



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ**  
**ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ**  
**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΓΟΝΟΤΥΠΟΥ, ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ  
ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΣΤΗ  
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΤΩΝ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ  
ΚΑΙ ΤΟΥΣ ΚΑΡΠΟΥΣ ΔΥΟ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΕΛΙΑΣ»**

**ΑΘΗΝΑ 2010**

**ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ**

---

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**  
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ**

---

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΓΟΝΟΤΥΠΟΥ, ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΤΟΥ  
ΧΡΟΝΟΥ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΣΤΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΤΩΝ  
ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΚΑΙ ΤΟΥΣ ΚΑΡΠΟΥΣ ΔΥΟ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ  
ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΕΛΙΑΣ»**

---

**ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ**

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

<b>Σ. Βέμμος</b>	<b>Μέλος</b>	<b>Αναπληρωτής Καθηγητής</b>
<b>Μ. Χατζηδημητρίου</b>	<b>Επιβλέπουσα</b>	<b>Επίκουρος Καθηγήτρια</b>
<b>Χ. Τζουτζούκου</b>	<b>Μέλος</b>	<b>Λέκτορας</b>

**ΑΘΗΝΑ 2010**

Στην οικογένειά μου

«Ευλογημένο να ναι ελιά το χώμα που σε τρέφει  
κι ευλογημένο το νερό που πίνεις από τα νέφη  
κι ευλογημένος τρεις φορές αυτός που σ' έχει στείλει  
για το λυχνάρι του φτωχού  
για τ'άγιου το καντήλι»

«Η ελιά»

Πολέμης Ιωάννης

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

---

Η ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας δεν θα ήταν εφικτή χωρίς τη βοήθεια ορισμένων ανθρώπων τους οποίους θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά. Συγκεκριμένα ευχαριστώ θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, κ. Μαριάννα Χατζηδημητρίου για την ανάθεση της μελέτης καθώς και για τις ουσιαστικές κατευθύνσεις που μου έδωσε αλλά και για την υποστήριξή της καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος.

Θέλω επίσης να ευχαριστήσω τον κ. Σταύρο Βέμμο, Διευθυντή του εργαστηρίου Δενδροκομίας και την κ. Χρυσούλα Τζουτζούκου για τις πολύτιμες παρατηρήσεις τους πάνω στην παρούσα μελέτη.

Επίσης, θέλω να ευχαριστήσω τον κ. Μ. Κωμαΐτη, καθηγητή του τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων για την παραχώρηση των εγκαταστάσεων του εργαστηρίου Χημείας και Ανάλυσης Τροφίμων, στο οποίο διεξήχθη μέρος του πειράματός μου.

Ακόμη, ευχαριστώ θερμά τον υποψήφιο διδάκτορα και καλό μου φίλο, κ. Γεώργιο Μητσόπουλο για την πολύτιμη καθοδήγηση και βοήθειά του κατά τη διάρκεια της έρευνάς μου. Επίσης, θέλω να ευχαριστήσω τον κ. Αναστάσιο Κατσιλέρο του εργαστηρίου Βελτίωσης Φυτών για τη βοήθειά του στη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων του πειράματός μου και τις Δρ. Βασιλική Παπαγεωργίου και Χρυσουγή Γαρδέλη για την προθυμία να απαντήσουν σε κάθε μου ερώτηση.

Οι αμέτρητες ώρες στο εργαστήριο δεν θα μπορούσαν να είναι τόσο ευχάριστες χωρίς τη βοήθεια των συναδέλφων του εργαστηρίου Δενδροκομίας τους οποίους ευχαριστώ για τη φιλία τους.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά μου για την ηθική συμπαράστασή της καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου αλλά και κατά την εκπόνηση αυτής της μελέτης.

ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ .....	- 5 -
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	- 4 -
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	- 5 -
1.1 ΚΑΤΑΓΩΓΗ – ΕΞΑΠΛΩΣΗ .....	- 5 -
1.2. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ .....	- 6 -
1.3 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ.....	- 7 -
1.4 ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	- 8 -
1.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ .....	- 8 -
1.5.1 ΚΑΛΑΜΩΝ .....	- 9 -
1.5.2 ΚΟΝΣΕΡΒΟΛΙΑ.....	- 9 -
1.6 ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ – ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ.....	- 10 -
1.7 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΙΤΩΝ .....	- 11 -
1.8 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ .....	- 13 -
1.8.1. ΑΠΛΕΣ ΦΑΙΝΟΛΕΣ .....	- 13 -
1.8.2 ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ ΜΕ ΔΥΟ ΑΡΩΜΑΤΙΚΟΥΣ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥΣ.....	- 15 -
1.8.3 ΣΕΚΟΪΡΙΔΟΕΙΔΕΙΣ ΕΝΩΣΕΙΣ .....	- 17 -
1.9 ΒΙΟΣΥΝΘΕΣΗ ΦΑΙΝΟΛΩΝ.....	- 18 -
1.10 ΤΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΩΣ ΔΟΜΙΚΟΙ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΤΑ ΦΥΤΑ.....	- 20 -
1.11 ΑΛΛΟΙ ΡΟΛΟΙ ΤΩΝ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ.....	- 22 -
1.12 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΤΩΝ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ ΣΤΑ ΦΥΤΑ.....	- 23 -
1.13 ΦΑΙΝΟΛΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΟΣ.....	- 24 -
1.13.1 ΔΡΑΣΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ .....	- 24 -
1.13.2 ΑΜΥΝΑ ΕΝΑΝΤΙ ΣΤΙΣ ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ ΡΙΖΕΣ .....	- 25 -
1.13.3 ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΑ.....	- 26 -
1.14 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΟΣΟΤΙΚΟΥ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ.....	- 27 -

1.14.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ	
Η ΜΕΘΟΔΟΣ FOLIN – CIOCALTEAU.....	- 27 -
1.14.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ	
Η ΜΕΘΟΔΟΣ DPPH.....	- 28 -
1.14.3 ΥΓΡΗ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΥΨΗΛΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (HPLC) .....	- 30 -
1.14.3.1 ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ	
ΜΙΑΣ ΟΥΣΙΑΣ .....	- 32 -
1.14.3.2 ΟΡΓΑΝΟΛΟΓΙΑ HPLC.....	- 33 -
ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	- 36 -
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....	- 37 -
2.1 ΣΥΛΛΟΓΗ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ .....	- 37 -
2.2 ΞΗΡΑΝΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ .....	- 38 -
2.3 ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ .....	- 39 -
2.4 ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ .....	- 40 -
2.5 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ .....	- 43 -
2.6 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ	
ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ DPPH .....	- 43 -
2.7 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΟΥ ΦΑΙΝΟΛΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ	
ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ FOLIN – CIOCALTEU.....	- 45 -
2.8 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ .....	- 46 -
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	- 47 -
3.1 ΚΟΝΣΕΡΒΟΛΙΑ.....	- 47 -
3.1.1 ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ	
ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ .....	- 57 -
3.2 ΚΑΛΑΜΩΝ .....	- 66 -
3.2.1 ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ	
ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ .....	- 75 -
3.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ	
ΚΑΙ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ	
ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ «ΚΟΝΣΕΡΒΟΛΙΑ» ΚΑΙ «ΚΑΛΑΜΩΝ» .....	- 85 -

### 3.3.1 ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ

ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΤΟΥΣ ΙΣΤΟΥΣ ΤΩΝ ΔΥΟ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ .....	- 87 -
ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....	- 90 -
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	- 97 -
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 .....	- 100 -
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2.....	- 101 -
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	- 113 -

### **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Στην παρούσα έρευνα μελετήθηκε η επίδραση του γονοτύπου, της εποχής και περιοχής συλλογής καθώς και του τρόπου καλλιέργειας στη συγκέντρωση των φαινολικών συστατικών και στην αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων και των καρπών των ποικιλιών «Κονσερβολιά» και «Καλαμών». Τα δείγματα συλλέχθηκαν από τρεις διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας, το δενδροκομείο του Γ.Π.Α, τον Πόρο και τις Ροβιές Εύβοιας το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Ιουνίου και του Οκτωβρίου του 2009. Τα συνολικά φαινολικά συστατικά μετρήθηκαν με τη μέθοδο Folin - Ciocalteu, η αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο DPPH και η ταυτοποίηση και ποσοτικοποίηση των φαινολικών συστατικών πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο HPLC.

Τα συνολικά φαινολικά συστατικά των καρπών για την ποικιλία «Κονσερβολιά» κυμάνθηκαν από 2,08-2,19 mg GAE/gr D.W ενώ η αντιοξειδωτική τους ικανότητα από 171,68-317,49 mg/l. Για τα φύλλα οι αντίστοιχες τιμές ήταν 1,86-2,51 mg GAE/gr D.W και 155,73-536,19 mg/l.

Τα συνολικά φαινολικά συστατικά των καρπών για την ποικιλία «Καλαμών» κυμάνθηκαν από 1,51-1,69 mg GAE/gr D.W ενώ η αντιοξειδωτική τους ικανότητα από 268,9-295,07 mg/l. Για τα φύλλα οι αντίστοιχες τιμές ήταν 1,92-2,22 mg GAE/gr D.W και 133,15-581,69 mg/l.

Η ταυτοποίηση και ποσοτικοποίηση των φαινολικών συστατικών των δύο ποικιλιών έδειξε ότι οι καρποί διακρίνονται για την υψηλότερη συγκέντρωση ελευρωπαΐνης ενώ τα φύλλα για την υψηλότερη συγκέντρωση υδροξυτυροσόλης. Επίσης, στους καρπούς βρέθηκε βερμπασκοζίτης, συστατικό που δεν ανιχνεύτηκε στα φύλλα, ενώ αντίστοιχα τα φύλλα περιείχαν λουτεολίνη-7-ο-γλυκοζίτη και π-κουμαρικό οξύ, συστατικά που δεν βρέθηκαν στους καρπούς. Μεταξύ των δύο ποικιλιών βρέθηκε ότι η «Κονσερβολιά» είχε την υψηλότερη συγκέντρωση ελευρωπαΐνης, ενώ η «Καλαμών» είχε υψηλότερη συγκέντρωση βερμπασκοζίτη και υδροξυτυροσόλης και στις δύο περιοχές που μελετήθηκαν. Επίσης για τα φύλλα των δύο ποικιλιών παρατηρήθηκε ότι η «Κονσερβολιά» είχε την



υψηλότερη συγκέντρωση ελευρωπαϊνης, ενώ οι συγκεντρώσεις της λουτεολίνης-4-ο-γλυκοζιτη ήταν υψηλότερες στα φύλλα της ποικιλίας «Καλαμών» για όλες τις εποχές και περιοχές που μελετήθηκαν.

Συγκρίνοντας τις εποχές συλλογής βρέθηκε ότι τα συνολικά φαινολικά συστατικά και η αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων και των δύο ποικιλιών τον Ιούνιο παρουσίασε τις υψηλότερες συγκεντρώσεις. Επίσης, βρέθηκε ότι οι συγκεντρώσεις όλων των φαινολικών μειώνονταν από τον Ιούνιο στον Οκτώβριο, εκτός της υδροξυτυροόλης που αυξανόταν και στις δύο ποικιλίες.

Από τις περιοχές που μελετήθηκαν, τα δείγματα που συλλέχθηκαν από τον Πόρο είχαν την υψηλότερη συγκέντρωση συνολικών φαινολικών και αντιοξειδωτική ικανότητα και στις δύο ποικιλίες.

Συγκρίνοντας βιολογική και συμβατική καλλιέργεια, τα δείγματα συμβατικής καλλιέργειας είχαν την υψηλότερη συγκέντρωση συνολικών φαινολικών και αντιοξειδωτική ικανότητα και στις δύο ποικιλίες και στους δύο ιστούς.

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

## 1.1 ΚΑΤΑΓΩΓΗ – ΕΞΑΠΛΩΣΗ

Η εμφάνιση της ελιάς χάνεται στα βάθη των αιώνων. Οι απόψεις των συγγραφέων για την καταγωγή της είναι αντικρουόμενες. Πολλοί συγγραφείς υποστηρίζουν ότι ο τόπος προέλευσής της είναι η Αφρική και συγκεκριμένα οι περιοχές της Αιγύπτου και της Αβησσυνίας. Οι περισσότεροι ερευνητές δέχονται ότι οι περιοχές της Συρίας και της Μικράς Ασίας είναι ο τόπος καταγωγής της ελιάς. Ένδειξη του τόπου καταγωγής της ελιάς είναι η ύπαρξη μεγάλης γενετικής παραλλακτικότητας που απαντάται στις περιοχές της Συρίας και της Παλαιστίνης καθώς και της Ελλάδας (Μπαλατσούρας, 1994).

Στην Ελλάδα η εισαγωγή της ελιάς έγινε σύμφωνα με τη μυθολογία από τον Κέκροπα που είχε μεταφέρει το δένδρο από την Αίγυπτο, ενώ κατά μια άλλη εκδοχή την ήμερη ελιά φύτεψε η θεά Αθηνά στην Ακρόπολη στο σημείο που αργότερα θα χτιζόταν ο ναός του Ερεχθείου. Με βάση ιστορικά στοιχεία και αρχαιολογικά ευρήματα, η καλλιέργεια της ελιάς στη χώρα μας χρονολογείται από τα Μυκηναϊκά και Μινωικά χρόνια (Fooks, 1995). Σήμερα έχει μεταφερθεί και καλλιεργείται σε περιοχές της γης όπου δεν αυτοφύεται. Στο «Νέο Κόσμο» μεταφέρθηκε από τους Ισπανούς τον 18<sup>ο</sup> αιώνα και στην Αυστραλία από τους Ιταλούς. Εκτός από αυτές τις περιοχές, η ελιά

καλλιεργείται στη Νότια Αφρική, στην Ιαπωνία, στην Αργεντινή, στη Χιλή καθώς και σε μερικές περιοχές του Πακιστάν και της Κίνας.

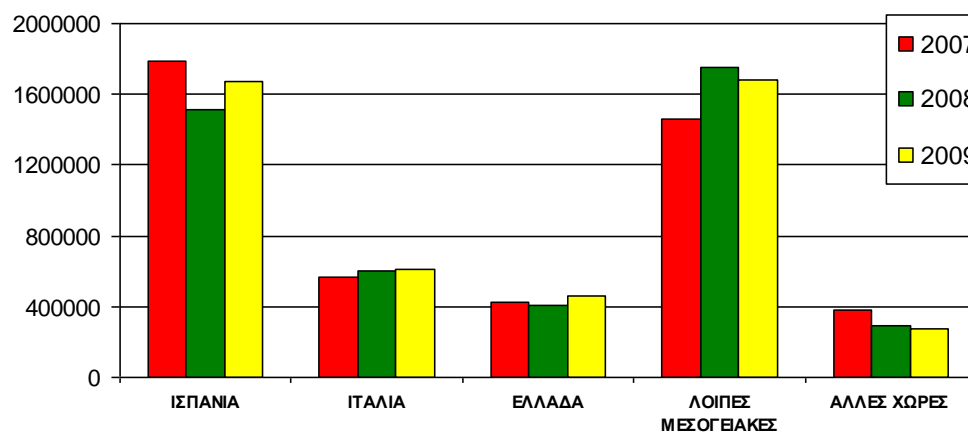


Εικ. 1.1 : Εξάπλωση της ελιάς στη λεκάνη της Μεσογείου

## 1.2. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η Ελλάδα είναι μια από τρεις κυριότερες χώρες καλλιέργειας της ελιάς. Μαζί με την Ισπανία και την Ιταλία παράγει το 73% των βρώσιμων καρπών και του ελαιολάδου ενώ στη λεκάνη της Μεσογείου καλλιεργούνται πάνω από 86 εκατομμύρια στρέμματα.

ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (tn)



Γράφημα 1.1 : Παγκόσμια παραγωγή ελιάς σε tn

Πηγή : Ι.Ο.Ο.С

**Λοιπές Μεσογειακές Χώρες :** Τунησία, Μαρόκο, Αίγυπτος, Αλγερία, Παλαιστίνη, Λίβανος, Κύπρος, Τουρκία, Συρία

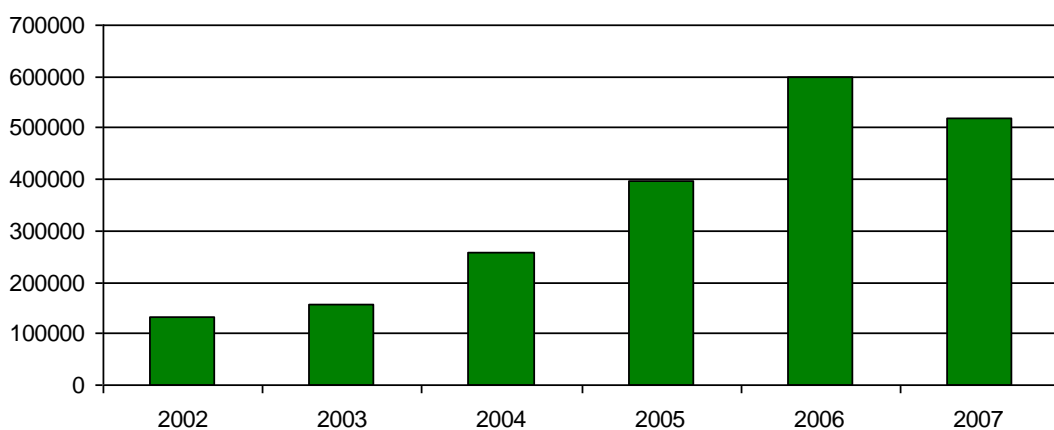
**Άλλες χώρες :** Περού, Η.Π.Α, Αυστραλία, Αργεντινή, Χιλή

### 1.3 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ

Τα πρώτα κινήματα της βιολογικής γεωργίας ξεκίνησαν τη δεκαετία του 1940 ως αντίδραση στην εντατικοποίηση της γεωργίας και τη χρήση όλο και αυξανόμενων ποσοτήτων συνθετικών αζωτούχων λιπασμάτων. Στην Ελλάδα η βιολογική γεωργία ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του 1980 ενώ η Ευρωπαϊκή Ένωση λαμβάνοντας υπ' όψιν την αυξανόμενη ζήτηση από το καταναλωτικό κοινό για προϊόντα βιολογικής προέλευσης θέσπισε τον κανονισμό ΕΟΚ 2092/91 περί του βιολογικού τρόπου παραγωγής γεωργικών προϊόντων και των σχετικών ενδείξεων στα γεωργικά προϊόντα και στα είδη διατροφής (IFOAM). Το 1993 διαπιστεύθηκαν οι πρώτοι οργανισμοί πιστοποίησης και το 1996 ξεκίνησαν οι επιδοτήσεις ανά στρέμμα, μέτρο που οδήγησε στην αλματώδη αύξηση των βιοκαλλιεργητών (ΟΠΕΓΕΠ).

Με βάση τα στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων για το έτος 2007 η βιολογική ελαιοκαλλιέργεια καταλαμβάνει το 34% των συνολικών βιοκαλλιεργούμενων εκτάσεων. Οι βιολογικώς καλλιεργούμενες εκτάσεις ελιάς για τα έτη 2002-2007 στη χώρα μας φαίνονται στο παρακάτω γράφημα (Γράφημα 1.2).

**ΕΚΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΗΣ ΕΛΙΑΣ (στρ)**



**Γράφημα 1.2 : Εκτάσεις βιολογικώς καλλιεργούμενης ελιάς σε στρέμματα**

**Πηγή : Υ.Α.Α.Τ**

#### 1.4 ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

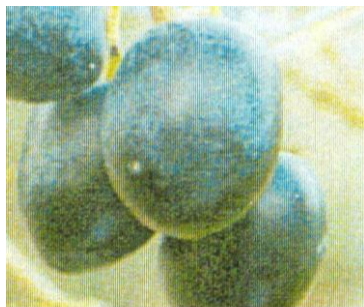
Η καλλιέργεια της ελιάς είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την Ιστορία και τον πολιτισμό της Ελλάδας. Η σημασία της είναι αναγνωρισμένη από την αρχαιότητα. Στους Ολυμπιακούς Αγώνες οι νικητές στεφανώνονταν με κλαδί ελιάς, ενώ στην Αθήνα σύμφωνα με τους Νόμους του Σόλωνα όποιος κατέστρεφε ελαιόδενδρο αντιμετώπιζε ακόμα και την θανατική ποινή. Στο Βυζάντιο η καλλιέργεια της ελιάς εξαπλώθηκε καθιστώντας την αυτοκρατορία τον μεγαλύτερο εξαγωγό λαδιού στον τότε γνωστό κόσμο, ενώ το λάδι χρησιμοποιείται στα μυστήρια της Χριστιανικής Εκκλησίας από την ίδρυσή της.

Σήμερα η Ελλάδα κατέχει μια από τις πρώτες θέσεις τόσο στην παραγωγή όσο και στην κατανάλωση λαδιού και επιτραπέζιων ελιών. Οι εξαγωγές της Ελλάδας για το πρώτο τετράμηνο του 2009 ανήλθαν μόνο για το εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο στους 30.925 tn αποδίδοντας συνολικά έσοδα 76.753.000 €. Στη χώρα μας η ελαιοκαλλιέργεια αντιστοιχεί στο 70% των δενδρωδών καλλιεργειών και καλύπτει το 17% της καλλιεργούμενης γης. Η καλλιέργειά της είναι σημαντική αφού το ελαιόδενδρο μπορεί να αξιοποιήσει εκτάσεις ακατάλληλες για άλλες καλλιέργειες, προστατεύει το έδαφος από τη διάβρωση και προσφέρει ικανοποιητικό εισόδημα στο 1/3 του αγροτικού πληθυσμού της χώρας (Ε.Σ.Υ.Ε).

#### 1.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ

Η ελιά είναι αιωνόβιο, αειθαλές δέντρο της τάξης των Scrophulariales και ανήκει στην οικογένεια Oleaceae. Η επιστημονική της ονομασία είναι *Olea europaea* και απαντάται στη φύση σε δύο μορφές : την *Olea europaea var. europaea* (ήμερη ελιά) και την *Olea europaea var. sylvestris* (άγρια ελιά). Τα χαρακτηριστικά της οικογένειας των Ελαιιδών είναι ο μικρός ή ελλείπων κάλυκας, η άστροφη στεφάνη, οι δύο στήμονες και η δίχωρη ωοθήκη. Τα άνθη βρίσκονται σε ταξιανθία φόβη (Μ.Στεφανάκη-Νικηφοράκη, 1999).

### 1.5.1 ΚΑΛΑΜΩΝ



**ΚΑΡΠΟΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ  
"ΚΑΛΑΜΩΝ"**

Αδρόκαρπη ποικιλία που φέρει και τις συνωνυμίες : Αετονύχι, Αετονυχολιά, Καλαματιανή, Κορακολιά, Ταγκελολιά, Χονδρολιά, Μπουράκλα. Καλλιεργείται στους νομούς Μεσσηνίας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Εύβοιας, Λακωνίας. Χρησιμοποιείται για την παραγωγή μαύρων επιτραπέζιων ελιών εκλεκτής ποιότητας. Αναπτύσσεται σε δένδρο μετρίου έως μεγάλου μεγέθους. Τα φύλλα της έχουν βαθύ πράσινο χρώμα, μήκος  $8.48 \pm 1.10$  cm. και πλάτος  $1.64 \pm 0.24$  cm. Το σχήμα του καρπού είναι μονόπλευρο, κυρτό με μέσο βάρος 5.6 gr. Ο πυρήνας έχει μέσο βάρος 0.60 gr. και φέρει εννιά έως δέκα αβαθείς γλυφές. Η σχέση σάρκας προς πυρήνα είναι 8.5:1 και η περιεκτικότητα του καρπού σε λάδι κυμαίνεται γύρω στο 17% (Ποντίκης, 2000). Έχει υψηλές απαιτήσεις σε νερό και γι'αυτό το λόγο ευδοκίμει σε περιοχές υψηλής ατμοσφαιρικής υγρασίας. Θεωρείται ποικιλία ανθεκτική στον αδηλομύκητα *Verticillium dahliae* και στις προσβολές από δάκο, ενώ είναι μέσης ανθεκτικότητας στο ψύχος. Οι καρποί της ωριμάζουν όψιμα, το Νοέμβριο, αν το φορτίο είναι μειωμένο ή αργά τον Δεκέμβριο, αν το φορτίο είναι βαρύ (Fooks, 1995).

### 1.5.2 ΚΟΝΣΕΡΒΟΛΙΑ



**ΚΑΡΠΟΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ  
"ΚΟΝΣΕΡΒΟΛΙΑ"**

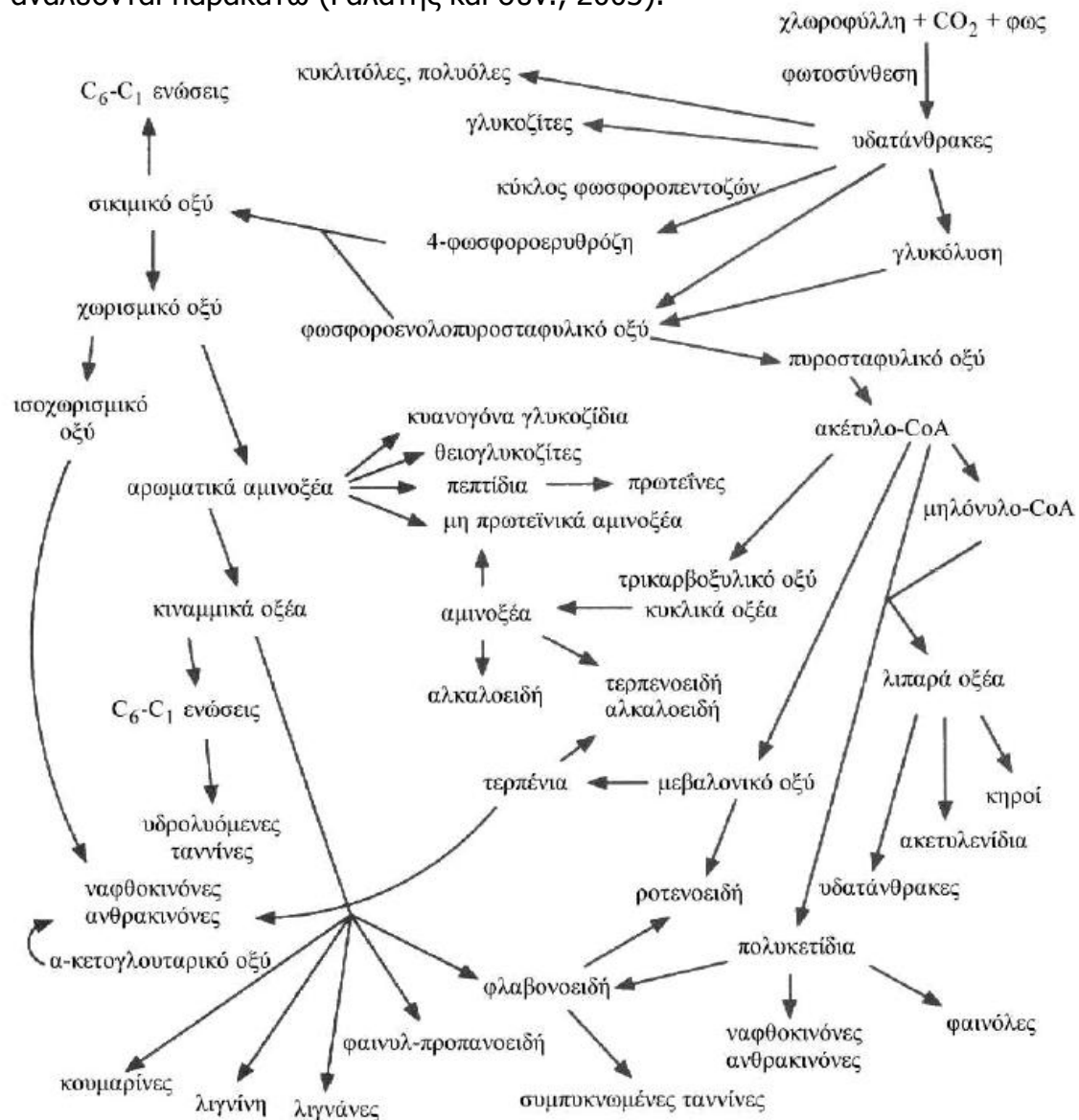
Αδρόκαρπη ποικιλία που φέρει τις συνωνυμίες : Αμφίσσης, Αγρινίου, Άρτας, Βόλου, Βολιώτικη, Βοϊδολιά, Εμπορεύσιμη, Κορομηλάτη, Μηλολιά, Ξηροχωρίου, Πατρινή, Πηλίου, Στρογγυλολιά, Χονδρολιά, Μπολιάνα. Καλλιεργείται στους νομούς Αιτωλοακαρνανίας, Φωκίδας, Άρτας, Φθιώτιδας, Εύβοιας, Μαγνησίας, Λαρίσης, Αχαΐας,

Κερκύρας, Βοιωτίας. Χρησιμοποιείται για την παραγωγή πράσινων και μαύρων επιτραπέζιων ελιών εκλεκτής ποιότητας. Αναπτύσσεται σε δέντρο μετρίου έως μεγάλου μεγέθους. Τα φύλλα της έχουν χρώμα βαθύ πράσινο, μήκος  $7.40 \pm 0.75$  cm και πλάτος  $1.29 \pm 0.20$  cm. Ο καρπός είναι σφαιρικός ή ωοειδής και έχει μέσο βάρος 5.7 gr. Ο πυρήνας έχει σχήμα κυλινδρικό, μέσο βάρος 0.51 gr. και φέρει ακίδα στην κορυφή του καθώς και επτά βαθιές γλυφές. Η σχέση σάρκας προς πυρήνα του καρπού είναι 10.1:1 και η περιεκτικότητα σε λάδι κυμαίνεται γύρω στο 16% (Ποντίκης, 2000). Η επιδερμίδα του καρπού είναι λεπτή και ελαστική και παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στο ζάρωμα, έτσι ώστε να ανέχεται συγκέντρωση άλατος 10% και σε πολλές περιπτώσεις 12%. Συνήθως ο πράσινος καρπός είναι περισσότερο ευαίσθητος στη συρρίκνωση, από ότι ο πλήρως ώριμος. Θεωρείται ποικιλία παραγωγική, ανεκτική στο ψύχος και πολύ ευαίσθητη στον αδηλομύκητα *Verticillium dahliae*. Οι καρποί μπορούν να συγκομιστούν από αρχές Σεπτεμβρίου έως μέσα Οκτωβρίου για την παρασκευή πράσινων κονσερβών και από μέσα Οκτωβρίου έως τέλη Δεκεμβρίου για την παρασκευή μαύρων κονσερβών (Fooks, 1995).

### **1.6 ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ – ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ**

Η μεταβολική δραστηριότητα για τη σύνθεση των απαραίτητων συστατικών, τα οποία συγκροτούν τη θεμελιώδη δομή και διαμορφώνουν τον τρόπο λειτουργίας των φυτικών κυττάρων, χαρακτηρίζεται συνολικά ως πρωτογενής μεταβολισμός. Οι βιοχημικοί μηχανισμοί που συμμετέχουν στον πρωτογενή μεταβολισμό δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ κυττάρων, ιστών και οργάνων. Ωστόσο, ένας πολύ μεγάλος αριθμός μεταβολικών προϊόντων παράγεται μόνο σε επιμέρους ιστούς και σε συγκεκριμένα στάδια ανάπτυξης. Τα βιομόρια αυτά προέρχονται από ενδιάμεσες ενώσεις του πρωτογενούς μεταβολισμού και συντίθενται μέσω βιοχημικών οδών που στο σύνολό τους συνιστούν το δευτερογενή μεταβολισμό (Σχήμα 1.1). Η σύνθεση των δευτερογενών μεταβολιτών συνδέεται στενά με την ύπαρξη και λειτουργία θεμελιωδών αμυντικών

μηχανισμών, αναγκαιών για την επιβίωση των φυτικών ειδών, οι οποίοι αναλύονται παρακάτω (Γαλάτης και συν., 2003).



Σχήμα 1.1 : Δευτερογενής μεταβολισμός (Seigler, 1998)

## 1.7 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΙΤΩΝ

Οι δευτερογενείς μεταβολίτες κατατάσσονται σε τρεις μεγάλες ομάδες, τα τερπενοειδή, τις αζωτούχες ενώσεις και τα φαινολικά συστατικά. Τα τερπένια αποτελούν την πολυπληθέστερη κατηγορία δευτερογενών μεταβολιτών. Όλες οι ενώσεις της ομάδας αυτής προέρχονται από τη βασική μονάδα του ισοπεντανίου. Είναι μια κατηγορία λιπιδίων των οποίων ο βασικός



σκελετός είναι ένα μόριο υδρογονάνθρακα με 5 άτομα άνθρακα. Τα τερπένια συντίθενται μέσω της βιοσυνθετικής οδού του μεβαλονικού οξέος με πρόδρομο μόριο το ακέτυλο-συνένζυμο A, ενώ εναλλακτικά μπορεί να προέλθει από ενδιάμεσα προϊόντα της γλυκόλυσης ή από το 3-φωσφορογλυκερινικό οξύ μέσω μιας παράλληλης οδού του κύκλου του Calvin (Γαλάτης και συν., 2003).

Ορισμένες ενώσεις της κατηγορίας αυτής αποτελούν αναπόσπαστα συστατικά θεμελιωδών λειτουργιών, όπως είναι τα καροτενοειδή, οι χλωροφύλλες, και ορισμένες φυτορμόνες, όπως οι γιββερελλίνες και το αμπισικό οξύ. Μίγματα τερπενοειδών (όπως η λιναλούνη και το λιμονένιο) ή άλλων ουσιών συσσωρεύονται συνήθως σε κύτταρα με υψηλή εξειδίκευση όπως αδενώδεις τρίχες ή αδένες, με τη μορφή αιθερίων ελαίων. Οι δομές αυτές επιτελούν καθαρά αμυντικούς σκοπούς, αφού τα προϊόντα τους παρουσιάζουν τοξική ή απωθητική δράση έναντι παθογόνων και φυτοφάγων. Ορισμένα τερπένια παίζουν ρόλο στην επαγόμενη άμυνα των φυτικών ιστών έναντι εντόμων, αφού προσελκύουν αρπακτικά είδη και συνεπώς συμβάλουν στην καταπολέμηση των φυτοφάγων (Pichersky et al., 2002).

Η ομάδα των αζωτούχων δευτερογενών μεταβολιτών απαρτίζεται από ενώσεις, οι οποίες προέρχονται κυρίως από αμινοξέα. Πρόκειται για μια ετερογενή ομάδα δευτερογενών μεταβολιτών η οποία περιλαμβάνει τα αλκαλοειδή (προϊόντα με βασικό χαρακτήρα λόγω της ύπαρξης ενός ή περισσότερων ατόμων αζώτου στον ετεροκυκλικό τους ανθρακικό δακτύλιο), τις μπεταλαΐνες, τα μη πρωτεϊνικά αμινοξέα, τις αμίνες, τα κυανογόνα γλυκοζίδια, τους θειογλυκοζίτες και τις αμυντικές πρωτεΐνες (Γαλάτης και συν., 2003).

Σε συνθήκες απώλειας της διαμερισματοποίησης των κυττάρων, όπως στην περίπτωση των τραυματισμών, τα κυανογόνα γλυκοζίδια και οι θειογλυκοζίτες διασπώνται υπό την επίδραση υδρολυτικών ενζύμων και παράγουν εξαιρετικά τοξικά προϊόντα όπως το υδροκυάνιο. Τα μη πρωτεϊνικά αμινοξέα δρουν αμυντικά έναντι φυτοφάγων καθώς διαταράσσουν τη βιοσύνθεση των πρωτεϊνικών αμινοξέων ή ενσωματώνονται αντί αυτών σε πρωτεΐνες (Taiz et al., 1998).

Τα αλκαλοειδή συμβάλλουν στη συγκρότηση της θεμελιώδους άμυνας πολλών φυτικών ειδών. Η νικοτίνη και η καφεΐνη θεωρούνται ισχυρά εντομοκτόνα (Buchanan et al., 2000) ή ασκούν αλληλοπαθητική δράση (Inderjit et al., 1999) ενώ ορισμένα αλκαλοειδή όπως η σενεσιονίνη και η λουπανίνη αποτελούν ιδιαίτερα τοξικά συστατικά για τα φυτοφάγα και τον άνθρωπο (Taiz et al., 1998).

### **1.8 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ**

Φαινολικές ενώσεις ονομάζονται οι ενώσεις που φέρουν μία ή περισσότερες υδροξυλικές ομάδες άμεσα συνδεδεμένες με ένα βενζολικό δακτύλιο. Λόγω της παρουσίας του αρωματικού δακτυλίου, το υδρογόνο του φαινολικού υδροξυλίου είναι ασταθές καθιστώντας τις φαινόλες ασθενή οξέα. Σήμερα είναι γνωστές φαινόλες που φέρουν 1 έως 6 υδροξύλια ενώ συνολικά έχουν ταυτοποιηθεί περισσότερες από 8000 φαινολικές ενώσεις.

Η ταξινόμηση των φαινολικών ενώσεων γίνεται με διάφορους τρόπους. Ο πιο πρόσφατος διαχωρισμός τους γίνεται με βάση των αριθμό των βενζολικών δακτυλίων που φέρουν στο μοριό τους. Έτσι προκύπτουν οι απλές φαινόλες που φέρουν ένα αρωματικό δακτύλιο, οι πολυφαινόλες με δύο αρωματικούς δακτυλίους και οι πολυφαινόλες με τρεις ή περισσότερους αρωματικούς δακτυλίους (Vermerris et al., 2008). Επίσης, υπάρχει και η κατηγορία των σκεοϊριδοειδών ενώσεων που απαντά αποκλειστικά σε φυτά της οικογένειας *Oleaceae* και περιλαμβάνει ενώσεις όπως η ελευρωπαΐνη και ο λιγκοτροζίτης (lingstroside) (Soler-Rivas et al., 2000).

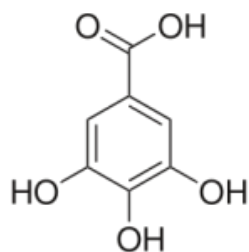
#### **1.8.1. ΑΠΛΕΣ ΦΑΙΝΟΛΕΣ**

##### **ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΟΞΕΑ**

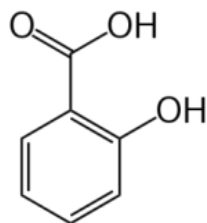
Στα φαινολικά οξέα ο αρωματικός δακτύλιος μπορεί να φέρει ως υποκαταστάτες είτε καρβοξυλικό οξύ (παράγωγα βενζοϊκού οξέος με σκελετό C<sub>6</sub>-C<sub>1</sub>), προπενικό οξύ (παράγωγα κινναμωμικού οξέος με σκελετό C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>) είτε αλδεϋδομάδα.

**Υδροξυβενζοϊκά παράγωγα.**

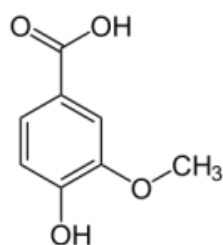
Στην ομάδα αυτή ανήκουν το γαλλικό οξύ, το πρωτοκατεχικό οξύ, το σαλικιλικό οξύ, το βανιλικό οξύ και π-υδροξυβενζοϊκό οξύ καθώς και η υδροξυτυροσόλη (Vermerris et al., 2008).



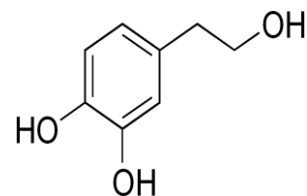
Γαλλικό οξύ



Σαλικιλικό οξύ



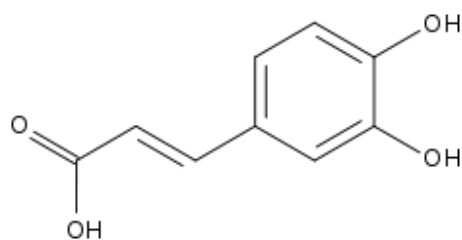
Βανιλικό οξύ



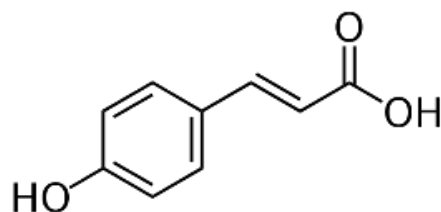
Υδροξυτυροσόλη

**Υδροξυκινναμωμικά παράγωγα.**

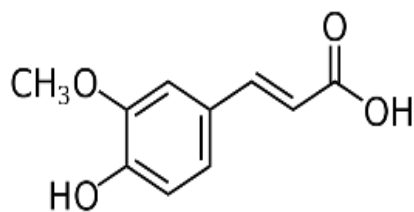
Τα υδροξυκινναμωμικά οξέα βρίσκονται στα φυτά συνήθως ως εστέρες του κινικού, του σικιμικού και του ταρταρικού οξέος. Στην ομάδα αυτή περιλαμβάνονται και τα οξέα π-κουμαρικό, καφεϊκό, φερουλικό, σιναπικό καθώς και ο βερμπασκοζίτης (verbascoside) (Vermerris et al., 2008).



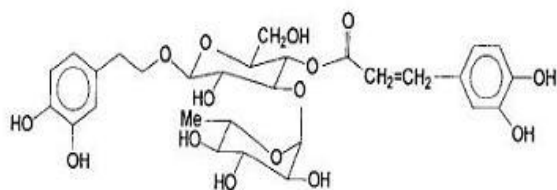
Καφεϊκό οξύ



π-κουμαρικό οξύ



Φερουλικό οξύ

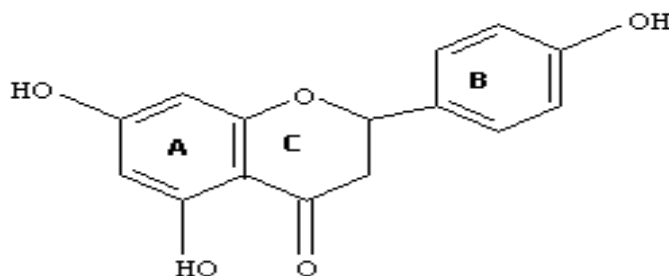


Βερμπασκοζίτης(verbascoside)

### 1.8.2 ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ ΜΕ ΔΥΟ ΑΡΩΜΑΤΙΚΟΥΣ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥΣ

#### ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΗ

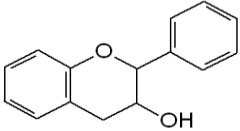
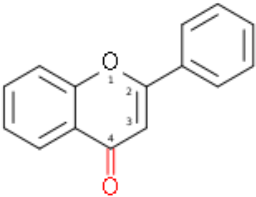
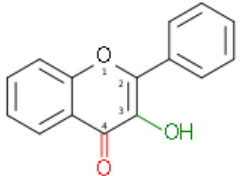
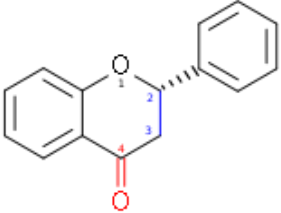
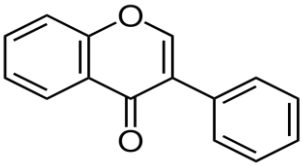
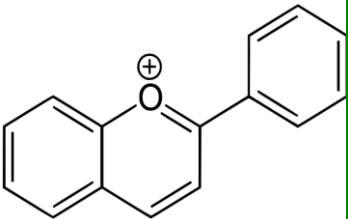
Τα φλαβονοειδή είναι φαινολικά συστατικά με 15 άτομα άνθρακα στο σκελετό τους και έχουν δομή C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>. Τα φλαβονοειδή μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες με βάση τη δομή τους, τις χαλκόνες, τις αουρόνες και τα τυπικά φλαβονοειδή. Η δομή των τυπικών φλαβονοειδών είναι αποτέλεσμα της συνένωσης δύο προϊόντων που προέρχονται από δύο διαφορετικά βιοσυνθετικά μονοπάτια. Ο αρωματικός δακτύλιος B και η γέφυρα των τριών ατόμων άνθρακα είναι μια φαινυλοπροπανική μονάδα που προέρχεται από το μονοπάτι του σικιμικού οξέος ενώ τα έξι άτομα άνθρακα του δακτυλίου A προέρχονται από το μονοπάτι του μαλονικού οξέος (Σχήμα 1.2) (Vermerris et al., 2008).



**Σχήμα 1.2 : Δομή φλαβονοειδών**

Τα τυπικά φλαβονοειδή ταξινομούνται σε διαφορετικές ομάδες που βασίζονται στο βαθμό οξειδωσης των ατόμων του άνθρακα της γέφυρας και τη θέση των υποκατεστημένων υδροξυλομάδων στους δακτυλίους. Ο δακτύλιος A είναι συνήθως υποκατεστημένος στις θέσεις 5 ή/και 7 και ο B στις θέσεις 3' ή/και 4' (Πίνακας 1.1).

Τα φλαβονοειδή είναι ευρέως διαδεδομένα στα φυτά και σε αυτά οφείλεται ο χρωματισμός των πετάλων των ανθέων, ενώ βοηθούν και στην άμυνα των φυτών ενάντια σε προσβολές από έντομα και μικροοργανισμούς. Η χαμηλή τοξικότητά τους σε σχέση με άλλα φυτικά συστατικά (πχ. αλκαλοειδή) επιτρέπει την πρόσληψη μέσω της τροφής ικανών ποσοτήτων με αποτέλεσμα την αύξηση της άμυνας του οργανισμού απέναντι σε αλλεργιογόνα και ιούς.

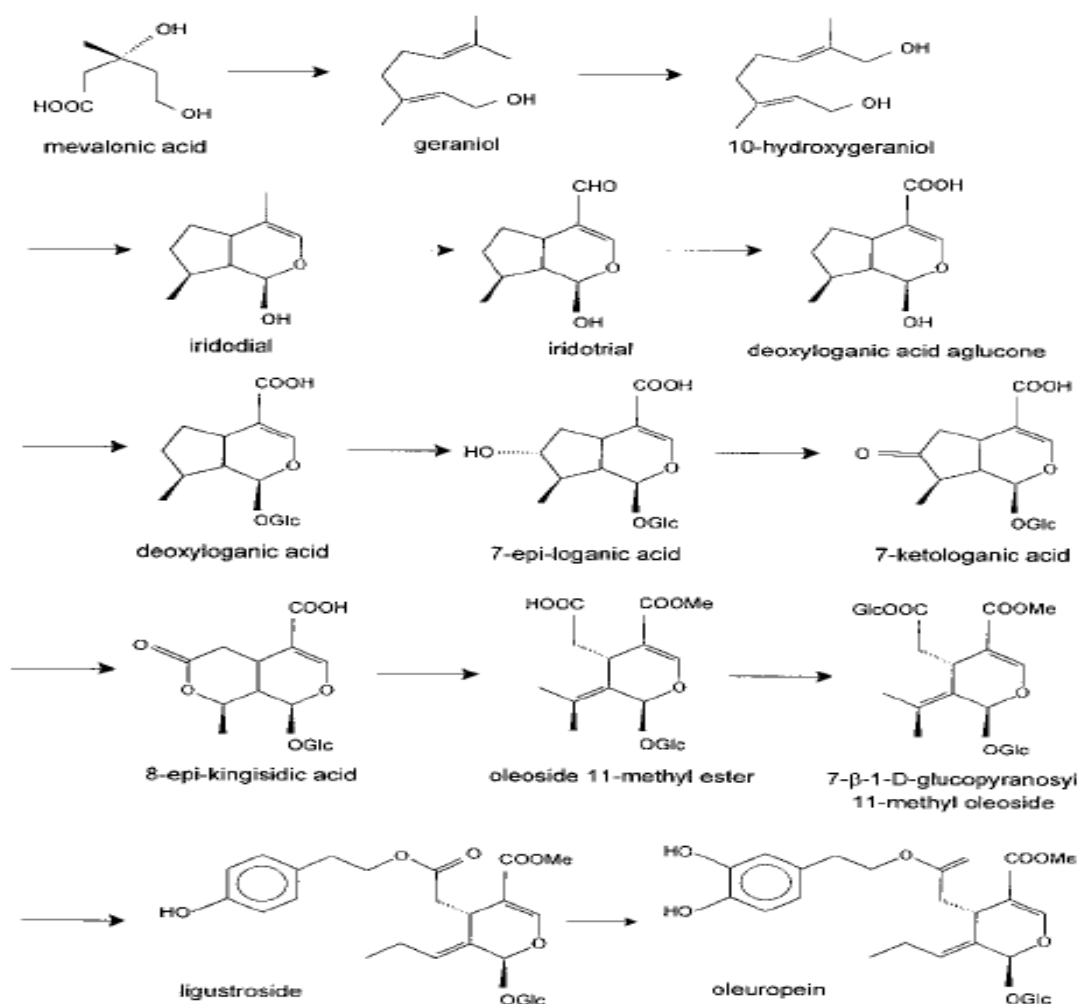
ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΩΝ		
ΟΜΑΔΑ	ΔΟΜΗ	ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΕΣ
ΦΛΑΒΑΝΟΛΕΣ		(+)-catechin (-)-epicatechin
ΦΛΑΒΟΝΕΣ		chrysin apigenin rutin luteolin luteolin glucosides
ΦΛΑΒΟΝΟΛΕΣ		kaempferol quercetin
ΦΛΑΒΑΝΟΝΕΣ		myricetin naringenin eriodictyol hesperidin
ΙΣΟΦΛΑΒΟΝΕΣ		genistein daidzein
ΑΝΘΟΚΥΑΝΙΔΙΝΕΣ		apigenidin cyanidin

Πίνακας 1.1 : Ταξινόμηση φλαβονοειδών (Heim et al., 2002)

### 1.8.3 ΣΕΚΟΪΡΙΔΟΕΙΔΕΙΣ ΕΝΩΣΕΙΣ

Τα σεκοΐριδοειδή είναι γλυκοζυδιομένες ενώσεις που προέρχονται από το δευτερογενή μεταβολισμό των τερπενίων και είναι πρόδρομες ενώσεις πολλών αλκαλοειδών (Soler-Rivas et al., 2000). Σημαντικότεροι εκπρόσωποι αυτής της κατηγορίας είναι η ελευρωπαΐνη, στην οποία οφείλεται και η πικρή γεύση του λαδιού και ο λιγκστροζίτης καθώς και τα άγλυκα συστατικά τους.

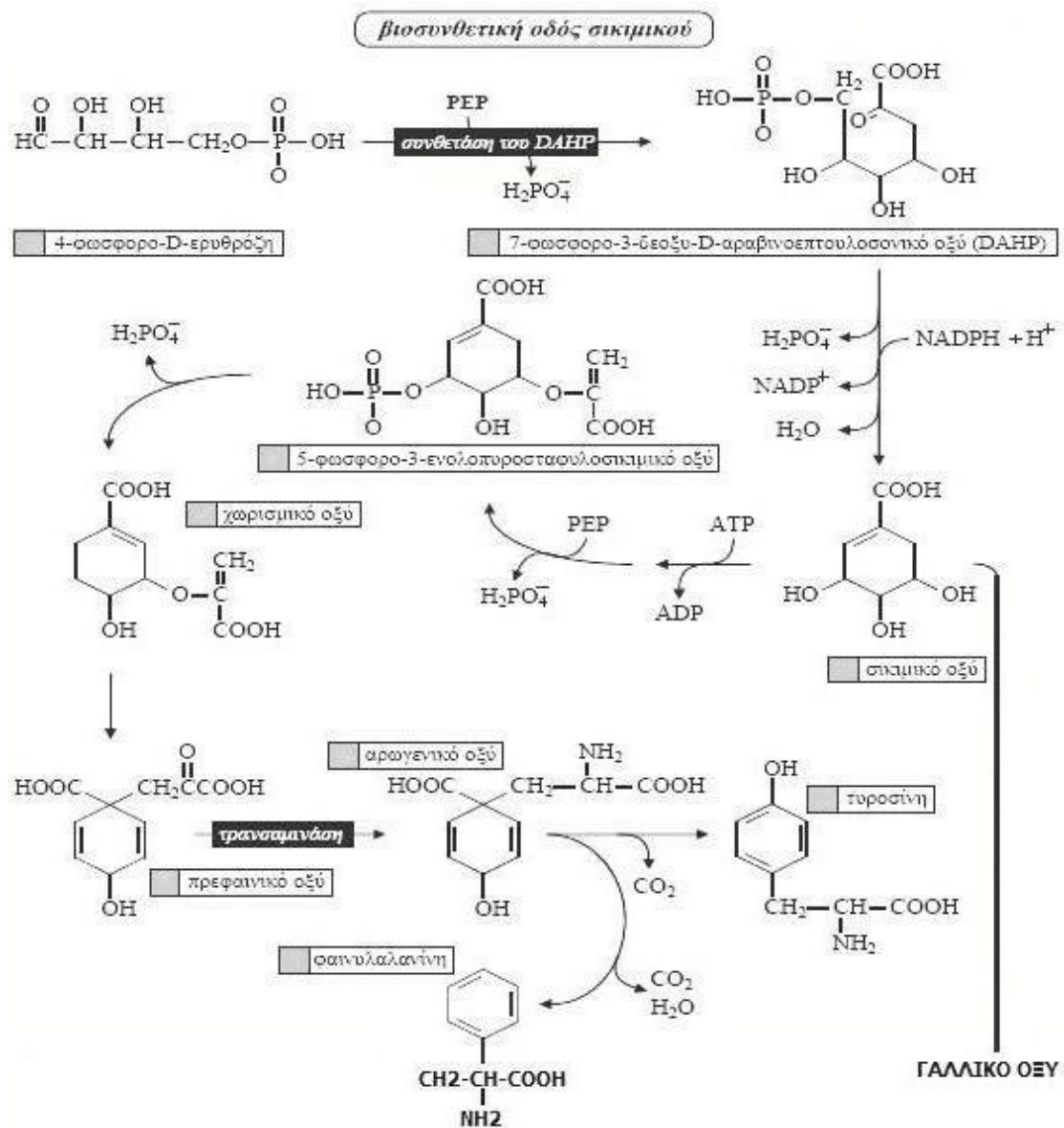
Η βιοσύνθεση της ελευρωπαΐνης γίνεται μέσω διακλάδωσης στο μονοπάτι του μεβαλονικού οξέος του δευτερογενούς μεταβολισμού όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 1.3).



Σχήμα 1.3 : Βιοσύνθεση ελευρωπαΐνης (Soler-Rivas et al, 2000)

## 1.9 ΒΙΟΣΥΝΘΕΣΗ ΦΑΙΝΟΛΩΝ

Οι περισσότερες φαινολικές ενώσεις έχουν ως πρόδρομο μόριο την φαινυλαλανίνη, η οποία συντίθεται μέσω της βιοσυνθετικής οδού του σικιμικού οξέος (Σχήμα 1.4).







## **1.10 ΤΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΩΣ ΔΟΜΙΚΟΙ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΤΑ ΦΥΤΑ**

Οι φυτικοί οργανισμοί αντιδρούν στις βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις είτε παρεμβάλλοντας φυσικά φράγματα, είτε συνθέτοντας ενώσεις τοξικές ή/και αποτρεπτικές για τους εχθρούς τους. Η άμυνα την οποία αντιτάσσουν οι φυτικοί ιστοί έναντι των εχθρών τους μπορεί να χαρακτηριστεί ως θεμελιώδης προϋπάρχουσα, που αφορά τους μόνιμους μηχανισμούς και επαγόμενη άμυνα η οποία αφορά κυρίως βιοχημικούς μηχανισμούς, οι οποίοι εμφανίζονται μόνο όταν εκδηλωθεί προσβολή ή άλλου είδους καταπόνηση.

Η ισχυροποίηση των κυτταρικών τοιχωμάτων με λιγνίνη, τα μονομερή της οποίας απαρτίζονται από φαινολικές αλκοόλες όπως η κονιφερυλαλκοόλη, η σιναφυλαλκοόλη και η π-κουμαροϋλαλκοόλη και η ύπαρξη διάφορων άλλων φαινολικών ενώσεων συνιστούν μηχανισμούς θεμελιώδους άμυνας (Whetten et al., 1995). Οι ταννίνες αντιδρούν και κατακρημνίζουν πρωτεΐνες ενώ επίσης προσδίδουν στυφή και δυσάρεστη γεύση στους ιστούς στους οποίους απαντούν σε υψηλές συγκεντρώσεις ενώ οι φουρανοκουμαρίνες εμφανίζουν ισχυρή τοξικότητα εάν ενεργοποιηθούν από ακτινοβολία κατάλληλου μήκους κύματος. Επίσης, η ελευρωπαΐνη και τα παράγωγά της έχουν εντομοαπωθητικές ιδιότητες αφού αποτρέπουν το δάκο της ελιάς να εναποθέσει τα αυγά του στους καρπούς, ενώ άλλες φαινολικές ουσίες όπως το καφεϊκό οξύ, η τυροσόλη, η υδροξυτυροσόλη, το πρωτοκατεχικό οξύ και το χλωρογενικό οξύ έχουν αντιβακτηριακές ιδιότητες (Soler-Rivas et al., 2000, Vermerris et al., 2008).

Ορισμένα φαινολικά οξέα, κυρίως το π-κουμαρικό και φερουλικό οξύ, απαντούν ως συστατικά των κυτταρικών τοιχωμάτων ενωμένα με αιθερικούς ή εστερικούς δεσμούς στις αλυσίδες των πολυσακχαριτών. Ο φυσιολογικός ρόλος της παρουσίας των φαινολικών οξέων στα κυτταρικά συστατικά φαίνεται πως περιλαμβάνει εκτός των άλλων την αποτροπή ενζυμικής υδρόλυσης των ημικυτταρινών και την μηχανική ενίσχυση των κυτταρικών τοιχωμάτων ενώ ενδέχεται να αποτελούν θέσεις έναρξης εναπόθεσης λιγνίνης

ή δευτερογενούς πάχυνσης των κυτταρικών τοιχωμάτων (Wallace et al., 1994). Μια άλλη κατηγορία υλικών στη δομή των οποίων συμμετέχουν φαινολικά συστατικά είναι η κουτίνη, η σουβερίνη και οι επιεφυμενιδικοί κηροί. Στη σύσταση των εφυμενιδικών κηρών συμμετέχουν εκτός των άλλων τερπένια, φαινολικά οξέα και φλαβονοειδή, συνήθως ενωμένα ομοιοπολικά με άλλα εφυμενιδικά υλικά (Kroon et al., 1999).

Από τους μηχανισμούς επαγόμενης άμυνας, οι φαινολικές ενώσεις συμμετέχουν στη σύνθεση των φυτοαλεξινών και στην ενίσχυση των κυτταρικών τοιχωμάτων. Στην οικογένεια *Oleaceae* η ελευρωπαϊνή λαμβάνει μέρος στη σύνθεση των φυτοαλεξινών (Soler-Rivas et al., 2000) ενώ στην οικογένεια *Fabaceae* υπεύθυνα για τη σύνθεση φυτοαλεξινών είναι τα ισοφλαβονοειδή. Επίσης, διάφορες φαινολικές ουσίες καθώς και καλλόζη εναποτίθενται στο εσωτερικό των κυτταρικών τοιχωμάτων μετά από προσβολή για να περιοριστεί η εξάπλωση του παθογόνου (Γαλάτης και συν., 2003).

Τα φαινολικά συστατικά έχουν και λειτουργικό ρόλο στα φυτά. Εκτός από τις γνωστές κατηγορίες ρυθμιστών αύξησης, ορισμένοι δευτερογενείς μεταβολίτες, μεταξύ αυτών και φαινολικές ενώσεις, επιδρούν άμεσα ή έμμεσα στην αύξηση ή τη διαφοροποίηση των φυτικών ιστών. Έχει αναφερθεί ότι το κινναμικό και π-κουμαρικό οξύ μπορούν να δρουν ως ρυθμιστές αύξησης (Harborne, 1993). Ορισμένα φλαβονοειδή με μονο- ή διϋδροξυλιωμένο Β-δακτύλιο εμπλέκονται στο μεταβολισμό και τη μεταφορά της αυξίνης, της ανάπτυξης του γυρεοσωλήνα, των αντιδράσεων των στομάτων ή της αποκοπής των πετάλων των ανθέων. Το σαλικυλικό οξύ εμπλέκεται σε πλήθος φυσιολογικών λειτουργιών. Το μόριο αυτό επάγει την άνθηση σε φυτικά είδη, και αποτελεί διασυστηματικό σήμα συναγερμού σε περιπτώσεις προσβολών από παθογόνα (Scott et al., 1999).

### 1.11 ΑΛΛΟΙ ΡΟΛΟΙ ΤΩΝ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

Εκτός από τη συμμετοχή τους στις λειτουργικές και δομικές λειτουργίες του φυτού, τα φαινολικά συστατικά (κυρίως φλαβονοειδή) μπορούν να συμμετάσχουν και στη δημιουργία συμβιωτικών σχέσεων μεταξύ φυτών και βακτηρίων των γενών *Bradyrhizobium* και *Rhizobium* (Fisher et al., 1992). Επίσης, τα επιδερμικά κύτταρα προστατεύονται από την επιβλαβή υπεριώδη ακτινοβολία λόγω της παρουσίας ανθοκυανών στα χυμοτόπιά τους καθώς αυτά παρουσιάζουν υψηλή απορροφητικότητα σε αυτά τα μήκη κύματος (Steyn et al., 2002).

Η διαδικασία της αναπαραγωγής είναι ακόμα μια λειτουργία των φυτών στην οποία λαμβάνουν μέρος φαινολικές ενώσεις. Χρωστικές όπως οι ανθοκυανιδίνες προσδίδουν στα άνθη τους χαρακτηριστικούς τους χρωματισμούς, μέσω των οποίων έλκονται οι επικονιαστές ενώ και η δημιουργία των οδηγών νέκταρος, περιοχών του άνθους με χρώματα εμφανή μόνο στα έντομα, οφείλεται σε φλαβονοειδείς ουσίες (Γαλάτης και συν., 2003).

Οι φαινολικές ενώσεις εμπλέκονται επίσης και στο φαινόμενο της αλληλοπάθειας. Υπάρχουν αναφορές ότι φαινολικά οξέα όπως το σινναμικό, π-υδροξυβενζοϊκό, βανιλλικό, σαλικυλικό, φερουλικό και συριγγικό οξύ, φλαβονοειδή, φουρανοκουμαρίνες, όπως το ψωραλένιο, κινόνες όπως η γιουγκλόνη, η ουμπελλιφερόνη και η σκοπολετίνη και ταννίνες συμμετέχουν στο φαινόμενο αυτό (Inderjit, 1996).

Οι φαινολικές ενώσεις συνεισφέρουν επίσης και στην ποιότητα των καρπών. Στην ελιά, τόσο η χαρακτηριστική πικρή γεύση όσο και το χρώμα των ώριμων καρπών οφείλεται στην ελευρωπαΐνη και στα παράγωγά της (Ryan et al., 1998).

## **1.12 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΤΩΝ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ ΣΤΑ ΦΥΤΑ**

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη συγκέντρωση των φαινολικών συστατικών στα φυτά μπορεί να σχετίζονται με τη φυσιολογία του φυτού ή να είναι περιβαλλοντικοί ή γεωγραφικοί.

Η συγκέντρωσή τους επηρεάζεται από το στάδιο ανάπτυξης και τα μέρη του φυτού (καρποί, φύλλα, άνθη, σπέρματα) (Wang et al., 2000), ενώ ακόμα και το φαινόμενο της παρενιαυτοφορίας των δενδροκομικών ειδών πιστεύεται ότι επιδρά στα επίπεδα των φαινολικών συστατικών (Ryan et al., 2003). Διακυμάνσεις στις συγκεντρώσεις των φαινολικών ενώσεων παρατηρούνται και μεταξύ ποικιλιών του ίδιου είδους αλλά και μέσα στην ίδια ποικιλία ανάλογα με την εποχή συγκομιδής (Ryan et al., 1999).

Αύξηση των επιπέδων των φαινολικών ενώσεων στους ιστούς των φυτών μπορεί να προκαλέσει και η έλλειψη ή η περίσσεια ενός θρεπτικού στοιχείου. Έτσι, η έλλειψη αζώτου οδηγεί συνήθως στη σύνθεση μεταβολιτών που περιέχουν αποκλειστικά άνθρακα στο μόριό τους (φαινολικές ουσίες) εις βάρος μεταβολιτών που περιέχουν άζωτο (όπως αλκαλοειδή). Σε περίπτωση επάρκειας αζώτου ή ανεπάρκειας διαθέσιμου άνθρακα (π.χ. σε συνθήκες σκιάς) η περίσσεια αζώτου οδηγεί προς την κατεύθυνση σύνθεσης δευτερογενών μεταβολιτών, οι οποίοι περιέχουν άζωτο στο μόριό τους (Gershenzon, 1984).

Περιβαλλοντικοί παράγοντες όπως η υψηλή θερμοκρασία μπορεί να επηρεάσει τη σύνθεση των φαινολικών συστατικών. Σε φυτά ντομάτας και καρπουζιού έχει αποδειχθεί ότι το θερμικό stress ενεργοποιεί τους μηχανισμούς βιοσύνθεσης φαινολικών και αναστέλλει την οξειδωσή τους (Rivero et al., 2000). Οι συνθήκες ξηρασίας μπορούν επίσης να προκαλέσουν μείωση της δραστηριότητας της οξειδάσης των πολυφαινολών (PPO) στην ελιά με αποτέλεσμα την αύξηση των επιπέδων των φαινολικών συστατικών στους ιστούς της (Sofa et al., 2005). Οι προσβολές από εχθρούς και ασθένειες καθώς και οι μηχανικές βλάβες μπορούν να αυξήσουν τα επίπεδα φαινολικών ενώσεων στα φυτά. Όπως έχει αναφερθεί παραπάνω, τα φαινολικά συστατικά

συμμετέχουν στους μηχανισμούς επαγόμενης άμυνας των φυτών βοηθώντας στην επιβίωση τους.

Η σύνθεση των φαινολικών ενώσεων μπορεί να επηρεασθεί και από τη γεωγραφική τοποθεσία στην οποία βρίσκεται ένα φυτό. Σε έρευνα που έγινε στη Σαρδηνία αποδείχθηκε ότι ελαιώνες της ποικιλίας «Bosana» εγκατεστημένοι σε νοτιότερες και με μεγαλύτερο υψόμετρο περιοχές παρήγαγαν λάδι καλύτερης ποιότητας από άλλες περιοχές του νησιού (Deidda et al., 1994).

Άλλοι αβιοτικοί παράγοντες εκτός των κλιματικών και γεωργαφικών που μπορούν να επηρεάσουν το φαινολικό περιεχόμενο των φυτών είναι η ρύπανση, το έδαφος (Figueiredo et al., 2008) και οι θερμοκρασίες αποθήκευσης (Wang et al., 2001).

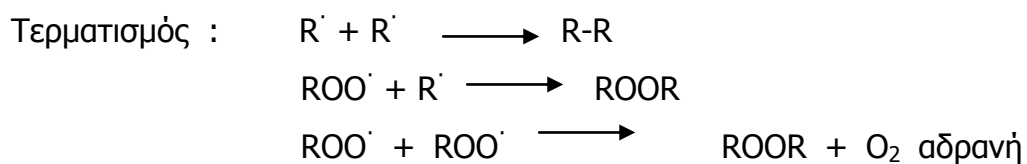
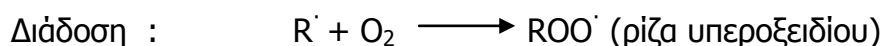
### **1.13 ΦΑΙΝΟΛΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΟΣ**

#### **1.13.1 ΔΡΑΣΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ**

Στα κύτταρα των αερόβιων οργανισμών περισσότερο από το 95% του οξυγόνου που καταναλώνεται ανάγεται από τη μιτοχονδριακή οξειδάση των κυτοχρωμάτων, ενώ το υπόλοιπο μέρος ανάγεται από τις διάφορες άλλες οξειδάσες και τις αεροβικές αφυδρογονάσες. Για την πλήρη αναγωγή ενός μορίου οξυγόνου, απαιτείται η ταυτόχρονη μεταφορά τεσσάρων ηλεκτρονίων που οδηγεί στην παραγωγή δύο μορίων νερού ή άλλων ισοδύναμων ενώσεων. Η αναγωγή του οξυγόνου από λιγότερα από τέσσερα ηλεκτρόνια, οδηγεί στην παραγωγή ασταθών μεταβολιτών που ονομάζονται δραστικές μορφές οξυγόνου (reactive oxygen species, ROS). Η κυτταρική παραγωγή ROS μπορεί να αυξηθεί από τη δράση ορμονών, κυτταροκινών και άλλων φυσιολογικών ερεθισμάτων, αλλά και από εξωτερικούς παράγοντες, όπως η επίδραση υπεριώδους ακτινοβολίας. Σε υψηλές συγκεντρώσεις οι ROS είναι τοξικές για τα κύτταρα, προκαλώντας βλάβες στην κυτταρική μεμβράνη και μη αναστρέψιμες τροποποιήσεις στο DNA (Turpaev, 2002). Επιπλέον σε

ζωντανούς οργανισμούς υπάρχουν και άλλες δραστικές μορφές οξυγόνου που δεν είναι όμως ελεύθερες ρίζες όπως το οξυγόνο στην απλή κατάσταση ( $^1\text{O}_2$ ), το υπεροξειδίο του υδρογόνου ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) και το υποχλωριώδες οξύ ( $\text{HOCl}$ ).

Από την αντίδραση των ελεύθερων ριζών με άλλα μόρια προκύπτουν νέες ελεύθερες ρίζες. Έτσι, με τον τρόπο αυτό οι αντιδράσεις των ελεύθερων ριζών τείνουν να είναι αλυσιδωτές αναγεννώντας συνέχεια νέα άτομα ή ενώσεις με ασύζευκτα ηλεκτρόνια. Η αντίδραση θα σταματήσει όταν όλες οι ελεύθερες ρίζες αντιδράσουν προς προϊόντα που δεν παρέχουν πλέον νέες ρίζες. Αυτό συμβαίνει είτε μέσω της αντίδρασης δύο ελεύθερων ριζών, που πραγματοποιείται όταν υπάρχει περίσσεια αυτών, είτε με αντιοξειδωτικά διάσπασης των αλυσιδωτών αντιδράσεων. Η αλληλουχία των αντιδράσεων μπορεί να παρασταθεί σχηματικά ως εξής :



προϊόντα που δεν προκαλούν έναρξη ή διάδοση της αντίδρασης (Jadhav et al., 1996).

### 1.13.2 ΑΜΥΝΑ ΕΝΑΝΤΙ ΣΤΙΣ ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ ΡΙΖΕΣ

Οι αερόβιοι οργανισμοί έχουν αναπτύξει αρκετούς μηχανισμούς ώστε να μπορούν να επιβιώσουν σε έντονα οξειδωτικές συνθήκες. Σε φυσιολογικές συνθήκες η προστασία του ανθρώπινου οργανισμού από τις ελεύθερες ρίζες παρέχεται από ορισμένα ένζυμα (δισμουτάσες, καταλάσες και υπεροξειδάσες), από οργανικές ενώσεις μικρού συνήθως μοριακού βάρους που δρουν ως δεσμευτές ελευθέρων ριζών (free radical scavengers) και δραστικά μόρια όπως η γλουταθειόνη, η χολερυθρίνη, το ουρικό οξύ, το ασκορβικό οξύ και οι τοκοφερόλες (Saffari et al., 2004).

Τα αντιοξειδωτικά συστατικά μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες, τα πρωτοταγή και τα δευτεροταγή αντιοξειδωτικά. Τα πρωτοταγή αντιοξειδωτικά αντιδρούν με υπεροξειδικές ρίζες πριν αυτές αντιδράσουν με ακόρεστα λιπίδια και τα μετατρέπουν σε πιο σταθερά προϊόντα. Τα δευτεροταγή αντιοξειδωτικά μειώνουν το ρυθμό οξείδωσης των λιπιδίων δεσμεύοντας μεταλλικά ιόντα, απενεργοποιώντας το διηγεργμένο οξυγόνο και απορροφώντας την υπεριώδη ακτινοβολία. Η δραστηότητά τους ενισχύεται από την παρουσία άλλων συστατικών όπως το ασκορβικό οξύ και οι τοκοφερόλες (Madhavi et al., 1996).

Μεταξύ των κυριότερων αντιοξειδωτικών βρίσκονται οι βιταμίνες A, C και E, το σελήνιο και οι φαινολικές ενώσεις, συστατικά τα οποία βρίσκονται σε αφθονία σε διάφορα τρόφιμα της Μεσογειακής διαίτας, όπως τα φρούτα, τα σταφύλια, τα ψάρια και φυσικά το λάδι και οι καρποί της ελιάς.

### **1.13.3 ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΑ**

Τα τρόφιμα υφίστανται διάφορες αλλαγές μέχρι την κατανάλωσή τους. Η επεξεργασία, αποθήκευση και μεταφορά των τροφίμων επιφέρει την ποιοτική τους υποβάθμιση που μπορεί να οφείλεται στη δράση μικροοργανισμών, στην οξείδωση ή σε άλλους παράγοντες. Η οξείδωση των λιπιδίων μπορεί να προκαλέσει μεγάλες μεταβολές στις οργανοληπτικές και διαιτητικές ιδιότητες ενός τροφίμου όπως αλλαγές χρώματος, γεύσης, αρώματος και απώλεια βιταμινών. Η προστασία των τροφίμων από την οξειδωτική υποβάθμιση εξασφαλίζεται συνήθως με την προσθήκη μικρών ποσοτήτων αντιοξειδωτικών συστατικών (Rajalakshmi et al., 1996). Η βιομηχανία τροφίμων έχει παρασκευάσει πολλά τέτοια χημικά πρόσθετα τα οποία όμως σιγά σιγά αποδεικνύονται επιβλαβή για την υγεία του ανθρώπου. Τα φαινορικά συστατικά λόγω των παραπάνω ιδιοτήτων τους αρχίζουν να χρησιμοποιούνται ως «φυσικά» συντηρητικά, αντικαθιστώντας τα χημικά συντηρητικά που προστίθενται στα τρόφιμα.

Όπως προαναφέρθηκε, το ελαιόλαδο και οι καρποί της ελιάς είναι πλούσιοι σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα και αντιοξειδωτικά και έχει αποδειχθεί

ότι παρέχουν προστασία κατά της στεφανιαίας νόσου ενώ παράλληλα μειώνουν τα επίπεδα της LDL («κακής χοληστερόλης») και αυξάνουν τα επίπεδα της HDL («καλής χοληστερόλης»). Η επίδραση των φαινολικών συστατικών της ελιάς έχει μελετηθεί εκτενώς και έχει αποδειχθεί ότι η ελευρωπαΐνη, η υδροξυτυροσόλη, το καφεϊκό οξύ, ο βερμπασκοζίτης και άλλες φαινολικές ενώσεις που απαντώνται σε ιστούς της ελιάς, βοηθούν στην πρόληψη ασθενειών όπως ο καρκίνος ενώ έχουν και αντιφλεγμονώδεις, αντιμικροβιακές και αντι-ικές ιδιότητες (Tripoli et al., 2005).

Σήμερα, τα φαινολικά συστατικά χρησιμοποιούνται και από την βιομηχανία καλλυντικών για την παραγωγή αντιλιακών, λόγω της απορρόφησης της υπεριώδους ακτινοβολίας, ενώ οι αντιμικροβιακές ιδιότητες της φαινόλης ήταν γνωστές από τις αρχές του προηγούμενου αιώνα, αφού χρησιμοποιούνταν ευρέως στην ιατρική για αντισηψία (Vermerris et al., 2008).

## **1.14 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΟΣΟΤΙΚΟΥ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ**

### **1.14.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ**

#### **Η ΜΕΘΟΔΟΣ FOLIN – CIOCALTEAU**

Η μέθοδος προσδιορισμού των συνολικών φαινολικών συστατικών σε ένα δείγμα βασίστηκε στη μέθοδο που αναπτύχθηκε στην Ιατρική σχολή του Πανεπιστημίου του Χάρβαρντ από τον Folin και τους συνεργάτες του το 1912, για τη μελέτη του μεταβολισμού των πρωτεϊνών στον άνθρωπο. Το 1927 τροποποιήθηκε από τους Folin και Cioalteau και χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα για τον ποσοτικό προσδιορισμό φαινολικών συστατικών (Vermerris et al., 2008) ενώ συγκαταλέγεται και στις επίσημες μεθόδους της AOAC.

Η αρχή της μεθόδου βασίζεται στη μέτρηση της ολικής συγκέντρωσης των φαινολικών υδροξυλομάδων που βρίσκονται στα υπό ανάλυση δείγματα. Το φαινολικό ιόν οξειδώνεται σε αλκαλικό περιβάλλον με ταυτόχρονη αναγωγή του φωσφορομολυβδαινικού και φωσφοροβολφραμικού συμπλόκου



του αντιδραστηρίου, με αποτέλεσμα το χρωματισμό του διαλύματος από κίτρινο σε μπλε. Το εξασθενές σύμπλοκο παρουσιάζει τις ακόλουθες δομές (Kahkonen et al., 1999) :



και η απορρόφησή του μετράται στα 765 nm. Τα αποτελέσματα εκφράζονται σε τιμές ισοδύναμες με αυτές κάποιας πρότυπης ουσίας όπως το γαλλικό ή το καφεϊκό οξύ. Έτσι, εξασφαλίζεται η γραμμικότητα με βάση το νόμο *Beer-Lambert* και υπάρχει ένα μέτρο σύγκρισης των αποτελεσμάτων μεταξύ διαφορετικών μετρήσεων.

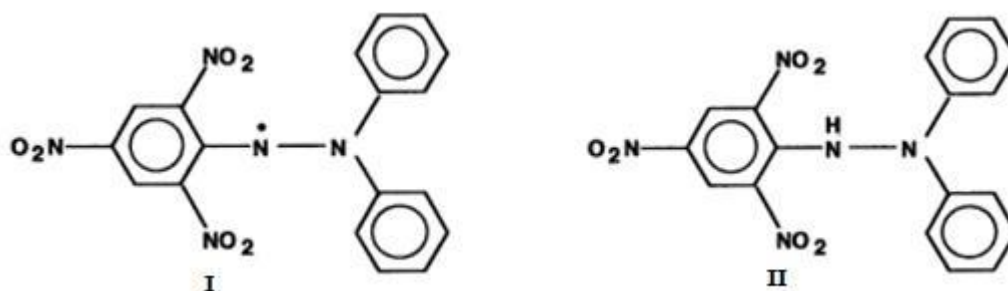
Η μέθοδος Folin-Ciocalteu είναι μια απλή, ευαίσθητη και ακριβής μέθοδος προσδιορισμού ολικών φαινολών. Το μειονέκτημά της έγκειται στο γεγονός ότι δεν προσδιορίζει μόνο τα εκχυλιζόμενα φαινολικά συστατικά, αλλά και μεγαλομοριακές ενώσεις που περιέχουν στο μόριό τους φαινολική υδροξυλομάδα. Άλλες παρεμβατικές ουσίες αποτελούν τα σάκχαρα, οι αρωματικές αμίνες, το ασκορβικό οξύ και τα οργανικά οξέα, ενώ μερικές από τις μη φαινολικές ενώσεις που μπορεί να αντιδράσουν με το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu είναι η βενζαλδεΐδη, το αμινοβενζοϊκό οξύ και η γλυκίνη. Επιπλέον, από τη συγκεκριμένη μέθοδο δίδεται μόνο μια απλή εικόνα για το ολικό ποσό των φαινολικών συστατικών σε ένα εκχύλισμα και δεν μπορούν να εξαχθούν πληροφορίες για συγκεκριμένα επιμέρους φαινολικά συστατικά (Prior et al., 2005).

#### **1.14.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ**

##### **Η ΜΕΘΟΔΟΣ DPPH**

Η μέθοδος DPPH (διφαινυλοπικρυλυδραζίλιο, 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (Εικ. 1.3)) προτάθηκε το 1958 από τον Marsden Bloid του πανεπιστημίου του Stanford για τη μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας του αμινοξέος κυστεΐνη (Molyneux, 2003). Το DPPH μπορεί να διατηρηθεί για μεγάλα χρονικά διαστήματα αφού δεν διμερίζεται και δεν

αντιδρά με το οξυγόνο. Έχει χρησιμοποιηθεί σε έρευνες για τη μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας φαινολικών συστατικών, αμινών, βιταμινών και φαρμακευτικών προϊόντων (Ionita, 2003).



**Εικ. 1.2 : I Ελεύθερη και II Δεσμευμένη ρίζα DPPH (Molyneux, 2003)**

Το DPPH είναι μια από τις λίγες σταθερές και εμπορικά διαθέσιμες οργανικές ρίζες αζώτου με έντονο ιώδες χρώμα. Τα αντιοξειδωτικά συστατικά του προς ανάλυση δείγματος, δεσμεύουν αυτή τη ρίζα οδηγώντας στον αποχρωματισμό του διαλύματος από έντονο ιώδες σε υποκίτρινο. Η ελάττωση της απορρόφησης μετράται στα 517 nm και υπολογίζεται σύμφωνα με τον τύπο :

$$\% \text{ μείωση DPPH} = [(A_{\text{DPPH}} - A_{\text{δείγματος}}) / A_{\text{DPPH}}] \times 100$$

όπου :

$A_{\text{DPPH}}$  η απορρόφηση του DPPH στα 517 nm (blank δείγμα)

$A_{\text{δείγματος}}$  η απορρόφηση του δείγματος στα 517 nm

Τα αποτελέσματα εκφράζονται με τη βοήθεια του δείκτη  $EC_{50}$  (Efficient Concentration) ή  $IC_{50}$  (Inhibition Concentration). Ο δείκτης  $IC_{50}$  (mg/l) εκφράζει τη συγκέντρωση του δείγματος που απαιτείται για να μειωθεί η απορρόφηση του διαλύματος DPPH κατά 50%. Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι όσο χαμηλότερη είναι η τιμή του  $IC_{50}$ , τόσο υψηλότερη η αντιοξειδωτική ικανότητα του δείγματος.

Η μέθοδος πλεονεκτεί στο ότι έχει χαμηλό κόστος, είναι απλή και η δέσμευση της ρίζας DPPH από τα φαινολικά συστατικά του δείγματος γίνεται γρήγορα. Όμως η ρίζα DPPH δεν αντιδρά με φλαβονοειδείς ενώσεις που δεν διαθέτουν υδροξυλομάδες στον Β αρωματικό δακτύλιο καθώς και με αρωματικά οξέα που περιέχουν μόνο μια υδροξυλομάδα (Brand-Williams et al., 1995).

### 1.14.3 ΥΓΡΗ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΥΨΗΛΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (HPLC)

Η Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης αποτελεί μια από τις πιο διαδεδομένες τεχνικές χρωματογραφίας. Χρησιμοποιεί μια υγρή κινητή φάση (mobile phase) για το διαχωρισμό των συστατικών ενός μίγματος. Τα συστατικά διαλύονται αρχικά σε ένα διαλύτη και στη συνέχεια διέρχονται από μια στήλη (column) υπό πίεση. Το υλικό από το οποίο αποτελείται η στήλη ονομάζεται στατική φάση (stationary phase). Ο βαθμός αλληλεπίδρασης των διαφόρων συστατικών με τη στατική φάση επηρεάζει το διαχωρισμό τους. Όσο μεγαλύτερη η αλληλεπίδραση τόσο ισχυρότερα κατακρατούνται τα συστατικά με αποτέλεσμα να κινούνται με μικρότερη ταχύτητα μέσα στη στήλη. Βάση των διαφόρων μηχανισμών αλληλεπίδρασης των συστατικών του μίγματος με τη στατική φάση, η Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης διακρίνεται σε :

#### **Χρωματογραφία Προσρόφησης (absorption chromatography) :**

η στατική φάση είναι ένας προσροφητής, όπως το silica gel, και ο διαχωρισμός βασίζεται στις συνεχείς προσροφήσεις – εκροφήσεις των συστατικών του μίγματος στην επιφάνεια της στερεής στατικής φάσης.

#### **Χρωματογραφία Ιονανταλλαγής (ion-exchange chromatography) :**

η στατική φάση φέρει στην επιφάνεια τις ιονικές ομάδες με αντίθετο φορτίο από τα ιονικά συστατικά του μίγματος. Όσο μεγαλύτερο είναι το φορτίο των ιονικών συστατικών του μίγματος, τόσο περισσότερο θα συγκρατηθούν ηλεκτροστατικά στην επιφάνεια της στατικής φάσης. Η κινητή φάση είναι ένα ρυθμιστικό διάλυμα, όπου το pH και η ιοντική ισχύς χρησιμοποιούνται για να ελέγχεται ο χρόνος έκλουσης.

#### **Χρωματογραφία Μοριακού Αποκλεισμού (Size exclusion chromatography) :**

η κινητή φάση διέρχεται από μια πορώδη πηκτή, το μέγεθος των πόρων της οποίας είναι αρκετά μικρό ώστε να επιτρέπει την είσοδο μόνο μορίων μικρού μεγέθους, αποκλείοντας τα μόρια μεγάλου μεγέθους. Έτσι, τα μόρια μεγάλου μεγέθους διέρχονται ταχέως, ενώ τα μόρια μικρού μεγέθους αργούν να εξέλθουν από τη στήλη, αφού χρειάζονται μεγαλύτερο όγκο κινητής φάσης για να τα παρασύρει.

Βάση της πολικότητας της κινητής και στατικής φάσης, η HPLC διακρίνεται σε :

**Χρωματογραφία κανονικής φάσης (normal phase chromatography) :**

- πολική στατική φάση και μη πολική κινητή φάση
- πολικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ στατικής φάσης και συστατικών μίγματος (διπόλου-διπόλου, δεσμούς H)
- εμφανίζει μεγαλύτερη επαναληψιμότητα και ανταποκρίνεται ταχύτερα σε αλλαγές της σύστασης της κινητής φάσης.

**Χρωματογραφία ανάστροφης φάσης (reversed phase chromatography)**

- μη-πολική στατική φάση ( $C_8$ ,  $C_{18}$ ), πολική κινητή φάση (μίγμα νερού με μεθανόλη ή ακετονιτρίλιο)
- υδρόφοβες αλληλεπιδράσεις μεταξύ στατικής φάσης και συστατικών του μίγματος.
- εφαρμόζεται περίπου κατά 80% στους διαχωρισμούς με τη μέθοδο της HPLC.

Η επιλογή της κινητής φάσης γίνεται έτσι ώστε να διαφέρει η πολικότητά της από αυτή της στατικής φάσης ώστε να υπάρχει ικανοποιητικός διαχωρισμός στα συστατικά του δείγματος που αναλύεται.

Η έκλουση της κινητής φάσης στη χρωματογραφική στήλη μπορεί να γίνει είτε **Ισοκρατικά (Isocratic elution)** όπου η σύσταση της κινητής φάσης δεν μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της ανάλυσης, είτε

**Βαθμιδωτά (Gradient elution)** όπου έχουμε βαθμιαία μεταβολή της σύστασης της κινητής φάσης. Με τη βαθμιδωτή έκλουση γίνεται ανάμιξη ενός ασθενούς με έναν ισχυρό διαλύτη σε ποσοστά που μπορεί να μεταβάλλονται με το χρόνο, με την περιεκτικότητα του ισχυρού διαλύτη διαρκώς αυξανόμενη. Έτσι, διαχωρίζονται στην αρχή οι ουσίες που έχουν μικρό χρόνο συγκράτησης στη στήλη και με την αύξηση της ισχύος εκλούνται καλύτερα και όσες συγκρατούνται για περισσότερο χρόνο.

Η διαδικασία της χρωματογραφικής ανάλυσης ξεκινά με την είσοδο του δείγματος στην αρχή της στήλης, ενώ ο διαχωρισμός επιτυγχάνεται όταν το

δείγμα και η κινητή φάση εισέρχονται στη στήλη. Τα συστατικά αφού διέλθουν από τη στήλη και διαχωριστούν, εισέρχονται στον ανιχνευτή. Εκεί συσχετίζεται κάποια ιδιότητα της ουσίας με ηλεκτρικό δυναμικό, το οποίο αναπαρίσταται στην οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή ως ένα διάγραμμα χρόνου συναρτήσεως σήματος (χρωματογράφημα).

Από το χρωματογράφημα λαμβάνουμε τις εξής πληροφορίες :

- τον χρόνο κατακράτησης  $t_R$ , που είναι ο χρόνος που απαιτείται για την έκλυση μιας ουσίας από τη στήλη
- το νεκρό χρόνο  $t_0$ , που είναι ο χρόνος που απαιτείται για τη διέλευση της κινητής φάσης από τη στήλη
- το εμβαδό της κορυφής μιας ουσίας.

Υπό συγκεκριμένες συνθήκες ανάλυσης, ο χρόνος κατακράτησης μιας ουσίας παραμένει ο ίδιος και συγκεκριμένη ποσότητα ουσίας δίνει πάντα κορυφή με ίδιο εμβαδό.

#### **1.14.3.1 ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΙΑΣ ΟΥΣΙΑΣ**

Η ταυτοποίηση των συστατικών ενός δείγματος γίνεται με βάση το χρόνο συγκράτησης  $t_R$  και το φάσμα σε σύγκριση με τις αντίστοιχες τιμές και το φάσμα σε χρωματογραφήματα γνωστού δείγματος (standard mixture), που πάρθηκε με τις ίδιες ακριβώς συνθήκες.

Η μέτρηση του εμβαδού της επιφάνειας μιας κορυφής μπορεί να γίνει αυτόματα με χρήση Η/Υ είτε χειρωνακτικά. Το εμβαδό μιας χρωματογραφικής κορυφής είναι ανάλογο της συγκέντρωσης του συστατικού και χρησιμοποιείται για τη χάραξη της καμπύλης αναφοράς. Για το σκοπό αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν δύο πρότυπα :

**Μέθοδος Εξωτερικού Προτύπου** : απευθείας σύγκριση της επιφάνειας των συστατικών του μίγματος με την καμπύλη αναφοράς

**Μέθοδος Εσωτερικού Προτύπου** : όπου ένα εσωτερικό πρότυπο προστίθεται στο δείγμα και στις πρότυπες ουσίες και η καμπύλη αναφοράς σχηματίζεται χρησιμοποιώντας τη Σχετική Επιφάνεια

Σχετική Επιφάνεια = Εμβαδό κορυφής ουσίας / Εμβαδό κορυφής εσωτερικού προτύπου.

### 1.14.3.2 ΟΡΓΑΝΟΛΟΓΙΑ HPLC

Μια συσκευή HPLC αποτελείται από 5 βασικά τμήματα : τη στήλη (column), το σύστημα παροχής κινητής φάσης (pump), το σύστημα εισαγωγής δείγματος (injector), τον ανιχνευτή (detector) και τον καταγραφέα.

#### 1. ΣΤΗΛΗ

Αποτελεί το σημαντικότερο τμήμα του συστήματος αφού εκεί γίνεται ο διαχωρισμός των συστατικών του δείγματος. Οι στήλες κατασκευάζονται από ανοξείδωτο χάλυβα, έχουν συνήθως μήκος 10, 15 και 20 cm, εσωτερική διάμετρο 4-4,6 mm και είναι πληρωμένες με σωματίδια πολύ μικρής διαμέτρου (συνήθως 3, 5 ή 10 μm). Η πορώδης ουσία χρησιμοποιείται σαν μια στερεή ακίνητη φάση ή καλύπτεται με ένα πολύ λεπτό στρώμα υγρής ακίνητης φάσης με πολύ μεγάλο εμβαδόν επιφάνειας.

#### 2. ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΚΙΝΗΤΗΣ ΦΑΣΗΣ

Αποτελείται από μια αντλία υψηλής πίεσης για την κίνηση της υγρής φάσης διαμέσου της στήλης και συνήθως ένα σύστημα για τη βαθμιαία αλλαγή της σύστασης της κινητής φάσης. Υπάρχουν δυο είδη αντλιών α. Σταθερής πίεσης και β. Σταθερής ροής. Κάθε αντλία είναι σημαντικό να φέρει ένα σύστημα απαέρωσης των διαλυτών υπό κενό (vacuum degassing).

#### 3. ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Συνήθως είναι μια περιστρεφόμενη βαλβίδα υψηλής πίεσης με βρόχο δείγματος (loop), η οποία αποτελείται από ένα χαλύβδινο κύλινδρο με 6 διαύλους, ο ένας από τους οποίους οδηγεί στη στήλη και μέσα στον οποίο υπάρχει ένας κινητός κύλινδρος από Teflon.

Στην υγρή χρωματογραφία, τα δείγματα τα οποία βρίσκονται σε υγρή μορφή μπορούν να εισαχθούν στη στήλη κατευθείαν και πρέπει πάντα να

απομακρύνονται στερεά σωματίδια τα οποία βρίσκονται στο δείγμα με διήθηση ή φυγοκέντρηση αφού είναι πιθανό να φράξουν τις μονάδες εισαγωγής ή ακόμα και τη στήλη.

#### 4. ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ

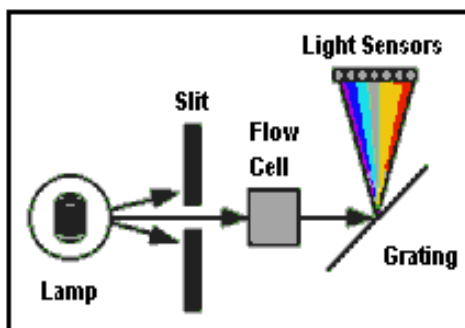
Ο ανιχνευτής στην HPLC είναι κρίσιμο στοιχείο του συστήματος αφού κάνει ορατό το διαχωρισμό που γίνεται στη στήλη και επιτρέπει την αξιοποίησή του στην ανάλυση.

Ένας ιδανικός ανιχνευτής HPLC πρέπει να έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά :

- α. Να ανταποκρίνεται στα υπο εξέταση συστατικά του μίγματος
- β. Να επιτρέπει χαμηλά όρια ανίχνευσης της τάξεως των ng-μg
- γ. Να μην αποκρίνεται στην κινητή φάση
- δ. Να μην επηρεάζεται από μεταβολές της θερμοκρασίας και της ταχύτητας ροής της κινητής φάσης
- ε. Να παρέχει γραμμική απόκριση στην περιοχή συγκεντρώσεων των διαχωριζόμενων συστατικών ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην ποσοτική ανάλυση.

Υπάρχουν δύο είδη ανιχνευτών στην HPLC :

- α. Εκείνοι που αποκρίνονται στις φυσικές και χημικές ιδιότητες των συστατικών του μίγματος (ανιχνευτές υπεριώδους – ορατού και ανιχνευτές φθορισμού)
- β. Εκείνοι που αποκρίνονται σε αλλαγές των ιδιοτήτων που υφίσταται η κινητή φάση (διαφορικός ανιχνευτής δείκτη διαθλάσεως).



**Εικ.1.3 Ανιχνευτής με συστοιχία  
διοδίων**

Σήμερα έχει επικρατήσει η χρήση ανιχνευτών υπεριώδους – ορατού (UV-Vis) σε συνδυασμό με σύστημα συστοιχίας διοδίων (diode array detector, DAD) για την ανίχνευση φαινολικών οξέων και φλαβονοειδών. Το σύστημα συστοιχίας διοδίων (Εικ. 1.2) επιτρέπει τη συλλογή και την ταυτόχρονη ποσοτικοποίηση των φαινολικών

συστατικών σε πολλά μήκη κύματος, χαρακτηριστικό που είναι πολύ σημαντικό αφού τα φαινορικά συστατικά παρουσιάζουν μέγιστα απορρόφησης σε διάφορα μήκη κύματος. Η ευαισθησία αυτού του ανιχνευτή εξαρτάται από τη μοριακή απορροφητικότητα των διάφορων συστατικών, ενώ είναι αδιάφορος στις μεταβολές της θερμοκρασίας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συγκεντρώσεις της τάξεως του 0.01μg/mL (Rise-Evans et al., 1996).



## **ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ**

Σκοπός του πειράματος ήταν η μελέτη της συγκέντρωσης των συνολικών φαινολικών και της αντιοξειδωτικής ικανότητας στα φύλλα και τους καρπούς των ποικιλιών ελιάς «Κονσερβολιά» και «Καλαμών» από δείγματα που συλλέχθηκαν σε διαφορετικές εποχές και περιοχές και προέρχονται από συμβατική και βιολογική καλλιέργεια. Επίσης ταυτοποιήθηκαν και ποσοτικοποιήθηκαν τα φαινολικά συστατικά και οι διαφορές που παρουσίασαν μεταξύ ποικιλιών, ιστών, εποχής και περιοχής συλλογής καθώς και τρόπων καλλιέργειας.

# ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

---

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν φύλλα συλλογής Ιουνίου και Οκτωβρίου από τρέχουσα βλάστηση καθώς και πράσινοι καρποί των ποικιλιών «Κονσερβολιά» και «Καλαμών» για τη μελέτη της περιεκτικότητάς τους σε συνολικά φαινολικά συστατικά, την αντιοξειδωτική τους ικανότητα καθώς και για την ταυτοποίηση και ποσοτικοποίηση των φαινολικών συστατικών που περιείχαν.

## **2.1 ΣΥΛΛΟΓΗ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ**

Το φυτικό υλικό συλλέχθηκε από τρεις διαφορετικές τοποθεσίες της Ελλάδας, το δένδροκομείο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, τις Ροβιές Εύβοιας και τον Πόρο. Οι συλλογές έγιναν το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Ιουνίου και του Οκτωβρίου του έτους 2009 ενώ το πειραματικό σχέδιο που

χρησιμοποιήθηκε ήταν το Εντελώς Τυχαιοποιημένο (Completely Random Design).

Για τις ποικιλίες «Καλαμών» και «Κονσερβολιά» που μελετήθηκαν, επιλέχθηκαν τρία αυτόρριζα δένδρα ηλικίας επτά ετών εγκατεστημένα σε γλάστρες στο δενδροκομείο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, τρία δένδρα συμβατικής καλλιέργειας και τρία δένδρα βιολογικής καλλιέργειας εγκατεστημένα στο έδαφος από τις Ροβιές Εύβοιας και τρία δένδρα εγκατεστημένα σε γλάστρες σε φυτωριακή εγκατάσταση στον Πόρο.

Κατά τη συλλογή του Ιουνίου συλλέχθηκαν φύλλα από την τρέχουσα βλάστηση των δένδρων από τρία σημεία περιμετρικά της κόμης. Κατά τη συλλογή του Οκτωβρίου συλλέχθηκαν φύλλα από βλαστούς ενός έτους καθώς και καρποί από τρία σημεία περιμετρικά της κόμης. Συλλογή καρπών δεν πραγματοποιήθηκε στο δενδροκομείο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών λόγω ακαρπίας των δένδρων. Μετά τη συλλογή, τα δείγματα τοποθετούνταν σε πλαστικά σακουλάκια με κατάλληλη σήμανση μέσα σε φορητό ψυγείο μέχρι τη μεταφορά τους στο εργαστήριο και την τοποθέτησή τους σε καταψύκτη με θερμοκρασία  $-20^{\circ}\text{C}$ .

### **2.2 ΞΗΡΑΝΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ**

Πριν την ανάλυσή τους τα δείγματα ζυγίζονταν και τοποθετούνταν σε λυοφιλιωτή (freeze-dryer) τύπου Unicryo MC4L (Uniequip) για διάστημα που εξαρτήθηκε από το είδος του ιστού. Η διάρκεια παραμονής των φύλλων στο freeze-dryer ήταν 3 ημέρες ενώ οι καρποί χρειάστηκαν 5 ημέρες για την ξήρανσή τους. Μετά την εξαγωγή τους από τον λυοφιλιωτή, τα δείγματα ζυγίζονταν και πάλι για τον υπολογισμό της απώλειας υγρασίας και τοποθετούνταν σε κατάψυξη με θερμοκρασία  $-20^{\circ}\text{C}$  μέχρι να χρησιμοποιηθούν για ανάλυση.

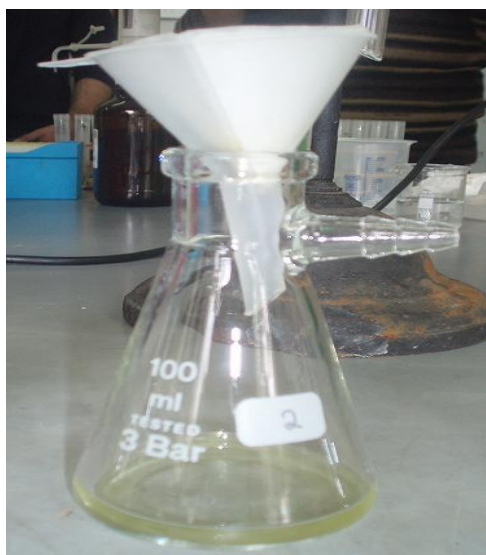
Η μέθοδος της ξήρανσης με κατάψυξη είναι νέα μέθοδος ξήρανσης και βασίζεται στην εξαχνωση του πάγου του φυτικού υλικού. Το νερό μεταβαίνει από τη στερεά κατάσταση (πάγος) στην αέρια (υδρατμός) χωρίς τη μεσολάβηση της υγρής φάσης. Για τη μεταβολή αυτή απαιτείται σημαντική

προσφορά ενέργειας λόγω θερμοδυναμικής απαίτησης για την αλλαγή της φάσης, έστω και αν η διαδικασία γίνεται σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες.

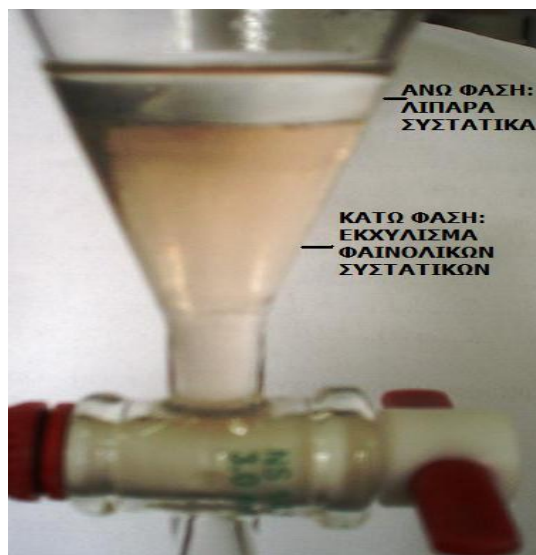
Για την επίτευξη καλύτερων αποτελεσμάτων ξήρανσης τα δείγματα πρέπει να είναι κατεψυγμένα, να υπάρχει υψηλό κενό (πίεση χαμηλότερη από την πίεση του τριπλού σημείου του νερού) που παράγεται μέσω αντλίας κενού και να παρέχεται μεγάλο ποσό ενέργειας για την πραγματοποίηση της εξάχνωσης.

### **2.3 ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ**

Η ανάλυση των δειγμάτων ξεκίνησε με την εκχύλιση των φαινολικών συστατικών σύμφωνα με τη μέθοδο που προτάθηκε από τους Ryan et al. (2001). Αρχικά ζυγίστηκαν 0,4 gr ξηρού ιστού στα οποία προστέθηκαν 4 ml μεθανόλης. Τα δείγματα αλέστηκαν μέχρι να ομογενοποιηθούν σε ομογενοποιητή τύπου Ultra-Turrax T25 Basic (IKA LABORRTECHNIK) και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν στο σκοτάδι όπου και παρέμειναν για 30 λεπτά. Ακολούθησε φυγοκέντρηση για 6 λεπτά στις 4000 στρ/λεπτό σε φυγόκεντρο τύπου Labofuge 400, Functionline (Heraeus) και ακολούθησε ο διαχωρισμός των δύο φάσεων. Η υγρή φάση τοποθετήθηκε στο σκοτάδι σε Falcons των 15 ml, ενώ στη στερεή φάση προστέθηκαν 4 ml μεθανόλης και το δείγμα αλέστηκε ξανά και τοποθετήθηκε στο σκοτάδι για 30 λεπτά. Ακολούθως τα δείγματα πέρασαν από διηθητικό χαρτί (Εικ. 2.1) και προστέθηκαν 4,5 ml εξανίου (Merck) για το διαχωρισμό των λιπαρών συστατικών (Εικ. 2.2). Ο διαχωρισμός έγινε με τη βοήθεια διαχωριστικής χοάνης. Σε κάθε δείγμα η προσθήκη εξανίου επαναλήφθηκε 3 φορές, ενώ η διαχωριστική χοάνη ξεπλενόταν μεταξύ των επαναλήψεων με εξάνιο για την απομάκρυνση τυχόν υπολειμμάτων λιπαρών συστατικών. Το παραγόμενο εκχύλισμα τοποθετούνταν σε κατάψυξη για να χρησιμοποιηθεί για χρωματογραφική ανάλυση με HPLC, προσδιορισμό των συνολικών φαινολικών συστατικών του δείγματος με τη μέθοδο Folin – Ciocalteu και μέτρηση της αντιοξειδωτικής του ικανότητας με τη μέθοδο DPPH.



Εικ. 2.1 : Διήθηση δείγματος



Εικ 2.2 : Διαχωρισμός λιπαρών συστατικών

## 2.4 ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ

Μέρος του παραγόμενου εκχυλίσματος χρησιμοποιούνταν για τη χρωματογραφική ανάλυση των φαινολικών συστατικών. Με τη βοήθεια πλαστικής σύριγγας, 1 ml εκχυλίσματος περνούσε από ειδικό φίλτρο με πόρους διαμέτρου 20 μm (Millex Milligore) για να αποφευχθεί το φράξιμο των μηχανικών τμημάτων της HPLC από τυχόν στερεά σωματίδια που βρίσκονταν στο εκχύλισμα. Στη συνέχεια 20μl από το φιλτραρισμένο δείγμα χρησιμοποιούνταν για ανάλυση με HPLC.

Η χρωματογραφική ανάλυση των εκχυλισμάτων έγινε με τη χρήση υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης (HPLC). Οι αναλύσεις έγιναν με συσκευή τύπου Jasco (Jasco Corporation, Japan) η οποία εξοπλίστηκε με σύστημα διαβάθμισης σύστασης (gradient) LG-2089 plus, περισταλτική αντλία PU-2089 (Εικ. 2.3), στήλη αντιστρόφου φάσεως (Εικ. 2.4) τύπου Waters Spherisorb ODS2/C<sub>18</sub>, 250x4.6 mm, 5μm particle size (Waters Corporation, Milford, USA) και MD-910 ανιχνευτή σειράς διοδίων (Εικ. 2.5)(diode-array detector, DAD). Η εισαγωγή του δείγματος στην αναλυτική στήλη γινόταν μέσω βαλβίδας Rheodyne model 7725i με κυκλική διαδρομή όγκου 20μl (Εικ. 2.6). Η λειτουργία όλου του συστήματος ελεγχόταν από υπολογιστή, στον

οποίο καταγράφονταν οι μετρήσεις. Η επεξεργασία των μετρήσεων της HPLC έγινε με τη βοήθεια του προγράμματος Jasco ChromPass Version 1.7.403.1.



**Εικ. 2.3 : Περισταλτική αντλία  
PU-2089**



**Εικ. 2.4 : Στήλη αντιστροφής φάσεως**



**Εικ. 2.5 : Ανιχνευτής σειράς διοδίων**



**Εικ. 2.6 : Βαλβίδα εισαγωγής δείγματος**

Οι διαλύτες (κινητή φάση) που χρησιμοποιήθηκαν ήταν :

Διαλύτης Α : 2.2% οξικό οξύ χρωματογραφικώς καθαρό – HPLC grade (Panreac) σε νερό HPLC grade (Merck)

Διαλύτης Β : 100% Μεθανόλη HPLC grade (SDS)

Διαλύτης Γ : 100% Ακετονιτρίλιο HPLC grade (SDS)

Η ποιοτική ανάλυση των φαινολικών συστατικών επιτεύχθηκε μετά την ανάπτυξη προγράμματος για τη βέλτιστη ανάλυσή τους με HPLC. Οι ενώσεις διαχωρίστηκαν με την εφαρμογή συστήματος έκλουσης με χρονική διαβάθμιση σύστασης της κινητής φάσης (gradient elution). Το πρόγραμμα έκλουσης που χρησιμοποιήθηκε ήταν διάρκειας 100 λεπτών και είχε ως εξής :

0-15 λεπτά 95% διαλύτης A + 5% διαλύτης B

15-40 λεπτά 70% διαλύτης A + 30% διαλύτης B

40-50 λεπτά 65% διαλύτης A + 35% διαλύτης B

50-55 λεπτά 60% διαλύτης A + 40% διαλύτης B

55-60 λεπτά 55% διαλύτης A + 45% διαλύτης B

60-70 λεπτά 50% διαλύτης A + 50% διαλύτης B

70-90 λεπτά 45% διαλύτης A + 55% διαλύτης B

90-100 λεπτά 100% διαλύτης A

Μεταξύ των αναλύσεων η στήλη ξεπλενόταν με 100% διαλύτη A για 5 λεπτά.

Ο ρυθμός ροής ήταν 1 ml/λεπτό.

Ο διαλύτης Γ χρησιμοποιούνταν για τον καθαρισμό της στήλης ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Το πρόγραμμα καθαρισμού ήταν διάρκειας 40 λεπτών και είχε ως εξής :

0-10 λεπτά 100% διαλύτης A

10-20 λεπτά 100% διαλύτης Γ

20-40 λεπτά 100% διαλύτης A

Η ανίχνευση των φαινολικών οξέων και φλαβονοειδών ενώσεων στα δείγματα έγινε φασματοσκοπικά στις περιοχές του υπεριώδους – ορατού (UV-Vis) μέσω του συστήματος diode-array της HPLC και πιο συγκεκριμένα στα 280 nm για τις φλαβανόλες, στα 290 nm για τις φλαβανόνες και υδροξυβενζοϊκά οξέα (εκτός του βανιλλικού οξέος σπου πραγματοποιήθηκε στα 260 nm), στα 330 nm για τα υδροξυκινναμωνικά οξέα λόγω της επιπρόσθετης ακόρεστης ομάδας στο μόριό τους, στα 360 nm για τις φλαβόνες και στα 380 nm για τις φλαβονόλες. Η ταυτοποίησή τους έγινε μέσω της σύγκρισης των χρόνων κατακράτησης (retention time,  $t_R$ ) και των φασμάτων απορρόφησής τους στην περιοχή από 250-400 nm με εκείνα των πρότυπων φαινολικών ουσιών (Παράρτημα 2).

## 2.5 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

Για την ταυτοποίηση των φαινολικών συστατικών των εκχυλισμάτων, επιλέχθηκαν, με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία, οι πρότυπες ουσίες που αναφέρονται στο Παράρτημα 1. Οι ουσίες αυτές διαλύθηκαν σε μεθανόλη χρωματογραφικής καθαρότητας και παρασκευάστηκαν διαλύματά τους συγκέντρωσης 200 ppm και στη συνέχεια αναλύθηκαν με το παραπάνω πρόγραμμα. Μετά την ανάλυση αποθηκεύτηκαν στην κατάψυξη στους  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Για την ποσοτικοποίηση των φαινολικών ενώσεων που ταυτοποιήθηκαν χρησιμοποιήθηκε το εξωτερικό πρότυπο. Αρχικά παρασκευάστηκαν μίγματα πρότυπων ουσιών διαφόρων συγκεντρώσεων (10,20,30, 50 και 60 ppm). Στη συνέχεια κατασκευάστηκαν οι καμπύλες βαθμονόμησης με βάση το εμβαδό των κορυφών των πρότυπων ουσιών. Οι εξισώσεις των καμπυλών (εξισώσεις γραμμικής παλινδρόμησης), βάση των οποίων επιτεύχθηκε ο προσδιορισμός των περιεχόμενων φαινολικών συστατικών των δειγμάτων δίνονται στο Παράρτημα 1. Αποδεκτές έγιναν οι καμπύλες με συντελεστή συσχέτισης  $R^2 \geq 0.96$ .

## 2.6 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ DPPH

Για τη μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας προτιμήθηκε η μέθοδος DPPH. Αρχικά, ανάλογα με το είδος του ιστού που θα αναλυόταν, προετοιμάστηκαν σε δοκιμαστικούς σωλήνες διαφορετικές συγκεντρώσεις (20-800 ppm ή 40-1600 ppm) του προς ανάλυση δείγματος. Στη συνέχεια, ζυγίστηκαν 0,0039 gr αντιδραστηρίου DPPH και διαλύθηκαν σε 100 ml υδατικής μεθανόλης 70% με τη χρήση μαγνητικού αναδευτήρα. Ακολούθως, σε κάθε δοκιμαστικό σωλήνα προστέθηκαν 3 ml διαλύματος DPPH, το μίγμα αναδεύτηκε δυνατά με Vortex και τοποθετήθηκε στο σκοτάδι για 30 λεπτά. Το προϊόν της αντίδρασης φωτομετρήθηκε στα 517nm με UV-Vis Spectrophotometer τύπου V-530 (Jasco). Ως τυφλό χρησιμοποιήθηκε μίγμα 3



ml διαλύματος DPPH με 1 ml υδατικής μεθανόλης 70%, ενώ για τον μηδενισμό του οργάνου χρησιμοποιήθηκε υδατική μεθανόλη 70%.

Η μείωση της απορρόφησης του διαλύματος του DPPH υποδηλώνει τη δέσμευση της ελεύθερης ρίζας από τα αντιοξειδωτικά που υπάρχουν στα υπό μελέτη φυτικά εκχυλίσματα. Το ποσοστό δέσμευσης του DPPH δίνεται όπως έχει ήδη ειπωθεί από τη σχέση :

$$\% \text{ μείωση DPPH} = [(A_{\text{DPPH}} - A_{\text{δείγματος}}) / A_{\text{DPPH}}] \times 100$$

όπου :

$A_{\text{DPPH}}$  η απορρόφηση του DPPH στα 517 nm (blank δείγμα)

$A_{\text{δείγματος}}$  η απορρόφηση του δείγματος στα 517 nm

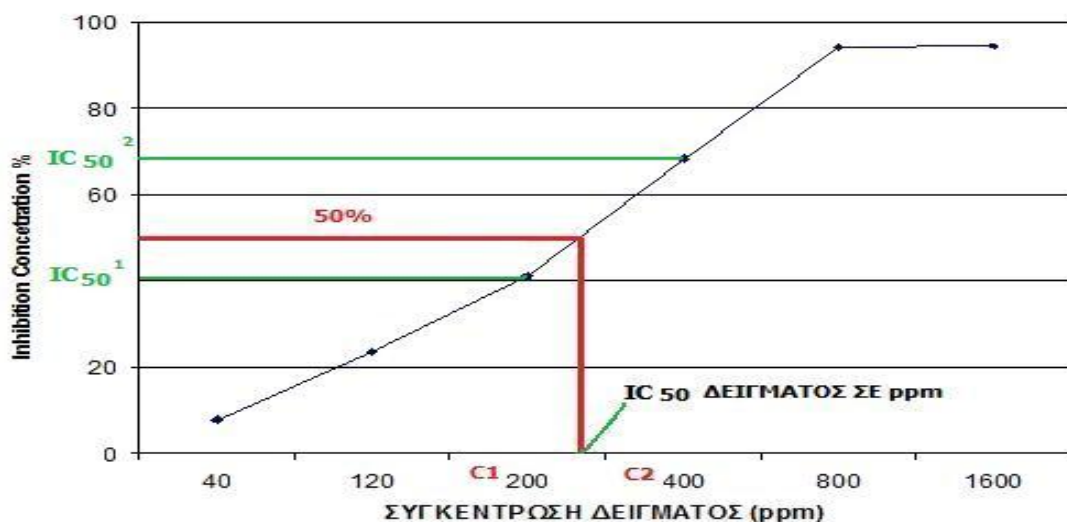
Η αντιοξειδωτική ικανότητα των δειγμάτων εκφράστηκε με τη μορφή του δείκτη  $IC_{50}$ , ο οποίος εκφράζει τη συγκέντρωση εκείνη του δείγματος που απαιτείται για να μειωθεί η αρχική συγκέντρωση του τυφλού διαλύματος DPPH κατά 50%. Η συγκέντρωση αυτή βρέθηκε από τη γραφική παράσταση (Γράφημα 2.1) των ποσοστών δέσμευσης του DPPH με τις συγκεντρώσεις των δειγμάτων σύμφωνα με τον τύπο :

$$IC_{50} \text{ (ppm)} = C^2 * (IC_{50}^1 + 50) - C^1 * (IC_{50}^2 - 50) / (IC_{50}^1 + IC_{50}^2)$$

όπου :

$C^1$  και  $C^2$  δύο διαδοχικές συγκεντρώσεις του δείγματος μεταξύ των οποίων το ποσοστό δέσμευσης του DPPH είναι 50%

$IC_{50}^1$  και  $IC_{50}^2$  δύο διαδοχικά ποσοστά δέσμευσης του DPPH μεταξύ των οποίων βρίσκεται το 50%



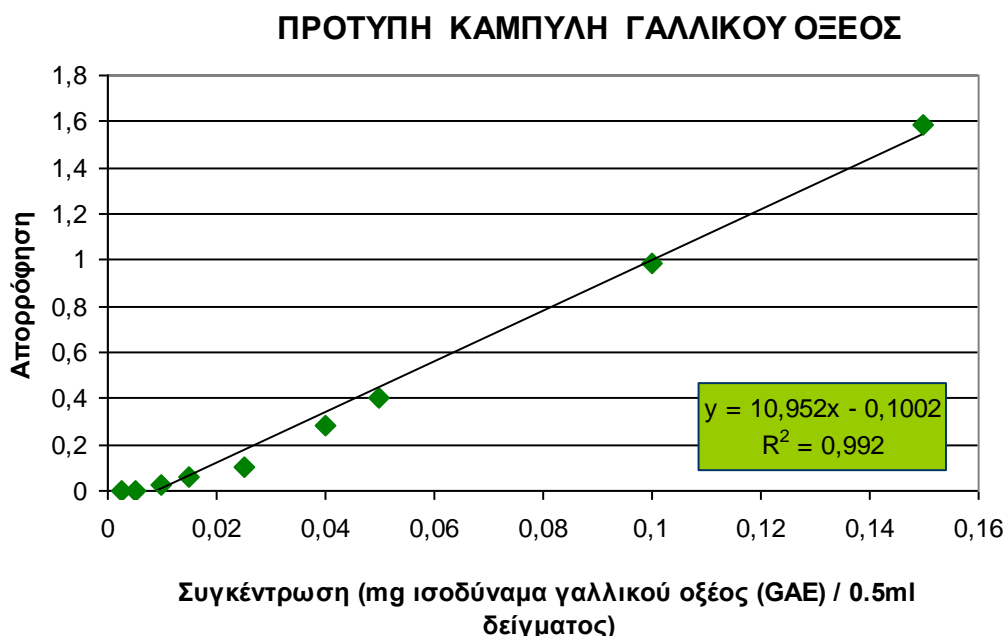
Γράφημα 2.1 : Υπολογισμός  $IC_{50}$  δείγματος με τη βοήθεια γραφικής παράστασης

## 2.7 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΟΥ ΦΑΙΝΟΛΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ FOLIN – CIOCALTEU

Ο προσδιορισμός των ολικών φαινολικών συστατικών στα εκχυλίσματα έγινε με τη μέθοδο Folin – Ciocalteu, χρησιμοποιώντας ως πρότυπη ουσία το γαλλικό οξύ για την έκφραση των αποτελεσμάτων.

Σε ογκομετρικές φιάλες των 10 ml αναμίχθηκαν 9 ml μεθανόλης και 1 ml του προς ανάλυση εκχυλίσματος. Το μίγμα αναδεύτηκε για λίγο και σε νέες ογκομετρικές φιάλες των 10 ml προστέθηκαν 0.5 ml αραιωμένου δείγματος, 5 ml αντιδραστήριου Folin – Ciocalteu 1:10 και 4 ml  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1M. Το μίγμα αναδεύτηκε και πάλι και τοποθετήθηκε σε υδατόλουτρο στους 45°C για 15 λεπτά. Το προϊόν της αντίδρασης φωτομετρήθηκε στα 765 nm με UV-Vis Spectrophotometer τύπου V-530 (Jasco). Ο μηδενισμός του φωτομέτρου έγινε με απεσταγμένο νερό. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε mg ισοδύναμα γαλλικού οξέος (GAE) / gr ξηρού βάρους ιστού.

Για τη δημιουργία της πρότυπης καμπύλης γαλλικού οξέος χρησιμοποιήθηκαν συγκεντρώσεις 5-300 ppm και ακολουθήθηκε η παραπάνω διαδικασία. Η καμπύλη που προέκυψε φαίνεται στο παρακάτω γράφημα (Γράφημα 2.2).



**Γράφημα 2.2 : Πρότυπη καμπύλη γαλλικού οξέος**

## **2.8 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ**

Τα δεδομένα υποβλήθηκαν σε ανάλυση παραλλακτικότητας ανά δύο παράγοντες, ποικιλία-εποχή, ποικιλία-περιοχή, ποικιλία-τρόπος καλλιέργειας (συμβατικά-βιολογικά) για τα φύλλα, ποικιλία-περιοχή, ποικιλία-τρόπος καλλιέργειας για τους καρπούς και ποικιλία-είδος ιστού (φύλλα-καρποί). Προηγήθηκε μετατροπή των δεδομένων σε λογάριθμους και υψωμένα στη δύναμη 0.2 όπου αυτό ήταν απαραίτητο για να ικανοποιούνται οι υποθέσεις κανονικότητας. Στατιστικά σημαντικές διαφορές διαχωρίστηκαν με τη δοκιμή Student's T test. Το στατιστικό πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν το JMP 7.

# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

---

## 3.1 ΚΟΝΣΕΡΒΟΛΙΑ

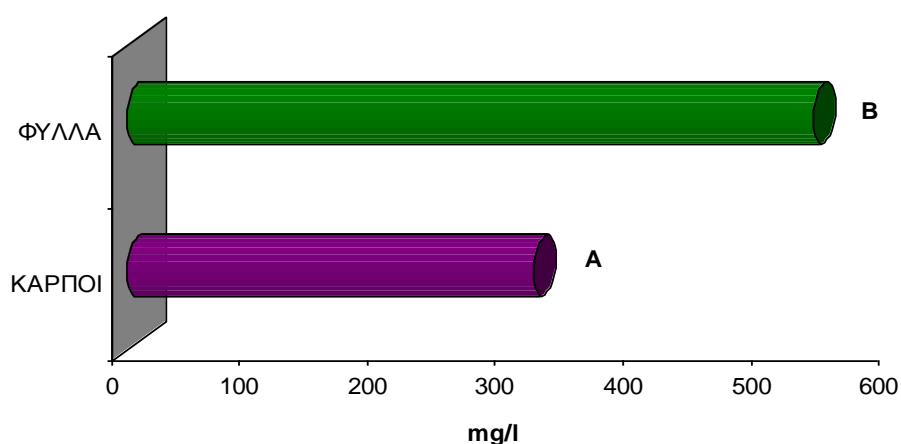
Στην ανάλυση που πραγματοποιήθηκε παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά στην αντιοξειδωτική ικανότητα των ιστών που μελετήθηκαν. Οι καρποί της ποικιλίας «Κονσερβολιά» παρουσίασαν υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα από τα φύλλα (317,49 mg/l και 536,19 mg/l αντίστοιχα) (Γράφημα 3.1). Όπως έχει ήδη αναφερθεί, όσο χαμηλότερη είναι η τιμή του  $IC_{50}$ , τόσο υψηλότερη η αντιοξειδωτική ικανότητα του δείγματος..

Τα συνολικά φαινολικά συστατικά των καρπών που μετρήθηκαν με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu (F-C) καθώς και με τη μέθοδο HPLC είχαν υψηλότερες τιμές από τις αντίστοιχες των φύλλων, αλλά χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Οι τιμές που προσδιορίστηκαν με τις παραπάνω μεθόδους για τους καρπούς και τα φύλλα δίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3.1).

ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ						
ΙΣΤΟΣ	F-C (mg GAE/gr D.W)		DPPH (mg/l)		HPLC mg/100gr D.W	
	ΚΑΡΠΟΙ	A	2,08	A	317,49	A
ΦΥΛΛΑ	A	1,86	B	536,19	A	368,7

**Πίνακας 3.1 : Τιμές συνολικών φαινολικών και αντιοξειδωτικής ικανότητας ιστών**  
**Μέσοι όροι που συνδέονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά**

**ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΙΣΤΩΝ**

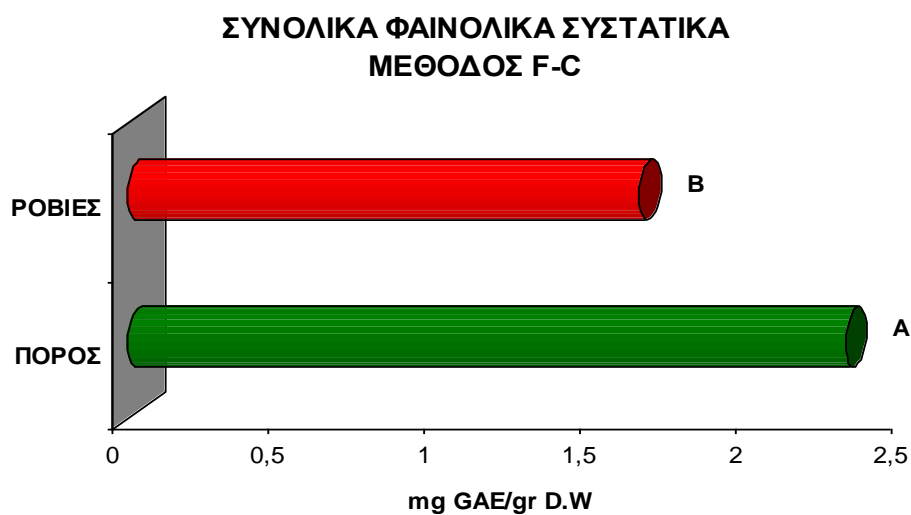


**Γράφημα 3.1 : Αντιοξειδωτική ικανότητα ιστών σε mg/l**

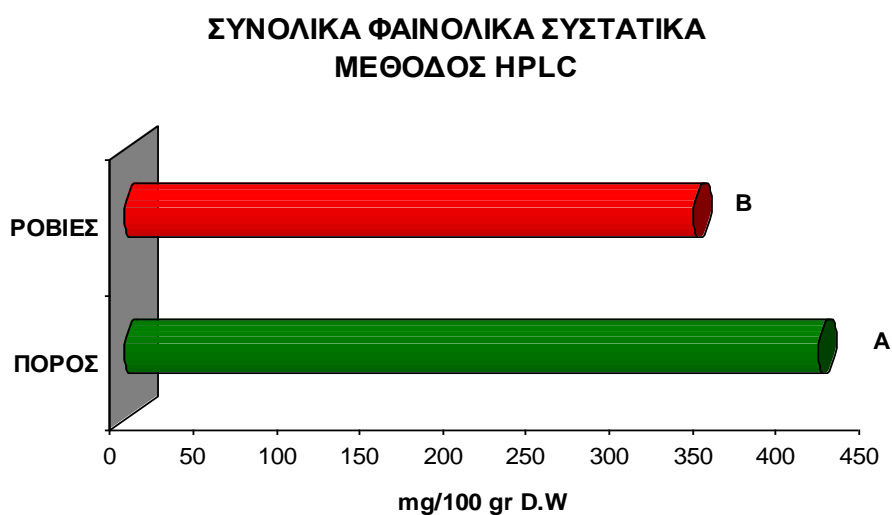
Συγκρίνοντας τις δύο περιοχές που μελετήθηκαν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές, με τον Πόρο να παρουσιάζει στατιστικώς υψηλότερα συνολικά φαινολικά συστατικά και υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα και για τους δύο ιστούς που μελετήθηκαν. Για τη μέθοδο F-C ο μέσος όρος ήταν 2,3 mg GAE/gr ξηρού βάρους, για την HPLC 416,6 mg/100 gr D.W και για την αντιοξειδωτική ικανότητα 173,79 mg/l. Για τις Ροβιές οι αντίστοιχες τιμές ήταν 1,64 mg GAE/gr D.W, 341,8 mg/100 gr D.W και 673,8 mg/l (Πίνακας 3.2) (Γράφημα 3.3, 3.4, 3.5).

ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ						
ΠΕΡΙΟΧΗ	F-C (mg GAE/gr D.W)		DPPH (mg/l)		HPLC(mg/100gr D.W)	
ΠΟΡΟΣ	A	2,3	A	173,79	A	416,6
ΡΟΒΙΕΣ	B	1,64	B	673,8	B	341,8

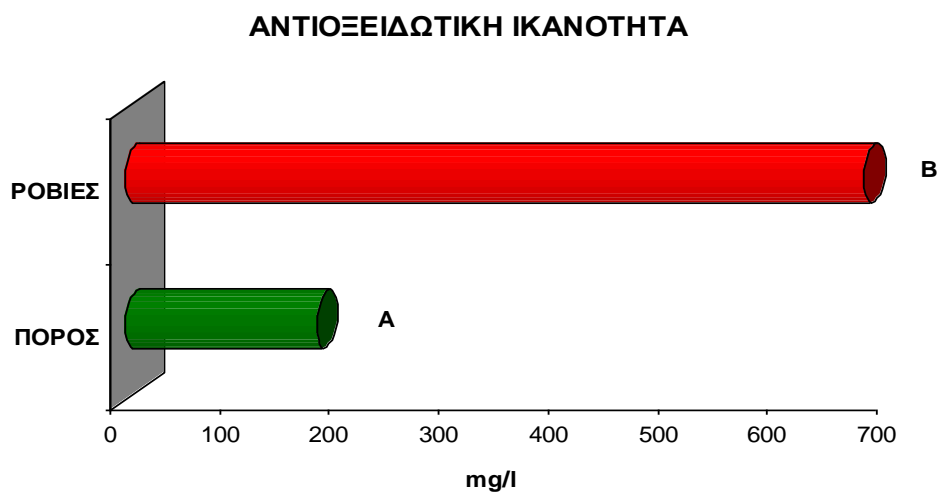
**Πίνακας 3.2 :** Τιμές συνολικών φαινολικών και αντιοξειδωτικής ικανότητας ιστών Μέσοι όροι που συνδέονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά



**Γράφημα 3.3 :** Συνολικά φαινολικά συστατικά σε mg GAE/gr D.W



**Γράφημα 3.4 :** Συνολικά φαινολικά συστατικά σε mg/100gr D.W



**Γράφημα 3.5 : Αντιοξειδωτική ικανότητα σε mg/l**

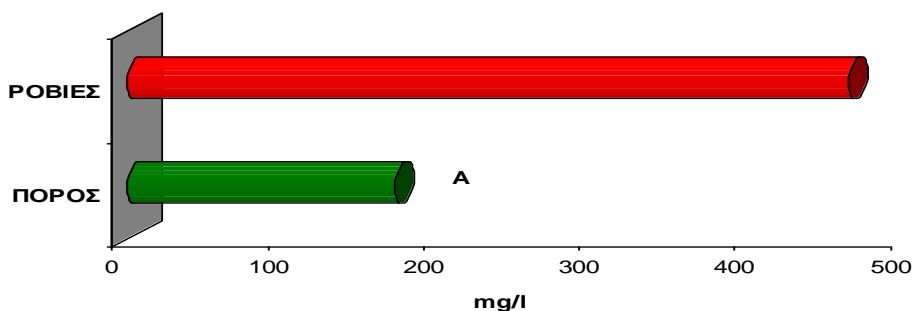
Μελετώντας τον κάθε ιστό ξεχωριστά, οι καρποί από τον Πόρο παρουσίασαν τη στατιστικώς υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα με 171,68 mg/l και υψηλότερη συγκέντρωση συνολικών φαινολικών συστατικών με 423,61 mg/100 gr D.W. Μεταξύ των περιοχών, τα δείγματα του Πόρου είχαν υψηλότερη συγκέντρωση συνολικών φαινολικών συστατικών που μετρήθηκαν με τη μέθοδο F-C με 2,19 mg GAE/gr D.W, χωρίς όμως στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Οι αντίστοιχες τιμές για τις Ροβιές ήταν 463,31 mg/l, 355,78 mg/100 gr D.W και 1,97 mg GAE/gr D.W (Πίνακας 3.3) (Γράφημα 3.6, 3.7).

<b>ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ</b>						
<b>ΠΕΡΙΟΧΗ</b>	<b>F-C (mg GAE/gr D.W)</b>		<b>DPPH (mg/l)</b>		<b>HPLC(mg/100gr D.W)</b>	
ΠΟΡΟΣ	A	2,19	A	171,68	A	423,61
ΡΟΒΙΕΣ	A	1,97	B	463,31	B	355,78

**Πίνακας 3.3 : Τιμές συνολικών φαινολικών συστατικών και αντιοξειδωτικής ικανότητας καρπών**

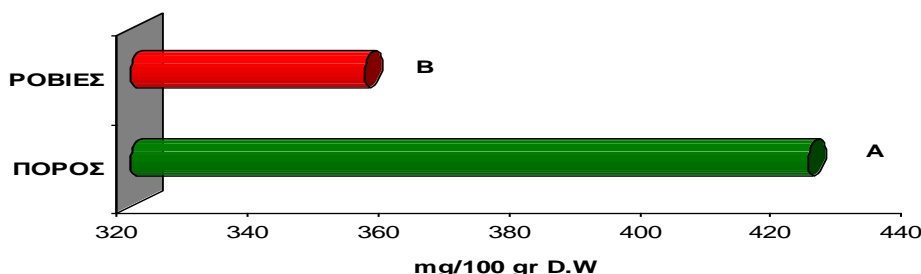
**Μέσοι όροι που συνδέονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά**

**ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΚΑΡΠΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ  
"ΚΟΝΣΕΡΒΟΛΙΑ"**



**Γράφημα 3.6 : Αντιοξειδωτική ικανότητα καρπών ποικιλίας «Κονσερβολιά» σε mg/l**

**ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ  
"ΚΟΝΣΕΡΒΟΛΙΑ"  
ΜΕΘΟΔΟΣ HPLC**



**Γράφημα 3.7 : Συνολικά φαινολικά συστατικά ποικιλίας «Κονσερβολιά»**

Στα φύλλα επίσης, παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στα συνολικά φαινολικά συστατικά μεταξύ των περιοχών που μετρήθηκαν με τη μέθοδο F-C. Τα φύλλα που συλλέχθηκαν από τον Πόρο είχαν τη στατιστικώς υψηλότερη συγκέντρωση με 2,51 mg GAE/gr D.W, ακολουθούμενα από τα δείγματα του Γ.ΠΑ με 2,02 mg GAE/gr D.W και τα δείγματα από τις Ροβιές με 1,97 mg GAE/gr D.W, χωρίς στατιστική διαφορά.

Τα δείγματα του Πόρου είχαν υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα με 159,37 mg/l, ακολουθούμενα από τα δείγματα του Γ.Π.Α 191,5 mg/l χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά. Τα φύλλα που συλλέχθηκαν από τις Ροβιές είχαν τη στατιστικώς χαμηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα.

Τα δείγματα που συλλέχθηκαν από τις Ροβιές παρουσίασαν την υψηλότερη συγκέντρωση συνολικών φαινολικών που μετρήθηκαν με τη μέθοδο HPLC με 458,44 mg/100 gr D.W αλλά χωρίς στατιστικώς σημαντική



## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

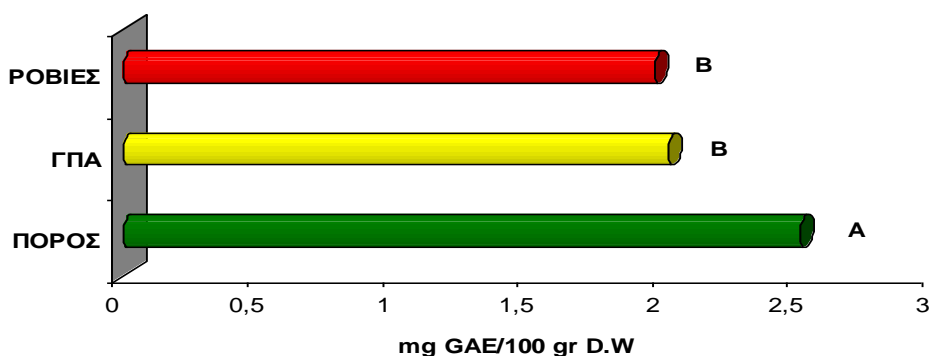
διαφορά από τα δείγματα του Πόρου με 437,48 mg/100 gr D.W. Τη χαμηλότερη συγκέντρωση είχαν τα δείγματα από το Γ.Π.Α με 426,44 mg/100 gr D.W (Πίνακας 3.4) (Γράφημα 3.8, 3.9, 3.10).

ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ							
ΠΕΡΙΟΧΗ	F-C mg GAE/gr D.W		DPPH mg/l		ΠΕΡΙΟΧΗ	HPLC mg/100gr D.W	
ΠΟΡΟΣ	A	2,51	A	159,37	ΡΟΒΙΕΣ	A	458,44
Γ.Π.Α	B	2,02	A	191,5	ΠΟΡΟΣ	AB	437,48
ΡΟΒΙΕΣ	B	1,97	B	504,98	Γ.Π.Α	B	426,44

**Πίνακας 3.4 : Συγκεντρώσεις συνολικών φαινολικών συστατικών και αντιοξειδωτικής ικανότητας φύλλων ανά περιοχή**

Μέσοι όροι που συνδέονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά

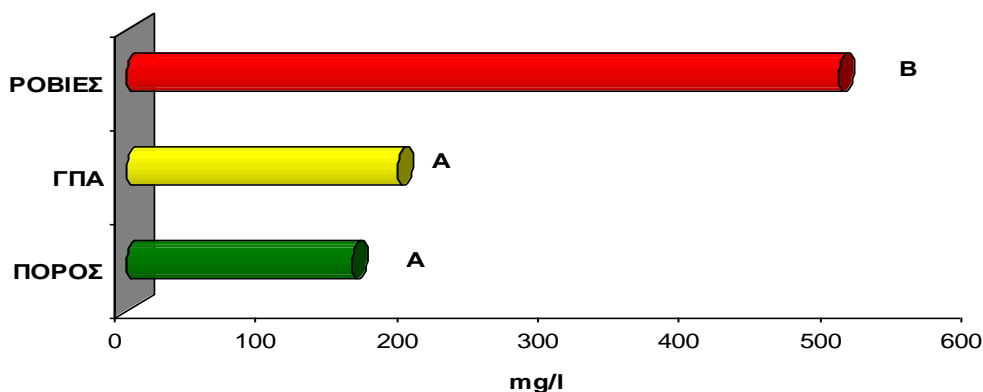
### ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΦΥΛΛΩΝ ΜΕΘΟΔΟΣ F-C



**Γράφημα 3.8 : Συνολικά φαινολικά συστατικά φύλλων σε mg GAE/gr D.W**

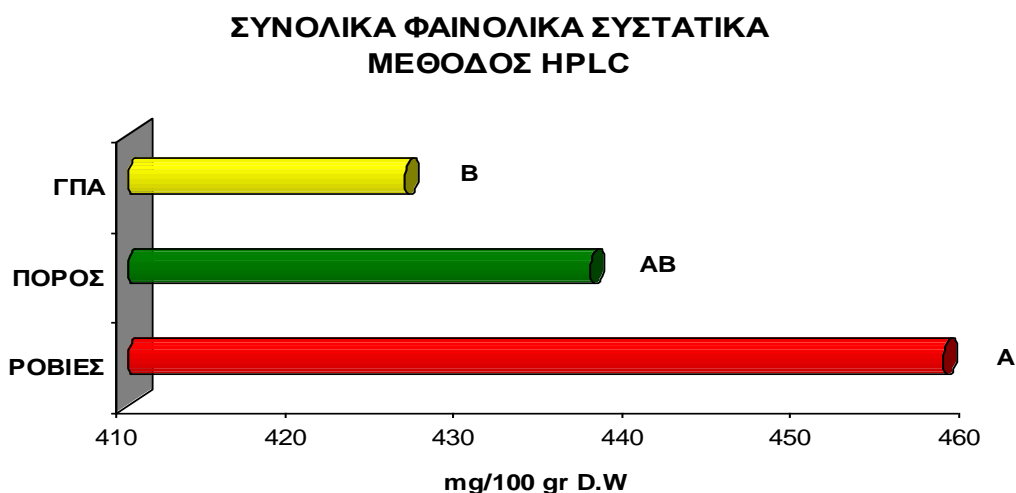
Μέσοι όροι που συνδέονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά

### ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΦΥΛΛΩΝ



**Γράφημα 3.9 : Αντιοξειδωτική ικανότητα φύλλων σε mg/l**

Μέσοι όροι που συνδέονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά



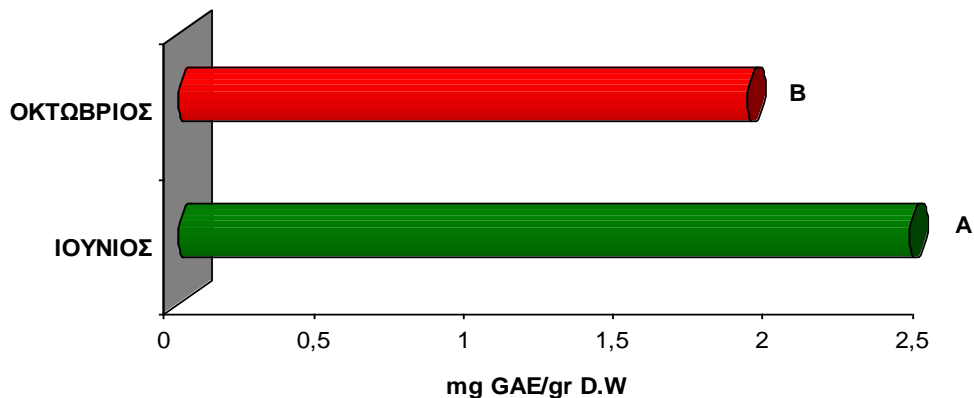
**Γράφημα 3.10 : Συνολικά φαινολικά συστατικά φύλλων σε mg/100 gr D.W  
Μέσοι όροι που συνδέονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά**

Συγκρίνοντας τις διαφορετικές εποχές συλλογής των φύλλων, παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στα συνολικά φαινολικά συστατικά και την αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων μεταξύ των εποχών. Τα φύλλα που συλλέχθηκαν τον Ιούνιο παρουσίασαν συνολικά φαινολικά συστατικά 2,44 mg GAE/gr D.W και 475,38 mg/100 gr D.W για τις μεθόδους F-C και HPLC αντίστοιχα και αντιοξειδωτική ικανότητα 155,73 mg/l. Οι αντίστοιχες τιμές για τον Οκτώβριο ήταν 1,9 mg GAE/gr D.W, 406,2 mg/100 gr D.W και 414,84 mg/l (Πίνακας 3.5) (Γράφημα 3.11, 3.12, 3.13).

ΕΠΟΧΗ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ					
	F-C mg GAE/gr D.W		DPPH mg/l		HPLC mg/100gr D.W	
ΙΟΥΝΙΟΣ	A	2,44	A	155,73	A	475,38
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	B	1,9	B	414,84	B	406,2

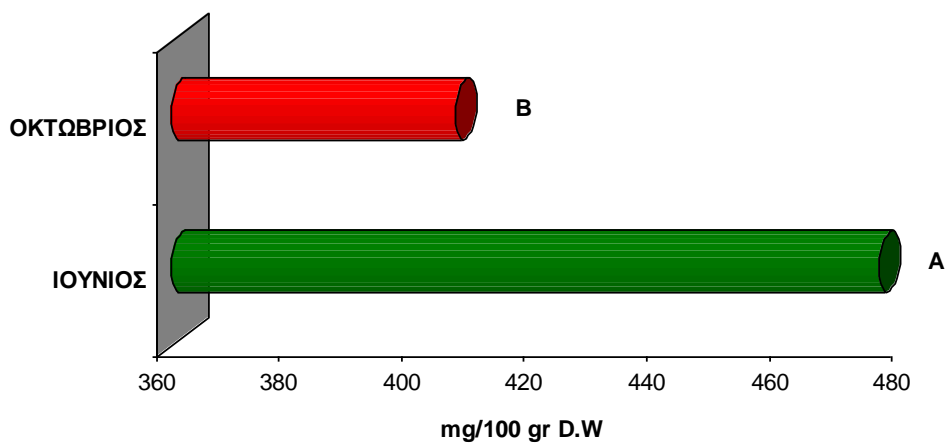
**Πίνακας 3.5 : Τιμές συνολικών φαινολικών συστατικών και αντιοξειδωτικής ικανότητας φύλλων ανάλογα με την εποχή συλλογής  
Μέσοι όροι που συνδέονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά**

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΦΥΛΛΩΝ  
ΜΕΘΟΔΟΣ F-C



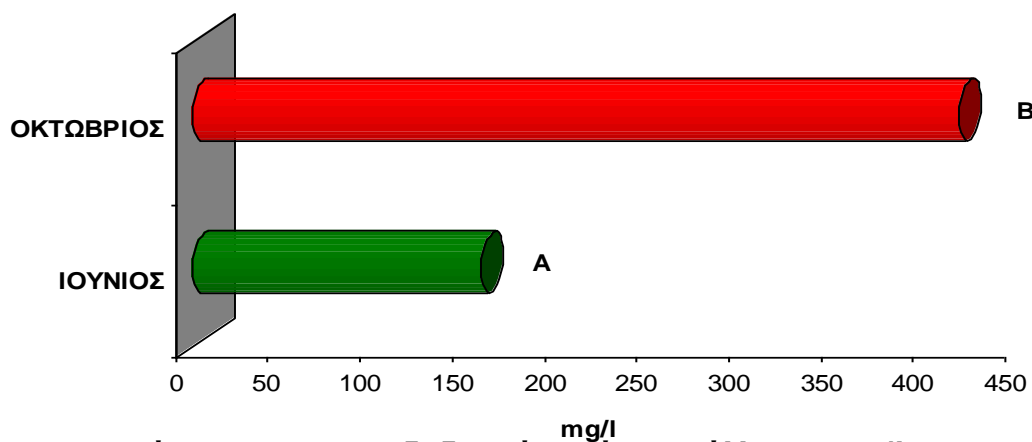
Γράφημα 3.11 : Συνολικά φαινολικά συστατικά φύλλων ανά εποχή

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΜΕΘΟΔΟΣ HPLC



Γράφημα 3.12 : Συνολικά φαινολικά συστατικά σε mg/100 gr D.W

ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΦΥΛΛΩΝ



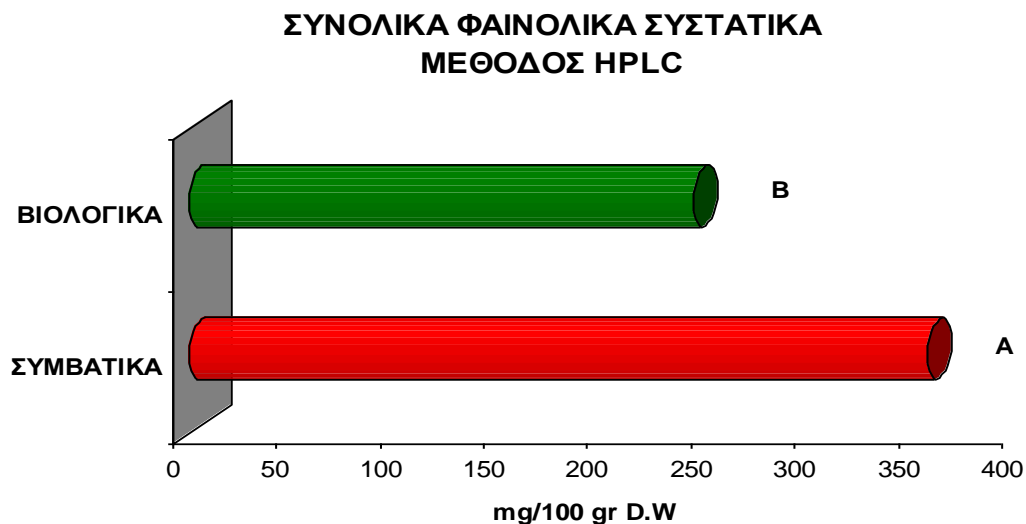
Γράφημα 3.13 : Αντιοξειδωτική ικανότητα φύλλων σε mg/l

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τέλος, παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά στα συνολικά φαινολικά συστατικά των καρπών, που μετρήθηκαν με τη μέθοδο HPLC μεταξύ συμβατικής και βιολογικής καλλιέργειας. Οι καρποί συμβατικής καλλιέργειας παρουσίασαν υψηλότερα συνολικά φαινολικά συστατικά με 355,78 με mg/100 gr D.W από τους καρπούς συμβατικής καλλιέργειας με 242,62 mg/100 gr D.W (Γράφημα 3.14). Τα δείγματα συμβατικής καλλιέργειας παρουσίασαν υψηλότερες τιμές συνολικών φαινολικών συστατικών που μετρήθηκαν με τη μέθοδο F-C και υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα, αλλά χωρίς να παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά (Πίνακας 3.6).

ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ					
	F-C mg GAE/gr D.W		DPPH mg/l		HPLC mg/100gr D.W	
ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ	A	1,97	A	463,31	A	355,78
ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ	A	1,74	A	354,15	B	242,62

**Πίνακας 3.6 :** Τιμές συνολικών φαινολικών συστατικών και αντιοξειδωτικής ικανότητας καρπών βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας  
Μέσοι όροι που συνδέονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά



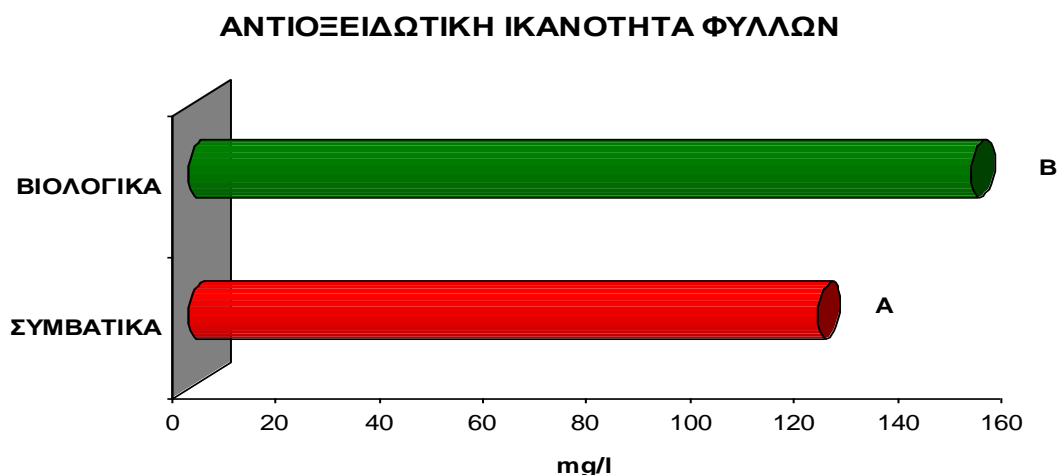
**Γράφημα 3.14 :** Συνολικά φαινολικά συστατικά καρπών βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

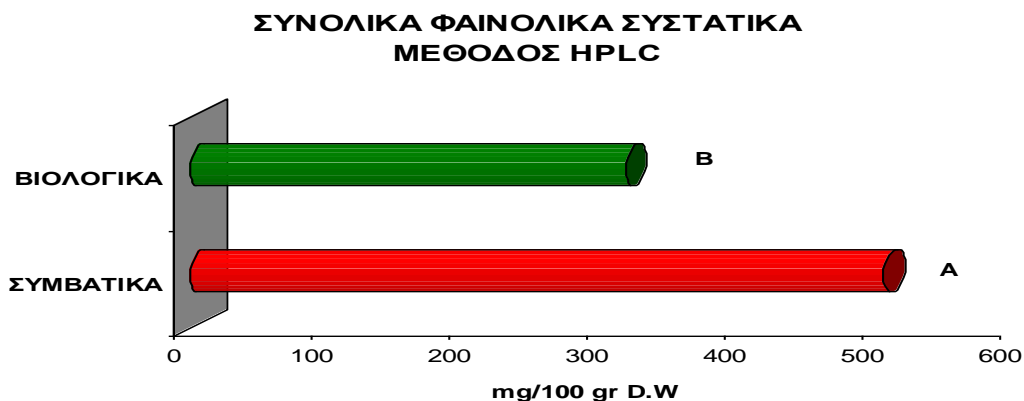
Στα φύλλα συμβατικής και βιολογικής καλλιέργειας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά στην αντιοξειδωτική ικανότητα και στα συνολικά φαινολικά συστατικά των φύλλων που προσδιορίστηκαν με τη μέθοδο HPLC. Τα δείγματα συμβατικής καλλιέργειας παρουσίασαν υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα με 121,08 mg/l έναντι των δειγμάτων βιολογικής καλλιέργειας με 150,77 mg/l. Για τα συνολικά φαινολικά, τα φύλλα συμβατικής καλλιέργειας είχαν συγκέντρωση 504,27 mg/100 gr D.W έναντι 316,82 mg/100 gr D.W των βιολογικών. Για τα συνολικά φαινολικά συστατικά που προσδιορίστηκαν με τη μέθοδο F-C τα φύλλα συμβατικής καλλιέργειας είχαν υψηλότερη συγκέντρωση από τα βιολογικά χωρίς όμως στατιστικώς σημαντική διαφορά (Πίνακας 3.7) (Γράφημα 3.15, 3.16).

ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ					
	F-C		DPPH		HPLC	
	mg GAE/gr D.W		mg/l		mg/100gr D.W	
ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ	A	1,97	A	121,08	A	504,27
ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ	A	1,7	B	150,77	B	316,82

**Πίνακας 3.7 : Συγκεντρώσεις συνολικών φαινολικών συστατικών και αντιοξειδωτικής ικανότητας φύλλων βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας Μέσοι όροι που συνδέονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά**



**Γράφημα 3.15 : Αντιοξειδωτική ικανότητα φύλλων βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας**



**Γράφημα 3.16 :** Συνολικά φαινολικά συστατικά φύλλων βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας

### 3.1.1 ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ

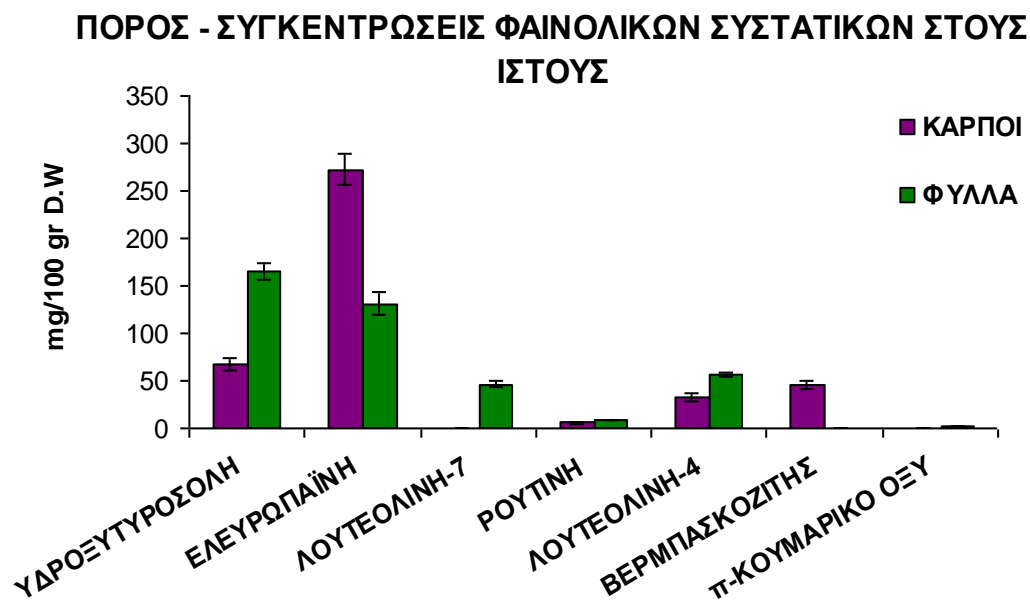
Η ταυτοποίηση και ποσοτικοποίηση που πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο HPLC έδειξε διαφορές στα φαινολικά συστατικά που περιείχαν οι καρποί και τα φύλλα της ποικιλίας «Κονσερβολιά». Οι καρποί διακρίνονται για την υψηλότερη συγκέντρωση ελευρωπαΐνης ενώ τα φύλλα για την υψηλότερη συγκέντρωση υδροξυτυροσόλης. Επίσης, στους καρπούς βρέθηκε βερμπασκοζίτης, συστατικό που δεν ανιχνεύτηκε στα φύλλα, ενώ αντίστοιχα τα φύλλα περιείχαν λουτεολίνη-7-ο-γλυκοζίτη και π-κουμαρικό οξύ, συστατικά που δεν βρέθηκαν στους καρπούς (Γράφημα 3.17, 3.18). Οι τιμές των συγκεντρώσεων για τα επιμέρους φαινολικά συστατικά που ανιχνεύθηκαν στους δύο ιστούς δίνονται σε mg/100 gr D.W στον Πίνακα 3.8.



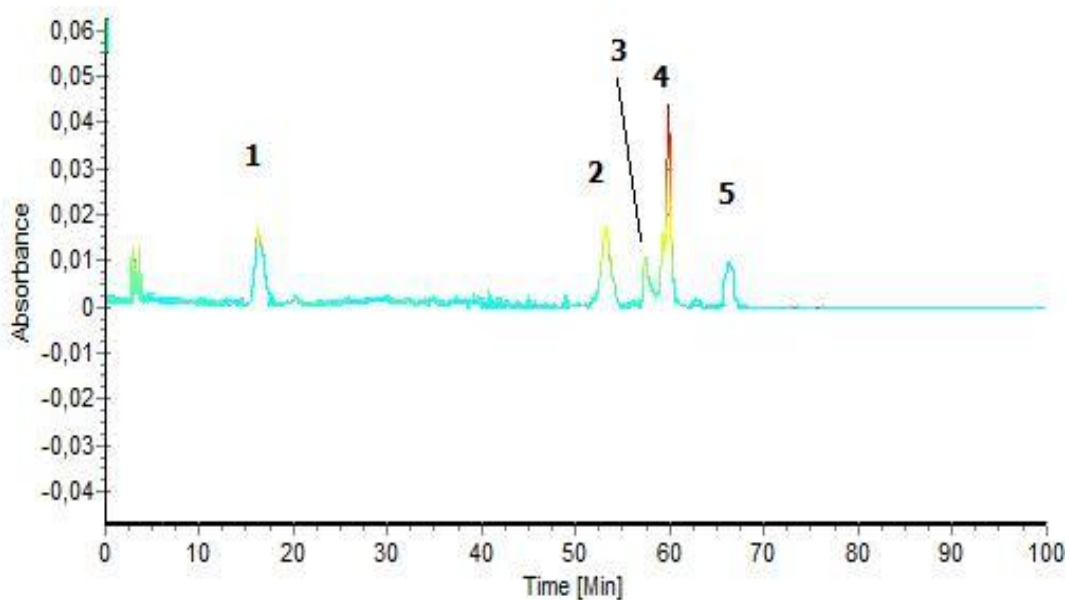
**Γράφημα 3.17 :** Συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών που ανιχνεύτηκαν στους ιστούς ποικιλίας «Κονσερβολιά» στις Ροβιές Εύβοιας

ΙΣΤΟΣ	ΚΑΡΠΟΙ				ΦΥΛΛΑ			
	ΡΟΒΙΕΣ		ΠΟΡΟΣ		ΡΟΒΙΕΣ		ΠΟΡΟΣ	
ΠΕΡΙΟΧΗ	Μ.Ο	ST.DEV	Μ.Ο	ST.DEV	Μ.Ο	ST.DEV	Μ.Ο	ST.DEV
<b>ΦΑΙΝΟΛΙΚΟ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ</b>								
Υδροξυτυροσόλη	76,90	8,43	67,17	7,20	128,07	16,59	165,62	8,75
Ελευρωπαΐνη	222,55	13,62	272,45	16,97	106,55	9,03	131,05	11,58
Λουτεολίνη-7-ο- γλυκοζιτής	0,00	0,00	0,00	0,00	53,40	3,80	46,62	3,46
Ρουτίνη	3,82	0,40	5,71	0,65	2,61	0,78	8,32	0,38
Λουτεολίνη-4-ο- γλυκοζιτής	0,00	0,00	31,80	4,34	60,24	2,19	55,72	2,40
Βερμπασκοζιτής	52,51	6,23	46,48	4,39	0,00	0,00	0,00	0,00
π-κουμαρικό οξύ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,01	0,58

Πίνακας 3.8 : Συγκέντρωση φαινολικών συστατικών (mg/100 gr D.W) και τυπικές αποκλίσεις στους ιστούς της ποικιλίας «Κονσερβολιά»

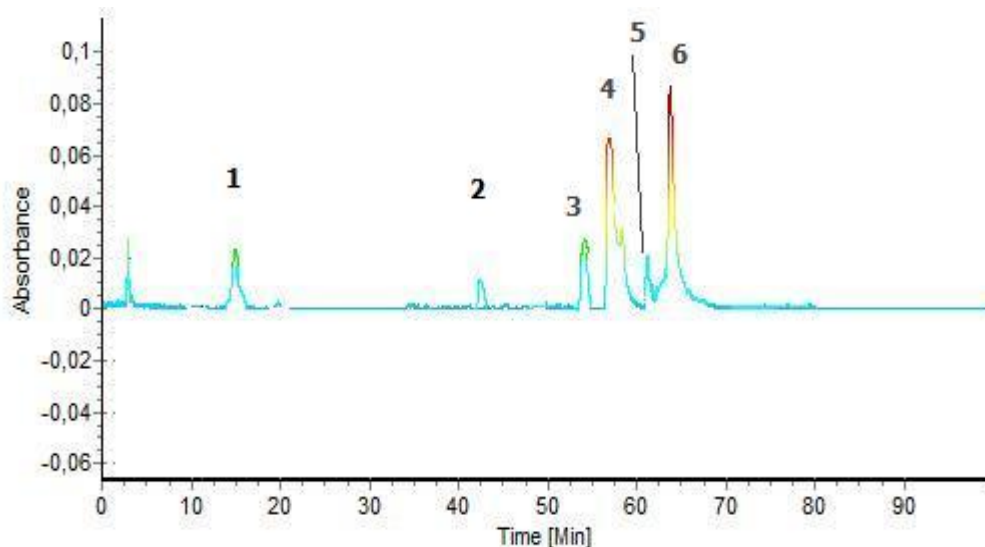


**Γράφημα 3.18 :** Συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών που ανιχνεύτηκαν στους ιστούς ποικιλίας «Κονσερβολιά» στον Πόρο



**Εικόνα 3.1 :** Χρωματογράφημα καρπών ποικιλίας «Κονσερβολιά»  
**Κορυφές :** 1. Υδροξυτυροσόλη 2. Βερμπασκοζίτης 3. Ρουτίνη 4. Ελευρωπαΐνη 5. Λουτεολίνη-4-ο-γλυκοζίτης



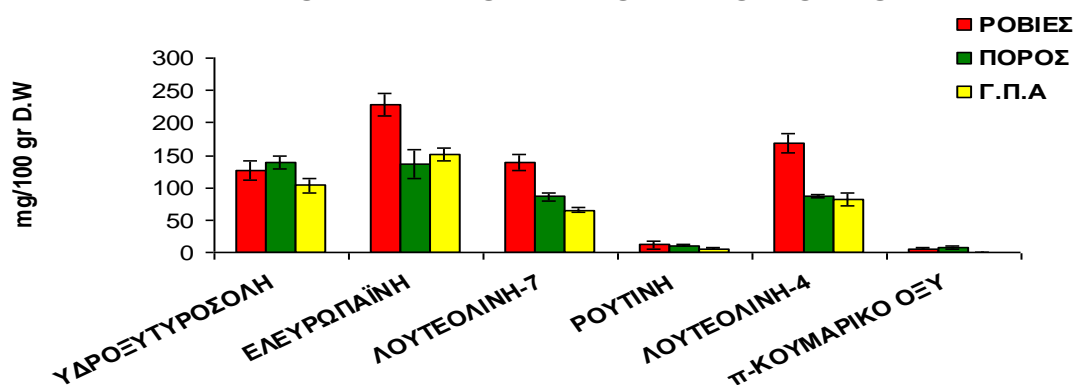


**Εικόνα 3.2 : Χρωματογράφημα φύλλων ποικιλίας «Κονσερβολιά»**

**Κορυφές : 1. Υδροξυτυροσόλη 2. π-κουμαρικό οξύ 3. Λουτεολίνη-7-ο-γλυκοζιτής 4.Ελευρωπαΐνη 5. Ρουτίνη 6. Λουτεολίνη-4-ο-γλυκοζιτής**

Η ταυτοποίηση και ποσοτικοποίηση των φαινολικών συστατικών στα φύλλα έδειξε διαφορές στις συγκεντρώσεις των φαινολικών ενώσεων μεταξύ των εποχών. Η συγκέντρωση της υδροξυτυροσόλης αυξανόταν από τον Ιούνιο στον Οκτώβριο και στις τρεις περιοχές που μελετήθηκαν. Αντίθετα οι συγκεντρώσεις της ελευρωπαΐνης και των υπόλοιπων φαινολικών συστατικών που ταυτοποιήθηκαν μειώνονταν από τον Ιούνιο στον Οκτώβριο και στις τρεις περιοχές (Γράφημα 3.19, 3.20). Οι συγκεντρώσεις για τα φαινολικά συστατικά που ταυτοποιήθηκαν στην ποικιλία «Κονσερβολιά» δίνονται στον Πίνακα 3.9 σε mg/100 gr D.W.

**ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ "ΚΟΝΣΕΡΒΟΛΙΑ" ΤΟΝ ΙΟΥΝΙΟ**



**Γράφημα 3.19 : Συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών στα φύλλα τον Ιούνιο**

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΡΟΒΙΕΣ				ΠΟΡΟΣ				Γ.Π.Α			
	ΙΟΥΝΙΟΣ		ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ		ΙΟΥΝΙΟΣ		ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ		ΙΟΥΝΙΟΣ		ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	
ΕΠΟΧΗ	Μ.Ο	ST.DEV	Μ.Ο	ST.DEV	Μ.Ο	ST.DEV	Μ.Ο	ST.DEV	Μ.Ο	ST.DEV	Μ.Ο	ST.DEV
<b>ΦΑΙΝΟΛΙΚΟ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ</b>												
Υδροξυτυροσόλη	127,2	15,24	128,0	16,59	138,90	9,57	165,62	19,75	102,94	10,28	193,42	13,60
Ελευρωπαΐνη	227,8	17,57	106,5	14,03	135,32	22,16	131,05	10,58	150,57	10,06	146,50	14,44
Λουτεολίνη-7-ο- γλυκοζίτης	138,7	12,04	53,40	10,80	85,77	5,72	46,62	3,46	65,31	3,30	57,87	6,62
Ρουτίνη	11,60	6,44	2,61	0,78	11,14	2,31	8,32	0,38	5,73	0,51	1,57	0,45
Λουτεολίνη-4-ο- γλυκοζίτης	168,6	14,90	60,24	7,19	86,99	3,17	55,72	1,40	82,13	9,45	73,86	6,32
π-κουμαρικό οξύ	5,56	1,44	0,00	0,00	7,51	1,78	2,01	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00

Πίνακας 3.9 : Συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών (mg/100 gr D.W) και τυπικές αποκλίσεις φύλλων ποικιλίας «Κονσερβολιά» σε δύο εποχές



**Γράφημα 3.20 : Συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών στα φύλλα τον Οκτώβριο**

Η ταυτοποίηση και ποσοτικοποίηση των φαινολικών συστατικών με τη μέθοδο HPLC έδειξε διαφορές μεταξύ των δειγμάτων βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας και στους δύο ιστούς που μελετήθηκαν.

Οι συγκεντρώσεις της υδροξυτυροσόλης, της ελευρωπαΐνης και του βερμπασκοζίτη ήταν υψηλότερες στους καρπούς συμβατικής καλλιέργειας. Οι τιμές για τα επιμέρους φαινολικά συστατικά που ανιχνεύθηκαν στους καρπούς δίνονται στον παρακάτω Πίνακα (Πίνακας 3.10) (Γράφημα 3.21).

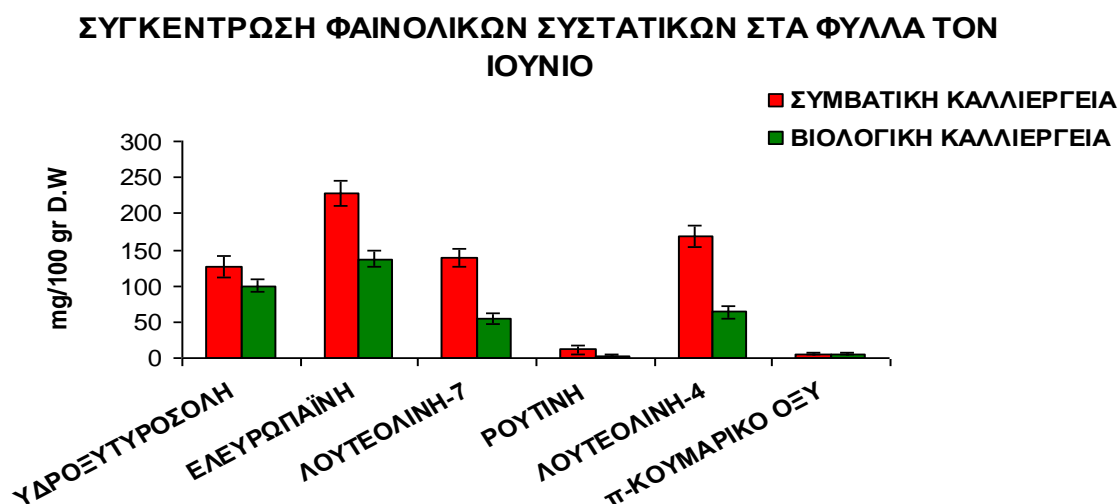
ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ		ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ	
	M.O	ST.DEV	M.O	ST.DEV
<b>ΦΑΙΝΟΛΙΚΟ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ</b>				
<b>Υδροξυτυροσόλη</b>	76,90	8,43	39,17	5,22
<b>Ελευρωπαΐνη</b>	222,55	13,62	152,41	14,18
<b>Ρουτίνη</b>	3,82	0,40	3,47	0,76
<b>Λουτεολίνη-4-ο- γλυκοζίτης</b>	0,00	0,00	20,51	1,09
<b>Βερμπασκοζίτης</b>	52,51	6,23	23,03	5,00
<b>π-κουμαρικό οξύ</b>	0,00	0,00	4,02	0,98

**Πίνακας 3.10 : Συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών (mg/100 gr D.W) σε καρπούς συμβατικής και βιολογικής καλλιέργειας ποικιλίας «Κονσερβολιά»**

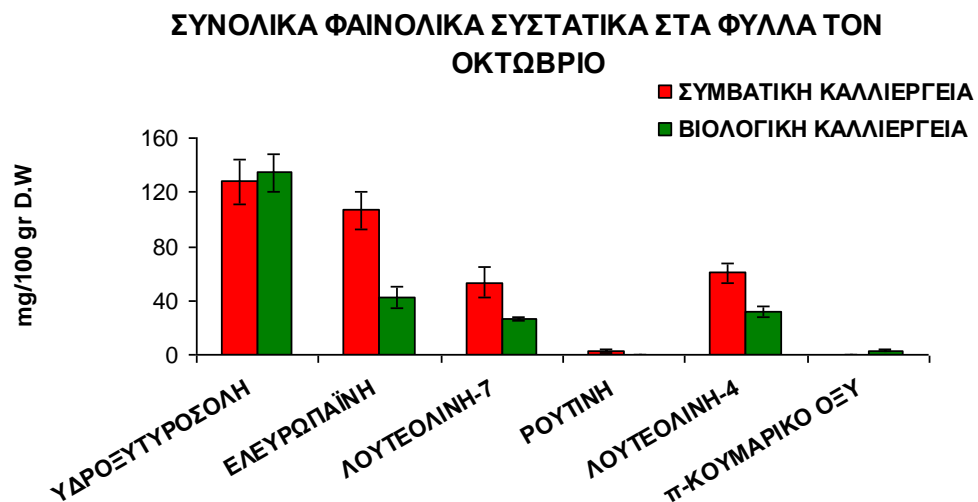


**Γράφημα 3.21 : Συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών σε καρπούς συμβατικής και βιολογικής καλλιέργειας ποικιλίας «Κονσερβολιά»**

Η ταυτοποίηση και ποσοτικοποίηση των φαινολικών συστατικών των φύλλων έδειξε διαφορές στις συγκεντρώσεις τους μεταξύ συμβατικής και βιολογικής καλλιέργειας. Παρατηρήθηκε ότι τα δείγματα συμβατικής καλλιέργειας έχουν υψηλότερες συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών και στις δυο εποχές με εξαίρεση την υδροξυτυροσόλη και το π-κουμαρικό οξύ των συμβατικών φύλλων του Οκτωβρίου που έχουν χαμηλότερη συγκέντρωση από τα αντίστοιχα βιολογικά δείγματα (Πίνακας 3.11) (Γράφημα 3.22, 3.23).



**Γράφημα 3.22 : Συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών στα φύλλα βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας τον Ιούνιο**



**Γράφημα 3.23 : Συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών στα φύλλα βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας τον Οκτώβριο**

ΕΠΟΧΗ	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ				ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ			
	ΙΟΥΝΙΟΣ		ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ		ΙΟΥΝΙΟΣ		ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	
ΦΑΙΝΟΛΙΚΟ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ	M.O	ST.DEV	M.O	ST.DEV	M.O	ST.DEV	M.O	ST.DEV
Υδροξυτυροσόλη	127,21	15,24	128,07	16,59	100,35	9,29	134,58	14,16
Ελευρωπαϊνή	227,87	17,57	106,55	14,03	136,61	11,40	42,79	8,05
Λουτεολίνη-7-ο- γλυκοζίτης	138,73	12,04	53,40	10,80	54,92	7,80	26,50	1,71
Ρουτίνη	11,60	6,44	2,61	0,78	3,71	0,98	0,00	0,00
Λουτεολίνη-4-ο- γλυκοζίτης	168,66	14,90	60,24	7,19	63,38	9,12	31,66	3,47
π-κουμαρικό οξύ	5,56	1,44	0,00	0,00	6,11	1,14	3,04	0,94

Πίνακας 3.11 : Συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών (mg/100 gr D.W) και τυπικές αποκλίσεις φύλλων βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας

### 3.2 ΚΑΛΑΜΩΝ

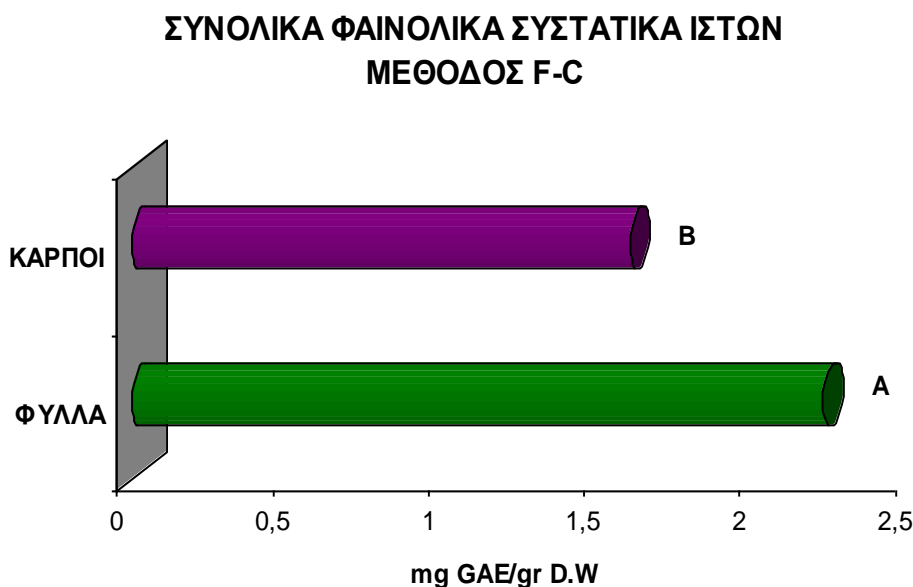
Στην ανάλυση που πραγματοποιήθηκε παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ιστών που μελετήθηκαν τόσο στα συνολικά φαινολικά συστατικά που μετρήθηκαν με τις δύο μεθόδους (F-C και HPLC), όσο και στην αντιοξειδωτική ικανότητα των δειγμάτων.

Η συγκέντρωση των φαινολικών συστατικών ήταν υψηλότερη στα φύλλα της ποικιλίας «Καλαμών» ακολουθούμενη από τους καρπούς με στατιστικώς σημαντική διαφορά (Πίνακας 3.12) (Γράφημα 3.24, 3.25).

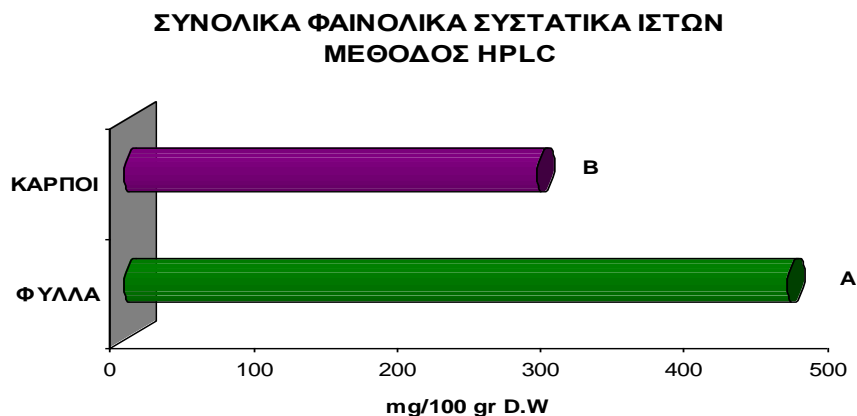
ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ				
ΙΣΤΟΣ	F-C (mg GAE/gr D.W)		HPLC (mg/100 gr D.W)	
ΦΥΛΛΑ	A	2,22	A	462,17
ΚΑΡΠΟΙ	B	1,6	B	287,54

Πίνακας 3.12 : Συνολικά φαινολικά συστατικά στους ιστούς

Μέσοι όροι που συνδέονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά

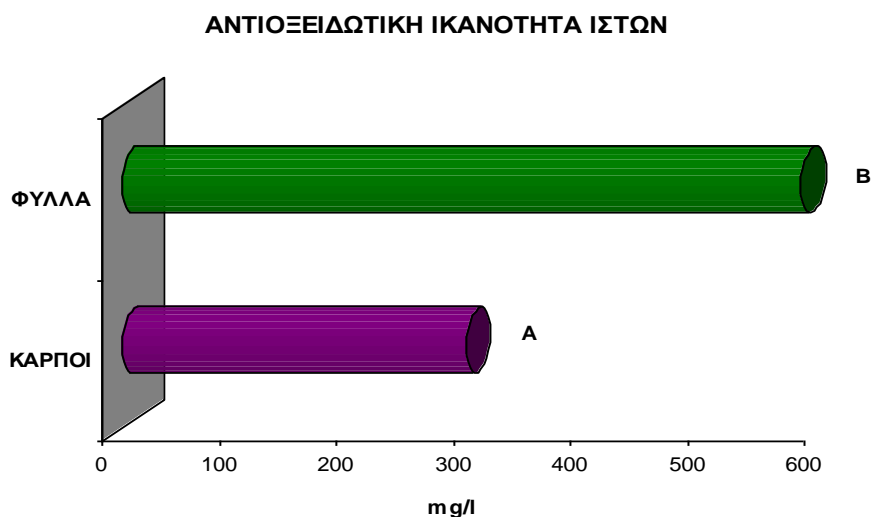


Γράφημα 3.24 : Συνολικά φαινολικά συστατικά στους ιστούς ποικιλίας «Καλαμών»



**Γράφημα 3.25 : Συνολικά φαινολικά συστατικά στους ιστούς ποικιλίας «Καλαμών»**

Η αντιοξειδωτική ικανότητα των καρπών βρέθηκε ότι ήταν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερη στους καρπούς με τιμή 295,07 mg/l από ότι στα φύλλα (581,69 mg/l) (Γράφημα 3.26).



**Γράφημα 3.26 : Αντιοξειδωτική ικανότητα ιστών ποικιλίας «Καλαμών»**

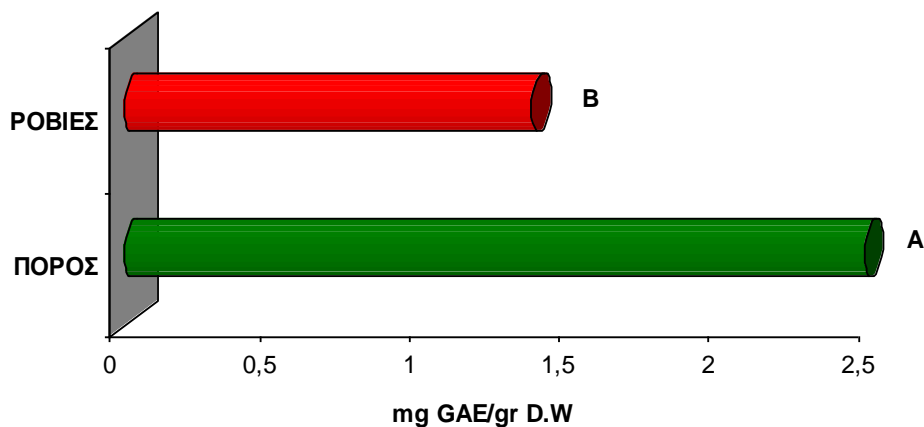
Μεταξύ των περιοχών που μελετήθηκαν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά για τα συνολικά φαινολικά συστατικά και την αντιοξειδωτική ικανότητα με τον Πόρο να παρουσιάζει τις υψηλότερες συγκεντρώσεις με 2,47 mg GAE/gr D.W για τη μέθοδο F-C, 462,17 mg/100 gr D.W για τη μέθοδο HPLC και αντιοξειδωτική ικανότητα 233,29 mg/l. Οι αντίστοιχες τιμές για τις Ροβιές ήταν 1,36 mg GAE/gr D.W, 287,54 mg/100 gr D.W και 643,48 mg/l (Πίνακας 3.13) (Γράφημα 3.27, 3.28, 3.29).



ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ					
	F-C mg GAE/gr D.W		DPPH mg/l		HPLC mg/100gr D.W	
ΠΟΡΟΣ	A	2,47	A	233,29	A	462,17
ΡΟΒΙΕΣ	B	1,36	B	643,48	B	287,54

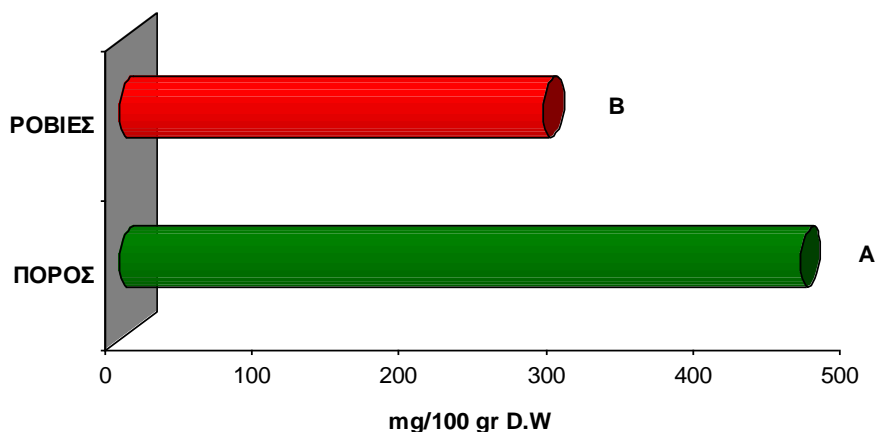
**Πίνακας 3.13 :** Συγκεντρώσεις συνολικών φαινολικών συστατικών και αντιοξειδωτικής ικανότητας ιστών ανά περιοχή  
Μέσοι όροι που συνδέονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά

**ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ  
ΜΕΘΟΔΟΣ F-C**

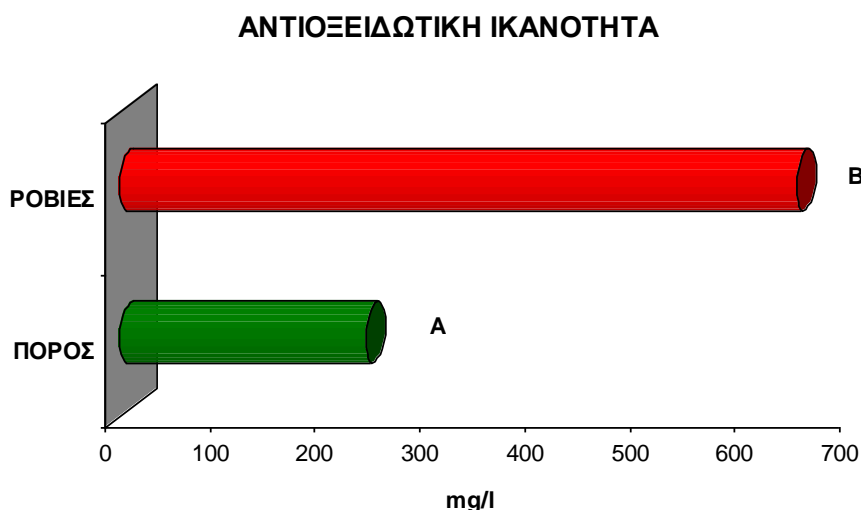


**Γράφημα 3.27 :** Συνολικά φαινολικά συστατικά ανά περιοχή

**ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΜΕΘΟΔΟΣ HPLC**



**Γράφημα 3.28 :** Συνολικά φαινολικά συστατικά ανά περιοχή



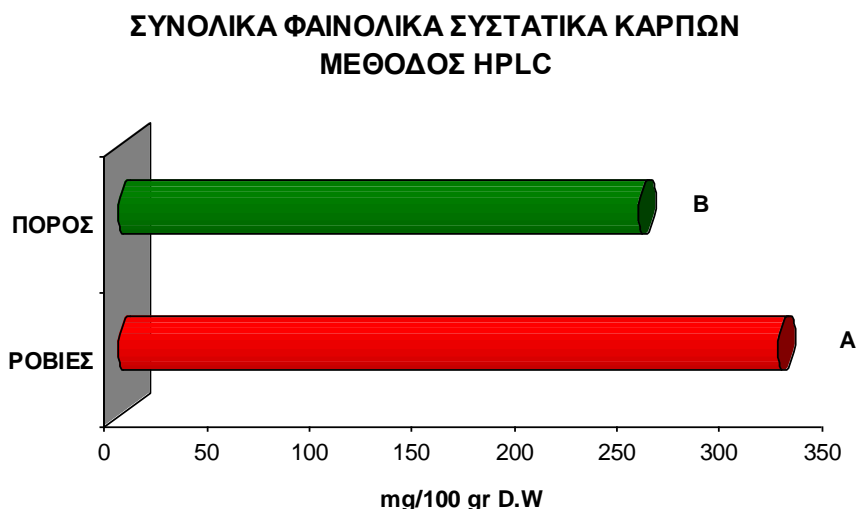
**Γράφημα 3.29 : Αντιοξειδωτική ικανότητα ανά περιοχή**

Μελετώντας τον κάθε ιστό ξεχωριστά, παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των περιοχών που μελετήθηκαν με τους καρπούς από τις Ροβιές να παρουσιάζουν υψηλότερη συγκέντρωση συνολικών φαινολικών συστατικών με 321,52 mg/100 gr D.W έναντι 253,56 mg/100 gr D.W (Γράφημα 3.30). Για την αντιοξειδωτική ικανότητα των καρπών καθώς και για τα συνολικά φαινολικά που μετρήθηκαν με τη μέθοδο F-C δεν βρέθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά, όμως τα δείγματα από τις Ροβιές είχαν υψηλότερη συγκέντρωση (Πίνακας 3.14).

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ					
	F-C mg GAE/gr D.W		DPPH mg/l		HPLC mg/100gr D.W	
ΡΟΒΙΕΣ	A	1,69	A	268,25	A	321,52
ΠΟΡΟΣ	A	1,51	A	321,9	B	253,56

**Πίνακας 3.14 : Συγκεντρώσεις συνολικών φαινολικών συστατικών και αντιοξειδωτικής ικανότητας καρπών ανά περιοχή**

**Μέσοι όροι που συνδέονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά**



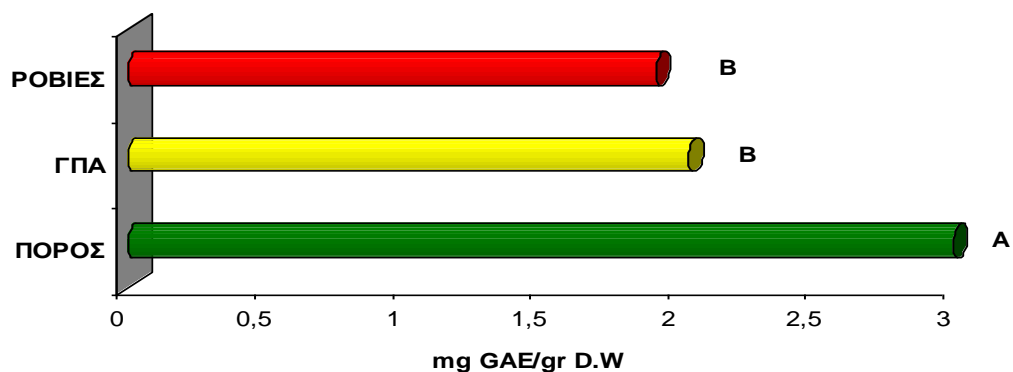
**Γράφημα 3.30 : Συνολικά φαινολικά συστατικά καρπών ποικιλίας «Καλαμών»**

Στην στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε βρέθηκε ότι τα φύλλα που συλλέχθηκαν από τον Πόρο παρουσίασαν την υψηλότερη συγκέντρωση συνολικών φαινολικών με στατιστικώς σημαντική διαφορά από τα φύλλα που συλλέχθηκαν από το Γ.Π.Α και τις Ροβιές. Για την αντιοξειδωτική ικανότητα δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ Πόρου και Γ.Π.Α, όμως τα δείγματα του Πόρου είχαν υψηλότερη τιμή (Πίνακας 3.15) (Γράφημα 3.31, 3.32, 3.33).

ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ							
ΠΕΡΙΟΧΗ	F-C		DPPH		ΠΕΡΙΟΧΗ	HPLC	
	mg GAE/gr D.W		mg/l			mg/100gr D.W	
ΠΟΡΟΣ	A	3	A	133,15	ΠΟΡΟΣ	A	595,52
Γ.Π.Α	B	2,04	A	211,69	ΡΟΒΙΕΣ	B	507,9
ΡΟΒΙΕΣ	B	1,92	B	567,7	Γ.Π.Α	C	421,01

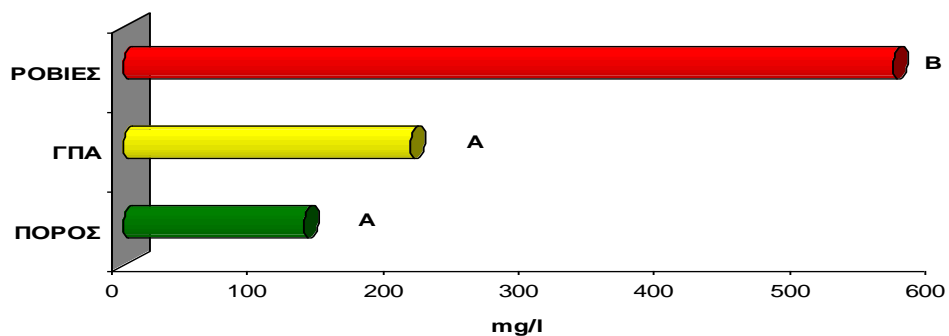
**Πίνακας 3.15 : Συγκεντρώσεις συνολικών φαινολικών συστατικών και αντιοξειδωτικής ικανότητας φύλλων ανά περιοχή  
Μέσοι όροι που συνδέονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά**

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΦΥΛΛΩΝ  
ΜΕΘΟΔΟΣ F-C



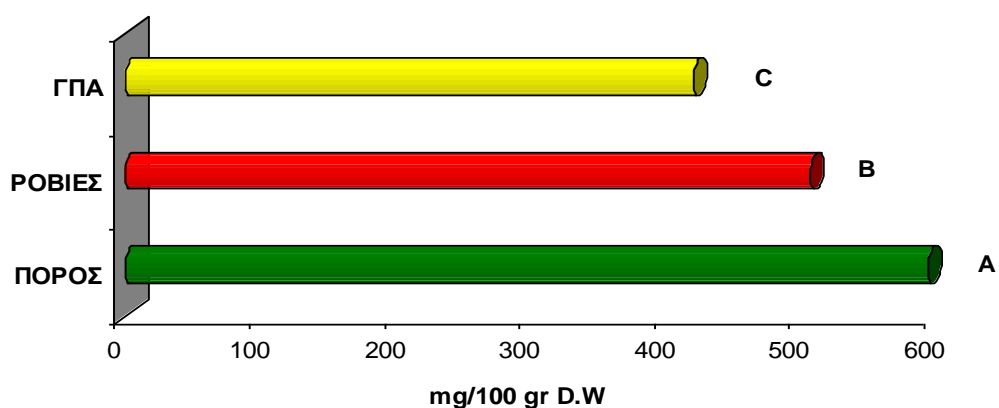
Γράφημα 3.31 : Συνολικά φαινολικά συστατικά φύλλων ανά περιοχή

ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΦΥΛΛΩΝ



Γράφημα 3.32 : Αντιοξειδωτική ικανότητα φύλλων ανά περιοχή

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΦΥΛΛΩΝ  
ΜΕΘΟΔΟΣ HPLC



Γράφημα 3.33 : Συνολικά φαινολικά συστατικά φύλλων ανά περιοχή

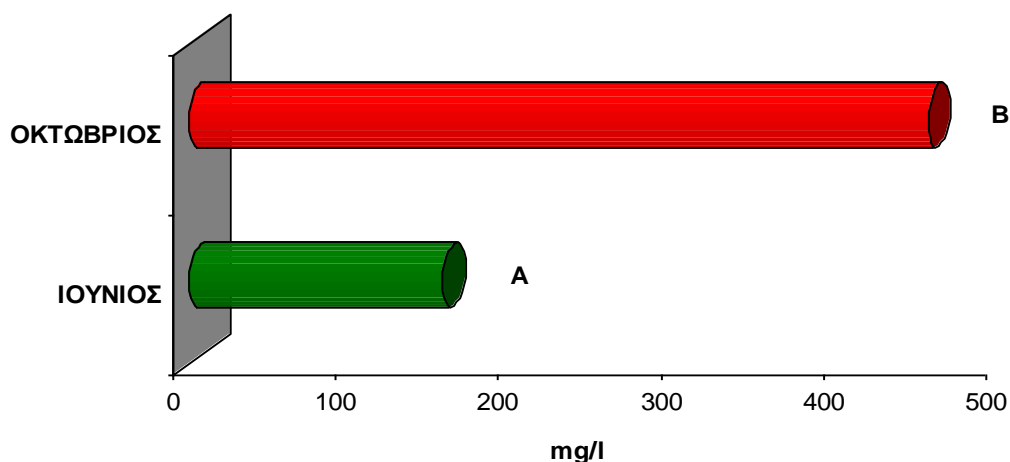
## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στατιστικώς σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των εποχών με τα φύλλα που συλλέχθηκαν τον Ιούνιο να παρουσιάζουν την υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα και τα υψηλότερα συνολικά φαινολικά συστατικά με τιμές 154,83 mg/l και 569,48 mg/100 gr D.W αντίστοιχα (Γράφημα 3.34, 3.35). Τα συνολικά φαινολικά συστατικά που μετρήθηκαν με τη μέθοδο F-C δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο εποχών, όμως τα δείγματα που συλλέχθηκαν τον Ιούνιο είχαν υψηλότερα συνολικά φαινολικά από τα αντίστοιχα του Οκτωβρίου (Πίνακας 3.16).

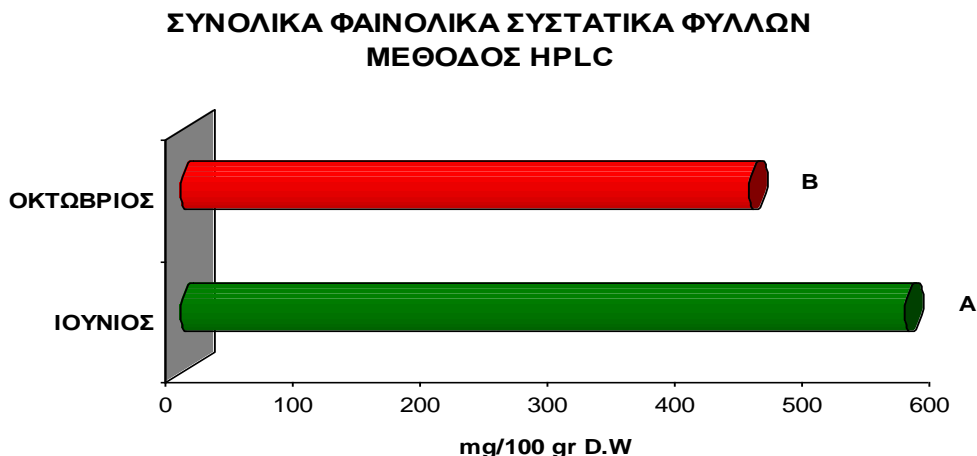
ΕΠΟΧΗ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ					
	F-C mg GAE/gr D.W		DPPH mg/l		HPLC mg/100gr D.W	
ΙΟΥΝΙΟΣ	A	2,39	A	154,83	A	569,48
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	A	2,25	B	453,53	B	446,87

**Πίνακας 3.16 : Συγκεντρώσεις συνολικών φαινολικών συστατικών και αντιοξειδωτικής ικανότητας καρπών ανά εποχή**  
Μέσοι όροι που συνδέονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά

### ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΦΥΛΛΩΝ



**Γράφημα 3.34 : Αντιοξειδωτική ικανότητα φύλλων ανά εποχή**



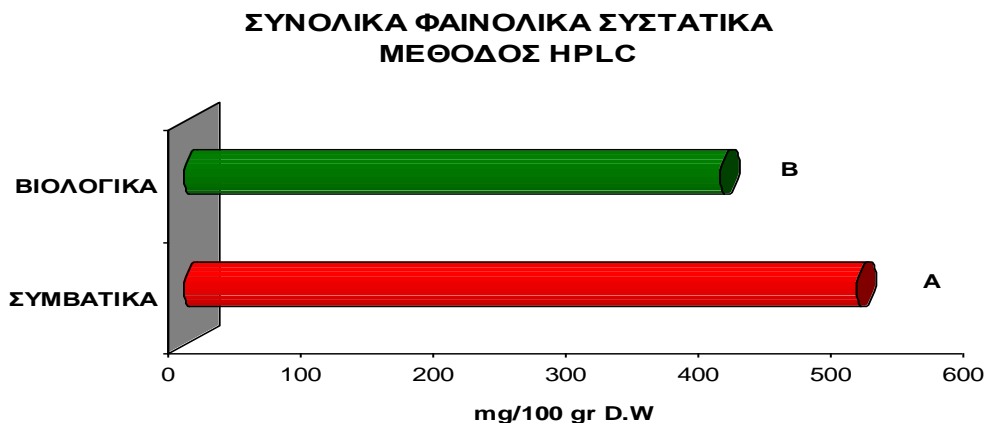
**Γράφημα 3.35 : Συνολικά φαινολικά συστατικά φύλλων ανά εποχή**

Στην ανάλυση που πραγματοποιήθηκε βρέθηκε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ συμβατικής και βιολογικής καλλιέργειας στην αντιοξειδωτική ικανότητα και τα συνολικά φαινολικά συστατικά των φύλλων. Τα δείγματα συμβατικής καλλιέργειας παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση συνολικών φαινολικών από τα αντίστοιχα δείγματα βιολογικής καλλιέργειας με τιμές 507,99 και 405,04 mg/100 gr D.W αντίστοιχα (Γράφημα 3.36). Τα συνολικά φαινολικά που μετρήθηκαν με τη μέθοδο F-C δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ τους, όμως τα δείγματα συμβατικής καλλιέργειας είχαν και πάλι υψηλότερη συγκέντρωση (Πίνακας 3.17).

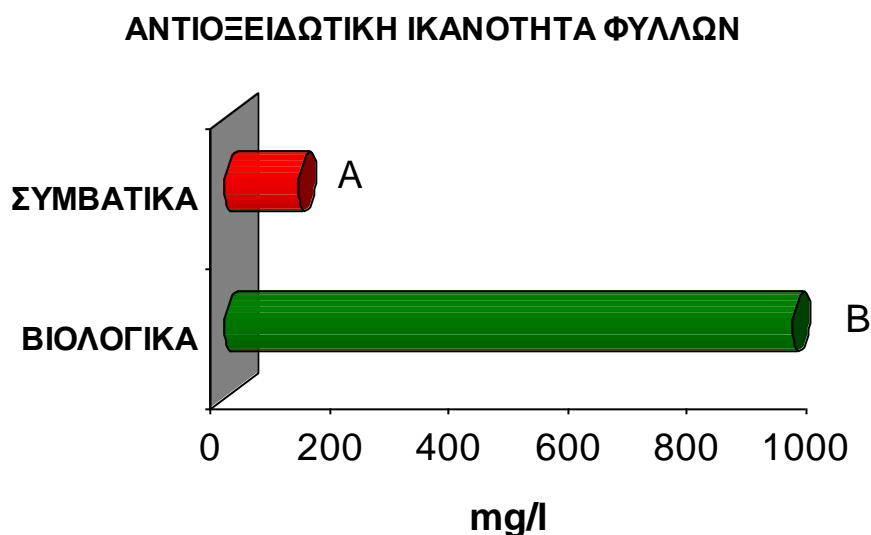
Η αντιοξειδωτική ικανότητα των δειγμάτων συμβατικής καλλιέργειας βρέθηκε υψηλότερη από την αντίστοιχη στα δείγματα βιολογικής καλλιέργειας με τιμή 122,54 και 951,59 mg/l (Πίνακας 3.17) (Γράφημα 3.37).

ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ					
	F-C		DPPH		HPLC	
		mg GAE/gr D.W		mg/l		mg/100gr D.W
ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ	A	1,92	A	122,54	A	507,99
ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ	A	1,79	B	951,59	B	405,04

**Πίνακας 3.17 : Συγκεντρώσεις συνολικών φαινολικών συστατικών και αντιοξειδωτικής ικανότητας φύλλων βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας Μέσοι όροι που συνδέονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά**



**Γράφημα 3.36 : Συνολικά φαινολικά συστατικά φύλλων βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας**



**Γράφημα 3.37 : Αντιοξειδωτική ικανότητα φύλλων βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας**

Συγκρίνοντας συμβατική και βιολογική καλλιέργεια, δεν βρέθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά στα συνολικά φαινολικά που μετρήθηκαν με τις δύο μεθόδους και για την αντιοξειδωτική ικανότητα των καρπών. Τα δείγματα συμβατικής καλλιέργειας παρουσίασαν υψηλότερες συγκεντρώσεις από τα αντίστοιχα βιολογικής καλλιέργειας με τιμές 1,92 mg GAE/gr D.W, 323,74 mg/100 gr D.W και 209,64 mg/l (Πίνακας 3.18).

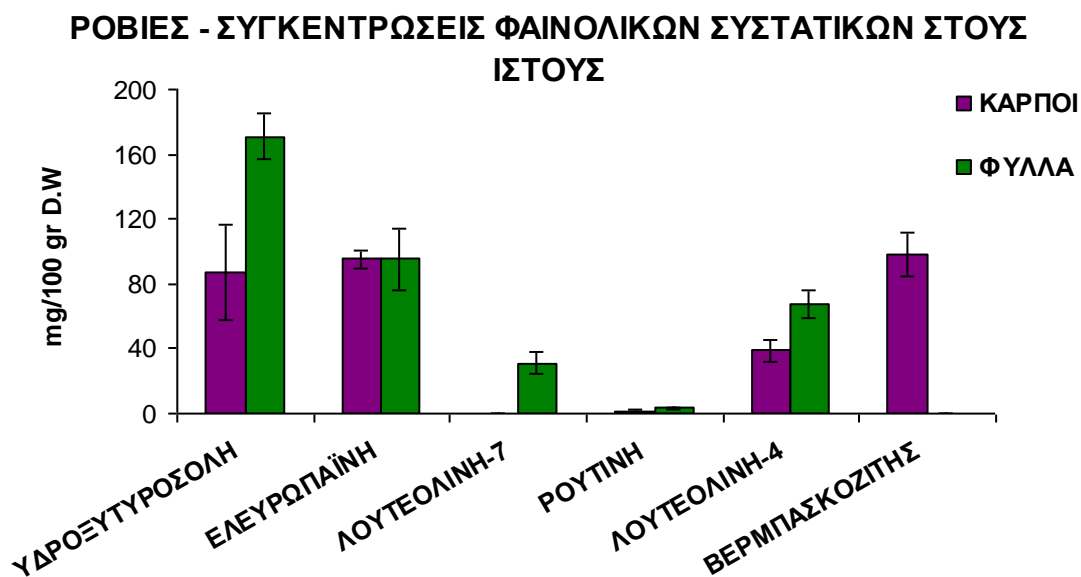
	<b>ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ</b>					
<b>ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ</b>	<b>F-C mg GAE/gr D.W</b>		<b>DPRH mg/l</b>		<b>HPLC mg/100gr D.W</b>	
ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ	A	1,92	A	209,64	A	323,74
ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ	A	1,79	A	258,25	A	331,52

**Πίνακας 3.18 : Συγκεντρώσεις συνολικών φαινολικών συστατικών και αντιοξειδωτικής ικανότητας καρπών βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας Μέσοι όροι που συνδέονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά**

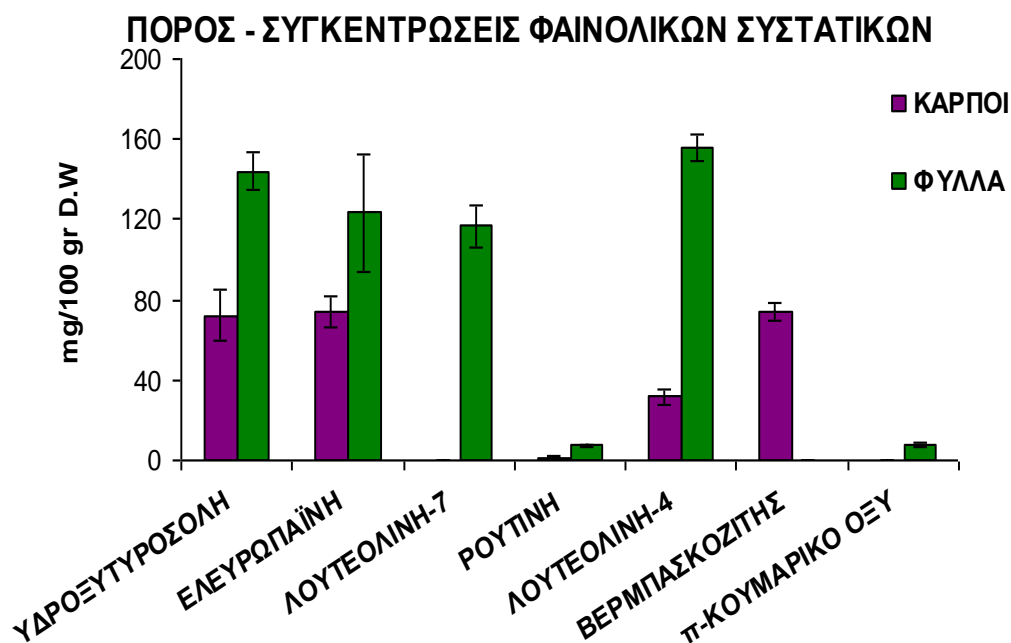
### **3.2.1 ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ**

Η ταυτοποίηση και ποσοτικοποίηση που πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο HPLC έδειξε διαφορές στα φαινολικά συστατικά που περιείχαν οι καρποί και τα φύλλα της ποικιλίας «Καλαμών», όπως βρέθηκε και στην ποικιλία «Κονσερβολιά». Οι καρποί διακρίνονται για την υψηλότερη συγκέντρωση ελευρωπαΐνης ενώ τα φύλλα για την υψηλότερη συγκέντρωση υδροξυτυροσόλης. Επίσης, στους καρπούς βρέθηκε βερμπασκοζίτης, συστατικό που δεν ανιχνεύτηκε στα φύλλα, ενώ αντίστοιχα τα φύλλα περιείχαν λουτεολίνη-7-ο-γλυκοζίτη και π-κουμαρικό οξύ, συστατικά που δεν βρέθηκαν στους καρπούς (Γράφημα 3.38, 3.39) όπως παρατηρήθηκε και στην ποικιλία «Κονσερβολιά». Οι τιμές των συγκεντρώσεων για τα επιμέρους φαινολικά συστατικά που ανιχνεύθηκαν στους δύο ιστούς δίνονται σε mg/100 gr D.W στον Πίνακα 3.19.



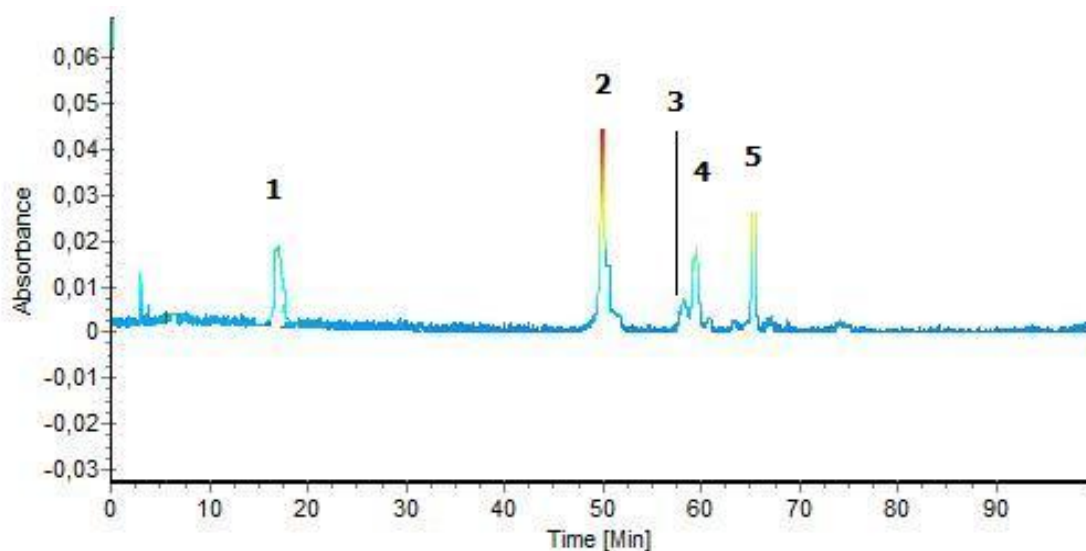


**Γράφημα 3.38 :** Συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών που ανιχνεύτηκαν στους ιστούς ποικιλίας «Καλαμών» στις Ροβιές Εύβοιας

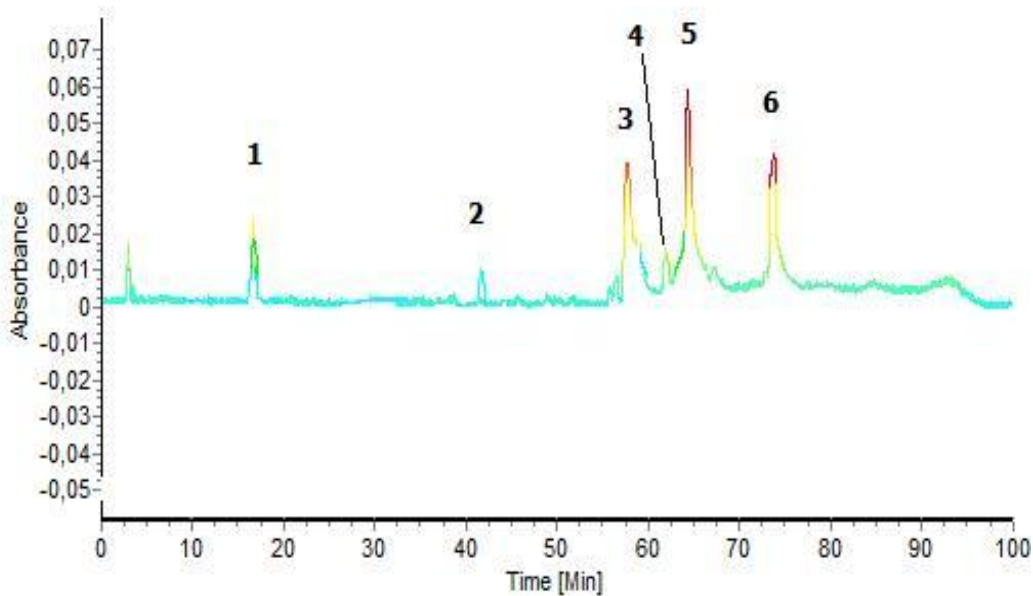


**Γράφημα 3.39 :** Συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών που ανιχνεύτηκαν στους ιστούς ποικιλίας «Καλαμών» στον Πόρο

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ



**Εικόνα 3.3 : Χρωματογράφημα καρπών ποικιλίας «Καλαμών»**  
**Κορυφές : 1. Υδροξυτυροσόλη, 2. Βερμπασκοζίτης 3. Ρουτίνη 4. Ελευρωπαΐνη 5. Λουτεολίνη-4-ο-γλυκοζίτης**



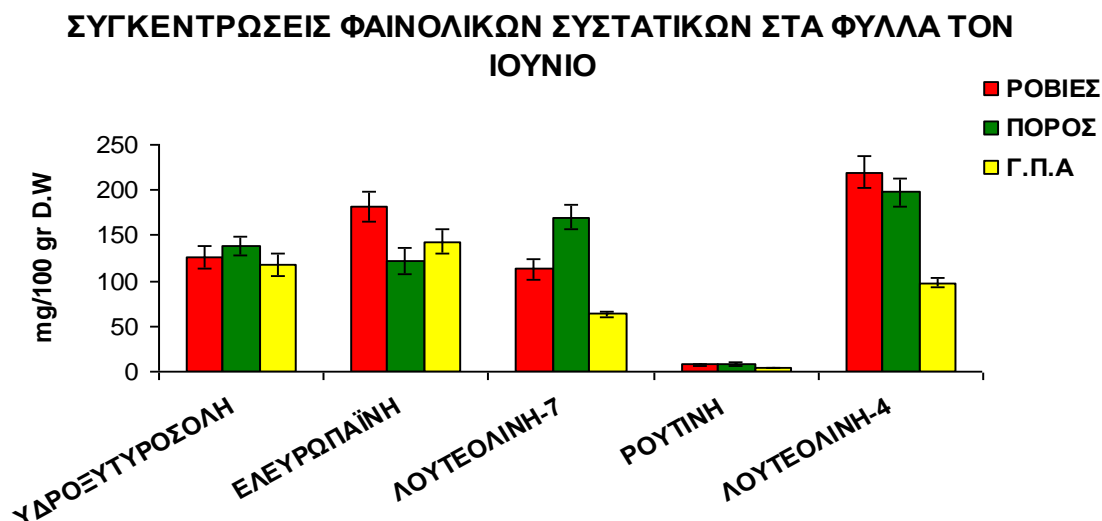
**Εικόνα 3.4 : Χρωματογράφημα φύλλων ποικιλίας «Καλαμών»**  
**Κορυφές : 1. Υδροξυτυροσόλη 2. π-κουμαρικό οξύ 3. Λουτεολίνη-7-ο-γλυκοζίτης 4. Ρουτίνη 5. Ελευρωπαΐνη 6. Λουτεολίνη-4-ο-γλυκοζίτης**

ΙΣΤΟΣ	ΚΑΡΠΟΙ				ΦΥΛΛΑ			
	ΡΟΒΙΕΣ		ΠΟΡΟΣ		ΡΟΒΙΕΣ		ΠΟΡΟΣ	
ΠΕΡΙΟΧΗ	Μ.Ο	ST.DEV	Μ.Ο	ST.DEV	Μ.Ο	ST.DEV	Μ.Ο	ST.DEV
<b>ΦΑΙΝΟΛΙΚΟ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ</b>								
Υδροξυτυροσόλη	87,46	11,20	72,35	12,60	171,09	14,04	143,80	9,46
Ελευρωπαϊνή	95,17	5,12	73,90	8,06	95,17	18,93	123,44	19,40
Λουτεολίνη-7-ο- γλυκοζιτής	0,00	0,00	0,00	0,00	31,24	6,36	116,64	10,41
Ρουτίνη	1,51	0,72	1,30	0,37	3,57	0,71	7,21	0,58
Λουτεολίνη-4-ο- γλυκοζιτής	38,89	6,83	31,50	3,67	68,06	8,56	155,54	6,46
Βερμπασκοζιτής	98,49	13,34	74,52	4,42	0,00	0,00	0,00	0,00
π-κουμαρικό οξύ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,44	1,03

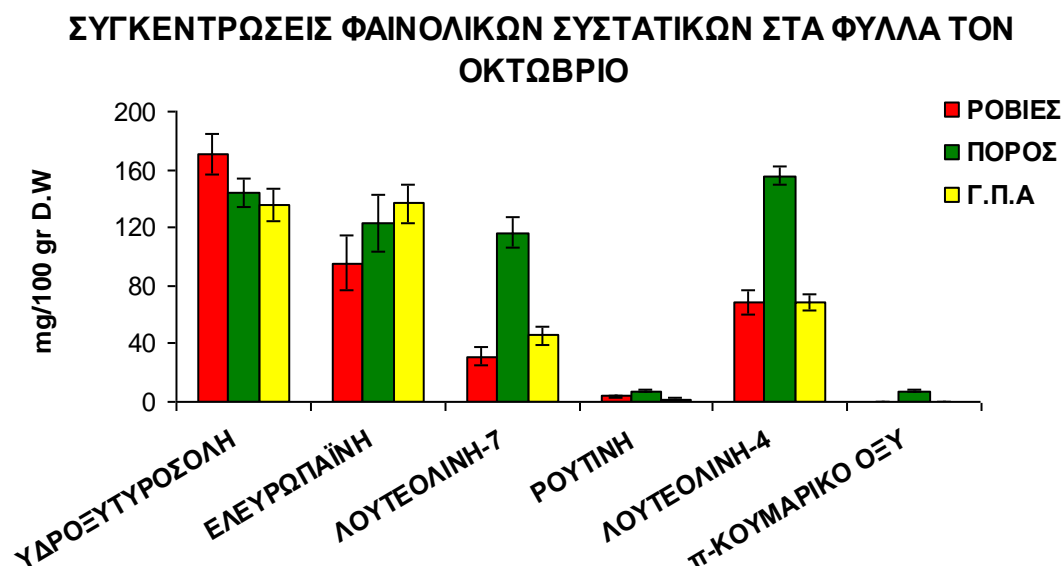
Πίνακας 3.19 : Συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών (mg/100 gr D.W) και τυπικές αποκλίσεις στους ιστούς ποικιλίας «Καλαμών»

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η ταυτοποίηση και ποσοτικοποίηση των φαινολικών συστατικών των φύλλων έδειξε διαφορές μεταξύ των εποχών συλλογής των δειγμάτων. Τα φύλλα που συλλέχθηκαν τον Οκτώβριο είχαν χαμηλότερες συγκεντρώσεις για όλα τα επιμέρους φαινολικά που ταυτοποιήθηκαν εκτός από την υδροξυτυροσόλη που αυξάνει τις συγκεντρώσεις της (Πίνακας 3.20) (Γράφημα 3.40, 3.41).



Γράφημα 3.40 : Συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών στα φύλλα τον Ιούνιο



Γράφημα 3.41 : Συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών στα φύλλα τον Οκτώβριο

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΡΟΒΙΕΣ				ΠΟΡΟΣ				Γ.Π.Α			
	ΙΟΥΝΙΟΣ		ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ		ΙΟΥΝΙΟΣ		ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ		ΙΟΥΝΙΟΣ		ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	
ΕΠΟΧΗ	M.O	ST.DEV	M.O	ST.DEV	M.O	ST.DEV	M.O	ST.DEV	M.O	ST.DEV	M.O	ST.DEV
<b>ΦΑΙΝΟΛΙΚΟ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ</b>												
Υδροξυτυροσόλη	126,0	12,13	171,1	14,04	138,11	9,89	143,80	9,46	117,60	11,85	135,91	10,80
Ελευρωπαΐνη	181,1	16,68	95,17	18,93	122,05	15,19	123,44	19,40	143,40	13,60	136,86	13,40
Λουτεολίνη-7-ο- γλυκοζιτής	112,6	11,17	31,24	6,36	170,00	13,02	116,64	10,41	63,03	2,23	45,70	6,70
Ρουτίνη	7,56	1,48	3,57	0,71	8,66	2,19	7,21	0,58	3,85	0,70	1,85	0,61
Λουτεολίνη-4-ο- γλυκοζιτής	219,5	17,79	68,06	8,56	198,16	15,35	155,54	6,46	98,11	4,34	68,20	5,90
π-κουμαρικό οξύ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,44	1,03	0,00	0,00	0,00	0,00

Πίνακας 3.20 : Συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών (mg/100 gr D.W) και τυπικές αποκλίσεις στα φύλλα ποικιλίας «Καλαμών»

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

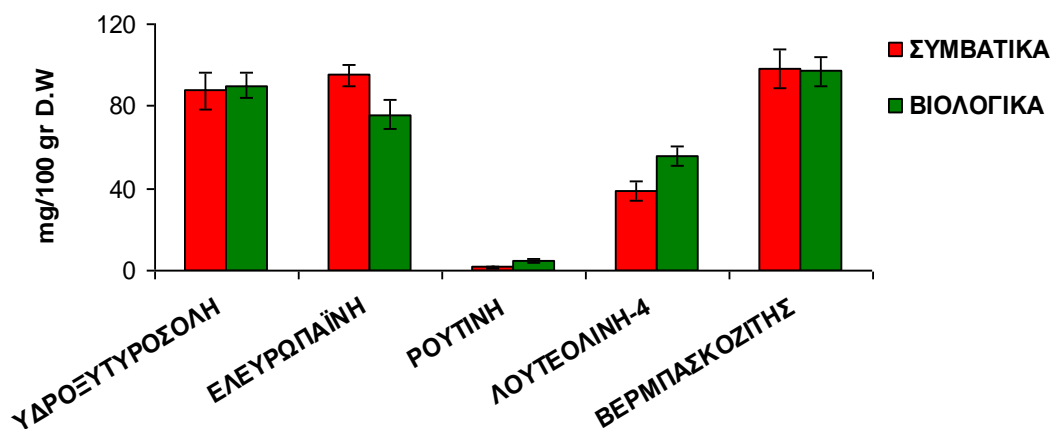
Στην ταυτοποίηση και ποσοτικοποίηση που πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο HPLC παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των δύο τρόπων καλλιέργειας στις συγκεντρώσεις των φαινολικών συστατικών και των δύο ιστών που μελετήθηκαν.

Οι καρποί συμβατικής καλλιέργειας περιείχαν υψηλότερη συγκέντρωση ελευρωπαϊνης και βερμπασκοζίτη από τα αντίστοιχα δείγματα βιολογικής καλλιέργειας (Πίνακας 3.21) (Γράφημα 3.42).

<b>ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ</b>	<b>ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ</b>		<b>ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ</b>	
	M.O	ST.DEV	M.O	ST.DEV
<b>ΦΑΙΝΟΛΙΚΟ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ</b>				
<b>Υδροξυτυροσόλη</b>	87,46	9,20	90,17	6,55
<b>Ελευρωπαϊνη</b>	95,17	5,12	75,99	7,36
<b>Ρουτινή</b>	1,51	0,72	4,80	0,88
<b>Λουτεολίνη-4-ο- γλυκοζίτης</b>	38,89	4,83	55,82	4,61
<b>Βερμπασκοζίτης</b>	98,49	9,34	96,96	7,31

**Πίνακας 3.21 : Συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας**

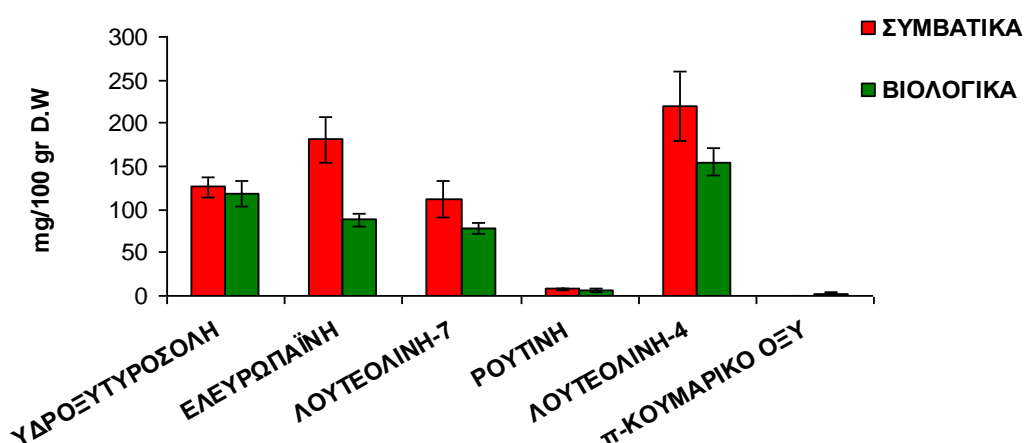
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΤΟΥΣ ΚΑΡΠΟΥΣ



Γράφημα 3.42 : Συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών σε καρπούς συμβατικής και βιολογικής καλλιέργειας ποικιλίας «Καλαμών»

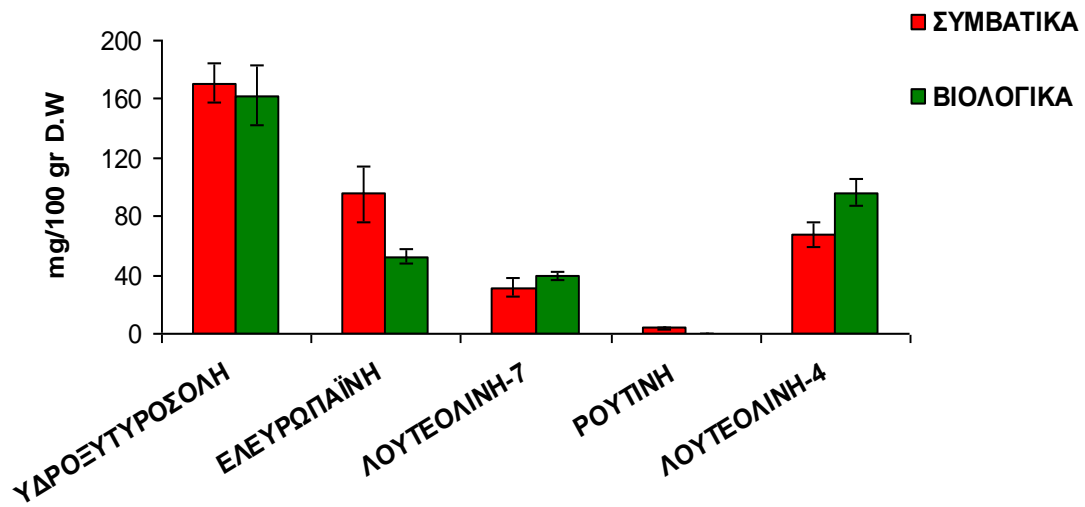
Η ταυτοποίηση και ποσοτικοποίηση των φαινολικών συστατικών στα φύλλα, έδειξε διαφορές μεταξύ βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας. Τα δείγματα συμβατικής καλλιέργειας είχαν υψηλότερες συγκεντρώσεις από τα αντίστοιχα βιολογικά με εξαίρεση την λουτεολίνη-7-ο-γλυκοζιτης και την λουτεολίνη-4-ο-γλυκοζιτης που ανιχνεύτηκαν στα δείγματα του Οκτωβρίου σε χαμηλότερες ποσότητες (Πίνακας 3.22) (Γράφημα 3.43, 3.44).

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΤΟΝ ΙΟΥΝΙΟ



Γράφημα 3.43 : Συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΤΟΝ ΟΚΤΩΒΡΙΟ



Γράφημα 3.44 : Συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας



ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ				ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ			
	ΙΟΥΝΙΟΣ		ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ		ΙΟΥΝΙΟΣ		ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	
ΕΠΟΧΗ	M.O	ST.DEV	M.O	ST.DEV	M.O	ST.DEV	M.O	ST.DEV
ΦΑΙΝΟΛΙΚΟ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ								
Υδροξυτυροσόλη	126,00	12,13	171,09	14,04	119,06	14,77	162,12	20,44
Ελευρωπαϊνή	181,11	26,68	95,17	18,93	88,34	7,62	52,48	4,84
Λουτεολίνη-7-ο- γλυκοζιτής	112,64	21,17	31,24	6,36	77,99	6,96	39,85	3,09
Ρουτίνη	7,56	1,48	3,57	0,71	6,75	1,65	0,00	0,00
Λουτεολίνη-4-ο- γλυκοζιτής	219,57	39,79	68,06	8,56	154,90	15,58	96,13	9,45
π-κουμαρικό οξύ	0,00	0,00	0,00	0,00	2,47	0,92	0,00	0,00

Πίνακας 3.22 : Συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών (mg/100 gr D.W) και τυπικές αποκλίσεις φύλλων βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας

### 3.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ «ΚΟΝΣΕΡΒΟΛΙΑ» ΚΑΙ «ΚΑΛΑΜΩΝ»

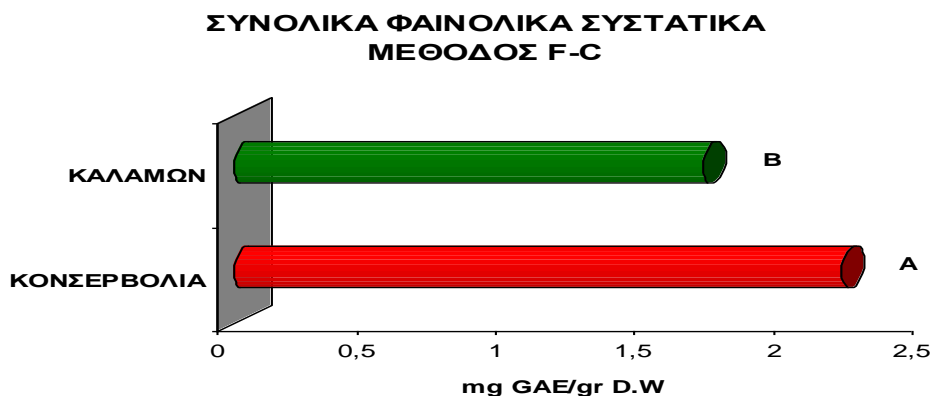
Στη στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των συνολικών φαινολικών συστατικών των καρπών των δύο ποικιλιών. Οι καρποί της ποικιλίας «Κονσερβολιά» είχαν υψηλότερα συνολικά φαινολικά που μετρήθηκαν με τη μέθοδο F-C με 2,19 mg GAE/gr D.W, ενώ η καρποί της «Καλαμών» είχαν 1,69 mg GAE/gr D.W (Γράφημα 3.45, 3.46). Παρομοίως, για τα συνολικά φαινολικά συστατικά των καρπών που μετρήθηκαν με τη μέθοδο HPLC, οι καρποί της «Κονσερβολιάς» είχαν υψηλότερη συγκέντρωση με 423,61 mg/100 gr D.W, ενώ οι καρποί της «Καλαμών» είχαν συγκέντρωση 321,52 mg/100 gr D.W. Η αντιοξειδωτική ικανότητα των δύο ποικιλιών δεν παρουσίασε στατιστικώς σημαντική διαφορά, πάλι όμως η «Κονσερβολιά» είχε την υψηλότερη συγκέντρωση (Πίνακας 3.23).

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ						
	F-C mg GAE/gr D.W		DPPH mg/l		Σ.Σ r	HPLC mg/100gr D.W	
ΚΟΝΣΕΡΒΟΛΙΑ	A	2,19	A	171,68	-0,28	A	423,61
ΚΑΛΑΜΩΝ	B	1,69	A	268,25	-0,78*	B	321,52

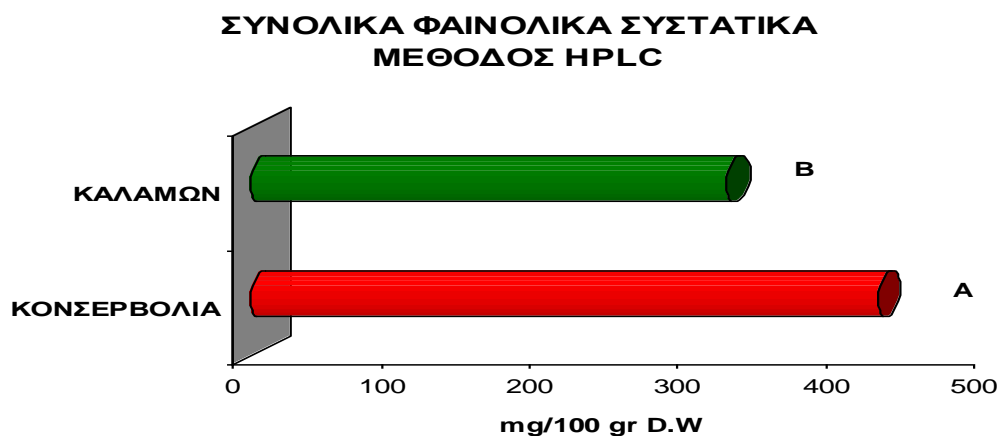
**Πίνακας 3.23 : Συγκεντρώσεις συνολικών φαινολικών συστατικών και αντιοξειδωτικής ικανότητας καρπών ανά ποικιλία**

**r\* ο συντελεστής συσχέτισης είναι στατιστικά σημαντικός**

**Μέσοι όροι που συνδέονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά**



Γράφημα 3.45 : Συνολικά φαινολικά συστατικά ανά ποικιλία



Γράφημα 3.46 : Συνολικά φαινολικά συστατικά ανά ποικιλία

Στην ανάλυση που πραγματοποιήθηκε δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στα συνολικά φαινολικά συστατικά και την αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων των δύο ποικιλιών. Οι τιμές για τις τρεις μεθόδους προσδιορισμού για τις δύο εποχές δίνονται στους Πίνακες 3.24 και 3.25.

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ-ΙΟΥΝΙΟΣ			
	F-C mg GAE/gr D.W	DPPH mg/l	Σ.Σ r	HPLC mg/100gr D.W
ΚΟΝΣΕΡΒΟΛΙΑ	A 2,44	A 155,73	-0,79*	A 475,38
ΚΑΛΑΜΩΝ	A 2,39	A 154,83	-0,66*	A 569,48

Πίνακας 3.24 : Συγκεντρώσεις συνολικών φαινολικών συστατικών και αντιοξειδωτικής ικανότητας των φύλλων

Μέσοι όροι που συνδέονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά

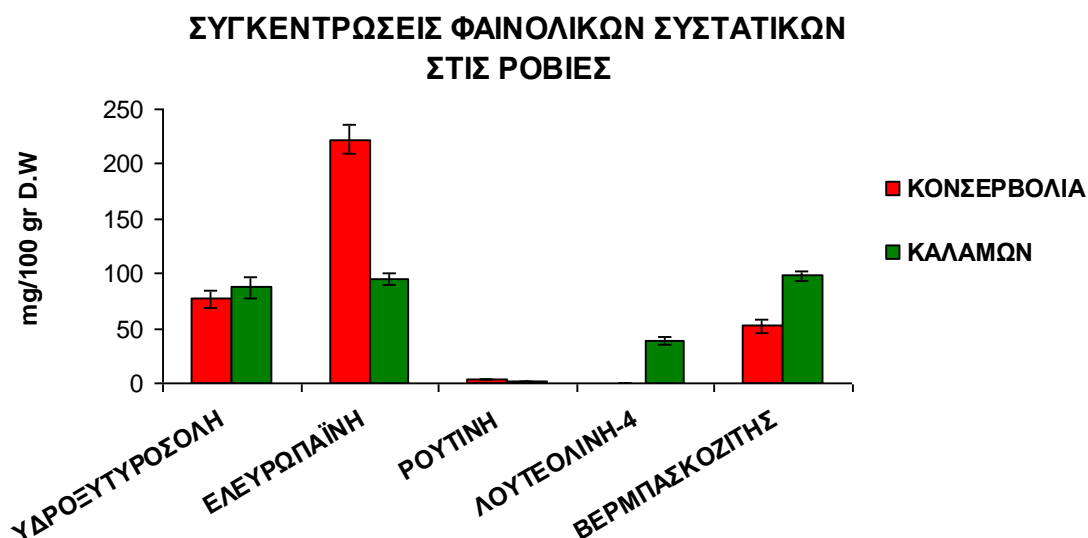
ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ-ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ						
	F-C mg GAE/gr D.W		DPPH mg/l		Σ.Σ r	HPLC mg/100gr D.W	
ΚΟΝΣΕΡΒΟΛΙΑ	A	1,9	A	414,84	-0,64*	A	406,2
ΚΑΛΑΜΩΝ	A	2,25	A	453,53	-0,84*	A	446,8

**Πίνακας 3.25 :** Συγκεντρώσεις συνολικών φαινολικών συστατικών και αντιοξειδωτικής ικανότητας των φύλλων

Μέσοι όροι που συνδέονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά

### 3.3.1 ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΤΟΥΣ ΙΣΤΟΥΣ ΤΩΝ ΔΥΟ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ

Η ταυτοποίηση και ποσοτικοποίηση των επιμέρους φαινολικών συστατικών των καρπών έδειξε διαφορές μεταξύ των δύο ποικιλιών. Παρατηρήθηκε ότι η «Κονσερβολία» είχε την υψηλότερη συγκέντρωση ελευρωπαΐνης, ενώ η «Καλαμών» είχε υψηλότερη συγκέντρωση βερμπασκοζίτη και υδροξυτυροσόλης και στις δύο περιοχές που μελετήθηκαν (Γράφημα 3.47, 3.48).

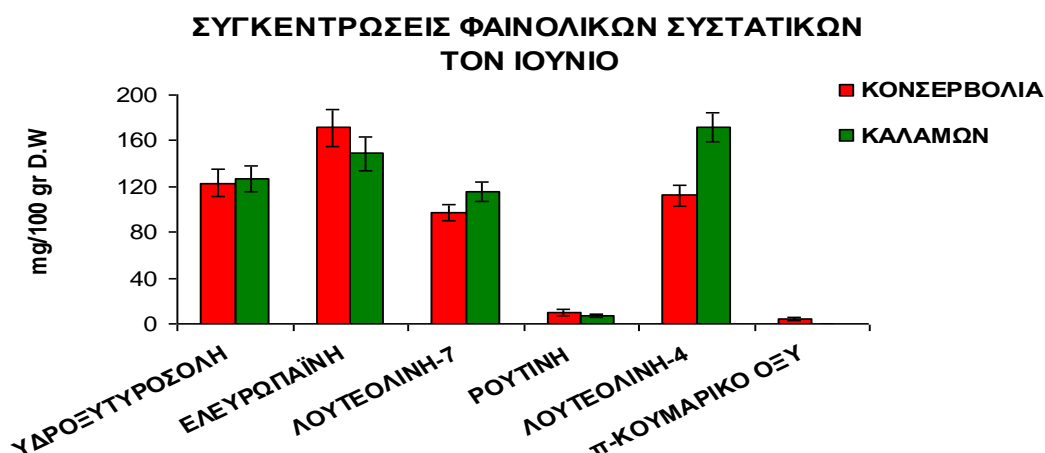


**Γράφημα 3.47 :** Συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών ανά ποικιλία στις Ροβιές Εύβοιας

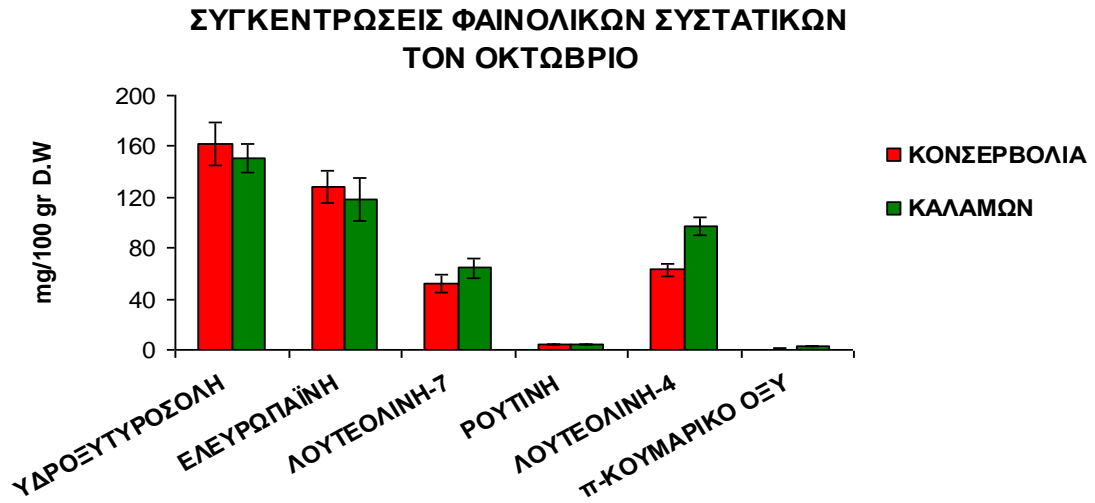


**Γράφημα 3.48 : Συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών ανά ποικιλία στον Πόρο**

Η ταυτοποίηση και ποσοτικοποίηση των επιμέρους φαινολικών συστατικών των φύλλων, έδειξε διαφορές στις συγκεντρώσεις των φαινολικών συστατικών μεταξύ των δύο ποικιλιών. Παρατηρήθηκε ότι η «Κονσερβολιά» είχε την υψηλότερη συγκέντρωση ελευρωπαΐνης, κάτι που παρατηρήθηκε και στους καρπούς. Επίσης, οι συγκεντρώσεις της λουτεολίνης-4-ο-γλυκοζιτη ήταν υψηλότερες στα φύλλα της ποικιλίας «Καλαμών» για όλες τις εποχές και περιοχές που μελετήθηκαν, με εξαίρεση τα φύλλα του Οκτωβρίου που συλλέχθηκαν από το Γ.Π.Α στα οποία η συγκέντρωση της λουτεολίνης-4-ο-γλυκοζιτη είναι υψηλότερη στα φύλλα της «Κονσερβολιάς» (Γράφημα 3.49, 3.50).



**Γράφημα 3.49 : Συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών ανά ποικιλία τον Ιούνιο**



**Γράφημα 3.50 : Συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών ανά ποικιλία τον Οκτώβριο**

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

---

Τα φαινορικά συστατικά είναι δευτερογενείς μεταβολίτες, οι οποίοι παίζουν σημαντικό ρόλο στην πρόληψη ασθενειών (Servilli et al., 2002), στην άμυνα των φυτικών οργανισμών έναντι παθογόνων και στην αναπαραγωγή. Το ενδιαφέρον για αυτά τα συστατικά έγκειται στην ικανότητά τους να δρουν ως δεσμευτές ελεύθερων ριζών οι οποίες είναι υπεύθυνες για την οξειδωση των λιπιδίων (Ryan et al., 2002).

Στη Μεσογειακή δίαιτα, που θεωρείται μία από τις πιο υγιεινές, το ελαιόλαδο αλλά και οι επιτραπέζιες ελιές είναι πηγές φαινολικών συστατικών για τον άνθρωπο. Όμως και τα φύλλα της ελιάς έχουν χρησιμοποιηθεί στην παραδοσιακή ιατρική για την αντιμετώπιση του πυρετού αλλά και σοβαρών ασθενειών όπως η ελονοσία (Benavente-Garcia et al., 2000). Για την αντιοξειδωτική τους ικανότητα έχουν μελετηθεί οι περισσότεροι ιστοί του ελαιόδενδρου ανάμεσά τους και το ξύλο (Altarejos et al., 2005). Στην παρούσα έρευνα μελετήθηκαν φύλλα και καρποί των ποικιλιών «Κονσερβολιά» και «Καλαμών», δύο από τις κυριότερες ελληνικές επιτραπέζιες ποικιλίες.

Συγκρίνοντας τις δύο ποικιλίες που μελετήθηκαν, βρέθηκε ότι οι καρποί της «Κονσερβολιάς» είχαν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση

συνολικών φαινολικών συστατικών (2,19 mg GAE/gr D.W) από τους καρπούς της ποικιλίας «Καλαμών» (1,69 mg GAE/gr D.W). Οι καρποί της ποικιλίας «Κονσερβολιά» είχαν υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα (171,68 mg/l) από τους καρπούς της ποικιλίας «Καλαμών» (268,25 mg/l) χωρίς να είναι στατιστικώς σημαντική. Στα φύλλα των δύο ποικιλιών δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά στα συνολικά φαινολικά συστατικά (2,44 mg GAE/gr D.W και 2,39 mg GAE/gr D.W για «Κονσερβολιά» και «Καλαμών» αντίστοιχα) και την αντιοξειδωτική ικανότητα και στις δύο εποχές που μελετήθηκαν.

Οι Kiritsakis et al. (2010) βρίσκουν για τα φύλλα της ποικιλίας «Καλαμών» χαμηλότερα συνολικά φαινολικά (5,57 mg GAE/gr D.W) από τις ποικιλίες «Μεγαρείτικη» και «Κορωνέικη» (6,09 και 6,19 mg GAE/gr D.W).

Οι Botia et al. (2001) βρήκαν διαφορές στην αντιοξειδωτική ικανότητα των καρπών τεσσάρων ιταλικών ποικιλιών ελιάς με την ποικιλία «Villalonga» να έχει την υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα (5,89 TEAC,mM) και την ποικιλία «Picual» τη χαμηλότερη (3,73 TEAC,mM) .

Στην παρούσα έρευνα, ταυτοποιήθηκαν στους καρπούς 5 φαινολικές ενώσεις, η ελευρωπαΐνη, η υδροξυτυροσόλη, ο βερμπασκοζίτης, η ρουτίνη και η λουτεολίνη-4-ο-γλυκοζίτης. Επίσης, βρέθηκαν διαφορές στις συγκεντρώσεις των επιμέρους φαινολικών συστατικών μεταξύ των ποικιλιών. Η ποικιλία «Κονσερβολιά» είχε υψηλότερη συγκέντρωση ελευρωπαΐνης (106,5-272,4 mg/100 gr) και στους δύο ιστούς σε σχέση με την «Καλαμών» (73,9-123,4 mg/100 gr). Αντίθετα, η ποικιλία «Καλαμών» είχε υψηλότερη συγκέντρωση υδροξυτυροσόλης (76,9 mg/100 gr) και βερμπασκοζίτη (98,49 mg/100 gr) στους καρπούς. Επίσης, τα φύλλα της «Καλαμών» είχαν υψηλότερη συγκέντρωση λουτεολίνης-4-ο-γλυκοζίτη (68,06-219,5 mg/100 gr) από τα φύλλα της «Κονσερβολιάς» (55,72-168,6 mg/100 gr) σε όλες τις εποχές και περιοχές που μελετήθηκαν.

Οι Romani et al. (1999) βρίσκουν μεγάλες διαφοροποιήσεις στις συγκεντρώσεις των φαινολικών συστατικών των καρπών μελετώντας 5 ποικιλίες ελιάς. Οι παραπάνω ερευνητές βρίσκουν στους καρπούς ελευρωπαΐνη (35-2406 mg/kg), βερμπασκοζίτη (161-3202 mg/kg), ρουτίνη (111-272



mg/kg) και υδροξυτυροσόλη (566-4133 mg/kg). Επιπλέον, βρίσκουν λουτεολίνη-7-ο-γλυκοζίτη, απιγενίνη-7-ο-γλυκοζίτη και κυανιδίνη-3-ο-γλυκοζίτη ουσίες που δεν ανιχνεύτηκαν στην παρούσα εργασία.

Οι Vinha et al. (2005) βρίσκουν επίσης μεγάλες διαφορές μεταξύ των ποικιλιών που μελέτησαν. Η συγκέντρωση της ελευρωπαϊνης για την ποικιλία «Rouruda» ήταν σχεδόν δεκαπλάσια (4365 mg/kg) από τη συγκέντρωσή της στην ποικιλία «Galega» (479 mg/kg). Οι ίδιες ποικιλίες παρουσιάζουν διαφορές και σε άλλα φαινορικά συστατικά όπως η υδροξυτυροσόλη, ο βερμπασκοζίτης και η ρουτίνη με τις συγκεντρώσεις της «Rouruda» (9347, 114, 497 mg/kg αντίστοιχα) να είναι πολλαπλάσιες των αντίστοιχων της «Galega» (2312, 32,5, 497 mg/kg).

Διαφορές στις συγκεντρώσεις των φαινολικών συστατικών των καρπών ανά ποικιλία βρίσκουν και οι Servilli et al. (1999). Μεταξύ των ποικιλιών «Morailo», «Leccino» και «Coratina», η συγκέντρωση του βερμπασκοζίτη κυμάνθηκε από 1-27 mg/gr ενώ η συγκέντρωση της ελευρωπαϊνης κυμάνθηκε από 2-62 mg/gr.

Οι Romero et al. (2002) επίσης, βρίσκουν σε καρπούς ποικιλιών «Picual», «Arbequina» και «Manzanilla» διαφορές μεταξύ των συγκεντρώσεων των φαινολικών ενώσεων. Η ποικιλία «Manzanilla» έχει την υψηλότερη συγκέντρωση ελευρωπαϊνης (48,06 mmol/kg D.W) και η «Arbequina» τις υψηλότερες συγκεντρώσεις βερμπασκοζίτη (0,15 mmol/kg D.W) και λουτεολίνης-7-ο-γλυκοζίτη (1,41 mmol/kg D.W).

Οι Esti et al. (1998) σε καρπούς ποικιλιών «Gentile», «Coratina» και «Leccino» που συλλέχθηκαν το Νοέμβριο βρίσκουν υδροξυτυροσόλη (0,15-1,1 mg/gr), ρουτίνη (0,14-0,54 mg/gr), λουτεολίνη-7-ο-γλυκοζίτη (0,15-0,42 mg/gr) και ελευρωπαϊνή (0,85-2,08 mg/gr). Οι ποσότητες αυτές είναι πολύ κοντά στις συγκεντρώσεις που βρέθηκαν για τις ελληνικές ποικιλίες στην παρούσα εργασία.

Διαφορές στις συγκεντρώσεις των φαινολικών συστατικών βρίσκουν και οι Vinha et al. (2002) σε καρπούς ποικιλιών «Madural» και «Verdeal» που συλλέχθηκαν το Νοέμβριο. Οι συγκεντρώσεις υδροξυτυροσόλης (44684 mg/kg), βερμπασκοζίτη (47,1 mg/kg) και λουτεολίνης-7-ο-γλυκοζίτη (840,8

mg/kg) είναι υψηλότερες στη «Madural» ενώ η «Verdeal» έχει υψηλότερη συγκέντρωση ελευρωπαΐνης (36837,3 mg/kg).

Στην παρούσα εργασία, συγκρίνοντας τα φύλλα με τους καρπούς, παρατηρήθηκε ότι οι καρποί της ποικιλίας «Κονσερβολιά» είχαν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση συνολικών φαινολικών και υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα από τα φύλλα (2,08 mg GAE/gr D.W και 317,49 mg/l έναντι 1,86 mg GAE/gr D.W και 536,19 mg/l). Αντίθετα, για την ποικιλία «Καλαμών» παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση συνολικών φαινολικών στα φύλλα από τους καρπούς (2,22 mg GAE/gr D.W έναντι 1,6 mg GAE/gr D.W). Η αντιοξειδωτική ικανότητα των καρπών της ποικιλίας «Καλαμών» ήταν στατιστικώς υψηλότερη από αυτή των φύλλων με τιμές (295,07 mg/l έναντι 581,69 mg/l).

Οι Silva et al. (2006) μελετώντας 11 πορτογαλικές ποικιλίες βρήκαν ότι τα συνολικά φαινολικά συστατικά των καρπών παρουσίαζαν υψηλότερες συγκεντρώσεις από τις αντίστοιχες των φύλλων. Η αντιοξειδωτική ικανότητα των καρπών ήταν επίσης υψηλότερη από την αντίστοιχη των φύλλων.

Όσο αφορά στην ταυτοποίηση των φαινολικών συστατικών, στην παρούσα εργασία βρέθηκε ότι τα φύλλα δεν περιείχαν βερμασκοζίτη όπως οι καρποί, ενώ επιπλέον, στα φύλλα ανιχνεύτηκαν λουτεολίνη-7-ο-γλυκοζίτης και π-κουμαρικό οξύ. Αντίθετα με τη λουτεολίνη-7-ο-γλυκοζίτη που δεν ανιχνεύτηκε σε κανένα δείγμα καρπών, το π-κουμαρικό οξύ ανιχνεύτηκε σε πολύ μικρές ποσότητες στην ποικιλία «Κονσερβολιά» μόνο στους καρπούς βιολογικής καλλιέργειας.

Στο παρόν πείραμα, οι καρποί και των δύο ποικιλιών που μελετήθηκαν διακρίνονται για την υψηλότερη συγκέντρωση ελευρωπαΐνης και τη χαμηλότερη συγκέντρωση υδροξυτυροσόλης σε σχέση με τα φύλλα.

Οι Silva et al. (2006) για την Πορτογαλική ποικιλία «Cobrançosa» βρίσκουν στα φύλλα υδροξυτυροσόλη, βερμπασκοζίτη, λουτεολίνη-7-ο-γλυκοζίτη, λουτεολίνη-4-ο-γλυκοζίτη, ελευρωπαΐνη και ρουτίνη ενώ στους καρπούς υδροξυτυροσόλη, λουτεολίνη-7-ο-γλυκοζίτη, ελευρωπαΐνη και ρουτίνη. Αντίθετα τα αποτελέσματα των Ryan et al. (2002) συμφωνούν με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας αφού ο βερμπασκοζίτης ανιχνεύεται

μόνο στους καρπούς της ποικιλίας «Hardy Mammoth». Οι παραπάνω ερευνητές ανιχνεύουν επίσης ελευρωπαΐνη, υδροξυτυροσόλη και τυροσόλη στους καρπούς της «Hardy Mammoth» την χειμερινή περίοδο. Στην παρούσα εργασία δεν ανιχνεύτηκε τυροσόλη σε καμία από τις εποχές που μελετήθηκαν. Για τα φύλλα χειμερινής περιόδου της ίδιας ποικιλίας οι παραπάνω ερευνητές παρατηρούν υψηλότερες συγκεντρώσεις ελευρωπαΐνης και χαμηλότερες συγκεντρώσεις υδροξυτυροσόλης από τις αντίστοιχες στους καρπούς. Επίσης, μόνο στα φύλλα ανιχνεύονται η λουτεολίνη-4-ο-γλυκοζίτης και λουτεολίνη-7-ο-γλυκοζίτης.

Οι Benavente-Garcia et al. (2000) βρήκαν στα φύλλα της ποικιλίας «Villalonga» ελευρωπαΐνη στο μεγαλύτερο ποσοστό από τις υπόλοιπες ουσίες (24,54%), ακολουθούμενη από την υδροξυτυροσόλη (1,46%) και τη λουτεολίνη-7-ο-γλυκοζίτη (1,38%). Επίσης, βρήκαν βερμπασκοζίτη (1,11%) και απιγενίνη-7-γλυκοζίτη (0,54%), ουσίες που δεν ανιχνεύτηκαν στα φύλλα της παρούσας εργασίας.

Συγκρίνοντας τις διαφορετικές περιοχές που μελετήσαμε, παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των περιοχών καλλιέργειας από όπου συλλέχθηκαν οι καρποί. Για την ποικιλία «Κονσεβολιά» οι καρποί που συλλέχθηκαν από τον Πόρο είχαν την υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών συστατικών και την υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα. Αντίθετα, για την ποικιλία «Καλαμών» οι καρποί που συλλέχθηκαν από τις Ροβιές παρουσίασαν τη στατιστικώς υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών.

Όσο αφορά τα φύλλα, τα δείγματα που συλλέχθηκαν από τον Πόρο παρουσιάζουν τα υψηλότερα συνολικά φαινολικά συστατικά και την υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα και για τις δύο ποικιλίες.

Επίδραση της περιοχής συλλογής στο συνολικό φαινολικό περιεχόμενο των καρπών καλλιεργούμενων ποικιλιών της Πορτογαλίας παρατηρούν και οι Vinha et al. (2005). Για την ποικιλία «Cobrançosa» σε καρπούς που συλλέχθηκαν το Δεκέμβριο, βρήκαν ότι τα συνολικά φαινολικά συστατικά που μετρήθηκαν με τη μέθοδο HPLC στις νοτιότερες περιοχές Mogadouro και Mirandela ήταν υψηλότερα (9520-9811 mg/kg) σε σχέση με τα συνολικά φαινολικά της ποικιλίας στη βόρεια περιοχή Valpacos (6114 mg/kg).

Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε ότι η εποχή επηρέασε στατιστικώς σημαντικά τα συνολικά φαινορικά συστατικά και την αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων και των δύο ποικιλιών με τον Ιούνιο να παρουσιάζει τις υψηλότερες συγκεντρώσεις.

Όσο αφορά στις συγκεντρώσεις των επιμέρους φαινολικών συστατικών βρέθηκε ότι οι συγκεντρώσεις τους μειώνονται από τον Ιούνιο στον Οκτώβριο εκτός της υδροξυτυροσόλης που αυξάνεται. Αυτό, όπως αναφέρει και οι Soler-Rivas et al. (2000) μπορεί να οφείλεται στην υδρόλυση της ελευρωπαΐνης προς υδροξυτυροσόλη και άλλα παράγωγα. Επίσης παρατηρήθηκε ότι η συγκέντρωση της λουτεολίνης-4-ο-γλυκοζίτης ήταν πάντα υψηλότερη από τη συγκέντρωση της λουτεολίνης-7-ο-γλυκοζίτης.

Οι Ryan et al. (2003) βρίσκουν για την ποικιλία «Hardy Mammoth» ότι η συγκέντρωση της ελευρωπαΐνης μειώνεται από το καλοκαίρι στο φθινόπωρο, ενώ αντίστοιχα αυξάνεται η συγκέντρωση της υδροξυτυροσόλης. Αντίθετα όμως με την παρούσα εργασία βρίσκουν ότι οι ποσότητες της λουτεολίνης-7-ο-γλυκοζίτης είναι υψηλότερες της λουτεολίνης-4-ο-γλυκοζίτης και στις δύο εποχές που μελέτησαν.

Συγκρίνοντας συμβατική και βιολογική καλλιέργεια, στα φύλλα και των δύο ποικιλιών παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά με τα συμβατικά να έχουν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις συνολικών φαινολικών συστατικών και αντιοξειδωτικής ικανότητας. Οι καρποί συμβατικής καλλιέργειας και των δύο ποικιλιών έχουν υψηλότερα συνολικά φαινορικά και αντιοξειδωτική ικανότητα χωρίς όμως να είναι στατιστικώς σημαντική.

Οι συγκεντρώσεις των επιμέρους φαινολικών συστατικών, στην παρούσα εργασία, βρέθηκε ότι τα φύλλα που συλλέχθηκαν από δένδρα συμβατικής καλλιέργειας είχαν υψηλότερες συγκεντρώσεις σε όλα τα επιμέρους φαινορικά συστατικά και στις δύο εποχές που μελετήθηκαν εκτός ελάχιστων εξαιρέσεων. Στη διεθνή βιβλιογραφία βρέθηκαν αναφορές μόνο για επεξεργασμένους καρπούς βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας.

Οι Blekas et al. (2002) βρήκαν ότι τα συνολικά φαινορικά συστατικά επεξεργασμένων καρπών συμβατικής καλλιέργειας ποικιλιών «Κονσερβολιά»

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

---

και «Καλαμών» ήταν υψηλότερα σε σχέση με τα αντίστοιχα βιολογικής καλλιέργειας.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

---

Συγκρίνοντας τις δύο ποικιλίες που μελετήθηκαν, βρέθηκε ότι οι καρποί της «Κονσερβολιάς» είχαν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση συνολικών φαινολικών συστατικών από τους καρπούς της ποικιλίας «Καλαμών». Οι καρποί της ποικιλίας «Κονσερβολιά» είχαν υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα από τους καρπούς της ποικιλίας «Καλαμών» χωρίς να είναι στατιστικώς σημαντική. Στα φύλλα των δύο ποικιλιών δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά στα συνολικά φαινολικά συστατικά και την αντιοξειδωτική ικανότητα και στις δύο εποχές που μελετήθηκαν.

Μεταξύ των δύο ποικιλιών βρέθηκε ότι η «Κονσερβολιά» είχε την υψηλότερη συγκέντρωση ελευρωπαΐνης στους καρπούς, ενώ η «Καλαμών» είχε υψηλότερη συγκέντρωση βερμπασκοζίτη και υδροξυτυροσόλης και στις δύο περιοχές που μελετήθηκαν. Επίσης για τα φύλλα των δύο ποικιλιών παρατηρήθηκε ότι η «Κονσερβολιά» είχε την υψηλότερη συγκέντρωση ελευρωπαΐνης, ενώ οι συγκεντρώσεις της λουτεολίνης-4-ο-γλυκοζίτη ήταν

υψηλότερες στα φύλλα της ποικιλίας «Καλαμών» για όλες τις εποχές και περιοχές που μελετήθηκαν.

Μεταξύ των ιστών που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία, συγκρίνοντας τα φύλλα με τους καρπούς, παρατηρήθηκε ότι οι καρποί της ποικιλίας «Κονσερβολιά» είχαν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση συνολικών φαινολικών και υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα από τα φύλλα. Αντίθετα, για την ποικιλία «Καλαμών» παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση συνολικών φαινολικών στα φύλλα από τους καρπούς. Η αντιοξειδωτική ικανότητα των καρπών της ποικιλίας «Καλαμών» ήταν στατιστικώς υψηλότερη από αυτή των φύλλων.

Η ταυτοποίηση και ποσοτικοποίηση των φαινολικών συστατικών των δύο ποικιλιών έδειξε ότι οι καρποί διακρίνονται για την υψηλότερη συγκέντρωση ελευρωπαΐνης ενώ τα φύλλα για την υψηλότερη συγκέντρωση υδροξυτυροσόλης. Επίσης, στους καρπούς βρέθηκε βερμπασκοζίτης, συστατικό που δεν ανιχνεύτηκε στα φύλλα, ενώ αντίστοιχα τα φύλλα περιείχαν λουτεολίνη-7-ο-γλυκοζίτη και π-κουμαρικό οξύ, συστατικά που δεν βρέθηκαν στους καρπούς.

Συγκρίνοντας τις διαφορετικές περιοχές που μελετήσαμε, παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Για την ποικιλία «Κονσεβολιά» οι καρποί που συλλέχθηκαν από τον Πόρο είχαν την υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών συστατικών και την υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα. Αντίθετα, για την ποικιλία «Καλαμών» οι καρποί που συλλέχθηκαν από τις Ροβιές παρουσίασαν τη στατιστικώς υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών. Όσο αφορά τα φύλλα, τα δείγματα που συλλέχθηκαν από τον Πόρο παρουσίασαν τα υψηλότερα συνολικά φαινολικά συστατικά και την υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα και για τις δύο ποικιλίες.

Συγκρίνοντας τις εποχές που μελετήθηκαν, βρέθηκε ότι τα δείγματα που συλλέχθηκαν τον Ιούνιο παρουσίασαν υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα και υψηλότερες συγκεντρώσεις συνολικών φαινολικών από τα δείγματα που συλλέχθηκαν τον Οκτώβριο.

Όσο αφορά στις συγκεντρώσεις των επιμέρους φαινολικών συστατικών βρέθηκε ότι οι συγκεντρώσεις τους μειώνονται από τον Ιούνιο στον Οκτώβριο εκτός της υδροξυτυροσόλης που αυξάνεται και στις δύο ποικιλίες που μελετήθηκαν.

Συγκρίνοντας συμβατική και βιολογική καλλιέργεια, στα φύλλα και των δύο ποικιλιών παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά με τα συμβατικά να έχουν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις συνολικών φαινολικών συστατικών και αντιοξειδωτικής ικανότητας. Οι καρποί συμβατικής καλλιέργειας και των δύο ποικιλιών έχουν υψηλότερα συνολικά φαινολικά και αντιοξειδωτική ικανότητα χωρίς όμως να είναι στατιστικώς σημαντική.



**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1****ΠΡΟΤΥΠΕΣ ΟΥΣΙΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ**

ΠΡΟΤΥΠΗ ΟΥΣΙΑ	ΕΞΙΣΩΣΗ	R <sup>2</sup>	ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ-ΚΑΘΑΡΟΤΗΤΑ
Βανιλλικό οξύ	$y=3551.2x-7.1587$	0,98	SIGMA, 100%
Βερμπασκοζίτης	$y=2978x-1.3428$	0.98	EXTRASYNTHESE, 100%
Γαλλικό οξύ	$y=12611x-7.7277$	0.98	SIGMA, 100%
Γεντισικό οξύ	Δεν ανιχνεύτηκε		SIGMA, 100%
Ελευρωπαϊνή	$y=21003x-5.183$	0.99	EXTRASYNTHESE, 100%
(-)-επικατεχίνη	Δεν ανιχνεύτηκε		SIGMA, 100%
(+)-κατεχίνη	Δεν ανιχνεύτηκε		SIGMA, 98%
Καφεϊκό οξύ	$y=1073.4x+0.8074$	0.99	SIGMA, 100%
Κερκετίνη	$y=2551.6x+15.03$	0.97	SIGMA-ALDRICH, 100%
μ-κουμαρικό οξύ	$y=2496.1x-13.139$	0.98	FLUKA, 98%
ο-κουμαρικό οξύ	$y=3110.8x+1.6069$	0.99	SIGMA, 100%
π-κουμαρικό οξύ	$y=1414.8x-6.2957$	0.99	SIGMA, 100%
Λουτεολίνη-4-ο-γλυκοζίτης	$y=1621.1x+7.2034$	0.98	EXTRASYNTHESE, 100%
Λουτεολίνη-7-ο-γλυκοζίτης	$y=1978.3x+7.9501$	0.99	EXTRASYNTHESE, 100%
Ναριγκενίνη	Δεν ανιχνεύτηκε		ALFA AESAR, 97%
Πρωτοκατεχικό οξύ	Δεν ανιχνεύτηκε		ALDRICH, 97%
Ρουτίνη	$y=30432x-2.1493$	0.99	SIGMA, 95%
Συριγκικό οξύ	Δεν ανιχνεύτηκε		SIGMA, 100%
Τυροσόλη	Δεν ανιχνεύτηκε		SIGMA, 100%
Υδροξυτυροσόλη	$y=19400x-4.5988$	0.96	EXTRASYNTHESE, 100%
Φερουλικό οξύ	Δεν ανιχνεύτηκε		SIGMA, 100%
Χλωρογενικό οξύ	Δεν ανιχνεύτηκε		SIGMA, 95%
2,4-διυδροξυβενζοϊκό οξύ	$y=3359.1x-6.574$	0.99	ALFA AESAR, 97%

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 : ΦΑΙΝΟΛΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

### ΦΑΣΜΑΤΑ – ΧΗΜΙΚΕΣ ΔΟΜΕΣ

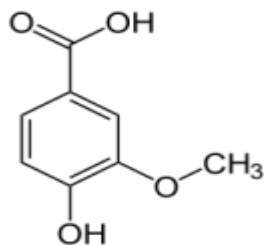
#### **A. ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΟΞΕΑ**

#### **ΥΔΡΟΞΥΚΙΝΝΑΜΩΜΙΚΑ – ΥΔΡΟΞΥΒΕΝΖΟΪΚΑ ΠΑΡΑΓΩΓΑ**

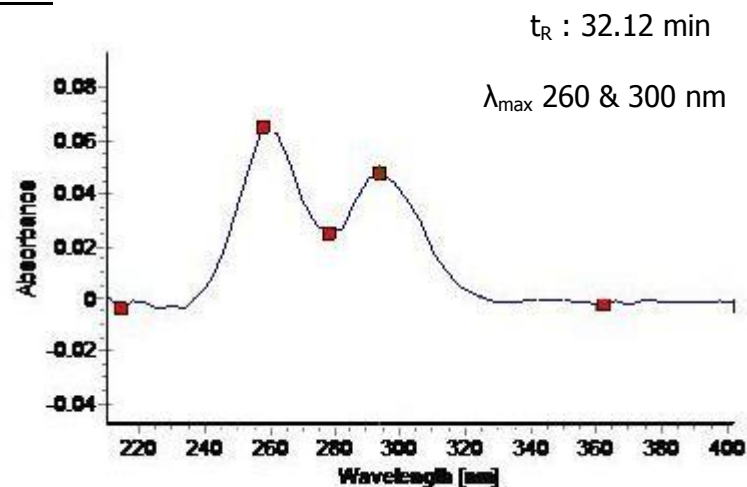
##### **1. ΒΑΝΙΛΛΙΚΟ ΟΞΥ**

Μοριακός Τύπος :  $C_8H_7O_4$

Χημική δομή :



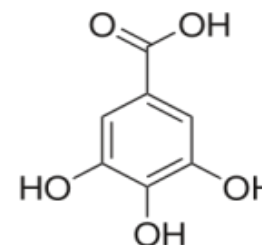
##### **ΦΑΣΜΑ**



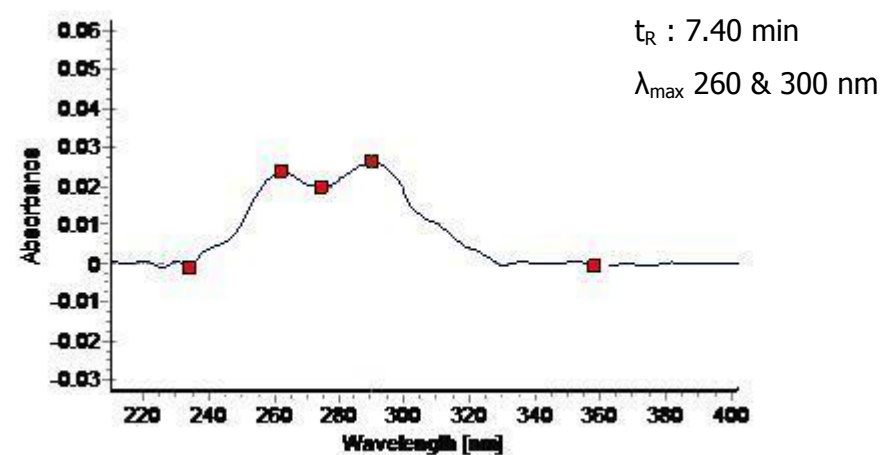
##### **2. ΓΑΛΛΙΚΟ ΟΞΥ**

Μοριακός Τύπος :  $C_7H_6O_5$

Χημική δομή :



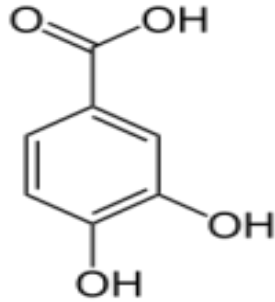
##### **ΦΑΣΜΑ**



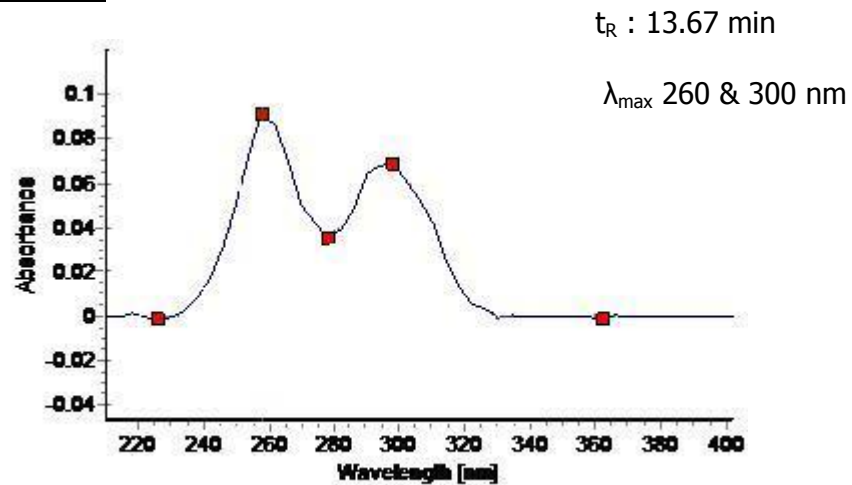
### 3. ΠΡΩΤΟΚΑΤΕΧΙΚΟ ΟΞΥ

Μοριακός Τύπος :  $C_7H_6O_4$

Χημική δομή :



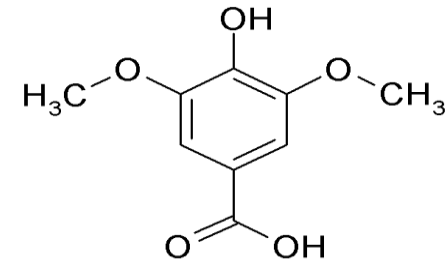
#### ΦΑΣΜΑ



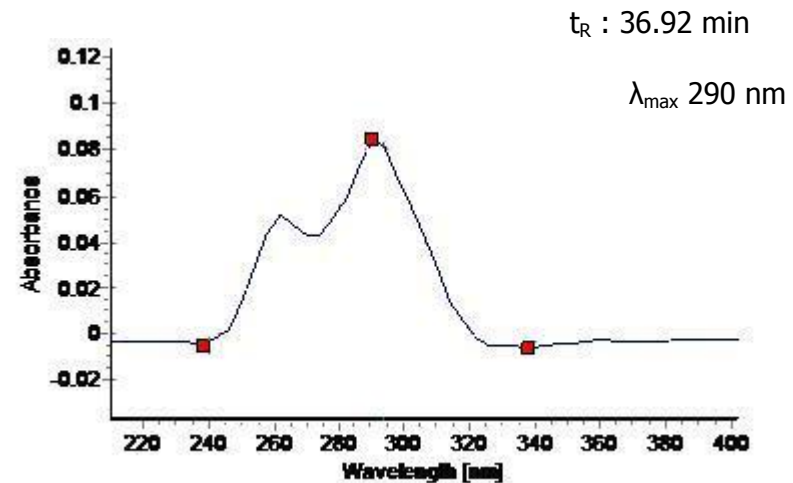
### 4. ΣΥΡΙΓΓΙΚΟ ΟΞΥ

Μοριακός Τύπος :  $C_9H_{10}O_5$

Χημική δομή :



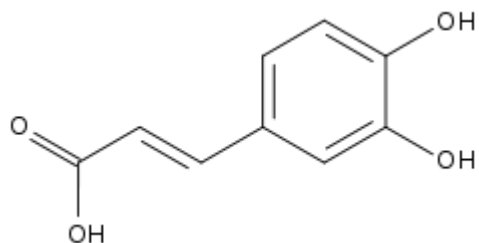
#### ΦΑΣΜΑ



### 5. ΚΑΦΕΪΚΟ ΟΞΥ

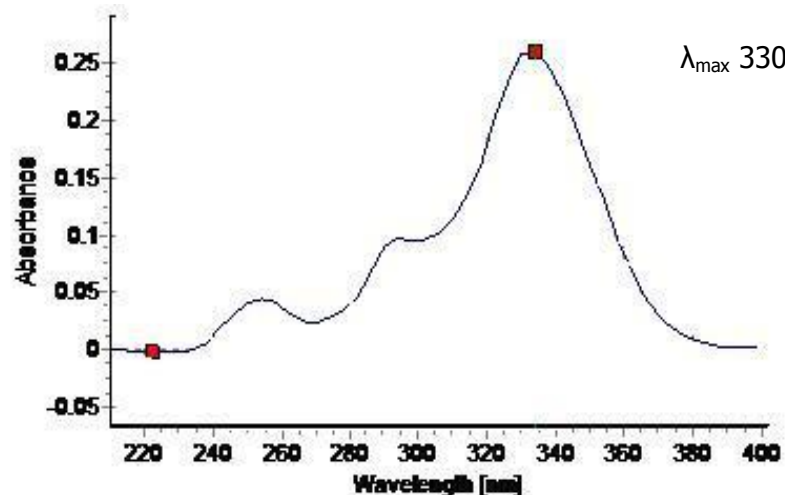
Μοριακός Τύπος :  $C_9H_7O_4$

Χημική δομή :



#### ΦΑΣΜΑ

min



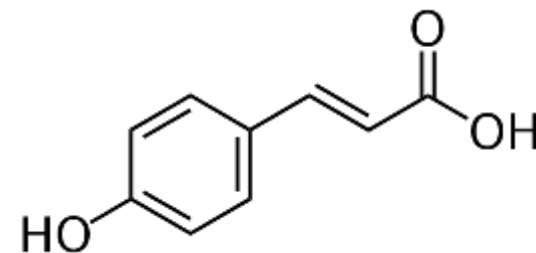
$t_R$  : 34.33

$\lambda_{max}$  330 nm

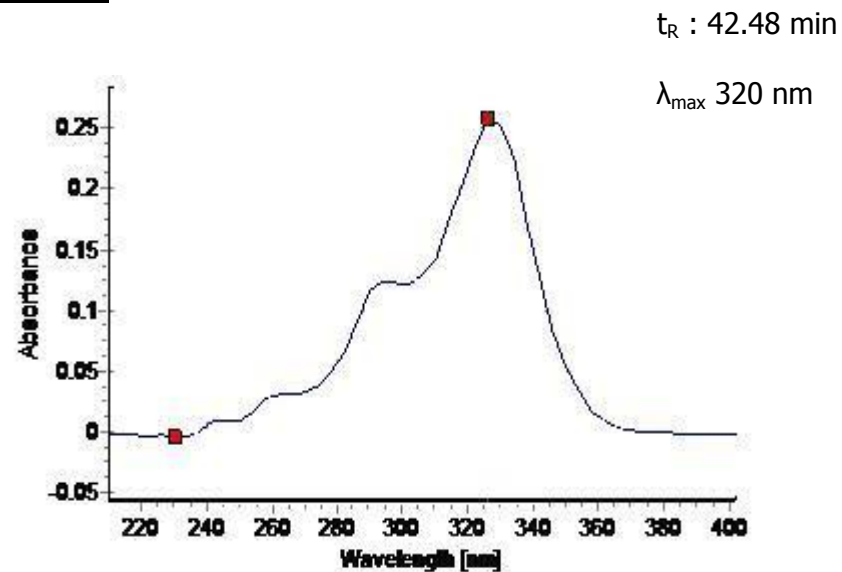
### 6. p-ΚΟΥΜΑΡΙΚΟ ΟΞΥ

Μοριακός Τύπος :  $C_9H_7O_3$

Χημική δομή :



#### ΦΑΣΜΑ



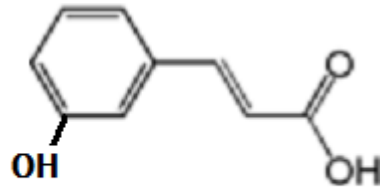
$t_R$  : 42.48 min

$\lambda_{max}$  320 nm

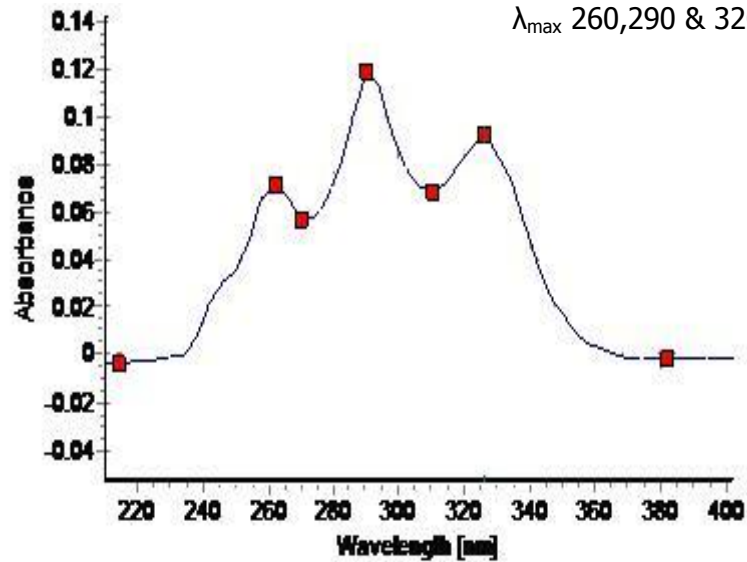
### 7. μ-ΚΟΥΜΑΡΙΚΟ ΟΞΥ

Μοριακός Τύπος : C<sub>9</sub>H<sub>7</sub>O<sub>3</sub>

Χημική δομή :



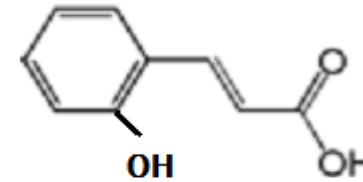
#### ΦΑΣΜΑ



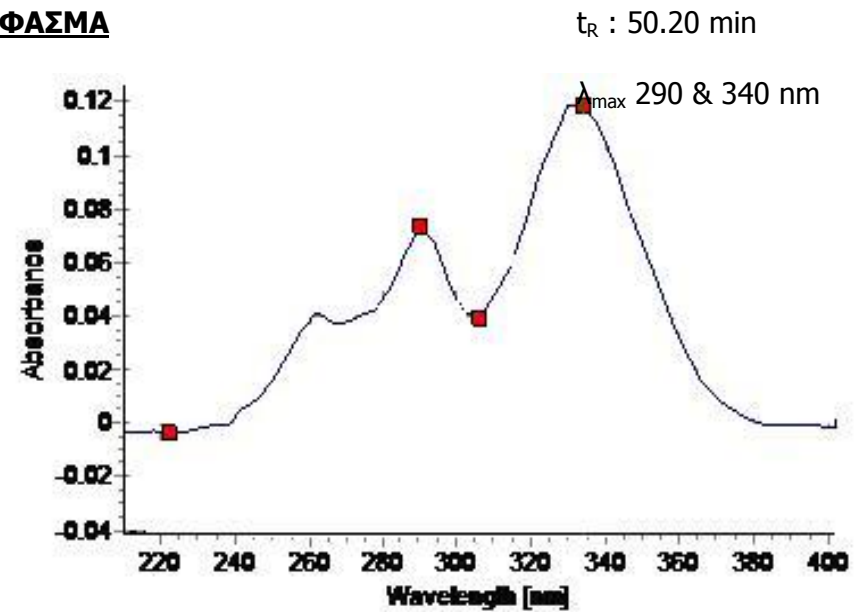
### 8. ο-ΚΟΥΜΑΡΙΚΟ ΟΞΥ

Μοριακός Τύπος : C<sub>9</sub>H<sub>7</sub>O<sub>3</sub>

Χημική δομή :



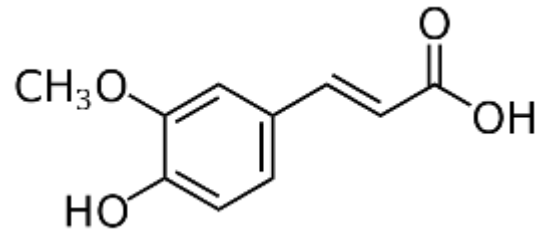
#### ΦΑΣΜΑ



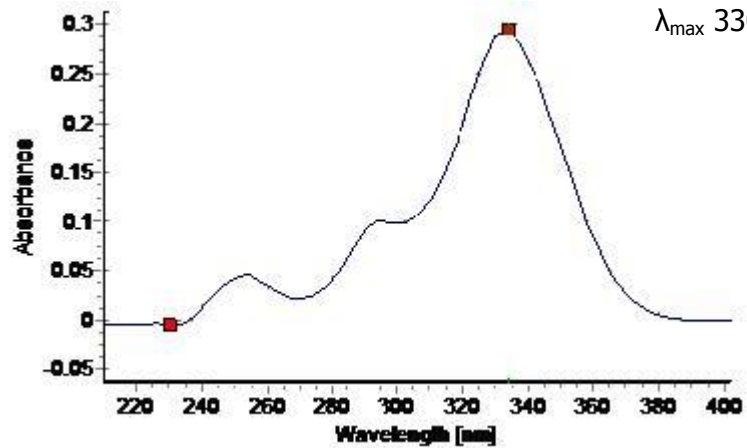
### 9. ΦΕΡΟΥΛΙΚΟ ΟΞΥ

Μοριακός Τύπος :  $C_{10}H_{10}O_4$

Χημική δομή :



#### ΦΑΣΜΑ



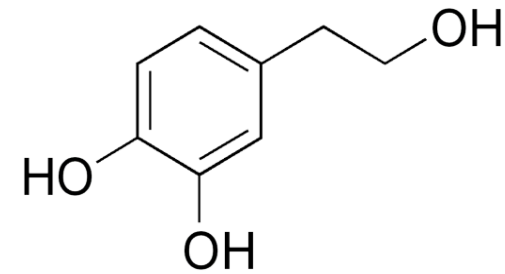
$t_R$  : 46.55 min

$\lambda_{max}$  330 nm

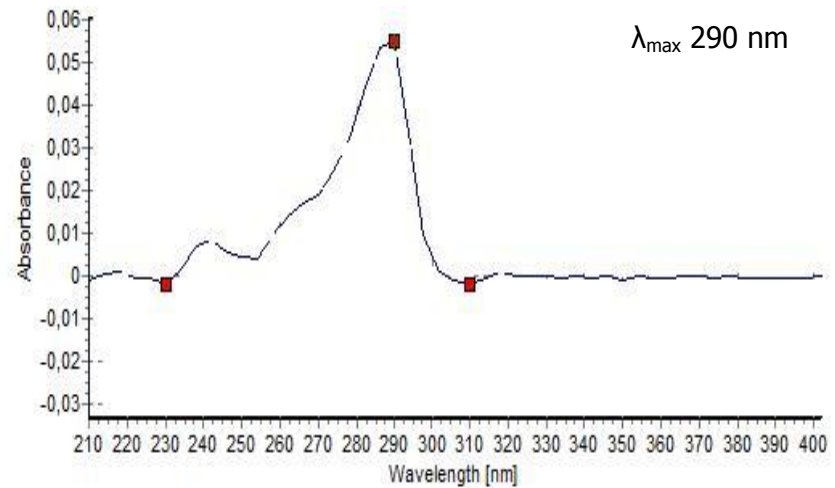
### 10. ΥΔΡΟΞΥΤΥΡΟΣΟΛΗ

Μοριακός Τύπος :  $C_8H_8O_3$

Χημική δομή :



#### ΦΑΣΜΑ



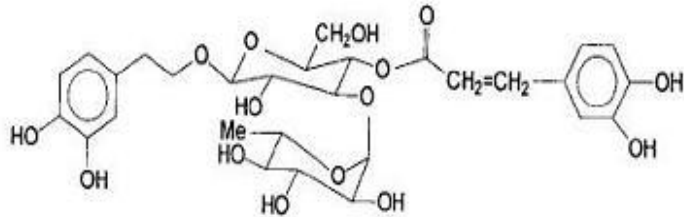
$t_R$  : 14.03 min

$\lambda_{max}$  290 nm

### 11. ΒΕΡΜΠΑΣΚΟΖΙΤΗΣ

Μοριακός Τύπος :  $C_{29}H_{36}O_{15}$

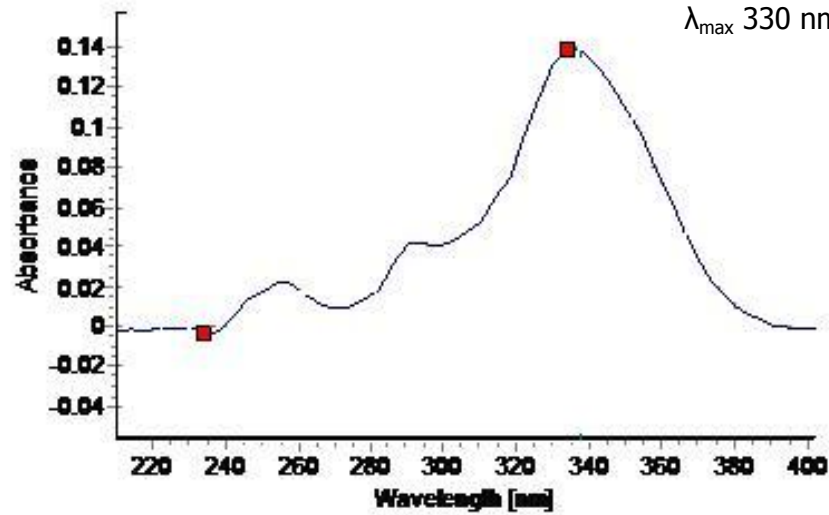
Χημική δομή



#### ΦΑΣΜΑ

$t_R$  : 50.61 min

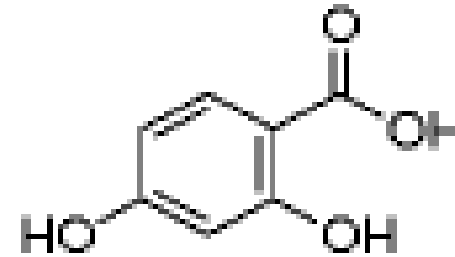
$\lambda_{max}$  330 nm



### 12. 2,4-ΔΙΥΔΡΟΕΥΒΕΝΖΟΪΚΟ ΟΞΥ

Μοριακός Τύπος :  $C_7H_6O_4$

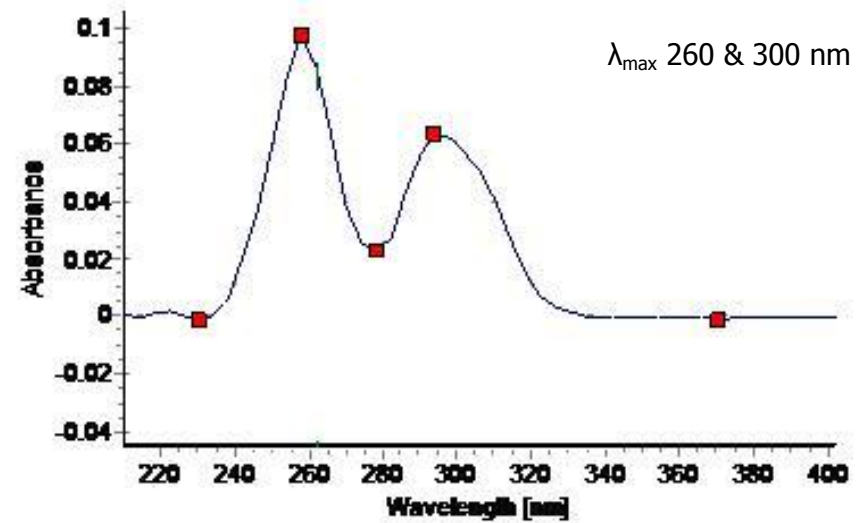
Χημική δομή



#### ΦΑΣΜΑ

$t_R$  : 25.84 min

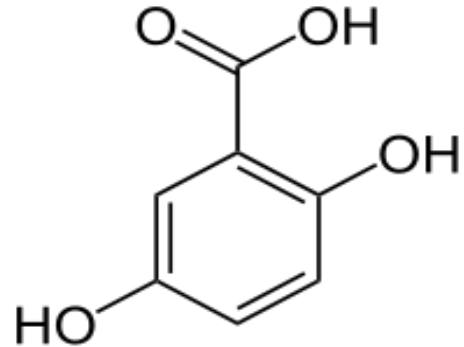
$\lambda_{max}$  260 & 300 nm



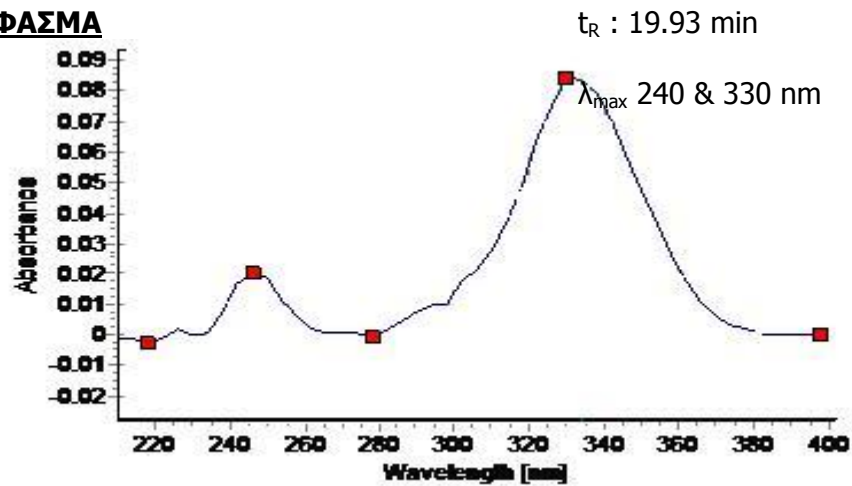
### 13. ΓΕΝΤΙΣΙΚΟ ΟΞΥ

Μοριακός Τύπος :  $C_6H_6O_4$

Χημική δομή



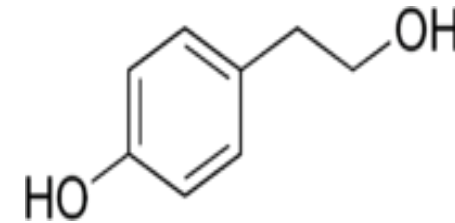
#### ΦΑΣΜΑ



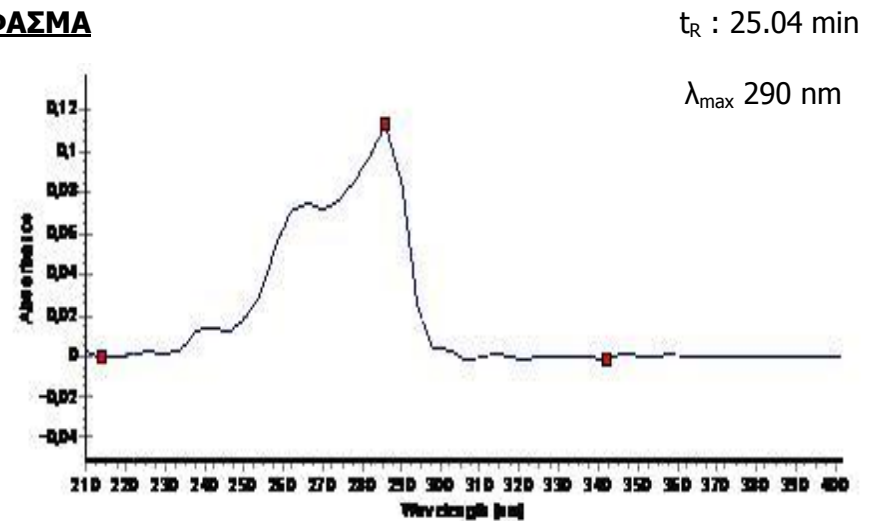
### 14. ΤΥΡΟΣΟΛΗ

Μοριακός Τύπος :  $C_8H_{10}O_2$

Χημική δομή



#### ΦΑΣΜΑ

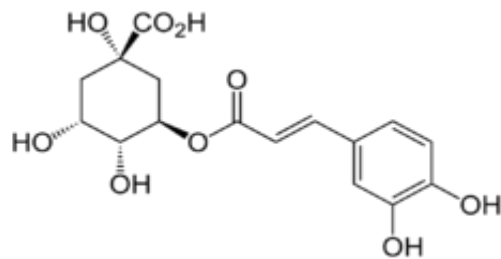




## 15. ΧΛΩΡΟΓΕΝΙΚΟ ΟΞΥ

Μοριακός Τύπος :  $C_{16}H_{18}O_9$

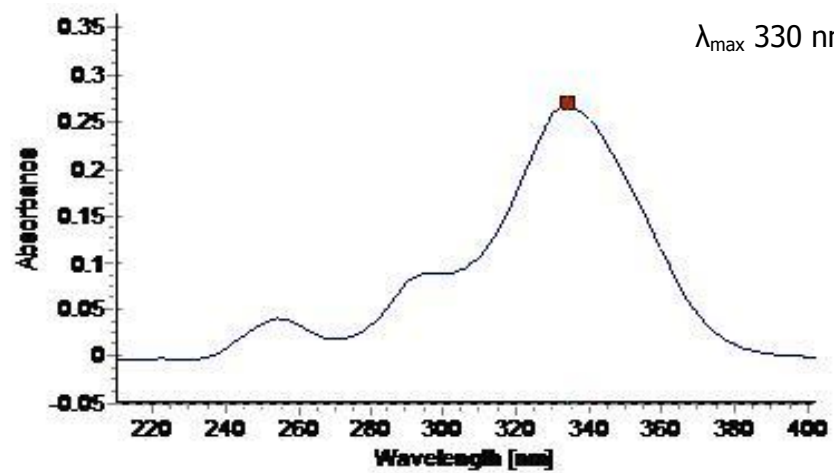
Χημική δομή



### ΦΑΣΜΑ

min

$t_R$  : 34.71

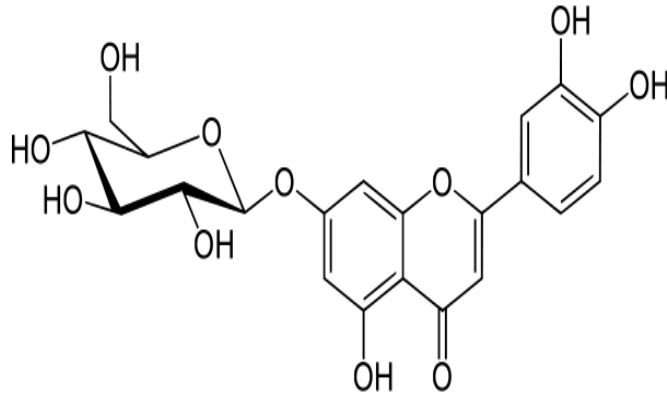


## Β. ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΗ

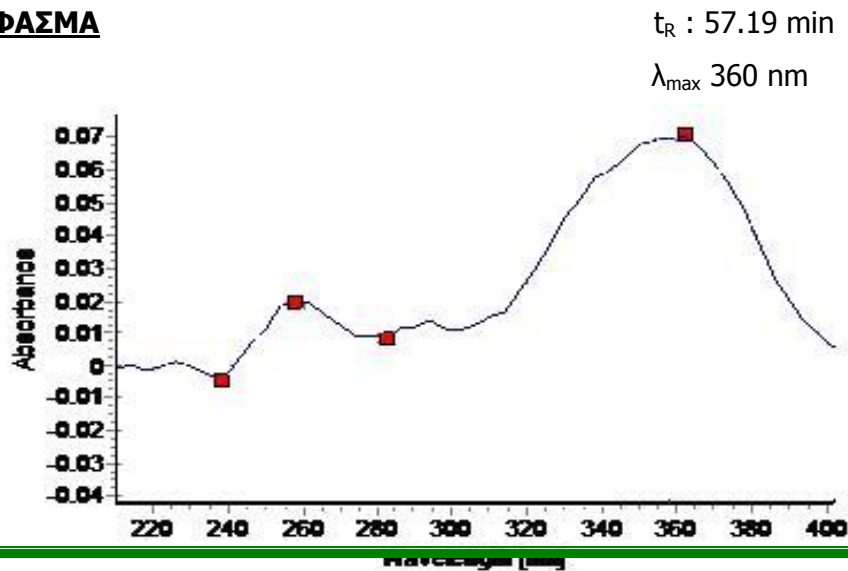
### 1. ΛΟΥΤΕΟΛΙΝΗ-7-ο-ΓΛΥΚΟΖΙΤΗΣ

Μοριακός Τύπος :  $C_{21}H_{20}O_{11}$

Χημική δομή



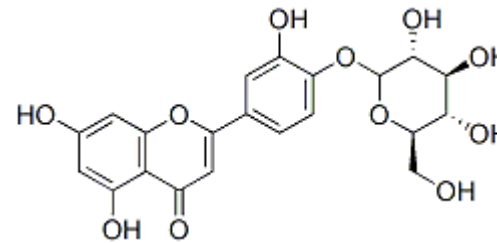
#### ΦΑΣΜΑ



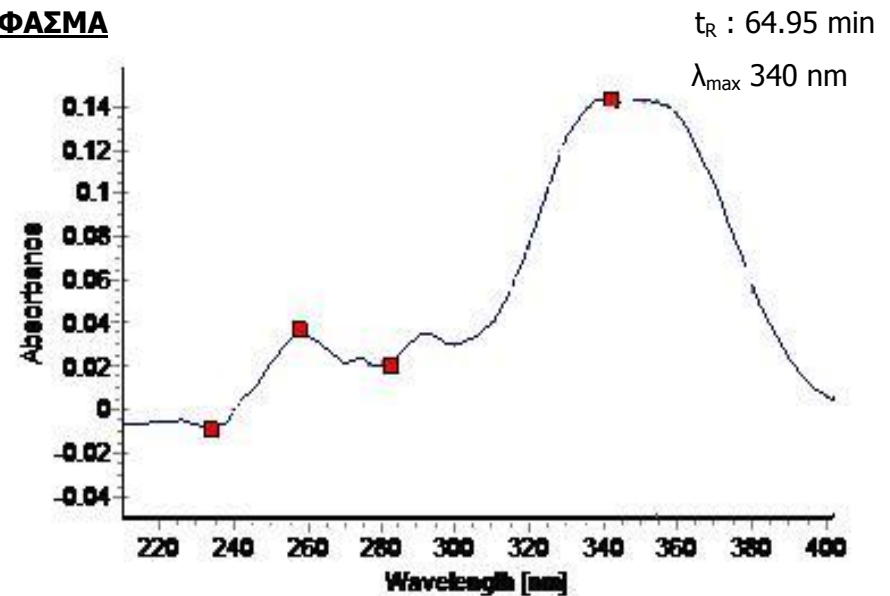
### 2. ΛΟΥΤΕΟΛΙΝΗ-4-ο-ΓΛΥΚΟΖΙΤΗΣ

Μοριακός Τύπος :  $C_{21}H_{20}O_{11}$

Χημική δομή



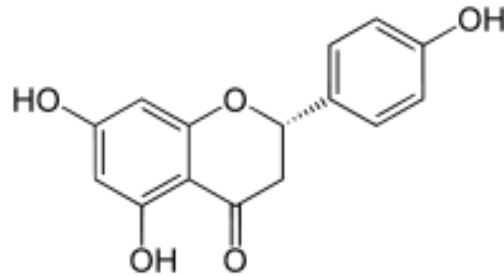
#### ΦΑΣΜΑ



### 3. ΝΑΡΙΓΚΕΝΙΝΗ

Μοριακός Τύπος :  $C_{15}H_{12}O_5$

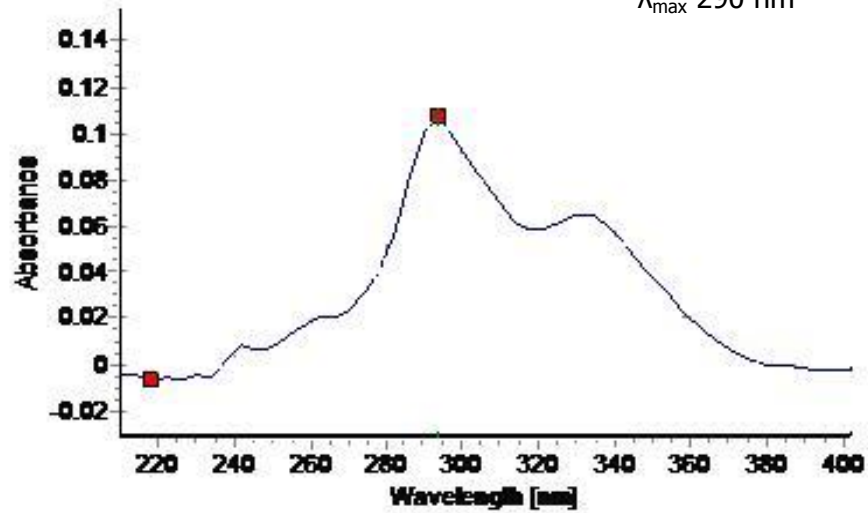
Χημική δομή



#### ΦΑΣΜΑ

$t_R$  : 65.01 min

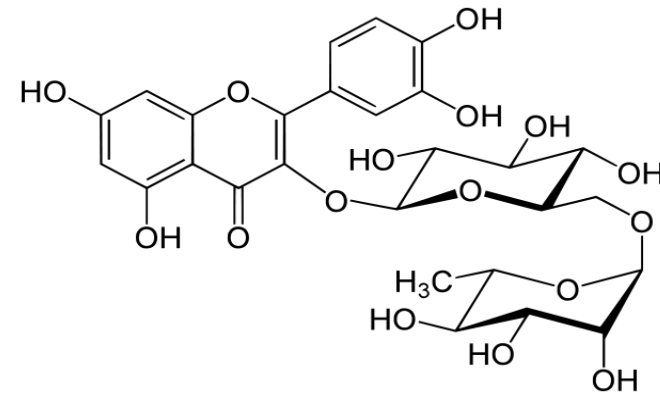
$\lambda_{max}$  290 nm



### 4. ΡΟΥΤΙΝΗ

Μοριακός Τύπος :  $C_{27}H_{30}O_{16}$

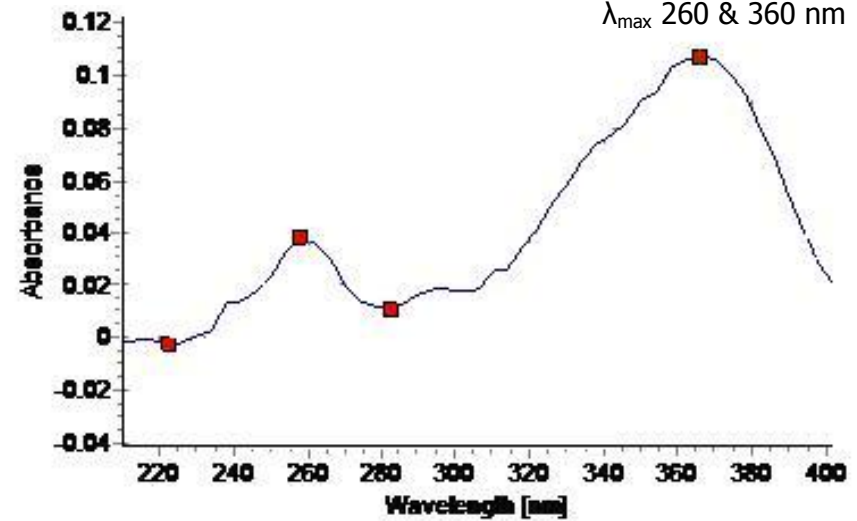
Χημική δομή



#### ΦΑΣΜΑ

$t_R$  : 59.79 min

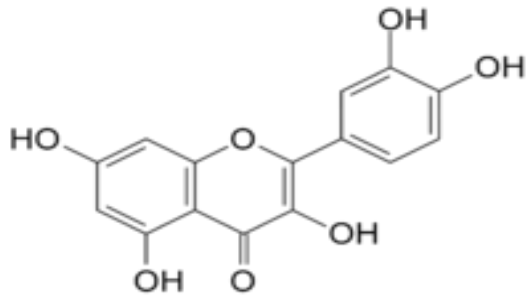
$\lambda_{max}$  260 & 360 nm



### 5. ΚΕΡΚΕΤΙΝΗ

Μοριακός Τύπος : C<sub>15</sub>H<sub>10</sub>O<sub>7</sub>

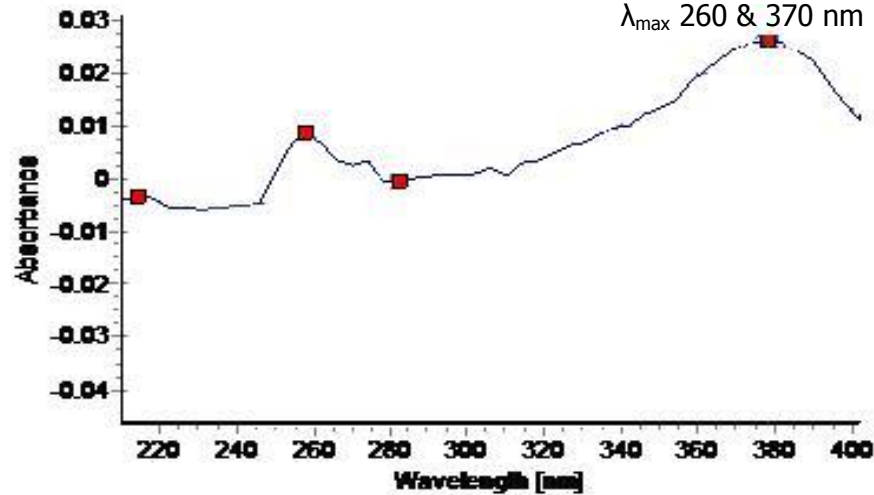
Χημική δομή



### ΦΑΣΜΑ

t<sub>R</sub> : 71.97 min

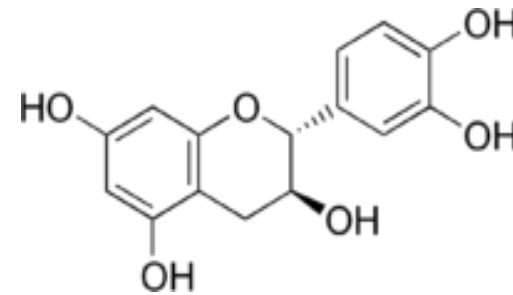
λ<sub>max</sub> 260 & 370 nm



### 6. (+)ΚΑΤΕΧΙΝΗ

Μοριακός Τύπος : C<sub>15</sub>H<sub>14</sub>O<sub>6</sub>

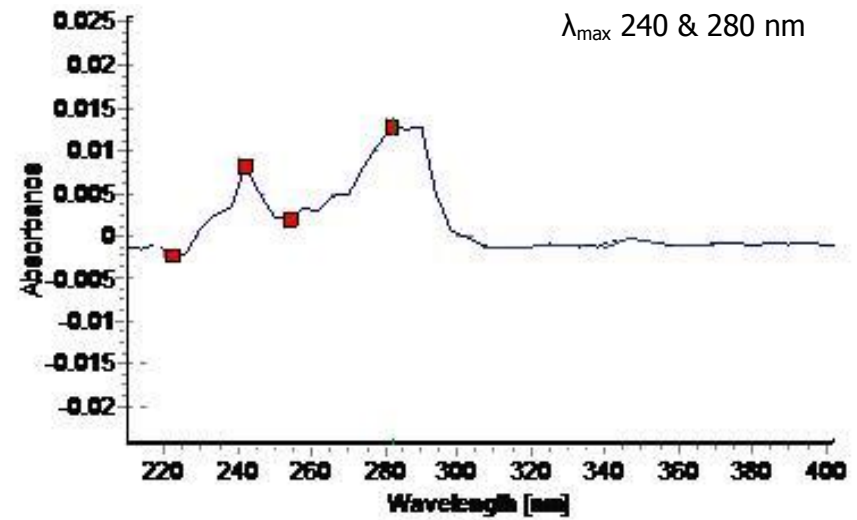
Χημική δομή



### ΦΑΣΜΑ

t<sub>R</sub> : 29.16 min

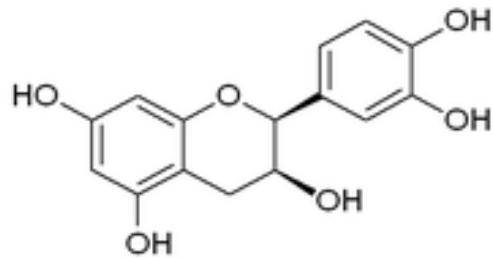
λ<sub>max</sub> 240 & 280 nm



## 7. (-)-ΕΠΙΚΑΤΕΧΙΝΗ

Μοριακός Τύπος :  $C_{15}H_{14}O_6$

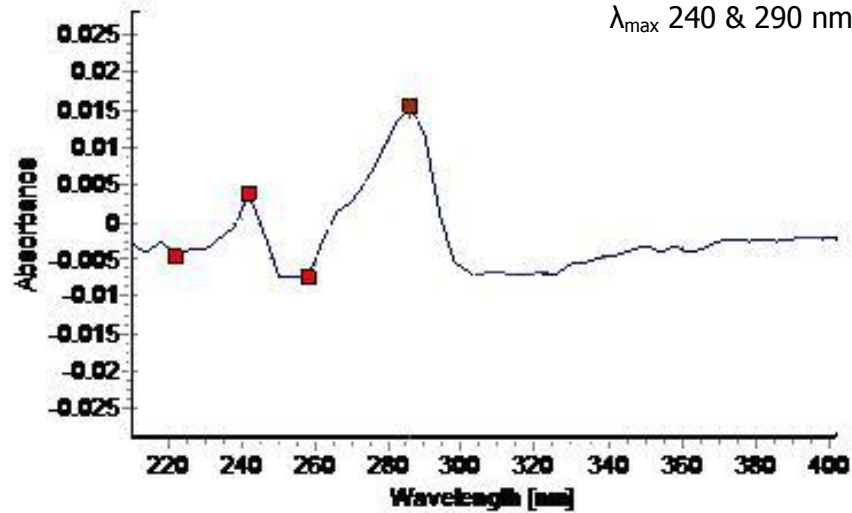
Χημική δομή



### ΦΑΣΜΑ

$t_R$  : 38.00 min

$\lambda_{max}$  240 & 290 nm

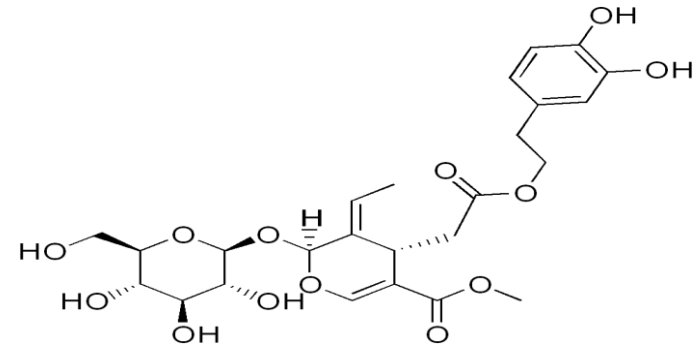


## Γ. ΣΕΚΟΪΡΙΔΟΕΙΔΗ

### 1. ΕΛΕΥΡΩΠΑΪΝΗ

Μοριακός Τύπος :  $C_{25}H_{32}O_{13}$

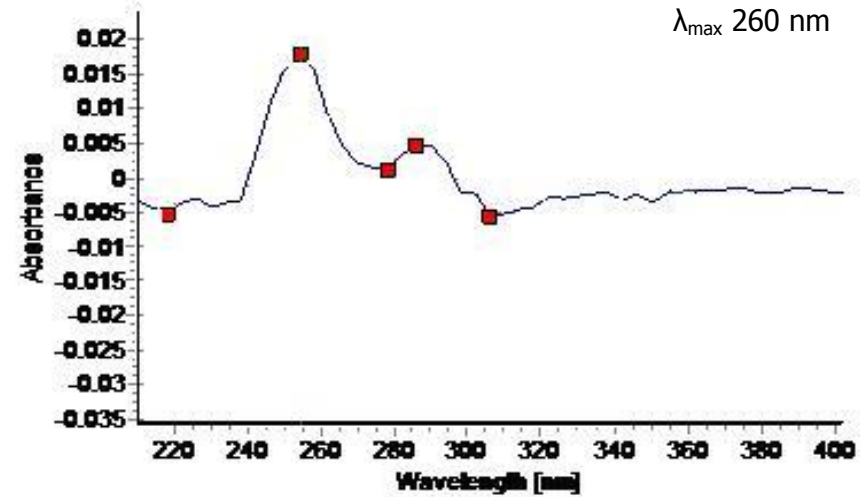
Χημική δομή



### ΦΑΣΜΑ

$t_R$  : 58.67 min

$\lambda_{max}$  260 nm



## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Altarejos A., Saldo S., Perez-Bonilla M., Linares-Palomino P.J., van Beek T.A., Nogueras M., Sanchez A.** 2005. Preliminary assay on the radical scavenging activity of olive wood extracts. *Fitoterapia* 76:348-351
2. **Aparicio R., Roda L., Albi M.A., Gutierrez F.** 1999. Effect of Various Compounds on Virgin Olive Oil Stability Measured by Rancimat. *J. Agric. Food Chem.* 47: 4150-4155
3. **Beltran G., Marva G.B., Jimenez A.R., Aguilera M.** 2007. Evaluation of virgin olive oil bitterness by total phenol content analysis. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 108: 193–197
4. **Benavente-Garcia O., Castillo J., Lorente J., Ortuna A., Del Ri J.A.** 2000. Antioxidant activity of phenolics extracted from *Olea europaea* L. Leaves. *Food Chemistry* 68: 457-462
5. **Blekas G., Vassilakis C., Harizanis C., Tsimidou M., Boskou D.G.** 2002. Biophenols in Table Olives *J. Agric. Food Chem.* 50: 3688-3692
6. **Boskou D.** 1996. Olive oil : Chemistry and Technology. *AOCS Press. Champaign, IL.*
7. **Boskou G., Salta F.N., Chrysostomou S., Mylona A., Chiou A., Andrikopoulos N.K.** 2006. Antioxidant capacity and phenolic profile of table olives from the Greek market. *Food Chemistry* 94: 558-564
8. **Botía J.M, Ortuno A., Benavente-García O., Baidez A.G, Frias J., Marcos D., Del Rio J.A.** 2001. Modulation of the Biosynthesis of some phenolic compounds in *Olea europaea* L. fruits : Their influence on olive oil quality. *J. Agric. Food Chem.* 49: 355-358
9. **Brand-Williams W., Cuvelier M.E., Berset C.** 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm Wiss Technol.* 28:25-30
10. **Buchanan B.B, Gruissem W., Jones R.L.** 2000. Biochemistry and Molecular Biology of Plants. *Rockville: American Society of Plant Physiologists*

11. **Butinar B., Bucar-Miklavcic M., Lipnik-Stangel M.** 2006. Antioxidants in virgin olive oils produced from two olive cultivars of Slovene Istria. *Annales Ser. hist. nat.* 16
12. **Deidda P., Nieddu G., Spano D., Bandino G., Orrù V. Solinas M., Serraiocco A.** 1994. Olive oil quality in relation to environmental conditions. *Acta Horticulturae* : 356
13. **Esti M., Cinquanta L., La Notte E.** 1998. Phenolic Compounds in Different Olive Varieties. *J. Agric. Food Chem.* 46: 32-35
14. **Figueiredo C.A., Barroso J.G., Pedro L.G., Scheffer J.C.** 2008. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. *Flavour Fragr. J.* 23: 213–226
15. **Fisher RF and Long SR.** 1992. Rhizobium – plant signal exchange. *Nature.* 387: 655–660
16. **Fooks R.** 1995. Το βιβλίο της ελιάς. Αθήνα. *Εκδόσεις Ψύχαλου*
17. **García A., Brenes M., Romero C., García P., Garrido A.** 2002. Study of phenolic compounds in virgin olive oils of the Picual variety. *Eur. Food Res. Technol.* 215:407–412
18. **Gershenzon J.** 1984. Changes in the levels of plant secondary metabolites under water and nutrient stress. *Recent Advances in Phytochemistry.* Plenum Press, New York.
19. **Giraldo M.L., Lopez J.L., Piombo G., Figueroa-Espinoza M.C., Benaissa M., Combe A., Rossignol A., Lecomte J.** 2009. Characterization of olive-leaf phenolics by ESI-MS and evaluation of their antioxidant capacities by CAT assay. *Journal of the American Oil Chemists Society.* 39
20. **Gomez-Alonso S., Salvador M.D., Fregapanè G.** 2002. Phenolic Compounds Profile of Cornicabra Virgin Olive Oil. *J. Agric. Food Chem.* 50: 6812-6817
21. **Gutierrez F., Jimenez B., Ruiz A., Albi M.A.** 1999. Effect of Olive Ripeness on the Oxidative Stability of Virgin Olive Oil Extracted from the Varieties Picual and Hojiblanca and on the Different Components Involved. *J. Agric. Food Chem.* 47: 121-127

22. **Harborne J.B.** 1993. Advances in chemical ecology. *Natural Product Reports* : 327–348
23. **Heim K.E., Tagliafero A.R., Bobilya D.J.** 2002. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 13: 572-584
24. **Inderjit.** 1996. Plant phenolics in allelopathy. *The Botanical Review* 62: 186–202
25. **Inderjit, Keating K.I.** 1999. Allelopathy: Principles, procedures, processes, and promises for biological control. *Advances in Agronomy* 67: 141–231
26. **Ionita P.** 2003. Is DPPH Stable Free Radical a Good Scavenger for Oxygen Active Species? *Chem. Pap.* 59 (1)11–16
27. **Jadhav S.J., Nimbalkar S.S., Kulkarni A.D., Madhavi D.L.** 1996. Lipid oxidation in biological and food systems. Food Antioxidants : Technological, Toxicological and Health Perspectives. *Marcel Dekker, New York*
28. **Kahkonen M.P., Hopia A.I, Vuorela H.J., Rauha J.P., Pihlaja K., Kujala T.S., Heinonen M.** 1999. Antioxidant Activity of Plant Extracts Containing Phenolic Compounds. *J. Agric. Food Chem.* 47: 3954-3962
29. **Kiritsakis K., Kontominas M.G., Kontogiorgis C., Hadjipavlou-Litina D., Moustakas A., Kiritsakis A.** 2010. Composition and antioxidant activity of olive leaf extracts from Greek olive cultivars. *Journal of the American Oil Chemists Society.* 39
30. **Kroon PA and Williamson G.** 1999. Hydroxycinnamates in plants and food: current and future perspectives. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 79: 355–361
31. **Madhavi D.L., Deshpande S.S., Salunkhe D.K.** 1996. Food Antioxidants. *Marcel Dekker, Inc. U.S.A*
32. **Mannino S., Buratti S., Cosio M.S., Pellegrini E.** 1999. Evaluation of the 'antioxidant power' of olive oils based on a FIA system with amperometric detection. *Analyst* 124: 1115–1118



33. **Molyneux P.** 2003. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Sci. Technol.*, 26(2) : 211-219
34. **Pichersky E., Gershenzon J.** 2002. The formation and function of plant volatiles: perfumes for pollinator attraction and defense. *Current Opinion in Plant Bioogy.* 5: 237–243
35. **Prior R.L., Wu X., Scaich K.,** 2005. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in food and dietary supplements. *J.Agric. Good Chem* 53(10):4290-4302
36. **Rajalakshmi D., Narasimhan S.** 1996. Food antioxidants: source and methods of evaluation. Food antioxidants – Technological, toxicological and health perspectives. *Marcel Dekker Inc. New York.*
37. **Rice-Evans C.A., Miller N.J., Paganga G.** 1996. Structure – antioxidant activity relationship of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology & Medicine.* 20(7): 933-956
38. **Rivero R.M., Ruiz J.M., Garcia P.C., Lopez-Lefebvre L.R., Sanchez E., Romero L.** 2000. Resistance to cold and heat stress: accumulation of phenolic compounds in tomato and watermelon plants. *Plant Science* 160: 315–321
39. **Romani A., Mulinacci N., Pinelli P., Vincieri F.F., Cimato A.** 1999 Polyphenolic Content in Five Tuscany Cultivars of *Olea europaea* L. *J. Agric. Food Chem.* 47: 964-967
40. **Romero C., García P., Brenes M., García A., Garrido A.** 2002. Phenolic compounds in natural black Spanish olive varieties. *Eur. Food Res. Technol.* 215:489–496
41. **Ryan D., Antolovich M., Hertl T., Prenzler P., Lavee S., Robards K.** 2002. Identification of Phenolic Compounds in Tissues of the Novel Olive Cultivar Hardy's Mammoth. *J. Agric. Food Chem.* 50: 6716-6724
42. **Ryan D., Antolovich M., Prenzler P., Robards K., Lavee S.,** 2002. Biotransformations of phenolic compounds in *Olea europaea* L. *Scientia Horticulturae* 92:147-176

43. **Ryan D., Lawrence H., Prenzler P.D., Antolovich M., Robards K.** 2001. Recovery of phenolic compounds from *Olea europaea*. *Analytica Chimica Acta* 445: 67–77
44. **Ryan D., Prenzler P.D., Lavee S., Antolovich M., Robards K.** 2003. Quantitative Changes in Phenolic Content during Physiological Development of the Olive (*Olea europaea*) Cultivar Hardy's Mammoth. *J. Agric. Food Chem.* 51: 2532-2538
45. **Ryan D., Robards K.** 1998. Phenolic compounds in olives. *Analyst*, Vol. 123 (31R–44R)
46. **Ryan D., Robards K., Lavee S.** 1999. Changes in the phenolic content of olive during maturation. *International Journal of Food Science and Technology* 34: 265-274
47. **Saffari Y., Sadrzadeh S.M.** 2004. Green tea metabolite EGCG protects membranes against oxidative damage in vitro. *Life Sciences* Volume 74, Issue 12, 193-196
48. **Scott IM, Dat JF, Lopez–Delgado H and Foyer CH.** 1999. Salicylic acid and hydrogen peroxide in abiotic stress signaling in plants. *Plant Physiology* 39: 13–17
49. **Seigler S.D** 1998. Plant Secondary Metabolism. *Kluwer Academic Publishers U.S.A*
50. **Servilli M., Baldioli M., Selvaggini R., Macchioni A., Montedoro G.** 1999. Phenolic compounds of olive fruit : one and two dimensional nuclear magnetic resonance characterization of nuzhenide and its distribution in the constitutive parts of fruit. *J. Agric. Food Chem* 47: 12-18
51. **Servili M., Montedoro G.** 2002. Contribution of phenolic compounds to virgin olive oil quality. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 104: 602–613
52. **Silva S., Gomes L., Leitao F., Coelho A.V., Vilas Boas L.** 2006. Phenolic compounds and antioxidant activity of *Olea europaea* L. fruits and leaves. *Food Sci. Tech Int.* 12(5):385-396

53. **Sofo A., Dichio B., Xiloyannis C., Masia A.** 2005. Antioxidant defences in olive trees during drought stress: changes in activity of some antioxidant enzymes. *Functional Plant Biology* 32: 45-53
54. **Soler-Rivas C., Espin J.C., Wichers H.J.** 2000. Oleuropein and related compounds. *J. Sci. Food Agric.* 80: 1013-1023
55. **Steyn WJ, Wand SJE, Holcroft DM and Jacobs G.** 2002. Anthocyanins in vegetative tissues: a proposed unified function in photoprotection. *New Phytologist* 155: 349–361
56. **Taiz L and Zeiger E.** 1998. Plant Physiology. *Sunderland: Sinauer Associates*
57. **Tripoli E., Giammanco M., Tabacchi G., Di Majo D., La Guardia G.M.** 2005. The phenolic compounds of olive oil: structure, biological activity and beneficial effects on human health. *Nutrition Research Reviews*, 18: 98
58. **Turpaev K.T.** 2002. Reactive oxygen species and regulation of gene expression. *Biochem.* 67(3):339-352
59. **Vermerris W., Nicholson R.** 2008. Phenolic compound biochemistry *Springer Science & Business U.S.A*
60. **Vinha A.F., Ferreres F., Silva B.M., Valentao P., Goncalves A., Pereira J.A., Oliveira M.B., Seabra R.M., Andrade P.B.** 2005. Phenolic profiles of Portuguese olive fruits (*Olea europaea* L.): Influences of cultivar and geographical origin. *Food Chemistry* 89: 561–568
61. **Vinha A.F., Silva B.M., Andrade P.B., Seabra R.M., Pereira J.A., Oliveira M.B.** 2002. Development and evaluation of an HPLC/DAD method for the analysis of phenolic compounds from olive fruits. *Liq. Chrom. & Rel. Technology* 25(1), 151–160
62. **Wallace G and Fry SC.** 1994. Phenolic components of the plant cell wall. *International Review of Cytology* 151: 229–267
63. **Wang S.Y., Lin H.S.** 2000. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *J. Agric. Food Chem* 48(2): 140-146

64. **Wang S.Y., Stretch A.W.** 2001. Antioxidant capacity in cranberry is influenced by cultivar and storage temperature. *J. Agric. Food Chem* 49(2): 969-974
65. **Whetten R and Sederoff R.** 1995. Lignin biosynthesis. *The Plant Cell* 7: 1001-1013
66. **Γαλάτης Β., Γανωτάκης Δ., Γκανή-Σπυροπούλου Κ., Καραμπουρνιώτης Γ., Κοτζαμπάσης Κ., Κωνσταντινίδου Ε.Ι., Μανέτας Ι., Ρουμπελάκη-Αγγελάκη Κ.Α.** 2003. Φυσιολογία Φυτών, από το μόριο στο περιβάλλον. *Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης*
67. **Καραμπουρνιώτης Γ.** 2002. Φυσιολογία καταπονήσεων των φυτών, Αθήνα. *Εκδόσεις Έμβρυο*
68. **Μπαλατσούρας Γ.** 1994. Το ελαιόδενδρο. Αθήνα. *Εκδόσεις Πελεκάνος*
69. **Ποντίκης Κ.** 2000. Ειδική Δενδροκομία-Ελαιοκομία. Αθήνα. *Εκδόσεις Σταμούλης*
70. **Στεφανάκη-Νικηφοράκη Μ.** 1999. Συστηματική Βοτανική. Αθήνα. *Εκδόσεις Σταμούλης*
71. <http://www.agrocert.gr/pages/content.asp?cntID=25&catID=15>
72. [www.ifoam.org](http://www.ifoam.org)
73. <http://www.internationaloliveoil.org/web/aa-ingles/corp/AreasActivitie/economics/AreasActivitie.html>
74. <http://www.minagric.gr/greek/3.6.html>
75. <http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE/PAGE-themes>

Στο εξώφυλλο

«Το δένδρο»

Μποκόρος Θ. Χρήστος

Από την έκθεση «Παραβολή μιας ιστορίας της ελιάς», 1993