύτητα εκφρασμένη σε g κιτρικού οξέος/ 100 g των τεσσάρων γονότυπων ανά τύπο λίπανσης.

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης για την ολική ογκομετρούμενη οξύτητα είναι σύμφωνα με άλλες βιβλιογραφικές αναφορές. Οι Demir et al.,(2001) αναφέρουν τιμές ογκομετρούμενης οξύτητας εκφρασμένη ως % μηλικό οξύ από 1,17-1,44 για καρπούς του φυτού της *Rosa canina* σε δύο διαφορετικές περιοχές της Τουρκίας. Οι Eroğul et al., (2018) έχουν μελετήσει διαφορετικούς γονότυπους του γένους *Rosa* σε διαφορετικό υψόμετρο και βρέθηκε ότι οι τιμές της οξύτητας κυμαίνονταν από 1,57-2,96 g κιτρικού οξέος/100 ml δείγματος. Την μεγαλύτερη τιμή οξύτητας εμφάνισε ο γονότυπος που βρέθηκε σε μεγαλύτερο υψόμετρο, ενώ την μικρότερη τιμή ο γονότυπος που βρέθηκε σε μικρότερο υψόμετρο. Επιπλέον, στην μελέτη των Eroğul et al., (2018) έχει παρατηρηθεί ότι ο γονότυπος που έχει την μεγαλύτερη τιμή οξύτητας εμφάνισε τη μικρότερη τιμή pH,

γεγονός που παρατηρήθηκε και στα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, όπου ο γονότυπος G 19,674 της συμβατικής λίπανσης εμφάνισε την μεγαλύτερη τιμή οξύτητας και την μικρότερη τιμή pH. Γενικά, έχει αποδειχθεί ότι η οξύτητα επηρεάζει την γεύση των καρπών της *Rosa canina*, ενώ η τιμή pH είναι σημαντικός παράγοντας για την επεξεργασία των καρπών στα τρόφιμα. Επιπλέον, ο Dölek, (2008) έχει αναφέρει τιμές ολικής ογκομετρούμενης οξύτητας από 1,09 έως 2,50% για καρπούς της *Rosa canina* και ο Georgieva, (2010) από 0,67 έως 1,89%. Οι Pinar et al., (2020) σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε 19 είδη του γένους *Rosa* από την περιοχή Akkus της Τουρκίας αναφέρουν παρόμοιες τιμές οξύτητας με την παρούσα μελέτη από 1,08–2,07% εκφρασμένη σε κιτρικό οξύ.

Τέλος, οι Güneş et al., (2016) μελέτησαν κάποια φυσικοχημικά χαρακτηριστικά από διάφορα είδη του γένους *Rosa*, μεταξύ των οποίων και της *Rosa canina*, που είχαν καλλιεργηθεί σε πιλοτικό αγρό σε πανεπιστήμιο της Τουρκίας. Τα αποτελέσματα της μελέτης σε τρεις διαφορετικές χρονιές και σε διαφορετικό στάδιο ωρίμανσης έδωσαν τιμές οξύτητας από 1,11 έως 3,67 g κιτρικού οξέος/100 g δείγματος, ενώ αποδείχθηκε ότι οι πιο ώριμοι καρποί εμφάνισαν μεγαλύτερες τιμές ογκομετρούμενης οξύτητας από τους ανώριμους καρπούς.

### IV.1.3. ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΑΚΧΑΡΑ

Στον πίνακα IV.3 και στο σχήμα IV.3 δίνονται οι τιμές των συνολικών σακχάρων (μέσος όρος και τυπική απόκλιση) των δειγμάτων των τεσσάρων γονότυπων με κάθε μέθοδο λίπανσης (χωρίς λίπανση-μάρτυρας, βιολογική λίπανση, συμβατική λίπανση).

**Πίνακας IV.3:** Μέση τιμή και τυπική απόκλιση των συνολικών σακχάρων εκφρασμένων σε βαθμούς °Brix των τεσσάρων γονότυπων με κάθε μέθοδο λίπανσης (χωρίς λίπανση-μάρτυρας, βιολογική και συμβατική λίπανση).

ΓΟΝΟΤΥΠΟΣ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ
G 19,191	5,21±1,06 <sup>a, A</sup>	7,01±1,3 <sup>a, A</sup>	11,21±1,92 <sup>b, A</sup>
G 19,193	6,83±1,04 <sup>a, AB</sup>	6,95±0,95 <sup>a, A</sup>	10,21±1,64 <sup>b, A</sup>
G 19,635	9,48±1,26 <sup>b, C</sup>	7,17±1,09 <sup>a, A</sup>	9,77±0,29 <sup>b, A</sup>
G 19,674	8,53±0,89 <sup>a, BC</sup>	9,35±1,02 <sup>a, B</sup>	9,84±0,12 <sup>a, A</sup>

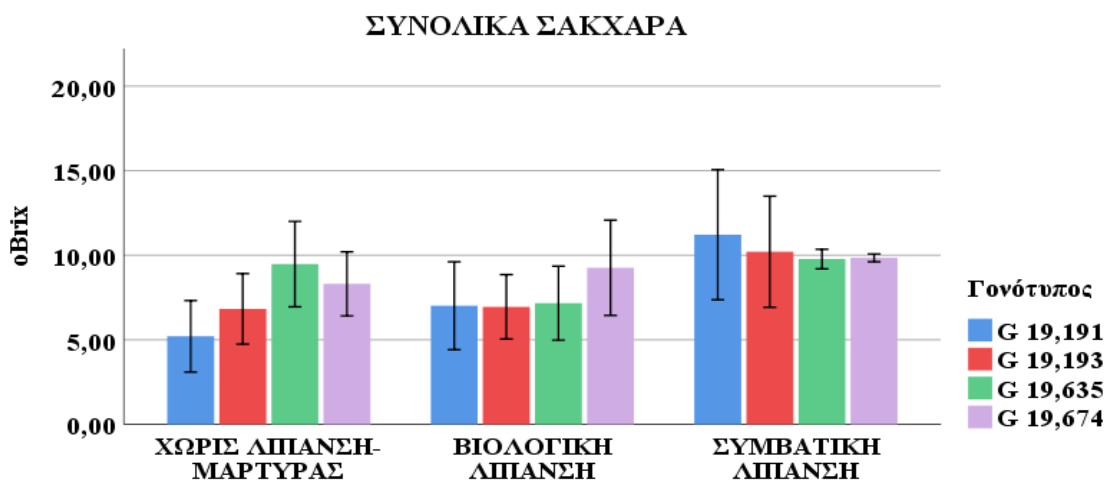
<sup>a, b, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες στην ίδια σειρά/γραμμή (ίδιος γονότυπος με διαφορετική λίπανση) δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA ( $p < 0.05$ ).

<sup>A, B, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες στην ίδια στήλη (διαφορετικός γονότυπος με ίδια λίπανση) δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA ( $p < 0.05$ ).

Οι τιμές όλων των δειγμάτων για τα συνολικά σάκχαρα κυμάνθηκαν από 5,21 έως 11,21°Brix. Τη μεγαλύτερη τιμή εμφάνισαν οι καρποί του γονότυπου G 19,191 της συμβατικής λίπανσης, ενώ την μικρότερη τιμή πάλι οι καρποί του γονότυπου G 19,191 που δεν είχαν υποστεί καμία μέθοδο λίπανσης. Γενικά, παρατηρείται ότι τόσο η μέθοδο λίπανσης των καρπών, όσο και ο γονότυπος μπορούν να μεταβάλλουν την σύσταση των καρπών σε συνολικά σάκχαρα.

Από τον Πίνακα IV.3 παρατηρείται ότι σε κάθε γονότυπο η τιμή των συνολικών σακχάρων εμφάνισε μεγαλύτερο εύρος στους καρπούς της καλλιέργειας με συμβατική λίπανση από ότι σε αυτούς της βιολογικής λίπανσης και σε αυτούς χωρίς λίπανση. Πιο συγκεκριμένα, στον γονότυπο G 19,191 η τιμή των συνολικών σακχάρων βρέθηκε  $11,21 \pm 1,92$  °Brix στην καλλιέργεια με συμβατική λίπανση,  $7,01 \pm 1,3$  °Brix στην βιολογική λίπανση και  $5,21 \pm 1,06$  °Brix στην καλλιέργεια χωρίς λίπανση. Για τον γονότυπο G 19,193 τα ολικά σάκχαρα είχαν τιμές  $10,21 \pm 1,64$  °Brix στην συμβατική λίπανση,  $6,96 \pm 0,95$  °Brix στην βιολογική λίπανση και  $6,83 \pm 1,04$  °Brix στην καλλιέργεια χωρίς λίπανση. Στον γονότυπο G 19,635 οι τιμές των συνολικών σακχάρων βρέθηκαν  $9,77 \pm 0,29$  °Brix στην συμβατική λίπανση,  $9,48 \pm 1,26$  °Brix στην καλλιέργεια χωρίς λίπανση και  $7,17 \pm 1,09$  °Brix στην βιολογική λίπανση. Τέλος, για τον γονότυπο G 19,674 τα ολικά σάκχαρα βρέθηκαν  $9,84 \pm 0,12$  °Brix στην συμβατική λίπανση,  $9,35 \pm 1,02$  °Brix στην βιολογική λίπανση και  $8,53 \pm 0,89$  °Brix στην καλλιέργεια χωρίς λίπανση.

Οι γονότυποι που είχαν υποστεί την ίδια μέθοδο λίπανσης εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όπως φαίνεται και στο Σχήμα IV.3. Πιο συγκεκριμένα στην καλλιέργεια χωρίς λίπανση ο γονότυπος G 19,635 είχε την μεγαλύτερη τιμή ολικών σακχάρων ( $9,48 \pm 1,26$  °Brix), ενώ ο γονότυπος G 19,191 παρουσίασε την μικρότερη τιμή ( $5,21 \pm 1,06$  °Brix). Στους γονότυπους με βιολογική μέθοδο λίπανσης υπήρχαν επίσης στατιστικά σημαντικές διαφορές με τον γονότυπο G 19,674 να έχει την μεγαλύτερη τιμή ολικών σακχάρων ( $9,35 \pm 1,02$  °Brix). Οι γονότυποι με συμβατική μέθοδο λίπανσης δεν είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και οι τιμές των ολικών σακχάρων κυμάνθηκαν από  $9,77 \pm 0,29$  °Brix (γονότυπος G 19,635) έως  $11,21 \pm 1,92$  °Brix (γονότυπος G 19,191).



**Σχήμα IV.3:** Περιεκτικότητα σε συνολικά σάκχαρα εκφρασμένη σε βαθμούς °Brix των τεσσάρων γονότυπων ανά τύπο λίπανσης.

Τα βιβλιογραφικά δεδομένα αναφορικά με την περιεκτικότητα των καρπών σε συνολικά σάκχαρα ποικίλλουν και εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες όπως είναι η γεωγραφική περιοχή, ο γονότυπος και οι περιβαλλοντικές συνθήκες. Οι Soare et al., (2015) έχουν μελετήσει κάποια φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των καρπών του φυτού από 24 περιοχές της Ρουμανίας και αναφέρουν τιμές για τα συνολικά σάκχαρα από 10 έως 18 °Brix. Οι Pinar et al., (2020) αναφέρουν τιμές από 14 έως 24,4 °Brix στους καρπούς της *Rosa canina* από την περιοχή Akkus της Τουρκίας. Τέλος, οι Νοά et al., (2019) που έχουν μελετήσει τους καρπούς της *Rosa canina* σε καρπούς αυτοφυών φυτών και σε καρπούς φυτών βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας έχουν βρει τιμές συνολικών σακχάρων από 6,46 % για την βιολογική καλλιέργεια έως 7,03 % για την συμβατική καλλιέργεια. Τα αποτελέσματα της μελέτης των Νοά et al., (2019) συμπίπτουν με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, καθώς και οι τέσσερις γονότυποι που είχαν υποστεί συμβατική μέθοδο καλλιέργειας εμφάνισαν μεγαλύτερες τιμές συνολικών σακχάρων από τους γονότυπους της βιολογικής καλλιέργειας.

#### IV.1.4. ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΡΠΩΝ

Οι τιμές της διαμέτρου των καρπών (μέσος όρος και τυπική απόκλιση) των δειγμάτων των τεσσάρων γονότυπων με κάθε μέθοδο λίπανσης (χωρίς λίπανση-μάρτυρας, βιολογική λίπανση, συμβατική λίπανση) δίνονται στον πίνακα IV.4 και στο σχήμα IV.4.

**Πίνακας IV.4:** Μέση τιμή και τυπική απόκλιση της διαμέτρου (cm) των καρπών των τεσσάρων γονότυπων με κάθε μέθοδο λίπανσης (χωρίς λίπανση-μάρτυρας, βιολογική και συμβατική λίπανση).

ΓΟΝΟΤΥΠΟΣ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ
G 19,191	1,12±0,12 <sup>a, A</sup>	1,07±0,08 <sup>a, A</sup>	1,10±0,03 <sup>a, A</sup>
G 19,193	1,31±0,07 <sup>a, B</sup>	1,30±0,07 <sup>a, B</sup>	1,30±0,05 <sup>a, B</sup>
G 19,635	1,18±0,06 <sup>a, AB</sup>	1,39±0,01 <sup>b, B</sup>	1,14±0,06 <sup>a, A</sup>
G 19,674	1,26±0,10 <sup>b, AB</sup>	1,32±0,07 <sup>b, B</sup>	1,08±0,10 <sup>a, A</sup>

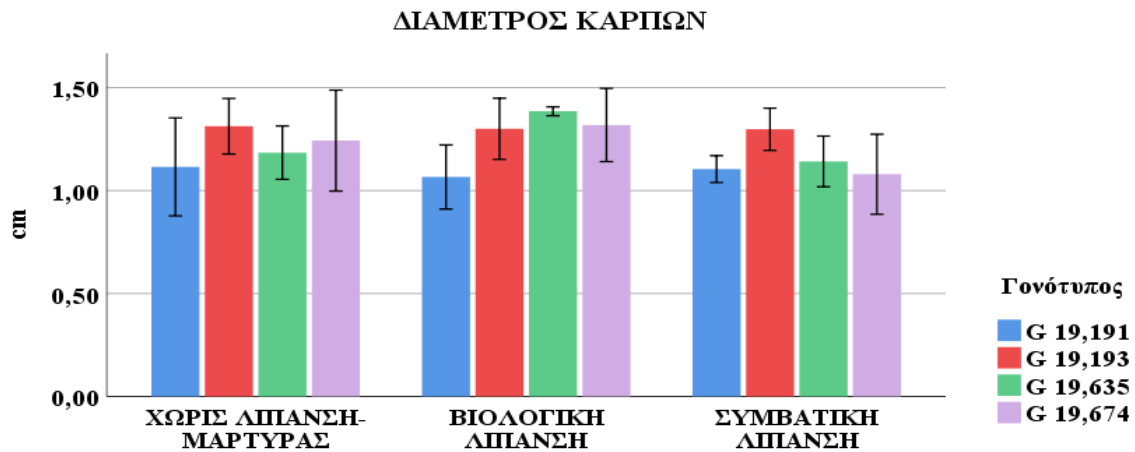
<sup>a, b, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες στην ίδια σειρά/γραμμή (ίδιος γονότυπος με διαφορετική λίπανση) δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA ( $p < 0.05$ ).

<sup>A, B, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες στην ίδια στήλη (διαφορετικός γονότυπος με ίδια λίπανση) δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA ( $p < 0.05$ ).

Οι τιμές για τη διάμετρο των καρπών όλων των δειγμάτων βρέθηκαν παραπλήσιες και κυμάνθηκαν από 1,07 έως 1,39 cm. Την μεγαλύτερη τιμή διαμέτρου είχαν οι καρποί του γονότυπου G 19,635 με βιολογική μέθοδο λίπανσης, ενώ την μικρότερη τιμή διαμέτρου είχαν οι καρποί του γονότυπου G 19,191 πάλι με βιολογική μέθοδο λίπανσης. Από τον Πίνακα IV.4 παρατηρείται ότι μόνο στους γονότυπους G 19,635 και G 19,674 η διάμετρος των καρπών εμφάνισε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάλογα με την μέθοδο

λίπανσης. Πιο συγκεκριμένα, στον γονότυπο G 19,635 η διάμετρος των καρπών βρέθηκε μεγαλύτερη στην βιολογική λίπανση ( $1,39\pm 0,01$  cm), από ότι στην καλλιέργεια χωρίς λίπανση ( $1,18\pm 0,06$  cm) και στην συμβατική λίπανση ( $1,14\pm 0,06$  cm). Αντίστοιχα, στον γονότυπο G 19,674 οι καρποί της βιολογικής λίπανσης παρουσίασαν μεγαλύτερη διάμετρο ( $1,32\pm 0,07$  cm) από ότι οι καρποί χωρίς λίπανση ( $1,26\pm 0,10$  cm) και οι καρποί της συμβατικής λίπανσης ( $1,08\pm 0,10$  cm).

Η διάμετρος των καρπών του φυτού της *Rosa canina* φαίνεται να επηρεάζεται περισσότερο από τους γενετικούς παράγοντες, όπως είναι ο γονότυπος παρά από την μέθοδο καλλιέργειας. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν τόσο μεταξύ των γονότυπων που δεν είχαν υποστεί λίπανση, όσο και μεταξύ των γονότυπων της βιολογικής και της συμβατικής λίπανσης όπως φαίνεται και στο Σχήμα IV.4.



**Σχήμα IV.4:** Διάμετρος καρπών σε cm των τεσσάρων γονότυπων ανά τύπο λίπανσης.

Οι βιβλιογραφικές αναφορές σχετικά με τη διάμετρο των καρπών του φυτού της *Rosa canina* αναφέρουν τιμές παρόμοιες με την παρούσα μελέτη. Οι Soare et al., (2015) σε μελέτη που έχουν πραγματοποιήσει σε διάφορους γονότυπους της *Rosa canina* από διαφορετικές περιοχές της Ρουμανίας αναφέρουν τιμές διαμέτρου για τους καρπούς του φυτού από 0,91 έως 1,44 cm. Σε άλλες μελέτες η διάμετρος των καρπών έχει κυμανθεί από

0,95 έως 1,51 cm (Soare et al., 2014), ενώ οι Celik et al., (2009) αναφέρουν τιμές διαμέτρου από 13,11 έως 19,26 mm.

#### IV.2. ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΑΙΝΟΛΙΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ

Ο προσδιορισμός του συνολικού φαινολικού περιεχομένου πραγματοποιήθηκε με την μέθοδο Folin-Ciocalteu. Η μέθοδος Folin-Ciocalteu είναι μια μέθοδος αποτίμησης της αντιοξειδωτικής δράσης και χρησιμοποιείται για την μέτρηση των ολικών φαινολικών συστατικών σε διάφορα προϊόντα. Η αρχή αυτής της μεθόδου βασίζεται στη μέτρηση της ολικής συγκέντρωσης των φαινολικών υδροξυλομάδων που βρίσκονται στο υπό ανάλυση δείγμα.

Πρόκειται για μια φωτομετρική μέθοδο που βασίζεται στην οξείδωση των φαινολικών ενώσεων από το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu. Το κύριο αντιδραστήριο της μεθόδου, το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu, αποτελείται από ένα σύμπλοκο φωσφο-μολυβδαινικού ( $H_3PMo_{12}O_{40}$ , κίτρινου χρώματος) και φωσφο-βολφραμικού ( $H_3PW_{12}O_{40}$ , άχρωμο) οξέος, στο οποίο το μολυβδαίνιο και το βολφράμιο έχουν αριθμό οξείδωσης +6. Κατά την οξείδωση των φαινολών, το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu ανάγεται προς μίγμα κυανών οξειδίων του μολυβδαινίου ( $Mo_8O_{23}$ ) και του βολφραμίου ( $W_8O_{23}$ ). Δηλαδή, παρουσία αντιοξειδωτικών πραγματοποιείται μια οξειδοαναγωγική αντίδραση κατά την οποία το αντιοξειδωτικό δρα σαν δότης ηλεκτρονίων με αποτέλεσμα να οξειδώνεται, και το σύμπλοκο Folin-Ciocalteu δρα σαν δέκτης ηλεκτρονίων με αποτέλεσμα να ανάγεται. Το σχηματιζόμενο κυανό χρώμα παρουσιάζει μέγιστη απορρόφηση περίπου στα 725 nm και είναι ανάλογο με τη συγκέντρωση των φαινολικών ενώσεων. Η αλκαλικότητα ρυθμίζεται με διάλυμα ανθρακικού νατρίου ( $Na_2CO_3$ ). Οι μετρήσεις της απορρόφησης πρέπει να γίνονται σε σταθερό χρόνο για όλα τα δείγματα, καθώς το παραγόμενο χρώμα εξελίσσεται με το χρόνο. Οι φαινολικές ενώσεις που προσδιορίζονται με την μέθοδο αυτή εκφράζονται συνήθως σε ισοδύναμα γαλλικού οξέος (GAE).

Στον πίνακα IV.5 και στο σχήμα IV.5 δίνονται τα αποτελέσματα του συνολικού φαινολικού περιεχομένου (μέσος όρος και τυπική απόκλιση) των δειγμάτων των τεσσάρων



γονότυπων με κάθε μέθοδο λίπανσης (χωρίς λίπανση-μάρτυρας, βιολογική λίπανση, συμβατική λίπανση).

**Πίνακας IV.5:** Μέση τιμή και τυπική απόκλιση του φαινολικού περιεχομένου, εκφρασμένο σε mg γαλλικού οξέος (GAE) /100 g, των τεσσάρων γονότυπων με κάθε μέθοδο λίπανσης (χωρίς λίπανση - μάρτυρας, βιολογική και συμβατική λίπανση).

ΓΟΝΟΤΥΠΟΣ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ
G 19,191	497,98±19,74 <sup>a, A</sup>	571,48±80,75 <sup>a, A</sup>	406,81±45,17 <sup>a, AB</sup>
G 19,193	541,47±30,82 <sup>b, A</sup>	547,68±24,06 <sup>b, A</sup>	424,98±13,06 <sup>a, B</sup>
G 19,635	546,74±29,55 <sup>a, A</sup>	558,16±19,96 <sup>a, A</sup>	568,59±10,52 <sup>a, C</sup>
G 19,674	512,93±9,95 <sup>b, A</sup>	514,95±22,53 <sup>b, A</sup>	324,43±22,11 <sup>a, A</sup>

<sup>a, b, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες στην ίδια σειρά/γραμμή (ίδιος γονότυπος με διαφορετική λίπανση) δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA ( $p < 0.05$ ).

<sup>A, B, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες στην ίδια στήλη (διαφορετικός γονότυπος με ίδια λίπανση) δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA ( $p < 0.05$ ).

Η περιεκτικότητα των δειγμάτων σε φαινολικά συστατικά κυμάνθηκε από 324 έως 571 mgγαλλικού οξέος/100 g δείγματος. Την μεγαλύτερη μέση τιμή περιεκτικότητας φαινολικών συστατικών εμφάνισαν οι καρποί του γονότυπου G 19,191 με την βιολογική μέθοδο λίπανσης, ενώ την μικρότερη τιμή είχαν οι καρποί του γονότυπου G 19,674 με την συμβατική μέθοδο λίπανσης. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν σημαντικές διαφορές ως προς την μέθοδο λίπανσης στους περισσότερους γονότυπους, ενώ φαίνεται

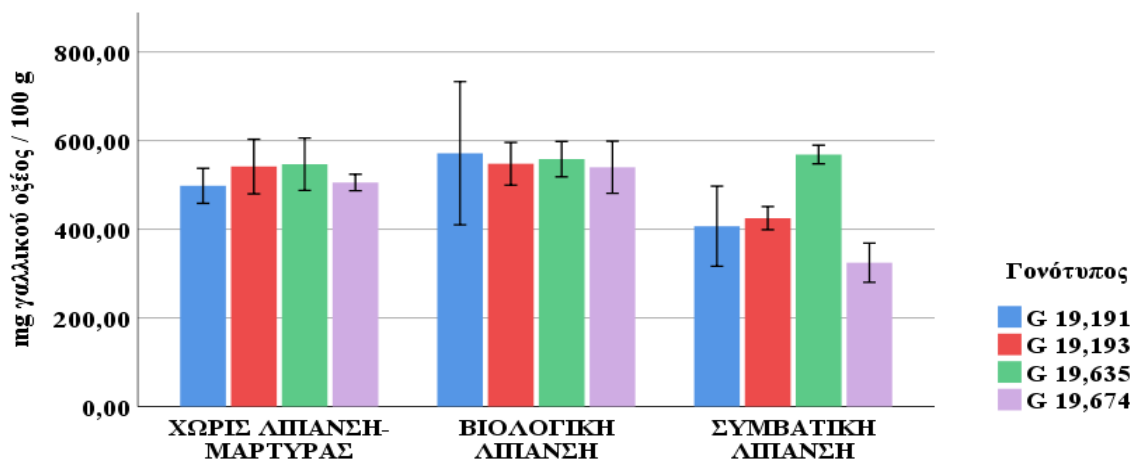
ότι η περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά δεν μεταβλήθηκε τόσο μεταξύ των γονότυπων υπό την ίδια μέθοδο λίπανσης.

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά τη μέθοδο λίπανσης ανά γονότυπο αποδείχθηκε ότι οι καρποί της βιολογικής λίπανσης παρουσίασαν μεγαλύτερη συγκέντρωση σε φαινολικά συστατικά σε σύγκριση με τους καρπούς χωρίς λίπανση (μάρτυρας) και εκείνους με τη συμβατική λίπανση. Στον γονότυπο G 19,191 δεν εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεθόδων λίπανσης, αλλά οι καρποί της βιολογικής λίπανσης εμφάνισαν μεγαλύτερη συγκέντρωση σε φαινολικά συστατικά ( $571,48 \pm 80,75$  mg GAE/100 g) από τους καρπούς χωρίς λίπανση ( $497,98 \pm 19,74$  mg GAE/100 g) και τους καρπούς της συμβατικής λίπανσης ( $406,81 \pm 45,17$  mg GAE/100 g). Στον γονότυπο G 19,193 υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και οι καρποί με βιολογική λίπανση είχαν επίσης μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σε φαινολικά συστατικά ( $547,68 \pm 24,06$  mg GAE/100 g), ενώ οι καρποί με συμβατική λίπανση παρουσίασαν την μικρότερη συγκέντρωση ( $424,98 \pm 13,06$  mg GAE/100 g). Αντίστοιχα, στον γονότυπο G 19,674 η μέση τιμή περιεκτικότητας φαινολικών συστατικών ήταν μεγαλύτερη στους καρπούς με βιολογική μέθοδο λίπανσης ( $514,95 \pm 22,53$  mg GAE/100 g), ακολούθησαν οι καρποί χωρίς λίπανση ( $512,93 \pm 9,95$  mg GAE/100 g) και μικρότερη τιμή εμφάνισαν οι καρποί με συμβατική μέθοδο λίπανσης ( $324,43 \pm 22,11$  mg GAE/100 g).

Εξάιρεση αποτέλεσαν οι καρποί του γονότυπου G 19,635 όπου η συγκέντρωση φαινολικών συστατικών βρέθηκε μεγαλύτερη στη συμβατική λίπανση ( $568,59 \pm 10,52$  mg GAE/100 g) από ότι στην βιολογική λίπανση ( $558,16 \pm 19,96$  mg GAE/100 g) και στους μάρτυρες ( $546,74 \pm 29,54$  mg GAE/100 g), χωρίς να υπάρχουν όμως στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Μεταξύ των γονότυπων που είχαν υποστεί την ίδια μέθοδο λίπανσης δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους γονότυπους που καλλιεργήθηκαν χωρίς λίπανση, αλλά ούτε και στους γονότυπους της βιολογικής λίπανσης. Στατιστικά σημαντικές διαφορές βρέθηκαν μόνο μεταξύ των γονότυπων με συμβατική λίπανση με τον γονότυπο G 19,635 να εμφανίζει μεγαλύτερη συγκέντρωση φαινολικών συστατικών, ενώ ο γονότυπος G 19,674 την μικρότερη συγκέντρωση όπως φαίνεται και στον Πίνακα IV.5.

### ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΑΙΝΟΛΙΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ



**Σχήμα IV.5:** Συνολικό φαινολικό περιεχόμενο σε mg γαλλικού οξέος/100 g των τεσσάρων γονότυπων ανά τύπο λίπανσης.

Η περιεκτικότητα των καρπών της *Rosa canina* σε φαινολικά συστατικά έχει βρεθεί ότι ποικίλει και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι η περιοχή, το υψόμετρο, οι κλιματικές και εδαφικές συνθήκες, καθώς και το στάδιο ωρίμανσης των καρπών (Eroğul et al., 2018). Οι Maloupa et al., (2021) έχουν μελετήσει τα φυτικοχημικά χαρακτηριστικά για τους ίδιους γονότυπους με την παρούσα εργασία, σε αυτοφυή φυτά από διαφορετικές περιοχές και υψόμετρο, πριν καλλιεργηθούν στον πιλοτικό αγρό. Τα αποτελέσματα της μελέτης έχουν δώσει τιμές για την συγκέντρωση των φαινολικών συστατικών από 83,56 έως 97 mg GAE/100 g για τους γονότυπους G 19,191, G 19,635 και G 19,674. Οι τιμές αυτές είναι μικρότερες από τις τιμές της παρούσας εργασίας για τους ίδιους γονότυπους. Αυτό εξηγείται με βάση το ότι οι συνθήκες καλλιέργειας διαφέρουν από τις συνθήκες που επικρατούν στο φυσικό περιβάλλον των φυτών και έτσι επηρεάζονται τα πρότυπα ανάπτυξης των φυτών και κατ' επέκταση η παραγωγή των δευτερογενών μεταβολιτών, όπως είναι και τα φαινολικά συστατικά (Papagrigoiriou et al., 2023).

Γενικά, για τη *Rosa canina* οι περισσότερες βιβλιογραφικές μελέτες αναφέρονται σε αυτοφυή φυτά με πολλές από αυτές να συγκλίνουν με τα αποτελέσματα της παρούσας

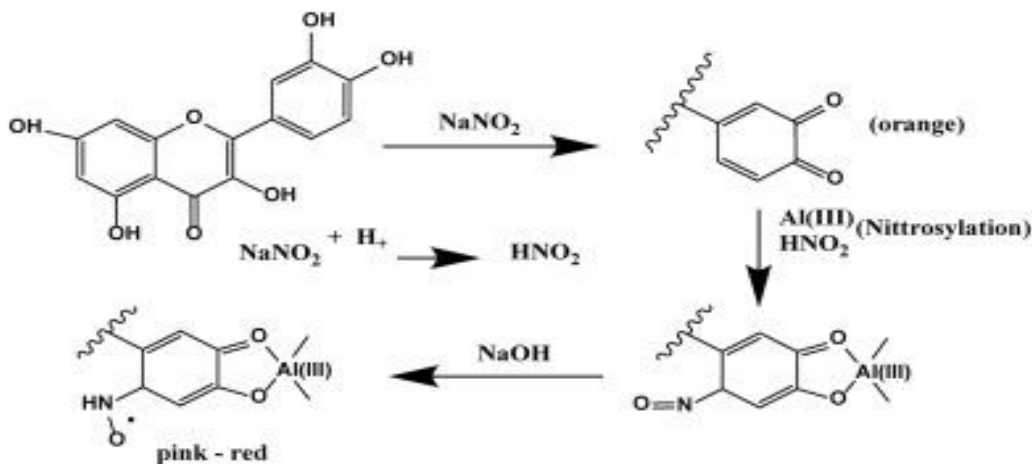
μελέτης. Οι Beyhan et al., (2017) έχουν μελετήσει φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των καρπών του φυτού της *Rosa canina* από διαφορετικές περιοχές της Τουρκίας και προσδιόρισαν τιμές φαινολικών συστατικών από 340-464mg GAE/100 g. Οι Roman et al., (2013) έχουν μελετήσει τη συγκέντρωση σε φαινολικά συστατικά των καρπών της *Rosa canina* από περιοχές της Ρουμανίας με διαφορετικό υψόμετρο. Οι τιμές για τα ολικά φαινολικά συστατικά κυμαίνεται από 326,3-575,1 mg GAE/100 g και έχει αποδειχθεί ότι οι περιβαλλοντικές συνθήκες και το υψόμετρο μπορούν να μεταβάλλουν το φαινολικό περιεχόμενο στα φυτά. Οι Bozhuyuk et al., (2021) σε μελέτη που πραγματοποίησαν σε αυτοφυή φυτά της *Rosa canina* και *Rosa dumalis* από περιοχή της Τουρκίας έχουν καταγράψει τιμές σε φαινολικό περιεχόμενο από 398 έως 511 mg GAE/100 g για την *Rosa canina*. Οι Eydurán et al., (2022) έχουν μελετήσει επίσης διάφορα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των αυτοφυών φυτών *Rosa canina* και *Rosa dumalis* στην Τουρκία. Για την *Rosa canina* οι τιμές του συνολικού φαινολικού περιεχομένου κυμαίνονται από 418 έως 507 mg GAE/100 g. Οι Atanassov et al., (2016) έχουν προσδιορίσει το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο σε διάφορα φυτά με φαρμακευτικές ιδιότητες στην Βουλγαρία, μεταξύ των οποίων και της *Rosa canina*. Η περιεκτικότητα των καρπών του φυτού σε φαινολικά συστατικά έχει βρεθεί 406,79 mg GAE/100 g ξηρού δείγματος. Οι Shameh et al., (2019) αναφέρουν τιμές για τα φαινολικά συστατικά από 3,76-8,17mg/ g φρέσκου δείγματος σε διάφορα είδη του γένους *Rosa* από το Ιράν και απέδειξαν ότι τόσο οι γενετικοί όσο και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες επηρεάζουν την περιεκτικότητα των καρπών σε φαινολικά συστατικά.

Όσον αφορά τη μέθοδο καλλιέργειας και το πώς η λίπανση μπορεί να επηρεάσει την σύσταση σε φαινολικά συστατικά στους καρπούς της *Rosa canina* υπάρχουν μέχρι στιγμής λίγες βιβλιογραφικές αναφορές. Ενδιαφέρον αποτελούν τα αποτελέσματα της μελέτης των Voća et al.,(2019) που προσδιόρισαν τις διαφορές που υπάρχουν στο συνολικό φαινολικό περιεχόμενο, στα ολικά φλαβονοειδή και στην αντιοξειδωτική δράση, στους καρπούς αυτοφυών φυτών της *Rosa canina*, και σε καρπούς βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας σε περιοχή της Κροατίας. Για το ολικό φαινολικό περιεχόμενο οι τιμές βρέθηκαν 1310,79 mg GAE/100 g για την βιολογική καλλιέργεια, 1210,19 mg GAE/100 g για τους καρπούς αυτοφυών φυτών και 1109,62 mg GAE/100 g για την συμβατική καλλιέργεια. Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε συμφωνία με τα

αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, όπου οι περισσότεροι γονότυποι που καλλιεργήθηκαν με βιολογική μέθοδο εμφάνισαν μεγαλύτερη συγκέντρωση σε φαινολικά συστατικά. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να αποδοθεί στο ότι στις βιολογικές μεθόδους καλλιέργειας δεν υπάρχουν πρόσθετα αγροτεχνικά μέτρα, όπως είναι η υπερβολική λίπανση και η εισαγωγή μεγάλων ποσοτήτων αζώτου στο έδαφος, που επηρεάζει αρνητικά τη συσσώρευση φαινολικών ενώσεων.

### IV.3. ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΩΝ ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΩΝ

Η φασματομετρική μέθοδος που χρησιμοποιείται για τον ποσοτικό προσδιορισμό των ολικών φλαβονοειδών στηρίζεται στη συμπλοκοποίηση των φλαβονοειδών με  $Al^{3+}$ . Ένα κατιόν αργιλίου μπορεί να σχηματίσει ένα, δύο ή και τρεις δεσμούς με τον ίδιο ή διαφορετικούς προσδέτες. Ως προσδέτες μπορούν να δράσουν όσα φλαβονοειδή φέρουν 5- ή 3-υδροξυ-4-κετονομάδες ή/και σε όξινες συνθήκες όλες οι ο-διυδροξυλομάδες. Με την πάροδο του χρόνου, η αρχική μέθοδος υπέστη αρκετές τροποποιήσεις, με την εισαγωγή νιτρώδους νατρίου ( $NaNO_2$ ) πριν από την προσθήκη χλωριούχου αργιλίου ( $AlCl_3$ ), όπως έγινε και στην παρούσα μελέτη. Η προσθήκη  $NaNO_2$  προκαλεί τη νιτροποίηση (nitration) κάθε ο-διυδροξυλομάδας σε αρωματικούς δακτυλίους (ο-διφαινόλες) εφόσον στις 3 από τις 4 θέσεις (δύο ο-υδροξύλια και οι σχετικοί άνθρακες) δεν υπάρχει υποκατάσταση ή στερεοδομική παρεμπόδιση (σχήμα IV.6). Η φωτομέτρηση πραγματοποιήθηκε στα 510 nm και για την πρότυπη καμπύλη χρησιμοποιήθηκε η κατεχίνη.



**Σχήμα IV.6.:** Συμπλοκοποίηση  $Al(III)$ -φλαβονοειδών (χρησιμοποιείται ως παράδειγμα η κερκετίνη) με παρουσία νιτρώδους νατρίου ( $NaNO_2$ ).

Στον πίνακα IV.6 και στο σχήμα IV.7 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της περιεκτικότητας σε φλαβονοειδή (μέσος όρος και τυπική απόκλιση) των δειγμάτων των τεσσάρων γονότυπων με κάθε μέθοδο λίπανσης (χωρίς λίπανση-μάρτυρας, βιολογική λίπανση, συμβατική λίπανση).

**Πίνακας IV.6:** Μέση τιμή και τυπική απόκλιση της περιεκτικότητας σε φλαβονοειδή εκφρασμένη σε mg κατεχίνης/100 g των τεσσάρων γονότυπων με κάθε μέθοδο λίπανσης (χωρίς λίπανση, βιολογική και συμβατική λίπανση).

ΓΟΝΟΤΥΠΟΣ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ
G 19,191	246,39±24,29 <sup>ab, A</sup>	297,39±26,90 <sup>b, A</sup>	197,92±8,58 <sup>a, AB</sup>
G 19,193	240,03±3,95 <sup>ab, A</sup>	271,31±18,41 <sup>b, A</sup>	196,40±13,93 <sup>a, AB</sup>
G 19,635	211,99±3,21 <sup>a, A</sup>	310,27±10,14 <sup>b, A</sup>	238,95±19,05 <sup>a, C</sup>
G 19,674	232,47±21,22 <sup>b, A</sup>	265,51±15,65 <sup>b, A</sup>	157,87±15,71 <sup>a, A</sup>

<sup>a, b, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες στην ίδια σειρά/γραμμή (ίδιος γονότυπος με διαφορετική λίπανση) δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA ( $p < 0.05$ ).

<sup>A, B, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες στην ίδια στήλη (διαφορετικός γονότυπος με ίδια λίπανση) δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA ( $p < 0.05$ ).

Η περιεκτικότητα των καρπών σε ολικά φλαβονοειδή κυμάνθηκε από 157 έως 310mg κατεχίνης/100 g δείγματος. Τη μεγαλύτερη συγκέντρωση σε ολικά φλαβονοειδή εμφάνισαν οι καρποί του γονότυπου G 19,635 με βιολογική λίπανση, ενώ την μικρότερη συγκέντρωση οι καρποί του γονότυπου G 19,674 με συμβατική μέθοδο λίπανσης. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα IV.6 η μέθοδος λίπανσης επηρέασε περισσότερο την περιεκτικότητα των καρπών του φυτού σε φλαβονοειδή παρά ο γονότυπος.

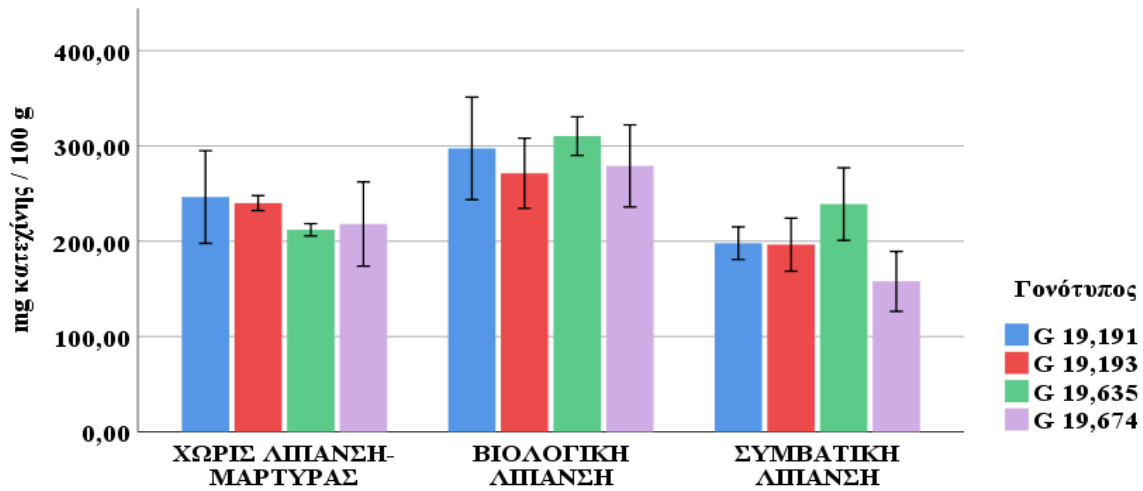
Πιο συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάλογα με την μέθοδο λίπανσης και στους τέσσερις γονότυπους. Σε όλους τους γονότυπους τα δείγματα με βιολογική μέθοδο λίπανσης εμφάνισαν μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης σε ολικά φλαβονοειδή σε σύγκριση με τα δείγματα χωρίς λίπανση, ενώ την μικρότερη τιμή είχαν τα δείγματα με συμβατική λίπανση. Για τον γονότυπο G 19,191 οι

τιμές των ολικών φλαβονοειδών βρέθηκαν  $297,39 \pm 26,90$  mg κατεχίνης/100 g για την βιολογική λίπανση,  $246,39 \pm 24,29$ mg κατεχίνης/100g για την καλλιέργεια χωρίς λίπανση και  $197,92 \pm 8,58$  mg κατεχίνης/100 g για την συμβατική λίπανση. Όσον αφορά τον γονότυπο G 19,193 οι τιμές των ολικών φλαβονοειδών ήταν  $271,31 \pm 18,41$ mg κατεχίνης/100g για την βιολογική λίπανση,  $240,03 \pm 3,95$  mg κατεχίνης/100 g για την καλλιέργεια χωρίς λίπανση και  $196,40 \pm 13,93$  mg κατεχίνης/100 g για την συμβατική λίπανση. Αντίστοιχα, οι τιμές που προέκυψαν για τα ολικά φλαβονοειδή για τον γονότυπο G 19,635 ήταν  $310,27 \pm 10,14$  mg κατεχίνης/100 g για την βιολογική λίπανση,  $211,99 \pm 3,21$  mg κατεχίνης/100 g για την καλλιέργεια χωρίς λίπανση και  $238,95 \pm 19,05$  mg κατεχίνης/100 g για την συμβατική λίπανση. Τέλος, για τον γονότυπο G 19,674 οι τιμές που προέκυψαν ήταν  $265,51 \pm 15,65$  mg κατεχίνης/100 g,  $232,47 \pm 21,22$  mg κατεχίνης/100 g,  $157,87 \pm 15,71$  mg κατεχίνης/100 g για την καλλιέργεια με βιολογική λίπανση, την καλλιέργεια χωρίς λίπανση και την καλλιέργεια με συμβατική λίπανση αντίστοιχα.

Μεταξύ των γονότυπων που είχαν υποστεί την ίδια μέθοδο λίπανσης δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους γονότυπους που καλλιεργήθηκαν χωρίς λίπανση, αλλά ούτε και στους γονότυπους της βιολογικής λίπανσης, όπως φαίνεται και στο Σχήμα IV.7. Στατιστικά σημαντικές διαφορές βρέθηκαν μόνο μεταξύ των γονότυπων με συμβατική μέθοδο λίπανσης με τον γονότυπο G 19,635 να εμφανίζει μεγαλύτερη συγκέντρωση σε ολικά φλαβονοειδή, ενώ ο γονότυπος G 19,674 την μικρότερη συγκέντρωση.



## ΟΛΙΚΑ ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΗ



**Σχήμα IV.7:** Περιεκτικότητα σε ολικά φλαβονοειδή σε mg κατεχίνης/100 g των τεσσάρων γονότυπων ανά τύπο λίπανσης.

Τα φλαβονοειδή, ως μια από τις βασικότερες κατηγορίες των φαινολικών ενώσεων, είναι πολύ γνωστά για τις αντιοξειδωτικές τους ιδιότητες και παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανθρώπινη υγεία, συμβάλλοντας στην ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος. Η περιεκτικότητα των καρπών του φυτού της *Rosa canina* σε φλαβονοειδή έχει βρεθεί ότι εξαρτάται από παράγοντες όπως είναι το υψόμετρο, το φως, η θερμοκρασία και τα θρεπτικά συστατικά του εδάφους (Shameh et al., 2019). Οι Roman et al., (2013) σε μελέτη που διεξήχθη σε καρπούς αυτοφυών φυτών της *Rosa canina* από περιοχές της Ρουμανίας με διαφορετικό υψόμετρο αναφέρουν χαμηλότερες τιμές για τα ολικά φλαβονοειδή (101,3-163,2 mg QE/100 g ) σε σύγκριση με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, ενώ οι Soare et al., (2015) σε άλλη περιοχή της Ρουμανίας έχουν αναφέρει υψηλότερες τιμές που κυμαίνονται από 206,13-672,67 mg Q/100 g. Οι Beyhan et al., (2017) μελέτησαν τους καρπούς της *Rosa canina* σε αυτοφυή φυτά στην Τουρκία και βρήκαν ότι η περιεκτικότητα σε ολικά φλαβονοειδή κυμαίνεται από 151-241mg QE/100 g. Οι Nadpal et al., (2016) έκαναν σύγκριση των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών από δύο φυτά του γένους *Rosa* (*Rosa canina* και *Rosa arvensis*) από περιοχή της Σερβίας και βρήκαν τιμή για τα ολικά φλαβονοειδή 0.65mg QUE/ g ξηρού δείγματος. Οι Rovná et al., (2020) σε μελέτη για τα

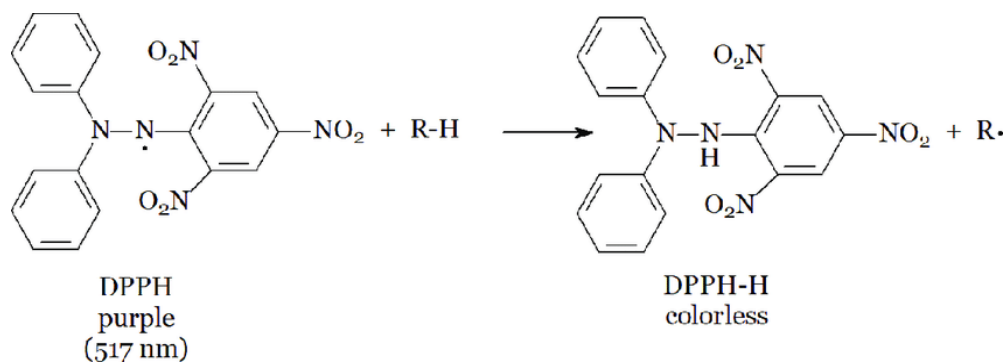
διάφορα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του φυτού της *Rosa canina* από τρεις διαφορετικές περιοχές της Σλοβακίας έχουν βρει ότι οι τιμές για τα ολικά φλαβονοειδή κυμαίνονται από 0,08 έως 2,03 mg QE/ g δείγματος. Οι Shameh et al., (2019) αναφέρουν τιμές για τα ολικά φλαβονοειδή από 0,99 έως 1,96 mg/ g φρέσκου δείγματος σε διάφορα είδη του γένους *Rosa* από το Ιράν, μεταξύ των οποίων και της *Rosa canina*. Αντίστοιχα οι Liaudanskas et al., (2021) έχουν βρει ότι η περιεκτικότητα σε ολικά φλαβονοειδή κυμαίνεται από 0,55 έως 5,01 mg RE/ g. Οι Bozhuyuk et al., (2021) και οι Eyduran et al., (2022) έχουν μελετήσει τα βιοχημικά και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των αυτοφυών φυτών *Rosa canina* και *Rosa dumalis* από περιοχή της Τουρκίας και έχουν βρει ότι οι τιμές για τα ολικά φλαβονοειδή κυμαίνονται από 0,95 έως 1,87 mg QUE/ g και από 1,09 έως 1,93 mg QUE/ g δείγματος αντίστοιχα. Η περιεκτικότητα των καρπών σε φλαβονοειδή έχει βρεθεί ότι επηρεάζεται και από το στάδιο ωρίμανσης, καθώς σε μελέτη των Barros et al., (2011) έχει αποδειχθεί ότι οι ώριμοι καρποί εμφανίζουν μεγαλύτερη συγκέντρωση σε φλαβονοειδή από τους ανώριμους καρπούς.

Οι βιβλιογραφικές αναφορές σχετικά με την επίδραση των διαφορετικών μεθόδων καλλιέργειας στην συγκέντρωση των φλαβονοειδών σε καρπούς του φυτού της *Rosa canina* είναι πολύ λίγες. Οι Voča et al.,(2019), σε μία προσπάθεια σύγκρισης διαφόρων φυσικοχημικών χαρακτηριστικών σε καρπούς αυτοφυών φυτών της *Rosa canina* και σε καρπούς βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας, αναφέρουν μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης σε φλαβονοειδή στους καρπούς της βιολογικής καλλιέργειας από ότι στους καρπούς της συμβατικής καλλιέργειας, γεγονός που συμπίπτει με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης. Η διαφορά που υπάρχει στη συγκέντρωση σε φλαβονοειδή στους καρπούς του φυτού μεταξύ της βιολογικής και της συμβατικής μεθόδου μπορεί να αποδοθεί στο διαθέσιμο άζωτο του εδάφους. Έχει αποδειχθεί ότι φυτά με περιορισμένες ποσότητες αζώτου όπως είναι τα φυτά της βιολογικής καλλιέργειας συσσωρεύουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σε φλαβονοειδή, από εκείνα με μεγαλύτερες ποσότητες αζώτου όπως είναι τα συμβατικής καλλιέργειας.

#### IV.4. ANΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΡΙΖΑΣ DPPH

Ο προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής δράσης έγινε με την μέθοδο DPPH. Το DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, 2,2-διφαινυλο-1-πικρυλυδραζίδιο) είναι μία σταθερή ρίζα που χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό για την αποτίμηση της δέσμευσης ελευθέρων ριζών, δηλαδή της αντιοξειδωτικής ικανότητας. Είναι μία από τις λίγες σταθερές και εμπορικά διαθέσιμες οργανικές ρίζες αζώτου, με απορροφήσεις σε ορατό και υπεριώδες και μέγιστο μήκος κύματος τα 517 nm. Το DPPH ανάγεται προς υδραζίνη όταν αντιδρά με δότες υδρογόνου, όπως για παράδειγμα με αντιοξειδωτικά, και αποχρωματίζεται. Πιο συγκεκριμένα, από πορφυρό χρώμα μετατρέπεται σε υποκίτρινο. Δηλαδή, η μέθοδος DPPH βασίζεται στην αναστολή της δράσης της ελεύθερης ρίζας DPPH (μωβ χρώμα) με προσθήκη σε αυτήν ενός ηλεκτρονίου (ή μιας ρίζας H·) από κάποιο αντιοξειδωτικό. Έτσι, σχηματίζεται το ηλεκτρονιακά ουδέτερο μόριο DPPH που έχει κίτρινο χρώμα.

Ο χρόνος της μεθόδου κυμαίνεται συνήθως από 5–20 min. Η μέθοδος αυτή εφαρμόστηκε αρχικά για να διαπιστωθεί η ύπαρξη ουσιών που δρουν ως δότες ατόμων υδρογόνου στα φυσικά προϊόντα, ενώ αργότερα εφαρμόστηκε για τον προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής δράσης, τόσο των μεμονωμένων φαινολικών συστατικών και των τροφίμων, όσο και των σχετικών βιολογικών δειγμάτων. Τα αποτελέσματα της μεθόδου αυτής εκφράζονται συνήθως σε ισοδύναμα Trolox. Στο Σχήμα IV.8 φαίνεται η διαδικασία αποχρωματισμού της ελεύθερης ρίζας DPPH.



**Σχήμα IV.8:** Διαδικασία αποχρωματισμού της ελεύθερης ρίζας DPPH.

Στον πίνακα IV.7 και στο σχήμα IV.9 δίνονται τα αποτελέσματα της αντιοξειδωτικής δράσης (μέσος όρος και τυπική απόκλιση) των δειγμάτων των τεσσάρων γονότυπων με κάθε μέθοδο λίπανσης (χωρίς λίπανση-μάρτυρας, βιολογική λίπανση, συμβατική λίπανση).

**Πίνακας IV.7:** Μέση τιμή και τυπική απόκλιση της αντιοξειδωτικής δράσης εκφρασμένη σε mg Trolox/100 g των τεσσάρων γονότυπων με κάθε μέθοδο λίπανσης (χωρίς λίπανση - μάρτυρας, βιολογική και συμβατική λίπανση).

ΓΟΝΟΤΥΠΟΣ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ
G 19,191	138,02±3,13 <sup>a, A</sup>	138,05±3,56 <sup>a, A</sup>	130,24±4,42 <sup>a, AB</sup>
G 19,193	147,05±2,38 <sup>a, BC</sup>	145,81±3,51 <sup>a, A</sup>	142,96±0,73 <sup>a, B</sup>
G 19,635	150,94±0,09 <sup>a, C</sup>	145,33±0,61 <sup>a, A</sup>	146,70±5,49 <sup>a, B</sup>
G 19,674	141,34±1,41 <sup>b, AB</sup>	141,14±1,16 <sup>b, A</sup>	118,62±9,08 <sup>a, A</sup>

<sup>a, b, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες στην ίδια σειρά/γραμμή (ίδιος γονότυπος με διαφορετική λίπανση) δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA ( $p < 0.05$ ).

<sup>A, B, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες στην ίδια στήλη (διαφορετικός γονότυπος με ίδια λίπανση) δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA ( $p < 0.05$ ).

Η αντιοξειδωτική δράση είναι μια σημαντική παράμετρος για την αξιολόγηση της βιολογικής δραστηριότητας των φυτών. Αρκετές μελέτες έχουν αποδείξει ότι πολλοί παράγοντες επηρεάζουν την αντιοξειδωτική δράση των φυτών, όπως είναι οι περιβαλλοντικές συνθήκες (για παράδειγμα η θερμοκρασία, η ηλιακή ακτινοβολία και η

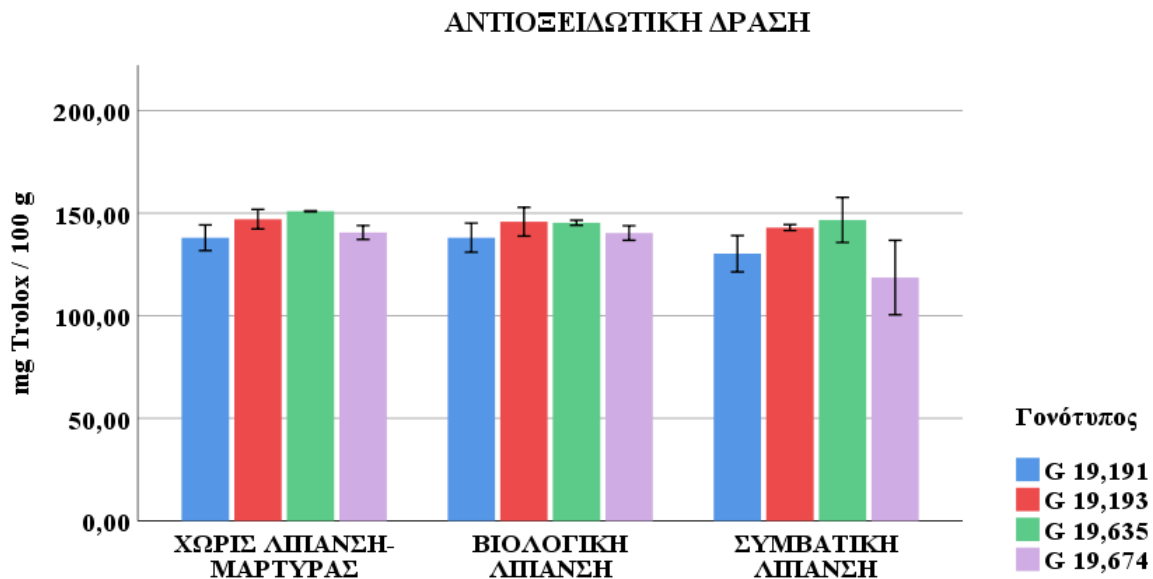
ξηρασία), ο γονότυπος, οι κλιματικές συνθήκες και η γεωγραφική θέση των φυτών (Bozhuyuk et al., 2021).

Η αντιοξειδωτική δράση των καρπών και από του τέσσερις γονότυπους εκφρασμένη σε mg Trolox/100 g κυμάνθηκε από 118 έως 150 mg/100 g. Την μεγαλύτερη τιμή αντιοξειδωτικής δράσης είχαν καρποί του γονότυπου G 19,635 που δεν είχαν υποστεί καμία μέθοδο λίπανσης, ενώ την μικρότερη τιμή αντιοξειδωτικής δράσης είχαν οι καρποί του γονότυπου G 19,674 με συμβατική μέθοδο λίπανσης. Επιπλέον, παρατηρείται ότι στους περισσότερους γονότυπους τα δείγματα της καλλιέργειας χωρίς λίπανση και εκείνα με βιολογική λίπανση εμφάνισαν μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση σε σύγκριση με τα δείγματα με συμβατική λίπανση. Η αντιοξειδωτική δράση των καρπών του φυτού αποδείχθηκε ότι επηρεάζεται και από τον γονότυπο εκτός από την μέθοδο λίπανσης, όπως φαίνεται και στον Πίνακα IV.7.

Πιο αναλυτικά, στον γονότυπο G19,191 η αντιοξειδωτική δράση βρέθηκε παραπλήσια στους καρπούς χωρίς λίπανση ( $138,02 \pm 3,13$  mg Trolox/100 g) και σε εκείνους με βιολογική λίπανση ( $138,05 \pm 3,56$  mg Trolox/100 g), ενώ την μικρότερη τιμή είχαν οι καρποί με συμβατική λίπανση ( $130,24 \pm 4,42$  mg Trolox/100 g), χωρίς να υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Αντίστοιχα, για τον γονότυπο G 19,193 η αντιοξειδωτική ικανότητα βρέθηκε επίσης μεγαλύτερη στα δείγματα χωρίς λίπανση ( $147,05 \pm 2,38$  mg Trolox/100 g) και σε εκείνα της βιολογικής λίπανσης ( $145,81 \pm 3,51$  mg Trolox/100 g), ενώ την μικρότερη τιμή είχαν τα δείγματα της συμβατικής λίπανσης ( $142,96 \pm 0,73$  mg Trolox/100 g). Στον γονότυπο G 19,635 οι τιμές της αντιοξειδωτικής δράσης κυμάνθηκαν από  $145,33 \pm 0,61$  mg Trolox/100 g (βιολογική λίπανση) έως  $150,94 \pm 0,09$  mg Trolox/100 g (μάρτυρας), χωρίς να υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Τέλος, μόνο στον γονότυπο G 19,674 υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της μεθόδου λίπανσης, όπου οι καρποί χωρίς λίπανση ( $141,34 \pm 1,41$  mg Trolox/100 g) και αυτοί με βιολογική λίπανση ( $141,14 \pm 1,16$  mg Trolox/100 g) είχαν υψηλότερες τιμές αντιοξειδωτικής δράσης από τους καρπούς με συμβατική λίπανση ( $118,62 \pm 9,08$  mg Trolox/100 g).

Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης προκύπτει ότι ο διαφορετικός γονότυπος επηρεάζει την αντιοξειδωτική δράση των καρπών. Στους γονότυπους χωρίς

λίπανση υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, με τον γονότυπο G 19,635 να έχει την μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση, ενώ ο γονότυπος G 19,191 την χαμηλότερη. Στους γονότυπους με βιολογική μέθοδο λίπανσης δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Μεταξύ των γονότυπων που είχαν υποστεί συμβατική μέθοδο λίπανσης υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και οι καρποί του γονότυπου G 19,635 είχαν την υψηλότερη τιμή αντιοξειδωτικής δράσης, ενώ οι καρποί του γονότυπου G 19,674 την μικρότερη τιμή όπως παρουσιάζονται και στον Πίνακα IV.7.



**Σχήμα IV.9:** Αντιοξειδωτική δράση μέσω της ικανότητας δέσμευσης της ρίζας DPPH εκφρασμένη σε mg Trolox/100 g των τεσσάρων γονότυπων ανά τύπο λίπανσης.

Η *Rosa canina* έχει αποδειχθεί ότι έχει την μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση σε σύγκριση με άλλα φυτά του γένους *Rosa*. Η υψηλή αντιοξειδωτική δράση του φυτού αποδίδεται συνήθως στις φαινολικές ενώσεις και στην περιεκτικότητά του σε φλαβονοειδή. Παρόλα αυτά, σε πολλές μελέτες δεν παρατηρείται η συσχέτιση αυτή και έχει αποδειχθεί ότι και τα σάκχαρα και το ασκορβικό οξύ που υπάρχει στο εκχύλισμα των καρπών του φυτού συμβάλλει στην αντιοξειδωτική του δράση (Barros et al., 2011). Οι Shameh et al., (2019) που έχουν μελετήσει την αντιοξειδωτική δράση από διαφορετικούς γονότυπους σε διάφορα είδη του γένους *Rosa* αναφέρουν την μεγαλύτερη τιμή στους

καρπούς της *Rosa canina* (37,6 mg AAE/100 g δείγματος), ενώ την μικρότερη στους καρπούς της *Rosa hemisphaerica* (3,8 mg AAE/100 g δείγματος). Οι Cunja et al., (2015) σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε διαφορετικά στάδια ωρίμανσης των καρπών και μετά από περίοδο πάγου έχουν διαπιστώσει ότι οι καρποί εμφανίζουν μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση στην πρώτη περίοδο συγκομιδής (Σεπτέμβριος), ενώ μετά την επίδραση του παγετού η αντιοξειδωτική δράση των καρπών μειώνεται σημαντικά. Οι Skrypnik et al., (2019) επίσης αναφέρουν μεγαλύτερες τιμές αντιοξειδωτικής ικανότητας σε καρπούς που ήταν πολύ ώριμοι, σε σύγκριση με τους ανώριμους καρπούς, σε διαφορετικές περιοχές της Ρωσίας.

Σε μία άλλη μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην Τουρκία διαπιστώθηκε ότι η αντιοξειδωτική δράση των καρπών σε διάφορα φυτά του γένους *Rosa* επηρεάζεται εκτός από το στάδιο ωρίμανσης και από το είδος και τον γονότυπο (Demir et al., 2014). Οι Eyduran et al., (2022) που μελέτησαν φυσικοχημικά χαρακτηριστικά από διαφορετικούς γονότυπους των φυτών της *Rosa canina* και *Rosa dumalis* αναφέρουν τιμές για την αντιοξειδωτική δράση στους καρπούς της *Rosa canina* από 22,3 έως 30,2 mg AAE/ g. Αντίστοιχα, οι Bozhuyuk et al., (2021) για διαφορετικούς γονότυπους αυτοφυών φυτών *Rosa canina* στην Τουρκία έχουν βρει τιμές από 21 έως 34 mg AAE/ g.

Η μέθοδος καλλιέργειας έχει επίσης αποδειχθεί ότι επηρεάζει την αντιοξειδωτική δράση των καρπών. Οι Voća et al., (2019) αναφέρουν διαφορετικές τιμές για την αντιοξειδωτική δράση σε καρπούς που είχαν προέλθει από βιολογική και συμβατική μέθοδο καλλιέργειας. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι οι καρποί της βιολογικής καλλιέργειας παρουσίασαν μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση από τους καρπούς της συμβατικής καλλιέργειας. Από τις βιβλιογραφικές αναφορές και από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι τόσο η μέθοδος λίπανσης, όσο και ο γονότυπος είναι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την αντιοξειδωτική δράση των καρπών του φυτού.

#### IV.5. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΒΙΤΑΜΙΝΗΣ C

Στον πίνακα IV.8 και στο σχήμα IV.10 δίνονται οι τιμές της βιταμίνης C (μέσος όρος και τυπική απόκλιση) των δειγμάτων των τεσσάρων γονότυπων με κάθε μέθοδο λίπανσης (χωρίς λίπανση-μάρτυρας, βιολογική λίπανση, συμβατική λίπανση).

**Πίνακας IV.8:** Μέση τιμή και τυπική απόκλιση της βιταμίνης C εκφρασμένη σε mg ασκορβικού οξέος/100 g των τεσσάρων γονότυπων με κάθε μέθοδο λίπανσης (χωρίς λίπανση - μάρτυρας, βιολογική και συμβατική λίπανση).

ΓΟΝΟΤΥΠΟΣ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ
G 19,191	67,2±5,47 <sup>b, A</sup>	54,9±4,28 <sup>b, A</sup>	17,51±3,75 <sup>a, A</sup>
G 19,193	119,12±9,15 <sup>ab, B</sup>	139,85±6,09 <sup>b, C</sup>	112,87±6,52 <sup>a, B</sup>
G 19,635	110,46±10,54 <sup>a, B</sup>	83,56±9,69 <sup>a, B</sup>	101,15±9,37 <sup>a, B</sup>
G 19,674	71,94±5,49 <sup>b, AB</sup>	71,83±6,22 <sup>b, AB</sup>	29,95±2,94 <sup>a, A</sup>

<sup>a, b, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες στην ίδια σειρά/γραμμή (ίδιος γονότυπος με διαφορετική λίπανση) δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA ( $p < 0.05$ ).

<sup>A, B, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες στην ίδια στήλη (διαφορετικός γονότυπος με ίδια λίπανση) δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA ( $p < 0.05$ ).

Τα αποτελέσματα έδειξαν μεγάλη διακύμανση στη συγκέντρωση των καρπών σε βιταμίνη C και οι τιμές της περιεκτικότητας κυμάνθηκαν από 17 έως 139 mg ασκορβικού οξέος/100 g. Τη μικρότερη τιμή συγκέντρωσης σε βιταμίνη είχαν οι καρποί του γονότυπου G 19,191 (17,51±3,75 mg ασκορβικού οξέος/100 g) που είχαν καλλιεργηθεί με συμβατική μέθοδο λίπανσης, ενώ την μεγαλύτερη τιμή συγκέντρωσης εμφάνισαν οι καρποί με



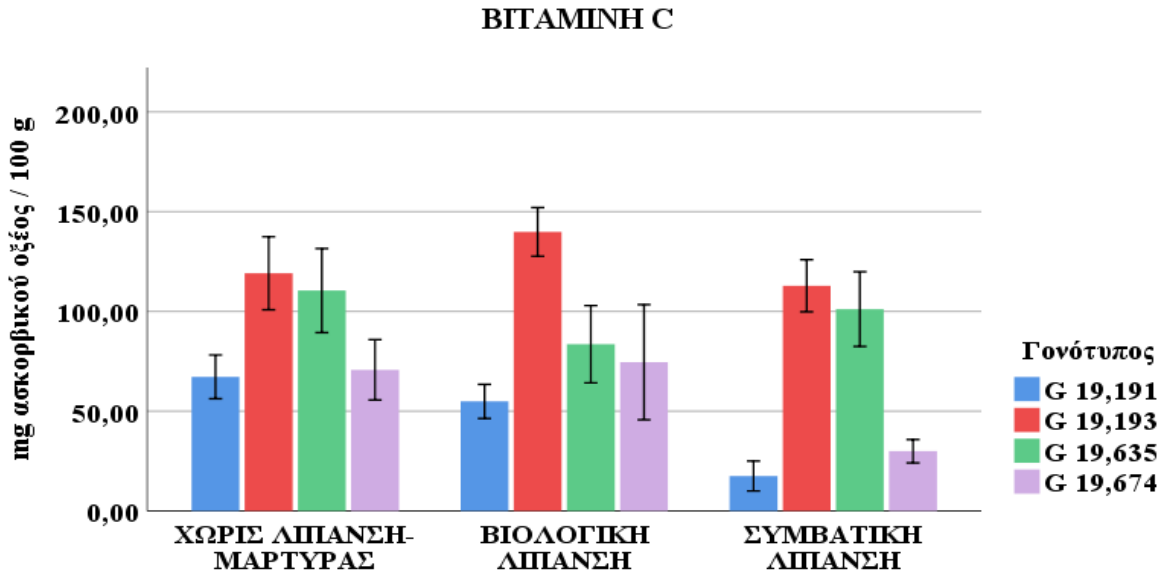
βιολογική μέθοδο λίπανσης στον γονότυπο G 19,193 ( $139,85 \pm 6,09$  mg ασκορβικού οξέος/100 g).

Γενικά, παρατηρείται ότι οι καρποί των γονότυπων που δεν είχαν υποστεί καμία μέθοδο λίπανσης και οι καρποί των γονότυπων με βιολογική λίπανση παρουσίασαν μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης σε βιταμίνη C από ότι εκείνοι με συμβατική μέθοδο λίπανσης, με εξαίρεση τους καρπούς του γονότυπου G 19,635. Επιπλέον φαίνεται ότι ανεξάρτητα της μεθόδου λίπανσης οι καρποί του γονότυπου G 19,193 εμφάνισαν μεγαλύτερη συγκέντρωση σε βιταμίνη C.

Πιο συγκεκριμένα, στον γονότυπο G 19,191 η περιεκτικότητα σε βιταμίνη C βρέθηκε μεγαλύτερη στους καρπούς χωρίς λίπανση ( $67,2 \pm 5,47$  mg ασκορβικού οξέος/100 g) και στους καρπούς της βιολογικής λίπανσης ( $54,9 \pm 4,28$  mg ασκορβικού οξέος/100 g), ενώ την μικρότερη τιμή είχαν οι καρποί της συμβατικής λίπανσης ( $17,51 \pm 3,75$  mg ασκορβικού οξέος/100 g). Αντίστοιχα, στον γονότυπο G 19,193 οι τιμές της συγκέντρωσης σε βιταμίνη C κυμάνθηκαν από  $112,87 \pm 6,52$  mg ασκορβικού οξέος/100 g για την συμβατική λίπανση έως  $139,85 \pm 6,09$  mg ασκορβικού οξέος/100 g για την βιολογική λίπανση. Για τον γονότυπο G 19,674 η τιμή της περιεκτικότητας σε βιταμίνη C βρέθηκε παραπλήσια στους καρπούς χωρίς λίπανση και σε εκείνους της βιολογικής λίπανσης με τιμές  $71,94 \pm 5,49$  mg ασκορβικού οξέος/100 g και  $71,83 \pm 6,22$  mg ασκορβικού οξέος/100 g αντίστοιχα, ενώ την μικρότερη συγκέντρωση είχαν οι καρποί της συμβατικής λίπανσης με τιμή  $29,95 \pm 2,94$  mg ασκορβικού οξέος/100 g. Εξαίρεση αποτέλεσε ο γονότυπος G 19,635 όπου οι καρποί χωρίς λίπανση είχαν την μεγαλύτερη συγκέντρωση σε βιταμίνη C ( $110,46 \pm 10,54$  mg ασκορβικού οξέος/100 g), ακολούθησαν οι καρποί με συμβατική λίπανση ( $101,15 \pm 9,37$  mg ασκορβικού οξέος/100 g), ενώ την μικρότερη τιμή είχαν οι καρποί με βιολογική λίπανση ( $83,56 \pm 9,69$  mg ασκορβικού οξέος/100 g), χωρίς όμως να παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Τα αποτελέσματα της μελέτης δείχνουν ότι εκτός από την μέθοδο λίπανσης, οι γενετικοί παράγοντες, όπως είναι ο διαφορετικός γονότυπος, φαίνεται να επηρεάζουν άμεσα την περιεκτικότητα των καρπών του φυτού σε βιταμίνη C. Από τον Πίνακα IV.8 παρατηρούνται μεγάλες διακυμάνσεις στην συγκέντρωση των καρπών, τόσο στους

γονότυπους που δεν είχαν υποστεί καμία λίπανση, όσο και στους γονότυπους με βιολογική και συμβατική μέθοδο λίπανσης.



**Σχήμα IV.10:** Περιεκτικότητα σε βιταμίνη C σε mg ασκορβικού οξέος /100 g των τεσσάρων γονότυπων ανά τύπο λίπανσης.

Οι καρποί του φυτού της *Rosa canina* θεωρούνται πολύτιμη φυσική πηγή βιταμίνης C. Τα οργανικά οξέα και τα φλαβονοειδή που περιέχονται στους καρπούς του φυτού έχει αποδειχθεί ότι αναστέλλουν την οξειδωση της βιταμίνης C, γεγονός που αυξάνει επιπλέον τη σταθερότητα και τη βιοδιαθεσιμότητά της στον ανθρώπινο οργανισμό. Οι βιβλιογραφικές αναφορές σχετικά με την περιεκτικότητα των καρπών της *Rosa canina* σε βιταμίνη C ποικίλλουν και έχει βρεθεί ότι μπορεί να κυμαίνεται από 180 έως 965 mg/100 g (Fascella et al., 2019). Οι διακυμάνσεις αυτές οφείλονται σε πλήθος παραγόντων, όπως είναι το υψόμετρο, οι γενετικοί παράγοντες, η μέθοδος καλλιέργειας, το στάδιο ωρίμανσης των καρπών, καθώς και οι μέθοδοι εκχύλισης και ανάλυσης. Επιπλέον, οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε περιοχή, αλλά και τα αγροτεχνικά μέτρα που εφαρμόζονται μεταβάλλουν την σύσταση των καρπών σε βιταμίνη C. Οι Skrypnik et al., (2019) που μελέτησαν διάφορα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά δύο ειδών του γένους *Rosa* (*Rosa canina* και *Rosa rugosa*) από τρεις διαφορετικές περιοχές της Ρωσίας αναφέρουν

ότι η περιεκτικότητα των καρπών σε βιταμίνη C εξαρτάται άμεσα από το στάδιο ωρίμανσης τους, καθώς και από την περιοχή συλλογής τους. Πιο συγκεκριμένα η μελέτη τους έδειξε ότι οι ώριμοι καρποί του φυτού εμφάνισαν μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης βιταμίνης C σε σύγκριση με τους ανώριμους καρπούς.

Οι Türkben et al., (2010) μελέτησαν επίσης τις διαφορές στην περιεκτικότητα των καρπών του φυτού σε βιταμίνη C ανάλογα με το στάδιο ωρίμανσής τους, αλλά και το πώς μπορεί να μεταβληθεί η συγκέντρωση της βιταμίνης μετά από επεξεργασία του καρπού. Για τους ανώριμους καρπούς η τιμή της περιεκτικότητας σε βιταμίνη C έχει βρεθεί 25,4 mg/100 g, ενώ για τους ώριμους 31,7 mg/100 g. Ύστερα από την επεξεργασία του καρπού η συγκέντρωση σε βιταμίνη C μειώνεται στα 15,17 mg/100 g μετά από ξήρανση και στα 26,71 mg/100 g μετά από επεξεργασία για παρασκευή μαρμελάδας. Έχει αποδειχθεί λοιπόν, ότι τόσο η τεχνική της ξήρανσης, όσο και η συγκέντρωση του οξυγόνου κατά την ξήρανση μπορούν να μειώσουν τη συγκέντρωση σε βιταμίνη C. Οι Georgieva et al., (2014) έχουν αποδείξει ότι η περιεκτικότητα του φυτού σε βιταμίνη C κατανέμεται άνισα στα διάφορα μέρη του (καρπός, σπέρματα και περικάρπιο) και έχουν βρει τιμές 0,4 mg/ g για τα σπέρματα, 1,1 mg/ g σε ολόκληρο τον καρπό, ενώ τη μεγαλύτερη συγκέντρωση είχε η διογκωμένη ανθοδόχη με τιμή 2,3 mg/ g.

Οι Bozhuyuk et al., (2021) έχουν μελετήσει διάφορους γονότυπους της *Rosa canina* σε αυτοφυή φυτά σε διαφορετικό υψόμετρο και αναφέρουν τιμές που κυμαίνονταν από 430 έως 678 mg/100 g φρέσκου δείγματος για την βιταμίνη C. Οι τιμές αυτές είναι πολύ μεγαλύτερες από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης και αυτό εξηγείται από το διαφορετικό υψόμετρο που βρίσκονται τα φυτά, αλλά και από το διαφορετικό γονότυπο.

Έχει αποδειχθεί ότι οι καρποί των φυτών της *Rosa canina* που αναπτύσσονται σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο εμφανίζουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις βιταμίνης C, λόγω της υψηλότερης έκθεσης στο φως και των χαμηλότερων ποσοτήτων οξυγόνου. Η έκθεση στο φως αυξάνει την ποσότητα του καροτενίου και έτσι προστατεύει το ασκορβικό οξύ στους καρπούς, ενώ η έλλειψη οξυγόνου μειώνει το οξειδωτικό στρες και τη διάσπαση του ασκορβικού οξέος (βιταμίνη C) (Bozhuyuk et al., 2021). Αυτό μπορεί να επιβεβαιωθεί και από την μελέτη των Maloupa et al., (2021) που μελέτησαν τους καρπούς των γονότυπων της παρούσας εργασίας πριν γίνει η καλλιέργεια τους στον πιλοτικό αγρό, όταν βρέθηκαν

ως αυτοφυή φυτά σε περιοχές με διαφορετικό υψόμετρο. Από τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης, η συγκέντρωση των καρπών σε βιταμίνη C είχε βρεθεί από 344 έως 426 mg ασκορβικού οξέος/100 g για τους γονότυπους G 19,191, G 19,674 και G 19,635. Οι τιμές αυτές είναι πολύ υψηλές σε σύγκριση με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας για τους ίδιους καλλιεργημένους γονότυπους. Αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί στην υψομετρική διαφορά των γονότυπων των αυτοφυών φυτών από τους καλλιεργημένους γονότυπους, καθώς και στις διαφορετικές συνθήκες καλλιέργειας που υποβλήθηκαν τα φυτά.

#### IV.6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΑΚΧΑΡΩΝ (ΓΛΥΚΟΖΗ-ΦΡΟΥΚΤΟΖΗ)

Στον πίνακα IV.9.1 και στο σχήμα IV.11 δίνονται οι τιμές της φρουκτόζης (μέσος όρος και τυπική απόκλιση) των δειγμάτων των τεσσάρων γονότυπων με κάθε μέθοδο λίπανσης (χωρίς λίπανση-μάρτυρας, βιολογική λίπανση, συμβατική λίπανση). Και στο πίνακα IV.9.2 και στο σχήμα IV.12 δίνονται οι τιμές της γλυκόζης (μέσος όρος και τυπική απόκλιση) των δειγμάτων των τεσσάρων γονότυπων με κάθε μέθοδο λίπανσης (χωρίς λίπανση-μάρτυρας, βιολογική λίπανση, συμβατική λίπανση).

**Πίνακας IV.9.1:** Μέση τιμή και τυπική απόκλιση της φρουκτόζης εκφρασμένη σε φρουκτόζης/100 g των τεσσάρων γονότυπων με κάθε μέθοδο λίπανσης (χωρίς λίπανση-μάρτυρας, βιολογική και συμβατική λίπανση).

<b>ΓΟΝΟΤΥΠΟΣ</b>	<b>ΜΑΡΤΥΡΑΣ</b>	<b>ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ</b>	<b>ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ</b>
G 19,191	3,06±0,85 <sup>a, A</sup>	3,41±0,91 <sup>a, A</sup>	3,98±0,88 <sup>a, A</sup>
G 19,193	3,45±0,34 <sup>ab, A</sup>	2,87±0,16 <sup>a, A</sup>	4,06±0,37 <sup>b, A</sup>
G 19,635	9,30±0,75 <sup>b, C</sup>	5,86±0,32 <sup>a, B</sup>	7,00±0,39 <sup>a, B</sup>
G 19,674	5,78±0,34 <sup>a, B</sup>	6,39±0,36 <sup>a, B</sup>	8,68±0,91 <sup>b, B</sup>

<sup>a, b, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες στην ίδια σειρά/γραμμή (ίδιος γονότυπος με διαφορετική λίπανση) δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA ( $p < 0.05$ ).

<sup>A, B, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες στην ίδια στήλη (διαφορετικός γονότυπος με ίδια λίπανση) δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA ( $p < 0.05$ ).

**Πίνακας IV.9.2:** Μέση τιμή και τυπική απόκλιση της γλυκόζης εκφρασμένη σε g γλυκόζης/100 g των τεσσάρων γονότυπων με κάθε μέθοδο λίπανσης (χωρίς λίπανση-μάρτυρας, βιολογική και συμβατική λίπανση).

ΓΟΝΟΤΥΠΟΣ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ
G 19,191	2,35±0,62 <sup>a, A</sup>	2,46±0,58 <sup>a, A</sup>	3,22±0,71 <sup>a, A</sup>
G 19,193	2,83±0,23 <sup>a, A</sup>	2,46±0,17 <sup>a, A</sup>	3,23±0,33 <sup>a, A</sup>
G 19,635	8,59±0,69 <sup>b, C</sup>	4,45±0,25 <sup>a, B</sup>	5,62±0,27 <sup>a, A</sup>
G 19,674	5,11±0,18 <sup>a, B</sup>	6,18±0,34 <sup>a, C</sup>	8,53±1,16 <sup>b, B</sup>

<sup>a, b, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες στην ίδια σειρά/γραμμή (ίδιος γονότυπος με διαφορετική λίπανση) δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA ( $p < 0.05$ ).

<sup>A, B, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες στην ίδια στήλη (διαφορετικός γονότυπος με ίδια λίπανση) δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA ( $p < 0.05$ ).

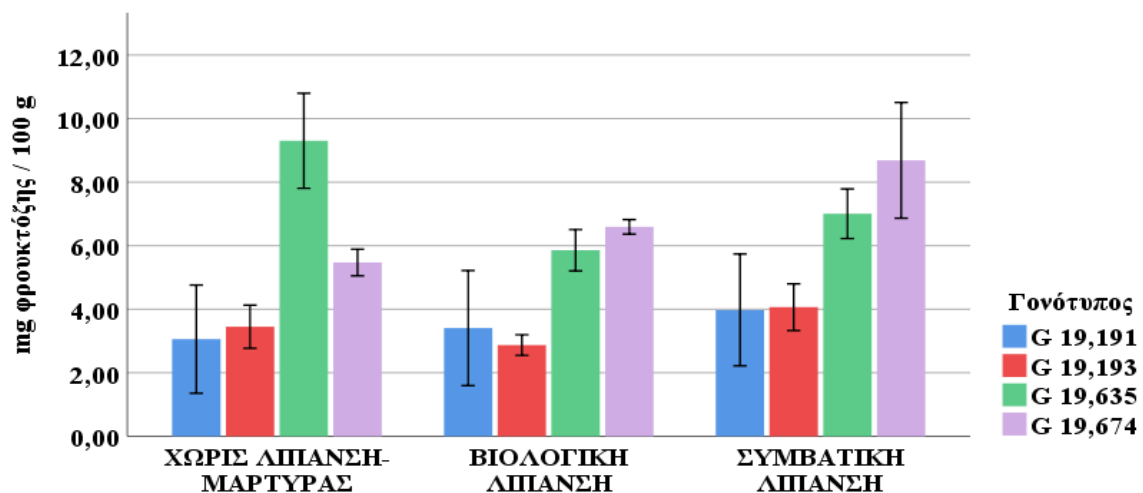
Γενικά, παρατηρείται ότι οι τιμές της γλυκόζης ήταν χαμηλότερες από αυτές της φρουκτόζης σε όλους τους γονότυπους, ανεξάρτητα από την μέθοδο λίπανσης. Η περιεκτικότητα των καρπών του φυτού τόσο σε φρουκτόζη, όσο και σε γλυκόζη εμφάνισε διακυμάνσεις και οι τιμές κυμάνθηκαν από 2,87- 9,30 g /100 g για την φρουκτόζη και από 2,35- 8,59 g /100 g για την γλυκόζη. Την μεγαλύτερη συγκέντρωση φρουκτόζης και γλυκόζης είχαν οι καρποί του γονότυπου G 19,635 χωρίς καμία μέθοδο λίπανσης, ενώ την μικρότερη συγκέντρωση φρουκτόζης είχαν οι καρποί με βιολογική λίπανση του γονότυπου G 19,193 και γλυκόζης οι καρποί του γονότυπου G 19,191 χωρίς λίπανση. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν τόσο μεταξύ της μεθόδου λίπανσης ανά γονότυπο, όσο και μεταξύ των γονότυπων υπό την ίδια καλλιεργητική μέθοδο.

Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης προκύπτει ότι η μέθοδος καλλιέργειας μπορεί να επηρεάσει την συγκέντρωση των καρπών της *Rosa canina* σε

φρουκτόζη και γλυκόζη. Γενικά, παρατηρήθηκε ότι στους περισσότερους γονότυπους, με εξαίρεση τον γονότυπο G 19,635, τα δείγματα που είχαν υποστεί συμβατική μέθοδο λίπανσης εμφάνισαν μεγαλύτερη συγκέντρωση φρουκτόζης και γλυκόζης, ενώ οι καρποί που δεν είχαν υποστεί κάποια λίπανση και εκείνοι με βιολογική λίπανση είχαν παραπλήσιες τιμές. Πιο αναλυτικά, για τον γονότυπο G 19,191 οι τιμές της φρουκτόζης κυμάνθηκαν από  $3,06 \pm 0,85$  g /100 g (μάρτυρας) έως  $3,98 \pm 0,88$  g /100 g (συμβατική λίπανση) και της γλυκόζης από  $2,35 \pm 0,62$  g /100 g (μάρτυρας) έως  $3,22 \pm 0,71$  g /100 g (συμβατική λίπανση). Αντίστοιχα, για τον γονότυπο G 19,193 η περιεκτικότητα των καρπών σε φρουκτόζη και γλυκόζη βρέθηκε παραπλήσια και κυμάνθηκε από  $2,87 \pm 0,16$  g /100 g (βιολογική λίπανση) έως  $4,06 \pm 0,37$  g /100 g (συμβατική λίπανση) για την φρουκτόζη και από  $2,46 \pm 0,17$  g /100 g (βιολογική λίπανση)  $3,23 \pm 0,33$  g /100 g (συμβατική λίπανση) για την γλυκόζη. Για τον γονότυπο G 19,674 οι συγκεντρώσεις βρέθηκαν υψηλότερες και κυμάνθηκαν από  $5,78 \pm 0,34$  g /100 g (μάρτυρας) έως  $8,68 \pm 0,91$  g /100 g (συμβατική λίπανση) για την φρουκτόζη και  $5,11 \pm 0,18$  g /100 g (μάρτυρας) έως  $8,53 \pm 1,16$  g /100 g (συμβατική λίπανση) για την γλυκόζη. Εξαίρεση αποτέλεσε ο γονότυπος G 19,635, όπου η συγκέντρωση της φρουκτόζης και της γλυκόζης βρέθηκε μεγαλύτερη στους καρπούς χωρίς λίπανση με τιμές  $9,30 \pm 0,75$  g /100 g και  $8,59 \pm 0,69$  g /100 g αντίστοιχα, ενώ οι καρποί με βιολογική και συμβατική μέθοδο λίπανσης εμφάνισαν μικρότερες τιμές.

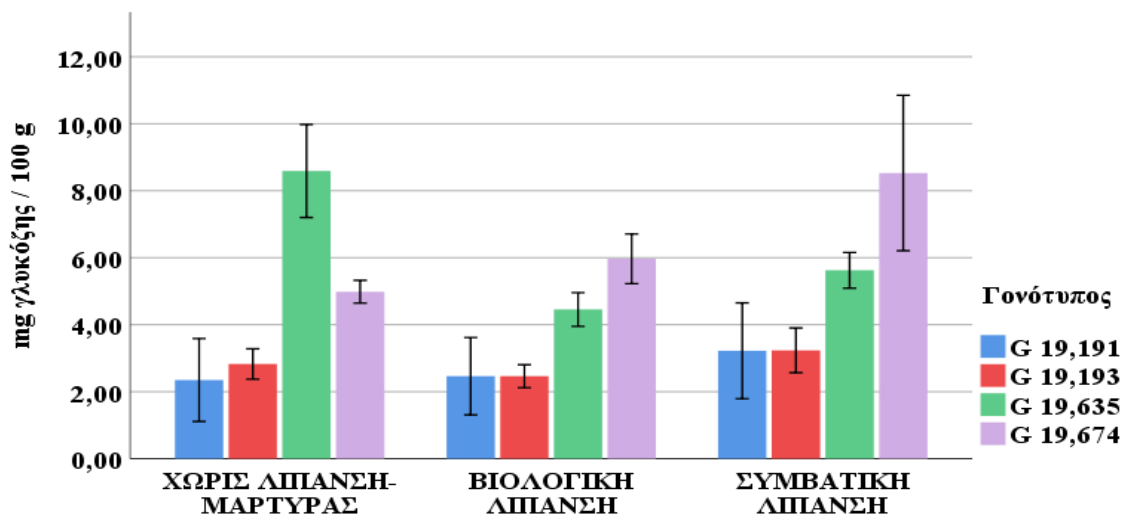
Η περιεκτικότητα των καρπών του φυτού της *Rosa canina* σε φρουκτόζη και γλυκόζη φαίνεται ότι εκτός από την μέθοδο λίπανσης επηρεάζεται και από τον γονότυπο. Πιο συγκεκριμένα, στα δείγματα που είχαν καλλιεργηθεί χωρίς λίπανση ο γονότυπος G 19,635 είχε την μεγαλύτερη τιμή φρουκτόζης και γλυκόζης, ενώ την μικρότερη τιμή των σακχάρων είχε ο γονότυπος G 19,191. Στους γονότυπους που είχαν υποστεί βιολογική λίπανση, όπως και στους γονότυπους που είχαν υποστεί συμβατική μέθοδο λίπανσης, την μεγαλύτερη τιμή σακχάρων εμφάνισε ο γονότυπος G 19,674, ενώ την μικρότερη ο γονότυπος G 19,191.

### ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΦΡΟΥΚΤΟΖΗ



**Σχήμα IV.11:** Περιεκτικότητα σε φρουκτόζη εκφρασμένη σε mg φρουκτόζης/100 g των τεσσάρων γονότυπων ανά τύπο λίπανσης.

### ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΓΛΥΚΟΖΗ



**Σχήμα IV.12:** Περιεκτικότητα σε γλυκόζη εκφρασμένη σε mg γλυκόζης /100 g των τεσσάρων γονότυπων ανά τύπο λίπανσης.



Τα βιβλιογραφικά δεδομένα για την περιεκτικότητα των καρπών της *Rosa canina* σε σάκχαρα ποικίλλουν λόγω περιβαλλοντικών παραγόντων, γεωγραφικής προέλευσης, γενετικής παραλλαγής και διαφορετικών μεθόδων ανάλυσης. Σύμφωνα με τους Barros et al., (2010), τα κυριότερα σάκχαρα που έχουν προσδιοριστεί ποσοτικά στους καρπούς του φυτού της *Rosa canina* είναι η γλυκόζη, η φρουκτόζη και η σακχαρόζη, ενώ αναφέρουν και την παρουσία τρεχαλόζης και ραφινόζης σε ανώριμους καρπούς. Στην παρούσα μελέτη τα κυρίαρχα σάκχαρα που ανιχνεύθηκαν ήταν η γλυκόζη και η φρουκτόζη. Οι Cunja et al., (2015) έχουν μελετήσει την μεταβολή των σακχάρων στους καρπούς αυτοφυών φυτών της *Rosa canina* ανάλογα με την περίοδο ωρίμανσης και αναφέρουν πολύ υψηλές τιμές σακχάρων (11,8-22,5 g/100 g για την φρουκτόζη και 10-21,5 g/100 g για την γλυκόζη). Οι Demir et al., (2014) που έχουν μελετήσει φυσικοχημικά χαρακτηριστικά από διάφορα είδη του γένους *Rosa* μεταξύ των οποίων και της *Rosa canina* αναφέρουν ότι η περιεκτικότητα σε σάκχαρα όσο και σε οργανικά οξέα αποτελεί δείκτη ποιότητας των καρπών και προσδιόρισαν τιμές 17,11 g/100 g ξηρού δείγματος για τη γλυκόζη και 18,84 g/100 g ξηρού δείγματος για την φρουκτόζη. Οι Barros et al., (2011) έχουν συγκρίνει ανώριμους και ώριμους καρπούς του φυτού της *Rosa canina* στην Πορτογαλία και έχουν βρει τιμές σακχάρων (γλυκόζης και φρουκτόζης) μεγαλύτερες στους ώριμους καρπούς από ότι στους ανώριμους. Πιο συγκεκριμένα οι τιμές που προσδιορίστηκαν για τους ανώριμους καρπούς ήταν 2,14 g/100 g για την φρουκτόζη και 1,17 g/100 g για την γλυκόζη, ενώ για τους ώριμους καρπούς οι τιμές βρέθηκαν 8,89 g/100 g για την φρουκτόζη και 7,46 g/100 g για την γλυκόζη. Οι Murathan et al., (2016) έχουν συγκρίνει διάφορα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των ώριμων καρπών του γένους *Rosa* μεταξύ των οποίων και της *Rosa canina* και αναφέρουν τιμές 8,05 g/100 g για την φρουκτόζη και 5,03 g/100 g για την γλυκόζη που είναι παρόμοιες με τις τιμές της παρούσας μελέτης. Οι Okatan et al., (2019) σε μελέτη από 11 διαφορετικούς γονότυπους του φυτού της *Rosa canina* που φυτρώνουν σε περιοχή της Τουρκίας σε δύο διαφορετικές χρονολογίες (2015 και 2016) αναφέρουν τιμές γλυκόζης και φρουκτόζης υψηλότερες σε σύγκριση με τις τιμές της παρούσας μελέτης. Πιο συγκεκριμένα, για το έτος 2015 οι τιμές για την φρουκτόζη κυμάνθηκαν από 7,65-15,74 g/100 g ξηρού δείγματος και για την γλυκόζη από 8,13-14,29 g/100 g ξηρού δείγματος, ενώ για το έτος 2016 οι τιμές βρέθηκαν από 7,20-14,82 g/100 g ξηρού δείγματος για την φρουκτόζη και 7,65-13,46 g/100 g ξηρού δείγματος για την γλυκόζη. Οι Özrenk et

al., (2012) έχουν αναφέρει τιμές από 7,96-14,76% για την φρουκτόζη και 8,06-12,94% για την γλυκόζη σε καρπούς της *Rosa canina* σε αυτοφυή φυτά στην περιοχή Ερζίντζαν της Τουρκίας.

Οι διαφορές αυτές που υπάρχουν στην συγκέντρωση των καρπών του φυτού σε γλυκόζη και φρουκτόζη στις διάφορες βιβλιογραφικές αναφορές και στην παρούσα μελέτη μπορεί να οφείλονται τόσο στο ότι οι καρποί της παρούσας μελέτης είναι καλλιεργημένοι σε σύγκριση με τα βιβλιογραφικά δεδομένα που αφορούν σε καρπούς αυτοφυών φυτών σε διάφορες περιοχές, όσο και στον στάδιο ωρίμανσης που βρίσκονται οι καρποί του φυτού, στο έδαφος και στις διαφορετικές κλιματικές συνθήκες ανά περιοχή.

## V. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η τιμή pH ήταν γενικά υψηλότερη στους καρπούς της βιολογικής καλλιέργειας και στους καρπούς χωρίς λίπανση για τους γονότυπους. Υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και μεταξύ των γονότυπων υπό την ίδια καλλιεργητική μέθοδο.
- Όσον αφορά την ογκομετρούμενη οξύτητα μόνο στον γονότυπο G 19,674 παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς τη μέθοδο λίπανσης, ενώ μεταξύ των γονότυπων υπό την ίδια μέθοδο καλλιέργειας υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους καρπούς της βιολογικής και της συμβατικής λίπανσης.
- Οι μετρήσεις της διαμέτρου των καρπών εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς τη μέθοδο λίπανσης μόνο στους γονότυπους G 19,635 και G 19,674, όπου οι καρποί της βιολογικής λίπανσης είχαν μεγαλύτερη τιμή διαμέτρου από αυτούς χωρίς λίπανση και εκείνους της συμβατικής λίπανσης. Ο διαφορετικός γονότυπος φάνηκε να επηρεάζει περισσότερο τη διάμετρο των καρπών παρά η μέθοδος λίπανσης.
- Η περιεκτικότητα των καρπών σε φαινολικά συστατικά βρέθηκε μεγαλύτερη στους καρπούς των γονότυπων χωρίς λίπανση και στους καρπούς της βιολογικής λίπανσης. Εξάιρεση αποτέλεσαν οι καρποί του γονότυπου G 19,635, όπου η συγκέντρωση σε φαινολικά συστατικά ήταν μεγαλύτερη στους καρπούς της συμβατικής καλλιέργειας, χωρίς να υπάρχουν όμως στατιστικά σημαντικές διαφορές.
- Η περιεκτικότητα των καρπών του φυτού σε φλαβονοειδή βρέθηκε μεγαλύτερη στη βιολογική μέθοδο λίπανσης σε όλους τους γονότυπους, σε σύγκριση με τη καλλιέργεια χωρίς λίπανση και τη συμβατική λίπανση.
- Η αντιοξειδωτική δράση των καρπών φάνηκε να μεταβάλλεται περισσότερο με βάση τον γονότυπο, παρά με τη μέθοδο καλλιέργειας των φυτών.
- Όσον αφορά τη βιταμίνη C αποδείχθηκε ότι τόσο ο γονότυπος, όσο και η μέθοδος καλλιέργειας επηρεάζουν την περιεκτικότητα των καρπών του φυτού. Μεταξύ των

γονότυπων που είχαν καλλιεργηθεί χωρίς καμία λίπανση, αλλά και σε εκείνους της βιολογικής και της συμβατικής λίπανσης παρατηρήθηκαν μεγάλες διακυμάνσεις. Γενικά οι καρποί της βιολογικής λίπανσης και εκείνοι χωρίς λίπανση είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση σε βιταμίνη C σε σύγκριση με εκείνους της συμβατικής καλλιέργειας.

- Από την ανάλυση των σακχάρων προέκυψε ότι η συγκέντρωση της φρουκτόζης ήταν υψηλότερη από τη συγκέντρωση της γλυκόζης σε όλα τα δείγματα των καρπών του φυτού. Η μέθοδος συμβατικής λίπανσης οδήγησε σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σακχάρων. Εξαίρεση αποτέλεσε ο γονότυπος G 19,635, όπου οι καρποί χωρίς λίπανση είχαν υψηλότερες τιμές σακχάρων από τους καρπούς της βιολογικής και της συμβατικής καλλιέργειας.
- Επιπλέον ο γονότυπος επηρέασε τη συγκέντρωση των σακχάρων υπό την ίδια καλλιεργητική επεξεργασία.

Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης προκύπτει το συμπέρασμα ότι τόσο οι διαφορετικές γεωργικές πρακτικές που εφαρμόζονται στα φυτά, όσο και ο γονότυπος των καρπών του φυτού της *R. canina* μπορούν να συμβάλλουν στη διαμόρφωση της ποιότητάς τους. Η βιολογική μέθοδος λίπανσης και η καλλιέργεια χωρίς λίπανση φάνηκε να ενισχύουν περισσότερο την περιεκτικότητα των καρπών σε φαινολικά συστατικά, φλαβονοειδή και βιταμίνη C, σε σύγκριση με τη συμβατική μέθοδο λίπανσης, στους περισσότερους γονότυπους της μελέτης.

Δεδομένου ότι, οι βιβλιογραφικές αναφορές σχετικά με την επίδραση της μεθόδου καλλιέργειας στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των καρπών του φυτού είναι λίγες, η μελέτη αυτή μπορεί να θέσει τις βάσεις για την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου καλλιέργειας, με σκοπό τη μελλοντική αξιοποίηση των καρπών της *Rosa canina*, τόσο στη διατροφή, όσο και στη ανθρώπινη υγεία.

Τέλος, καθώς τα φυτά βρίσκονταν στο πρώτο έτος της φύτευσής τους, η περαιτέρω μελέτη τους τα επόμενα χρόνια θα ήταν απαραίτητη, με σκοπό τη διαπίστωση της επίδρασης της μεθόδου καλλιέργειας, αλλά και του γονότυπου στη διαμόρφωση της ποιότητας των φυτών.

## **BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adamczak, A., Buchwald, W., Zieliński, J., & Mielcarek, S. (2012). Flavonoid and organic acid content in rose hips (*Rosa L.*, Sect. *Caninae* Dc. Em. Christ.). *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 54(1), 105–112. <https://doi.org/10.2478/v10182-012-0012-0>.
- Ahmad, N., Anwar, F., & Gilani, A.-ul-H. (2016). Rose Hip (*Rosa canina L.*) Oils. In *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety* (V.R. Preedy, ed.). Academic Press, Cambridge, UK. pp. 667–675. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00076-6>.
- Alp, S., & Koyuncu, M. (2010). Rose (*Rosa spp.*) genetic resources of Lake Van basin, Turkey: Endangered antic roses of old Van gardens. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 57, 807–812. <https://doi.org/10.1007/s10722-009-9520-5>.
- Anderson, K. A., Magnuson, B. A., Tschirgi, M. L., & Smith, B. (1999). Determining the geographic origin of potatoes with trace metal analysis using statistical and neural network classifiers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(4), 1568–1575. <https://doi.org/10.1021/jf980677u>.
- Andersson, U., Berger, K., Högberg, A., Landin-Olsson, M., & Holm, C. (2012). Effects of rose hip intake on risk markers of type 2 diabetes and cardiovascular disease: A randomized, double-blind, cross-over investigation in obese persons. *European Journal of Clinical Nutrition*, 66, 585–590. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2011.203>
- Atanassov, L., Shariati, M., Atanassova, M., Khan, M. U., Majeed, M., & Rashidzadeh, S. (2016). Phenolic compounds in traditional Bulgarian medical plants. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 6(2), 858-862. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2016.6.2.858-862>
- Ayati, Z., Amiri, M. S., Ramezani, M., Delshad, E., Sahebkar, A., & Emami, S. A. (2018). Phytochemistry, traditional uses and pharmacological profile of rose hip: A review.

Current Pharmaceutical Design, 24(35), 4101–4124.  
<https://doi.org/10.2174/1381612824666181010151849>

Barros, L., Carvalho, A. M., & Ferreira, I. C. F. R. (2011). Exotic fruits as a source of important phytochemicals: Improving the traditional use of *Rosa canina* fruits in Portugal. Food Research International, 44(7), 2233–2236.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.10.005>

Barros, L., Carvalho, A. M., Morais, J. S., & Ferreira, I. C. F. R. (2010). Strawberry-tree, blackthorn and rose fruits: Detailed characterisation in nutrients and phytochemicals with antioxidant properties. Food Chemistry, 120(1), 247–254.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.10.016>

Benković-Lačić, T., Japundžić-Palenkić, B., Miroslavljević, K., Rakić, M., Obradović, V., Japundžić, M., & Benković, R. (2022). Morphological, pomological, and nutritional value of wild and cultivated rosehip (*Rosa canina* L.) genotypes in Slavonia, Croatia. Acta Agrobotanica, 75, article 7512.  
<https://doi.org/10.5586/aa.7512>

Beyhan, Ö., Koç, A., Ercisli, S., Jurikova, T., & Cakir, O. (2017). Bioactive content of *Rosa canina* biotypes from Turkey. Oxidation Communications, 40(1), 178–185.  
<https://www.researchgate.net/publication/316958951>

Bhave, A., Schulzova, V., Chmellarova, H., Mrnka, L., & Hajslova, J. (2017). Assessment of rosehips based on the content of their biologically active compounds. Journal of Food and Drug Analysis, 25(3), 681–690. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2016.12.019>

Bilgin, N. A., Mısırlı, A., Şen, F., Türk, B., & Yağmur, B. (2020). Fruit pomological, phytochemical characteristic and mineral content of rosehip genotypes. International Journal of Food Engineering, 6(1), 18–23. <https://doi.org/10.18178/ijfe.6.1.18-23>

Bordeleau G., Myers-Smith, I., Midak, M., & Szeremeta, A. (2002). Food Quality: A comparison of organic and conventional fruits and vegetables. Wageningen University and Research Library, student report.

- Bozhuyuk, M. R., Ercisli, S., Karatas, N., Ekiert, H., Elansary, H. O., & Szopa, A. (2021). Morphological and biochemical diversity in fruits of unsprayed *Rosa canina* and *Rosa dumalis* ecotypes found in different agroecological conditions. *Sustainability*, 13(14), 8060. <https://doi.org/10.3390/su13148060>
- Butkevičiūtė, A., Urbškaitė, R., Liaudanskas, M., Obelevičius, K., & Janulis, V. (2022). Phenolic content and antioxidant activity in fruit of the genus *Rosa L.* *Antioxidants*, 11(5), 912. <https://doi.org/10.3390/antiox11050912>
- Celik, F., Kazankaya, A., & Ercisli, S. (2009). Fruit characteristics of some selected promising rose hip (*Rosa spp.*) genotypes from Van region of Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 4(3), 236-240. <http://www.academicjournals.org/AJAR>
- Christensen, L. P. (2009). Galactolipids as Potential Health Promoting Compounds in Vegetable Foods. *Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture*, 1(1), 50-58. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20653526/>
- Christie, P. J., Alfenito, M. R., & Walbot, V. (1994). Impact of low-temperature stress on general phenylpropanoid and anthocyanin pathways: Enhancement of transcript abundance and anthocyanin pigmentation in maize seedlings. *Planta*, 194(4), 541-549. <https://doi.org/10.1007/BF00714468>
- Cohen, M. (2012). Rosehip - An evidence based herbal medicine for inflammation and arthritis. *Australian Family Physician*, 41(7), 495-498. PMID: 22762068
- Cunja, V., Mikulic-Petkovsek, M., Zupan, A., Stampar, F., & Schmitzer, V. (2015). Frost decreases content of sugars, ascorbic acid and some quercetin glycosides but stimulates selected carotenes in *Rosa canina* hips. *Journal of Plant Physiology*, 178, 55–63. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2015.01.014>
- Dabaghian, H. F., Sigarudi, K. F., Shirazi, T. M., & Huseini, F. H. (2015). Effects of *Rosa canina L.* fruit on glycemia and lipid profile in type 2 diabetic patients: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Journal of Medical Plants*, 14(55), 95-104. <http://jmp.ir/article-1-1046-en.html>

- Dai, J., & Mumper, R. J. (2010). Plant phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*, 15(10), 7313–7352. <https://doi.org/10.3390/molecules15107313>
- Deliorman Orhan, D., Hartevioğlu, A., Küpeli, E., & Yesilada, E. (2007). In vivo anti-inflammatory and antinociceptive activity of the crude extract and fractions from *Rosa canina L.* fruits. *Journal of Ethnopharmacology*, 112(2), 394–400. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2007.03.029>
- Demir, F., & Özcan, M. (2001). Chemical and technological properties of rose (*Rosa canina L.*) fruits grown wild in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 47(4), 333–336. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00129-1](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00129-1)
- Demir, N., Yildiz, O., Alpaslan, M., & Hayaloglu, A. A. (2014). Evaluation of volatiles, phenolic compounds, and antioxidant activities of rose hip (*Rosa L.*) fruits in Turkey. *LWT – Food Science and Technology*, 57(1), 126–133. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.12.038>
- Devareddy, L., Hooshmand, S., Collins, J. K., Lucas, E. A., Chai, S. C., & Arjmandi, B. H. (2008). Blueberry prevents bone loss in ovariectomized rat model of postmenopausal osteoporosis. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 19(10), 694–699. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2007.09.004>
- Doğan, A., & Kazankaya, A. (2006). Fruit properties of rose hip species grown in lake Van Basin (Eastern Anatolia region). *Asian Journal of Plant Sciences*, 5(1), 120–122. DOI: 10.3923/ajps.2006.120.122.
- El Qarnifa, S., El Antari, A., & Hafidi, A. (2019). Effect of maturity and environmental conditions on chemical composition of olive oils of introduced cultivars in Morocco. *Journal of Food Quality*, volume 2019, article ID 1854539. <https://doi.org/10.1155/2019/1854539>
- Ercisli, S. (2005). Rose (*Rosa spp.*) germplasm resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 52, 787–795. <https://doi.org/10.1007/s10722-003-3467-8>



- Ercisli, S. (2007). Chemical composition of fruits in some rose (*Rosa spp.*) species. Food Chemistry, 104(4), 1379–1384. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.053>
- Eroğul, D., & Oğuz, H. İ. (2018). Determining the physico-chemical characteristics of the rosehip genotypes grown naturally in Adiyaman Province. Erwerbs-Obstbau, 60, 195–201. <https://doi.org/10.1007/s10341-017-0358-2>
- Eyduran, S. P., Akin, M., Ercisli, S., & Zeybekoglu, E. (2022). Morphological and biochemical diversity in *Rosa* species. Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus, 21(5), 163–171. <https://doi.org/10.24326/asphe.2022.5.14>
- Fan, C., Pacier, C. & Martirosyan, D. M. (2014). Rosehip (*Rosa canina L.*): A functional food perspective. Functional Foods in Health and Disease, 4(12), 493-509. <https://doi.org/10.31989/ffhd.v4i12.159>
- Fascella, G., D'Angiolillo, F., Mammano, M. M., Amenta, M., Romeo, F. V., Rapisarda, P., & Ballistreri, G. (2019). Bioactive compounds and antioxidant activity of four rose hip species from spontaneous Sicilian flora. Food Chemistry, 289, 56–64. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.02.127>
- Fetni, S., Bertella, N., Ouahab, A., Martinez Zapater, J. M., & Fernandez, S. de P. (2020). Composition and biological activity of the Algerian plant *Rosa canina L.* by HPLC-UV-MS. Arabian Journal of Chemistry, 13(1), 1105–1119. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2017.09.013>
- Folta, K., & Gardiner, S. (2009). Genetics and Genomics of Rosaceae. Springer, Cambridge, UK. 10.1007/978-0-387-77491-6.
- Georgieva, S., Angelov, G., Boyadzhieva, S., (2014). Concentration of vitamin C and antioxidant activity of rosehip extracts. Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 49 (5), 451-454.
- Ghazghazi, H., Miguel, M. G., Hasnaoui, B., Sebei, H., Ksontini, M., Figueiredo, A. C., Pedro, L. G., & Barroso, J. G. (2010). Phenols, essential oils, and carotenoids of *Rosa canina* from Tunisia and their antioxidant activities. African Journal of Biotechnology, 9(18), 2709–2716. <http://www.academicjournals.org/AJB>

- Grdiša, M., ŠicŽlabur, J., Varga, F., Bosilj, P., Skendrović-Babojelić, M., Klepo, T., &Šatović, Z. (2022). Phytochemical diversity of *Rosa canina L.* populations in Croatia. *Macedonian Pharmaceutical Bulletin*, 68(2), 57–58. <https://doi.org/10.33320/maced.pharm.bull.2022.68.04.023>
- Guimarães, R., Barros, L., Calhelha, R. C., Carvalho, A. M., Queiroz, M. J. R. P., & Ferreira, I. C. F. R. (2014). Bioactivity of different enriched phenolic extracts of wild fruits from northeastern Portugal: A comparative study. *Plant Foods for Human Nutrition*, 69(1), 37–42. <https://doi.org/10.1007/s11130-013-0394-5>
- Güneş, M., Dölek, U., &Elmastaş, M. (2016). Pomological changes in some rosehip species during ripening. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, 33(3), 214–222. <https://doi.org/10.13002/jafag1139>
- Güney, M. (2020). Determination of fatty acid profile and antioxidant activity of rosehip seeds from Turkey. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 4(1), 114–118. <https://doi.org/10.31015/jaefs.2020.1.13>
- Gürağaç Dereli F. T., Ilhan, M., & Belwal T. (2022). *Novel Drug Targets with Traditional Herbal Medicines: Scientific and Clinical Evidence*. Springer Cham., <https://doi.org/10.1007/978-3-031-07753-1>
- Hubert P. A., Lee S. G., Lee S.-K., & Chun O. K. (2014). Dietary polyphenols, berries, and age-related bone loss: A review based on human, animal, and cell studies. *Antioxidants*, 3(1), 144-158. <https://doi.org/10.3390/antiox3010144>
- Iancu, P., Soare, R., Dinu, M., Soare, M., Bonea, D., & Popescu, M. (2020). Analysis of the existing research regarding the use of the species *Rosa Canina L.* *Scientific Papers, Series B, Horticulture*, 64(2), 325-331.
- Ilyasoğlu, H. (2014). Characterization of rosehip (*Rosa canina L.*) seed and seed oil. *International Journal of Food Properties*, 17(7), 1591–1598. <https://doi.org/10.1080/10942912.2013.777075>

- İpek, P., Balta F. (2020). Fruit properties of rose hips (*Rosa spp.*) genotypes selected from Akkus, Ordu Province. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Science*, 30(2), 338-344. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.680453>
- Javanmard, M., Asadi-Gharneh, H. A., & Nikneshan, P. (2018). Characterization of biochemical traits of dog rose (*Rosa canina L.*) ecotypes in the central part of Iran. *Natural Product Research*, 32(14), 1738–1743. <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1396591>
- Johnson, W., Bergfeld, W. F., Belsito, D. V., Hill, R.A., Klaassen, C. D., Liebler, D. C., Marks, J. G., Shank, R. C., Slaga, T. J., Snyder, P. W., Gill, L. J., & Heldreth, B. (2022). Safety assessment of *Rosa canina*-derived ingredients as used in cosmetics. *International Journal of Toxicology*, 41(1), 44S-60S. <https://doi.org/10.1177/10915818221080088>
- Kabata-Pendias, A. (2010). Trace elements in soils and plants (4th ed.). CRC Press. Boca Baton. <https://doi.org/10.1201/b10158>
- Kazankaya, A., Ylimaz, M., & Balta, M.F. (2004). Pomological description of *Rosa canina* selections from Eastern Anatolia, Turkey. *International Journal of Botany*, 1(1), 100–102. <https://doi.org/10.3923/ijb.2005.100.102>
- Kazaz, S., Baydar, H., & Erbas, S. (2009). Variations in Chemical Compositions of *Rosa damascena Mill.* and *Rosa canina L. Fruits*. *Czech Journal of Food Sciences*, 27(3), 178-184. DOI: 10.17221/5/2009-CJFS
- Kharazmi, A. (2008). Laboratory and preclinical studies on the anti-inflammatory and antioxidant properties of rosehip powder – Identification and characterization of the active component GOPO®. *Osteoarthritis and Cartilage*. 16(1), S5-S7. [https://doi.org/10.1016/S1063-4584\(08\)60003-5](https://doi.org/10.1016/S1063-4584(08)60003-5)
- Kharazmi, A., & Winther, K. (1999). Rose hip inhibits chemotaxis and chemiluminescence of human peripheral blood neutrophils in vitro and reduces certain inflammatory parameters in vivo. *Inflammopharmacology*, 7, 377-386. <https://doi.org/10.1007/s10787-999-0031-y>

- Khazaei, M., Khazaei, M., &Pazhouhi, M. (2020). An overview of therapeutic potentials of *Rosa Canina*. *World Cancer Research Journal*, 7, e1580. [https://doi.org/10.32113/wcrj\\_20205\\_1580](https://doi.org/10.32113/wcrj_20205_1580)
- Kilicgun, H., &Altiner, D. (2010). Correlation between antioxidant effect mechanisms and polyphenol content of *Rosa canina*. *Pharmacognosy Magazine*, 6(23), 238–241. <https://doi.org/10.4103/0973-1296.66943>
- Koczka, N., Stefanovits-Bányai, É., &Ombódi, A. (2018). Total polyphenol content and antioxidant capacity of rosehips of some *Rosa* species. *Medicines*, 5(3), 84. <https://doi.org/10.3390/medicines5030084>
- Kopczyńska, K., Kazimierczak, R., Tober, D. Ś., Barański, M., Wyszyński, Z., Kucińska, K., Perzanowska, A., Szacki, P., Rembiałkowska, E., & Hallmann, E. (2020). The profile of selected antioxidants in two courgette varieties from organic and conventional production. *Antioxidants*, 9(5), 404. <https://doi.org/10.3390/antiox9050404>
- Kulaitienė, J., Medveckienė, B., Levickienė, D., Vaitkevičienė, N., Makarevičienė, V., &Jarienė, E. (2020). Changes in fatty acids content in organic rosehip (*Rosa* spp.) seeds during ripening. *Plants*, 9(12), 1793. <https://doi.org/10.3390/plants9121793>
- Liaudanskas, M., Noreikienė, I., Zymonė, K., Juodytė, R., Žvikas, V., & Janulis, V. (2021). Composition and antioxidant activity of phenolic compounds in fruit of the genus *Rosa L.* *Antioxidants*, 10(4), 545. <https://doi.org/10.3390/antiox10040545>
- Lombardo, S., Pandino, G., &Mauromicale, G. (2012). Nutritional and sensory characteristics of “early” potato cultivars under organic and conventional cultivation systems. *Food Chemistry*, 133(4), 1249–1254. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.10.005>
- Maloupa, E., Karapatzak, E., Ganopoulos, I., Karydas, A., Papanastasi, K., Kyrkas, D., Yfanti, P., Nikisianis, N., Zahariadis, A., Kosma, I. S., Badeka, A. V., Patakioutas, G., Fotakis, D., &Krigas, N. (2021). Molecular authentication, phytochemical evaluation, and asexual propagation of wild-growing *Rosa canina L.* (rosaceae)

genotypes of northern Greece for sustainable exploitation. *Plants*, 10(12), 2634. <https://doi.org/10.3390/plants10122634>

Mármol, I., Sánchez-De-Diego, C., Jiménez-Moreno, N., Ancín-Azpilicueta, C., & Rodríguez-Yoldi, M. (2017). Therapeutic applications of rose hips from different *Rosa* species. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(6),1137. <https://doi.org/10.3390/ijms18061137>

Medveckiene, B., Kulaitiene, J., Jariene, E., Vaitkevičienė, N., & Hallman, E. (2020). Carotenoids, polyphenols, and ascorbic acid in organic rosehips (*Rosa* spp.) cultivated in Lithuania. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(15), 5537. <https://doi.org/10.3390/APP10155337>

Miljković, V. M., Nikolić, L., Mrmošanin, J., Gajić, I., Mihajilov-Krstev, T., Zvezdanović, J., & Miljković, M. (2024). Chemical profile and antioxidant and antimicrobial activity of *Rosa canina* L. dried fruit commercially available in Serbia. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(5), 2518. <https://doi.org/10.3390/ijms25052518>

Moghaddam, E. H., & Shaaban, M. (2018). The determination of flavonoid components, total phenolic content, and antioxidant capacity in dog rose (*Rosa canina* L.) in Lorestan Province. *Herbal Medicines Journal*, 3(3), 85–91. 10.22087/herb%20med%20j.v3i3.741

Montazeri, N., Baher, E., Mirzajani, F., Barami, Z., & Yousefian, S. (2011). Phytochemical contents and biological activities of *Rosa canina* fruit from Iran. *Journal of Medicinal Plant Research*, 5(18), 4584–4589. <http://www.academicjournals.org/JMPR>

Murathan, Zehra & Zarifikhosroshahi, Mozghan & Kafkas, Ebru & Sevindik, Emre. (2016). Characterization of bioactive compounds in rosehip species from East Anatolia region of Turkey. *Italian Journal of Food Science*, 28, 314-325. <https://doi.org/10.14674/1120-1770/ijfs.v198>

Murtić, S., Fazlić, J., Šerbo, A., Valjevac, M., Muharemović, I., & Topčić, F. (2022). Yield and fruit quality of “Meeker” raspberry from conventional and organic cultivation

systems. *Acta Agriculturae Serbica*, 27(54), 143–148.  
<https://doi.org/10.5937/aaser2254143m>

Nadpal, J. D., Lesjak, M. M., Šibul, F. S., Anačkov, G. T., Četojević-Simin, D. D., Mimica-Dukić, N. M., & Beara, I. N. (2016). Comparative study of biological activities and phytochemical composition of two rose hips and their preserves: *Rosa canina L.* and *Rosa arvensis Huds.* *Food Chemistry*, 192(1), 907–914.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.07.089>

Nobaek, S., Johansson, M.L., Molin, G., Ahrné, S., & Jeppsson, B. (2000). Alteration of intestinal microflora is associated with reduction in abdominal bloating and pain in patients with irritable bowel syndrome. *The American Journal of Gastroenterology*, 95(5), 1231-1238. [https://doi.org/10.1016/S0002-9270\(00\)00807-8](https://doi.org/10.1016/S0002-9270(00)00807-8)

Nowak, R., & Gawlik-Dziki, U. (2007). Polyphenols of *Rosa L.* leaves extracts and their radical scavenging activity. *Zeitschrift für Naturforschung. C, A Journal of biosciences*, 62(1-2), 32-38. <https://doi.org/10.1515/znc-2007-1-206>

Nowak, R., & Tuzimski, T. (2005). A solid-phase extraction-thin-layer chromatographic-fiber optical scanning densitometric method for determination of flavonol aglycones in extracts of rose leaves. *Journal of Planar Chromatography - Modern TLC*, 18(106), 437–442. <https://doi.org/10.1556/JPC.18.2005.6.7>

Okatan, V., Çolak, A. M., Güçlü, S. F., Korkmaz, N., & Şekara, A. (2019). Local genotypes of dog rose from interior Aegean region of Turkey as a unique source of pro-health compounds. *Plant Protection*, 78(3), 397–408. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20180386>

Özcan, M. (2002). Nutrient composition of rose (*Rosa canina L.*) seed and oils. *Journal of Medicinal Food*, 5, 137-140. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12495585/>

Özrenk, K., Gündoğdu, M., & Doğan, A. (2012). Organic acid, sugar, and mineral matter contents in rosehip (*Rosa canina L.*) fruits of Erzincan region. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 22(1), 20-25.

- Papagrighoriou, T., Iliadi, P., Mitić, M. N., Mrmošanin, J. M., Papanastasi, K., Karapatzak, E., Maloupa, E., Gkourogianni, A. V., Badeka, A. V., Krigas, N., & Lazari, D. (2023). Wild-growing and conventionally or organically cultivated *Sambucus nigra* germplasm: Fruit phytochemical profile, total phenolic content, antioxidant activity, and leaf elements. *Plants*, 12(8), 1701. <https://doi.org/10.3390/plants12081701>
- Patel, S. (2012). Rose hips as complementary and alternative medicine: Overview of the present status and prospects. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 6, 89-97. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12349-012-0118-7>
- Paunović, D., & Kalušević, A., Petrovic, T., & Urosevic, T., Djinić, D., Nedović, V., & Popović-Djordjević, J. B. (2019). Assessment of chemical and antioxidant properties of fresh and dried rosehip (*Rosa canina L.*). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(1), 108-113. DOI:47.15835/nbha47111221.
- Pinar, I., & Fikri, B. (2020). Fruit properties of rose hip (*Rosa spp.*) genotypes selected from Akkuş, Ordu Province. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 30(2), 338–344. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.680453>
- Popović-Djordjević, J., Špirović-Trifunović, B., Pećinar, I., Fernando Cappa de Oliveira, L., Krstić, D., Mihajlović, D., Akšić, M. F., & Simal-Gandara, J. (2023). Fatty acids in seed oil of wild and cultivated rosehip (*Rosa canina L.*) from different locations in Serbia. *Industrial Crops and Products*, 191(part B), 115797. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115797>
- Radman, S., Žutić, I., Fabek, S., Žlabur, J. Š., Benko, B., Toth, N., & Čoga, L. (2015). Influence of nitrogen fertilization on chemical composition of cultivated nettle. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 27(12), 889–896. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2015-04-089>
- Rittié L., Fisher G. J. (2015). Natural and sun-induced aging of human skin. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 5(1), a015370. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4292080/>

- Roman, I., Stănilă, A., & Stănilă, S. (2013). Bioactive compounds and antioxidant activity of *Rosa canina* L. biotypes from spontaneous flora of Transylvania. *Chemistry Central Journal*, 7, 73. <https://doi.org/10.1186/1752-153X-7-73>
- Rovná, K., Ivanišová, E., Žiarovská, J., Ferus, P., Terentjeva, M., Kowalczewski, P. Ł., & Kačániová, M. (2020). Characterization of *rosa canina* fruits collected in urban areas of Slovakia. Genome size, IPBS profiles and antioxidant and antimicrobial activities. *Molecules*, 25(8), 1888. <https://doi.org/10.3390/molecules25081888>
- Rovná, K., Petrová, J., Terentjeva, M., Černá, J., & Kačániová, M. (2015). Antimicrobial activity of *Rosa Canina* flowers against selected microorganisms. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 4(1), 62–64. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2015.4.special1.62-64>
- Selahvarzian, A., Alizadeh, A., Amanolahi Baharvand, P., Eldahshan, O. A., & Rasouljan, B. (2018). Medicinal properties of *Rosa canina* L. *Herbal Medicines Journal*, 3(2), 77–84. <https://doi.org/10.22087/hmj.v0i0.615>
- Sepideh, M. (2016). Phytochemical composition and in vitro pharmacological activity of rose hip (*Rosa canina* L.). *Der Pharma Chemica*, 8(13), 117-122.
- Shameh, S., Alirezalu, A., Hosseini, B., & Maleki, R. (2019). Fruit phytochemical composition and color parameters of 21 accessions of five *Rosa* species grown in Northwest Iran. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(13), 5740–5751. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9842>
- Shameh, S., Hosseini, B., Alirezalu, A., & Maleki, R. (2018). Phytochemical composition and antioxidant activity of petals of six *Rosa* species from Iran. *Journal of AOAC International*, 101(6), 1788–1793. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.18-0111>
- Skrypnik, L., Chupakhina, G., Feduraev, P., Chupakhina, N., & Maslennikov, P. (2019). Evaluation of the rose hips of *Rosa canina* L. and *Rosa rugosa* Thunb. as a valuable source of biological active compounds and antioxidants on the Baltic Sea coast. *Polish Journal of Natural Science*, 34, 395-413.



- Soare, R., Bbeanu, C., Bonea, D., & Pánitá, O. (2015). The content of total phenols, flavonoids, and antioxidant activity in rosehip from the spontaneous flora from South Romania. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, 58, 307-314.
- Soare, R., Paula, I., Marin, S., Bonea, D., Gheorghita, M., & Ovidiu, P. (2014). Morphological and biochemical issues to some *Rosa canina L.* populations from the spontaneous flora from southwest Romania. 1. 435-442.
- Soare, R., Bonea, D., Paula, I., & Niculescu, M. (2015). Biochemical and technological properties of *Rosa canina L.* fruits from spontaneous flora of Oltenia, Romania. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture*. 72(1), 182-186. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-hort:10598>
- Swartz, M. (2010). HPLC detectors: A brief review. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 33(9-12), 1130-1150. <https://doi.org/10.1080/10826076.2010.484356>.
- Szentmihályi, K., Vinkler, P., Lakatos, B., Illés, V., & Then., M. (2002). Rose hip (*Rosa canina L.*) oil obtained from waste hip seeds by different extraction methods. *Bioresource Technology*, 82(2), 195-201. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00161-4](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00161-4)
- Taneva, I., Petkova, N., Dimov, I., Ivanov, I., & Denev, P. (2016). Characterization of rose hip (*Rosa canina L.*) fruits extracts and evaluation of their in vitro antioxidant activity. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 5(2), 35-38.
- Tolekova, S., Sharmanov, T., Sinyavskiy, Y., Berzhanova, R., et al. (2020). Antioxidant, pharmacological, medical properties, and chemical content of *Rosa L.* extracts. *International Journal of Secondary Metabolite*, 7(3), 200-212. <https://doi.org/10.21448/ijsm.726140>
- Trenka, M., Nawirska-Olszańska, A., & Oziembłowski, M. (2020). Analysis of selected properties of fruits of black chokeberry (*Aronia melanocarpa L.*) from organic and conventional cultivation. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(24), 1–10. <https://doi.org/10.3390/app10249096>

- Türkben, C., & Uylaser, V. (2010). Influence of traditional processing on some compounds of rose hip (*Rosa canina L.*) fruits collected from habitat in Bursa, Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 22(3), 2309-2318. <https://www.researchgate.net/publication/273655065>
- Türkben, C., Uylaser, V., & Incedayi, B., & Çelikkol, I. (2010). Effects of different maturity periods and processes on nutritional components of rose hip (*Rosa canina L.*). *Journal of Food Agriculture and Environment*, 8(1), 26-30.
- Voća, S., Žlabur J. Š, Dobričević, N., Pliestić, S., Ante Galić, A., Stanić, L., & Skendrović, M. (2019). The influence of cultivation on rosehip chemical fruit composition. Conference paper, Sveučilište u Zagrebu, Agronomskifakultet, 567–570.
- Voltr, V., Menšík, L., Hlisnikovský, L., Hruška, M., Pokorný, E., & Pospíšilová, L. (2021). The soil organic matter in connection with soil properties and soil inputs. *Agronomy*, 77, 779. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040779>
- Wang, H., Cao, G., & Prior, R.L. (1997). Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(2), 304-309. <https://doi.org/10.1021/jf960421t>
- Wang, L., Zhang, B., Xiao, J., Huang, Q., Li, C., & Fu, X. (2018). Physicochemical, functional, and biological properties of water-soluble polysaccharides from *Rosa roxburghii* Tratt fruit. *Food Chemistry*, 249, 127–135. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.011>
- Werlemark, G., & Nybom, H. (2010). Dogroses: Botany, Horticulture, Genetics, and Breeding. In Janick J. (ed), *Horticultural Reviews*, 36, 199–255. <https://doi.org/10.1002/9780470527238.ch4>
- Winther, K., Campbell-Tofte, J., & Vinther Hansen, A. S. (2016). Bioactive ingredients of rose hips (*Rosa canina L.*) with special reference to antioxidative and anti-inflammatory properties: In vitro studies. *Botanics: Targets and Therapy*, 6, 11-23. <https://doi.org/10.2147/btat.s91385>

Yörük, İ. H., Türker, M., Kazankaya, A., Erez, M. E., Battal, P., & Çelik, F. (2008). Fatty acid, sugar, and vitamin contents in rose hip species. *Asian Journal of Chemistry*, 20(2), 1357-1364.

Žlabur J. Š, Voća, S., Dobričević, N., Pliestić, S., Ante Galić, A., Lucija Stanić, L., Martina Skendrović, M. (2019). Specialized metabolites of rosehip fruits (*Rosa canina L.*). Conference paper, Sveučilište u Zagrebu, Agronomskifakultet, 558–561.

### ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Καραγεώργου Ε. (2013). Ανάπτυξη μεθόδων για τον προσδιορισμό διαφόρων κατηγοριών αντιβιοτικών στο γάλα με τεχνικές προκατεργασίας και χρωματογραφικής ανάλυσης με χρήση υλικών και στηλών συμβατικής και νέας τεχνολογία. Διδακτορική Διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ), Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Χημείας. Τομέας Φυσικής, Αναλυτικής και Περιβαλλοντικής Χημείας, Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας.

Κοντομηνάς Μ.& Μπαδέκα Α. (2023). Χημεία Τροφίμων. Εκδόσεις NEON. Αθήνα.

Μαργαριτέλης Ν.(2012). Ανάπτυξη και σύγκριση αναλυτικών μεθόδων για τον προσδιορισμό ανθελμινθικών φαρμάκων σε σκευάσματα. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Επιστημών Υγείας, Τμήμα Φαρμακευτικής.

Μπαδέκα Α. (2022). Χημεία και Ανάλυση Τροφίμων. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Ναζυροπούλου Χ. (2014). Ανάπτυξη και επικύρωση μεθόδου για τον προσδιορισμό πολυφαινόλων και αλκαλοειδών πουρινών σε ορό αίματος με την τεχνική της Υγρής Χρωματογραφίας Υψηλής Πίεσης (HPLC). Μεταπτυχιακή Διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Χημείας.

Ξαγοράρης Μ. (2016). Μελέτη της χημικής σύστασης και αντιοξειδωτικής ικανότητας φαινολικών συστατικών στέμφυλων προερχομένων από ποικιλίες των ιόνιων νησιών.

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα  
Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του ανθρώπου.

Τσακαλίδου Ε. (2015). Βιοχημεία Τροφίμων. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις. Τμήμα  
Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο  
Αθηνών.

Χατζιωάννου Θ.Π, & Κουμπάρης Μ.Α. (2015). Ενόργανη Ανάλυση. Εκδόσεις  
Πανεπιστημίου Αθηνών.