

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ**

**Διδακτορική Διατριβή**

**Επιδράσεις Ρυθμιστών Αύξησης Προ- και Μετασυλλεκτικά σε Καρπούς Ελιάς  
(*Olea europaea* L.) Διαφόρων Σταδίων Ωριμότητας – Φυσιολογικές και Βιοχημικές  
Διεργασίες και Συσχέτισή τους με Ποιοτικά Χαρακτηριστικά**

**Καυκαλέτου Μίνα**

**ΑΘΗΝΑ 2014**



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ**

**Διδακτορική Διατριβή**

**Επιδράσεις Ρυθμιστών Αύξησης Προ- και Μετασυλλεκτικά σε Καρπούς Ελιάς  
(*Olea europae* L.) Διαφόρων Σταδίων Ωριμότητας – Φυσιολογικές και Βιοχημικές  
Διεργασίες και Συσχέτισή τους με Ποιοτικά Χαρακτηριστικά**

**Καυκαλέτου Μίνα**

**Επταμελής Εξεταστική Επιτροπή:**

Τσαντίλη Ελένη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Επιβλέπουσα

Πάσσαμ Χάρολντ-Κρίστοφερ, Καθηγητής, Μέλος (και Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής)

Χαρουτουιάν Σέρκος, Καθηγητής, Μέλος (και Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής)

Ρούσσοσ Πέτρος, Επίκουρος Καθηγητής, Μέλος

Φασσέας Κωνσταντίνος, Καθηγητής, Μέλος

Καραμπουρνιώτης Γεώργιος, Καθηγητής, Μέλος

Χατζόπουλος Πολυδεύκης, Καθηγητής, Μέλος

**ΑΘΗΝΑ 2014**





*Αντί Προλόγου,*

*Η παρούσα διδακτορική διατριβή εκπονήθηκε στο εργαστήριο Δενδροκομίας, του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, υπό την επίβλεψη της Αναπληρώτριας Καθηγήτριας Ελένης Τσαντίλη.*

*Καταρχάς θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στην Δρ. Τσαντίλη, υπό την καθοδήγηση της οποίας εκπονήθηκε η μεταπτυχιακή μου αλλά και η παρούσα διδακτορική διατριβή, για την πολύτιμη και καθοριστική συνδρομή της, τις συμβουλές αλλά και για την εμπιστοσύνη που επέδειξε στο πρόσωπό μου, αναθέτοντας μου ένα τόσο σύγχρονο και απαιτητικό θέμα.*

*Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής, τόσο για το ενδιαφέρον που επέδειξαν όσο και για τις χρήσιμες υποδείξεις τους, που συνέβαλλαν στην ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής. Ένα μεγάλο ευχαριστώ θα ήθελα να απευθύνω στα μέλη της επταμελούς εξεταστικής επιτροπής, για το χρόνο που αφιέρωσαν στη μελέτη της διατριβής μου.*

*Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλο το προσωπικό του εργαστηρίου Δενδροκομίας για την πολύχρονη συνεργασία μας και ιδιαίτερα τον Επίκουρο Καθηγητή Πέτρο Ρούσσο για τις συμβουλές του σε ποικίλα επιστημονικά πεδία και τον Λέκτορα Ιωάννη Παπαδάκη για τη βοήθειά του κατά τις μετρήσεις φωτοσύνθεσης.*

*Ευχαριστώ πολύ τον Καθηγητή Χάρολντ Πάσσαμι για την παροχή του οργάνου μέτρησης της συνεκτικότητας, καθώς και το προσωπικό του εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιιεργειών για τη φιλοξενία. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή Κωνσταντίνο Φασσέα για τη φιλοξενία του στο εργαστήριο Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας, την παροχή εργαστηριακού εξοπλισμού και την πολύτιμη καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια των μικροσκοπικών παρατηρήσεων. Επιπλέον, ευχαριστώ τον Καθηγητή Γεώργιο Καραμπουρνιώτη για τη φιλοξενία στο εργαστήριο Φυσιολογίας και Μορφολογίας Φυτών και για την παροχή του πολωτικού μικροσκοπίου.*

*Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Josef Streif για την ευγενική παραχώρηση του παρεμποδιστή σύνθεσης του αιθυλενίου, ReTain. Καθώς και τον κ. Andrea Cucchi και την εταιρεία AgroFresh για την ευγενική παραχώρηση του παρεμποδιστή δράσης του αιθυλενίου I-MCP.*

*Θα ήθελα να ευχαριστήσω την κ. Κωνσταντίνα Ασπρακά για την τεχνική της βοήθεια κατά τη χρήση του φασματογράφου μαζών HPLC-MS. Ευχαριστώ πολύ τον συνάδελφο γεωπόνο Δημήτρη Σαλλή για την παραχώρηση του κτήματος του στο Ξυλόκαστρο Κορινθίας για τη διενέργεια ενός πειραματικού μέρους της διατριβής, καθώς και το συνάδελφο γεωπόνο Ιωάννη Αάγγα για την προμήθεια πράσινων καρπών 'Κονσερβολιάς'.*

*Τέλος, δεν πρέπει να παραλείψω να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στον συνάδελφο και φίλο Δρ. Μιλτιάδη Χριστόπουλο για την πολύτιμη συμπαράσταση και βοήθειά του, κατά τη πολύχρονη συνεργασία μας. Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον φίλο και συνάδελφο Κωνσταντίνο Κωνσταντινίδη για τη βοήθειά του*

*κατά τη διάρκεια των πειραμάτων και για την συμπαράστασή του εντός και εκτός εργαστηρίου. Ευχαριστώ πολύ την συνάδελφο και φίλη υποψήφια διδάκτορα Νικολέτα – Κλειώ Δεναζά για τη βοήθειά της κατά τη διάρκεια των πειραμάτων και για την παρέα της στο εργαστήριο. Ευχαριστώ θερμά τους φίλους μου για την αγάπη τους και την υποστήριξή τους. Οι θερμότερες ευχαριστίες ανήκουν στην οικογένειά μου και στο σύντροφό μου Μανώλη Σκαρβελάκη χωρίς την αγάπη τους, την υπομονή και την υποστήριξή τους δεν θα ήταν δυνατή η ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής.*

Συντομογραφίες.....	1
Ευρετήριο Πινάκων.....	4
Ευρετήριο Γραφημάτων.....	11
Ευρετήριο Σχημάτων.....	20
Ευρετήριο Εικόνων.....	21
Γενική Περίληψη.....	22
Abstract.....	24
ΓΕΝΙΚΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	27
<i>I. Βοτανική ταξινόμηση και βοτανικά χαρακτηριστικά της ελιάς.....</i>	<i>29</i>
<i>II. Καλλιέργεια της ελιάς και οικονομική σημασία.....</i>	<i>30</i>
<i>III. Διατροφική αξία των προϊόντων της ελιάς.....</i>	<i>32</i>
<i>IV. Αγρονομικά χαρακτηριστικά των ποικιλιών που μελετήθηκαν.....</i>	<i>33</i>
<i>IV.A. Αγρονομικά χαρακτηριστικά της ποικιλίας Κορωνέικη.....</i>	<i>33</i>
<i>IV.B. Αγρονομικά χαρακτηριστικά της ποικιλίας Κονσερβολιά.....</i>	<i>34</i>
<i>V. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</i>	<i>36</i>
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	39
<i>Μελέτη των μεταβολών φυσιολογικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών κατά την ωρίμανση του ελαιόκαρπου</i>	
<i>Περίληψη.....</i>	<i>41</i>
<b>1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>43</b>
1.1.1. Γενική σύσταση ελαιόκαρπου.....	43
1.1.2. Βιοσύνθεση σακχάρων.....	43
1.1.3. Βιοσύνθεση λιπαρών οξέων και τριγλυκεριδίων.....	46
1.1.4. Βιοσύνθεση φαινολικών ουσιών.....	48
1.1.5. Ανάπτυξη και ωρίμανση του ελαιόκαρπου.....	51
1.1.6. Σύσταση και χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου.....	53

1.1.7. Επίδραση του σταδίου ωριμότητας των καρπών επί της σύστασης του ελαιόλαδου και επί των αντιοξειδωτικών.....	53
1.1.8. Σκοπός κεφαλαίου.....	55
<b>1.2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....</b>	<b>56</b>
1.2.1. Φυτικό υλικό.....	56
1.2.2. Πειραματικό σχέδιο και χαρακτηριστικά των καρπών που αξιολογήθηκαν.....	56
1.2.2.1. Καλλιεργητική περίοδος Α.....	56
1.2.2.2. Καλλιεργητική περίοδος Β.....	57
1.2.2.3. Καλλιεργητική περίοδος Γ.....	58
1.2.3. Εκτίμηση του δείκτη ωριμότητας (MI).....	58
1.2.4. Χαρακτηριστικά των καρπών.....	59
1.2.4.1. Χρώμα του φλοιού των καρπών.....	59
1.2.4.2. Αναπνοή των καρπών και έκλυση αιθυλενίου.....	60
1.2.3. Μέτρηση του ρυθμού πρόσληψης του CO <sub>2</sub> (UCO <sub>2</sub> ) (Φωτοσύνθεση) και της στοματικής αγωγιμότητας (g <sub>s</sub> ) των φύλλων.....	60
1.2.4. Εκτίμηση της συγκέντρωσης των διαλυτών σακχάρων στους καρπούς και στα φύλλα.....	61
1.2.4.1. Εκχύλιση διαλυτών σακχάρων.....	61
1.2.4.2. Μέτρηση διαλυτών σακχάρων.....	61
1.2.5. Ελαιοπεριεκτικότητα και υγρασία καρπών.....	62
1.2.6. Εξαγωγή του ελαιόλαδου με ψυχρή έκθλιψη.....	62
1.2.7. Εκτίμηση του προφίλ των λιπαρών οξέων.....	63
1.2.8. Εκτίμηση αντιοξειδωτικών ουσιών των καρπών.....	64
1.2.8.1. Εκχύλιση αντιοξειδωτικών ουσιών.....	64
1.2.8.2. Προσδιορισμός ολικών φαινολικών (TP).....	64
1.2.8.3. Προσδιορισμός ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC).....	65
1.2.8.4. Μέτρηση φαινολικών συστατικών με Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης (HPLC).....	66
1.2.8.5. Εκτίμηση της συγκέντρωσης της α-τοκοφερόλης (α-TOC).....	67
1.2.9. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων.....	68
<b>1.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>69</b>
1.3.1. Χαρακτηριστικά των καρπών, την καλλιεργητική περίοδο Α.....	69

1.3.1.1. Χρώμα καρπών.....	69
1.3.1.2. Αναπνοή καρπών και έκλυση αιθυλενίου.....	71
1.3.2. Περιεκτικότητα υγρασίας και ελαιοπεριεκτικότητα των καρπών, την καλλιεργητική περίοδο Α.....	72
1.3.3. Εκτίμηση αντιοξειδωτικών ουσιών των καρπών, την καλλιεργητική περίοδο Α.....	73
1.3.3.1. Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) των καρπών..	73
1.3.3.2. Συγκέντρωση μεμονωμένων φαινολικών συστατικών των καρπών.....	75
1.3.4. Σύσταση του ελαιόλαδου σε λιπαρά οξέα, την καλλιεργητική περίοδο Α.....	78
1.3.5. Σχέσεις μεταξύ των φυσιολογικών χαρακτηριστικών και των αντιοξειδωτικών ουσιών, την καλλιεργητική περίοδο Α.....	80
1.3.6. Εκτίμηση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας και της συγκέντρωσης των σακχάρων των φύλλων, την καλλιεργητική περίοδο Β.....	83
1.3.6.1. Ρυθμός πρόσληψης CO <sub>2</sub> (UCO <sub>2</sub> ) (Φωτοσύνθεση) και στοματική αγωγιμότητα (g <sub>s</sub> ) των φύλλων.....	83
1.3.6.2. Συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων των φύλλων.....	84
1.3.7. Χαρακτηριστικά των καρπών, την καλλιεργητική περίοδο Β.....	85
1.3.7.1. Χρώμα καρπών.....	85
1.3.7.2. Αναπνοή καρπών και έκλυση αιθυλενίου.....	87
1.3.8. Περιεκτικότητα υγρασίας και ελαιοπεριεκτικότητα των καρπών, την καλλιεργητική περίοδο Β.....	88
1.3.9. Εκτίμηση αντιοξειδωτικών ουσιών των καρπών, την καλλιεργητική περίοδο Β.....	88
1.3.9.1. Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) των καρπών..	88
1.3.9.2. Συγκέντρωση μεμονωμένων φαινολικών συστατικών των καρπών.....	90
1.3.9.3. Συγκέντρωση α-τοκοφερόλης (α-TOC).....	92
1.3.10. Συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων των καρπών, την καλλιεργητική περίοδο Β.....	93
1.3.11. Σύσταση του ελαιόλαδου σε λιπαρά οξέα, την καλλιεργητική περίοδο Β.....	95
1.3.12. Σχέσεις μεταξύ της ελαιοπεριεκτικότητας, των λιπαρών οξέων και της α-τοκοφερόλης των καρπών, της συγκέντρωσης των σακχάρων στα φύλλα και στους καρπούς, του ρυθμού πρόσληψης του CO <sub>2</sub> και της στοματικής αγωγιμότητας των φύλλων, την καλλιεργητική περίοδο Β.....	98
1.3.13. Επίδραση των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με μαννιτόλη (MAN) στις αντιοξειδωτικές ουσίες και στα λιπαρά οξέα του καρπού, την καλλιεργητική περίοδο Γ.....	101
1.3.13.1. Εκτίμηση ολικών φαινολικών (TP), ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC)	101

και μεμονωμένων φαινολικών ουσιών .....	
1.3.13.2. Ελαιοπεριεκτικότητα και σύσταση του ελαιολάδου σε λιπαρά οξέα.....	103
<b>1.4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>	<b>105</b>
1.4.1. Χαρακτηριστικά των καρπών.....	105
1.4.1.1. Χρώμα καρπών.....	105
1.4.1.2. Αναπνοή καρπών και έκλυση αιθυλενίου.....	106
1.4.2. Φωτοσύνθεση φύλλων και συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων φύλλων και καρπών.....	107
1.4.2.1. Φωτοσύνθεση, στοματική αγωγιμότητα και συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων των φύλλων.....	107
1.4.2.2. Συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων των καρπών.....	108
1.4.3. Ελαιοπεριεκτικότητα.....	110
1.4.4. Λιπαρά οξέα.....	111
1.4.5. Εκτίμηση αντιοξειδωτικών ουσιών.....	113
1.4.5.1. Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) καρπών.....	113
1.4.5.2. Συγκέντρωση μεμονωμένων φαινολικών ουσιών.....	114
1.4.5.3. Συγκέντρωση α-τοκοφερόλης (α-TOC).....	117
1.4.6. Συμπεράσματα.....	118
<b>1.5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>120</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.....</b>	<b>128</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ.....</b>	<b>129</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....</b>	<b>147</b>
<i>Επίδραση ρυθμιστών αύξησης, δακτυλίωσης και αποθήκευσης σε ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιόκαρπου</i>	
<i>Περίληψη.....</i>	<b>149</b>
<b>2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>151</b>
2.1.1. Επιδράσεις των ρυθμιστών αύξησης κατά την ωρίμανση του ελαιόκαρπου.....	151
2.1.1.1. Επιδράσεις του αιθυλενίου.....	151

2.1.1.2. Επιδράσεις του αμυλικού οξέος.....	153
2.1.1.3. Επιδράσεις των αυξινών.....	154
2.1.2. Δακτυλίωση ή χαραγή.....	154
2.1.3. Αποθήκευση ελαιόκαρπων.....	155
2.1.4. Ελευρωπαΐνη.....	156
2.1.4.1. Βιοσύνθεση της ελευρωπαΐνης.....	156
2.1.4.2. Διατροφική αξία της ελευρωπαΐνης.....	159
2.1.5. Σκοπός κεφαλαίου.....	160
<b>2.2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....</b>	<b>161</b>
2.2.1. Φυτικό υλικό και πειραματικές επεμβάσεις.....	161
2.2.1.1. Πείραμα Α.....	161
2.2.1.2. Πείραμα Β.....	163
2.2.2. Χαρακτηριστικά των καρπών.....	164
2.2.2.1. Χρώμα του φλοιού των καρπών.....	164
2.2.2.2. Αναπνοή των καρπών και έκλυση αιθυλενίου.....	164
2.2.2.3. Υγρασία και ελαιοπεριεκτικότητα καρπών.....	164
2.2.3. Εκτίμηση αντιοξειδωτικών ουσιών των καρπών.....	164
2.2.3.1. Εκχύλιση αντιοξειδωτικών ουσιών.....	164
2.2.3.2. Προσδιορισμός ολικών φαινολικών (TP).....	164
2.2.3.3. Προσδιορισμός ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC).....	165
2.2.3.4. Μέτρηση φαινολικών συστατικών με Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης (HPLC).....	165
2.2.4. Εξαγωγή του ελαιόλαδου και εκτίμηση του προφίλ των λιπαρών οξέων.....	166
2.2.5. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων.....	166
<b>2.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>167</b>
2.3.1. Ποσοστό καρπόπτωσης, στο Πείραμα Α.....	167
2.3.2. Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC), στο Πείραμα Α.....	167
2.3.2.1. Επιδράσεις των επεμβάσεων με ΑΒΑ.....	168
2.3.2.2. Επιδράσεις των επεμβάσεων με ΕΤΗ.....	174
2.3.2.3. Επιδράσεις των επεμβάσεων με ReTain.....	180
2.3.3. Μεμονωμένα φαινολικά συστατικά, στο Πείραμα Α.....	182

2.3.3.1. Επιδράσεις των επεμβάσεων με ABA.....	182
2.3.3.2. Επιδράσεις των επεμβάσεων με ETH.....	183
2.3.3.3. Επιδράσεις των επεμβάσεων με ReTain.....	185
2.3.4. Ελαιοπεριεκτικότητα και προφίλ λιπαρών οξέων, στο Πείραμα Α.....	186
2.3.4.1. Επιδράσεις των επεμβάσεων με ABA.....	187
2.3.4.2. Επιδράσεις των επεμβάσεων με ETH.....	190
2.3.4.3. Επιδράσεις των επεμβάσεων με ReTain.....	192
2.3.5. Ταυτοποίηση της ελευρωπαίνης με τη χρήση ανιχνευτών DAD και MS, στο Πείραμα Α...	195
2.3.6. Χαρακτηριστικά των καρπών, στο Πείραμα Β.....	197
2.3.6.1. Χρώμα καρπών.....	197
2.3.6.2. Αναπνοή καρπών και έκλυση αιθυλενίου.....	199
2.3.6.3. Περιεκτικότητα υγρασίας και ελαιοπεριεκτικότητα των καρπών.....	201
2.3.7. Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) των καρπών, στο Πείραμα Β.....	203
2.3.8. Προφίλ λιπαρών οξέων, στο Πείραμα Β.....	205
<b>2.4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>	<b>208</b>
2.4.1. Επιδράσεις των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με ρυθμιστές αύξησης σε ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών, Πείραμα Α.....	208
2.4.1.1. Επιδράσεις του ABA.....	208
2.4.1.2. Επιδράσεις του ETH.....	209
2.4.1.3. Επιδράσεις του ReTain.....	211
2.4.2. Επίδραση της αποθήκευσης σε ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών, Πείραμα Α.....	212
2.4.2.1. Επίδραση της αποθήκευσης στα TP, στην TAC και στα επιμέρους φαινολικά συστατικά.....	212
2.4.2.2. Επίδραση της αποθήκευσης στο προφίλ των λιπαρών οξέων.....	215
2.4.3. Επιδράσεις των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με NAA και ETH σε συνδυασμό με την εφαρμογή δακτυλίωσης, Πείραμα Β.....	215
2.4.3.1. Επιδράσεις στα χαρακτηριστικά των καρπών.....	215
2.4.3.2. Επιδράσεις στην ελαιοπεριεκτικότητα των καρπών.....	216
2.4.3.3. Επιδράσεις στις φαινολικές ουσίες, στην αντιοξειδωτική ικανότητα και στα λιπαρά οξέα των καρπών.....	217
2.4.4. Συμπεράσματα.....	218



<b>2.5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>221</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ.....</b>	<b>229</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....</b>	<b>233</b>
<i>Μετασυλλεκτικές επιδράσεις του αιθυλενίου σε πράσινους καρπούς ‘Κονσερβολιάς’</i>	
<i>Περίληψη.....</i>	<b>235</b>
<b>3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>237</b>
3.1.1. Γενικά για το κυτταρικό τοίχωμα.....	237
3.1.2. Συστατικά κυτταρικού τοιχώματος.....	238
3.1.2.1. Πολυσακχαρίτες του κυτταρικού τοιχώματος.....	239
3.1.3. Το κυτταρικό τοίχωμα του καρπού της ελιάς.....	243
3.1.4. Επίδραση του αιθυλενίου στο κυτταρικό τοίχωμα των καρπών.....	244
3.1.5. Υποδοχείς του αιθυλενίου και παρεμποδιστές της δράσης του.....	245
3.1.6. Αιθυλένιο και ελαιόκαρπος.....	248
3.1.7. Σκοπός κεφαλαίου.....	249
<b>3.2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....</b>	<b>251</b>
3.2.1. Φυτικό υλικό και διαλογή των καρπών.....	251
3.2.2. Πειραματικό σχέδιο και χαρακτηριστικά των καρπών που αξιολογήθηκαν.....	251
3.2.2.1. Πείραμα Α – Επίδραση αιθυλενίου διαφορετικών συγκεντρώσεων.....	253
3.2.2.2. Πείραμα Β – Σύγκριση αποτελεσματικότητας παρεμποδιστών σύνθεσης και δράσης του αιθυλενίου.....	253
3.2.2.3. Πείραμα Γ – Μελέτη της επίδρασης σε διεργασίες ωρίμανσης του καρπού με τη χρήση του 1-MCP.....	254
3.2.4. Χαρακτηριστικά των καρπών.....	254
3.2.4.1. Υγρασία καρπών.....	254
3.2.4.2. Χρώμα καρπών.....	255
3.2.4.3. Συνεκτικότητα καρπών.....	255
3.2.4.4. Αναπνοή των καρπών και έκλυση αιθυλενίου.....	255

3.2.5. Εκτίμηση συστατικών κυτταρικού τοιχώματος.....	256
3.2.5.1. Εκχύλιση συστατικών κυτταρικού τοιχώματος.....	256
3.2.5.2. Εκχύλιση και προσδιορισμός συνολικών πηκτινών (TPC) κυτταρικού τοιχώματος.....	257
3.2.5.3. Εκχύλιση και προσδιορισμός υδατοδιαλυτών πηκτινών (WSP) κυτταρικού τοιχώματος.....	257
3.2.5.4. Εκχύλιση κλασμάτων του κυτταρικού τοιχώματος και προσδιορισμός των πηκτινών του κάθε κλάσματος.....	258
3.2.5.5. Εκτίμηση του ποσοστού του βαθμού εστεροποίησης (DE) των πηκτινών του κυτταρικού τοιχώματος.....	260
3.2.5.6. Εκχύλιση και προσδιορισμός συνολικών σακχάρων (TS) του κυτταρικού τοιχώματος.....	261
3.2.5.7. Εκχύλιση και προσδιορισμός της κυτταρίνης (CL) του κυτταρικού τοιχώματος...	261
3.2.5.8. Εκχύλιση και προσδιορισμός της λγνίνης του κυτταρικού τοιχώματος.....	262
3.2.5.9. Προετοιμασία δειγμάτων για παρατήρηση στο οπτικό μικροσκόπιο.....	262
3.2.5.10. Χρώση φλορογλουσινόλης.....	263
3.2.5.11. Χρώση Κυτταρίνης – Ιωδίου – Θεικού Οξέος.....	263
3.2.5.12. Παρατήρηση τομών σε πεδίο πολωμένου φωτός.....	264
3.2.6. Εκτίμηση αντιοξειδωτικών ουσιών των καρπών.....	264
3.2.6.1. Εκχύλιση αντιοξειδωτικών ουσιών.....	264
3.2.6.2. Προσδιορισμός ολικών φαινολικών (TP).....	264
3.2.6.3. Προσδιορισμός ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC).....	264
3.2.6.4. Μέτρηση φαινολικών συστατικών με Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης (HPLC).....	265
3.2.7. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων.....	265
<b>3.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>266</b>
3.3.1. Χαρακτηριστικά των καρπών.....	266
3.3.1.1. Χρώμα καρπών, Πείραμα Α.....	266
3.3.1.2. Συνεκτικότητα καρπών, Πείραμα Α.....	268
3.3.1.3. Χρώμα καρπών, Πείραμα Β.....	269
3.3.1.4. Αναπνοή καρπών, Πείραμα Β.....	271
3.3.1.5. Συνεκτικότητα καρπών, Πείραμα Β.....	272

3.3.1.6. Περιεκτικότητα των καρπών σε υγρασία, Πείραμα Γ.....	273
3.3.1.7. Χρώμα καρπών, Πείραμα Γ.....	275
3.3.1.8. Αναπνοή και έκλυση αιθυλενίου καρπών, Πείραμα Γ.....	277
3.3.1.9. Συνεκτικότητα καρπών, Πείραμα Γ.....	278
3.3.2. Εκτίμηση συστατικών κυτταρικού τοιχώματος, Πείραμα Γ.....	279
3.3.2.1. Συγκέντρωση του αδιάλυτου στην αλκοόλη υπολείμματος (AIR).....	279
3.3.2.2. Συγκέντρωση συνολικών πηκτινών (TPC) του κυτταρικού τοιχώματος.....	280
3.3.2.3. Συγκέντρωση υδατοδιαλυτών πηκτινών (WSP) του κυτταρικού τοιχώματος.....	281
3.3.2.4. Ποσοστό βαθμού εστεροποίησης (DE) των πηκτινών του κυτταρικού τοιχώματος.....	282
3.3.2.5. Συγκέντρωση των επιμέρους πηκτικών κλασμάτων στο κυτταρικό τοίχωμα.....	283
3.3.2.6. Συγκέντρωση συνολικών σακχάρων (TS) και κυτταρίνης (CL) στο κυτταρικό τοίχωμα.....	285
3.3.2.7. Συγκέντρωση της λιγνίνης στο κυτταρικό τοίχωμα.....	287
3.3.3. Παρατήρηση στο οπτικό μικροσκόπιο, Πείραμα Γ.....	288
3.3.3.1. Χρώση φλορογλουσινόλης (Phl) στο AIR.....	288
3.3.3.2. Χρώση φλορογλουσινόλης (Phl) σε τομές καρπών.....	289
3.3.3.3. Χρώση Κυτταρίνης – Ιωδίου – Θεικού Οξέος σε τομές καρπών.....	293
3.3.3.4. Παρατήρηση τομών με τη χρήση πολωτικού φίλτρου.....	295
3.3.4. Εκτίμηση αντιοξειδωτικών ουσιών των καρπών, Πείραμα Γ.....	297
3.3.4.1. Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) των καρπών...	297
3.3.4.2. Συγκέντρωση μεμονωμένων φαινολικών συστατικών των καρπών.....	299
3.3.5. Σχέσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών.....	302
3.3.5.1. Πείραμα Α.....	302
3.3.5.2. Πείραμα Β.....	304
3.3.5.3. Σχέσεις μεταξύ των φυσιολογικών χαρακτηριστικών και των συστατικών του κυτταρικού τοιχώματος, στο Πείραμα Γ.....	306
<b>3.4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>	<b>308</b>
3.4.1. Χρώμα του φλοιού των καρπών.....	308
3.4.2. Περιεκτικότητα σε υγρασία.....	309
3.4.3. Αναπνοή των καρπών και έκλυση αιθυλενίου.....	310
3.4.4. Συνεκτικότητα των καρπών.....	311

3.4.5. Συστατικά του κυτταρικού τοιχώματος των καρπών.....	313
3.4.6. Αντιοξειδωτική ικανότητα και φαινολικές ουσίες.....	316
3.4.7. Επίδραση του αιθυλενίου στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιόκαρπου.....	317
3.4.8. Συμπεράσματα.....	318
<b>3.5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>320</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV.....</b>	<b>328</b>

## Συντομογραφίες

---

<b>1KOHSP</b>	KOH 1M-διαλυτές πηκτίνες, 1M KOH soluble pectins
<b>4KOHSP</b>	KOH 4M-διαλυτές πηκτίνες, 4M KOH soluble pectins
<b>1-MCP</b>	1-Μεθυλοκυκλοπροπενιο, 1-Methylcyclopropene
<b>ABA</b>	Αβισικό οξύ, abscisic acid
<b>ANOVA</b>	Ανάλυση της διασποράς, analysis of variance
<b>AIR</b>	Αδιάλυτο στην αλκοόλη υπόλειμμα, alcohol insoluble residue
<b>AR</b>	Αραχιδικό οξύ, arachidic acid
<b><math>\alpha</math>-TOC</b>	$\alpha$ -τοκοφερόλη, $\alpha$ -tocopherol
<b>AVG</b>	1-αμινοεθοξυβινυλγλυσίνη, 1-aminoethoxyvinylglycine
<b>C*</b>	Κορεσμός, saturation
<b>CDTASP</b>	CDTA-διαλυτές πηκτίνες, CDTA soluble pectins
<b>CL</b>	Κυτταρίνη, cellulose
<b>CoA</b>	Συνένζυμο A, coenzyme A
<b>DE</b>	Ποσοστό εστεροποίησης, degree of esterification
<b>DPPH</b>	2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging capacity
<b>DW</b>	Ξηρό βάρος, dry weight
<b>ETH</b>	Ethephon
<b>F</b>	Συνεκτικότητα, firmness
<b>FA</b>	Λιπαρά οξέα, fatty acids
<b>FAA</b>	Φορμαλδεΐδη – οξικό οξύ– αιθυλική αλκοόλη, formalin – acetic – alcohol
<b>FAME</b>	Μεθυλεστέρες λιπαρών οξέων, fatty acid methylester
<b>FRAP</b>	Ferric reducing antioxidant power
<b>FRU</b>	Φρουκτόζη, fructose
<b>FW</b>	Φρέσκο βάρος, fresh weight
<b>GAE</b>	Ισοδύναμα γαλλικού οξέος, gallic acids equivalents
<b>GLA</b>	Άνυδρο γαλακτουρονικό οξύ, galacturonic acid anhydrate
<b>GLU</b>	Γλυκόζη, glucose
<b>GO</b>	Γονδοϊκό οξύ, gondoic acid
<b><math>g_s</math></b>	Στοματική αγωγιμότητα, stomatal conductance
<b><math>h^\circ</math></b>	Γωνία hue, hue angle
<b>HT</b>	Υδροξυτυροσώλη, hydroxytyrosol
<b>HPLC</b>	Υγρή χρωματογραφία υψηλής πίεσης, high pressure liquid chromatography

<b>HSD</b>	Έντιμη σημαντική διαφορά, honest significant difference
<b>L*</b>	Φωτεινότητα, lightness
<b>LL</b>	Λινελαϊκό οξύ, linoleic acid
<b>LN</b>	Λινολενικό οξύ, linolenic acid
<b>LUT</b>	Λουτεολίνη, luteolin
<b>LUT-7</b>	Γλυκοζίτης-7 της λουτεολίνης, luteolin-7 glucoside
<b>MAN</b>	Μαννιτόλη, mannitol
<b>MeOH</b>	Μεθανόλη, methanol
<b>MI</b>	Δείκτης ωριμότητας, maturity index
<b>MUFA</b>	Μόνο-ακόρεστα λιπαρά οξέα, mono-saturated fatty acids
<b>NAA</b>	1-Ναυθαλινοξικό οξύ, 1-Naphthaleneacetic acid
<b>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>SP</b>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -διαλυτές πηκτίνες, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> soluble pectins
<b>NS</b>	Μη σημαντικό, non-significant
<b>OL</b>	Ελαϊκό οξύ, oleic acid
<b>OLE</b>	Ελευρωπαϊνή, oleuropein
<b>PA</b>	Παλμιτικό οξύ, palmitic acid
<b>PCA</b>	Ανάλυση κυρίων συνιστωσών, principal component analysis
<b>Phl</b>	Φλορογλουσινόλη, phloroglucinol
<b>PO</b>	Παλμιτελαϊκό οξύ, palmitoleic acid
<b>PUFA</b>	Πολύ-ακόρεστα λιπαρά οξέα, poly-unsaturated fatty acids
<b>QUER</b>	Κερσετίνη, quercetine
<b>RUT</b>	Ρουτίνη, rutin
<b>SFA</b>	Κορεσμένα λιπαρά οξέα, saturated fatty acids
<b>SN</b>	Νιτρικός άργυρος, silver nitrate
<b>ST</b>	Στεαρικό οξύ, stearic acid
<b>SUC</b>	Σακχαρόζη, sucrose
<b>TA</b>	Trolox acid
<b>TAC</b>	Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα, total antioxidant capacity
<b>TAE</b>	Ισοδύναμα trolox acid, trolox acid equivalents
<b>TP</b>	Ολικά φαινολικά, total phenolics
<b>TPC</b>	Συνολικές πηκτίνες, total pectins
<b>TS</b>	Συνολικά σάκχαρα, total sugars
<b>TYR</b>	Τυροσόλη, tyrosol

<b>UCO<sub>2</sub></b>	Ρυθμός πρόσληψης CO <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> uptake
<b>UFA</b>	Ακόρεστα λιπαρά οξέα, unsaturated fatty acids
<b>VAC</b>	Βαγενικό οξύ, vaccenic acid
<b>VER</b>	Βερμπασκοζίτης, verbascoside
<b>WPC</b>	Υδατοδιαλυτές πηκτίνες, water soluble pectins

<b>Πίνακας Π.1.</b> Κατάταξη των κύριων ελαιοπαραγωγών χωρών με βάση το ύψος της παραγωγής, καλλιεργούμενη έκταση και απόδοση παραγωγής, κατά το έτος 2012 (FAOSTAT, 2012).	31
<b>Πίνακας 1.1.</b> Χημική δομή των σακχάρων που απαντώνται στους ιστούς της ελιάς.	44
<b>Πίνακας 1.2.</b> Ταξινόμηση φαινολικών ενώσεων βάσει του αριθμού ατόμων άνθρακα στο σκελετό τους.	48
<b>Πίνακας 1.3.</b> Πιθανότητες της επίδρασης του σταδίου ωριμότητας ( $P$ ) επί των παραμέτρων $L^*$ , $h^o$ και $C^*$ του χρώματος (Γράφημα 1.1), επί της έκλυσης $CO_2$ και $C_2H_4$ (Γράφημα 1.2) και επί της εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε λάδι και υγρασία (Γράφημα 1.3) σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, την καλλιεργητική περίοδο Α.	71
<b>Πίνακας 1.4.</b> Πιθανότητες της επίδρασης του σταδίου ωριμότητας ( $P$ ) επί της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών (TP) και της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH (Γράφημα 1.4) και επί της συγκέντρωσης των μεμονωμένων φαινολικών ουσιών: ελευρωπαΐνη (OLE), βερμπασκοζίτη (VER), υδροξυτυροσόλη (HT), τυροσόλη (TYR) (Γράφημα 1.5), γλυκοζίτη-7 της λουτεολίνης (LUT-7), ρουτίνη (RUT), κερσετίνη (QUER) και λουτεολίνη (LUT) (Γράφημα 1.6), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, την καλλιεργητική περίοδο Α.	75
<b>Πίνακας 1.5.</b> Σύσταση του ελαιόλαδου στα λιπαρά οξέα: παλμιτικό οξύ (PA), παλμιτελαϊκό οξύ (PO), ελαϊκό οξύ (OL), βαγενικό οξύ (VA), λινολεϊκό οξύ (LL), α-λινολενικό οξύ (LN), αραχιδικό οξύ (AR) και γονδοϊκό οξύ (GO), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, 4 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Α.	78
<b>Πίνακας 1.6.</b> Πιθανότητες της επίδρασης του σταδίου ωριμότητας ( $P$ ) επί της συγκέντρωσης των κορεσμένων (SFA), ακόρεστων (UFA), μόνο-ακόρεστων (MUFA) και πολύ-ακόρεστων (PUFA) λιπαρών οξέων και επί των λόγων ακόρεστα/κορεσμένα (UFA/SFA) και $\omega$ -6/ $\omega$ -3 λιπαρά οξέα (Γράφημα 1.7), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, την καλλιεργητική περίοδο Α.	80
<b>Πίνακας 1.7.</b> Παράμετροι ανάλυσης κυρίων συνιστωσών (PCA) των φυσιολογικών χαρακτηριστικών και των αντιοξειδωτικών ουσιών (Γράφημα 1.19) καρπών ‘Κορωνέικης’, την καλλιεργητική περίοδο Α.	80
<b>Πίνακας 1.8.</b> Πιθανότητες της επίδρασης της ημερομηνίας της δειγματοληψίας ( $P$ ) επί του ρυθμού πρόσληψης του $CO_2$ ( $UCO_2$ ) και της στοματικής αγωγιμότητας ( $g_s$ ) (Γράφημα 1.9) και επί της συγκέντρωσης της σακχαρόζης (SUC), της γλυκόζης (GLU), της φρουκτόζης (FRU) και της μαννιτόλης (MAN) (Γράφημα 1.10) στα φύλλα ‘Κορωνέικης’, την καλλιεργητική περίοδο Β.	84
<b>Πίνακας 1.9.</b> Πιθανότητες της επίδρασης του σταδίου ωριμότητας ( $P$ ) επί των παραμέτρων $L^*$ , $h^o$ και $C^*$ του χρώματος του φλοιού (Γράφημα 1.11), επί της έκλυσης $CO_2$ και $C_2H_4$ (Γράφημα 1.12)	87



και επί της εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε λάδι και υγρασία (Γράφημα 1.13) σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, την καλλιεργητική περίοδο Β.

**Πίνακας 1.10.** Πιθανότητες της επίδρασης του σταδίου ωριμότητας (*P*) επί της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών (TP) και της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH (Γράφημα 1.14) και επί της συγκέντρωσης των μεμονωμένων φαινολικών ουσιών: ελευρωπαΐνη (OLE), βερμπασκοζίτη (VER), υδροξυτυροσόλη (HT), τυροσόλη (TYR) (Γράφημα 1.15), γλυκοζίτη-7 της λουτεολίνης (LUT-7), ρουτίνη (RUT), κερσετίνη (QUER) και λουτεολίνη (LUT) (Γράφημα 1.16) και της α-τοκοφερόλης (α-TOC) (Γράφημα 1.17), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, την καλλιεργητική περίοδο Β. 90

**Πίνακας 1.11.** Πιθανότητες της επίδρασης του σταδίου ωριμότητας (*P*) επί της συγκέντρωσης της σακχαρόζης (SUC), της γλυκόζης (GLU), της φρουκτόζης (FRU) και της μαννιτόλης (MAN) (Γράφημα 1.18) στο εδώδιμο μέρος καρπών ‘Κορωνέικης’, την καλλιεργητική περίοδο Β. 94

**Πίνακας 1.12.** Σύσταση του ελαιόλαδου στα λιπαρά οξέα: παλμιτικό οξύ (PA), παλμιτελαϊκό οξύ (PO), ελαϊκό οξύ (OL), βαχενικό οξύ (VA), λινολεϊκό οξύ (LL), α-λινολενικό οξύ (LN), αραχιδικό οξύ (AR) και γονδοϊκό οξύ (GO), καρπών ‘Κορωνέικης’, 3 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Β. 95

**Πίνακας 1.13.** Πιθανότητες της επίδρασης του σταδίου ωριμότητας (*P*) επί της συγκέντρωσης των κορεσμένων (SFA), ακόρεστων (UFA), μόνο-ακόρεστων (MUFA) και πολύ-ακόρεστων (PUFA) λιπαρών οξέων και επί των λόγων ακόρεστα/κορεσμένα (UFA/SFA) και  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 λιπαρά οξέα (Γράφημα 1.19), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, την καλλιεργητική περίοδο Β. 96

**Πίνακας 1.14.** Παράμετροι ανάλυσης κυρίων συνιστωσών (PCA) του ποσοστού του λαδιού, των λιπαρών οξέων και της α-τοκοφερόλης των καρπών, των σακχάρων των φύλλων και των καρπών, του ρυθμού αφομοίωσης του CO<sub>2</sub> και της στοματικής αγωγιμότητας των φύλλων (Γράφημα 1.20) ‘Κορωνέικης’, την καλλιεργητική περίοδο Β. 98

**Πίνακας 1.15.** Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, καρπών ‘Κορωνέικης’, υπό την επίδραση προσυλλεκτικών επεμβάσεων με μαννιτόλη (MAN). 101

**Πίνακας 1.16.** Συγκέντρωση των φαινολικών ουσιών: ελευρωπαΐνη (OLE), βερμπασκοζίτη (VER), υδροξυτυροσόλη (HT), τυροσόλη (TYR), γλυκοζίτη-7 της λουτεολίνης (LUT-7), ρουτίνη (RUT), κερσετίνη (QUER) και λουτεολίνη (LUT), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, υπό την επίδραση προσυλλεκτικών επεμβάσεων με μαννιτόλη (MAN). 102

**Πίνακας 1.17.** Σύσταση του ελαιολάδου στα λιπαρά οξέα: παλμιτικό οξύ (PA), παλμιτελαϊκό οξύ (PO), στεαρικό οξύ (ST), ελαϊκό οξύ (OL), βαχενικό οξύ (VA), λινολεϊκό οξύ (LL), α-λινολενικό 103

οξύ (LN), αραχιδικό οξύ (AR) και γονδοϊκό οξύ (GO), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, υπό την επίδραση προσυλλεκτικών επεμβάσεων με μαννιτόλη (MAN).

**Πίνακας 1.18.** Ελαιοπεριεκτικότητα, συγκέντρωση κορεσμένων (SFA), ακόρεστων (UFA), μόνο- 104  
ακόρεστων (MUFA) και πολύ-ακόρεστων (PUFA) λιπαρών οξέων και σχέσεις ακόρεστα/κορεσμένα  
(UFA/SFA) και  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 λιπαρά οξέα, σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, υπό την επίδραση  
προσυλλεκτικών επεμβάσεων με μαννιτόλη (MAN).

**Πίνακας 2.1.** Πιθανότητες των επιδράσεων των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με ABA (*Ptr*), της 170  
αποθήκευσης (*Pst*) και της αλληλεπίδρασής τους ( $Ptr \times st$ ) επί των ολικών φαινολικών (TP) και της  
ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH (Γράφημα  
2.1) σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, κατά την Α συγκομιδή.

**Πίνακας 2.2.** Πιθανότητες των επιδράσεων των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με ABA (*Ptr*) επί των 172  
ολικών φαινολικών (TP) και της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC), εκτιμώμενη με τις  
μεθόδους FRAP και DPPH (Γράφημα 2.2) σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, κατά την Β συγκομιδή.

**Πίνακας 2.3.** Πιθανότητες των επιδράσεων των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με ABA (*Ptr*) επί των 174  
ολικών φαινολικών (TP) και της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC), εκτιμώμενη με τις  
μεθόδους FRAP και DPPH (Γράφημα 2.3) σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, κατά την Γ συγκομιδή.

**Πίνακας 2.4.** Πιθανότητες των επιδράσεων των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με ETH (*Ptr*), της 176  
αποθήκευσης (*Pst*) και της αλληλεπίδρασής τους ( $Ptr \times st$ ) επί των ολικών φαινολικών (TP) και της  
ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH (Γράφημα  
2.4) σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, κατά την Α συγκομιδή.

**Πίνακας 2.5.** Πιθανότητες των επιδράσεων των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με ETH (*Ptr*) επί των 178  
ολικών φαινολικών (TP) και της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC), εκτιμώμενη με τις  
μεθόδους FRAP και DPPH (Γράφημα 2.5) σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, κατά την Β συγκομιδή.

**Πίνακας 2.6.** Πιθανότητες των επιδράσεων των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με ETH (*Ptr*) επί των 180  
ολικών φαινολικών (TP) και της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC), εκτιμώμενη με τις  
μεθόδους FRAP και DPPH (Γράφημα 2.6) σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, κατά την Γ συγκομιδή.

**Πίνακας 2.7.** Πιθανότητες των επιδράσεων των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με ReTain (*Ptr*), της 182  
αποθήκευσης (*Pst*) και της αλληλεπίδρασής τους ( $Ptr \times st$ ) επί των ολικών φαινολικών (TP) και της  
ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH (Γράφημα  
2.7) σε καρπούς ‘Κορωνέικης’.

**Πίνακας 2.8.** Συγκέντρωση των μεμονωμένων φαινολικών ουσιών: ελευρωπαΐνη (OLE), 183  
βερμπασκοζίτη (VER), υδροξυτυροσόλη (HT), τυροσόλη (TYR), γλυκοζίτη-7 της λουτεολίνης  
(LUT-7), ρουτίνη (RUT), κερσετίνη (QUER) και λουτεολίνη (LUT), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’,

μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με αφισικό οξύ (ABA) (ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008), κατά την αποθήκευσή τους για 1 και 7 ημέρες στους 20 °C.

**Πίνακας 2.9.** Συγκέντρωση των μεμονωμένων φαιολικών ουσιών: ελευρωπαΐνη (OLE), 184  
βερμπασκοζίτη (VER), υδροξυτυροσόλη (HT), τυροσόλη (TYR), γλυκοζίτη-7 της λουτεολίνης (LUT-7), ρουτίνη (RUT), κερσετίνη (QUER) και λουτεολίνη (LUT), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με Ethephon (ETH) (ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008), κατά την αποθήκευσή τους για 1 και 7 ημέρες στους 20 °C.

**Πίνακας 2.10.** Συγκέντρωση των μεμονωμένων φαιολικών ουσιών: ελευρωπαΐνη (OLE), 186  
βερμπασκοζίτη (VER), υδροξυτυροσόλη (HT) και τυροσόλη (TYR); και των φλαβονοειδών: γλυκοζίτη-7 της λουτεολίνης (LUT-7), ρουτίνη (RUT), κερσετίνη (QUER) και λουτεολίνη (LUT), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με ReTain (ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008), κατά την αποθήκευσή τους για 1 και 7 ημέρες στους 20 °C.

**Πίνακας 2.11.** Ελαιοπεριεκτικότητα καρπών ‘Κορωνέικης’ κατά τη συγκομιδή τους μετά από 3 187  
μεμονωμένες προσυλλεκτικές επεμβάσεις με αφισικό οξύ (ABA). Για την Α συγκομιδή, ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008; για τη Β, ημερομηνία ψεκασμού: 30/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 23/11/2008; και για τη Γ, ημερομηνία ψεκασμού: 10/11/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 2/12/2008.

**Πίνακας 2.12.** Συγκέντρωση των λιπαρών οξέων: παλμιτικό (PA), παλμιτελαϊκό (PO), στεαρικό 188  
(ST), ελαϊκό (OL), βαχενικό (VA), λινολεϊκό (LL), α-λινολενικό (LN), αραχιδικό (AR) και γονδοϊκό (GO), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με αφισικό οξύ (ABA) (Α συγκομιδή, ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008) και κατά την αποθήκευσή τους για 1 και 7 ημέρες στους 20 °C.

**Πίνακας 2.13.** Συγκέντρωση κορεσμένων (SFA), ακόρεστων (UFA), μόνο-ακόρεστων (MUFA) και 189  
πολύ-ακόρεστων (PUFA) λιπαρών οξέων και σχέσεις ακόρεστα/κορεσμένα (UFA/SFA) και  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 λιπαρά οξέα, στους καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με αφισικό οξύ (ABA) (Α συγκομιδή, ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008) και κατά την αποθήκευσή τους για 1 και 7 ημέρες στους 20 °C.

**Πίνακας 2.14.** Ελαιοπεριεκτικότητα καρπών ‘Κορωνέικης’ κατά τη συγκομιδή τους μετά από 3 190  
μεμονωμένες προσυλλεκτικές επεμβάσεις με Ethephon (ETH). Για την Α συγκομιδή, ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008; για τη Β, ημερομηνία ψεκασμού: 30/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 23/11/2008; και για τη Γ, ημερομηνία ψεκασμού:

10/11/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 2/12/2008.

**Πίνακας 2.15.** Συγκέντρωση των λιπαρών οξέων: παλμιτικό (PA), παλμιτελαϊκό (PO), στεαρικό (ST), ελαϊκό (OL), βαχενικό (VA), λινολεϊκό (LL), α-λινολενικό (LN), αραχιδικό (AR) και γονδοϊκό (GO), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με Ethephon (ETH) (Α συγκομιδή, ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008) και κατά την αποθήκευσή τους για 1 και 7 ημέρες στους 20 °C. 191

**Πίνακας 2.16.** Συγκέντρωση κορεσμένων (SFA), ακόρεστων (UFA), μόνο-ακόρεστων (MUFA) και πολύ-ακόρεστων (PUFA) λιπαρών οξέων και σχέσεις ακόρεστα/κορεσμένα (UFA/SFA) και  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 λιπαρά οξέα, σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με Ethephon (ETH) (Α συγκομιδή, ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008) και κατά την αποθήκευσή τους για 1 και 7 ημέρες στους 20 °C. 192

**Πίνακας 2.17.** Συγκέντρωση των λιπαρών οξέων: παλμιτικό (PA), παλμιτελαϊκό (PO), στεαρικό (ST), ελαϊκό (OL), βαχενικό (VA), λινολεϊκό (LL), α-λινολενικό (LN), αραχιδικό (AR) και γονδοϊκό (GO), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με ReTain (ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008) και κατά την αποθήκευσή τους για 1 και 7 ημέρες στους 20 °C. 193

**Πίνακας 2.18.** Ελαιοπεριεκτικότητα, συγκέντρωση κορεσμένων (SFA), ακόρεστων (UFA), μόνο-ακόρεστων (MUFA) και πολύ-ακόρεστων (PUFA) λιπαρών οξέων και σχέσεις ακόρεστα/κορεσμένα (UFA/SFA) και  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 λιπαρά οξέα, σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με ReTain (Α συγκομιδή, ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008) και κατά την αποθήκευσή τους για 1 και 7 ημέρες στους 20 °C. 194

**Πίνακας 2.19.** Πιθανότητες των επιδράσεων των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με Ethephon (ETH) και ναυθαλινοξικό οξύ (NAA) (*P<sub>tr</sub>*), της δακτυλίωσης (*P<sub>g</sub>*) και της αλληλεπίδρασής τους (*P<sub>tr</sub> × g*) επί των παραμέτρων  $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$  του χρώματος (Γράφημα 2.8), επί της έκλυσης CO<sub>2</sub> και C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (Γράφημα 2.9) και επί της εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε λάδι και υγρασία (Γράφημα 2.10), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’. 199

**Πίνακας 2.20.** Πιθανότητες των επιδράσεων των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με Ethephon (ETH) και ναυθαλινοξικό οξύ (NAA) (*P<sub>tr</sub>*), της δακτυλίωσης (*P<sub>g</sub>*) και της αλληλεπίδρασής τους (*P<sub>tr</sub> × g*) επί των ολικών φαινολικών (TP) και της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH (Γράφημα 2.11), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’. 205

**Πίνακας 2.21.** Συγκέντρωση των λιπαρών οξέων: παλμιτικό οξύ (PA), παλμιτελαϊκό οξύ (PO), στεαρικό οξύ (ST), ελαϊκό οξύ (OL), βαχενικό οξύ (VA), λινολεϊκό οξύ (LL), α-λινολενικό οξύ (LN), αραχιδικό οξύ (AR) και γονδοϊκό οξύ (GO), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από 206

προσυλλεκτικές επεμβάσεις με Etherphon (ETH) και ναυθαλινοξικό οξύ (NAA), υπό την επίδραση ή όχι δακτυλίωσης.

**Πίνακας 2.22.** Συγκέντρωση των κορεσμένων (SFA), ακόρεστων (UFA), μόνο-ακόρεστων (MUFA) και πολύ-ακόρεστων (PUFA) λιπαρών οξέων και οι σχέσεις ακόρεστα/κορεσμένα (UFA/SFA) και  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 λιπαρά οξέα, σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με Etherphon (ETH) και ναυθαλινοξικό οξύ (NAA), υπό την επίδραση ή όχι δακτυλίωσης. 207

**Πίνακας 3.1.** Πιθανότητες των επιδράσεων της συγκέντρωσης του αιθυλενίου ( $P_{tr}$ ), της διάρκειας των χειρισμών ( $P_{st}$ ) και της αλληλεπίδρασής τους ( $P_{tr} \times st$ ) επί των παραμέτρων  $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$  του χρώματος (Γράφημα 3.1) και της συνεκτικότητας (F) (Γράφημα 3.2), σε καρπούς ‘Κονσερβολιάς’. 268

**Πίνακας 3.2.** Πιθανότητες των επιδράσεων της διάρκειας του χειρισμού για τις τιμές του μάρτυρα ( $P_{cst}$ ) και επιδράσεις των επεμβάσεων ( $P_{tr}$ ), της διάρκειας του χειρισμού ( $P_{st}$ ) και της αλληλεπίδρασής τους ( $P_{tr} \times st$ ) επί των παραμέτρων  $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$  του χρώματος (Γράφημα 3.3), της έκλυσης CO<sub>2</sub> (Γράφημα 3.4) και της συνεκτικότητας (F) (Γράφημα 3.5), σε καρπούς ‘Κονσερβολιάς’. 271

**Πίνακας 3.3.** Πιθανότητες της επίδρασης της διάρκειας του χειρισμού για τις τιμές του μάρτυρα ( $P_{cst}$ ) και των επιδράσεων των επεμβάσεων ( $P_{tr}$ ), της διάρκειας του χειρισμού ( $P_{st}$ ) και της αλληλεπίδρασής τους ( $P_{tr} \times st$ ) επί της εκατοστιαίας υγρασίας (Γράφημα 3.6), των παραμέτρων  $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$  του χρώματος (Γράφημα 3.7), της έκλυσης CO<sub>2</sub> (Γράφημα 3.8) και της συνεκτικότητας (F) (Γράφημα 3.9), σε καρπούς ‘Κονσερβολιάς’. 274

**Πίνακας 3.4.** Πιθανότητες της επίδρασης της διάρκειας του χειρισμού για τις τιμές του μάρτυρα ( $P_{cst}$ ) και των επιδράσεων των επεμβάσεων ( $P_{tr}$ ), της διάρκειας του χειρισμού ( $P_{st}$ ) και της αλληλεπίδρασής τους ( $P_{tr} \times st$ ) επί της συγκέντρωσης του αδιάλυτου στην αλκοόλη υπολείμματος (AIR) (Γράφημα 3.10), των συνολικών πηκτινών (TPC) (Γράφημα 3.11), των υδατοδιαλυτών (WSP) (Γράφημα 3.12) και του βαθμού εστεροποίησης DE (Γράφημα 3.13), σε καρπούς ‘Κονσερβολιάς’. 280

**Πίνακας 3.5.** Πιθανότητες της επίδρασης της διάρκειας του χειρισμού για τις τιμές του μάρτυρα ( $P_{cst}$ ) και των επιδράσεων των επεμβάσεων ( $P_{tr}$ ), της διάρκειας του χειρισμού ( $P_{st}$ ) και της αλληλεπίδρασής τους ( $P_{tr} \times st$ ) επί της συγκέντρωσης των πηκτινικών κλασμάτων: CDTA-διαλυτών πηκτινών (CDTASP), Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-διαλυτών πηκτινών (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>SP), 1M KOH-διαλυτών πηκτινών (1KOHSP) και 4M KOH-διαλυτών πηκτινών (4KOHSP) (Γράφημα 3.14), σε καρπούς ‘Κονσερβολιάς’. 285

**Πίνακας 3.6.** Πιθανότητες της επίδρασης της διάρκειας του χειρισμού για τις τιμές του μάρτυρα 287

(*Pcst*) και των επιδράσεων των επεμβάσεων (*Ptr*), της διάρκειας του χειρισμού (*Pst*) και της αλληλεπίδρασής τους ( $Ptr \times st$ ) επί της συγκέντρωσης των συνολικών σακχάρων (TS) και της κυτταρίνης (CL) του κυτταρικού τοιχώματος (Γράφημα 3.15), σε καρπούς ‘Κονσερβολιάς’.

**Πίνακας 3.7.** Πιθανότητες της επίδρασης της διάρκειας του χειρισμού για τις τιμές του μάρτυρα (*Pcst*) και των επιδράσεων των επεμβάσεων (*Ptr*), της διάρκειας του χειρισμού (*Pst*) και της αλληλεπίδρασής τους ( $Ptr \times st$ ) επί της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών (TP) (Γράφημα 3.16 A), της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC), μετρούμενη με τις μεθόδους DPPH και FRAP (Γράφημα 3.1 B και Γ), και της συγκέντρωσης των μεμονωμένων φαινολικών συστατικών: ελευρωπαΐνη (OLE), υδροξυτυροσώλη (HT), τυροσώλη (TYR), γλυκοζίτη-7 της λουτεολίνης (LUT-7), ρουτίνη (RUT) και λουτεολίνη (LUT) (Γράφημα 3.17), σε καρπούς ‘Κονσερβολιάς’.

**Πίνακας 3.8.** Παράμετροι ανάλυσης κυρίων συνιστωσών (PCA) των παραμέτρων του χρώματος και της συνεκτικότητας (Γράφημα 3.18) σε καρπούς ‘Κονσερβολιάς’ στο Πείραμα Α.

**Πίνακας 3.9.** Παράμετροι ανάλυσης κυρίων συνιστωσών (PCA) των παραμέτρων του χρώματος, της συνεκτικότητας και της αναπνοής (Γράφημα 3.19) σε καρπούς ‘Κονσερβολιάς’ στο Πείραμα Β.

**Πίνακας 3.10.** Παράμετροι ανάλυσης κυρίων συνιστωσών (PCA) των φυσιολογικών χαρακτηριστικών και διεργασιών και των συστατικών του κυτταρικού τοιχώματος (Γράφημα 3.20) σε καρπούς της ποικιλίας Κονσερβολιά στο Πείραμα Γ.

- Γράφημα 1.1.** Παράμετροι  $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$  του χρώματος του φλοιού των καρπών ‘Κορωνέικης’, 4 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Α. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA. 70
- Γράφημα 1.2.** Έκλυση  $CO_2$  και  $C_2H_4$  καρπών ‘Κορωνέικης’, 4 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Α. Η κάθετη μπάρα για την έκλυση  $CO_2$  αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA και για την έκλυση  $C_2H_4$  στην τιμή SE από την σύγκριση των τιμών των δύο δειγμάτων. 72
- Γράφημα 1.3.** Εκατοστιαία περιεκτικότητα σε υγρασία και λάδι στο εδώδιμο μέρος καρπών ‘Κορωνέικης’, 4 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Α. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA. 73
- Γράφημα 1.4.** Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, στο εδώδιμο μέρος των καρπών ‘Κορωνέικης’, 4 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Α. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA. 74
- Γράφημα 1.5.** Συγκέντρωση των φαινολικών ουσιών: ελευρωπαΐνη (OLE), βερμπασκοζίτη (VER), υδροξυτυροσόλη (HT) και τυροσόλη (TYR) στο εδώδιμο μέρος καρπών ‘Κορωνέικης’, 4 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Α. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA. 76
- Γράφημα 1.6.** Συγκέντρωση των φαινολικών ουσιών: γλυκοζίτη-7 της λουτεολίνης (LUT-7), ρουτίνη (RUT), κερσετίνη (QUER) και λουτεολίνη (LUT) στο εδώδιμο μέρος καρπών ‘Κορωνέικης’, 4 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Α. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA. 77
- Γράφημα 1.7.** Περιεκτικότητα σε κορεσμένα (SFA), ακόρεστα (UFA), μονό-ακόρεστα (MUFA) και πολύ-ακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA) και οι λόγοι ακόρεστων/κορεσμένων (UFA/SFA) και  $\omega 6/\omega 3$  σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, 4 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Α. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA. 79
- Γράφημα 1.8.** Ανάλυση κυρίων συνιστωσών (PCA) των φυσιολογικών χαρακτηριστικών ( $L^*$ ,  $h^o$ ,  $C^*$  και  $CO_2$ ) και των αντιοξειδωτικών ουσιών (TP, DPPH, FRAP, OLE, HT, TYR, VER, LUT-7, RUT, QUER και LUT) καρπών ‘Κορωνέικης’, 4 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας την καλλιεργητική περίοδο Α. Στο μέρος (Α) του γραφήματος οι άξονες αντιστοιχούν στις τιμές των κυρίων συνιστωσών (score plot); Τα σχήματα υποδεικνύουν τη θέση του κάθε δείγματος στο score plot; Οι 82

τιμές μέσα στις παρενθέσεις αντιστοιχούν στο ποσοστό της συνολικής διακύμανσης που εξηγείται από κάθε συνιστώσα.; Στο μέρος (B) οι άξονες αντιστοιχούν στους συντελεστές των κυρίων συνιστωσών (loading plot); Οι μεγάλοι σταυροί υποδεικνύουν τη θέση της κάθε μεταβλητής στο loading plot.

**Γράφημα 1.9.** Ρυθμός πρόσληψης CO<sub>2</sub> και στοματική αγωγιμότητα των φύλλων ‘Κορωνέικης’, 3 δειγματοληψιών, την καλλιεργητική περίοδο Β (Δειγματοληψία 1, 5/11/2010; Δειγματοληψία 2, 19/11/2010; Δειγματοληψία 3, 22/12/2010). Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA. 83

**Γράφημα 1.10.** Συγκέντρωση των διαλυτών σακχάρων: σακχαρόζη (SUC), γλυκόζη (GLU), φρουκτόζη (FRU) και μαννιτόλη (MAN) στα φύλλα ‘Κορωνέικης’, 3 δειγματοληψιών, την καλλιεργητική περίοδο Β. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA. 85

**Γράφημα 1.11.** Παράμετροι  $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$  του χρώματος του φλοιού των καρπών ‘Κορωνέικης’, 3 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Β. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA. 86

**Γράφημα 1.12.** Έκλυση CO<sub>2</sub> και C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> καρπών ‘Κορωνέικης’, 3 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Β. Η κάθετη μπάρα για την έκλυση CO<sub>2</sub> αντιστοιχεί στην τιμή HSD, ενώ για την έκλυση C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> αντιστοιχεί στην τιμή SE, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA. 87

**Γράφημα 1.13.** Εκατοστιαία περιεκτικότητα σε υγρασία και λάδι στο εδώδιμο μέρος καρπών ‘Κορωνέικης’, 3 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Β. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA. 88

**Γράφημα 1.14.** Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, καρπών ‘Κορωνέικης’, 3 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Β. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA. 89

**Γράφημα 1.15.** Συγκέντρωση των φαινολικών ουσιών: ελευρωπαΐνη (OLE), βερμπασκοζίτη (VER), υδροξυτυροσόλη (HT) και τυροσόλη (TYR) στο εδώδιμο μέρος των καρπών ‘Κορωνέικης’, 3 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Β. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA. 91

**Γράφημα 1.16.** Συγκέντρωση των φαινολικών ουσιών: γλυκοζίτη-7 της λουτεολίνης (LUT-7), ρουτίνη (RUT), κερσετίνη (QUER) και λουτεολίνη (LUT) στο εδώδιμο μέρος καρπών ‘Κορωνέικης’, 3 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Β. Η κάθετη μπάρα 92



αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA.

**Γράφημα 1.17.** Συγκέντρωση της  $\alpha$ -τοκοφερόλης στο λάδι από καρπούς ‘Κορωνέικης’, 3 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Β. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA. 93

**Γράφημα 1.18.** Συγκέντρωση των διαλυτών σακχάρων: σακχαρόζη (SUC), γλυκόζη (GLU), φρουκτόζη (FRU) και μαννιτόλη (MAN) στο εδάδιμο μέρος καρπών ‘Κορωνέικης’, 3 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Β. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από μόνο-παραγοντική ANOVA. 94

**Γράφημα 1.19.** Εκατοστιαία περιεκτικότητα σε κορεσμένα (SFA), ακόρεστα (UFA), μονό-ακόρεστα (MUFA) και πολύ-ακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA) και οι λόγοι ακόρεστων/κορεσμένων (UFA/SFA) και  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 καρπών ‘Κορωνέικης’, 3 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Β. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA. 97

**Γράφημα 1.20.** Ανάλυση κυρίων συνιστωσών (PCA) του ποσοστού του λαδιού, των λιπαρών ξέων (PA, PO, ST, OL, VA, LL, LN, AR και GO) και της  $\alpha$ -τοκοφερόλης ( $\alpha$ -TOC) των καρπών, της συγκέντρωσης των σακχάρων (SUC, GLU, FRU και MAN) στους καρπούς και στα φύλλα, καθώς και του ρυθμού αφομοίωσης του CO<sub>2</sub> (UCO<sub>2</sub>) και της στοματικής αγωγιμότητας των φύλλων (g<sub>s</sub>) στην ‘Κορωνέικη’, καρπών 3 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας και φύλλων 3 δειγματοληψιών, την καλλιεργητική περίοδο Β. Στο μέρος (Α) του γραφήματος οι άξονες αντιστοιχούν στις τιμές των κυρίων συνιστωσών (score plot); Τα σχήματα υποδεικνύουν τη θέση του κάθε δείγματος στο score plot; Οι τιμές μέσα στις παρενθέσεις αντιστοιχούν στο ποσοστό της συνολικής διακύμανσης που εξηγείται από κάθε συνιστώσα.; Στο μέρος (Β) οι άξονες αντιστοιχούν στους συντελεστές των κυρίων συνιστωσών (loading plot); Οι μεγάλοι σταυροί υποδεικνύουν τη θέση της κάθε μεταβλητής στο loading plot, οι μεταβλητές των σακχάρων που ακολουθούνται από \* αντιστοιχούν στα σάκχαρα των φύλλων. 100

**Γράφημα 2.1.** Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με ανιλικό οξύ (ABA) (ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008) (Α συγκομιδή), κατά την αποθήκευσή τους για 1 και 7 ημέρες στους 20 °C. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση × χρόνος αποθήκευσης), περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων. 169

**Γράφημα 2.2.** Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με 171

απιστικό οξύ (ABA) (ημερομηνία ψεκασμού: 30/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 23/11/2008) (B συγκομιδή). Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από μόνο-παραγοντική ANOVA, περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

**Γράφημα 2.3.** Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με απιστικό οξύ (ABA) (ημερομηνία ψεκασμού: 10/11/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 2/12/2008) (Γ συγκομιδή). Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από μόνο-παραγοντική ANOVA, περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων. 173

**Γράφημα 2.4.** Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με Etherphon (ETH) (ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008) (Α συγκομιδή), κατά την αποθήκευσή τους για 1 και 7 ημέρες στους 20 °C. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση  $\times$  χρόνος αποθήκευσης), περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων. 175

**Γράφημα 2.5.** Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με Etherphon (ETH) (ημερομηνία ψεκασμού: 30/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 23/11/2008) (B συγκομιδή). Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από μόνο-παραγοντική ANOVA, περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων. 177

**Γράφημα 2.6.** Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με Etherphon (ETH) (ημερομηνία ψεκασμού: 10/11/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 2/12/2008) (Γ συγκομιδή). Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από μόνο-παραγοντική ANOVA, περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων. 179

**Γράφημα 2.7.** Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με ReTain (ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008), κατά την αποθήκευσή τους για 1 και 7 ημέρες στους 20 °C. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση  $\times$  χρόνος αποθήκευσης), περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων. 181

**Γράφημα 2.8.** Παράμετροι  $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$  του χρώματος του φλοιού καρπών ‘Κορωνέικης’ μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με Etherphon (ETH) και ναυθαλινοξικό οξύ (NAA), υπό την επίδραση ή όχι δακτυλίωσης. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , 198

από δι-παραγοντική ANOVA (επεμβάσεις × δακτυλίωση), περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

**Γράφημα 2.9.** Αναπνοή και έκλυση αιθυλενίου καρπών ‘Κορωνέικης’ μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με Etherphon (ETH) και ναυθαλινοξικό οξύ (NAA), υπό την επίδραση ή όχι δακτυλίωσης. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από δι-παραγοντική ANOVA (επεμβάσεις × δακτυλίωση), περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων. 200

**Γράφημα 2.10.** Εκατοστιαία περιεκτικότητα υγρασίας και λαδιού καρπών ‘Κορωνέικης’ μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με Etherphon (ETH) και ναυθαλινοξικό οξύ (NAA), υπό την επίδραση ή όχι δακτυλίωσης. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από δι-παραγοντική ANOVA (επεμβάσεις × δακτυλίωση), περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων. 202

**Γράφημα 2.11.** Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC), εκτιμούμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, καρπών ‘Κορωνέικης’ μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με Etherphon (ETH) και ναυθαλινοξικό οξύ (NAA), υπό την επίδραση ή όχι δακτυλίωσης. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από δι-παραγοντική ANOVA (επεμβάσεις × δακτυλίωση), περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων. 204

**Γράφημα 3.1.** Παράμετροι  $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$  του χρώματος του φλοιού καρπών ‘Κονσερβολιάς’ μετά από συνεχή χειρισμό με αιθυλένιο, στους 20 °C για 1 και 9 ημέρες. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση × ημέρες χειρισμού). 267

**Γράφημα 3.2.** Συνεκτικότητα καρπών ‘Κονσερβολιάς’ μετά από συνεχή χειρισμό με αιθυλένιο, στους 20 °C για 1 και 9 ημέρες. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση × ημέρες χειρισμού). 269

**Γράφημα 3.3.** Παράμετροι  $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$  του χρώματος καρπών ‘Κονσερβολιάς’ μετά από συνεχή χειρισμό με αιθυλένιο στους 20 °C, έως 10 ημέρες, καθώς και υπό την μετασυλλεκτική επίδραση του AVG, του SN και του 1-MCP. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση × ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων. 270

**Γράφημα 3.4.** Αναπνοή καρπών ‘Κονσερβολιάς’ μετά από συνεχή χειρισμό με αιθυλένιο στους 20 °C, έως 10 ημέρες, καθώς και υπό την μετασυλλεκτική επίδραση του AVG, του SN και του 1-MCP. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), 272

από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση × ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

**Γράφημα 3.5.** Συνεκτικότητα καρπών ‘Κονσερβολιάς’ μετά από συνεχή χειρισμό με αιθυλένιο στους 20 °C, έως 10 ημέρες, καθώς και υπό την μετασυλλεκτική επίδραση του AVG, του SN και του 1-MCP. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA (χρόνος αποθήκευσης) περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση × ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων. 273

**Γράφημα 3.6.** Εκατοστιαία περιεκτικότητα υγρασίας καρπών ‘Κονσερβολιάς’ υπό την επίδραση συνεχή χειρισμού με αιθυλένιο στους 20 °C, μετά από επέμβαση με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, έως 10 ημέρες. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση × ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων. 274

**Γράφημα 3.7.** Παράμετροι  $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$  του χρώματος του φλοιού καρπών ‘Κονσερβολιάς’ υπό την επίδραση συνεχή χειρισμού με αιθυλένιο στους 20 °C, μετά από επέμβαση με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, έως 10 ημέρες. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση × ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων. 276

**Γράφημα 3.8.** Αναπνοή καρπών ‘Κονσερβολιάς’ υπό την επίδραση συνεχή χειρισμού με αιθυλένιο στους 20 °C, μετά από επέμβαση με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, έως 10 ημέρες. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση × ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων. 277

**Γράφημα 3.9.** Συνεκτικότητα καρπών ‘Κονσερβολιά’ υπό την επίδραση συνεχή χειρισμού με αιθυλένιο στους 20 °C, μετά από επέμβαση με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, έως 10 ημέρες. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση × ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων. 278

**Γράφημα 3.10.** Συγκέντρωση AIR στη σάρκα (μαζί με το φλοιό) καρπών ‘Κονσερβολιάς’ υπό την επίδραση συνεχή χειρισμού με αιθυλένιο στους 20 °C, μετά από επέμβαση με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, έως 10 ημέρες. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση  $\times$  ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων. 279

**Γράφημα 3.11.** Συγκέντρωση συνολικών πηκτινών στο κυτταρικό τοίχωμα καρπών ‘Κονσερβολιάς’ υπό την επίδραση συνεχή χειρισμού με αιθυλένιο στους 20 °C, μετά από επέμβαση με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, έως 10 ημέρες. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση  $\times$  ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων. 281

**Γράφημα 3.12.** Συγκέντρωση υδατοδιαλυτών πηκτινών στο κυτταρικό τοίχωμα καρπών ‘Κονσερβολιάς’ υπό την επίδραση συνεχή χειρισμού με αιθυλένιο στους 20 °C, μετά από επέμβαση με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, έως 10 ημέρες. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση  $\times$  ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων. 282

**Γράφημα 3.13.** Βαθμός εστεροποίησης των πηκτινών του κυτταρικού τοιχώματος καρπών ‘Κονσερβολιάς’ υπό την επίδραση συνεχή χειρισμού με αιθυλένιο στους 20 °C, μετά από επέμβαση με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, έως 10 ημέρες. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση  $\times$  ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων. 283

**Γράφημα 3.14.** Συγκέντρωση CDTA-, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-, 1M KOH- και 4M KOH-διαλυτών πηκτινών στο κυτταρικό τοίχωμα καρπών ‘Κονσερβολιάς’ υπό την επίδραση συνεχή χειρισμού με αιθυλένιο στους 20 °C, μετά από επέμβαση με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, έως 10 ημέρες. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση  $\times$  ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων. 284

**Γράφημα 3.15.** Συγκέντρωση συνολικών σακχάρων και κυτταρίνης στο κυτταρικό τοίχωμα καρπών ‘Κονσερβολιάς’ υπό την επίδραση συνεχή χειρισμού με αιθυλένιο στους 20 °C, μετά από επέμβαση 286

με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, έως 10 ημέρες. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση  $\times$  ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

**Γράφημα 3.16.** Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) καρπών ‘Κονσερβολιάς’ υπό την επίδραση συνεχούς χειρισμούς με αιθυλένιο στους 20 °C, μετά από επέμβαση με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, έως 10 ημέρες. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση  $\times$  ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων. 298

**Γράφημα 3.17.** Συγκέντρωση ολικών φαινολικών (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) καρπών ‘Κονσερβολιάς’ υπό την επίδραση συνεχούς χειρισμούς με αιθυλένιο στους 20 °C, μετά από επέμβαση με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, έως 10 ημέρες. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση  $\times$  ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων. 301

**Γράφημα 3.18.** Ανάλυση κυρίων συνιστωσών (PCA) των παραμέτρων του χρώματος ( $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$ ) και της συνεκτικότητας (F) σε καρπούς ‘Κονσερβολιάς’ μετά από συνεχή χειρισμό με αιθυλένιο, στους 20 °C, σε συγκεντρώσεις από 0 έως 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$ , έως 9 ημέρες. Στο γράφημα ο αριστερός και ο κάτω άξονας αντιστοιχούν στις τιμές των κυρίων συνιστωσών (score plot); ο δεξιάς και ο επάνω άξονας αντιστοιχούν στους συντελεστές των κυρίων συνιστωσών (loading plot); Οι ανοικτοί κύκλοι και οι μικροί σταυροί υποδεικνύουν τη θέση του κάθε δείγματος στο score plot; Οι μεγάλοι σταυροί υποδεικνύουν τη θέση της κάθε μεταβλητής στο loading plot; Οι τιμές μέσα στις παρενθέσεις αντιστοιχούν στο ποσοστό της συνολικής διακύμανσης που εξηγείται από κάθε συνιστώσα. 303

**Γράφημα 3.19.** Ανάλυση κυρίων συνιστωσών (PCA) των παραμέτρων του χρώματος ( $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$ ), της συνεκτικότητας (F) και της αναπνοής ( $\text{CO}_2$ ) καρπών ‘Κονσερβολιάς’ μετά από συνεχή χειρισμό με αιθυλένιο στους 20 °C, έως 10 ημέρες, καθώς και υπό την μετασυλλεκτική επίδραση του AVG, του SN και του 1-MCP. Στο γράφημα ο αριστερός και ο κάτω άξονας αντιστοιχούν στις τιμές των κυρίων συνιστωσών (score plot); ο δεξιάς και ο επάνω άξονας αντιστοιχούν στους συντελεστές των κυρίων συνιστωσών (loading plot); Οι μεγάλοι σταυροί υποδεικνύουν τη θέση της κάθε μεταβλητής στο loading plot; Όλα τα υπόλοιπα σχήματα υποδεικνύουν τη θέση του κάθε δείγματος στο score plot, το μαύρο χρώμα αντιστοιχεί στην ημέρα της συγκομιδής, το κόκκινο στην 1.5 ημέρα του χειρισμού, το μπλε στην 5<sup>η</sup> ημέρα και το πράσινο στην 10<sup>η</sup> ημέρα; Οι τιμές μέσα στις 305

παρενθέσεις αντιστοιχούν στο ποσοστό της συνολικής διακύμανσης που εξηγείται από κάθε συνιστώσα.

**Γράφημα 3.20.** Ανάλυση κυρίων συνιστωσών (PCA) των φυσιολογικών χαρακτηριστικών και διεργασιών ( $L^*$ ,  $h^o$ ,  $C^*$ , F και  $CO_2$ ) και των συστατικών του κυτταρικού τοιχώματος (AIR, ED, TPC, WSP, CDTASP,  $Na_2CO_3SP$ , 1MKOHSP, 4MKOHSP, TS και CL) σε καρπούς της ποικιλίας Κονσερβολιά υπό την επίδραση συνεχούς χειρισμού με αιθυλένιο στους 20 °C, μετά από επέμβαση με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, έως 10 ημέρες. Στο γράφημα A (score plot) ο αριστερός και ο κάτω άξονας αντιστοιχούν στις τιμές των κυρίων συνιστωσών; ενώ στο γράφημα B (loading plot) αντιστοιχούν στους συντελεστές των κυρίων συνιστωσών; Οι μεγάλοι σταυροί υποδεικνύουν τη θέση της κάθε μεταβλητής στο loading plot; Όλα τα υπόλοιπα σχήματα υποδεικνύουν τη θέση του κάθε δείγματος στο score plot, το μαύρο χρώμα αντιστοιχεί στην ημέρα της συγκομιδής, το κόκκινο στην 1.5 ημέρα του χειρισμού, το μπλε στην 5<sup>η</sup> ημέρα και το πράσινο στην 10<sup>η</sup> ημέρα; Οι τιμές μέσα στις παρενθέσεις αντιστοιχούν στο ποσοστό της συνολικής διακύμανσης που εξηγείται από κάθε συνιστώσα. 307

<b>Σχήμα 1.1.</b> Σχηματική απεικόνιση της μετακίνησης των προϊόντων της φωτοσύνθεσης και της βιοσύνθεσης των λιπιδίων στην ελιά (προσαρμογή από Conde <i>et al.</i> , 2008).	45
<b>Σχήμα 1.2.</b> Σχηματική απεικόνιση της σύνθεσης των λιπαρών οξέων στην ελιά (προσαρμογή από Sanchez και Harwood, 2002).	47
<b>Σχήμα 1.3.</b> Σχηματική απεικόνιση της βιοσυνθετικής οδού του σικιμικού οξέος (ενώσεις σε γκρι σκίαση) και παράγωγα της οδού των φαινυλοπροπανοειδών (προσαρμογή από Vogt, 2010).	50
<b>Σχήμα 1.4.</b> Τα πέντε στάδια ανάπτυξης του ελαιόκαρπου κατά Lavee (1996).	52
<b>Σχήμα 1.5.</b> Χρωματογραφικό διάγραμμα των συντεταγμένων $L^*$ , $a^*$ και $b^*$ και των παραμέτρων $h^o$ και $C^*$ .	59
<b>Σχήμα 1.6.</b> Αναγωγή του συμπλόκου $Fe^{3+}$ -TPTZ σε $Fe^{2+}$ -TPTZ παρουσία αντιοξειδωτικού (κατά Huang <i>et al.</i> , 2005).	65
<b>Σχήμα 1.7.</b> Η ρίζα DPPH $\cdot$ (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) (κατά Huang <i>et al.</i> , 2005).	66
<b>Σχήμα 2.1.</b> Προτεινόμενο μονοπάτι βιοσύνθεσης της ελευρωπαΐνης (προσαρμογή από Damtoft <i>et al.</i> , 1993, 1995; Gutierrez-Rosales <i>et al.</i> , 2010).	158
<b>Σχήμα 2.2.</b> Φαινολικές ενώσεις που απαντώνται στους φυτικούς ιστούς της ελιάς και εμπλέκονται στη βιοσύνθεση της ελευρωπαΐνης (προσαρμογή από Luque de Castro και Jarón-Luján, 2006).	159
<b>Σχήμα 3.1.</b> Το μόριο της κυτταρίνης και η δομική του μονάδα η κελλοβιόζη.	240
<b>Σχήμα 3.2.</b> Σχηματική απεικόνιση της διάταξης των συστατικών του κυτταρικού τοιχώματος (προσαρμογή από Smith, 2001).	241
<b>Σχήμα 3.3.</b> Η δομή του υποδοχέων του αιθυλενίου και ο διαχωρισμός τους σε δύο υποοικογένειες στην αραβίδοψη (προσαρμογή από Lacey και Binder, 2014).	246
<b>Σχήμα 3.4.</b> Προτεινόμενο μοντέλο τριών καταστάσεων για την μεταγωγή του σήματος του αιθυλενίου από τον υποδοχέα ETR1 (προσαρμογή από Lacey και Binder, 2014).	247
<b>Σχήμα 3.5.</b> 1-Μεθυλοκυκλοπροπένιο ή 1-MCP (κατά Sisler και Serek, 1997) .	248
<b>Σχήμα 3.6.</b> Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας το AIR.	256
<b>Σχήμα 3.7.</b> Συνοπτική σχηματική απεικόνιση της κλασματοποίησης των πηκτινών, κατά Brummell (2006).	259



<b>Εικόνα IV.1.</b> Χαρακτηριστικοί καρποί και πυρήνες της ποικιλίας Κορωνέικη (προσαρμογή από Κωστελένος, 2011).	34
<b>Εικόνα IV.2.</b> Χαρακτηριστικοί καρποί και πυρήνες της ποικιλίας Κονσερβολιά (προσαρμογή από Κωστελένος, 2011).	35
<b>Εικόνα 2.1.</b> Ταυτοποίηση ελευρωπαΐνης με τη χρήση HPLC-ESI-MS. (Α) Επικαλυπτόμενα UV φάσματα πρότυπης ένωσης OLE και δείγματος της επέμβασης του μάρτυρα μετά από 7 ημέρες αποθήκευσης στους 20 °C. (Β) Φάσμα MS της OLE από δείγμα της επέμβασης του μάρτυρα μετά από 7 ημέρες αποθήκευσης στους 20 °C. (Γ) Φάσμα MS πρότυπης ένωσης OLE.	196
<b>Εικόνα 3.1.</b> Χαρακτηριστικοί καρποί ‘Κονσερβολιάς’ που χρησιμοποιήθηκαν στις πειραματικές επεμβάσεις.	251
<b>Εικόνα 3.2.</b> AIR από καρπό ‘Κονσερβολιάς’ μετά από χρώση PhI, της επέμβασης του μάρτυρα κατά τη συγκομιδή. (a), κύτταρο λιγνίνης μετά από χρώση φλορογλουσινόλης. Η κλίμακα της φωτογραφίας είναι 500 μm.	288
<b>Εικόνα 3.3.</b> Εγκάρσια τομή καρπού ‘Κονσερβολιάς’ μετά από χρώση PhI, της επέμβασης του μάρτυρα κατά την συγκομιδή. (a), κύτταρο λιγνίνης; (b), έγκλειστο λαδιού; και (c), εφυμενίδα και κύτταρα της επιδερμίδας. Η κλίμακα της φωτογραφίας είναι 200 μm.	289
<b>Εικόνα 3.4.</b> Εγκάρσια τομή καρπού ‘Κονσερβολιάς’ μετά από χρώση PhI, (Α), της επέμβασης του μάρτυρα; και (Β), του αιθυλενίου την 1.5 ημέρα του χειρισμού. (a), κύτταρο λιγνίνης; (b), έγκλειστο λαδιού; και (c), εφυμενίδα και κύτταρα της επιδερμίδας. Η κλίμακα και των δύο φωτογραφιών είναι 200 μm.	290
<b>Εικόνα 3.5.</b> Εγκάρσια τομή καρπού ‘Κονσερβολιάς’ μετά από χρώση PhI, της επέμβασης του μάρτυρα κατά την συγκομιδή. (a), κύτταρο λιγνίνης. Η κλίμακα της φωτογραφίας είναι 500 μm.	291
<b>Εικόνα 3.6.</b> Κύτταρο λιγνίνης σε καρπούς ‘Κονσερβολιάς’ μετά από χρώση PhI, της επέμβασης του μάρτυρα κατά την συγκομιδή.	292
<b>Εικόνα 3.7.</b> Εγκάρσια τομή καρπού ‘Κονσερβολιάς’ μετά από χρώση Κυτταρίνης – Ιωδίου – Θεϊκού Οξέος, (Α) της επέμβασης του μάρτυρα και (Β) του αιθυλενίου την 1.5 ημέρα του χειρισμού. Η κλίμακα και των δύο φωτογραφιών είναι 50 μm.	294
<b>Εικόνα 3.8.</b> Εγκάρσια τομή καρπού ‘Κονσερβολιάς’, σε πεδίο πολωμένου φωτός (Α), της επέμβασης του μάρτυρα; και (Β), του αιθυλενίου, την 1.5 ημέρα του χειρισμού. (a), κύτταρο λιγνίνης; και (b), εφυμενίδα και κύτταρα της επιδερμίδας.	296

## *Γενική Περίληψη*

Σκοπός της παρούσας διατριβής ήταν να μελετηθούν οι επιδράσεις ρυθμιστών αύξησης σε μεταβολές φυσιολογικών και βιοχημικών διεργασιών, κατά την ωρίμανση του ελαιόκαρπου και πιθανές συσχετίσεις των διεργασιών αυτών με ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Στο Κεφάλαιο 1 μελετηθήκαν φυσιολογικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά κατά την ωρίμανση καρπών 'Κορωνέικης', σε δύο καλλιεργητικές περιόδους. Σε καρπούς διαφορετικών σταδίων ωριμότητας εκτιμήθηκαν η ελαιοπεριεκτικότητα, το προφίλ των λιπαρών οξέων, οι συνολικές και μεμονωμένες αντιοξειδωτικές ουσίες (μεμονωμένα φαινολικά συστατικά και  $\alpha$ -τοκοφερόλη), καθώς και η ένταση της αναπνοής και η έκλυση του αιθυλενίου από τους καρπούς. Θετικές συσχετίσεις παρατηρήθηκαν μεταξύ των χαρακτηριστικών που είχαν παρόμοια τάση κατά την ωρίμανση, και αντιστρόφως. Ταυτόχρονα, εκτιμήθηκε η φωτοσυνθετική δραστηριότητα των φύλλων σε συνδυασμό με τη συγκέντρωση των σακχάρων στα φύλλα και στους καρπούς. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι κατά την ωρίμανση των καρπών, η φωτοσυνθετική δραστηριότητα των φύλλων, εκτιμώμενη ως πρόσληψη CO<sub>2</sub>, και η στοματική αγωγιμότητα δεν παρουσίασαν σημαντικές μεταβολές. Οι τιμές της γλυκόζης και της σακχαρόζης στα φύλλα και τους καρπούς είχαν παρόμοια πτωτική τάση κατά την ωρίμανση των καρπών. Την ίδια περίοδο που παρατηρήθηκε η αύξηση της ελαιοπεριεκτικότητας στους καρπούς, μειώθηκε η συγκέντρωση της φρουκτόζης στα φύλλα και αυξήθηκε της μαννιτόλης (MAN). Προσυλλεκτικές επεμβάσεις με MAN υποστήριξαν το σημαντικό ρόλο της τελευταίας στη συσσώρευση του λαδιού στους καρπούς.

Στο Κεφάλαιο 2 (Πείραμα Α) εκτιμήθηκαν οι επιδράσεις των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με αμισικό οξύ (ABA), αιθυλενοπαράγωγο Ethephon (ETH) και παρεμποδιστή σύνθεσης του αιθυλενίου ReTain (δραστική ουσία αμινο-εθοξυ-βινυλ-γλυσίνη ή AVG), σε καρπούς 'Κορωνέικης' διαφόρων σταδίων ωριμότητας. Οι επιδράσεις των επεμβάσεων επί της ελαιοπεριεκτικότητας, του προφίλ των λιπαρών οξέων και των ολικών και μεμονωμένων φαινολικών ουσιών εκτιμήθηκαν κατά την αποθήκευση των καρπών στους 20 °C. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι επεμβάσεις με ABA και ETH, στα τελευταία στάδια ωριμότητας οδήγησαν σε καρπόπτωση και φυλλόπτωση. Κατά την αποθήκευση των καρπών στους 20 °C, αυξήθηκαν οι τιμές των ολικών φαινολικών (TP) και της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC). Ωστόσο, οι μεταβολές των μεμονωμένων φαινολικών συστατικών δεν ακολούθησαν κάποια συγκεκριμένη τάση. Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκαν μεταβολές στο προφίλ των λιπαρών οξέων.

Στο Πείραμα Β του Κεφαλαίου 2, μελετήθηκαν οι επιδράσεις των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με ναφθαλινοξικό οξύ (NAA), ETH και του συνδυασμού NAA και ETH, μεμονωμένα ή σε συνδυασμό με την εφαρμογή δακτυλίωσης, σε χαρακτηριστικά καρπών 'Κορωνέικης'. Οι επεμβάσεις πραγματοποιήθηκαν όταν οι ελιές βρίσκονταν στο στάδιο του γαλακτώματος και η εκτίμηση των επιδράσεων τους έγινε κατά τη συγκομιδή ~1 μήνα μετά. Οι επεμβάσεις με NAA και

ΕΤΗ, καθώς και η δακτυλίωση δεν άσκησαν καμία επίδραση στο χρώμα του φλοιού και στη ένταση της αναπνοής. Το ΕΤΗ αύξησε την έκλυση του ενδογενούς αιθυλενίου των καρπών. Τόσο το ΕΤΗ όσο και η δακτυλίωση επέδρασαν επί της ελαιοπεριεκτικότητας των καρπών. Το ΝΑΑ, στη χαμηλότερη συγκέντρωση, αύξησε τις τιμές των ΤΡ και της ΤΑC. Αντίθετα, οι μεταβολές των λιπαρών οξέων δεν ακολούθησαν κάποια συγκεκριμένη τάση υπό την επίδραση των επεμβάσεων ή/και της δακτυλίωσης.

Στο Κεφάλαιο 3, μελετήθηκαν οι μετασυλλεκτικές επιδράσεις του αιθυλενίου με συνεχή χειρισμό, σε θερμοκρασία 20 °C, για χρονικό διάστημα έως 10 ημέρες, σε πράσινους καρπούς 'Κονσερβολιάς'. Η εφαρμογή αυξανόμενων συγκεντρώσεων αιθυλενίου, αποτέλεσε το Πείραμα Α του Κεφαλαίου 3, όπου παρατηρήθηκε ότι η υψηλότερη συγκέντρωση του αιθυλενίου παρεμπόδισε την ανάπτυξη του κόκκινου χρώματος στο φλοιό και αύξησε τη συνεκτικότητα (F). Στο Πείραμα Β του ίδιου κεφαλαίου, μελετήθηκαν οι μεμονωμένες επιδράσεις του αιθυλενίου, του παρεμποδιστή της σύνθεσής του AVG, καθώς και των παρεμποδιστών της δράσης του 1-μεθυλοκυκλοπροπένιο (1-MCP) και νιτρικού αργύρου, επί του χρώματος, της F και της έντασης της αναπνοής των καρπών. Το αιθυλένιο αύξησε την F, τις πρώτες ώρες του χειρισμού και διατήρησε την ένταση της αναπνοής σε σταθερά υψηλά επίπεδα μέχρι την 5<sup>η</sup> ημέρα. Οι παρεμποδιστές επέδρασαν κατά τρόπο αντίθετο του αιθυλενίου στη F και στην αναπνοή.

Στο Πείραμα Γ του Κεφαλαίου 3 εξετάστηκε η συνεχής επίδραση του αιθυλενίου, μετά από χειρισμό με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, σε επιμέρους χαρακτηριστικά του κυτταρικού τοιχώματος, με σκοπό να εξηγηθεί η αύξηση της F. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αύξηση της F μπορεί να αποδοθεί στην ενίσχυση των κυτταρικών τοιχωμάτων εγγύτερα της επιδερμίδας των καρπών. Τα αποτελέσματα υποστηρίχθηκαν και από μικροσκοπικές παρατηρήσεις. Επιπλέον, στο Πείραμα Γ, εκτιμήθηκαν οι ολικές και οι μεμονωμένες φαινολικές ουσίες. Στους καρπούς όλων των επεμβάσεων, οι τιμές των ΤΡ, της ΤΑC και της ελευρωπαϊνης παρουσίασαν παρόμοια τάση αλλαγών. Οι διακυμάνσεις που παρατηρήθηκαν στις τιμές των υπόλοιπων φαινολικών ουσιών δεν είχαν σταθερή τάση και δεν εκτιμήθηκαν στατιστικά σημαντικές.

## *Abstract*

The objective of the present study was the evaluation of the effects of different growth regulators on physiological and biochemical processes during ripening of olive fruit. The possible relations of these processes with quality attributes were also investigated.

In Chapter 1, physiological and quality attributes during ripening of 'Koroneiki' olives were studied in two different growing years. Oil content, fatty acid profile, total and individual antioxidants (phenolic compounds and  $\alpha$ -tocopherol) were determined along with respiration and ethylene production rates in olives harvested at different maturity indices. Positive correlations were found among the attributes determined that had similar course of changes during ripening, and vice versa, which could be also related to harvest-timing and to quality attributes. Besides, rates of leaf photosynthesis in combination with sugar concentrations in leaves and fruit were estimated. In leaves, photosynthesis (measured as CO<sub>2</sub> assimilation rates) and stomatal conductance were stable during the period of fruit ripening. Glucose and sucrose concentrations showed a decreasing trend in both leaves and fruit. However, fructose decreased and mannitol (MAN) increased in leaves when oil accumulation occurred in fruit. The important role of MAN in oil accumulation was suggested, as also indicated by MAN treatments.

In Chapter 2 and Experiment A, the effects of pre-harvest individual applications of abscisic acid (ABA), ethylene-releasing compound Ethephon (ETH) and ethylene synthesis inhibitor ReTain (active ingredient of amino-ethoxyvinyl-glycine or AVG) at various maturity states on oil content, fatty acid profile, total and individual antioxidants were determined in harvested olives during exposure at 20 °C. The main results showed that leaf and fruit drops were observed when ABA and ETH were applied at late states of maturity. During exposure at 20 °C, total phenolics (TP) and total antioxidant capacity (TAC) increased. However, the pattern of changes in individual phenolics depended on each particular compound, whereas there was no effect of exposure time on fatty acid profile.

In Chapter 2 and Experiment B, the effects of pre-harvest treatments with growth regulators (1-naphthaleneacetic acid or NAA, ETH and NAA + ETH) in combination with/without girdling on fruit attributes of 'Koroneiki' olives were investigated. Fruit were sprayed at dark green state and harvested ~1 month later. Treatments with NAA and ETH as well as girdling had no effect on peel color and respiration rates. Ethylene production rates were promoted by ETH treatments. ETH, with/without girdling affected the oil content. NAA, at a low concentration, enhanced TP and TAC values. By contrast, treatments had no consistent effect on fatty acids.

In Chapter 3, the effects of post-harvest continuous ethylene application on green 'Konservolia' olives were evaluated at 20 °C for up to 10 days. In Experiment A of Chapter 3, the effects of a series of ethylene concentrations on peel color and firmness (F) were evaluated. Ethylene

prevented fruit red coloration and increased firmness (F). In Experiment B, the effects of ethylene, ethylene synthesis inhibitor AVG and ethylene action inhibitors 1-methylcyclopropene (1-MCP) and silver nitrate (SN) on peel color, F and fruit respiration were evaluated. Ethylene increased F values initially, and thereafter prevented decreases in F values and respiration rates up to day 5. AVG, 1-MCP and SN exhibited contrary to ethylene effects on F and respiration rates.

In Chapter 3, the Experiment C was carried out in order to explain the increased F values, as well as changes in phenolic compounds in harvested olives and in response to ethylene treatments. The effects of a continuous ethylene treatment, applied after a treatment with/without 1-MCP, on cell wall characteristics were evaluated. The results showed that the increased fruit F could be rather attributed to the wall rigidity of cells nearest the skin, as also supported by microscopic observations. Furthermore, total and individual phenolics were assessed in Experiment C. In all samples, oleuropein, TP and TAC exhibited similar pattern of changes. Fluctuations observed in the rest phenolic compounds had no consistent trend.



# ΓΕΝΙΚΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

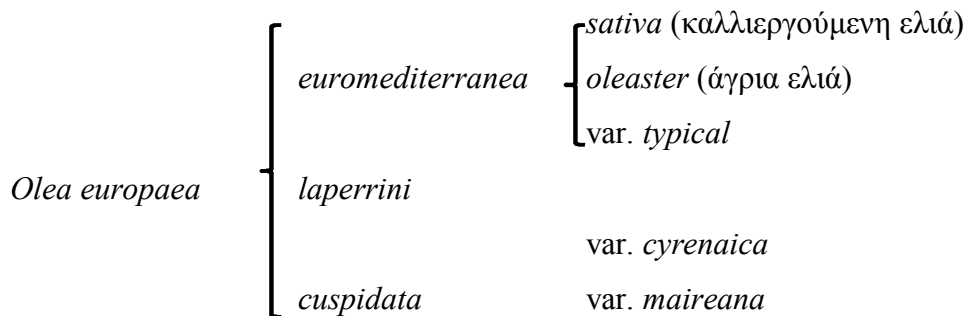
*Βοτανική ταξινόμηση – Καλλιέργεια και οικονομική σημασία της ελιάς – Διατροφική αξία των προϊόντων της – Αγρονομικά χαρακτηριστικά ποικιλιών που μελετήθηκαν*





## I. Βοτανική ταξινόμηση και βοτανικά χαρακτηριστικά της ελιάς

Η καλλιεργούμενη ελιά (*Olea europaea* L.) ανήκει στην οικογένεια Oleaceae και στο γένος *Olea*. Η οικογένεια Oleaceae περιλαμβάνει 30 γένη και 180 είδη. Το είδος *Olea europaea* περιλαμβάνει 3 υποείδη, που διαχωρίζονται ως εξής:



Η ελιά είναι είδος διπλοειδές και ο αριθμός των χρωμοσωμάτων της είναι  $2n=46$ . Η καλλιεργούμενη ελιά (*Olea europaea* var. *sativa*) πιστεύεται ότι προήλθε ως τυχαίο σπορόφυτο από την άγρια (*Olea europaea* var. *oleaster*) και πλέον περιλαμβάνει ένα μεγάλο αριθμό βελτιωμένων ποικιλιών (Therios, 2009; Ποντίκης, 2000).

Η ελιά είναι δένδρο αιωνόβιο, αειθαλές με ύψος 5-20 μέτρα. Το ύψος και η ανάπτυξη του δένδρου επηρεάζεται από τη ζωνρότητα του υποκειμένου ή/και της ποικιλίας, τις εδαφοκλιματικές συνθήκες και τις καλλιεργητικές φροντίδες. Ο κορμός της είναι κυλινδρικός, ομαλός στα νεαρά δένδρα και ανώμαλος στα μεγάλης ηλικίας. Ο φλοιός στα νεαρά ελαιόδενδρα είναι λείος και τεφροπράσινος, ενώ στα ενήλικα ρυτιδωμένος, φελλοειδής και χρώματος τεφρού ή σκοτεινού. Το ριζικό σύστημα μέχρι τον τρίτο ή τέταρτο χρόνο αναπτύσσεται κάθετα, αλλά αργότερα το αρχικό ριζικό σύστημα αντικαθίσταται από ένα άλλο θυσσανώδες που παράγεται από τους σφαιροβλάστες ή γόγγρους που σχηματίζονται στη βάση του κορμού των ελαιόδενδρων, στον λαιμό. Τα φύλλα της ελιάς είναι απλά, βραχύμισχα, λογχοειδή, λειόχειλα, παχιά, δερματώδη και διατηρούνται πάνω στο δένδρο 2-3 χρόνια. Στην άνω επιφάνειά τους καλύπτονται από χυτίνη, ενώ στην κάτω φέρουν μεγάλο αριθμό τριχών, σχήματος ομπρέλας, οι οποίες τα προστατεύουν από την υπερβολική απώλεια νερού. Οι οφθαλμοί διακρίνονται σε ξυλοφόρους και μικτούς. Τα άνθη της ελιάς φέρονται κατά βοτρυώδεις ταξιανθίες. Ο καρπός είναι δρύπη σφαιρική ή ελλειψοειδής (Therios, 2009; Ποντίκης, 2000).

## **II. Καλλιέργεια και οικονομική σημασία της ελιάς**

Η ελιά αποτελεί ενδημικό είδος της λεκάνης της Μεσογείου και κέντρο καταγωγής της θεωρείται η ανατολική της ακτή. Η καλλιέργεια της ελιάς θεωρείται μία από τις σημαντικότερες και ίσως η πιο διαδεδομένη δενδρώδης καλλιέργεια στις χώρες της Μεσογείου. Αρχαιολογικά ευρήματα πιστοποιούν την ύπαρξή της στη συγκεκριμένη περιοχή από την εποχή του χαλκού (~3000 π.Χ.). Παράλληλα αναφορές για εκτεταμένη καλλιέργεια και εμπορεία των προϊόντων της ελιάς υπάρχουν από ~2000 π.Χ. στη Συρία και από ~1700 π.Χ. στα ανάκτορα της Κνωσού στη Μινωική Κρήτη. Από τους Φοίνικες και τους Κρήτες εξαπλώθηκε η καλλιέργεια στις υπόλοιπες χώρες της Μεσογείου, ενώ μετέπειτα οι Ρωμαίοι εντατικοποίησαν την καλλιέργεια και διέδωσαν την ελιά στις περιοχές που κατακτούσαν. Κατά την Ρωμαϊκή περίοδο η Ιβηρική χερσόνησος και τα παράλια της Βόρειας Αφρικής αποτελούσαν τα σημαντικότερα κέντρα καλλιέργειας της ελιάς. Από τους κατοίκους της Ιβηρικής χερσονήσου η καλλιέργεια της ελιάς διαδόθηκε στην Αμερική, όπου πλέον χαίρει ιδιαίτερης οικονομικής σημασίας και χώρες όπως οι ΗΠΑ, η Αργεντινή, η Χιλή και η Αυστραλία εξελίσσονται σε μεγάλες ελαιοπαραγωγές χώρες (Coni *et al.*, 2000; Conas, 2007; Nanos *et al.*, 2002; Visioli *et al.*, 1998).

Η ζώνη καλλιέργειας της ελιάς εκτείνεται μεταξύ 30° και 45° βόρεια και νότια γεωγραφικά πλάτη, σε θερμές εύκρατες και υποτροπικές περιοχές, όπου επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες κατά το καλοκαίρι και κατά τη χειμερινή περίοδο η θερμοκρασία δεν πέφτει κάτω από τους 0 °C. Τα δένδρα της ελιάς παρουσιάζουν μεγάλη προσαρμοστικότητα σε πολλά είδη εδαφών και μεγάλη αντοχή σε συνθήκες έλλειψης νερού. Οι ετήσιες απαιτήσεις της σε νερό έχει υπολογιστεί ότι μπορούν να καλυφθούν σε περιοχές με ~220 mm βροχόπτωσης. Η καλλιέργεια της ελιάς μπορεί να αξιοποιήσει άγονα και επικλινή εδάφη όπου οι δυνατότητες άρδευσης είναι περιορισμένες και η καλλιέργεια άλλων οπωροφόρων δένδρων θα ήταν αδύνατη (Loumou and Giourga, 2003; Luchetti, 2002; Therios, 2009; Ποντίκης, 2000).

Το 2012 βάσει των στοιχείων του FAO η παγκόσμια παραγωγή ελιών εκτιμήθηκε ~16,5 εκ. τόνους, ενώ ποσοστό μεγαλύτερο του 95% παράγεται από τις χώρες γύρω από τη λεκάνη της Μεσογείου. Τα τελευταία χρόνια η παραγωγή της ελιάς έχει επεκταθεί και σε χώρες της Λατινικής Αμερικής (Αργεντινή, Χιλή), στην Αυστραλία και στις ΗΠΑ, σε περιοχές όπου το κλίμα είναι παρόμοιο με το Μεσογειακό. Στις χώρες αυτές την τελευταία δεκαετία αναφέρεται αύξηση τόσο στο ύψος της παραγωγής όσο και στις καλλιεργούμενες εκτάσεις. Παράλληλα, στις ΗΠΑ παρατηρείται και η δεύτερη μεγαλύτερη απόδοση παραγωγής ανά εκτάριο λόγω της εντατικής καλλιέργειας. Η Ελλάδα είναι η τρίτη μεγαλύτερη ελαιοπαραγωγός χώρα στον κόσμο, μετά την Ισπανία και την Ιταλία, με παραγωγή 2.080.800 τόνους ελιές το 2012 (Πίνακας II.1). Τα έσοδα από τις εξαγωγές των προϊόντων της ελιάς είναι σημαντικά για την οικονομία της χώρας. Το 2011, οι εξαγωγές παρθένου ελαιόλαδου υπολογίστηκαν στους 86.807 τόνους και απέφεραν έσοδα ~310,7 εκ. δολάρια, ενώ οι εξαγωγές

κονσερβοποιημένων βρώσιμων ελιών ήταν 125.352 τόνοι και η αξία τους υπολογίστηκε ~379,4 εκ. δολάρια (FAOSTAT, 2011).

**Πίνακας Π.1.** Κατάταξη των κύριων ελαιοπαραγωγών χωρών με βάση το ύψος της παραγωγής, καλλιεργούμενη έκταση και απόδοση παραγωγής, κατά το έτος 2012 (FAOSTAT, 2012).

Κατάταξη	Χώρα	Παραγωγή (τόνοι)	Καλλιεργούμενη έκταση (εκτάρια)	Απόδοση παραγωγής (τόνοι / εκτάριο)
1	Ισπανία	3.626.600	2.427.500	1,49
2	Ιταλία	3.017.537	1.125.382	2,68
3	Ελλάδα	2.080.800	934.400	2,23
4	Τουρκία	1.820.000	805.500	2,26
5	Μαρόκο	1.315.794	968.123	1,34
6	Συρία	1.049.761	695.711	1,51
7	Τυνησία	963.000	1.800.000	0,54
8	Αίγυπτος	465.000	55.000	8,46
9	Αλγερία	393.840	328.884	1,20
10	Πορτογαλία	389.900	345.700	1,13
11	Αργεντινή	175.000	64.000	2,73
12	Ιορδανία	155.640	62.687	2,48
13	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής	145.150	17.806	8,15
14	Λιβύη	135.000	205.000	0,66
15	Λίβανος	95.000	57.000	1,67
16	Αυστραλία	75.000	37.000	2,03
	<i>Παγκόσμιο σύνολο</i>	<i>16.555.375</i>	<i>10.201.495</i>	<i>1,63</i>

### III. Διατροφική αξία των προϊόντων της ελιάς

Τα προϊόντα της ελιάς και κυρίως το ελαιόλαδο αποτελούν κυρίαρχα συστατικά της «Μεσογειακής διατροφής», στην οποία έχει επικεντρωθεί το ενδιαφέρον πολλών επιδημιολογικών μελετών τα τελευταία χρόνια. Το ελαιόλαδο είναι ο φυσικός χυμός του καρπού της ελιάς και μπορεί να καταναλωθεί χωρίς καμία επεξεργασία. Για το λόγο αυτό διατηρεί τη γεύση, το άρωμα και όλες τις ευεργετικές ιδιότητες του ελαιόκαρπου. Στην μεσογειακή διατροφή το ελαιόλαδο αποτελεί την κύρια πηγή πρόσληψης λίπους, αντικαθιστώντας τα λίπη ζωικής προέλευσης, τα οποία είναι επιβλαβή για την ανθρώπινη υγεία. Τα ποσοστά εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων και εκφυλιστικών ασθενειών μεταξύ των λαών της Μεσογείου είναι σημαντικά χαμηλότερα από ότι στην υπόλοιπη Ευρώπη και στις ΗΠΑ. Το γεγονός αυτό αποδίδεται σε μεγάλο βαθμό στην κατανάλωση φυτικών προϊόντων και ελαιόλαδου (Trichopoulou *et al.*, 2000). Λόγω της αυξανόμενης γνώσης για τις προστατευτικές ιδιότητες του ελαιόλαδου η παγκόσμια κατανάλωση του έχει αυξηθεί ~6 φορές τα τελευταία 30 χρόνια (Coni *et al.*, 2000).

Η υψηλή διατροφική αξία των προϊόντων της ελιάς οφείλεται στη παρουσία μεγάλων ποσοτήτων μονό-ακόρεστων λιπαρών οξέων (κυρίως ελαϊκό οξύ), αλλά και την παρουσία των κατά πολύ μικρότερων ποσοτικά συστατικών με αντιοξειδωτική δράση (φαινολικές ουσίες και α-τοκοφερόλη). Το ελαϊκό οξύ έχει βρεθεί ότι βοηθάει στη μείωση των επιπέδων της χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνης (LDL) της χοληστερόλης στο αίμα, ενώ ταυτόχρονα βοηθάει στην αύξηση των επιπέδων της υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνης (HDL), συμβάλλοντας έτσι στη μείωση του κινδύνου εμφάνισης καρδιαγγειακών ασθενειών. Οι ασθένειες αυτές αποτελούν έναν από τους κύριους λόγους θνησιμότητας στις ανεπτυγμένες χώρες. Εάν οι ευεργετικές ιδιότητες των προϊόντων της ελιάς οφείλονταν μόνο στο υψηλό ποσοστό των μονό-ακόρεστων λιπαρών οξέων, τότε η κατανάλωση οποιουδήποτε τροφίμου με παρόμοια σύσταση λιπών, όπως η ελαιοκράμβη, θα είχε τα ίδια ευεργετικά αποτελέσματα στην ανθρώπινη υγεία. Έχει προταθεί ότι οι φαινολικές ουσίες των προϊόντων της ελιάς δρουν συνεπικουρικά με το ελαϊκό οξύ στην πρόληψη της εμφάνισης καρδιαγγειακών ασθενειών. Οι ευεργετικές τους ιδιότητες προτείνεται ότι είναι μεγαλύτερες από αυτές των μονό-ακόρεστων λιπαρών οξέων στην προστασία από την οξειδωτική καταπόνηση, στη μείωση της αρτηριακής πίεσης και στην παρεμπόδιση της δημιουργίας της αρτηριακής πλάκας (Covas, 2007; Covas, 2008; Kremastinos, 2008; Visioli *et al.*, 1998; Visioli *et al.*, 2002). Τέλος, οι φαινολικές ουσίες της ελιάς λόγω της αντιοξειδωτικής τους δράσης έχει προταθεί ότι βοηθούν στην πρόληψη διαφόρων μορφών εκφυλιστικών ασθενειών (όπως ο καρκίνος του μαστού και του παχέος εντέρου) και ότι δρουν ως αντιγηραντικοί παράγοντες (Kimura and Sumiyoshi, 2009).

#### *IV. Αγρονομικά χαρακτηριστικά των ποικιλιών που μελετήθηκαν*

##### *IV.A. Αγρονομικά χαρακτηριστικά της ποικιλίας Κορωνέικη*

Η ποικιλία Κορωνέικη (συνώνυμα: Κρητικιά, Κορωνιά, Λαδολιά κ.α.) είναι ποικιλία παγκόσμιας διάδοσης και μία από τις σημαντικότερα καλλιεργούμενες ποικιλίες ελιάς στη χώρα. Στην Ελλάδα καλλιεργείται εκτεταμένα σε όλη την Πελοπόννησο, στην Κρήτη, στις Κυκλάδες, στα Δωδεκάνησα και στα Νότια Επτάνησα, ενώ τα τελευταία χρόνια η καλλιέργειά της επεκτείνεται στη Στερεά Ελλάδα, στην παραθαλάσσια Ανατολική Μακεδονία και στα νησιά του Βορείου και Ανατολικού Αιγαίου. Αναπτύσσεται σε δένδρο 5 – 7 m. Οι καρποί της φέρονται σε τσαμπιά, έχουν σχήμα κύλινδρο-κωνικό και φέρουν μικρή θηλή. Το βάρος των καρπών της κυμαίνεται από 0,6 – 1,5 g, η σχέση σάρκας προς πυρήνα είναι 6,6:1 και η ελαιοπεριεκτικότητά τους είναι περίπου 27% (σε νωπό βάρος καρπού). Ο πυρήνας έχει σχήμα κύλινδρο-κωνικό, φέρει οξεία ακίδα στην κορυφή και επτά αβαθείς γλυφές. Οι καρποί της συγκομίζονται από τα μέσα Νοεμβρίου μέχρι τα τέλη Φεβρουαρίου. Είναι ποικιλία μικρόκαρπη κατάλληλη για την παραγωγή λαδιού εξαιρετικής ποιότητας. Θεωρείται ποικιλία εξαιρετικά παραγωγική, κατάλληλη για ξηροθερμικά κλίματα και ευαίσθητη στο ψύχος. Τέλος, είναι ποικιλία μέτρια κατάλληλη για την εγκατάσταση υπέρπυκνων γραμμικών φυτεύσεων (Κωστελένος, 2011; Ποντίκης, 2000). Επίσης, η συγκέντρωση των φαινολικών ουσιών στους καρπούς της είναι από τις υψηλότερες που αναφέρονται στη βιβλιογραφία (Vossen, 2007).

Η συγκεκριμένη ποικιλία χρησιμοποιήθηκε στα Κεφάλαια 1 και 2. Στο Κεφάλαιο 1 μελετήθηκαν οι αλλαγές των φυσιολογικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών, καθώς και βιοχημικές διεργασίες κατά την ωρίμανση των καρπών. Την ίδια περίοδο μελετήθηκε η φωτοσυνθετική δραστηριότητα του δένδρου σε συνδυασμό με τις αλλαγές στη συγκέντρωση των σακχάρων στα φύλλα και στους καρπούς. Επίσης, πραγματοποιήθηκαν συσχετίσεις των φυσιολογικών και βιοχημικών διεργασιών με ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών. Σκοπός αυτού του κεφαλαίου ήταν να μελετηθούν ταυτόχρονα οι αντιοξειδωτικές ουσίες, τα λιπαρά οξέα και τα σάκχαρα των καρπών μαζί με τις φυσιολογικές διεργασίες, ούτως ώστε να αποκτηθεί μία ολοκληρωμένη εικόνα για τις αλλαγές των χαρακτηριστικών αυτών κατά την ωρίμανση των καρπών της ποικιλίας Κορωνέικης. Τέλος, έγινε προσπάθεια να μελετηθούν οι μεταβολές των επιπέδων των σακχάρων των φύλλων και των καρπών σε συνάρτηση με το ποσοστό του λαδιού στο εδώδιμο μέρος του καρπού.

Το Κεφάλαιο 2 περιελάμβανε 2 Πειράματα. Στο Πείραμα Α μελετήθηκαν οι επιδράσεις προσυλλεκτικών επεμβάσεων με ρυθμιστές αύξησης, όπως αμισικό οξύ και Ethephon (αιθυλενοπαράγωγο, δραστική ουσία Ethephon, 48% w/v), σε ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών 3 διαφορετικών σταδίων ωριμότητας, καθώς και με τον παρεμποδιστή σύνθεσης του αιθυλενίου ReTain (δραστική ουσία αμινο-εθοξυ-βινυλ-γλυσινη, AVG, 4,15% w/w), κατά την εφαρμογή του σε καρπούς

στο στάδιο του γαλακτώματος. Οι εκτιμήσεις των επιδράσεων πραγματοποιήθηκαν κατά τη συγκομιδή των καρπών ~20 ημέρες μετά τις επεμβάσεις. Επίσης, στις ελιές από την πρώτη χρονικά επέμβαση μελετήθηκε και η επίδραση της αποθήκευσης των καρπών σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (20 °C), για χρονικό διάστημα 7 ημερών. Στο Πείραμα Β, εξετάστηκε η επίδραση προσυλλεκτικών επεμβάσεων με αυξίνη (ναφθαλινοξικό οξύ) και Ethephon σε συνδυασμό με την εφαρμογή δακτυλίωσης, σε φυσιολογικές και βιοχημικές διεργασίες των καρπών. Όλες οι προσυλλεκτικές επεμβάσεις πραγματοποιήθηκαν όταν οι ελιές βρίσκονταν στο στάδιο του γαλακτώματος. Τέλος, έμφαση δόθηκε σε ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών, όπως είναι οι φαινολικές ουσίες και τα λιπαρά οξέα.



**Εικόνα IV.1.** Χαρακτηριστικοί καρποί και πυρήνες της ποικιλίας Κορωνέικη (προσαρμογή από Κωστελένος, 2011).

#### ***IV.B. Αγρονομικά χαρακτηριστικά της ποικιλίας Κονσερβολιά***

Η ‘Κονσερβολιά’ (συνώνυμα: Αμφίσσης, Αγρινίου, Πατρινή, Βόλου κ.α.) είναι μία από τις σημαντικότερα καλλιεργούμενες ποικιλίες ελιάς της χώρας. Κυριότερα κέντρα της καλλιέργειάς της είναι η Στερεά Ελλάδα, η Ανατολική Θεσσαλία και η Ήπειρος, ενώ περιορισμένα καλλιεργείται στην Αχαΐα και στην Ηλεία. Αναπτύσσεται σε δένδρο ύψους 6 – 10 m. Οι καρποί της έχουν σχήμα στρογγυλό – ωοειδές χωρίς θηλή και με μεγάλα φακίδια. Το βάρος των καρπών της κυμαίνεται από 4 – 10 g, η σχέση σάρκας προς πυρήνα είναι 10:1 και η ελαιοπεριεκτικότητά τους είναι μεταξύ 14 και 18% (σε νωπό βάρος καρπού) (Ποντίκης, 2000). Ο πυρήνας έχει σχήμα κυλινδρικό και φέρει ακίδα στην κορυφή και επτά βαθιές γλυφές. Οι καρποί της ωριμάζουν το Νοέμβριο (Κωστελένος, 2011; Ποντίκης, 2000). Η ‘Κονσερβολιά’ είναι ποικιλία αδρόκαρπη και αποτελεί μία από τις πιο διαδεδομένες ποικιλίες

για την παραγωγή πράσινων και μαύρων βρώσιμων ελιών άριστης ποιότητας (Garrido Fernández *et al.*, 1997). Οι πράσινοι καρποί της ‘Κονσερβολιάς’ θεωρούνται κατάλληλοι για «Ισπανικού τύπου» επεξεργασία, που απαιτεί καρπούς με συνεκτική υφή και ομοιόμορφο πράσινο χρώμα (Nanos *et al.*, 2002).

Οι καρποί της ‘Κονσερβολιάς’ χρησιμοποιήθηκαν στο Κεφάλαιο 3, όπου μελετήθηκαν οι μετασυλλεκτικές επιδράσεις συνεχούς χειρισμού με αιθυλένιο στους 20 °C, για χρονικό διάστημα έως και 10 ημέρες, σε φυσιολογικές και βιοχημικές διεργασίες των καρπών. Οι επιδράσεις του αιθυλενίου κρίθηκε σκόπιμο να διερευνηθούν με την παράλληλη χρήση παρεμποδιστών της σύνθεσης (AVG) και της δράσης του (1-μεθυλοκυκλοπροπένιο και νιτρικό άργυρο). Η χρήση των παρεμποδιστών διευκόλυνε την κατανόηση των επιδράσεων που οφείλονταν στο αιθυλένιο. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στις αλλαγές στην υφή των ελιών, μελετώντας τα επιμέρους συστατικά και χαρακτηριστικά του κυτταρικού τοιχώματος. Επιπλέον, μελετήθηκαν οι ολικές και μεμονωμένες φαινολικές ουσίες των καρπών.



**Εικόνα IV.2.** Χαρακτηριστικοί καρποί και πυρήνες της ποικιλίας Κονσερβολιά (προσαρμογή από Κωστελένος, 2011).



## V. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

- Coni, E., Benedetto, R., Pasquale, M., Masella, R., Modesti, D., Mattei, R., Carlini, E.A.**, 2000. Protective effect of oleuropein, an olive oil biophenol, on low density lipoprotein oxidizability in rabbits. *Lipids* **35**, 45-54.
- Covas, M.-I.**, 2007. Olive oil and the cardiovascular system. *Pharmacological Research* **55**, 175-186.
- Covas, M.I.**, 2008. Bioactive effects of olive oil phenolic compounds in humans: reduction of heart disease factors and oxidative damage. *Inflammopharmacology* **16**, 216-218.
- FAOSTAT**, 2011. FAOSTAT Trade Database Results. <http://faostat.fao.org/site/342/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>.
- FAOSTAT**, 2012. FAOSTAT, Crop Production Database Results. <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>.
- Garrido Fernández, A., Adams, M.R., Fernández Díez, M.J.**, 1997. Table olives: production and processing. Chapman & Hall, London [u.a.].
- Kimura, Y., Sumiyoshi, M.**, 2009. Olive leaf extract and its main component oleuropein prevent chronic ultraviolet B radiation-induced skin damage and carcinogenesis in hairless mice. *The Journal of Nutrition* **139**, 2079-2086.
- Kremastinos, D.T.**, 2008. Olive and Oleuropein. *The Hellenic Journal of Cardiology* **49**, 295-296.
- Loumou, A., Giourga, C.**, 2003. Olive groves: 'The life and identity of the Mediterranean'. *Agriculture and Human Values* **20**, 87-95.
- Luchetti, F.**, 2002. Importance and future of olive oil in the world market — an introduction to olive oil. *European Journal of Lipid Science and Technology* **104**, 559-563.
- Nanos, G.D., Kiritsakis, A.K., Sfakiotakis, E.M.**, 2002. Preprocessing storage conditions for green 'Conservolea' and 'Chondrolia' table olives. *Postharvest Biology and Technology* **25**, 109-115.
- Therios, I.N.**, 2009. Olives. CABI.
- Trichopoulou, A., Lagiou, P., Kuper, H., Trichopoulos, D.**, 2000. Cancer and mediterranean dietary traditions. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention* **9**, 869-873.
- Visioli, F., Bellomo, G., Galli, C.**, 1998. Free radical-scavenging properties of olive oil polyphenols. *Biochemical and Biophysical Research Communications* **247**, 60-64.
- Visioli, F., Poli, A., Gall, C.**, 2002. Antioxidant and other biological activities of phenols from olives and olive oil. *Medicinal Research Reviews* **22**, 65-75.
- Vossen, P.**, 2007. Olive oil: History, production, and characteristics of the world's classic oils. *HortScience* **42**, 1093-1100.



- Κωστελένος, Γ.Δ.**, 2011. Στοιχεία ελαιοκομίας. Ιστορία, περιγραφή και γεωγραφική κατανομή των ποικιλιών ελιάς στην Ελλάδα., Α' Έκδοση ed, Γαλατάς Τροιζηνίας, Ελλάδα
- Ποντίκης, Κ.Α.**, 2000. Ειδική Δενδροκομία. Ελαιοκομία, Ειδική Δενδροκομία, Β' Έκδοση ed. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

---

*Μελέτη των μεταβολών φυσιολογικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών κατά την ωρίμανση του ελαιόκαρπου*



## Περίληψη

Σκοπός του Κεφαλαίου 1 ήταν να μελετηθούν οι μεταβολές φυσιολογικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών του ελαιόκαρπου, ποικιλίας Κορωνέικης, κατά την περίοδο της ωρίμανσής του σε δύο καλλιεργητικές περιόδους. Συγκεκριμένα, στα χαρακτηριστικά των καρπών συμπεριελήφθησαν το χρώμα του φλοιού, η ένταση της αναπνοής και η έκλυση αιθυλενίου, καθώς και οι φαινολικές ουσίες, η αντιοξειδωτική ικανότητα, η  $\alpha$ -τοκοφερόλη, η ελαιοπεριεκτικότητα και το προφίλ των λιπαρών οξέων. Την Β καλλιεργητική περίοδο, εκτιμήθηκε επίσης η φωτοσυνθετική δραστηριότητα των φύλλων σε συνδυασμό με τη συγκέντρωση των σακχάρων στα φύλλα και στους καρπούς. Ταυτόχρονα, πραγματοποιήθηκαν συσχετίσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών, με σκοπό τη μελέτη των διεργασιών της ωρίμανσης και την εκτίμηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών σε διαφορετικά στάδια ωριμότητας.

Κατά την ωρίμανση των καρπών η φωτοσυνθετική δραστηριότητα των φύλλων, εκτιμώμενη ως πρόσληψη CO<sub>2</sub>, εμφάνισε μία τάση μείωσης, αν και στατιστικά μη σημαντική, ενώ η στοματική αγωγιμότητα εκτιμήθηκε σε παρόμοια σταθερά επίπεδα. Οι τιμές της γλυκόζης (GLU) και της σακχαρόζης (SUC) μειώθηκαν στα φύλλα και στους καρπούς, κατά την αλλαγή του χρώματος του φλοιού από πράσινο (δείκτης ωριμότητας, MI ~1) σε 'κερασί' (MI ~4). Οι τιμές της φρουκτόζης (FRU) μειώθηκαν στα φύλλα, σταδιακά κατά την ωρίμανση, και αυξήθηκαν στους καρπούς με MI ~4, ενώ οι τιμές της μαννιτόλης (MAN) αυξήθηκαν στα φύλλα και μειώθηκαν στους καρπούς, στο τέλος της ωρίμανσης κατά την αλλαγή του MI από 4 σε 7. Στενή θετική σχέση με υψηλό συντελεστή συσχέτισης παρατηρήθηκε μεταξύ της MAN των φύλλων και της ελαιοπεριεκτικότητας των καρπών, ενώ αρνητικές συσχετίσεις με υψηλούς συντελεστές παρατηρήθηκαν μεταξύ της ελαιοπεριεκτικότητας και όλων των υπόλοιπων σακχάρων των φύλλων και των καρπών, εκτός της FRU των καρπών.

Το χρώμα του φλοιού άλλαξε από πράσινο σε 'κερασί' και μετέπειτα σε μαύρο – ιώδες. Ταυτόχρονα με την εκτίμηση του MI σε τιμές ~7, κατά τα τελευταία στάδια της ωρίμανσης, άλλαξε και το χρώμα της σάρκας από λευκό σε ιώδες (οπτική εκτίμηση). Η ένταση της αναπνοής των καρπών αυξήθηκε σταδιακά κατά την ωρίμανση και παρατηρήθηκε έκλυση αιθυλενίου, σε μετρήσιμες τιμές, όταν άρχισε η εμφάνιση κόκκινων περιοχών στο φλοιό. Η ελαιοπεριεκτικότητα αυξήθηκε κατά την ωρίμανση και η μεγαλύτερη αύξηση σημειώθηκε κατά την αλλαγή του MI από 1 σε 4. Επιπλέον, αυξήθηκε το λινελαϊκό οξύ και μειώθηκε το ελαϊκό (OL) και το παλμιτικό, οι μεταβολές αυτές οδήγησαν στην αύξηση των πολύ-ακόρεστων λιπαρών οξέων και του λόγου  $\omega$ -6/ $\omega$ -3.

Οι περισσότερες αντιοξειδωτικές ουσίες μειώθηκαν κατά την ωρίμανση των καρπών, εκτός της υδροξυτυροσόλης που αυξήθηκε. Η συγκέντρωση της ελευρωπαΐνης μειώθηκε σταδιακά καθ' όλη τη διάρκεια της ωρίμανσης και οι χαμηλότερες τιμές της σημειώθηκαν όταν οι ελιές είχαν MI ~7. Ωστόσο, η μείωση της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών ουσιών (TP), της ολικής αντιοξειδωτικής

ικανότητας (TAC) και της  $\alpha$ -τοκοφερόλης συνέπεσε με την αλλαγή του χρώματος του φλοιού από πράσινο σε 'κερασί' και διατηρήθηκε σε παρόμοια σταθερά επίπεδα για το υπόλοιπο της ωρίμανσης.

Επιπρόσθετα, πραγματοποιήθηκαν προσυλλεκτικές επεμβάσεις με MAN (50 και 100 mg L<sup>-1</sup>), που αύξησαν την ελαιοπεριεκτικότητα και ταυτόχρονα μείωσαν τα επίπεδα των TP και της TAC.

Συμπερασματικά, όταν οι ελιές συγκομιστούν πρώιμα σε πράσινο στάδιο (MI ~1), τα επίπεδα των αντιοξειδωτικών ουσιών, καθώς και το ποσοστό OL, είναι υψηλά. Ωστόσο, οι ελιές σε προχωρημένο στάδιο ωριμότητας, MI 4 – 7, παρουσιάζουν υψηλότερα επίπεδα ελαιοπεριεκτικότητας και χαμηλότερα σε ολικές αντιοξειδωτικές ουσίες. Συσχετίσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών που μελετήθηκαν, καθώς και οι αναλύσεις των κυρίων συνιστωσών υποστήριξαν τα παραπάνω, ενώ δίνεται η δυνατότητα επιλογής και καθορισμού σταδίων συγκομιδής που πληρούν καλό συνδυασμό ποιοτικών χαρακτηριστικών.

## 1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

### 1.1.1. Γενική σύσταση ελαιόκαρπου

Από βοτανικής άποψης ο καρπός της ελιάς κατηγοριοποιείται ως δρύπη και αποτελείται από το εξωκάρπιο, το μεσοκάρπιο και το ενδοκάρπιο, στο οποίο περικλείονται ένα ή πολύ σπάνια δύο σπέρματα. Το μεσοκάρπιο καταλαμβάνει το 70-90% του συνολικού βάρους του καρπού, το ενδοκάρπιο το 9-27% και το σπέρμα 2-3%. Όταν ο καρπός έχει φτάσει στο κατάλληλο στάδιο συγκομιδής για την εξαγωγή ελαιόλαδου η σύσταση του μεσοκαρπίου είναι περίπου 60% υγρασία (νερό), 30% λάδι, 4% σάκχαρα, 3% πρωτεΐνες και το υπόλοιπο ποσοστό αποτελείται κυρίως από φυτικές ίνες και ανόργανα στοιχεία. Την ίδια περίοδο η σύσταση του ενδοκαρπίου είναι 10% υγρασία, 30% κυτταρίνη, 40% λιγνίνη και άλλοι δομικοί υδατάνθρακες και περίπου 1% λάδι, ενώ η σύσταση του σπέρματος είναι 30% υγρασία, 27% λάδι, 27% υδατάνθρακες και 10% πρωτεΐνες (Connor and Fereres, 2005; Ποντίκης, 2000).

### 1.1.2. Βιοσύνθεση σακχάρων

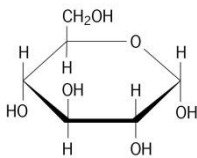
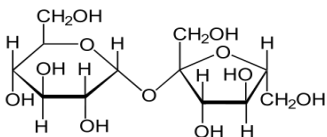
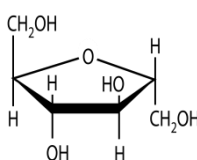
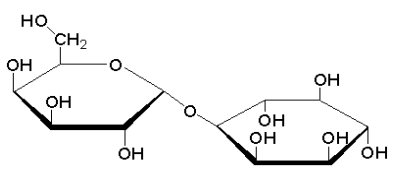
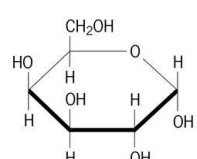
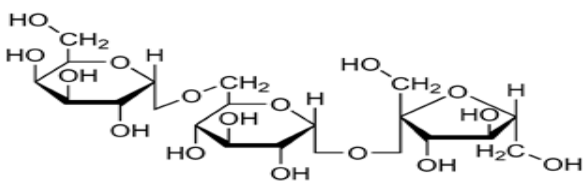
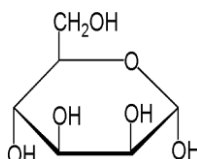
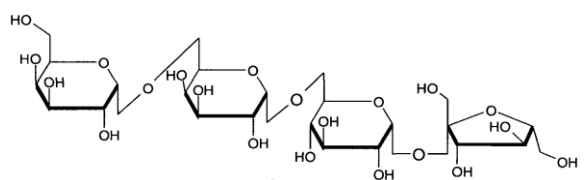
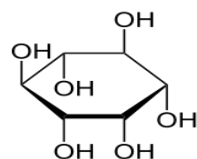
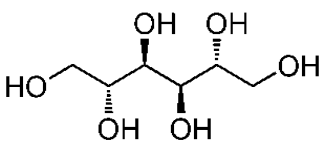
Η ελιά είναι ένα από τα λίγα φυτικά είδη που είναι ικανά να συνθέσουν τόσο πολυόλες (όπως η μαννιτόλη) όσο και ολιγοσακχαρίτες (όπως η ραφινόζη και η σταχυόζη), επιπλέον της σακχαρόζης, ως τελικά προϊόντα της φωτοσύνθεσης. Οι παραπάνω υδατάνθρακες είναι δυνατόν να μεταφερθούν από τα φύλλα στους καρπούς για να εκπληρωθούν οι μεταβολικές ανάγκες για τη βιοσύνθεση του λαδιού (Sanchez and Harwood, 2002). Αναλυτικά, η σακχαρόζη και η γαλακτινόλη συντίθενται στα κύτταρα του μεσοφύλλου και διαχέονται στα συνοδά κύτταρα, όπου χρησιμοποιούνται για τη σύνθεση της ραφινόζης και της σταχυόζης, οι οποίες μεταφέρονται στο φλοιώμα με τη βοήθεια των πλασμοδεσμάτων. Ο τρόπος μεταφοράς της MAN από τα κύτταρα του μεσοφύλλου στα συνοδά και μετά στο φλοιώμα δεν έχει διευκρινιστεί ακόμα. Έχει προταθεί όμως ότι είναι δυνατόν να μεταφέρεται και συμπλαστικά και αποπλαστικά. Η εισαγωγή των προϊόντων της φωτοσύνθεσης από το φλοιώμα στα κύτταρα του μεσοκαρπίου γίνεται είτε διαμέσου πλασμοδεσμάτων ή με τη μεσολάβηση ειδικών πρωτεϊνικών φορέων σακχάρων (Conde *et al.*, 2008). Η μετακίνηση των υδατανθράκων από τα κύτταρα του μεσοφύλλου στα κύτταρα του μεσοκαρπίου παρουσιάζεται στο Σχήμα 1.1.

Ο αναπτυσσόμενος καρπός απαιτεί συνεχή τροφοδότηση σακχάρων και ανταγωνίζεται επιτυχώς την βλάστηση στην απορρόφηση τόσο των προϊόντων της φωτοσύνθεσης όσο και των αποθηκευμένων υδατανθράκων σε διάφορα σημεία του δένδρου, με προτίμηση τα φύλλα που βρίσκονται στον ίδιο βλαστό με αυτόν (Proietti *et al.*, 2006). Επίσης, οι αναπτυσσόμενοι καρποί της ελιάς περιέχουν χλωροπλάστες ικανούς να φωτοσυνθέσουν. Με αυτόν τον τρόπο ο καρπός συνεισφέρει σε ένα μικρό

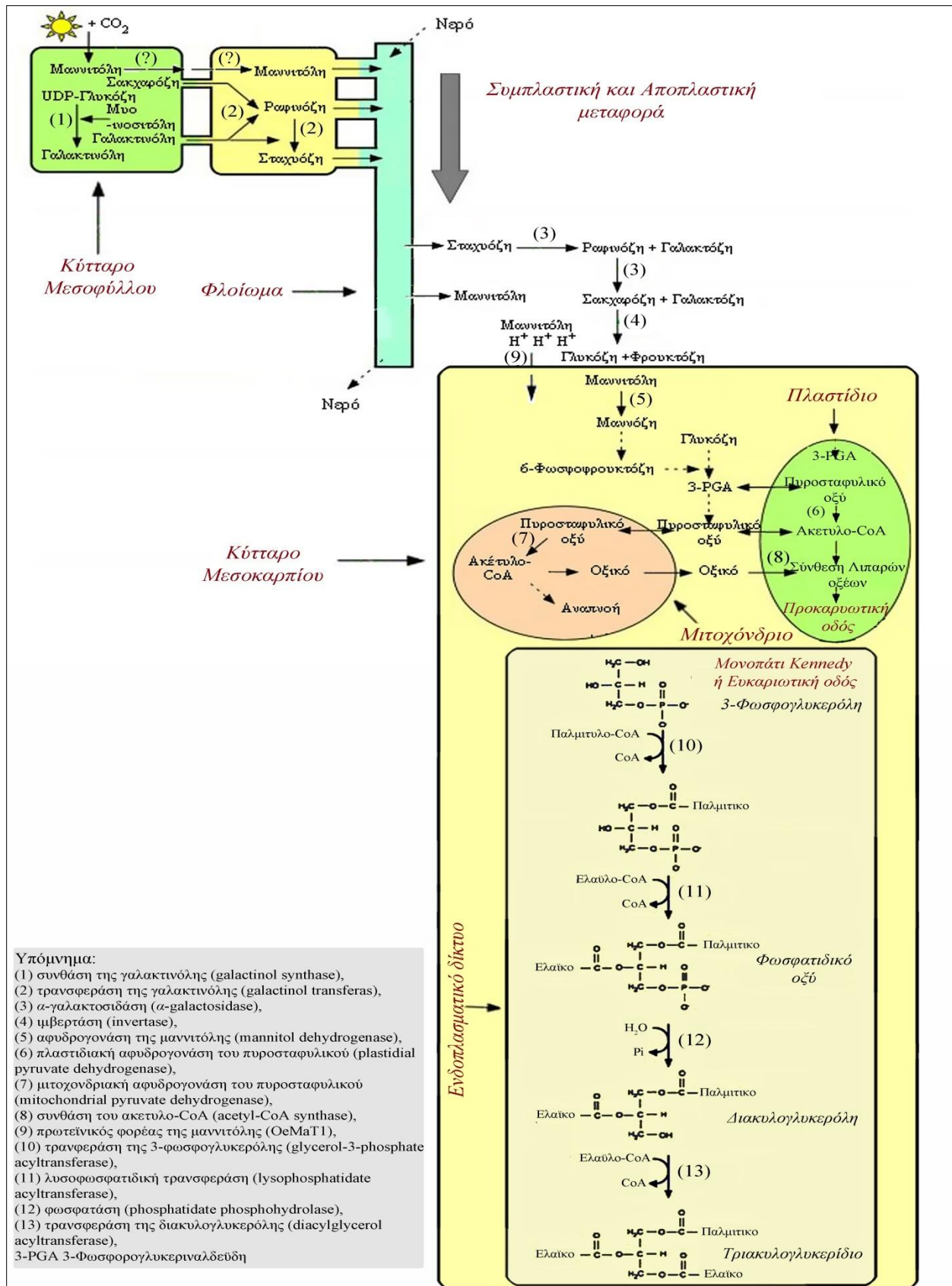
ποσοστό στην οικονομία του άνθρακα του φυτού χρησιμοποιώντας τα προϊόντα και της δικής του φωτοσυνθετικής δραστηριότητας για τη βιοσύνθεση των λιπαρών οξέων (Sanchez and Harwood, 2002).

Τα σάκχαρα αποτελούν τις πρόδρομες ουσίες τόσο για τη βιοσύνθεση των λιπιδίων όσο και για τη βιοσύνθεση προϊόντων του δευτερογενούς μεταβολισμού, όπως είναι οι φαινολικές και οι πτητικές ουσίες, που είναι υπεύθυνες, σε ένα βαθμό, για τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του λαδιού και τις ευεργετικές του ιδιότητες για την ανθρώπινη υγεία (Conde *et al.*, 2008). Κατά συνέπεια, το μέγεθος της παραγωγής και η ποιότητα του ελαιόλαδου είναι πιθανό να επηρεάζονται έμμεσα τόσο από την ποσότητα των σακχάρων όσο και από το προφίλ τους (Bianco *et al.*, 2013).

**Πίνακας 1.1.** Χημική δομή των σακχάρων που απαντώνται στους ιστούς της ελιάς.

Σάκχαρο	Δομή	Σάκχαρο	Δομή
Γλυκόζη		Σακχαρόζη	
Φρουκτόζη		Γαλακτινόλη	
Γαλακτόζη		Ραφινόζη	
Μαννόζη		Σταχυόζη	
Μυο- ινοσιτόλη		Μαννιτόλη	
	Δισακχαρίτες		
	Ολιγοσακχαρίτες		
	Πολύολη		





**Σχήμα 1.1.** Σχηματική απεικόνιση της μετακίνησης των προϊόντων της φωτοσύνθεσης και της βιοσύνθεσης των λιπιδίων στην ελιά (προσαρμογή από Conde *et al.*, 2008).

### 1.1.3. Βιοσύνθεση λιπαρών οξέων και τριγλυκεριδίων

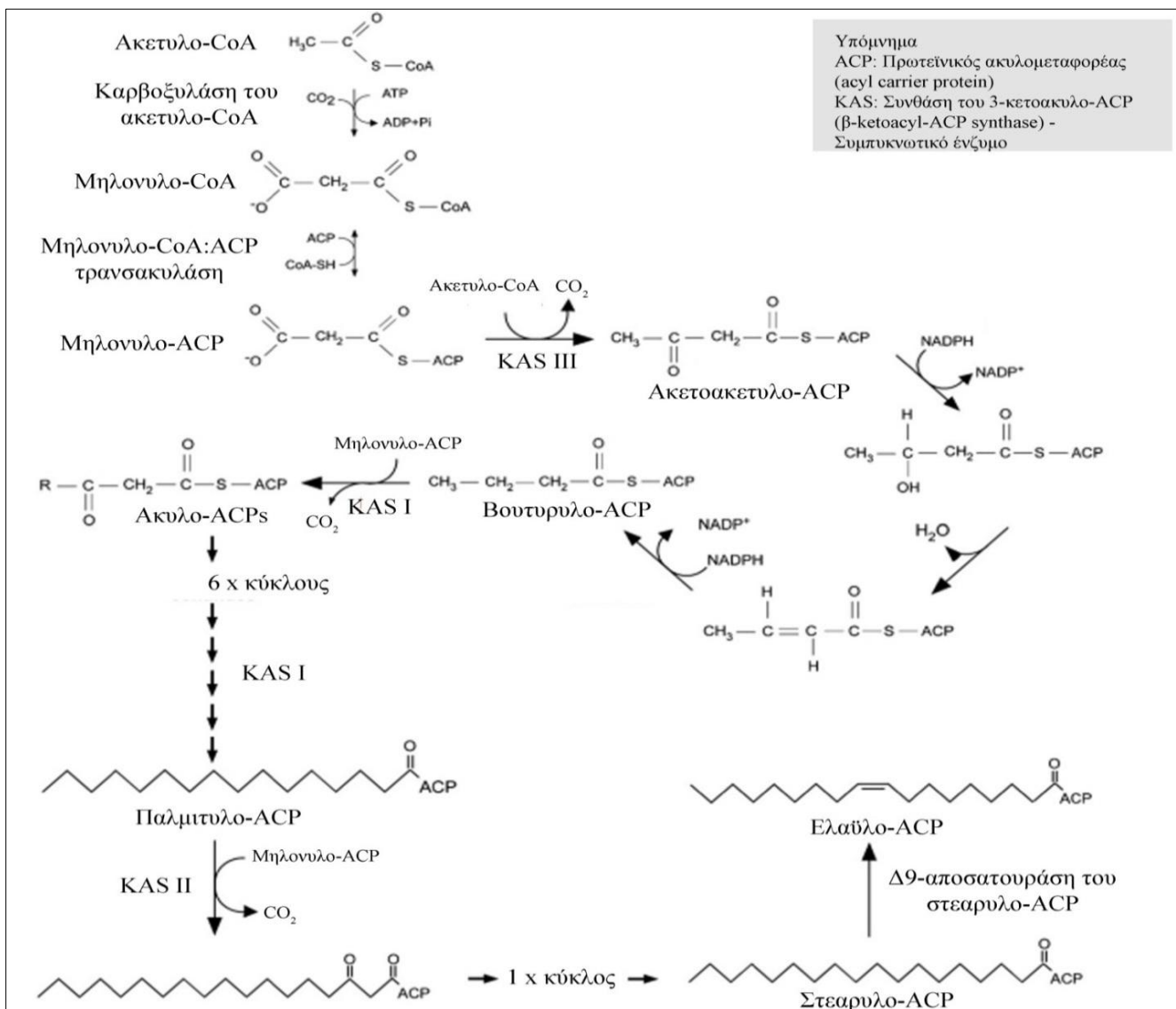
Η βιοσύνθεση των λιπαρών οξέων λαμβάνει χώρα στα πλαστίδια των κυττάρων, κυρίως του μεσοκαρπίου, και παρουσιάζει μεγάλες ομοιότητες με τον μεταβολισμό των λιπαρών οξέων στα βακτήρια (Harwood, 1996). Η πρόδρομη ουσία για τη *de novo* σύνθεση των λιπαρών οξέων είναι το ακετυλο-συνένζυμο Α (Coenzyme A, CoA), το οποίο συντίθεται από το πυροσταφυλικό οξύ. Το πυροσταφυλικό οξύ προέρχεται κυρίως από δύο μονοπάτια, είτε μέσω της γλυκόλυσης στα πλαστίδια, ή παράγεται στα μιτοχόνδρια κατά τη διαδικασία της αναπνοής και μεταφέρεται στα πλαστίδια όπου και ενεργοποιείται (Σχήμα 1.1). Στη συνέχεια, το ακετυλο-CoA μετά από καρβοξυλίωση με τη δράση της καρβοξυλάσης του ακετυλο-CoA μετατρέπεται σε μηλονυλο-CoA. Η μετατροπή του ακετυλο-CoA σε μηλονυλο-CoA είναι μη-αναστρέψιμη και η ενεργότητα της καρβοξυλάσης του ακετυλο-CoA βρίσκεται υπό αυστηρό έλεγχο, διότι αυτή καθορίζει τη ροή του άνθρακα στα λιπαρά οξέα. Η καθοριστική αντίδραση της σύνθεσης των λιπαρών οξέων είναι η επιμήκυνση μιας ακυλο-αλυσίδας 'εκκινητή' με δύο άτομα άνθρακα, τα οποία παρέχει το μηλονυλο-ACP (πρωτεϊνικός ακυλομεταφορέας, Acyl Carrier Protein, ACP) (Sanchez and Harwood, 2002). Η αντίδραση συμπύκνωσης για τη δημιουργία ενός νέου δεσμού C – C καταλύεται από τη συνθάση του 3-κετοακυλο-ACP ( $\beta$ -ketoacyl-ACP synthase, KAS), που ονομάζεται κοινώς συμπυκνωτικό ένζυμο. Όλα τα φυτά περιέχουν τρία ισοένζυμα KAS (I, II και III), το καθένα από τα οποία διακρίνεται για την εξειδίκευση του ως προς το υπόστρωμα. Τα τελικά προϊόντα της KAS είναι συνήθως ένα μείγμα παλμιτικού και στεαρικού οξέος (Σχήμα 1.2) (Γκάνη - Σπυροπούλου, 2003).

Το πρώτο βήμα για το σχηματισμό του ελαιϊκού οξέος, του μεγαλύτερου ποσοτικά συστατικού του ελαιόλαδου, είναι ο αποκορεσμός του στεαρικού οξέος που καταλύεται από τη  $\Delta 9$ -αποσατουράση του στεαρυλο-ACP (stearoyl-ACP  $\Delta 9$ -desaturase). Η ενεργότητα του ενζύμου αυτού στα πλαστίδια είναι πολύ υψηλή (Σχήμα 1.2) (Conde *et al.*, 2008). Το πλήρους μήκους cDNA που κωδικοποιεί τη  $\Delta 9$ -αποσατουράση του στεαρυλο-ACP της ελιάς έχει κλωνοποιηθεί και η έκφραση του γονιδίου έδειξε να αυξάνεται κατά την ανάπτυξη του καρπού, συγκεκριμένα μετά τη 13<sup>η</sup> εβδομάδα από την άνθηση, και η αύξηση αυτή συμπίπτει χρονικά με την σύνθεση του ελαιϊκού οξέος (Haralampidis *et al.*, 1998).

Στον καρπό της ελιάς, όπως και στους περισσότερους φυτικούς ιστούς, το 16:0-ACP και το 18:1 <sup>$\Delta 9$</sup> -ACP αποτελούν τα κυριότερα προϊόντα της δράσης της  $\Delta 9$ -αποσατουράσης του στεαρυλο-ACP κατά τη σύνθεση των λιπαρών οξέων στα πλαστίδια. Τα προϊόντα αυτά είτε χρησιμοποιούνται απευθείας για τη σύνθεση λιπιδίων μέσα στα πλαστίδια (Προκαρυωτική οδός) ή, με τη δράση θειοεστερασών, υδρολύονται στο στρώμα των πλαστιδίων σε ελεύθερα λιπαρά οξέα, τα οποία μεταφέρονται εκτός των πλαστιδίων με τη μορφή εστέρων του CoA, με έναν άγνωστο μηχανισμό. Οι εστέρες αυτοί ενσωματώνονται στα λιπίδια του ενδοπλασματικού δικτύου από ένα ανεξάρτητο σύνολο ακυλοτρανσφερασών (Ευκαρυωτική οδός ή μονοπάτι του Kennedy). Οι δύο αυτές οδοί οδηγούν στην

οργάνωση των λιπαρών οξέων σε τριακυλογλυκερίδια (Σχήμα 1.1) (Sanchez and Harwood, 2002; Γκάνη - Σπυροπούλου, 2003).

Τέλος, τα τριακυλογλυκερίδια στην υδατική φάση του θεμελιώδους κυτταροπλάσματος σχηματίζουν σφαιρικούς σχηματισμούς, τα ελαιosώματα. Τα ελαιosώματα περιβάλλονται από μία σειρά φωσφολιπιδίων, σχηματίζοντας μία φωσφολιπιδική μεμβράνη στο εσωτερικό της οποίας βρίσκονται τα τριακυλογλυκερίδια. Η μεμβράνη αυτή ενώνεται με τις ελαιosίνες, πρωτεΐνες που είναι υπεύθυνες για το σχηματισμό του ορίου που διαχωρίζει τα τριγλυκερίδια από το υδατικό περιβάλλον του κυτταροπλάσματος και ταυτόχρονα εμποδίζει τη συνένωση δύο ελαιosωμάτων (Γκάνη - Σπυροπούλου, 2003).



**Σχήμα 1.2.** Σχηματική απεικόνιση της σύνθεσης των λιπαρών οξέων στην ελιά (προσαρμογή από Sanchez και Harwood, 2002).

#### 1.1.4. Βιοσύνθεση φαινολικών ουσιών

Φαινολικές ενώσεις καλούνται οι οργανικές ενώσεις που περιέχουν στο μόριό τους μία ή περισσότερες ομάδες υδροξυλίου (OH) συνδεδεμένες με έναν τουλάχιστον αρωματικό δακτύλιο (C<sub>6</sub>). Τα παράγωγα των φαινολικών ενώσεων είναι δυνατόν να προκύψουν μέσω αντιδράσεων συμπύκνωσης, προσθήκης ή πολυμερισμού του βασικού αρωματικού δακτυλίου. Ένας συνήθης τρόπος ταξινόμησής τους είναι βάσει του αριθμού των ατόμων άνθρακα στο μόριό τους (Πίνακας 1.2) (Goodwin and Mercer, 1983; Καραμπουρνιώτης, 2003).

**Πίνακας 1.2.** Ταξινόμηση φαινολικών ενώσεων βάσει του αριθμού ατόμων άνθρακα στο σκελετό τους.

Βασικός ανθρακικός σκελετός	Κατηγορία φαινολικών ουσιών
C <sub>6</sub>	Απλά φαινολικά (Απλές φαινόλες)
C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub>	Παράγωγα υδροξυβενζοϊκού (Φαινολικά οξέα και αλδεΐδες)
C <sub>6</sub> -C <sub>2</sub>	Ακετοφαινόνες, Παράγωγα οξικού φαινυλίου
C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub>	Παράγωγα υδροξυκινναμικού φαινυλοπροπανίου
C <sub>6</sub> -C <sub>4</sub>	Ναφθοκινόνες
C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub> -C <sub>6</sub>	Ξανθόνες
C <sub>6</sub> -C <sub>2</sub> -C <sub>6</sub>	Στυλβένια, Ανθρακινόνες
C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> -C <sub>6</sub>	Φλαβονοειδή
[C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> ] <sub>2</sub>	Λιγνάνες, Νεολιγνάνες
[C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> -C <sub>6</sub> ] <sub>2</sub>	Διφλαβονοειδή
[C <sub>6</sub> ] <sub>n</sub>	Μελανίνες της κατεχόλης
[C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub> ] <sub>n</sub> :Glc	Υδρολυόμενες ταννίνες
[C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> ] <sub>n</sub>	Λιγνίνες
[C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> -C <sub>6</sub> ] <sub>n</sub>	Ταννίνες

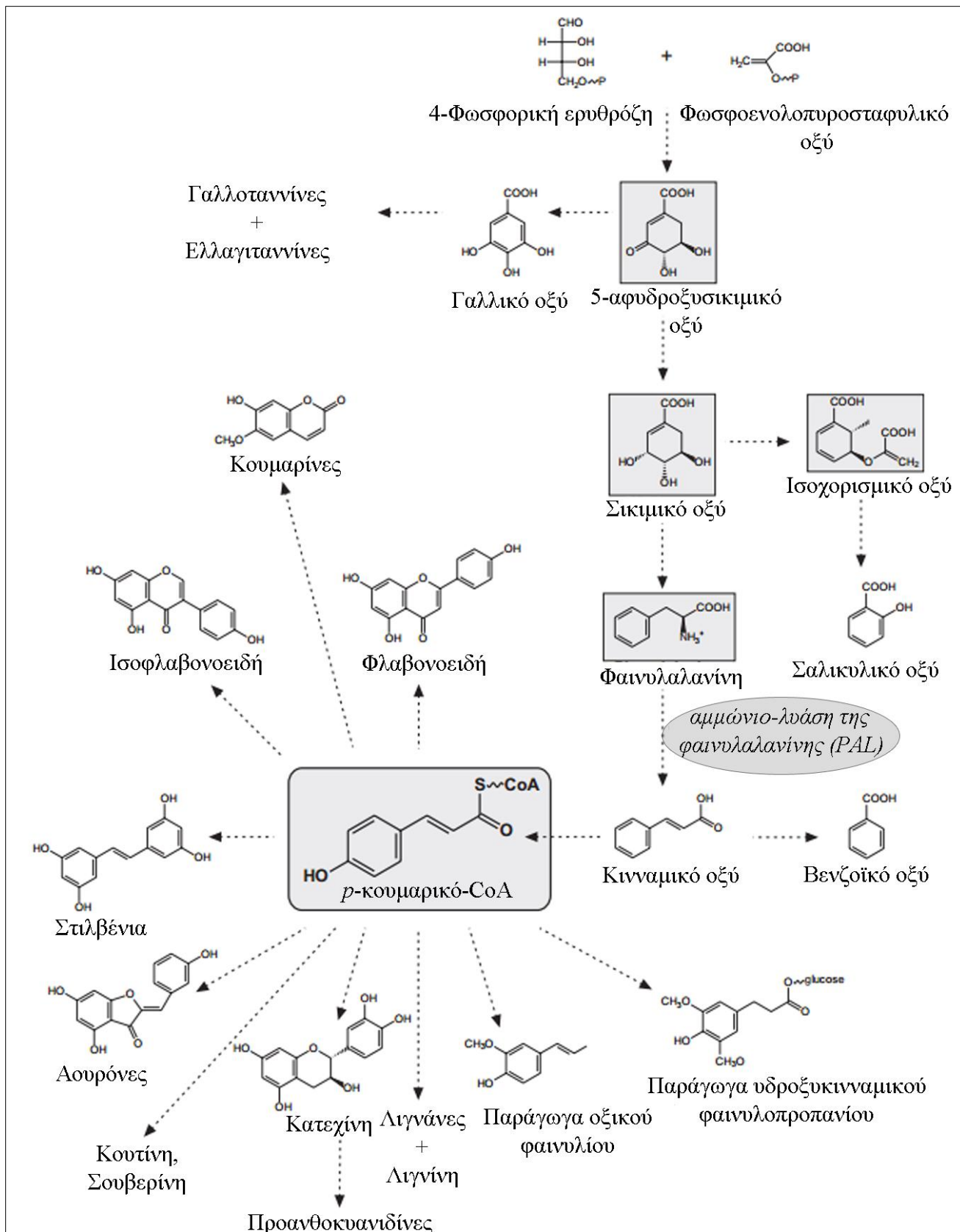
Οι φαινολικές ενώσεις που απαντώνται στους φυτικούς ιστούς είναι δευτερογενείς μεταβολίτες που βιοσυντίθενται από το μονοπάτι του σικιμικού οξέος και το μονοπάτι των φαινυλοπροπανοειδών (Σχήμα 1.4). Το μονοπάτι του σικιμικού διαιρείται σε τρία στάδια και οδηγεί στο σχηματισμό των τριών αρωματικών αμινοξέων φαινυλαλανίνη, τυροσίνη και τρυπτοφάνη. Κατά το πρώτο στάδιο μέσω μιας αντίδρασης συμπύκνωσης και κατόπιν κυκλοποίηση παράγεται το σικιμικό οξύ. Στο δεύτερο στάδιο από το σικιμικό οξύ παράγεται το ισόχορισμικό οξύ, το οποίο αποτελεί πρόδρομη ένωση για πολλούς δευτερογενείς μεταβολίτες, όπως το σαλυκιλικό οξύ. Στο τρίτο στάδιο από το σικιμικό οξύ παράγεται η φαινυλαλανίνη, η οποία αποτελεί την πρόδρομη ένωση για τη βιοσύνθεση των περισσότερων

φαινολικών ενώσεων. Η σύνδεση μεταξύ της φαινυλαλανίνης και του δευτερογενούς μεταβολισμού των φαινυλοπροπανοειδών ελέγχεται από το ένζυμο αμμώνιο-λυάση της φαινυλαλανίνης (PAL, Phenylalanine Ammonia-Lyase). Η PAL καταλύει τη μη οξειδωτική από-αμμίνωση της φαινυλαλανίνης και έτσι σχηματίζεται το κινναμικό οξύ από το οποίο στη συνέχεια προκύπτει το *p*-κουμαρικό οξύ και έπειτα μέσω διαφόρων μεταβολικών μονοπατιών παράγονται οι περισσότερες φαινολικές ενώσεις (Goodwin and Mercer, 1983; Vermerris and Nicholson, 2008; Vogt, 2010; Καραμπουρνιώτης, 2003).

Τα τελευταία χρόνια μελετώνται ιδιαίτερα οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των φαινολικών ενώσεων, καθώς ορισμένες από αυτές φαίνεται να έχουν μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα από πολλά άλλα αντιοξειδωτικά (Robards *et al.*, 1999). Οι φαινολικές ενώσεις αποτελούν σημαντικό χαρακτηριστικό ποιότητας των φυτικών προϊόντων, ενώ παράλληλα επηρεάζουν τα οργανοληπτικά και άλλα ποιοτικά χαρακτηριστικά (Tomás-Barberán and Espín, 2001).

Η σημασία των φαινολικών ουσιών στους καρπούς της ελιάς είναι μεγάλη λόγω της προστασίας που προσφέρουν στο ελαιόλαδο από οξειδώσεις και λόγω της επιρροής τους στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των τελικών προϊόντων της ελιάς (García *et al.*, 2001; Gutiérrez *et al.*, 2000; Morelló *et al.*, 2005). Οι φαινολικές ενώσεις που απαντώνται στην ελιά στις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις είναι τα σεκοϊριδοειδή και συγκεκριμένα η ελευρωπαΐνη (OLE) και το λίκστροσαϊντ. Το τελευταίο δεν είναι φαινολική ένωση αλλά εκχυλίζεται μαζί με τα φαινολικά για το λόγο αυτό κατατάσσεται σε αυτήν την κατηγορία. Η OLE και το λίκστροσαϊντ είναι εστέρες του ελενολικού οξέος με την υδροξυτυροσώλη (HT) (2-(3,4-δυ-υδροξυφαινυλ)αιθανόλη) και την τυροσώλη (TYR) 2-(4- υδροξυφαινυλ)αιθανόλη), αντίστοιχα (Ryan and Robards, 1998). Μία άλλη φαινολική ένωση που απαντάται σε σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις είναι ο βερμπασκοζίτης (VER), ο οποίος είναι το κύριο προϊόν του μονοπατιού του υδροξυκιναμικού οξέος στην ελιά. Επίσης, απαντώνται στον καρπό τα φαινολικά οξέα τυροσώλη (TYR) και υδροξυτυροσώλη (HT) και τα φλαβονοειδή ρουτίνη (RUT), γλυκοζίτης-7 της λουτεολίνης (LUT-7), γλυκοζίτης-7 της απιγενίνης, λουτεολίνη (LUT), κερσετίνη (QUER) κ.α. (Motilva *et al.*, 2000).

Οι τοκοφερόλες είναι οι ισομορφές τις Βιταμίνης E και είναι λιποδιαλυτές φαινολικές ενώσεις μεγάλου μοριακού βάρους. Η  $\alpha$ -τοκοφερόλη ( $\alpha$ -TOC) είναι μακράν η πιο επικρατής ποσοτικά ισομορφή στη λιπαρή φάση του καρπού, ενώ η  $\beta$ - και η  $\gamma$ -τοκοφερόλη απαντώνται σε ίχνη (Beltrán *et al.*, 2005). Επιπλέον της αντιοξειδωτικής τους δράσης για τον ανθρώπινο οργανισμό, οι τοκοφερόλες δρουν συνεργιστικά με τα υπόλοιπα φαινολικά παρεμποδίζοντας την οξείδωση του λαδιού κατά την αποθήκευση.



**Σχήμα 1.3.** Σχηματική απεικόνιση της βιοσυνθετικής οδού του σικιμικού οξέος (ενώσεις σε γκρι σκίαση) και παράγωγα της οδού των φαινυλοπροπανοειδών (προσαρμογή από Vogt, 2010).

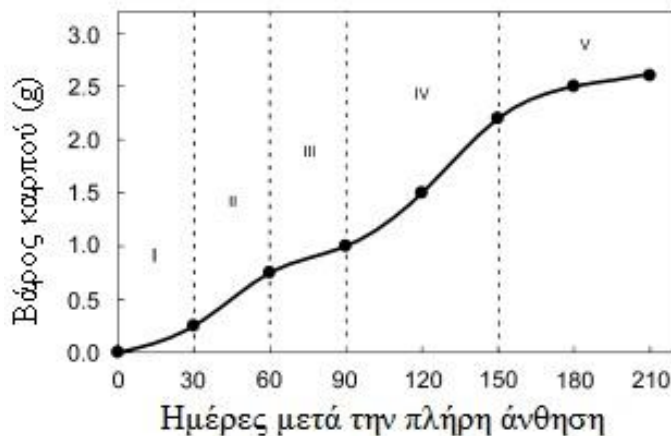
### 1.1.5. Ανάπτυξη και ωρίμανση του ελαιόκαρπου

Κατά την ανάπτυξη των καρπών λαμβάνουν χώρα αλλαγές στο μέγεθος, στη σύσταση, στο χρώμα, στην υφή, στη γεύση και στην ευαισθησία από προσβολές. Η ανάπτυξη και η ωρίμανση του ελαιόκαρπου είναι ένας συνδυασμός βιοχημικών και φυσιολογικών αλλαγών, οι οποίες βρίσκονται κάτω από αυστηρό γενετικό έλεγχο, αλλά επηρεάζονται και από τις περιβαλλοντικές συνθήκες (Connor and Fereres, 2005). Η αύξηση του ελαιόκαρπου ακολουθεί τη διπλή σιγμοειδή καμπύλη, διαρκεί περισσότερο από 5 μήνες και περιλαμβάνει 5 στάδια (Σχήμα 1.5). Τα στάδια είναι τα εξής: (I) γονιμοποίηση και καρπόδεση, διαρκεί από την άνθηση μέχρι και 30 ημέρες μετά, και περιλαμβάνει κυτταροδιαίρεσεις που προωθούν την αύξηση του εμβρίου, (II) ανάπτυξη του σπέρματος, μία περίοδος έντονων κυτταροδιαίρεσεων και μεγέθυνσης των κυττάρων του ενδοκαρπίου και ελάχιστη ανάπτυξη του μεσοκαρπίου, (III) σκλήρυνση του ενδοκαρπίου, μία περίοδος βραδείας ανάπτυξης όπου λαμβάνει χώρα η σκλήρυνση του πυρήνα, (IV) ανάπτυξη του μεσοκαρπίου, περιλαμβάνει τη μεγέθυνση των κυττάρων του μεσοκαρπίου και αρχίζει η συσσώρευση του λαδιού, και (V) ωρίμανση του καρπού, όπου παρατηρούνται αλλαγές του χρώματος και της υφής και συνεχίζεται η συσσώρευση του λαδιού (Conde *et al.*, 2008; Lavee, 1996; Therios, 2009; Ποντίκης, 2000).

Ωστόσο το στάδιο (V) διαρκεί για μεγάλο χρονικό διάστημα στην ελιά, σε αντίθεση με άλλα φρούτα που η ανάπτυξή τους ακολουθεί τη διπλή σιγμοειδή καμπύλη, όπως το ροδάκινο και το σύκο. Οι αλλαγές στα χαρακτηριστικά των ελιών που συμβαίνουν κατά την περίοδο του σταδίου (V) είναι μεγάλες. Οι τιμές των χαρακτηριστικών των καρπών καθορίζουν και την κατάλληλη εποχή συγκομιδής σε συνδυασμό με την ποικιλία, καθώς και τη μετέπειτα χρήση. Στην αρχή του σταδίου της ωρίμανσης το χρώμα του φλοιού αλλάζει από σκούρο σε ανοικτό πράσινο, αρχίζει η διεργασία του γαλακτώματος των ελιών και παρατηρείται μία πρώτη μείωση της συνεκτικότητας. Στην αρχή αυτού του σταδίου, που αναφέρεται ως ‘πράσινη ωρίμανση’ συγκομίζονται οι πράσινες ελιές που προορίζονται για επιτραπέζια χρήση και εμπορεύονται ως ‘Ισπανικού τύπου’, π.χ. πράσινες ώριμες ελιές ποικιλίας Κονσερβολιάς (Tsantili *et al.*, 2012). Στη συνέχεια, η αλλαγή του χρώματος του φλοιού συνεχίζεται και εμφανίζονται περιοχές κόκκινου χρώματος σε μέρος του φλοιού, λόγω της βιοσύνθεσης και της συσσώρευσης των ανθοκυανών. Οι ανθοκυάνες είναι υπεύθυνες το ‘κερασί’ και μετέπειτα σε ιώδες – μαύρο χρώμα των ελιών (Shulman *et al.*, 1974). Παράλληλα οι διεργασίες του μαλακώματος προχωρούν με έντονο ρυθμό, τόσο σε ταχύτητα όσο και σε μέγεθος. Όταν ο φλοιός αποκτήσει ομοιόμορφο ιώδες – μαύρο χρώμα και πριν αρχίζει η αλλαγή του χρώματος της σάρκας από λευκό σε ιώδες, είναι ο κατάλληλος χρόνος συγκομιδής των ελιών που προορίζονται για την παραγωγή λαδιού. Στο στάδιο αυτό η σύσταση της λιπαρής φάσης σε λιπαρά οξέα είναι η επιθυμητή και η αντιοξειδωτική ικανότητα των καρπών είναι υψηλή. Όταν ξεπεραστεί αυτό το στάδιο και οι ελιές υπερωριμάσουν, δηλαδή αποκτήσουν μαύρο – ιώδες χρωματισμό και στη σάρκα, η ποιότητα του παραγόμενου ελαιόλαδου υποβαθμίζεται σημαντικά



(Dag *et al.*, 2011). Επίσης, στο στάδιο αυτό συγκομίζονται και οι ελιές των επιτραπέζιων ποικιλιών όπως η ‘Καλαμών’ που οι καρποί της εμπορεύονται ως ‘Ελληνικού τύπου – Φυσικά ώριμες μαύρες ελιές’ (Tsantili, 2014).



**Σχήμα 1.4.** Τα πέντε στάδια ανάπτυξης του ελαιόκαρπου κατά Lavee (1996).

Για να καθοριστεί το κατάλληλο στάδιο ωριμότητας για τις ελιές κάθε ποικιλίας, ανάλογα με τη χρήση (επιτραπέζια ή ελαιοποιήσιμη) και προκειμένου να επιτευχθεί η επιθυμητή ποιότητα του τελικού προϊόντος έχει προταθεί η χρήση του Δείκτη Ωριμότητας (MI, Maturity Index). Για τον υπολογισμό του MI σε ένα δεδομένο δείγμα οι ελιές που το αποτελούν χωρίζονται σε 8 κατηγορίες ανάλογα με το χρώμα του φλοιού και της σάρκας τους (Vossen, 2006).

1. Κατηγορία 0: το χρώμα του φλοιού είναι σκούρο πράσινο και η υφή του καρπού πολύ συνεκτική.
2. Κατηγορία 1: το χρώμα του φλοιού είναι ανοικτό πράσινο και ο καρπός αρχίζει να μαλακώνει.
3. Κατηγορία 2: < 50 % της επιφάνειας του καρπού έχει αποκτήσει κόκκινο (κερασί) ή ανοικτό ιώδες χρωματισμό.
4. Κατηγορία 3: > 50 % της επιφάνειας του καρπού έχει αποκτήσει κόκκινο (κερασί) ή ανοικτό ιώδες χρωματισμό.
5. Κατηγορία 4: το χρώμα του φλοιού είναι ιώδες ή μαύρο και το χρώμα της σάρκας λευκό.
6. Κατηγορία 5: το χρώμα του φλοιού είναι ιώδες ή μαύρο και < 50 % της σάρκας είναι ιώδες.
7. Κατηγορία 6: το χρώμα του φλοιού είναι ιώδες ή μαύρο και > 50 % της σάρκας είναι ιώδες.
8. Κατηγορία 7: το χρώμα του φλοιού είναι ιώδες ή μαύρο και της σάρκας ιώδες.



### **1.1.6. Σύσταση και χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου**

Το ελαιόλαδο είναι το μοναδικό φυτικό λάδι το οποίο δεν υφίσταται επεξεργασία διότι εξάγεται από τους καρπούς με μηχανική πίεση και όχι με χημική εκχύλιση, όπως συμβαίνει με τα φυτικά λάδια που προέρχονται από σπόρους. Κατά συνέπεια δεν απαιτείται βίαιη μεταχείριση των καρπών για την εξαγωγή του λαδιού, όπως υψηλή θερμοκρασία ή εκχύλιση με οργανικούς διαλύτες και απομάκρυνσή τους με εξάτμιση. Το γεγονός αυτό έχει ευεργετικές συνέπειες στη σύσταση του μιας και διατηρείται η ακεραιότητα των μικρότερων σε ποσότητα συστατικών του ελαιόλαδου, όπως οι φαινολικές ενώσεις και οι τοκοφερόλες που προστατεύουν τα λιπαρά οξέα από τις οξειδώσεις κατά την αποθήκευση και οι πτητικές ενώσεις που είναι υπεύθυνες σε μεγάλο βαθμό για τις μοναδικές οργανοληπτικές ιδιότητες του (Sanchez and Harwood, 2002). Η σταθερότητα του ελαιόλαδου κατά την αποθήκευση είναι επιθυμητή επειδή συνήθως αποθηκεύεται για μεγάλα χρονικά διαστήματα, ενώ όταν προορίζεται για οικιακή χρήση οι συνθήκες πιθανά να μην είναι οι πλέον κατάλληλες.

Το παρθένο ελαιόλαδο αποτελείται κυρίως από τριγλυκερίδια σε ποσοστό 97-98% και σε μικρότερες ποσότητες από ελεύθερα λιπαρά οξέα, φωσφωλιπίδια, οξειδωμένα τριγλυκερίδια και ~1% από μη σαπωνωποιημένα συστατικά διαφόρων δομών και πολικότητας (Baccouri *et al.*, 2008). Επιπλέον, είναι σταθερό στην αυτό-οξείδωση κατά την αποθήκευση και ευεργετικό για τον ανθρώπινο οργανισμό λόγω της χαμηλής συγκέντρωσης του σε παλμιτικό οξύ (PA) και της υψηλής σε ελαϊκό οξύ (OL) (Conde *et al.*, 2008).

### **1.1.7. Επίδραση του σταδίου ωριμότητας των καρπών επί της σύστασης του ελαιόλαδου και επί των αντιοξειδωτικών**

Ο χρόνος της συγκομιδής και κατ' επέκταση το στάδιο ωριμότητας των καρπών είναι δυνατόν να επηρεάσει σημαντικά το μέγεθος της παραγωγής, την ποιότητα και την σταθερότητα σε οξειδώσεις του παραγόμενου ελαιόλαδου. Παρόλα αυτά ο καθορισμός του κατάλληλου χρόνου για τη συγκομιδή είναι αρκετά δύσκολος μιας και δεν υπάρχουν σαφείς οδηγίες προς τους παραγωγούς για τον καθορισμό του άριστου σταδίου ωριμότητας των καρπών για συγκομιδή (Conde *et al.*, 2008). Η δυσκολία της παροχής σαφών οδηγιών έγκειται στην μεταβλητότητα της απόκρισης των ποικιλιών μεταξύ των καλλιεργητικών περιόδων, της επίδρασης του φορτίου στη διαδικασία της ωρίμανσης, όπως και της επερχόμενης κλιματικής αλλαγής (Dag *et al.*, 2014; Dag *et al.*, 2011). Το γεγονός αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ότι κάποια από τα ελαιόλαδα που κυκλοφορούν εμπορικά είναι σχετικά υποβαθμισμένης ποιότητας λόγω της μη σωστής επιλογής του κατάλληλου χρόνου συγκομιδής των καρπών (García *et al.*, 1996).

Σε γενικές γραμμές όσο ο καρπός ωριμάζει το παραγόμενο λάδι είναι λιγότερο σταθερό λόγω της αύξησης των PUFA και της ταυτόχρονης μείωσης της συγκέντρωσης των αντιοξειδωτικών ουσιών

σε αυτό (Morelló *et al.*, 2004). Επίσης, το ελαιόλαδο που προέρχεται από υπερώριμους καρπούς έχει υποστεί σημαντική υποβάθμιση των οργανοληπτικών του χαρακτηριστικών, δηλαδή έχουν σχεδόν εξαλειφτεί η πικράδα, η δριμύτητα της γεύσης του, το άρωμα του και οι υπόλοιπες ευχάριστες γεύσεις του (Conde *et al.*, 2008). Ωστόσο, η πολύ πρώιμη συγκομιδή έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή μη αποδεκτών οργανοληπτικά λαδιών, λόγω της πολύ στυφής και πικρής τους γεύσης (Dag *et al.*, 2011). Τέλος, είναι γενικά αποδεκτό ότι το ποσοστό του λαδιού αυξάνεται σημαντικά κατά την ωρίμανση των καρπών (Lavee and Wodner, 2004) και η βελτίωση της ποιότητας του ελαιόλαδου αρχικά συμβαδίζει με την αύξηση του ποσοστού του, αλλά αρχίζει η υποβάθμιση της πριν το ποσοστό φτάσει στο μέγιστό του.

Παράλληλα, η αντιοξειδωτική ικανότητα των καρπών μειώνεται κατά την ωρίμανση, κυρίως λόγω της μείωσης της OLE (Alagna *et al.*, 2012; Machado *et al.*, 2013). Η συγκέντρωση της OLE φτάνει το μέγιστό της στο τέλος της ανάπτυξης του καρπού ή στην αρχή της ωρίμανσης και μειώνεται όσο αυξάνεται το στάδιο ωριμότητας των καρπών, πιθανά λόγω της αυξημένης δραστηριότητας των υδρολυτικών ενζύμων κατά την ωρίμανση (Amiot *et al.*, 1989; Esti *et al.*, 1998). Ένα ποσοστό της μείωσης αυτής είναι πιθανό να σχετίζεται με τη συσσώρευση των ανθοκυανών στον καρπό, μιας και έχει παρατηρηθεί ότι η υδρόλυση της OLE από τη β-γλυκοσιδάση έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση μορίων γλυκόζης, τα οποία είναι απαραίτητα για τη βιοσύνθεση των ανθοκυανών (Capasso *et al.*, 1997). Αντίθετα με την OLE, η συγκέντρωση της HT και της TYR αυξάνεται κατά την ωρίμανση. Η αύξηση αυτή πιθανά να εξηγείται από το ότι η HT και η TYR μπορούν να παραχθούν κατά την αποδόμηση της OLE (Ryan *et al.*, 1999), καθώς υπάρχουν ενδείξεις ότι συμμετέχουν τόσο στη βιοσύνθεση όσο και στην αποδόμηση της OLE κατά την ανάπτυξη του καρπού (Gutierrez-Rosales *et al.*, 2010). Σε μερικές ποικιλίες έχει παρατηρηθεί αύξηση και της συγκέντρωσης του VER κατά την ωρίμανση (Amiot *et al.*, 1989; Tsantili, 2014).

Τέλος, τα ποσοστά των τοκοφερολών επηρεάζονται ισχυρά από περιβαλλοντικούς παράγοντες, καλλιεργητικές τεχνικές, την ποικιλία και το στάδιο ωριμότητας των καρπών (Mateos *et al.*, 2003). Έχει παρατηρηθεί ότι η συγκέντρωση της α-TOC μειώνεται κατά την ωρίμανση των ελιών (Baccouri *et al.*, 2008; Garcia *et al.*, 2012).

### **1.1.8. Σκοπός κεφαλαίου**

Συνοπτικά, ο σκοπός του παρόντος κεφαλαίου ήταν να μελετηθούν οι αλλαγές στα φυσιολογικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού της ελιάς κατά την ωρίμανσή του και η επίδραση των αλλαγών αυτών στην ποιότητα του τελικού προϊόντος, στη δεδομένη περίπτωση του ελαιόλαδου. Συγκεκριμένα, εκτιμήθηκαν φυσιολογικά χαρακτηριστικά των καρπών (χρώμα φλοιού, αναπνοή και έκλυση αιθυλενίου), καθώς και ποιοτικά χαρακτηριστικά που συνεισφέρουν στη διατροφική αξία του τελικού προϊόντος, ανεξάρτητα από το αν είναι αντιληπτά ή όχι από τον καταναλωτή (φαινολικές ουσίες, τοκοφερόλες, ποσότητα λαδιού και σύσταση σε λιπαρά οξέα). Την ίδια περίοδο εκτιμήθηκε η φωτοσυνθετική δραστηριότητα των φύλλων σε συνδυασμό με τις μεταβολές στη συγκέντρωση των σακχάρων στα φύλλα και στους καρπούς. Οι συσχετίσεις των παραπάνω χαρακτηριστικών πραγματοποιήθηκαν με σκοπό τον προσδιορισμό των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων της συγκομιδής των ελιών πρώιμα ή όψιμα κατά την ωρίμανσή τους.

Επιπλέον, έγινε προσπάθεια συσχέτισης των φωτοσυνθετικών προϊόντων με την ποσότητα του λαδιού και τη σύστασή του σε λιπαρά οξέα, καθότι τα βιβλιογραφικά δεδομένα είναι περιορισμένα για την περίπτωση αυτή. Είναι γεγονός ότι υπάρχει σχετικά μεγάλος αριθμός επιστημονικών εργασιών που μελετούν τις αλλαγές των φυσιολογικών ή/και ποιοτικών χαρακτηριστικών του ελαιόκαρπου κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση του και το πώς οι αλλαγές αυτές επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά του παραγόμενου ελαιόλαδου. Μάλιστα αρκετές από τις μελέτες αναφέρονται στην ποικιλία Κορωνέικη. Ωστόσο, δεν υπάρχουν μελέτες σε νωπό καρπό που να συνδυάζουν τη μελέτη των φυσιολογικών χαρακτηριστικών, των φαινολικών ουσιών και τοκοφερολών, του ποσού και της σύστασης του λαδιού. Επίσης, στην παρούσα μελέτη εκτιμήθηκε ταυτόχρονα η φωτοσυνθετική δραστηριότητα των δένδρων και οι μεταβολές των προϊόντων της φωτοσύνθεσης (σάκχαρα) στα φύλλα και στους καρπούς.

Τέλος, μελετήθηκε η επίδραση προσυλλεκτικών επεμβάσεων με MAN στο ποσοστό του λαδιού στο εδάδιμο μέρος των καρπών, στις αντιοξειδωτικές ουσίες και στη σύσταση των λιπαρών οξέων. Η MAN επιλέχθηκε διότι αποτελεί ένα από τα κυριότερα προϊόντα της φωτοσύνθεσης, μεταφέρεται από τα φύλλα στους καρπούς για την κάλυψη των μεταβολικών τους αναγκών και εμπλέκεται έμμεσα στη βιοσύνθεση των λιπαρών οξέων και κατ' επέκταση στη συσσώρευση του λαδιού, όπως προαναφέρθηκε στη βιβλιογραφική ανασκόπηση.

## 1.2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

---

### 1.2.1. Φυτικό υλικό

Το παρόν κεφάλαιο περιλαμβάνει τρεις καλλιεργητικές περιόδους. Τις Α και Β, κατά τις οποίες συλλέχθηκαν οι καρποί σε διαφορετικές ημερομηνίες κατά την ωρίμανσή τους, και την περίοδο Γ, όπου έγιναν προσυλλεκτικές επεμβάσεις με MAN. Τα δένδρα που χρησιμοποιήθηκαν τις περιόδους Α και Γ καλλιεργούνταν σε πειραματικό ελαιώνα στο Ξυλόκαστρο Κορινθίας (φ: 38°02'05''Β και λ: 22°39'41''Α) και την Β περίοδο στο δενδροκομείο του ΓΠΑ (φ: 37°58'56'' και λ: 23°42'27''). Η ηλικία των δένδρων την Α περίοδο ήταν 8 έτη, την Β 7 και την Γ 9. Όλα τα δένδρα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν αυτόριζα ποικιλίας Κορωνέικης, βρίσκονταν σε χρονιά καρποφορίας και είχαν παρόμοιο φορτίο.

### 1.2.2. Πειραματικό σχέδιο και χαρακτηριστικά των καρπών που αξιολογήθηκαν

#### 1.2.2.1. Καλλιεργητική περίοδος Α

Για τη διενέργεια του πειράματος σημάνθηκαν έξι δένδρα, από κάθε δένδρο συγκομίστηκαν καρποί από την περιφέρεια της κόμης σε τέσσερις ημερομηνίες που αντιστοιχούσαν σε τέσσερα στάδια ωριμότητας των ελιών. Κατά τη στιγμή της συγκομιδής η πλειοψηφία των καρπών (~80%) τόσο σε κάθε δένδρο ξεχωριστά όσο και στα έξι δένδρα βρισκόταν στο ίδιο στάδιο ωριμότητας. Αναλυτικότερα, οι τέσσερις συγκομιδές είχαν ως εξής:

1. Η πρώτη συγκομιδή έγινε στις 6/11/2009, ο φλοιός των ελιών είχε ομοιόμορφο πράσινο χρώμα και ο δείκτης ωριμότητας (MI) ήταν  $MI = 0,9$ . Ο MI υπολογίστηκε όπως αναφέρεται στην παράγραφο 1.2.3.
2. Η δεύτερη συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στις 16/11/2009, το χρώμα του φλοιού των ελιών ήταν πράσινο ανοικτό με  $MI = 1,4$ .
3. Η τρίτη συγκομιδή έγινε στις 26/11/2009, στο φλοιό των ελιών υπήρχαν και περιοχές κόκκινου χρώματος με  $MI = 2,1$ .
4. Η τέταρτη συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στις 8/12/2009, ο φλοιός των ελιών είχε αποκτήσει ομοιόμορφο ανοικτό ιώδες χρωματισμό και η σάρκα ήταν λευκή με  $MI = 4$ .

Μετά τη συγκομιδή, οι καρποί μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο δενδροκομίας του ΓΠΑ, στη συνέχεια ακολούθησε η διαλογή τους απορρίπτοντας τους ελαττωματικούς και αυτούς που δεν αντιστοιχούσαν στο στάδιο ωριμότητας που ήταν επικρατές κατά την ημερομηνία της συγκομιδής. Έπειτα οι ελιές από τα έξι δένδρα αναμείχθηκαν και χωρίστηκαν σε ομάδες των ~60 καρπών.

Την καλλιεργητική περίοδο Α εξετάστηκε η επίδραση του σταδίου ωριμότητας των καρπών (τέσσερα επίπεδα: δείκτης ωριμότητας MI 0,9, MI 1,4, MI 2,1 και MI 4) επί των φυσιολογικών χαρακτηριστικών των καρπών (χρώμα του φλοιού, αναπνοή, έκλυση αιθυλενίου, περιεκτικότητα σε υγρασία και ελαιοπεριεκτικότητα), επί των αντιοξειδωτικών ουσιών του εδάδιμου μέρους των ελιών (ολικά φαινολικά, ολική αντιοξειδωτική ικανότητα και μεμονωμένες φαινολικές ουσίες) και επί της σύστασης σε λιπαρά οξέα της λιπαρής φάσης των ελιών.

#### **1.2.2.2. Καλλιεργητική περίοδος Β**

Κατά την καλλιεργητική περίοδο Β για τη διενέργεια του πειράματος σημάνθηκαν έξι δένδρα και έλαβαν χώρα τρεις συγκομιδές που πραγματοποιήθηκαν ως εξής:

1. Η πρώτη συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στις 5/11/2010, το χρώμα του φλοιού ήταν πράσινο και ο MI= 1,1. Ο MI υπολογίστηκε όπως αναφέρεται στην παράγραφο 1.2.3.
2. Η δεύτερη συγκομιδή έγινε στις 19/11/2010, ο φλοιός των ελιών είχε αποκτήσει ομοιόμορφο ανοικτό ιώδες χρωματισμό και η σάρκα ήταν λευκή με MI = 3,8.
3. Η τρίτη συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στις 22/12/2010, το χρώμα του φλοιού και της σάρκας ήταν μαύρο – ιώδες με MI = 6,9.

Παρόμοια όπως περιγράφηκε και για την περίοδο Α έγινε η διαλογή των καρπών, η ανάμιξη τους και η ταξινόμηση τους σε ομάδες ~60 ελιών.

Παράλληλα σε κάθε χρόνο συγκομιδής εκτιμήθηκε ο ρυθμός αφομοίωσης του CO<sub>2</sub> και η στοματική αγωγιμότητα των φύλλων. Τα φύλλα που επιλέχθηκαν για τις παραπάνω μετρήσεις ήταν πλήρως ανεπτυγμένα και βρίσκονταν σε καρποφόρους βλαστούς, κοντά στις ταξικαρπίες, και ηλικίας 1 έτους. Στη συνέχεια έγινε δειγματοληψία φύλλων, τα φύλλα που συλλέχθηκαν είχαν παρόμοια χαρακτηριστικά με αυτά όπου μετρήθηκε η φωτοσύνθεση και συλλέχθηκαν από όλη την περιφέρεια της κόμης.

Την καλλιεργητική περίοδο Β εξετάστηκε η επίδραση του σταδίου ωριμότητας των καρπών (τρία επίπεδα: δείκτης ωριμότητας MI 1,1, MI 3,8 και MI 6,9) επί των φυσιολογικών χαρακτηριστικών των ελιών (χρώμα του φλοιού, αναπνοή, έκλυση αιθυλενίου, περιεκτικότητα σε υγρασία και ελαιοπεριεκτικότητα), επί των αντιοξειδωτικών ουσιών (ολικά φαινολικά, ολική αντιοξειδωτική ικανότητα, μεμονωμένες φαινολικές ουσίες και α-τοκοφερόλη) και των σακχάρων του εδάδιμου μέρους των ελιών και επί της σύστασης του σε λιπαρά οξέα. Εκτιμήθηκε η επίδραση της ημερομηνίας της δειγματοληψίας των φύλλων επί του ρυθμού αφομοίωσης του CO<sub>2</sub>, της στοματικής αγωγιμότητας και της συγκέντρωσης των σακχάρων στα φύλλα.

Τα πειράματα και των δύο καλλιεργητικών περιόδων σχεδιάστηκαν ως μόνο-παραγοντικά κατά το εντελώς τυχαίοποιημένο σχέδιο (Καλτσίκης, 1989). Για κάθε στάδιο ωριμότητας χρησιμοποιήθηκαν τρεις επαναλήψεις ( $n = 3$ ).

### **1.2.2.3. Καλλιεργητική περίοδος Γ**

Οι πειραματικές επεμβάσεις έλαβαν χώρα στις 17/10/2011 όταν οι ελιές βρίσκονταν στο στάδιο του γαλακτώματος και συνίστανται από προσυλλεκτικούς ψεκασμούς σε δύο συγκεντρώσεις με το αλκοολοσάκχαρο μαννιτόλη (MAN, D-Mannitol) (Fluka, Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Steinheim, Germany) σε συγκεντρώσεις 50 και 100 mg L<sup>-1</sup>. Για τη διενέργεια του πειράματος είχαν σημανθεί εννέα δένδρα, τρία για κάθε επέμβαση. Η συγκομιδή των ελιών πραγματοποιήθηκε στις 10/11/2011, 23 ημέρες μετά τους ψεκασμούς, όταν η πλειοψηφία των καρπών στο δένδρο είχε αποκτήσει ομοιόμορφο ιώδες χρωματισμό στην εξωτερική τους επιφάνεια και είχαν δείκτη ωριμότητας MI = 4 (ο MI υπολογίστηκε όπως αναφέρεται στην παράγραφο 1.2.3.). Οι καρποί που συγκομίστηκαν μεταφέρθηκαν αυθημερόν στο Εργαστήριο Δενδροκομίας του ΓΠΑ όπου ακολούθησε η διαλογή τους. Κατά τη διαλογή απορρίφθηκαν οι ελαττωματικοί καρποί και αυτοί που δεν αντιστοιχούσαν στο στάδιο ωριμότητας που ήταν επικρατές κατά την ημερομηνία της συγκομιδής. Έπειτα οι ελιές από κάθε επέμβαση αναμίχθηκαν και στη συνέχεια χωρίστηκαν σε ομάδες των ~60 καρπών.

Στο συγκεκριμένο πείραμα εξετάστηκε η επίδραση των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με MAN (τρία επίπεδα: Μάρτυρας, MAN 50, MAN 100) στην συγκέντρωση των αντιοξειδωτικών ουσιών στο εδώδιμο μέρος των καρπών, στην ελαιοπεριεκτικότητα και στην σύσταση της λιπαρής φάσης των καρπών σε λιπαρά οξέα.

### **1.2.3. Εκτίμηση του δείκτη ωριμότητας (MI)**

Για να εκτιμηθεί ο δείκτης ωριμότητας (MI, Maturity Index) σε κάθε ημερομηνία συγκομιδής επιλέχθηκαν τυχαία 100 ελιές και κατηγοριοποιήθηκαν όπως αναφέρεται στην παράγραφο 1.1.5. Ο συνολικός αριθμός των ελιών ανά κατηγορία χρησιμοποιήθηκε στην παρακάτω εξίσωση από όπου προέκυψε ο MI (Vossen, 2006).

$$MI = (0 \times n_0) + (1 \times n_1) + (2 \times n_2) + (3 \times n_3) + (4 \times n_4) + (5 \times n_5) + (6 \times n_6) + (7 \times n_7) / 100$$

Όπου:  $n_i$  ο αριθμός των ελιών ανά κατηγορία

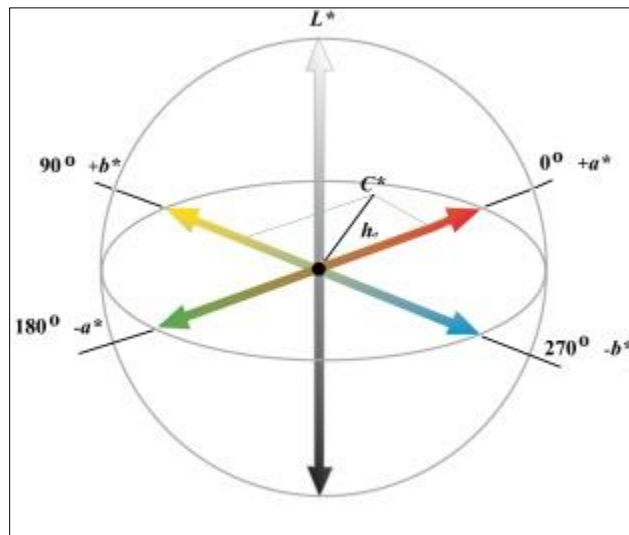
Η διαδικασία επαναλήφθηκε τρεις φορές για τις ελιές κάθε συγκομιδής, για τις καλλιεργητικές περιόδους Α και Β.

## 1.2.4. Χαρακτηριστικά των καρπών

### 1.2.4.1. Χρώμα του φλοιού των καρπών

Για την αντικειμενική μέτρηση του χρώματος των καρπών χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της χρωματομετρίας και συγκεκριμένα το διαφορικό χρωματόμετρο Minolta CR-300 (Minolta, Germany), το οποίο μετράει τις CIE (Commission Internationale de l'Éclairage) συντεταγμένες του χρώματος  $L^*$ ,  $a^*$ , και  $b^*$ . Η έκφραση του χρώματος έγινε σύμφωνα με τον McGuire (1992) και χρησιμοποιήθηκαν και οι παράμετροι Hue angle ( $h^\circ$ ) και Chroma ( $C^*$ ), οι οποίες υπολογίστηκαν από τις τιμές των συντεταγμένων  $a^*$  και  $b^*$  ως εξής:  $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$  και  $h^\circ = \arctan^{-1}(b^* \times a^{*-1})$ .

Η συντεταγμένη  $L^*$  αποδίδει την φωτεινότητα και οι παράμετροι  $h^\circ$  και  $C^*$  εκφράζουν το επικρατές χρώμα και την έντασή του, αντίστοιχα. Στο παρακάτω χρωματογραφικό διάγραμμα απεικονίζονται οι μεταβολές του χρώματος σε σχέση με τις συντεταγμένες  $L^*$ ,  $a^*$  και  $b^*$  και τις παραμέτρους  $h^\circ$  και  $C^*$  (Σχήμα 1.5).



**Σχήμα 1.5.** Χρωματογραφικό διάγραμμα των συντεταγμένων  $L^*$ ,  $a^*$  και  $b^*$  και των παραμέτρων  $h^\circ$  και  $C^*$ .

Για τη μέτρηση του χρώματος του φλοιού οι καρποί τοποθετούνταν σε τριβλίο διαμέτρου  $\sim 7$  cm, χωρίς καπάκι, σε πολλαπλές στρώσεις μεριμνώντας έτσι ώστε να μην υπάρχουν κενά ανάμεσα τους. Το τριβλίο με τις ελιές τοποθετούνταν σε σκοτεινό θάλαμο, τα σημεία λήψεως των μετρήσεων ήταν 10 στην επιφάνεια που σχηματιζόταν από τους καρπούς στο τριβλίο. Η μέτρηση του χρώματος του φλοιού πραγματοποιήθηκε στις ελιές από τις καλλιεργητικές περιόδους Α και Β.

#### 1.2.4.2. Αναπνοή των καρπών και έκλυση αιθυλενίου

Η εκτίμηση της αναπνοής των καρπών έγινε μέσω της μέτρησης του εκλυόμενου διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) (Tsantili *et al.*, 2008). Το παραγόμενο CO<sub>2</sub> από τους καρπούς μετρήθηκε με ένα κλειστό σύστημα αέριο-χρωματογραφίας (Li-6200, LI-COR, Lincoln, NE, USA) με αναλυτή υπερύθρων (IRGA, Infrared Gas Analyzer) στο οποίο προσαρμόστηκε αεροστεγή γυάλινη φιάλη όγκου 500 mL. Η ροή του αέρα στο όργανο ήταν 900 μmol s<sup>-1</sup>. Οι καρποί τοποθετήθηκαν στη φιάλη και η μέτρηση του ρυθμού έκλυσης του CO<sub>2</sub> έγινε σε τέσσερεις χρόνους ανά 10 s<sup>-1</sup>. Με βάση τον μετρούμενο ρυθμό έκλυσης (dC dT<sup>-1</sup>) του CO<sub>2</sub> η αναπνοή των καρπών εκφράστηκε ως εκλυόμενα mmol CO<sub>2</sub>, ανά κιλό καρπών, ανά ώρα (mmol kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>). Η μέτρηση της αναπνοής γινόταν σε θερμοκρασία 20 °C και οι καρποί, πριν τοποθετηθούν στη φιάλη, είχαν παραμείνει στην ίδια θερμοκρασία για δύο ώρες τουλάχιστον έτσι ώστε να αποκτήσουν τη ίδια θερμοκρασία.

Ο προσδιορισμός του εκλυόμενου, από τους καρπούς, αιθυλενίου (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) έγινε με τη μέθοδο της αέριου-χρωματογραφίας σύμφωνα με τη μέθοδο των Tsantili *et al.* (2008) και χρησιμοποιήθηκε ο χρωματογράφος Sigma 300 (Perkin Elmer, Norwalk, CT, USA), με ανιχνευτή ιονισμού φλόγας (FID, Flame Ionization Detector) και στήλη alumina (Restek, Bellefonte, PA, USADB-23, J & W Scientific, UK) διαστάσεων 120 cm μήκος × 0,2 cm i.d., 80-100 mesh. Το όριο ανίχνευσης του οργάνου ήταν 1 μL L<sup>-1</sup>. Για την πραγματοποίηση της μέτρησης οι καρποί κλείστηκαν σε αεροστεγώς σφραγιζόμενη γυάλινη φιάλη όγκου 500 mL και επώαστηκαν για διάστημα έως 3 h στους 20 °C. Για τον προσδιορισμό του C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> έγινε λήψη 1 mL δείγματος από την ατμόσφαιρα της φιάλης και έγχυση του στον χρωματογράφο. Η συγκέντρωση του C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> στην ατμόσφαιρα της φιάλης υπολογίστηκε με βάση πρότυπο δείγμα C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> συγκέντρωσης 1 μL L<sup>-1</sup>. Η έκλυση C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> από τους καρπούς εκφράστηκε σε nmol C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, ανά κιλό καρπών, ανά ώρα (nmol kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>).

Η μέτρηση της αναπνοής των καρπών και της έκλυσης του αιθυλενίου πραγματοποιήθηκε στις ελιές από τις καλλιεργητικές περιόδους Α και Β.

#### 1.2.3. Μέτρηση του ρυθμού πρόσληψης του CO<sub>2</sub> (UCO<sub>2</sub>) (Φωτοσύνθεση) και της στοματικής αγωγιμότητας (g<sub>s</sub>) των φύλλων

Για την εκτίμηση του ρυθμού πρόσληψης του CO<sub>2</sub> (UCO<sub>2</sub>) και της g<sub>s</sub> χρησιμοποιήθηκε κλειστό φορητό σύστημα φωτοσύνθεσης με αναλυτή υπερύθρων (Li-6400, LI-COR, Lincoln, NE, USA). Η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> ρυθμίστηκε στα 390-400 ppm και η ροή του αέρα στο θάλαμο του οργάνου ήταν 500 mL min<sup>-1</sup>. Η μέτρηση του UCO<sub>2</sub> και της g<sub>s</sub> πραγματοποιήθηκε σε 6 φύλλα ανά πειραματικό δένδρο από την περιφέρεια της κόμης, και έγιναν 4 μετρήσεις ανά φύλλο, για κάθε δειγματοληψία. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> για τον UCO<sub>2</sub> και την g<sub>s</sub>, αντίστοιχα. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν περίπου στις 11 πμ, σε μη συννεφιασμένες μέρες.



Η εκτίμηση του UCO<sub>2</sub> και της  $g_s$  πραγματοποιήθηκε σε κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας, την καλλιεργητική περίοδο B.

#### **1.2.4. Εκτίμηση της συγκέντρωσης των διαλυτών σακχάρων στους καρπούς και στα φύλλα**

##### **1.2.4.1. Εκχύλιση διαλυτών σακχάρων**

Η εκχύλιση των διαλυτών σακχάρων των φύλλων και των καρπών έγινε σύμφωνα με τη μέθοδο των Roussos *et al.* (2010). Συγκεκριμένα, 50 mg λυοφυλιωμένου και κονιορτιοποιημένου ιστού εκχυλίστηκαν με 2 mL H<sub>2</sub>O (HPLC Grade), σε φούρνο μικροκυμάτων που λειτουργούσε στα 400 Watt για διάστημα 2 min, στη συνέχεια ακολούθησε φυγοκέντριση στα 5000 g για 6 min και η υπερκείμενη φάση μεταφέρθηκε σε καθαρό φιαλίδιο. Η παραπάνω διαδικασία επαναλήφθηκε άλλες δύο φορές. Τα συνδυασμένα υπερκείμενα περάστηκαν από νάυλον φίλτρο σύριγγας με μέγεθος πόρων 0,2 μm και οδηγήθηκαν αμέσως για μέτρηση.

##### **1.2.4.2. Μέτρηση διαλυτών σακχάρων**

Η ανάλυση των διαλυτών σακχάρων έγινε με τη χρήση HPLC. Το σύστημα της HPLC αποτελούνταν από ισοκρατική αντλία Waters 510 (Waters, Milford, USA), ανιχνευτή δείκτη διάθλασης (Refractive Index) (HP 1047A, Hewlett-Packard, Waldbronn, Germany) και σύστημα επεξεργασίας δεδομένων (Peak Simple 3.25). Ο διαχωρισμός των συστατικών του δείγματος έγινε σε στήλη ανταλλαγής κατιόντων (cation exchange) Hamilton HC-75 8-10 μm, 7,8 mm × 305 mm (Hamilton, Nevada, USA) μορφής ασβεστίου (Ca<sup>2+</sup>) σε θερμοκρασία 80 °C. Η κινητή φάση ήταν H<sub>2</sub>O (HPLC Grade) με ροή 0,6 mL min<sup>-1</sup> και ο όγκος έγχυσης του δείγματος 20 μL. Η ταυτοποίηση του κάθε συστατικού έγινε κατόπιν σύγκρισης των κορυφών του δείγματος με πρότυπες ουσίες σακχάρων και η ποσοτικοποίηση με τη χρήση πρότυπων καμπύλων πολλαπλών σημείων. Προσδιορίστηκαν τα σάκχαρα: σακχαρόζη, γλυκόζη, φρουκτόζη και μαννιτόλη και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε mg σακχάρου g<sup>-1</sup> DW.

Η συγκέντρωση των διαλυτών σακχάρων προσδιορίστηκε στους καρπούς και στα φύλλα της B καλλιεργητικής περιόδου.

### **1.2.5. Ελαιοπεριεκτικότητα και υγρασία καρπών**

Ο υπολογισμός της υγρασίας και της ελαιοπεριεκτικότητας έγινε σύμφωνα με τις μεθόδους του AOAC (1995). Συγκεκριμένα, για κάθε δείγμα αποχωρίστηκε η σάρκα από τον πυρήνα σε 30 ελιές και στη συνέχεια τεμαχίστηκαν σε εργαστηριακό ομογενοποιητή (Model 38BL40, Waring commercial, New Hartford, USA) για 5 s. Ζυγιστήκαν 10 g και αποξηράνθηκαν σε φούρνο στους 60 °C για 3 ημέρες. Έπειτα το δείγμα οδηγήθηκε σε πυραντήριο στους 105 °C για 3 ώρες και με ζύγιση υπολογίστηκε η περιεκτικότητα του κάθε δείγματος σε νερό, η οποία εκφράστηκε ως εκατοστιαία περιεκτικότητα σε υγρασία (% w/w FW).

Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας των ελιών σε λάδι πραγματοποιήθηκε με εκχύλιση σε συσκευή Soxhlet. Ξηρό δείγμα 5 g τοποθετήθηκε σε ειδικό χάρτινο φυσίγγιο εκχύλισης (καρτούσα). Η καρτούσα τοποθετήθηκε στον εκχυλιστήρα στον οποίο είχε προσαρμοστεί προζυγισμένη φιάλη στην οποία προστέθηκαν 50 mL πετρελαϊκού αιθέρα (b.p. 40-60 °C). Το δείγμα εκχυλίστηκε για 6 ώρες με ρυθμό ενός σιφονισμού ανά 5 min. Μετά το τέλος της εκχύλισης ο διαλύτης απομακρύνθηκε σε περιστρεφόμενο συμπυκνωτή σε θερμοκρασία 50 °C και έπειτα η φιάλη τοποθετήθηκε σε πυραντήριο στους 105 °C για 10 min. Μετά την πλήρη απομάκρυνση του διαλύτη η φιάλη τοποθετήθηκε σε ξηραντήρα μέχρις ότου κρυώσει και η ποσότητα του ελαιόλαδου υπολογίστηκε μετά από ζύγιση της φιάλης. Η ελαιοπεριεκτικότητα εκφράστηκε ως επί τοις % βάρους λαδιού ανά ξηρό βάρος σάρκας (% w/w DW).

Η εκτίμηση της υγρασίας και της ελαιοπεριεκτικότητας πραγματοποιήθηκε στις ελιές από τις καλλιεργητικές περιόδους Α και Β, ενώ η ελαιοπεριεκτικότητα εκτιμήθηκε στις ελιές και των τριών περιόδων.

### **1.2.6. Εξαγωγή του ελαιόλαδου με ψυχρή έκθλιψη**

Η λήψη του ελαιόλαδου από τους καρπούς, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης της  $\alpha$ -TOC και για την ανάλυση της σύστασής του σε λιπαρά οξέα (FA), έγινε με ψυχρή έκθλιψη σε όργανο που αναπτύχθηκε στο εργαστήριο Δενδροκομίας (Παράρτημα Ι). Το όργανο περιελάμβανε περιστρεφόμενο κοχλία με τον οποίο μπορούσε να ασκηθεί συγκεκριμένης έντασης ροπή στρέψης (μετρούμενη σε N m) σε δύο συγκλίνουσες περιοριστικές πλάκες (10 × 5 mm). Οι πλάκες ήταν αφαιρούμενες ώστε να μπορούν να ψύχονται στην επιθυμητή θερμοκρασία έκθλιψης. Περίπου 50 g σάρκας από τις ελιές σε θερμοκρασία 4 °C τοποθετήθηκαν μεταξύ των πλακών και ασκήθηκε ροπή στρέψης 30 N m για 10 s. Το ελαιόλαδο συλλέχτηκε σε σωλήνα φυγοκέντρου και ακολούθησε φυγοκέντρωση στα 5000 g για 3 λεπτά ώστε να απομακρυνθεί το νερό. Το υπερκείμενο ελαιόλαδο συλλέχτηκε και χρησιμοποιήθηκε για τις αναλύσεις.

### 1.2.7. Εκτίμηση του προφίλ των λιπαρών οξέων

Η ανάλυση της σύστασης του ελαιόλαδου σε λιπαρά οξέα (FA) έγινε με τη μέθοδο της ανάλυσης των μεθυλεστέρων των λιπαρών οξέων (FAME) με αέριο-χρωματογραφία. Η μέθοδος παρασκευής των FAME καθώς και η χρωματογραφική τους ανάλυση έγινε ακολουθώντας τη μέθοδο 969.33-AOAC (AOAC, 1995) με ορισμένες τροποποιήσεις. Η παρασκευή των FAME έγινε σε πυρίμαχα φιαλίδια (12 × 100 mm) με καπάκι εσωτερικής επιφάνειας Teflon. Έπειτα, ακολούθησε υδρόλυση των τριγλυκεριδίων με προσθήκη 1 mL μεθανολικού διαλύματος καυστικού νατρίου (NaOH) 0,5 N και επώαση στους 90 °C σε υδατόλουτρο για 10 λεπτά. Πριν την τοποθέτηση του φιαλιδίου στο υδατόλουτρο έγινε πλήρωση της υπερκείμενης ατμόσφαιρας με N<sub>2</sub> και σφράγισμά με το καπάκι. Στη συνέχεια το φιαλίδιο ψύχθηκε ελαφρά και ακολούθησε εστεροποίηση των FA με προσθήκη 1 mL μεθανολικού διαλύματος τριφθοριούχου βρωμίου (BF<sub>3</sub>) 14% (w/v) και επώαση στους 90 °C για 10 λεπτά, αφού προηγήθηκε πλήρωση της υπερκείμενης ατμόσφαιρας του φιαλιδίου με N<sub>2</sub>. Για τη λήψη των FAME μετά το στάδιο της εστεροποίησης, το φιαλίδιο ψύχθηκε ήπια σε θερμοκρασία δωματίου, προστέθηκε 1 mL H<sub>2</sub>O (HPLC Grade) και 0,5 mL εξανίου (C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>), και ακολούθησε έντονη ανάδευση για 1 λεπτό. Στη συνέχεια ακολούθησε φυγοκέντρηση στα 2500 g για 5 λεπτά και η υπερκείμενη φάση του εξανίου μεταφέρθηκε σε ειδικό αεροστεγές φιαλίδιο όγκου 0,5 mL για να αναλυθεί στον αέριο-χρωματογράφο.

Η ανάλυση έγινε με έγχυση 1 μL δείγματος σε αέριο χρωματογράφο HP 5890 Series II (Hewlett Packard, USA) εξοπλισμένο με εισαγωγή split/splitless, ανιχνευτή ιονισμού φλόγας (FID, Flame Ionization Detector) και τριχοειδή στήλη (DB-23, J & W Scientific, UK) διαστάσεων 60 m μήκος × 0,25 mm i.d., 0,25 μm πάχος μεμβράνης. Χρησιμοποιήθηκε ήλιο (He) ως φέρον αέριο και αναλογία split 50:1. Η θερμοκρασία του εισαγωγέα και του ανιχνευτή ήταν 270 °C και 280 °C, αντίστοιχα. Για το διαχωρισμό των FAME χρησιμοποιήθηκε στον κλίβανο του χρωματογράφου το ακόλουθο θερμικό πρόγραμμα: ισόθερμο στους 190 °C για 30 min, αύξηση στους 230 °C με ρυθμό 10 °C min<sup>-1</sup> και ισόθερμο στους 230 °C για 5 min. Πρότυπα μείγματα FAME (GLC-20, Supelco, UK; Me93, Larodan Fine Chemicals, Sweden) χρησιμοποιήθηκαν για την ταυτοποίηση και την ποσοτικοποίηση, τα αποτελέσματα για κάθε FA εκφράστηκαν ως εκατοστιαία περιεκτικότητα στο ελαιόλαδο (% w/w).

Η συγκέντρωση των FA προσδιορίστηκε στους καρπούς και των τριών καλλιεργητικών περιόδων.

## **1.2.8. Εκτίμηση αντιοξειδωτικών ουσιών των καρπών**

### **1.2.8.1. Εκχύλιση αντιοξειδωτικών ουσιών**

Η εκχύλιση των αντιοξειδωτικών ουσιών από τους καρπούς έγινε σύμφωνα με τους Tsantili et al. (2012). Συγκεκριμένα, κόπηκαν κομμάτια του περικαρπίου από φρέσκους καρπούς και εμβαπτίστηκαν σε υγρό άζωτο, κατόπιν οδηγήθηκαν για λυοφυλίωση και μετά λειοτριβήθηκαν σε γουδί παρουσία υγρού αζώτου, η σκόνη που προέκυψε αποθηκεύθηκε στους  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  μέχρι να χρησιμοποιηθεί περαιτέρω.

Στη συνέχεια 500 mg ιστού σε σκόνη εκχυλίστηκαν 3 φορές με διάλυμα ακετόνης 80% (v/v) σε νερό (HPLC grade) ( $1\text{ mL } 100\text{ mg}^{-1}$  ιστού) σε λουτρό υπερήχων για 15 min, κατόπιν τα δείγματα φυγοκεντρίθηκαν στα  $4000\text{ x g}$  για 5 min. Τα συνδυασμένα υπερκείμενα που προέκυψαν χωρίστηκαν σε 2 μέρη, Α και Β. Το μέρος Α χρησιμοποιήθηκε χωρίς περαιτέρω επεξεργασία για την μέτρηση των ολικών φαινολικών (TP) και της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC) των καρπών. Το Β μέρος χρησιμοποιήθηκε για την εκχύλιση των μεμονωμένων φαινολικών συστατικών των καρπών. Το Β μέρος εκχυλίστηκε με ίσο όγκο οξικού αιθυλεστέρα 3 φορές. Τα συνδυασμένα υπερκείμενα τοποθετήθηκαν σε εξατμιστήρα και οι οργανικοί διαλύτες απομακρύνθηκαν με συνεχή ροή αζώτου στους  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Μετά την απομάκρυνση των διαλυτών το δείγμα επαναδιαλύθηκε σε 50% μεθανόλη (MeOH), περάστηκε από νάυλον φίλτρο σύριγγας με μέγεθος πόρων  $0,2\text{ }\mu\text{m}$  και αποθηκεύθηκε στους  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Όλα τα στάδια της παραπάνω διαδικασίας για το μέρος Α και μέχρι την εξάτμιση για το Β πραγματοποιήθηκαν σε θερμοκρασία  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### **1.2.8.2. Προσδιορισμός ολικών φαινολικών (TP)**

Τα ολικά φαινολικά (TP, Total Phenolics) προσδιορίστηκαν με κάποιες τροποποιήσεις της μεθόδου Folin-Ciocalteu (Singleton *et al.*, 1999), σύμφωνα με τους Tsantili et al. (2010b). Σε δοκιμαστικό σωλήνα με 2,6 mL  $\text{H}_2\text{O}$  προστέθηκαν 0,2 mL αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu και 0,2 mL εκχυλίσματος, αραιωμένο στην κατάλληλη συγκέντρωση. Το μείγμα παρέμεινε για 6 min σε θερμοκρασία δωματίου και κατόπιν προστέθηκαν 2 mL ανθρακικού νατρίου ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 7% (w/v). Το μείγμα επωάστηκε για 90 min σε θερμοκρασία δωματίου και μετρήθηκε η απορρόφηση του σε μήκος κύματος 750 nm. Η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών προσδιορίστηκε με βάση πρότυπη καμπύλη γαλλικού οξέως (GA) και εκφράστηκε ως ισοδύναμα mg GA ανά g ξηρού βάρους (DW) του εδάδιμου μέρους του καρπού ( $\text{mg GAE g}^{-1}\text{ DW}$ ).

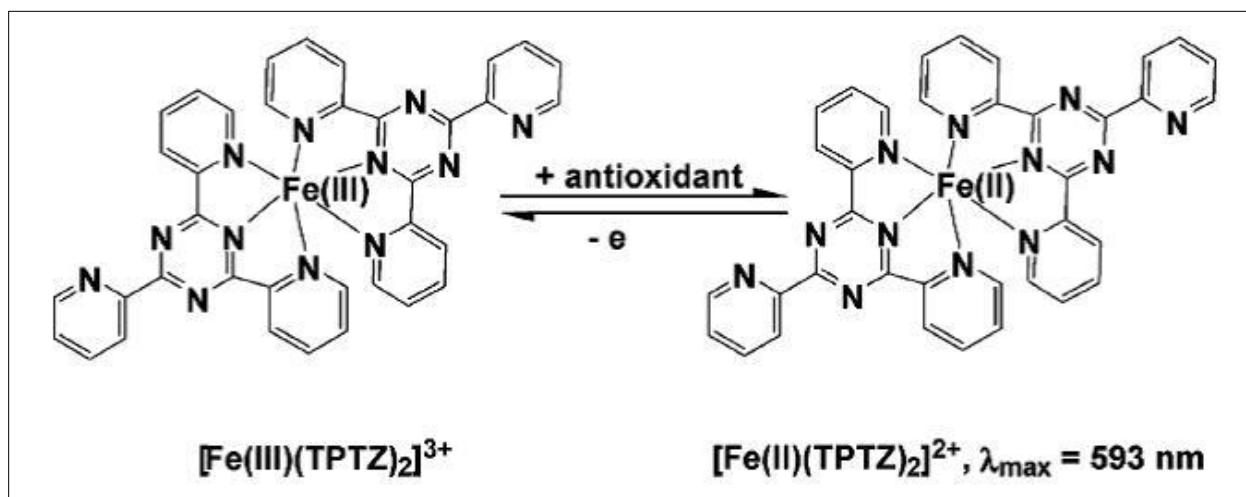
Η συγκέντρωση των TP προσδιορίστηκε στις ελιές και των τριών καλλιεργητικών περιόδων.

### 1.2.8.3. Προσδιορισμός ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC)

Η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC, Total Antioxidant Capacity) εκτιμήθηκε με δύο μεθόδους, την FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) και την DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging capacity). Η επιλογή δύο διαφορετικών μεθόδων προτείνεται για την καλύτερη αξιολόγηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας, καθώς μόνο μία μέθοδος δεν αρκεί να δώσει μια ολοκληρωμένη εικόνα αυτής (Prior and Cao, 1999; Prior *et al.*, 2005).

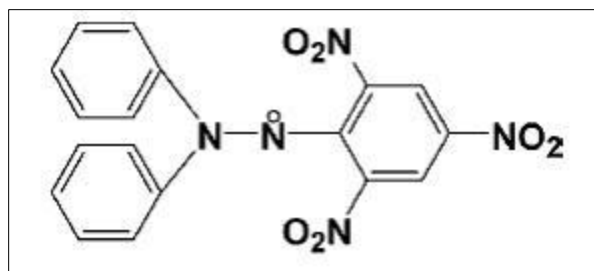
Η μέθοδος FRAP εφαρμόστηκε σύμφωνα με τους Benzie and Strain (1999) και στηρίζεται στη μείωση του θετικού φορτίου του τρισθενούς σιδήρου στο σύμπλοκο  $\text{Fe}^{3+}$ -TPTZ (2,4,6-tripyridyl-*s*-triazine) κατά την παρουσία κάποιου αντιοξειδωτικού σε όξινο μέσο και στο σχηματισμό του συμπλόκου  $\text{Fe}^{2+}$ -TPTZ, το οποίο έχει κυανό χρώμα (Σχήμα 1.6).

Για την εκτέλεση της μεθόδου παρασκευάστηκε το αντιδραστήριο FRAP από τρία διαλύματα, (1), ρυθμιστικό διάλυμα οξικού οξέος ( $\text{C}_2\text{H}_3\text{NaO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ) 300 mM με pH 3,6; (2), διάλυμα TPTZ 10 mM σε 40 mM υδροχλωρικού οξέως (HCl); και (3), διάλυμα 20 mM  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Το αντιδραστήριο προκύπτει μετά την ανάμειξη των παραπάνω διαλυμάτων σε αναλογία 10:1:1, με τη σειρά που αναφέρθηκαν παραπάνω. Στη συνέχεια σε σφραγιζόμενο δοκιμαστικό σωλήνα που περιείχε 3 mL αντιδραστηρίου FRAP (προθερμασμένο στους 37 °C), προστέθηκαν 0,1 mL εκχυλίσματος και το μείγμα επώαστηκε στους 37 °C για 30 λεπτά. Κατόπιν μετρήθηκε η απορρόφηση σε μήκος κύματος 593 nm.



**Σχήμα 1.6.** Αναγωγή του συμπλόκου  $\text{Fe}^{3+}$ -TPTZ σε  $\text{Fe}^{2+}$ -TPTZ παρουσία αντιοξειδωτικού (κατά Huang *et al.*, 2005).

Η μέθοδος DPPH εφαρμόστηκε σύμφωνα με τους Brand-Williams *et al.* (1995) και βασίζεται στη μείωση της απορρόφησης της ρίζας DPPH<sup>·</sup> (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) όταν έρθει σε επαφή με αντιοξειδωτικές ουσίες. Η ρίζα DPPH<sup>·</sup> (Σχήμα 1.7), σημειώνει το μέγιστο της απορρόφησης της σε μήκος κύματος 515nm.



**Σχήμα 1.7.** Η ρίζα DPPH<sup>·</sup> (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) (κατά Huang *et al.*, 2005).

Για την εκτέλεση της μεθόδου, σε σφραγιζόμενο δοκιμαστικό σωλήνα που περιείχε 3,9 mL μεθανολικού διαλύματος DPPH συγκέντρωσης 60 mM προστέθηκε 0,1 mL εκχυλίσματος. Έπειτα από 30 min επώαση σε θερμοκρασία δωματίου στο σκοτάδι, μετρήθηκε η μείωση της απορρόφησης στα 515 nm.

Στην εκτίμηση της TAC, και για τις δύο μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν, η διάρκεια της επώασης (30 λεπτά) που επιλέχθηκε αντιστοιχούσε στο χρόνο που απαιτήθηκε ώστε να σταθεροποιηθεί η αντίδραση. Η TAC προσδιορίστηκε με βάση πρότυπη καμπύλη Trolox Acid (TA, 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) και εκφράστηκε ως ισοδύναμα  $\mu\text{mol TA}$  ανά g ξηρού βάρους (DW) σάρκας του καρπού ( $\mu\text{mol TAE g}^{-1}$  DW).

Η TAC προσδιορίστηκε στις ελιές και των τριών καλλιεργητικών περιόδων.

#### **1.2.8.4. Μέτρηση φαινολικών συστατικών με Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης (HPLC)**

Η ταυτοποίηση και ο ποσοτικός προσδιορισμός των μεμονωμένων φαινολικών συστατικών στη σάρκα των καρπών της ελιάς έγινε με τη χρήση υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης (HPLC, High Performance Liquid Chromatography). Το σύστημα της HPLC αποτελούνταν από αντλία βαθμιδωτής έκλουσης (Varian 9010, Varian, Santa Clara, USA), ανιχνευτή ορατού-υπεριώδους (UV Detector) (HP 1050, Hewlett-Packard, Waldbronn, Germany) και σύστημα επεξεργασίας δεδομένων (Peak Simple 3.25). Ο διαχωρισμός των συστατικών του δείγματος έγινε σε στήλη Discovery<sup>®</sup> HS C18, 5  $\mu\text{m}$ , διαστάσεων 25 cm  $\times$  4,6 mm (Supelco Analytical, Bellefonte, USA). Η κινητή φάση αποτελούνταν από 1% (v/v) οξικό οξύ σε H<sub>2</sub>O (HPLC Grade) (διαλύτης A) και 1% (v/v) οξικό οξύ σε MeOH (διαλύτης B).

Το πρόγραμμα βαθμιδωτής έκλουσης ήταν: 90% A 0-5 min, 65% A 5-55 min, 65% A 55-65 min, 55% A 65-80 min και 20% A 80-120 min. Η ροή της κινητής φάσης ήταν  $1 \text{ mL min}^{-1}$  και ο όγκος έγχυσης του δείγματος (injection volume) 20  $\mu\text{L}$ . Επίσης, πρόγραμμα εναλλαγής του μήκους κύματος είχε ρυθμιστεί στον UV ανιχνευτή, βάσει των φασμάτων UV των φαινολικών συστατικών που ανιχνεύτηκαν στο δείγμα. Το πρόγραμμα ήταν το εξής: 0-52 min  $\lambda=280 \text{ nm}$ , 52-67 min  $\lambda=350 \text{ nm}$ , 67-73 min  $\lambda=280 \text{ nm}$  και 73-120 min  $\lambda=350 \text{ nm}$ . Η ταυτοποίηση του κάθε συστατικού έγινε κατόπιν σύγκρισης των κορυφών του δείγματος με πρότυπες φαινολικές ουσίες. Η σύγκριση βασίστηκε στο χρόνο έκλουσης (Retention Time), στο φάσμα UV και στην αναλογική αύξηση της κορυφής μετά την προσθήκη γνωστής ποσότητας πρότυπης ουσίας στο δείγμα. Η ποσοτικοποίηση του κάθε συστατικού έγινε με τη χρήση πρότυπης καμπύλης πολλαπλών σημείων της αντίστοιχης πρότυπης φαινολικής ουσίας. Στο εδώδιμο μέρος των καρπών της ‘Κορωνέικης’ προσδιορίστηκαν τα φαινολικά οξέα: υδροξυτυροσόλη (Hydroxytyrosol, HT, 2-(3,4-Dihydroxyphenyl)ethanol,  $\lambda_{\text{max}}=281 \text{ nm}$ ), τυροσόλη (Tyrosol, TYR, 2-(4-Hydroxyphenyl)ethylalcohol),  $\lambda_{\text{max}}=276 \text{ nm}$ ) και βερμπασκοζίτης (Verbascoside, VER,  $\lambda_{\text{max}}=254 \text{ sh}$ , 291, 332 nm), τα φλαβονοειδή: γλυκοζίτης-7 της λουτεολίνης (Luteolin-7-O-glucoside, LUT-7,  $\lambda_{\text{max}}=255, 267 \text{ sh}$ , 350 nm), ρουτίνη (Rutin, RUT, Quercetine-3-O-rutinoside,  $\lambda_{\text{max}}=258, 266 \text{ sh}$ , 298sh, 358 nm), κερσετίνη (Quercetin, QUER, 3,3',4',5,7-Pentahydroxyflavone,  $\lambda_{\text{max}}=254, 271 \text{ sh}$ , 307sh, 371 nm) και λουτεολίνη (Luteolin, LUT, 3',4',5,7-Tetrahydroxyflavone,  $\lambda_{\text{max}}=254, 266, 292 \text{ sh}$ , 347 nm) και το σεκοϊριδοειδές: ελευρωπαΐνη (Oleuropein, OLE,  $\lambda_{\text{max}}=232, 283 \text{ nm}$ ).

Η συγκέντρωση των μεμονωμένων φαινολικών ουσιών εκφράστηκε ως mg ή  $\mu\text{g}$  του κάθε φαινολικού συστατικού  $\text{g}^{-1} \text{ DW}$  και προσδιορίστηκε στις ελιές και των τριών καλλιεργητικών περιόδων.

#### **1.2.8.5. Εκτίμηση της συγκέντρωσης της $\alpha$ -τοκοφερόλης ( $\alpha$ -TOC)**

Η εκχύλιση και η μέτρηση της  $\alpha$ -TOC έγινε σύμφωνα με τους Wagner και Elmadfa (2000). Αναλυτικά, 20 mg λαδιού διαλύθηκαν σε 2 mL εξάνιο και στη συνέχεια εξατμίστηκαν σε συνεχή ροή αζώτου σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Μετά την απομάκρυνση του εξανίου το δείγμα επαναδιαλύθηκε σε 600  $\mu\text{L}$  διαλύματος μεθανόλης:διχλωρομεθάνιου σε αναλογία 85%:15%, περάστηκε από νάυλον φίλτρο σύριγγας με μέγεθος πόρων 0,2  $\mu\text{m}$  και οδηγήθηκε αμέσως για μέτρηση.

Η ταυτοποίηση και ο ποσοτικός προσδιορισμός της  $\alpha$ -TOC έγινε με τη χρήση HPLC. Το σύστημα της HPLC αποτελούνταν από αντλία (Varian 9010, Varian, Santa Clara, USA), ανιχνευτή ορατού-υπεριώδους (UV Detector) (HP 1050, Hewlett-Packard, Waldbronn, Germany) και σύστημα επεξεργασίας δεδομένων (Peak Simple 3.25). Ο διαχωρισμός των συστατικών του δείγματος έγινε σε στήλη Ascentis® Express Fusecore, 2,7  $\mu\text{m}$ , διαστάσεων 10 cm  $\times$  2,1 mm (Supelco Analytical, Bellefonte, USA). Την κινητή φάση αποτελούσε διάλυμα μεθανόλης:διχλωρομεθάνιου σε αναλογία 85%:15%, με ροή  $0,05 \text{ mL min}^{-1}$  και όγκο έγχυσης δείγματος 20  $\mu\text{L}$ . Ο ανιχνευτής ήταν ρυθμισμένος σε

μήκος κύματος 295 nm. Η ταυτοποίηση και η ποσοτικοποίηση της  $\alpha$ -TOC έγινε με τη χρήση πρότυπης καμπύλης  $\alpha$ -TOC πολλαπλών σημείων και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε mg  $\alpha$ -TOC Kg<sup>-1</sup> λαδιού.

Η συγκέντρωση της  $\alpha$ -TOC προσδιορίστηκε στο λάδι από τις ελιές της καλλιεργητικής περιόδου B.

### **1.2.9. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων**

Η επίδραση του παράγοντα στάδιο ωριμότητας επί των χαρακτηριστικών που εξετάστηκαν τις καλλιεργητικές περιόδους A και B εκτιμήθηκε με μόνο-παραγοντικές αναλύσεις της διασποράς (ANOVA). Επίσης, η επίδραση των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με MAN εκτιμήθηκε με μόνο-παραγοντικές αναλύσεις της διασποράς (ANOVA).

Οι συγκρίσεις των μέσων για όλες τις καλλιεργητικές περιόδους έγιναν με βάση τη μέθοδο της έντιμης σημαντικής διαφοράς (HSD, Honest Significant Difference) της μεθόδου Tukey – HSD.

Οι αναλύσεις των κυρίων συνιστωσών (PCA, Principal Component Analysis) και οι συσχετίσεις ανά ζεύγη, εφαρμόστηκαν με σκοπό να γίνει γενική εκτίμηση της παραλλακτικότητας και να διερευνηθούν οι σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών. Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων της PCA έγινε με βάση την eigenvalue και το ποσοστό της διακύμανσης που εξηγείται από κάθε συνιστώσα αλλά και συνολικά. Από το γράφημα της θέσης των τιμών των κυρίων συνιστωσών (score plot) έγινε η ερμηνεία της ομαδοποίησης των δειγμάτων, ενώ από το γράφημα των συντελεστών των κυρίων συνιστωσών (loading plot) έγινε η ερμηνεία των σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών, με την συνεπικουρία των συσχετίσεων ανά ζεύγη. Αναλυτικότερα, κατά την ερμηνεία της PCA εξετάζεται η γωνία που ορίζεται από τη θέση δύο μεταβλητών με βάση το κέντρο του loading plot, αλλά και η θέση τους ως προς τις ακραίες τιμές (-1 και 1) των αξόνων x και y. Ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών υποστηρίζεται όταν οι γωνίες μεταξύ τους τείνουν στην τιμή 0° και η θέση τους είναι εγγύς στην ακραία τιμή ενός από τους άξονες x και y. Αντίστροφα, ισχυρή αρνητική συσχέτιση υποστηρίζεται όταν η γωνία τείνει στις 180°. Τέλος, οι σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών εξετάστηκαν και με βάση την πιθανότητα (P) και το συντελεστή συσχέτισης ( $r^2$ ) που προέκυψαν από την ανάλυση των συσχετίσεων ανά ζεύγη.

Όλες οι στατιστικές αναλύσεις έγιναν με το λογισμικό JMP 7.0.1 (SAS Institute, Cary, NC, USA).



## 1.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

---

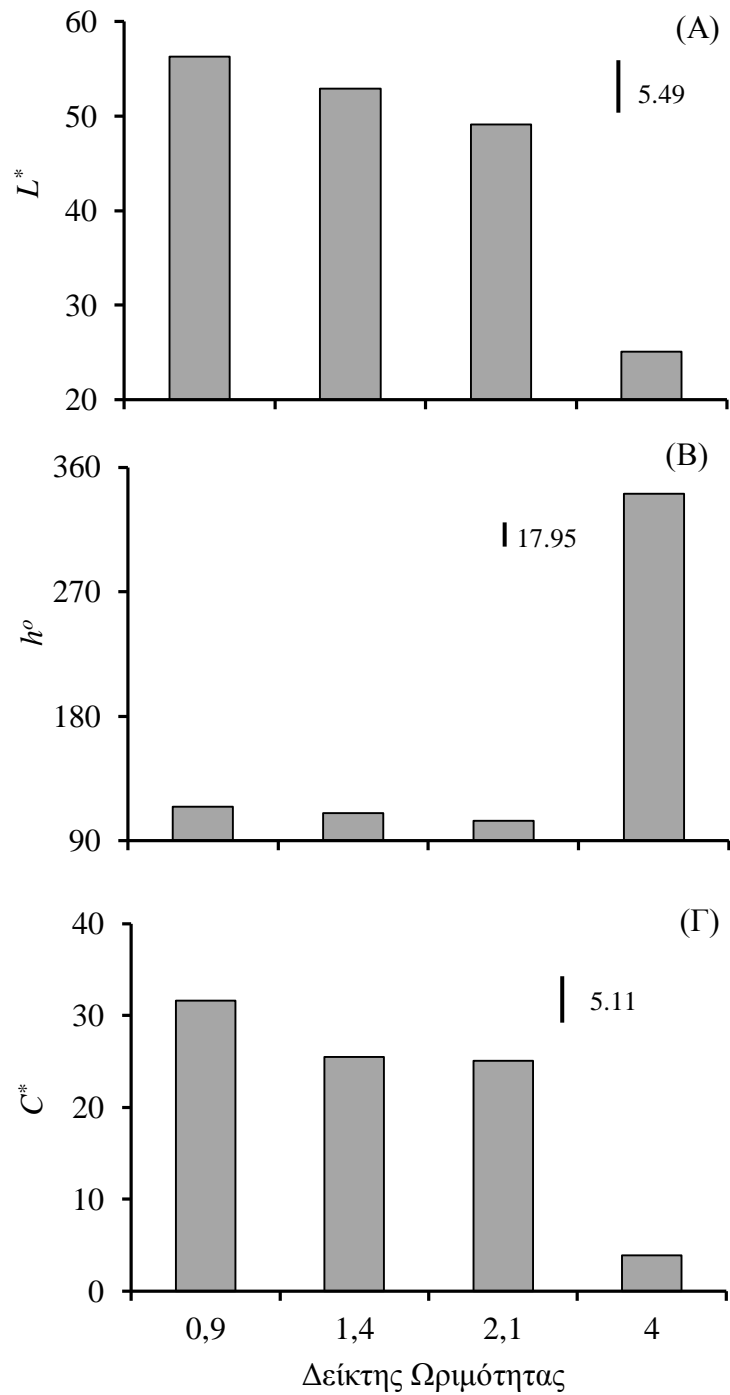
### 1.3.1. Χαρακτηριστικά των καρπών, την καλλιεργητική περίοδο A

#### 1.3.1.1. Χρώμα καρπών

Στους καρπούς όλων των δεικτών ωριμότητας οι τιμές των παραμέτρων  $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$  του χρώματος του φλοιού κυμάνθηκαν μεταξύ 25 και 57, 341 και 104, 3 και 32, αντίστοιχα (Γράφημα 1.1). Οι τιμές των παραμέτρων  $L^*$  και  $C^*$  του χρώματος του φλοιού ακολούθησαν παρόμοια καθοδική πορεία κατά την ωρίμανση των καρπών και η επίδραση του σταδίου ωριμότητας ήταν σημαντική ( $P < 0,001$ , και για τις δύο παραμέτρους) (Πίνακας 1.3). Αναλυτικότερα και οι δύο παράμετροι του χρώματος μειώθηκαν αυξανόμενου του ΜΙ των ελιών.

Επίσης, η ημερομηνία της συγκομιδής άσκησε σημαντική επίδραση και στις τιμές της παραμέτρου  $h^o$  ( $P < 0,001$ ) (Πίνακας 1.3), όπου οι τιμές του  $h^o$  εκτιμήθηκαν σημαντικά αυξημένες, με ΜΙ 4 του τελευταίου σταδίου ωριμότητας, συγκρινόμενες με τις αντίστοιχες τιμές των προηγούμενων σταδίων, λόγω του ιώδους χρώματος του φλοιού.

Τέλος, με βάση τις προαναφερθείσες τιμές του χρώματος οι ελιές με ΜΙ 0,9 είχαν πράσινο χρώμα φλοιού, με ΜΙ 1,4 ο φλοιός τους είχε ανοικτό πράσινο χρώμα, με ΜΙ 2,1 στο φλοιό τους συνυπήρχαν περιοχές πράσινου και κόκκινου χρώματος και με ΜΙ 4 το χρώμα του φλοιού ήταν ανοικτό ιώδες και της σάρκας λευκό.



**Γράφημα 1.1.** Παράμετροι  $L^*$ ,  $h^\circ$  και  $C^*$  του χρώματος του φλοιού των καρπών ‘Κορωνέικης’, 4 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο A. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA.

**Πίνακας 1.3.** Πιθανότητες της επίδρασης του σταδίου ωριμότητας ( $P$ ) επί των παραμέτρων  $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$  του χρώματος (Γράφημα 1.1), επί της έκλυσης  $CO_2$  και  $C_2H_4$  (Γράφημα 1.2) και επί της εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε λάδι και υγρασία (Γράφημα 1.3) σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, την καλλιεργητική περίοδο Α.

ΠΠ <sup>†</sup>	Μεταβλητή						
	$L^*$	$h^o$	$C^*$	Έκλυση $CO_2$	Έκλυση $C_2H_4$	% Λάδι	% Υγρασία
$P$	***	***	***	***	***	***	***

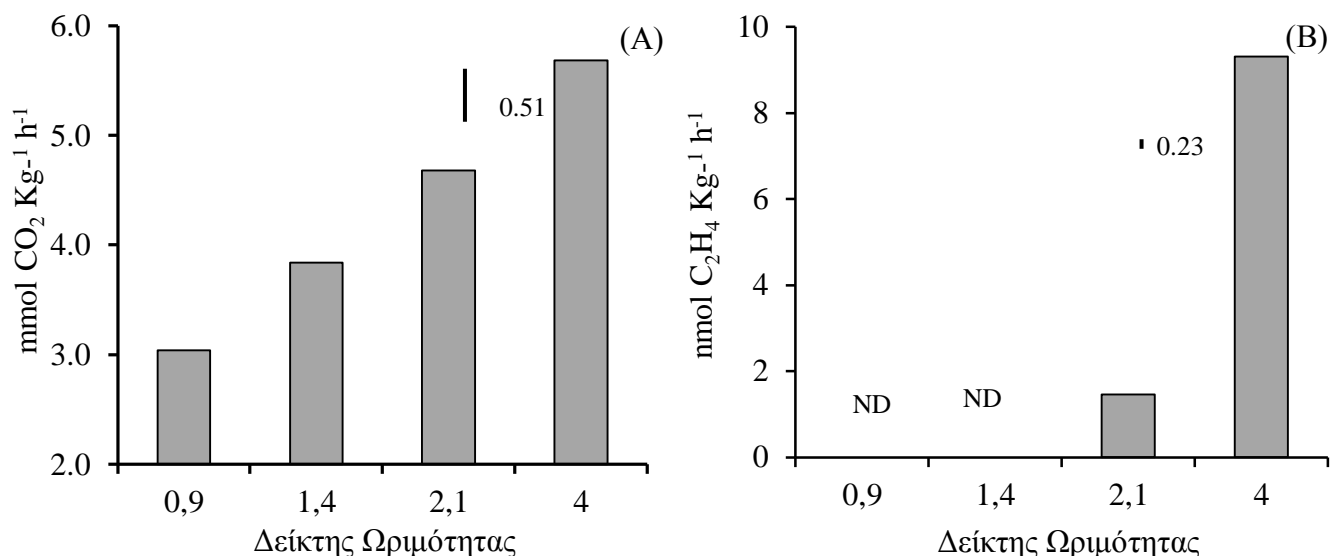
<sup>†</sup> ΠΠ: πηγή παραλλακτικότητας.

\*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

### 1.3.1.2. Αναπνοή καρπών και έκλυση αιθυλενίου

Η αναπνοή των καρπών εκτιμήθηκε με βάση το εκλυόμενο  $CO_2$  από αυτούς και οι τιμές της κυμανθήκαν μεταξύ 3 και 5,7 mmol  $CO_2$   $Kg^{-1}$   $h^{-1}$  (Γράφημα 1.2 Α). Η επίδραση του σταδίου ωριμότητας επί της αναπνοής παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική ( $P < 0,001$ ) (Πίνακας 1.3). Αναλυτικά, η ένταση της αναπνοής των καρπών αυξήθηκε σημαντικά αυξανόμενου του ΜΙ. Επιπλέον, οι τιμές της αναπνοής των ελιών με ΜΙ 4 παρατηρήθηκαν ~1,9 φορές αυξημένες συγκρινόμενες με τις αντίστοιχες με ΜΙ 0,9.

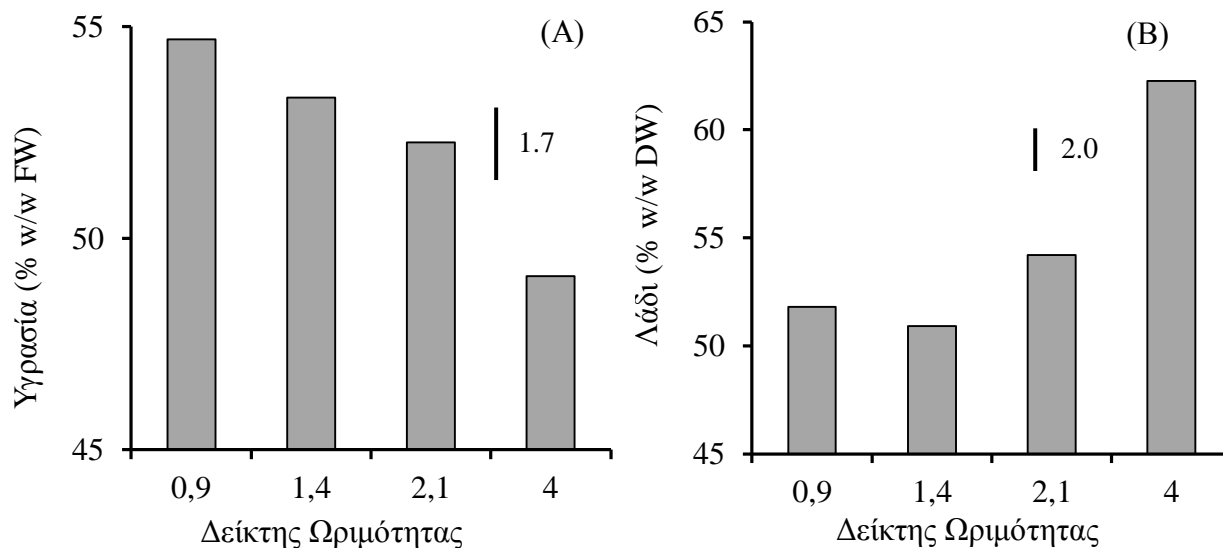
Η έκλυση του  $C_2H_4$  από τους καρπούς εκτιμήθηκε μόνο στους καρπούς των δύο τελευταίων σταδίων, καθώς στις με ΜΙ 0,9 και 1,4 η έκλυση του  $C_2H_4$  ήταν κάτω από το όριο ανίχνευσης της μεθόδου (Γράφημα 1.2 Β). Συγκεκριμένα, η επίδραση του σταδίου ωριμότητας ήταν σημαντική ( $P < 0,001$ ) (Πίνακας 1.3) και η έκλυση του  $C_2H_4$  αυξήθηκε κατά ~ 6,2 φορές στις ελιές με ΜΙ 4 σε σύγκριση με αυτές με ΜΙ 2,1.



**Γράφημα 1.2.** Έκλυση CO<sub>2</sub> και C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> καρπών ‘Κορωνέικης’, 4 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Α. Η κάθετη μπάρα για την έκλυση CO<sub>2</sub> αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA και για την έκλυση C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> στην τιμή SE από την σύγκριση των τιμών των δύο δειγμάτων.

### 1.3.2. Περιεκτικότητα υγρασίας και ελαιοπεριεκτικότητα των καρπών

Η εκατοστιαία περιεκτικότητα σε υγρασία στη σάρκα των ελιών εκτιμήθηκε μεταξύ 49% και 55% και η ελαιοπεριεκτικότητα μεταξύ 50% και 63% σε ξηρό βάρος σάρκας (Γράφημα 1.3). Η επίδραση του σταδίου ωριμότητας των καρπών στις δύο μεταβλητές ήταν στατιστικά σημαντική ( $P < 0,001$ , και για τις δύο) (Πίνακας 1.3). Συγκεκριμένα, η % υγρασία μειώθηκε αυξανόμενου του ΜΙ σε αντίθεση με την ελαιοπεριεκτικότητα που αυξήθηκε. Οι ελιές με ΜΙ 0,9 και 1,4 είχαν παρόμοια ποσοστά υγρασίας και λαδιού, ενώ οι ελιές με ΜΙ 4 είχαν το μικρότερο ποσοστό υγρασίας και το μεγαλύτερο λαδιού.



**Γράφημα 1.3.** Εκατοστιαία περιεκτικότητα σε υγρασία και λάδι στο εδώδιμο μέρος καρπών ‘Κορωνέικης’, 4 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Α. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA.

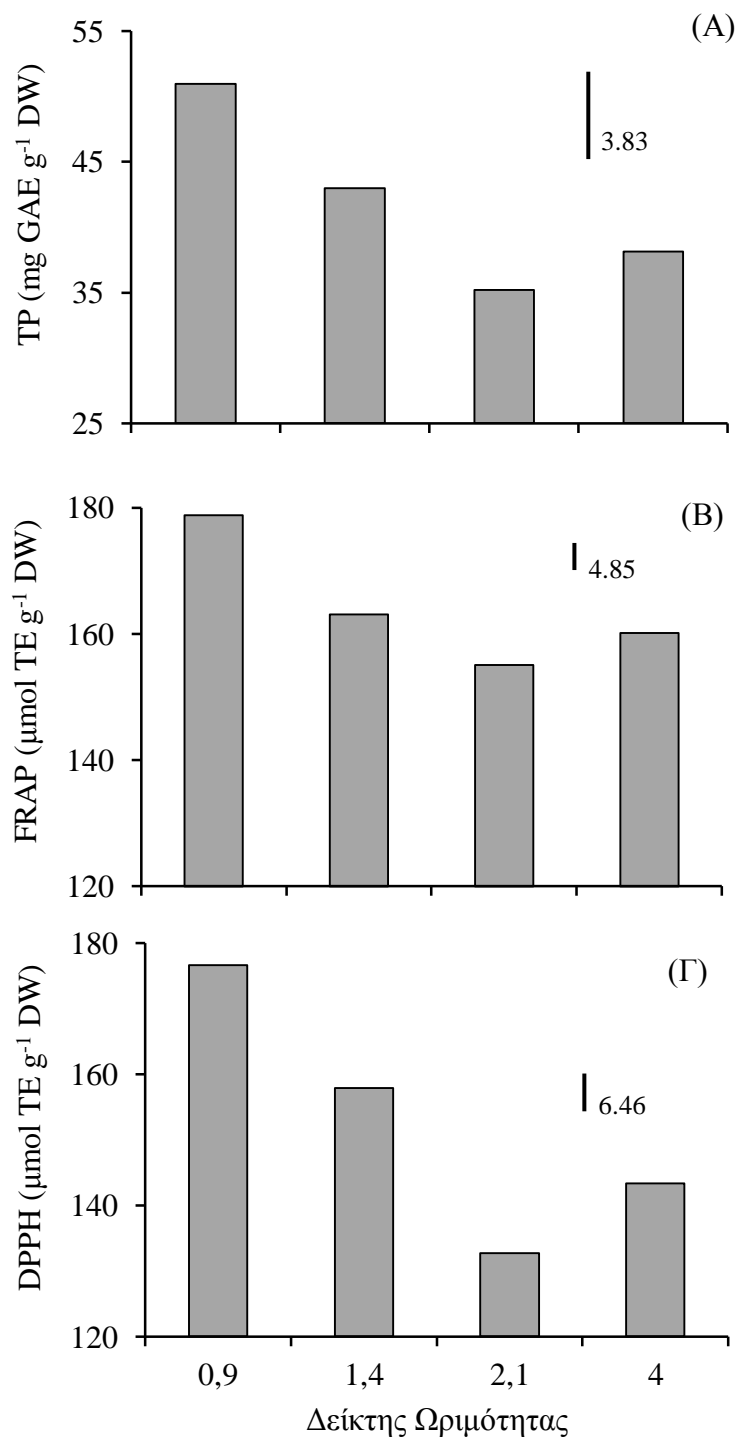
### 1.3.3. Εκτίμηση αντιοξειδωτικών ουσιών των καρπών, την καλλιεργητική περίοδο Α

#### 1.3.3.1. Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) των καρπών

Η συγκέντρωση των TP στο εδώδιμο μέρος των καρπών κυμάνθηκε μεταξύ 34 και 51 mg GAE  $g^{-1}$  DW, ενώ η TAC εκτιμήθηκε μεταξύ 155 και 179 και μεταξύ 132 και 176  $\mu\text{mol TE } g^{-1}$  DW, εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, αντίστοιχα (Γράφημα 1.4).

Το στάδιο ωριμότητας των καρπών άσκησε σημαντική επίδραση επί της συγκέντρωσης των TP ( $P < 0,001$ ) (Πίνακας 1.4) η όποια μειώθηκε κατά την ωρίμανση. Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση των TP μειώθηκε σημαντικά αυξανόμενου του MI μέχρις ότου οι καρποί αποκτήσουν MI 2,1, ενώ οι τιμές των TP που αντιστοιχούν στις ελιές με MI 2,1 και 4 παρατηρήθηκαν σε παρόμοια επίπεδα.

Επίσης, το στάδιο ωριμότητας άσκησε σημαντική επίδραση στην TAC των καρπών και για τις δύο μεθόδους εκτίμησής της ( $P < 0,001$ , και για τις δύο μεθόδους) (Πίνακας 1.4). Αναλυτικότερα, οι τιμές της TAC, εκτιμώμενες τόσο με τη μέθοδο FRAP όσο και με την DPPH, μειώθηκαν στατιστικά σημαντικά μέχρι το 3<sup>ο</sup> στάδιο ωριμότητας των καρπών, (MI 2,1), ενώ οι τιμές της TAC που αντιστοιχούν στις ελιές με MI 2,1 και 4 παρατηρήθηκαν σε παρόμοια επίπεδα.



**Γράφημα 1.4.** Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, στο εδώδιμο μέρος των καρπών 'Κορωνέικης', 4 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Α. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA.

**Πίνακας 1.4.** Πιθανότητες της επίδρασης του σταδίου ωριμότητας (*P*) επί της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών (TP) και της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH (Γράφημα 1.4) και επί της συγκέντρωσης των μεμονωμένων φαινολικών ουσιών: ελευρωπαΐνη (OLE), βερμπασκοζίτη (VER), υδροξυτυροσόλη (HT), τυροσόλη (TYR) (Γράφημα 1.5), γλυκοζίτη-7 της λουτεολίνης (LUT-7), ρουτίνη (RUT), κερσετίνη (QUER) και λουτεολίνη (LUT) (Γράφημα 1.6), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, την καλλιεργητική περίοδο Α.

ΠΠ†	Μεταβλητή										
	TP	FRAP	DPPH	OLE	HT	TYR	VER	LUT-7	RUT	QUER	LUT
<i>P</i>	***	***	***	***	***	***	NS	***	***	***	***

† ΠΠ: πηγή παραλλακτικότητας.

NS, μη σημαντικό; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

### 1.3.2.2. Συγκέντρωση μεμονωμένων φαινολικών συστατικών των καρπών

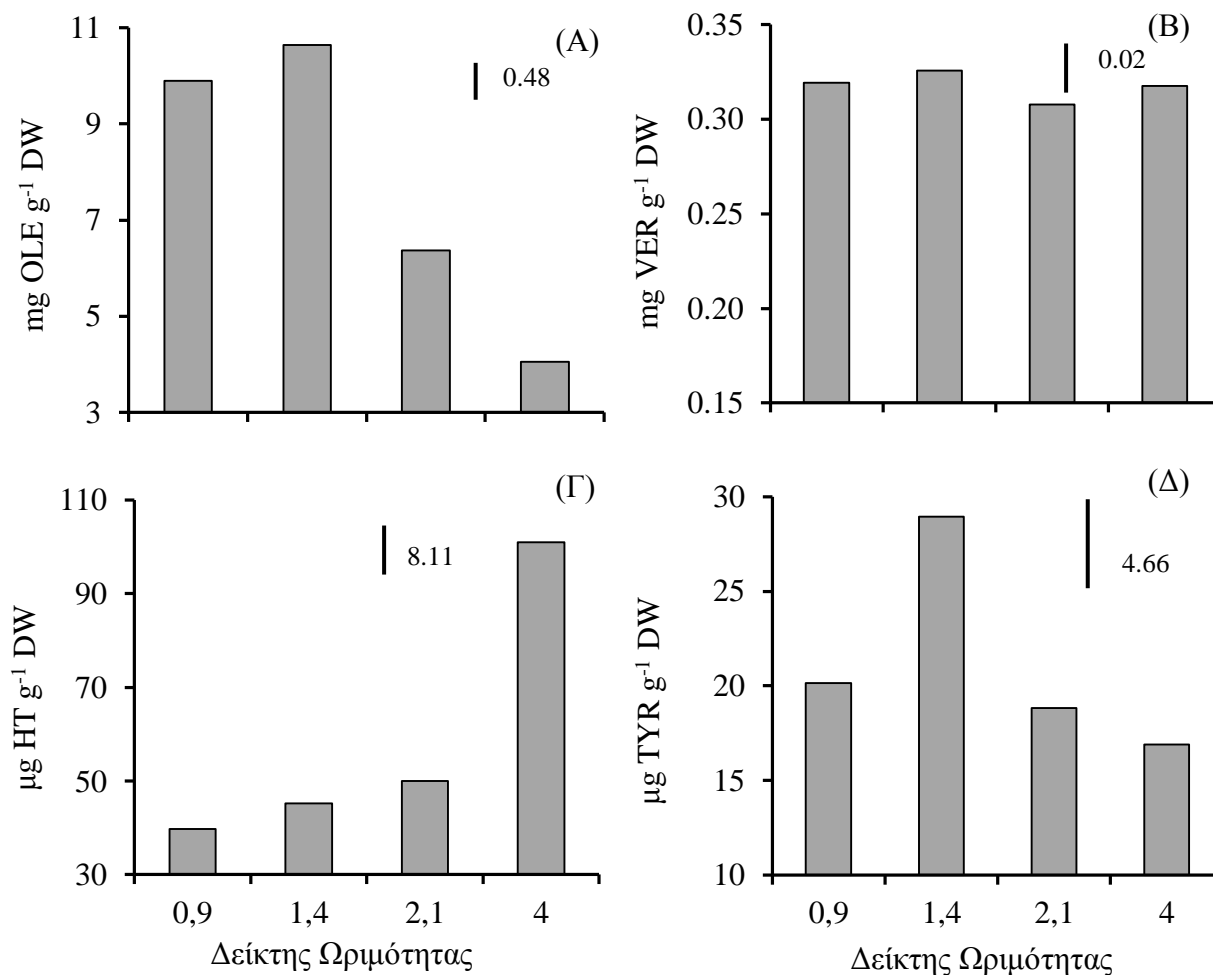
Τα μεμονωμένα φαινολικά συστατικά που ταυτοποιήθηκαν και ποσοτικοποιήθηκαν στη σάρκα των καρπών της ποικιλίας Κορωνέικη ήταν το σεκοϊριδοειδές: ελευρωπαΐνη (OLE), τα φαινολικά οξέα: βερμπασκοζίτης (VER), υδροξυτυροσόλη (HT) και τυροσόλη (TYR), και τα φλαβονοειδή: γλυκοζίτης-7 της λουτεολίνης (LUT-7), ρουτίνη (RUT), κερσετίνη (QUER) και λουτεολίνη (LUT).

Η συγκέντρωση της OLE στη σάρκα των καρπών κυμάνθηκε μεταξύ ~4 και ~10 mg OLE g<sup>-1</sup> DW, του VER μεταξύ ~0,30 και 0,33 mg VER g<sup>-1</sup> DW, της HT μεταξύ ~40 και ~100 μg HT g<sup>-1</sup> DW, της TYR μεταξύ ~17 και ~30 μg TYR g<sup>-1</sup> DW (Γράφημα 1.5), της LUT-7 μεταξύ ~0,18 και ~0,38 mg LUT-7 g<sup>-1</sup> DW, της RUT μεταξύ ~0,25 και ~0,35 mg RUT g<sup>-1</sup> DW, της QUER μεταξύ ~10 και ~27 μg QUER g<sup>-1</sup> DW και της LUT μεταξύ ~7 και ~18 μg LUT g<sup>-1</sup> DW (Γράφημα 1.6).

Η συγκέντρωση της OLE στο εδάδιμο μέρος των καρπών επηρεάστηκε σημαντικά από το στάδιο ωριμότητας ( $P < 0,001$ ) (Πίνακας 1.4). Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση της OLE μειώθηκε στατιστικά σημαντικά κατά την ωρίμανση των ελιών από το 2<sup>ο</sup> στάδιο και έπειτα. Επίσης, οι τιμές που αντιστοιχούν στη συγκέντρωση της OLE στις ελιές με ΜΙ 4 είναι μειωμένες κατά ~2,5 φορές σε σχέση με τις αντίστοιχες με ΜΙ 0,9.

Η επίδραση του σταδίου ωριμότητας επί της συγκέντρωσης των φαινολικών οξέων ήταν σημαντική για την HT και την TYR ( $P < 0,001$ , και για τις δύο), σε αντίθεση με του VER ( $P > 0,05$ ) (Πίνακας 1.4). Αναλυτικά, οι τιμές της συγκέντρωσης της HT αυξήθηκαν στατιστικά σημαντικά κατά την ωρίμανση και στις ελιές με ΜΙ 4 παρατηρήθηκε υψηλότερη κατά ~2,5 φορές σε σχέση με τις αντίστοιχες με ΜΙ 0,9. Επιπλέον, η συγκέντρωση της TYR παρουσίασε διακυμάνσεις μεταξύ των

σταδίων ωριμότητας, ενώ οι τιμές της συγκέντρωσης του VER κυμάνθηκαν σε παρόμοια επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια της ωρίμανσης.

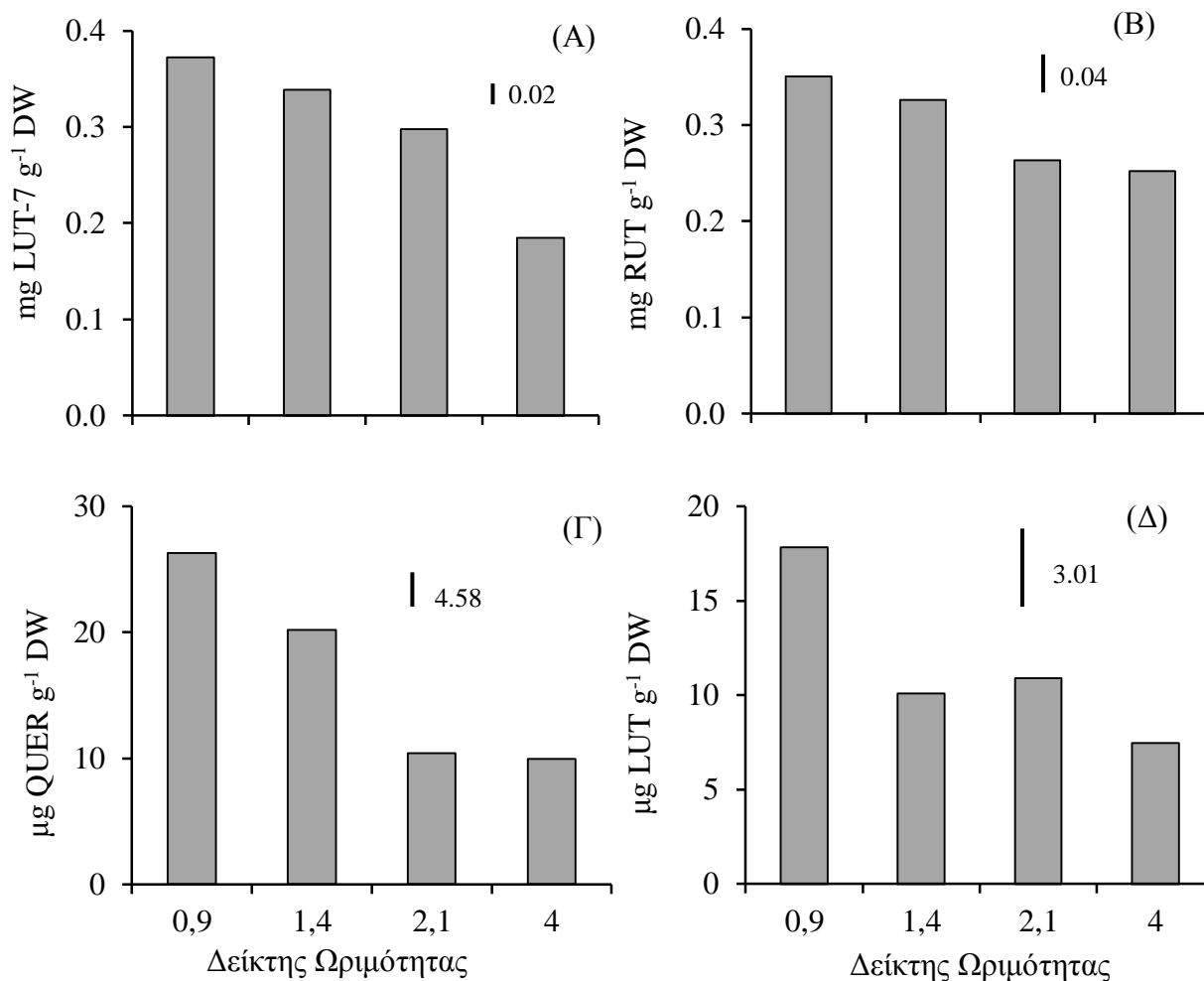


**Γράφημα 1.5.** Συγκέντρωση των φαινολικών ουσιών: ελευρωπαΐνη (OLE), βερμπασκοζίτη (VER), υδροξυτυροσόλη (HT) και τυροσόλη (TYR) στο εδώδιμο μέρος καρπών ‘Κορωνέικης’, 4 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Α. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA.

Η συγκέντρωση όλων των φλαβονοειδών που ανιχνεύθηκαν στο εδώδιμο μέρος των ελιών επηρεάστηκε σημαντικά από το στάδιο ωριμότητας ( $P < 0,001$ , για όλες τις ενώσεις) (Πίνακας 1.4) και παρατηρήθηκε μία τάση μείωσης όλων των φλαβονοειδών με την πρόοδο της ωρίμανσης. Αναλυτικότερα, οι τιμές της συγκέντρωσης του LUT-7 μειώθηκαν στατιστικά σημαντικά αυξανόμενου του MI. Η συγκέντρωση της RUT στις ελιές των 2 αρχικών σταδίων ωριμότητας παρατηρήθηκε σημαντικά υψηλότερη από την αντίστοιχη των τελευταίων σταδίων. Επιπλέον, οι τιμές της



συγκέντρωση της QUER στους καρπούς μειώθηκαν σημαντικά μέχρις ότου οι ελιές αποκτήσουν MI 2,1. Τέλος, η συγκέντρωση της LUT μειώθηκε σημαντικά κατά την ωρίμανση και στις ελιές με MI 1,4 και 2,1 διατηρήθηκε σε παρόμοια επίπεδα.



**Γράφημα 1.6.** Συγκέντρωση των φαινολικών ουσιών: γλυκοζίτη-7 της λουτεολίνης (LUT-7), ρουτίνη (RUT), κερσετίνη (QUER) και λουτεολίνη (LUT) στο εδάδιμο μέρος καρπών ‘Κορωνέικης’, 4 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Α. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA.

### 1.3.4. Σύσταση του ελαιόλαδου σε λιπαρά οξέα, την καλλιεργητική περίοδο Α

Η σύσταση σε λιπαρά οξέα, εκτιμώμενη ως % περιεκτικότητα βάρους κατά βάρους (w/w) του κάθε λιπαρού οξέος στο λάδι, ήταν η εξής: ~10,6% παλμιτικό (PA), ~0,85% παλμιτελαϊκό (PO), ~2,75% στεαρικό (ST), ~76,3% ελαϊκό (OL), ~1,78% (VA)~5,9% λινολεϊκό (LL), ~0,75% λινολενικό (LN), 0,51% αραχιδικό (AR) και 0,34% γονδοϊκό (GO) (Πίνακας 1.5).

Κατά την ωρίμανση των καρπών στατιστικά σημαντικές αλλαγές στην συγκέντρωσή τους στη λιπαρή φάση των καρπών παρατηρήθηκαν μόνο για το VA, το LL και το LN ( $P < 0,05$ ,  $P < 0,001$  και  $P < 0,001$ , αντίστοιχα) (Πίνακας 1.5). Αναλυτικότερα, το ποσοστό του VA παρουσίασε διακυμάνσεις κατά την ωρίμανση των ελιών. Η συγκέντρωση του LL στο λάδι αυξήθηκε με την πρόοδο της ωρίμανσης και στις ελιές με MI 4 παρατηρήθηκε το υψηλότερο ποσοστό του LL. Αντίθετη πορεία από το LL ακολούθησε το LN, του οποίου το ποσοστό στο λάδι μειώθηκε σημαντικά αυξανόμενου του MI.

**Πίνακας 1.5.** Σύσταση του ελαιόλαδου στα λιπαρά οξέα: παλμιτικό οξύ (PA), παλμιτελαϊκό οξύ (PO), ελαϊκό οξύ (OL), βαχενικό οξύ (VA), λινολεϊκό οξύ (LL), α-λινολενικό οξύ (LN), αραχιδικό οξύ (AR) και γονδοϊκό οξύ (GO), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, 4 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Α.

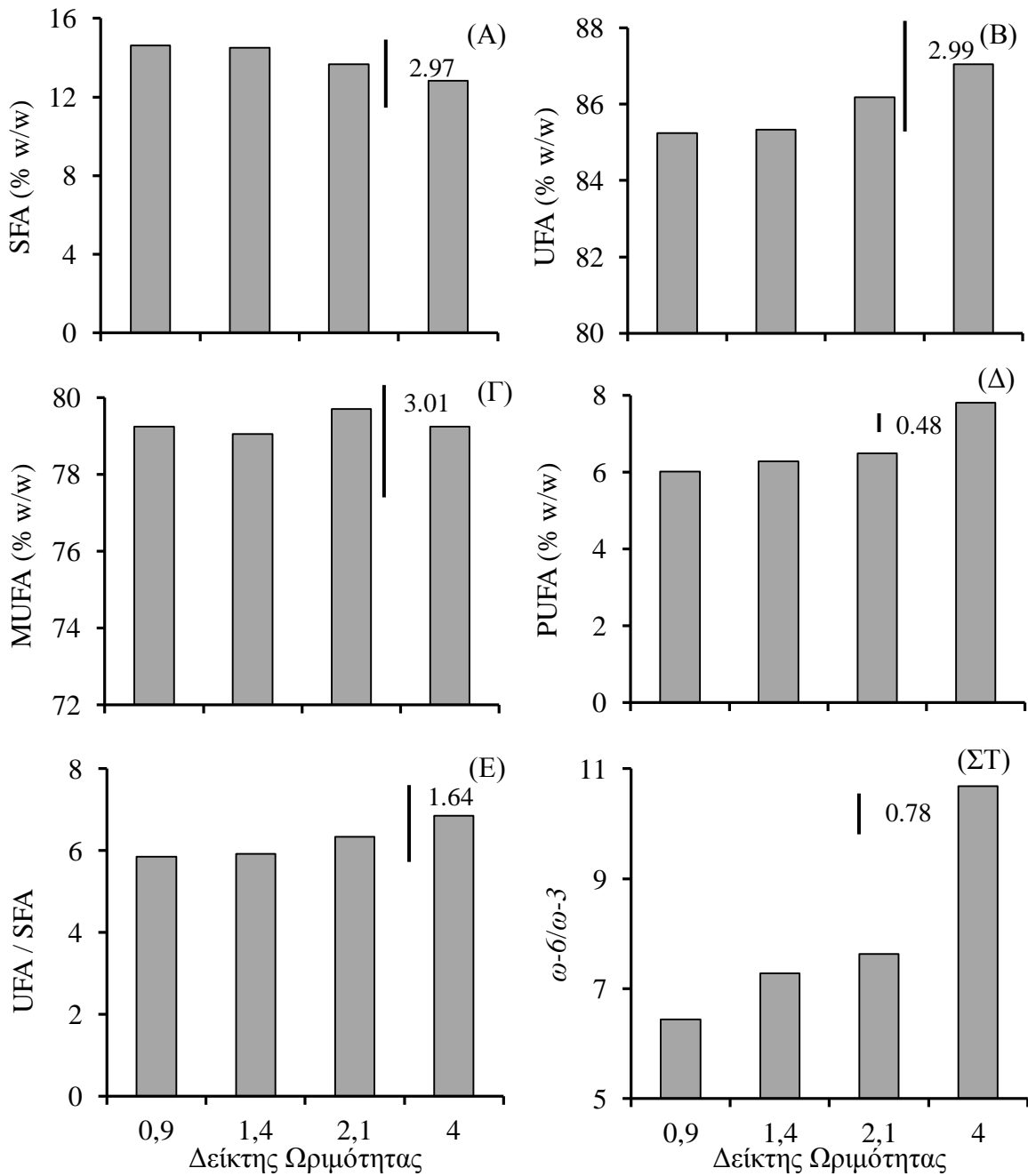
Δείκτης Ωριμότητας	Λιπαρά οξέα (% w/w)								
	PA	PO	ST	OL	VA	LL	LN	AR	GO
	C <sub>16:0</sub>	C <sub>16:1 n-9</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>18:1 n-9</sub>	C <sub>18:1 n-11</sub>	C <sub>18:2 n-9,12</sub>	C <sub>18:3 n-9,12,15</sub>	C <sub>20:0</sub>	C <sub>20:1 n-11</sub>
0,9	11,16	0,84	2,92	76,18	1,89	5,20	0,80	0,52	0,31
1,4	11,02	0,84	2,93	76,35	1,50	5,52	0,75	0,55	0,34
2,1	10,46	0,87	2,70	76,64	1,81	5,73	0,75	0,41	0,36
4	9,85	0,87	2,48	76,07	1,94	7,13	0,66	0,48	0,34
HSD <sup>×</sup>	2,01	0,16	0,54	3,14	0,35	0,44	0,07	0,19	0,08
<i>P</i>	NS	NS	NS	NS	*	***	***	NS	NS

<sup>×</sup>, μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές από όλα τα στάδια ωριμότητας; σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ .

NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

Η σύσταση του ελαιόλαδου σε λιπαρά οξέα εκτιμήθηκε ~99,85%. Το ελαιόλαδο αποτελείται από ~13,9% κορεσμένα λιπαρά οξέα (SFA) και από ~86% ακόρεστα (UFA). Τα μονό-ακόρεστα λιπαρά οξέα (MUFA) είναι το μεγαλύτερο σε ποσοστό κλάσμα των UFA (~79,3%), ενώ το ποσοστό των πολύ-ακόρεστων (PUFA) εκτιμήθηκε ~6,6%. Με βάση την προαναφερθείσα σύσταση, οι λόγοι UFA/SFA και  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 παρατηρήθηκαν ~6,2% και ~8%, αντίστοιχα (Γράφημα 1.7). Επιπλέον, οι τιμές των PUFA και

του  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 αυξήθηκαν κατά την ωρίμανση και οι ελιές με ΜΙ 4 είχαν τις υψηλότερες τιμές σε σύγκριση με τα υπόλοιπα στάδια ( $P < 0,001$ , και για τα δύο) (Πίνακας 1.6).



**Γράφημα 1.7.** Περιεκτικότητα σε κορεσμένα (SFA), ακόρεστα (UFA), μονό-ακόρεστα (MUFA) και πολύ-ακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA) και οι λόγοι ακόρεστων/κορεσμένων (UFA/SFA) και  $\omega$ 6/ $\omega$ 3 σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, 4 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Α. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA.

**Πίνακας 1.6.** Πιθανότητες της επίδρασης του σταδίου ωριμότητας (*P*) επί της συγκέντρωσης των κορεσμένων (SFA), ακόρεστων (UFA), μόνο-ακόρεστων (MUFA) και πολύ-ακόρεστων (PUFA) λιπαρών οξέων και επί των λόγων ακόρεστα/κορεσμένα (UFA/SFA) και  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 λιπαρά οξέα (Γράφημα 1.7), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, την καλλιεργητική περίοδο Α.

ΠΠ†	Μεταβλητή					
	SFA	UFA	MUFA	PUFA	UFA/SFA	$\omega$ -6/ $\omega$ -3
<i>P</i>	NS	NS	NS	***	NS	***

† ΠΠ: πηγή παραλλακτικότητας.

NS, μη σημαντικό; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

### 1.3.5. Σχέσεις μεταξύ των φυσιολογικών χαρακτηριστικών και των αντιοξειδωτικών ουσιών, την καλλιεργητική περίοδο Α

Η PCA έδειξε ότι οι δύο πρώτες ερμηνεύσιμες συνιστώσες εξήγησαν συνολικά το 85,05% της συνολικής διακύμανσης των φυσιολογικών χαρακτηριστικών και των αντιοξειδωτικών ουσιών των καρπών (Πίνακας 1.7), υποδεικνύοντας θετικές και αρνητικές σχέσεις μεταξύ κάποιων από τα μελετώμενα χαρακτηριστικά (Γράφημα 1.8, Πίνακας II.5).

Από την PCA και τις συσχετίσεις ανά ζεύγη μεταξύ των χαρακτηριστικών, θετική σχέση με υψηλό συντελεστή συσχέτισης παρατηρήθηκε μεταξύ των παραμέτρων του χρώματος  $L^*$  και  $C^*$  ( $r^2 > 0,97$ ), αντίθετα μεταξύ της παραμέτρου  $h^o$  και των παραμέτρων  $L^*$  και  $C^*$  παρατηρήθηκαν αρνητικές συσχετίσεις ( $r^2 > 0,94$ , και για τα δύο ζεύγη). Επίσης, στενή θετική συσχέτιση εμφανίστηκε μεταξύ της συγκέντρωσης των TP και της TAC, μετρούμενη και με τη μέθοδο DPPH και με τη FRAP ( $r^2 > 0,94$ , και για τις δύο σχέσεις), και μεταξύ των δύο μεθόδων εκτίμησης της TAC ( $r^2 = 0,945$ ). Επιπλέον, στενές θετικές

**Πίνακας 1.7.** Παράμετροι ανάλυσης κυρίων συνιστωσών (PCA) των φυσιολογικών χαρακτηριστικών και των αντιοξειδωτικών ουσιών (Γράφημα 1.19) καρπών ‘Κορωνέικης’, την καλλιεργητική περίοδο Α.

Σ †	Eigenvalue	ΕΔ †	ΣΔ †
#		(%)	(%)
1	10,443	69,617	69,617
2	2,315	15,433	85,051
3	1,421	9,472	94,523
4	0,553	3,688	98,210
5	0,104	0,692	98,902
6	0,085	0,565	99,467
7	0,030	0,201	99,668
8	0,027	0,179	99,847
9	0,016	0,106	99,953
10	0,006	0,042	99,996
11	0,001	0,004	100

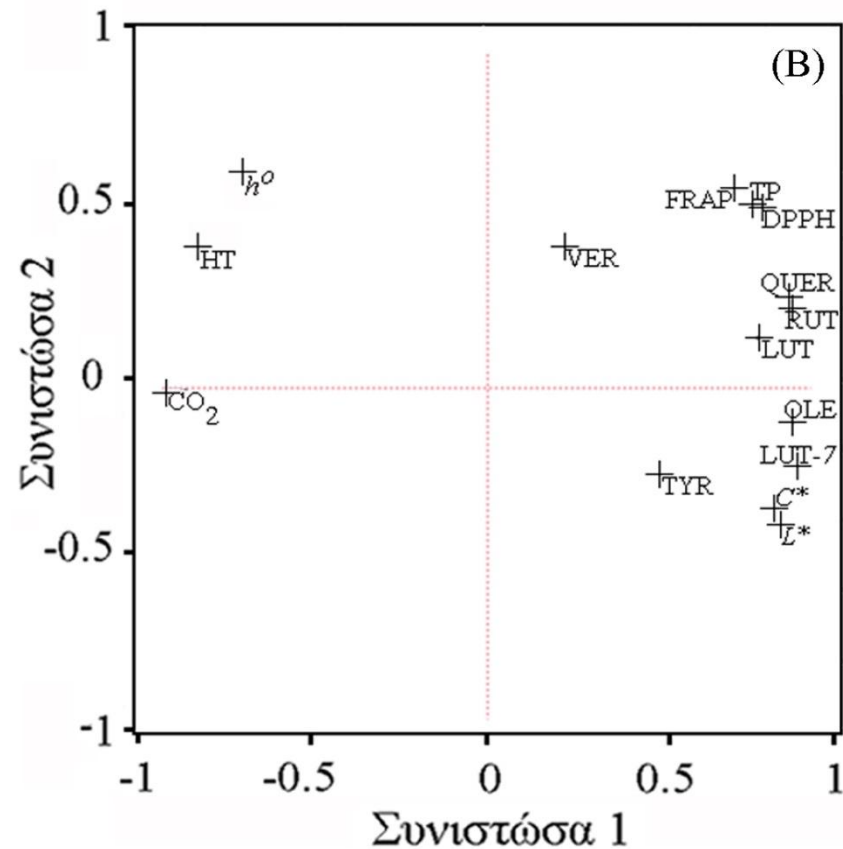
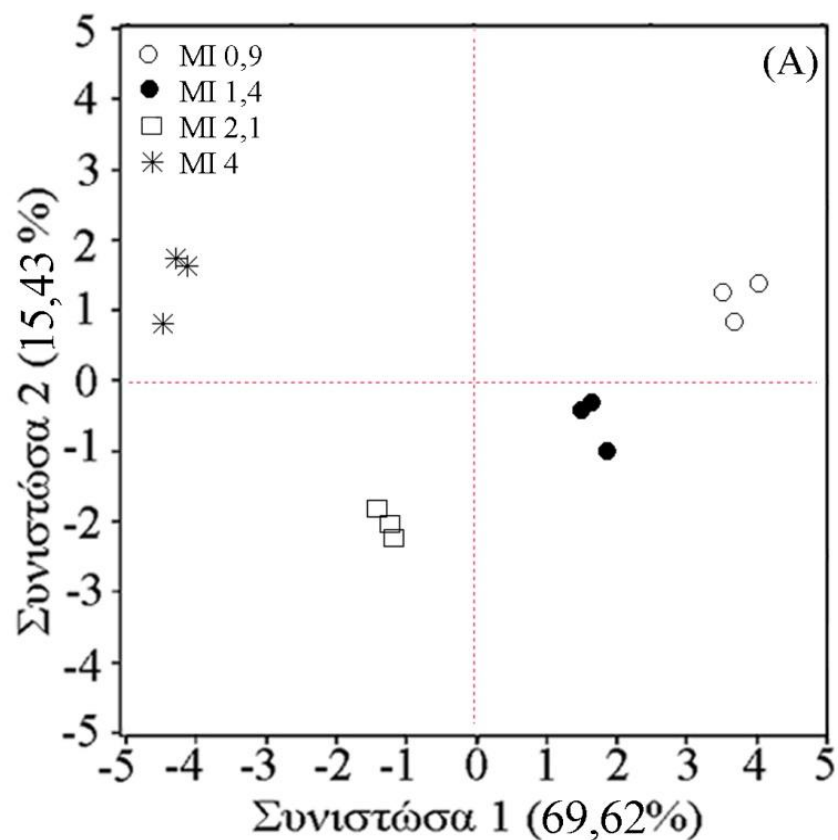
† Σ: Συνιστώσα, ΕΔ: Εξηγούμενη Διακύμανση, ΣΔ: Συνολική εξηγούμενη Διακύμανση

συσχετίσεις με υψηλό συντελεστή παρουσιάστηκαν μεταξύ των OLE και LUT-7 ( $r^2 = 0,914$ ), της LUT-7 και των παραμέτρων  $L^*$  και  $C^*$  ( $r^2 > 0,96$ , και για τις δύο σχέσεις), της RUT και της QUER ( $r^2 = 0,906$ ), της HT με το  $CO_2$  και το  $h^o$  ( $r^2 > 0,86$ , και για τις δύο σχέσεις), των TP με την RUT και την QUER ( $r^2 > 0,90$ , και για τις δύο σχέσεις). Επιπρόσθετα, θετικές σχέσεις χωρίς υψηλούς συντελεστές συσχέτισης παρουσιάστηκαν μεταξύ της OLE και των TP, DPPH, RUT, QUER,  $L^*$  και  $C^*$  ( $r^2 > 0,82$ , για όλες τις σχέσεις) και του  $CO_2$  με το  $h^o$  ( $r^2 = 0,77$ ).

Αρνητικές σχέσεις με υψηλούς συντελεστές συσχέτισης παρατηρήθηκαν μεταξύ της HT και των LUT-7,  $L^*$  και  $C^*$  ( $r^2 > 0,96$ , όλες τις σχέσεις) μεταξύ του  $CO_2$  με τις OLE, LUT-7, RUT, QUER,  $L^*$  και  $C^*$  ( $r^2 > 0,90$ , για όλες τις σχέσεις). Επιπλέον, αρνητικές σχέσεις χωρίς όμως υψηλούς συντελεστές παρουσιάστηκαν μεταξύ του  $CO_2$  και των TP, DPPH, FRAP και LUT ( $r^2 > 0,75$ , για όλες τις σχέσεις) και της OLE με την HT ( $r^2 = 0,848$ ).

Από την PCA και το score plot (Γράφημα 1.8 A) παρατηρήθηκε ότι οι τιμές που αντιστοιχούν στις ελιές με διαφορετικών MI διαχωρίστηκαν εμφανώς μεταξύ τους. Παράλληλα, οι τιμές που αντιστοιχούν στους καρπούς με MI 4 βρέθηκαν εγγύτερα στις παραμέτρους HT,  $CO_2$  και  $h^o$ , ενώ οι τιμές του MI 0,9 εγγύτερα στις TP, DPPH, FRAP, QUER, RUT, LUT, LUT-7 και OLE.

Τέλος, οι σχέσεις μεταξύ των φυσιολογικών χαρακτηριστικών και των λιπαρών οξέων, καθώς και μεταξύ των μεμονωμένων φαινολικών ουσιών και των λιπαρών οξέων, την καλλιεργητική περίοδο Α παρουσιάζονται στο παράρτημα II.

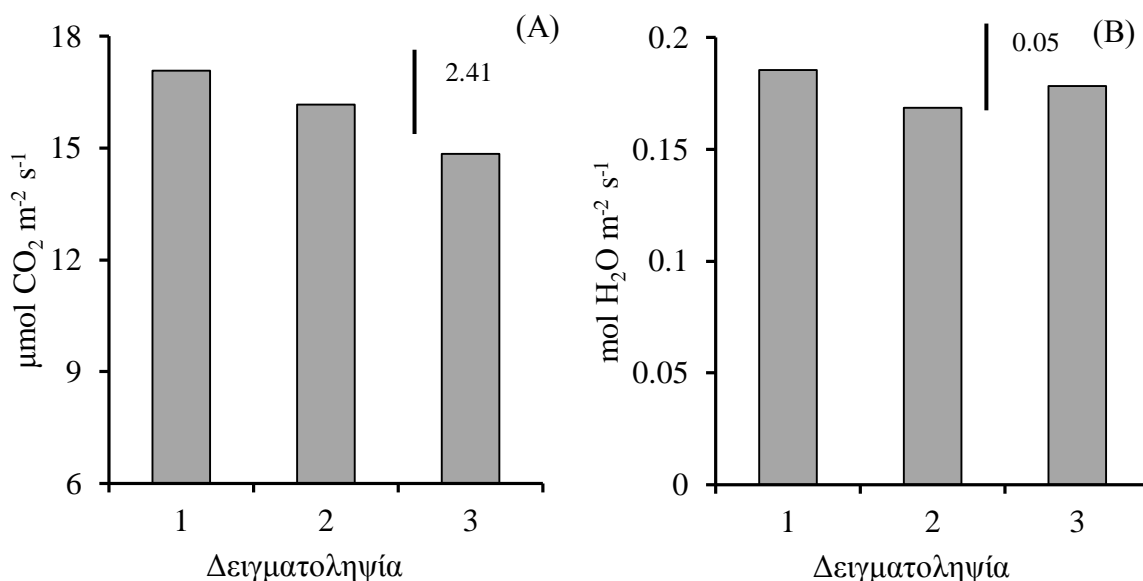


**Γράφημα 1.8.** Ανάλυση κυρίων συνιστωσών (PCA) των φυσιολογικών χαρακτηριστικών ( $L^*$ ,  $h^\circ$ ,  $C^*$  και  $CO_2$ ) και των αντιοξειδωτικών ουσιών (TP, DPPH, FRAP, OLE, HT, TYR, VER, LUT-7, RUT, QUER και LUT) καρπών ‘Κορωνέικης’, 4 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας την καλλιεργητική περίοδο A. Στο μέρος (A) του γραφήματος οι άξονες αντιστοιχούν στις τιμές των κυρίων συνιστωσών (score plot); Τα σχήματα υποδεικνύουν τη θέση του κάθε δείγματος στο score plot; Οι τιμές μέσα στις παρενθέσεις αντιστοιχούν στο ποσοστό της συνολικής διακύμανσης που εξηγείται από κάθε συνιστώσα.; Στο μέρος (B) οι άξονες αντιστοιχούν στους συντελεστές των κυρίων συνιστωσών (loading plot); Οι μεγάλοι σταυροί υποδεικνύουν τη θέση της κάθε μεταβλητής στο loading plot.

### 1.3.6. Εκτίμηση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας και της συγκέντρωσης των σακχάρων των φύλλων, την καλλιεργητική περίοδο Β

#### 1.3.6.1. Ρυθμός πρόσληψης CO<sub>2</sub> (UCO<sub>2</sub>) (Φωτοσύνθεση) και στοματική αγωγιμότητα (g<sub>s</sub>) των φύλλων

Ο UCO<sub>2</sub> από τα φύλλα εκτιμήθηκε ~16 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> και η g<sub>s</sub> ~0,18 mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, κατά μέσο όρο και για τις τρεις δειγματοληψίες (Γράφημα 1.9). Επιπλέον, η επίδραση της ημερομηνίας της δειγματοληψίας δεν εκτιμήθηκε στατιστικά σημαντική για καμία από τις δύο μεταβλητές ( $P > 0,05$ , και για την UCO<sub>2</sub> και για την g<sub>s</sub>) (Πίνακας 1.8).



**Γράφημα 1.9.** Ρυθμός πρόσληψης CO<sub>2</sub> και στοματική αγωγιμότητα των φύλλων ‘Κορωνέικης’, 3 δειγματοληψιών, την καλλιεργητική περίοδο Β (Δειγματοληψία 1, 5/11/2010; Δειγματοληψία 2, 19/11/2010; Δειγματοληψία 3, 22/12/2010). Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA.

**Πίνακας 1.8.** Πιθανότητες της επίδρασης της ημερομηνίας της δειγματοληψίας ( $P$ ) επί του ρυθμού πρόσληψης του  $\text{CO}_2$  ( $\text{UCO}_2$ ) και της στοματικής αγωγιμότητας ( $g_s$ ) (Γράφημα 1.9) και επί της συγκέντρωσης της σακχαρόζης (SUC), της γλυκόζης (GLU), της φρουκτόζης (FRU) και της μαννιτόλης (MAN) (Γράφημα 1.10) στα φύλλα ‘Κορωνέικης’, την καλλιεργητική περίοδο Β.

ΠΠ†	Μεταβλητή					
	$\text{UCO}_2$	$g_s$	SUC	GLU	FRU	MAN
$P$	NS	NS	***	**	*	***

† ΠΠ: πηγή παραλλακτικότητας.

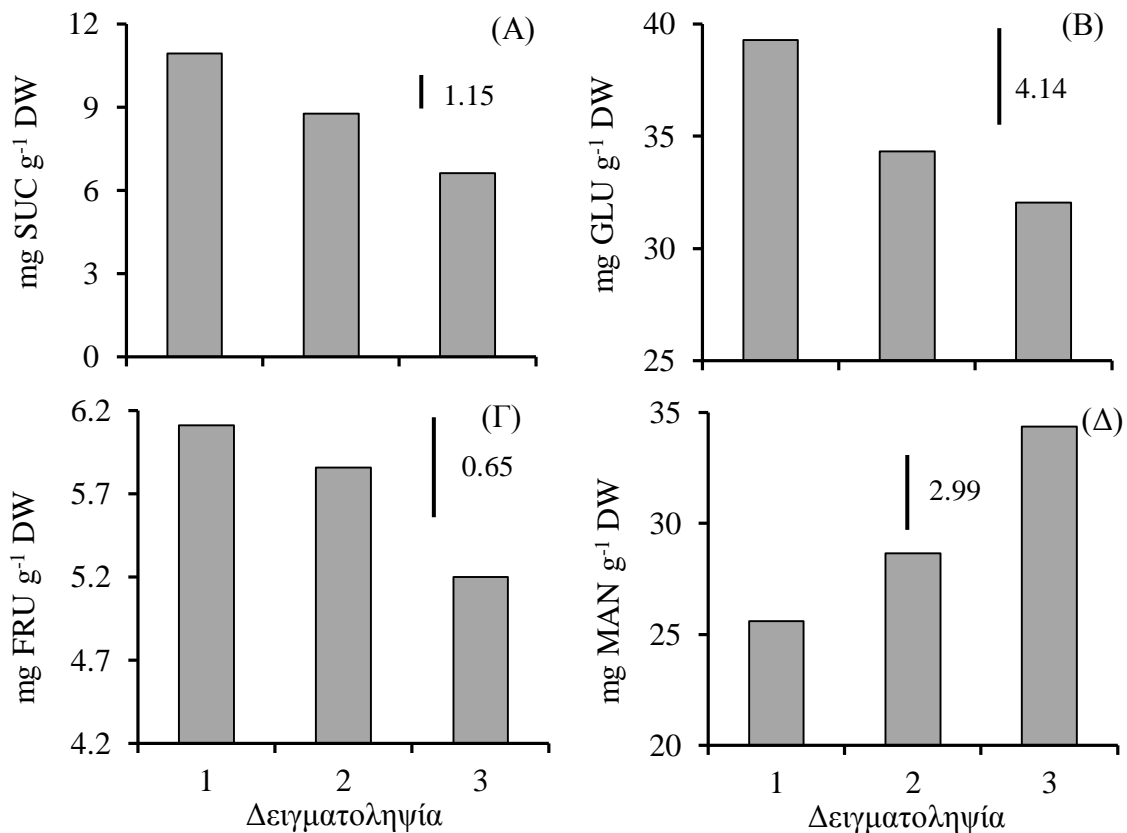
NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

### 1.3.6.2. Συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων των φύλλων

Αναλυτικά, η συγκέντρωση της SUC κυμάνθηκε μεταξύ 6 και 11 mg sucrose  $\text{g}^{-1}$  DW, της GLU 32 και 40 mg glucose  $\text{g}^{-1}$  DW, της FRU 5,2 και 6,2 mg fructose  $\text{g}^{-1}$  DW και της MAN 25 και 35 mg mannitol  $\text{g}^{-1}$  DW, αντίστοιχα (Γράφημα 1.10).

Η ημερομηνία της δειγματοληψίας επέδρασε σημαντικά επί των συγκεντρώσεων και των 4 σακχάρων ( $P < 0,001$ , για τις SUC, GLU και MAN και  $P < 0,05$ , για τη FRU) (Πίνακας 1.8). Συγκεκριμένα, οι συγκεντρώσεις της SUC, της GLU και της FRU ακολούθησαν μειούμενη πορεία με την πρόοδο των δειγματοληψιών, σε αντίθεση με τη MAN. Αναλυτικά, οι τιμές της συγκέντρωσης της SUC στα φύλλα μειώθηκαν σημαντικά μεταξύ της 1<sup>ης</sup> και της 2<sup>ης</sup> δειγματοληψίας και μεταξύ της 2<sup>ης</sup> και της 3<sup>ης</sup>. Οι τιμές της GLU μειώθηκαν σημαντικά από την 1<sup>η</sup> στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία, ενώ ανάμεσα στη 2<sup>η</sup> και στην 3<sup>η</sup> δεν παρατηρήθηκαν διαφορές. Οι τιμές που αφορούσαν στη συγκέντρωση της FRU παρατηρήθηκαν σημαντικά μειωμένες στα φύλλα της 3<sup>ης</sup> συγκομιδής σε σύγκριση με της 1<sup>ης</sup>. Ενώ, η συγκέντρωση της MAN αυξήθηκε σημαντικά με την πρόοδο των δειγματοληψιών.





**Γράφημα 1.10.** Συγκέντρωση των διαλυτών σακχάρων: σακχαρόζη (SUC), γλυκόζη (GLU), φρουκτόζη (FRU) και μαννιτόλη (MAN) στα φύλλα ‘Κορωνέικης’, 3 δειγματοληψιών, την καλλιεργητική περίοδο Β. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA.

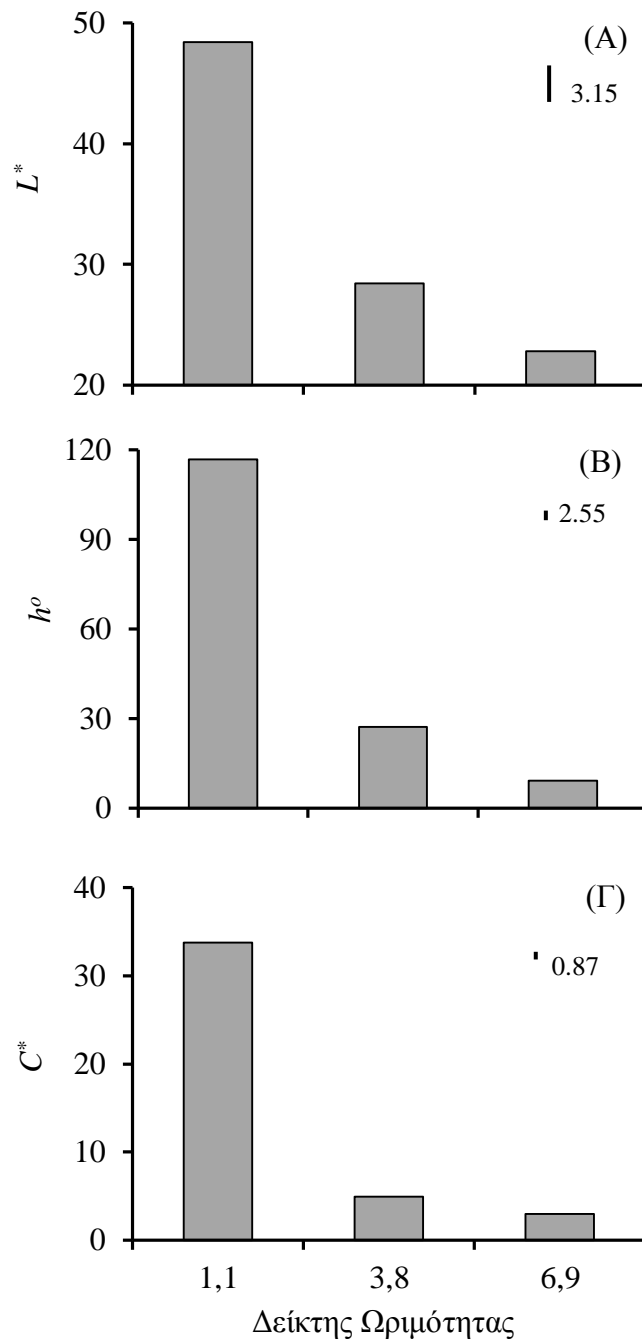
### 1.3.7. Χαρακτηριστικά των καρπών, την καλλιεργητική περίοδο Β

#### 1.3.7.1. Χρώμα καρπών

Στους καρπούς όλων των σταδίων ωριμότητας οι τιμές των παραμέτρων  $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$  του χρώματος του φλοιού κυμάνθηκαν μεταξύ 22 και 49, 9 και 117, 3 και 32, αντίστοιχα (Γράφημα 1.11).

Οι τιμές και των τριών παραμέτρων του χρώματος του φλοιού ακολούθησαν παρόμοια καθοδική πορεία κατά την ωρίμανση των καρπών και η επίδραση του σταδίου ωριμότητας ήταν σημαντική ( $P < 0,001$ , για όλες τις παραμέτρους) (Πίνακας 1.9). Αναλυτικότερα, οι τιμές του  $L^*$ , του  $h^o$  και του  $C^*$  μειώθηκαν στατιστικά σημαντικά αυξανόμενου του ΜΙ των ελιών.

Τέλος με βάση τις προαναφερθείσες τιμές του χρώματος του φλοιού οι ελιές με ΜΙ 1,1 ήταν πράσινου ανοικτού χρώματος και κατατάσσονται ως πράσινες ώριμες ελιές, μετά το στάδιο του γαλακτώματος. Οι ελιές με ΜΙ 3,8 είχαν κόκκινο (κερασί) χρώμα, ενώ το χρώμα του φλοιού και της σάρκας στις ελιές με ΜΙ 6,9 ήταν ιώδες – μαύρο και κατατάσσονταν στις μαύρες ώριμες ελιές.



**Γράφημα 1.11.** Παράμετροι  $L^*$ ,  $h^\circ$  και  $C^*$  του χρώματος του φλοιού των καρπών ‘Κορωνέικης’, 3 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Β. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA.

**Πίνακας 1.9.** Πιθανότητες της επίδρασης του σταδίου ωριμότητας ( $P$ ) επί των παραμέτρων  $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$  του χρώματος του φλοιού (Γράφημα 1.11), επί της έκλυσης  $\text{CO}_2$  και  $\text{C}_2\text{H}_4$  (Γράφημα 1.12) και επί της εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε λάδι και υγρασία (Γράφημα 1.13) σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, την καλλιεργητική περίοδο Β.

ΠΠ†	Μεταβλητή						
	$L^*$	$h^o$	$C^*$	Έκλυση $\text{CO}_2$	Έκλυση $\text{C}_2\text{H}_4$	% Λάδι	% Υγρασία
$P$	***	***	***	***	***	***	***

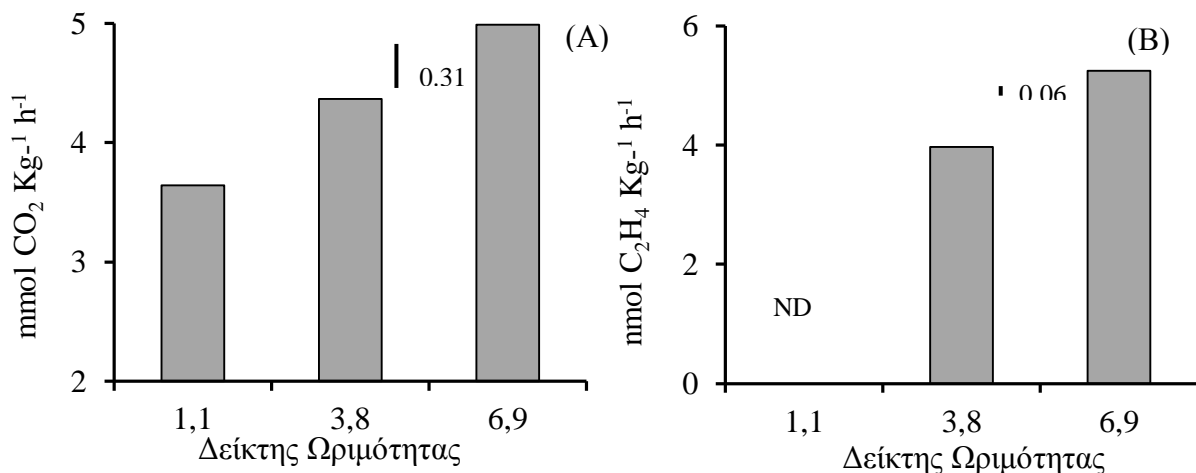
† ΠΠ: πηγή παραλλακτικότητας.

\*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

### 1.3.7.2. Αναπνοή καρπών και έκλυση αιθυλενίου

Η αναπνοή των καρπών εκτιμήθηκε με βάση το εκλύμενο  $\text{CO}_2$  από αυτούς και οι τιμές της κυμανθήκαν μεταξύ 3,5 και 5  $\text{mmol CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  (Γράφημα 1.12 Α) και η επίδραση του σταδίου ωριμότητας επί της αναπνοής παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική ( $P < 0,001$ ) (Πίνακας 1.9). Αναλυτικά, η ένταση της αναπνοής των καρπών αυξήθηκε σημαντικά με την πρόοδο της ωρίμανσης και η αύξηση αυτή ήταν σημαντική για όλα τα στάδια ωριμότητας.

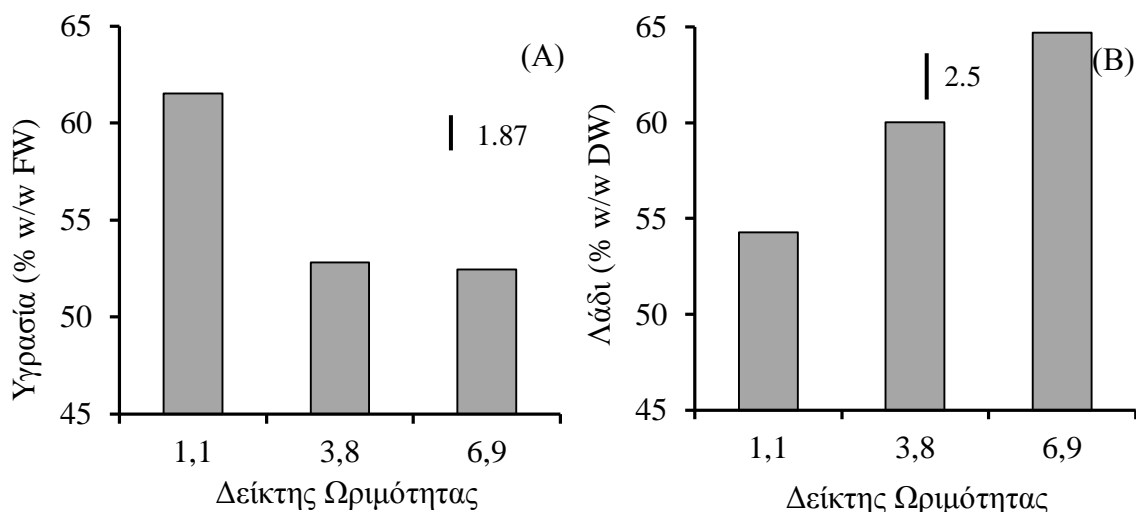
Όσον αφορά στην έκλυση του  $\text{C}_2\text{H}_4$  από τους καρπούς εκτιμήθηκε μόνο στους καρπούς των σταδίων 2 και 3 (Γράφημα 1.12 Β). Επίσης, η επίδραση του σταδίου ωριμότητας ήταν σημαντική ( $P < 0,001$ ) (Πίνακας 1.9) και παρατηρήθηκε αύξηση στην έκλυση του  $\text{C}_2\text{H}_4$  αυξανόμενου του ΜΙ.



**Γράφημα 1.12.** Έκλυση  $\text{CO}_2$  και  $\text{C}_2\text{H}_4$  καρπών ‘Κορωνέικης’, 3 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Β. Η κάθετη μπάρα για την έκλυση  $\text{CO}_2$  αντιστοιχεί στην τιμή HSD, ενώ για την έκλυση  $\text{C}_2\text{H}_4$  αντιστοιχεί στην τιμή SE, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA.

### 1.3.8. Περιεκτικότητα υγρασίας και ελαιοπεριεκτικότητα των καρπών, την καλλιεργητική περίοδο B

Το ποσοστό της υγρασίας στο εδάδιμο μέρος των ελιών εκτιμήθηκε μεταξύ 52% και 62% και η ελαιοπεριεκτικότητα μεταξύ 54% και 64% εκτιμώμενη σε ξηρό βάρος ιστού (Γράφημα 1.13). Η επίδραση του σταδίου ωριμότητας των καρπών στις δύο μεταβλητές ήταν στατιστικά σημαντική ( $P < 0,001$ , και για τις δύο) (Πίνακας 1.9). Συγκεκριμένα, το ποσοστό της υγρασίας μειώθηκε σημαντικά στους καρπούς των δύο όψιμων σταδίων ωριμότητας σε σύγκριση με το ποσοστό του 1<sup>ου</sup>. Αντίθετα, η ελαιοπεριεκτικότητα είχε αυξητική πορεία κατά την ωρίμανση και στις ελιές με ΜΙ 6,9 η ελαιοπεριεκτικότητα είχε αυξηθεί ~10% συγκρινόμενη με την αντίστοιχη των καρπών με ΜΙ 1,1.



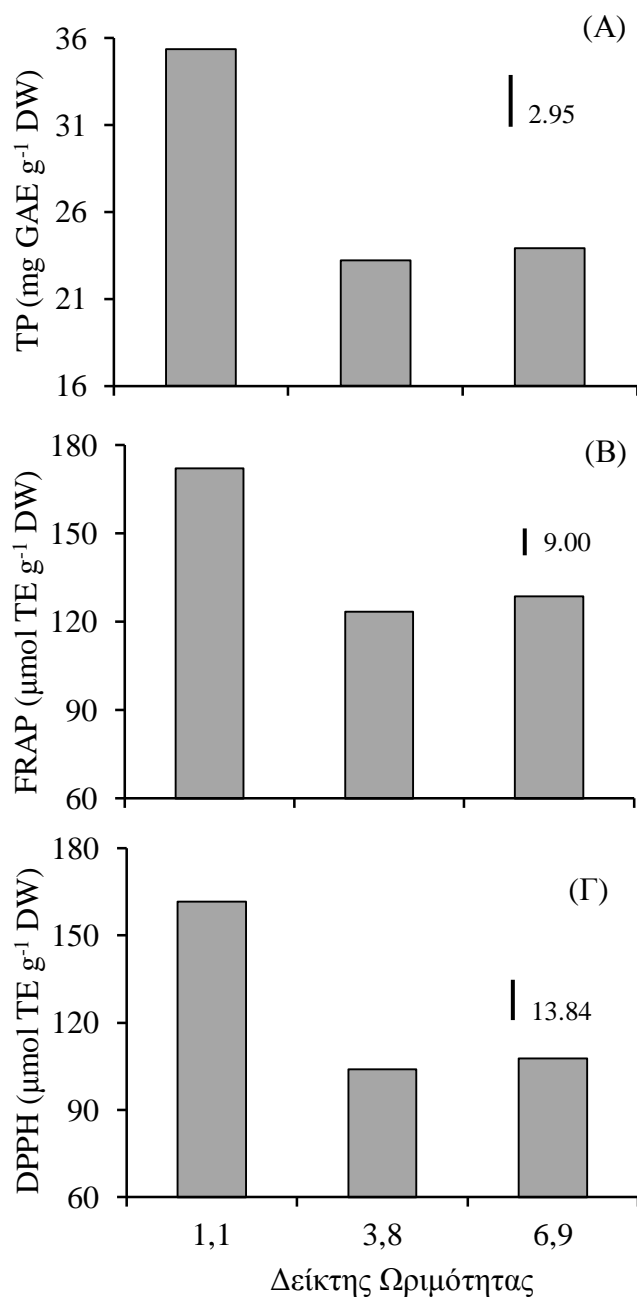
**Γράφημα 1.13.** Εκατοστιαία περιεκτικότητα σε υγρασία και λάδι στο εδάδιμο μέρος καρπών ‘Κορωνέικης’, 3 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο B. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA.

### 1.3.9. Εκτίμηση αντιοξειδωτικών ουσιών των καρπών, την καλλιεργητική περίοδο B

#### 1.3.9.1. Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) των καρπών

Η συγκέντρωση των TP στο εδάδιμο μέρος των καρπών κυμάνθηκε μεταξύ 23 και 36 mg GAE g<sup>-1</sup> DW, ενώ η TAC εκτιμήθηκε μεταξύ 128 και 172 μmol TE g<sup>-1</sup> DW με τη μέθοδο FRAP και μεταξύ 104 και 161 μmol TE g<sup>-1</sup> DW με τη DPPH (Γράφημα 1.14).

Το στάδιο ωριμότητας των καρπών άσκησε σημαντική επίδραση επί της συγκέντρωσης των TP και επί της TAC ( $P < 0,001$ , και για τις τρεις) (Πίνακας 1.10). Τόσο η συγκέντρωση των TP όσο και η TAC μειώθηκαν στατιστικά σημαντικά στις ελιές με ΜΙ 3,8 σε σύγκριση με τις ελιές με ΜΙ 1,1. Οι τιμές των TP και της TAC που αντιστοιχούν στα δύο τελευταία στάδια ωριμότητας εκτιμήθηκαν σε παρόμοια επίπεδα.



**Γράφημα 1.14.** Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, καρπών 'Κορωνέικης', 3 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Β. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA.

**Πίνακας 1.10.** Πιθανότητες της επίδρασης του σταδίου ωριμότητας (*P*) επί της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών (TP) και της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH (Γράφημα 1.14) και επί της συγκέντρωσης των μεμονωμένων φαινολικών ουσιών: ελευρωπαΐνη (OLE), βερμπασκοζίτη (VER), υδροξυτυροσόλη (HT), τυροσόλη (TYR) (Γράφημα 1.15), γλυκοζίτη-7 της λουτεολίνης (LUT-7), ρουτίνη (RUT), κερσετίνη (QUER) και λουτεολίνη (LUT) (Γράφημα 1.16) και της α-τοκοφερόλης (α-TOC) (Γράφημα 1.17), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, την καλλιεργητική περίοδο Β.

ΠΠ†	Μεταβλητή											
	TP	FRAP	DPPH	OLE	HT	TYR	VER	LUT-7	RUT	QUER	LUT	α-TOC
<i>P</i>	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	**	***

† ΠΠ: πηγή παραλλακτικότητας.

\*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

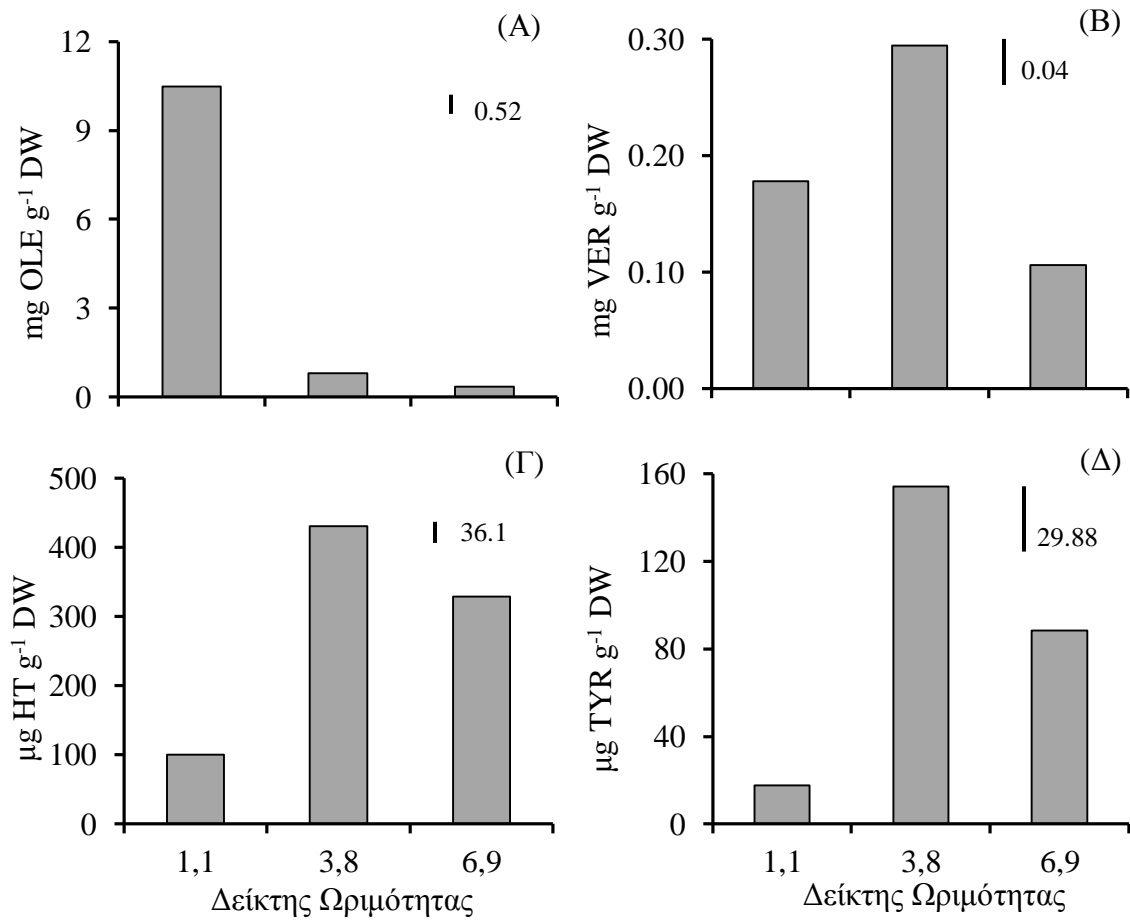
### 1.3.9.2. Συγκέντρωση μεμονωμένων φαινολικών ουσιών των καρπών

Η συγκέντρωση της OLE στη σάρκα των καρπών κυμάνθηκε μεταξύ ~0,3 και ~11 mg OLE g<sup>-1</sup> DW, του VER μεταξύ ~0,10 και ~0,30 mg VER g<sup>-1</sup> DW, της HT μεταξύ ~100 και ~430 μg HT g<sup>-1</sup> DW, της TYR μεταξύ ~17 και ~155 μg TYR g<sup>-1</sup> DW (Γράφημα 1.15), της LUT-7 μεταξύ ~0,02 και ~0,11 mg LUT-7 g<sup>-1</sup> DW, της RUT μεταξύ ~0,18 και ~0,03 mg RUT g<sup>-1</sup> DW, της QUER μεταξύ ~4 και ~15 μg QUER g<sup>-1</sup> DW και της LUT μεταξύ ~15 και ~44 μg LUT g<sup>-1</sup> DW (Γράφημα 1.16).

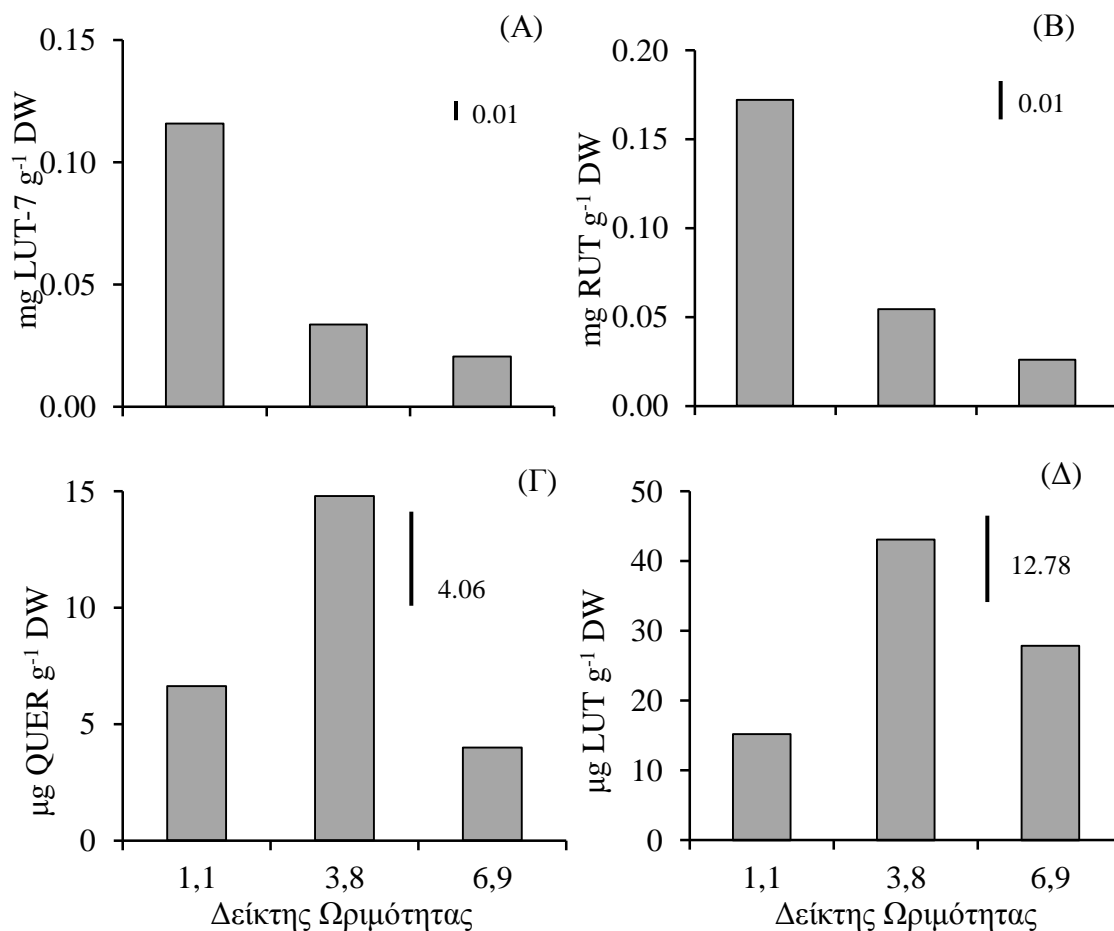
Το στάδιο ωριμότητας άσκησε σημαντική επίδραση στη συγκέντρωση της OLE στο εδάδιμο μέρος των καρπών ( $P < 0,001$ ) (Πίνακας 1.10), που μειώθηκε στατιστικά σημαντικά αυξανόμενου του ΜΙ. Οι τιμές της OLE στις ελιές με ΜΙ 6,9 εκτιμήθηκαν μειωμένες κατά ~30 φορές σε σχέση με τις αντίστοιχες στις ελιές με ΜΙ 1,1.

Το στάδιο ωριμότητας άσκησε σημαντική επίδραση επί της συγκέντρωσης των φαινολικών οξέων ( $P < 0,001$ , και για τις τρεις ουσίες) (Πίνακας 1.10) που παρουσίασε διακυμάνσεις κατά την ωρίμανση των ελιών. Συγκεκριμένα, οι τιμές της HT και της TYR αυξήθηκαν σημαντικά κατά την ωρίμανση και οι ελιές με ΜΙ 3,8 παρουσίασαν τις υψηλότερες τιμές. Οι τιμές του VER δεν είχαν σταθερή κατεύθυνση κατά την ωρίμανση των ελιών.

Η συγκέντρωση όλων των φλαβονοειδών επηρεάστηκε σημαντικά από το στάδιο ωριμότητας των ελιών ( $P < 0,001$ , για την LUT-7, την RUT και την QUER και  $P < 0,01$ , για την LUT) (Πίνακας 1.10). Αναλυτικότερα, οι συγκεντρώσεις της LUT-7 και της RUT μειώθηκαν σημαντικά κατά την ωρίμανση των ελιών. Αντίθετα, οι αλλαγές στις συγκεντρώσεις της QUER και της LUT δεν είχαν σταθερή κατεύθυνση.



**Γράφημα 1.15.** Συγκέντρωση των φαινολικών ουσιών: ελευρωπαΐνη (OLE), βερμπασκοζίτη (VER), υδροξυτυροσόλη (HT) και τυροσόλη (TYR) στο εδώδιμο μέρος των καρπών 'Κορωνέικης', 3 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Β. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA.

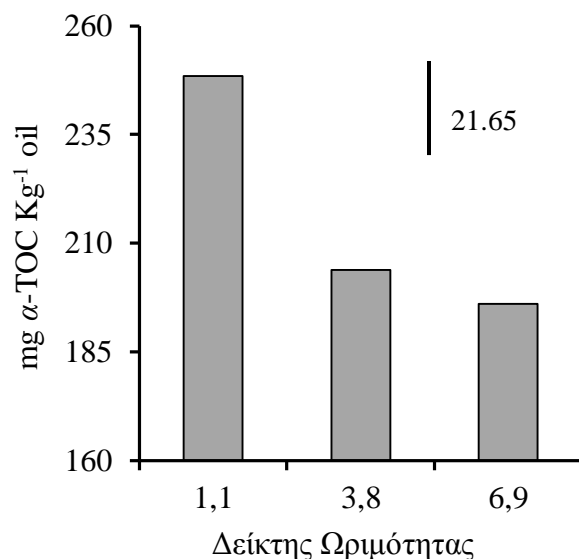


**Γράφημα 1.16.** Συγκέντρωση των φαινολικών ουσιών: γλυκοζίτη-7 της λουτεολίνης (LUT-7), ρουτίνη (RUT), κερσετίνη (QUER) και λουτεολίνη (LUT) στο εδώδιμο μέρος καρπών ‘Κορωνέικης’, 3 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Β. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA.

### 1.3.9.3. Συγκέντρωση $\alpha$ -τοκοφερόλης ( $\alpha$ -TOC)

Η συγκέντρωση της  $\alpha$ -TOC κυμάνθηκε μεταξύ 195 και 250 mg  $\alpha$ -TOC Kg<sup>-1</sup> ελαιόλαδου (Γράφημα 1.17) και η επίδραση του σταδίου ωριμότητας των καρπών επί αυτής ήταν σημαντική ( $P < 0,001$ ) (Πίνακας 1.10). Αναλυτικά, η συγκέντρωση της  $\alpha$ -TOC στο λάδι μειώθηκε με την ωρίμανση των καρπών και οι τιμές της  $\alpha$ -TOC στις ελιές με MI 1,1 παρατηρήθηκαν σημαντικά υψηλότερες από τις αντίστοιχες στις ελιές με MI 3,8 και 6,9.



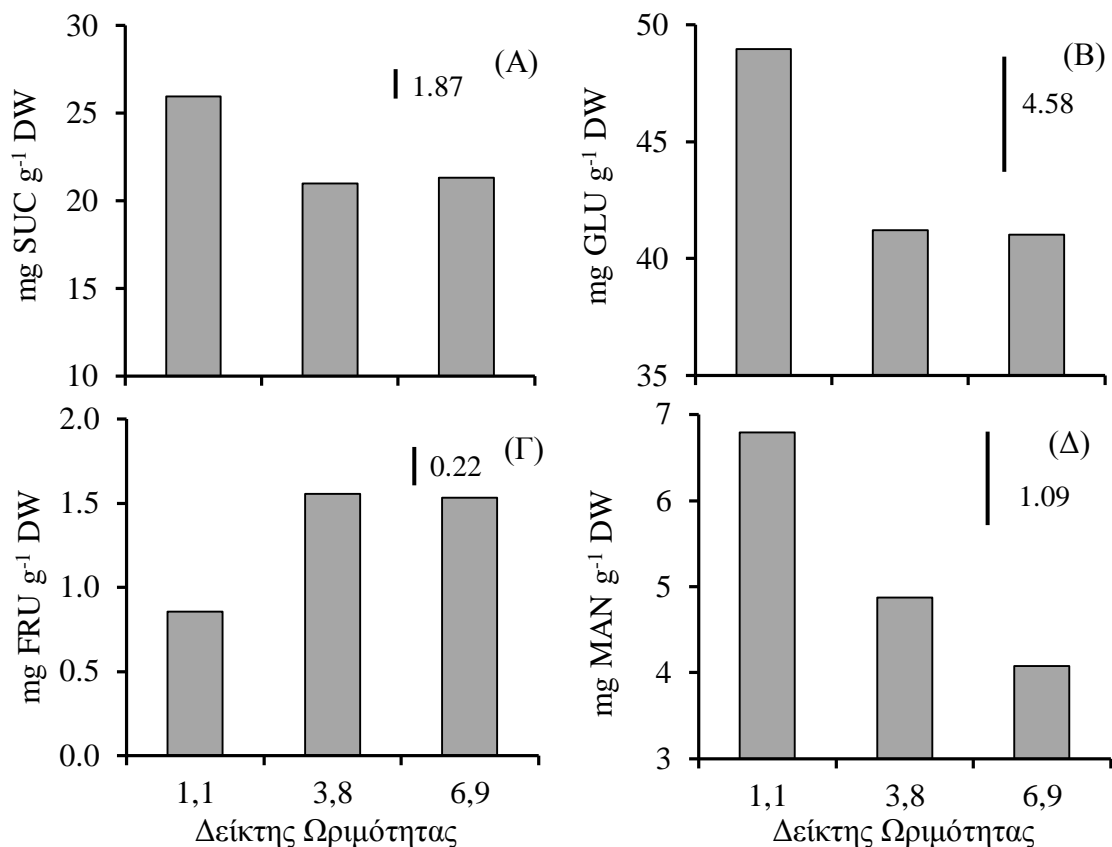


**Γράφημα 1.17.** Συγκέντρωση της α-τοκοφερόλης στο λάδι από καρπούς ‘Κορωνέικης’, 3 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Β. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA.

#### **1.3.10. Συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων των καρπών, την καλλιεργητική περίοδο Β**

Η συγκέντρωση των σακχάρων SUC, GLU, FRU και MAN στο εδώδιμο μέρος των καρπών κυμάνθηκε μεταξύ 20 και 26 mg SUC g<sup>-1</sup> DW, 41 και 48 mg GLU g<sup>-1</sup> DW, 0,8 και 1,6 mg FRU g<sup>-1</sup> DW και 4 και 6,8 mg MAN g<sup>-1</sup> DW, αντίστοιχα (Γράφημα 1.18).

Το στάδιο ωριμότητας των ελιών επηρέασε σημαντικά την συγκέντρωση και των τεσσάρων σακχάρων στο εδώδιμο μέρος των καρπών ( $P < 0,001$ , για τη SUC, τη FRU και τη MAN και  $P < 0,01$ , για τη GLU) (Πίνακας 1.11). Αναλυτικότερα, οι συγκεντρώσεις της SUC, της GLU και της MAN μειώθηκαν στατιστικά σημαντικά κατά την ωρίμανση, σε αντίθεση με τη συγκέντρωση της FRU. Συγκεκριμένα, στις ελιές με MI 1,1 παρατηρήθηκαν οι υψηλότερες τιμές SUC, GLU και MAN και οι χαμηλότερες της FRU, ενώ τα επίπεδα των σακχάρων στους καρπούς των 2 τελευταίων σταδίων ήταν παρόμοια.



**Γράφημα 1.18.** Συγκέντρωση των διαλυτών σακχάρων: σακχαρόζη (SUC), γλυκόζη (GLU), φρουκτόζη (FRU) και μαννιτόλη (MAN) στο εδάδιμο μέρος καρπών ‘Κορωνέικης’, 3 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Β. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από μόνο-παραγοντική ANOVA.

**Πίνακας 1.11.** Πιθανότητες της επίδρασης του σταδίου ωριμότητας ( $P$ ) επί της συγκέντρωσης της σακχαρόζης (SUC), της γλυκόζης (GLU), της φρουκτόζης (FRU) και της μαννιτόλης (MAN) (Γράφημα 1.18) στο εδάδιμο μέρος καρπών ‘Κορωνέικης’, την καλλιεργητική περίοδο Β.

ΠΠ†	Μεταβλητή			
	SUC	GLU	FRU	MAN
$P$	***	**	***	***

† ΠΠ: πηγή παραλλακτικότητας.

\*\* , σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\* , σημαντικό  $P < 0,001$ .

### 1.3.11. Σύσταση του ελαιόλαδου σε λιπαρά οξέα, την καλλιεργητική περίοδο Β

Η σύσταση του ελαιόλαδου σε λιπαρά οξέα, εκτιμώμενη ως % περιεκτικότητα βάρους κατά βάρους (w/w) του κάθε λιπαρού οξέος στο ελαιόλαδο, ήταν η εξής: ~10,1% PA, ~1,25% PO, ~2,4% ST, ~71,5% OL, ~2,5% VA, ~8,7% LL, ~1,15% LN, ~0,5% AR και ~0,4% GO (Πίνακας 1.12).

Η επίδραση του σταδίου ωριμότητας ήταν σημαντική επί της συγκέντρωσης των λιπαρών οξέων: PA, OL, LL και PO ( $P < 0,001$ , για τα PA, OL και LL; και  $P < 0,05$ , για το PO) (Πίνακας 1.12). Αναλυτικότερα, το ποσοστό του OL εκτιμήθηκε στατιστικά σημαντικά υψηλότερο στις ελιές με MI 1,1 σε σύγκριση με τις ελιές με MI 3,8 και 6,9. Παράλληλα, το ποσοστό του LL αυξήθηκε σημαντικά αυξανόμενου του M.I, ενώ αντίθετη πορεία από το LL ακολούθησε το PA, που το ποσοστό του στο λάδι μειώθηκε κατά την ωρίμανση των καρπών. Τέλος, οι αλλαγές στο ποσοστό του PO δεν ακολούθησαν σταθερή κατεύθυνση κατά την ωρίμανση.

**Πίνακας 1.12.** Σύσταση του ελαιόλαδου στα λιπαρά οξέα: παλμιτικό οξύ (PA), παλμιτελαϊκό οξύ (PO), ελαϊκό οξύ (OL), βαχενικό οξύ (VA), λινολεϊκό οξύ (LL), α-λινολενικό οξύ (LN), αραχιδικό οξύ (AR) και γονδοϊκό οξύ (GO), καρπών ‘Κορωνέικης’, 3 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Β.

Δείκτης Ωριμότητας	Λιπαρά οξέα (% w/w)								
	PA	PO	ST	OL	VA	LL	LN	AR	GO
	C <sub>16:0</sub>	C <sub>16:1 n-9</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>18:1 n-9</sub>	C <sub>18:1 n-11</sub>	C <sub>18:2 n-9,12</sub>	C <sub>18:3 n-9,12,15</sub>	C <sub>20:0</sub>	C <sub>20:1 n-11</sub>
MI 1,1	11,41	1,20	2,32	73,43	2,53	6,70	1,10	0,49	0,40
MI 3,8	11,73	1,39	2,42	70,14	2,67	9,09	1,16	0,53	0,41
MI 6,9	10,20	1,19	2,41	70,75	2,47	10,38	1,19	0,54	0,41
HSD <sup>×</sup>	0,52	0,15	0,27	1,36	0,21	0,76	0,12	0,08	0,04
<i>P</i>	***	*	NS	***	NS	***	NS	NS	NS

<sup>×</sup>, μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές από όλα τα στάδια ωριμότητας; σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ .

NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

Η σύσταση του ελαιόλαδου σε λιπαρά οξέα εκτιμήθηκε ~99,55%. Σε αντίθεση με την Α καλλιεργητική περίοδο τα επιμέρους κλάσματα του ελαιόλαδου επηρεάστηκαν σημαντικά από το στάδιο ωριμότητας των καρπών ( $P < 0,001$ , για τα MUFA και τα PUFA;  $P < 0,01$ , για τα SFA και τα UFA) (Πίνακας 1.13). Συγκεκριμένα, το ποσοστό των SFA εκτιμήθηκε ~14% και των UFA ~85%. Επιπρόσθετα, παρατηρήθηκε μία μικρή αλλά στατιστικά σημαντική μείωση του ποσοστού των SFA στις ελιές με MI 3,8 σε σχέση με τις ελιές με MI 1,1, ενώ ταυτόχρονα παρατηρήθηκε αύξηση στο ποσοστό των UFA. Το

ποσοστό των MUFA μειώθηκε ~3% στις ελιές με MI 3,8 σε σύγκριση με τις ελιές με MI 1,1 και παρέμεινε σε παρόμοια επίπεδα για το υπόλοιπο της ωρίμανσης (~74,7%). Τέλος, το ποσοστό των PUFA αυξήθηκε σημαντικά με την πρόοδο της ωρίμανσης (Γράφημα 1.19).

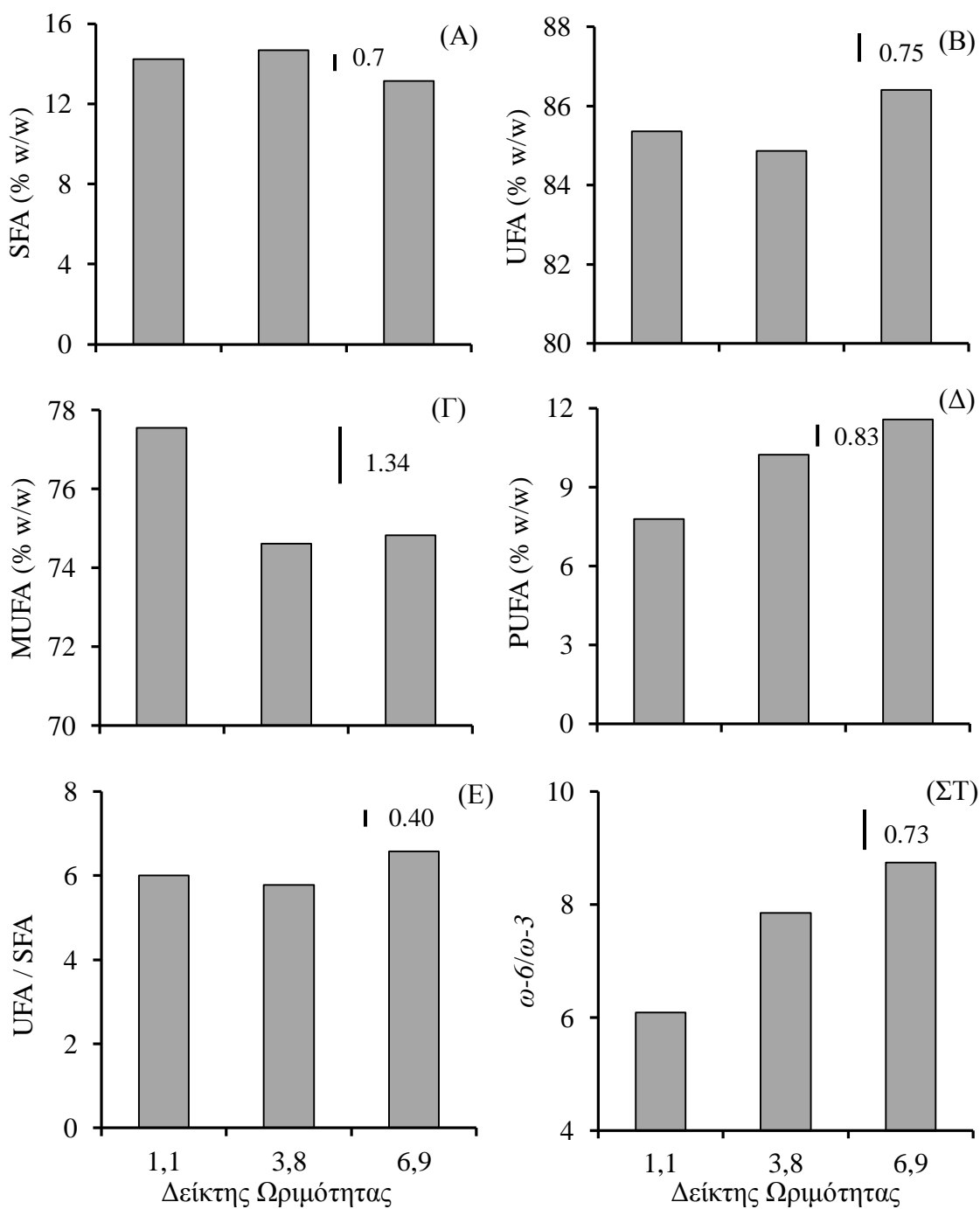
Με βάση την προαναφερθείσα σύσταση, οι λόγοι UFA/SFA και  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 παρατηρήθηκαν ~6,1% και ~7,6%, αντίστοιχα (Γράφημα 1.19) και η επίδραση του σταδίου ωριμότητας ήταν σημαντική και για τους δύο λόγους ( $P < 0,001$ , και για τους δύο) (Πίνακας 1.13). Συγκεκριμένα, το λάδι από τις ελιές με MI 6,9 παρουσίασε τις υψηλότερες τιμές των λόγων UFA/SFA και  $\omega$ -6/ $\omega$ -3.

**Πίνακας 1.13.** Πιθανότητες της επίδρασης του σταδίου ωριμότητας ( $P$ ) επί της συγκέντρωσης των κορεσμένων (SFA), ακόρεστων (UFA), μόνο-ακόρεστων (MUFA) και πολύ-ακόρεστων (PUFA) λιπαρών οξέων και επί των λόγων ακόρεστα/κορεσμένα (UFA/SFA) και  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 λιπαρά οξέα (Γράφημα 1.19), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, την καλλιεργητική περίοδο Β.

ΠΠ†	Μεταβλητή					
	SFA	UFA	MUFA	PUFA	UFA/SFA	$\omega$ -6/ $\omega$ -3
$P$	**	**	***	***	**	***

† ΠΠ: πηγή παραλλακτικότητας.

\*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .



**Γράφημα 1.19.** Εκατοστιαία περιεκτικότητα σε κορεσμένα (SFA), ακόρεστα (UFA), μονό-ακόρεστα (MUFA) και πολύ-ακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA) και οι λόγοι ακόρεστων/κορεσμένων (UFA/SFA) και  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 καρπών 'Κορωνέικης', 3 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Β. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$  από μόνο-παραγοντική ANOVA.

**1.3.12. Σχέσεις μεταξύ της ελαιοπεριεκτικότητας, των λιπαρών οξέων και της α-τοκοφερόλης των καρπών, της συγκέντρωσης των σακχάρων στα φύλλα και στους καρπούς, του ρυθμού πρόσληψης του CO<sub>2</sub> και της στοματικής αγωγιμότητας των φύλλων, την καλλιεργητική περίοδο Β**

Η PCA έδειξε ότι οι δύο πρώτες ερμηνεύσιμες συνιστώσες εξήγησαν συνολικά το 76,75% της συνολικής διακύμανσης του ποσοστού του λαδιού, των λιπαρών οξέων και της α-τοκοφερόλης των καρπών, των σακχάρων των καρπών και των φύλλων, του ρυθμού αφομοίωσης του CO<sub>2</sub> και της στοματικής αγωγιμότητας των φύλλων (Πίνακας 1.14), υποδεικνύοντας θετικές και αρνητικές σχέσεις μεταξύ των μελετώμενων χαρακτηριστικών (Γράφημα 1.20, Πίνακας II.9).

Από την PCA και τις συσχετίσεις ανά ζεύγη μεταξύ των χαρακτηριστικών, θετικές σχέσεις με υψηλό συντελεστή συσχέτισης παρατηρήθηκαν μεταξύ της GLU των καρπών και του OL ( $r^2 = 0,95$ ), μεταξύ του % Λάδι με το LL και την MAN των φύλλων ( $r^2 > 0,91$ , και για τις δύο σχέσεις) και μεταξύ της MAN των καρπών με την α-TOC, την GLU των καρπών και την SUC των φύλλων ( $r^2 > 0,90$ , και για τις τρεις σχέσεις). Επιπλέον, θετικές σχέσεις χωρίς υψηλούς συντελεστές συσχέτισης παρατηρήθηκαν μεταξύ του OL με την α-TOC, την SUC και την MAN των καρπών ( $r^2 > 0,82$ , και για τις τρεις σχέσεις), του LL με τη FRU και την MAN των φύλλων ( $r^2 > 0,88$ , και για τις δύο σχέσεις), της GLU των φύλλων με την MAN και την SUC των καρπών και την SUC των φύλλων ( $r^2 > 0,81$ , για όλες τις σχέσεις), της FRU των φύλλων με την MAN των καρπών, την SUC και την GLU των φύλλων ( $r^2 > 0,90$ , και για τις τρεις σχέσεις) της MAN των καρπών με την SUC των καρπών ( $r^2 = 0,83$ ), της FRU των καρπών με το % Λάδι ( $r^2 = 0,85$ ) και της SUC των φύλλων με την α-TOC ( $r^2 = 0,86$ ).

Αντίθετα, αρνητικές συσχετίσεις με υψηλούς συντελεστές εμφανίστηκαν μεταξύ του LL με την α-TOC, την MAN των καρπών και την SUC των φύλλων ( $r^2 > 0,92$ , για όλες τις συσχετίσεις), μεταξύ του % Λάδι με την α-TOC, την MAN των καρπών και των SUC και GLU των φύλλων ( $r^2 > 0,91$ , για όλες τις σχέσεις) και μεταξύ της FRU των καρπών με την SUC των καρπών ( $r^2 = 0,97$ ). Επίσης, αρνητικές σχέσεις αλλά όχι με πολύ

**Πίνακας 1.14.** Παράμετροι ανάλυσης κυρίων συνιστωσών (PCA) του ποσοστού του λαδιού, των λιπαρών οξέων και της α-τοκοφερόλης των καρπών, των σακχάρων των φύλλων και των καρπών, του ρυθμού αφομοίωσης του CO<sub>2</sub> και της στοματικής αγωγιμότητας των φύλλων (Γράφημα 1.20) ‘Κορωνέικης’, την καλλιεργητική περίοδο Β.

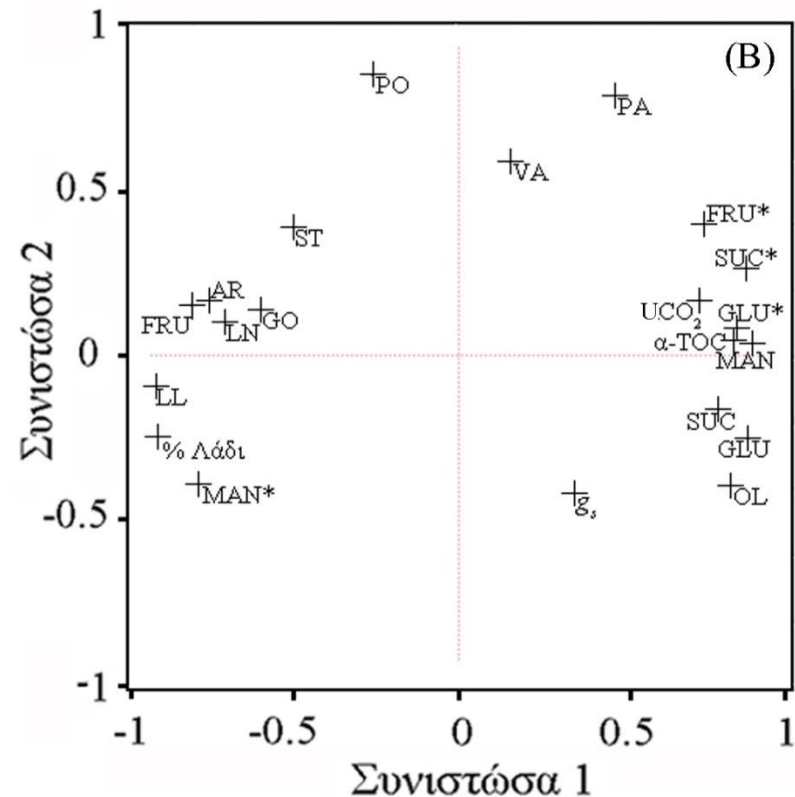
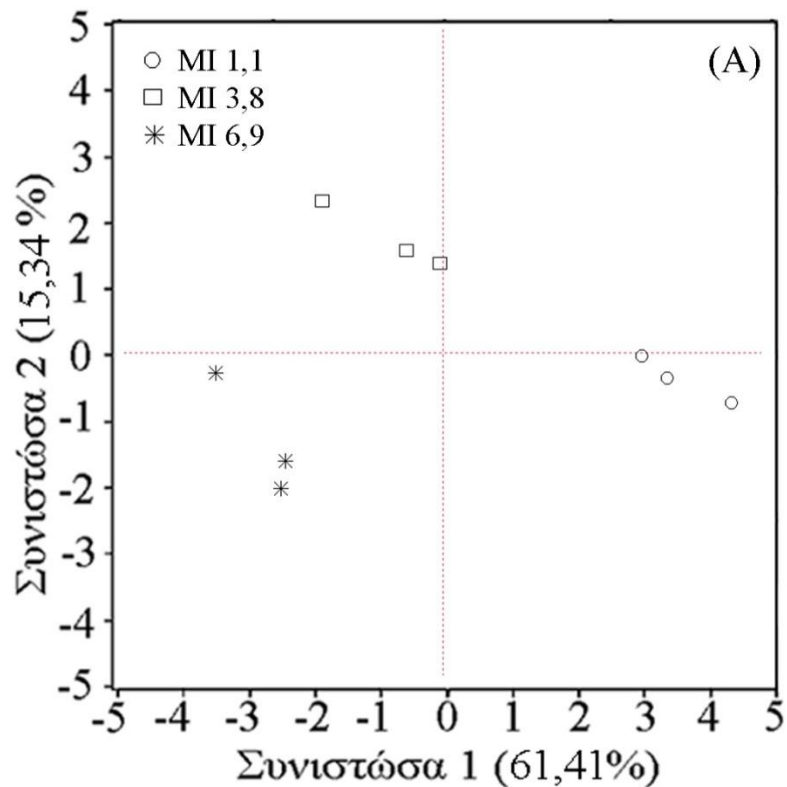
Σ <sup>†</sup> #	Eigenvalue	ΕΔ <sup>†</sup> (%)	ΣΔ <sup>†</sup> (%)
1	12,8955	61,407	61,407
2	3,2210	15,338	76,745
3	2,2522	10,725	87,470
4	0,9563	4,554	92,024
5	0,7189	3,423	95,447
6	0,5338	2,542	97,989
7	0,2626	1,251	99,240
8	0,1596	0,760	100

<sup>†</sup> Σ: Συνιστώσα, ΕΔ: Εξηγούμενη Διακύμανση, ΣΔ: Συνολική εξηγούμενη Διακύμανση

υψηλούς συντελεστές συσχέτισης παρατηρήθηκαν μεταξύ της GLU των φύλλων με την FRU των καρπών και το LL ( $r^2 > 0,84$ , και για τις δύο σχέσεις), της MAN των φύλλων με την MAN των καρπών, την SUC και την FRU των φύλλων και το PA ( $r^2 > 0,81$ , για όλες τις σχέσεις), του LL και της SUC των καρπών ( $r^2 = 0,85$ ), μεταξύ του % Λάδι με την SUC και την GLU των καρπών και την FRU των φύλλων ( $r^2 > 0,82$ , και για τις τρεις σχέσεις) και της FRU των καρπών με το OL, την MAN των καρπών και την SUC των φύλλων ( $r^2 > 0,83$ , και για τις τρεις σχέσεις).

Από την PCA και το score plot (Γράφημα 1.20 Α) παρατηρήθηκε ότι οι τιμές που αντιστοιχούν στις ελιές ΜΙ διαχωρίστηκαν πλήρως μεταξύ τους. Συγκεκριμένα, οι τιμές που αντιστοιχούν στους καρπούς με ΜΙ 1,1 παρατηρήθηκαν εγγύτερα στις παραμέτρους OL,  $\alpha$ -TOC, UCO<sub>2</sub>, των σακχάρων των καρπών SUC, GLU και MAN και των φύλλων FRU, GLU και SUC, ενώ οι τιμές των καρπών με ΜΙ 6,9 ήταν πιο κοντά στις παραμέτρους LL, LN, GO, AR, FRU των καρπών και MAN των φύλλων.

Τέλος, οι σχέσεις μεταξύ των φυσιολογικών χαρακτηριστικών και των αντιοξειδωτικών ουσιών, καθώς και μεταξύ των αντιοξειδωτικών ουσιών και των λιπαρών οξέων, την καλλιεργητική περίοδο Β παρουσιάζονται στο παράρτημα ΙΙ.



**Γράφημα 1.20.** Ανάλυση κυρίων συνιστωσών (PCA) του ποσοστού του λαδιού, των λιπαρών ξέων (PA, PO, ST, OL, VA, LL, LN, AR και GO) και της  $\alpha$ -τοκοφερόλης ( $\alpha$ -TOC) των καρπών, της συγκέντρωσης των σακχάρων (SUC, GLU, FRU και MAN) στους καρπούς και στα φύλλα, καθώς και του ρυθμού αφομοίωσης του CO<sub>2</sub> (UCO<sub>2</sub>) και της στοματικής αγωγιμότητας των φύλλων (g<sub>s</sub>) στην ‘Κορωνέικη’, καρπών 3 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας και φύλλων 3 δειγματοληψιών, την καλλιεργητική περίοδο Β. Στο μέρος (Α) του γραφήματος οι άξονες αντιστοιχούν στις τιμές των κυρίων συνιστωσών (score plot); Τα σχήματα υποδεικνύουν τη θέση του κάθε δείγματος στο score plot; Οι τιμές μέσα στις παρενθέσεις αντιστοιχούν στο ποσοστό της συνολικής διακύμανσης που εξηγείται από κάθε συνιστώσα.; Στο μέρος (Β) οι άξονες αντιστοιχούν στους συντελεστές των κυρίων συνιστωσών (loading plot); Οι μεγάλοι σταυροί υποδεικνύουν τη θέση της κάθε μεταβλητής στο loading plot, οι μεταβλητές των σακχάρων που ακολουθούνται από \* αντιστοιχούν στα σάκχαρα των φύλλων.



### 1.3.13. Επίδραση των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με μαννιτόλη (MAN) στις αντιοξειδωτικές ουσίες και στα λιπαρά οξέα του καρπού, την καλλιεργητική περίοδο Γ

#### 1.3.13.1. Εκτίμηση ολικών φαινολικών (TP), ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC) και μεμονωμένων φαινολικών ουσιών

Η συγκέντρωση των TP στη σάρκα των καρπών εκτιμήθηκε μεταξύ 29 και 40 mg GAE g<sup>-1</sup> DW, ενώ η TAC, μετρούμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, εκτιμήθηκε μεταξύ 132 και 157 και μεταξύ 99 και 147 μmol TE g<sup>-1</sup> DW, αντίστοιχα (Πίνακας 1.15). Σημαντική παρατηρήθηκε η επίδραση των επεμβάσεων επί της συγκέντρωσης των TP και της TAC ( $P < 0,001$ , και για τις τρεις μεταβλητές). Συγκεκριμένα, τόσο η συγκέντρωση των TP όσο και η TAC, μετρούμενη και με τις δύο μεθόδους, μειώθηκαν στατιστικά σημαντικά στο εδώδιμο μέρος των καρπών που είχαν δεχθεί τις επεμβάσεις με MAN σε σύγκριση με του μάρτυρα.

**Πίνακας 1.15.** Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, καρπών ‘Κορωνέικης’, υπό την επίδραση προσυλλεκτικών επεμβάσεων με μαννιτόλη (MAN).

Επεμβάσεις	Χαρακτηριστικά		
	TP (mg GAE g <sup>-1</sup> DW)	FRAP (μmol TE g <sup>-1</sup> DW)	DPPH (μmol TE g <sup>-1</sup> DW)
Μάρτυρας	39,20	156,34	146,75
MAN 50	29,30	149,62	99,44
MAN 100	31,32	132,84	128,31
HSD <sup>†</sup>	3,69	6,58	14,75
<i>P</i>	***	***	***

<sup>†</sup>, μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές από όλες τις επεμβάσεις; σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ .

\*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

Επιπλέον, εκτιμήθηκε η συγκέντρωση των φαινολικών συστατικών στο εδώδιμο μέρος των ελιών. Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση της OLE κυμάνθηκε ~4,5 mg g<sup>-1</sup> DW, του VER ~0,3 mg g<sup>-1</sup> DW, της HT ~104 μg g<sup>-1</sup> DW, της TYR ~25 μg g<sup>-1</sup> DW, της LUT-7 ~0,37 mg g<sup>-1</sup> DW, της RUT ~0,25 mg g<sup>-1</sup> DW, της QUER ~15,4 μg g<sup>-1</sup> DW και της LUT ~24,7 μg g<sup>-1</sup> DW (Πίνακας 1.15), κατά μέσο όρο στο εδώδιμο μέρος των καρπών όλων των επεμβάσεων.

Η επίδραση των επεμβάσεων δεν παρατηρήθηκε σημαντική επί των συγκεντρώσεων της OLE, της HT και της RUT ( $P > 0,05$ , και για τα τρία φαινολικά). Αντίθετα, οι επεμβάσεις άσκησαν σημαντική επίδραση επί των συγκεντρώσεων των υπόλοιπων φαινολικών ουσιών ( $P < 0,001$ , για τις VER και LUT;  $P < 0,01$ , για τις TYR και LUT-7; και  $P < 0,05$ , για την QUER) (Πίνακας 1.16). Συγκεκριμένα για το VER, οι τιμές της συγκέντρωσής του μειώθηκαν στατιστικά σημαντικά στις ελιές που είχαν δεχθεί τις επεμβάσεις με MAN και η μείωση ήταν μεγαλύτερη στην υψηλή συγκέντρωση της MAN. Παρόμοια τάση παρατηρήθηκε και για τις τιμές της TYR, με τους καρπούς που είχαν δεχθεί την υψηλή συγκέντρωση MAN να παρουσιάζουν σημαντικά μειωμένες τιμές TYR σε σύγκριση με τις ελιές των άλλων δύο επεμβάσεων. Αντίθετα, η συγκέντρωση των φλαβονοειδών LUT-7, QUER και LUT παρουσιάστηκε σημαντικά αυξημένη στους καρπούς που είχαν δεχθεί την επέμβαση MAN 100.

**Πίνακας 1.16.** Συγκέντρωση των φαινολικών ουσιών: ελευρωπαΐνη (OLE), βερμπασκοζίτη (VER), υδροξυτυροσόλη (HT), τυροσόλη (TYR), γλυκοζίτη-7 της λουτεολίνης (LUT-7), ρουτίνη (RUT), κερσετίνη (QUER) και λουτεολίνη (LUT), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, υπό την επίδραση προσυλλεκτικών επεμβάσεων με μαννιτόλη (MAN).

Επεμβάσεις	Φαινολικές Ουσίες							
	OLE (mg g <sup>-1</sup> )	VER (mg g <sup>-1</sup> )	HT (μg g <sup>-1</sup> )	TYR (μg g <sup>-1</sup> )	LUT-7 (mg g <sup>-1</sup> )	RUT (mg g <sup>-1</sup> )	QUER (μg g <sup>-1</sup> )	LUT (μg g <sup>-1</sup> )
Μάρτυρας	4,82	0,43	110,50	29,52	0,27	0,24	12,35	22,75
MAN 50	4,25	0,27	99,68	28,28	0,35	0,27	14,7	21,92
MAN 100	4,52	0,20	101,93	17,82	0,48	0,25	19,11	29,28
HSD <sup>†</sup>	1,13	0,07	15,46	8,23	0,11	0,07	4,17	3,15
<i>P</i>	NS	***	NS	**	**	NS	*	***

<sup>†</sup>, μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές από όλες τις επεμβάσεις, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ .

NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

### 1.3.13.2. Ελαιοπεριεκτικότητα και σύσταση του ελαιολάδου σε λιπαρά οξέα

Η ελαιοπεριεκτικότητα των καρπών όλων των επεμβάσεων εκτιμήθηκε μεταξύ 52,3 και 58,8% σε ξηρό βάρος και η επίδραση των επεμβάσεων επί αυτής ήταν στατιστικά σημαντική ( $P < 0,001$ ) (Πίνακας 1.18). Συγκεκριμένα, οι ελιές που είχαν δεχθεί την επέμβαση με τη χαμηλή συγκέντρωση της MAN παρουσίασαν το υψηλότερο ποσοστό λαδιού στη σάρκα τους.

Κατόπιν εκτιμήθηκαν τα ποσοστά των λιπαρών οξέων στο ελαιόλαδο, τα οποία κατά μέσο όρο υπολογίστηκαν για το PA ~13,4%, το PO ~1%, το ST ~3,4%, το OL ~70,2%, το VA ~1,9%, το LL ~8%, το LN ~0,93%, το AR ~0,6% και το GO ~0,35%. Οι επεμβάσεις με MAN άσκησαν σημαντική επίδραση επί των ποσοστών του ST, του OL και του LL ( $P_{tr} < 0,01$ , για το ST; και  $P < 0,05$ , για τα OL και LL) (Πίνακας 1.17). Αναλυτικότερα, τα ποσοστά του ST και του OL αυξήθηκαν σημαντικά στη λιπαρή φάση των ελιών της επέμβασης MAN 100 σε σύγκριση με τα αντίστοιχα του μάρτυρα και της MAN 50. Αντίθετα, το ποσοστό του LL παρατηρήθηκε σημαντικά μειωμένο στο λάδι από τις ελιές της επέμβασης MAN 100 και από τις άλλες δύο επεμβάσεις.

**Πίνακας 1.17.** Σύσταση του ελαιολάδου στα λιπαρά οξέα: παλμιτικό οξύ (PA), παλμιτελαϊκό οξύ (PO), στεαρικό οξύ (ST), ελαϊκό οξύ (OL), βαχενικό οξύ (VA), λινολεϊκό οξύ (LL), α-λινολενικό οξύ (LN), αραχιδικό οξύ (AR) και γονδοϊκό οξύ (GO), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, υπό την επίδραση προσυλλεκτικών επεμβάσεων με μαννιτόλη (MAN).

Επεμβάσεις	Λιπαρά οξέα (% w/w)								
	PA	PO	ST	OL	VA	LL	LN	AR	GO
	C <sub>16:0</sub>	C <sub>16:1 n-9</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>18:1 n-9</sub>	C <sub>18:1 n-11</sub>	C <sub>18:2 n-9,12</sub>	C <sub>18:3 n-9,12,15</sub>	C <sub>20:0</sub>	C <sub>20:1 n-11</sub>
Μάρτυρας	13,86	1,10	3,42	68,78	2,01	8,79	0,92	0,52	0,30
MAN 50	13,45	1,02	3,18	70,44	1,74	7,89	0,86	0,77	0,42
MAN 100	12,92	0,97	3,60	71,22	1,92	7,29	1,00	0,58	0,33
HSD <sup>†</sup>	1,53	0,16	0,18	1,86	0,28	1,07	0,15	0,25	0,12
<i>P</i>	NS	NS	**	*	NS	*	NS	NS	NS

<sup>†</sup>, μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές από όλες τις επεμβάσεις; σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ .

NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ .

Το ποσοστό των SFA στη λιπαρή φάση των καρπούς όλων των επεμβάσεων εκτιμήθηκε ~17,4% και των UFA ~82,3% και η επίδραση των επεμβάσεων δεν εκτιμήθηκε σημαντική (Πίνακας 1.18). Εξετάζοντας περαιτέρω το κλάσμα των UFA το ποσοστό των MUFA εκτιμήθηκε κατά μέσο όρο ~73,4%

και των PUFA ~8,9%, ενώ σημαντική παρατηρήθηκε η επίδραση των επεμβάσεων και στα δύο κλάσματα ( $P < 0,05$ , και για τα δύο) (Πίνακας 1.18). Αναλυτικά, το ποσοστό των MUFA αυξήθηκε σημαντικά υπό την επίδραση της υψηλής συγκέντρωσης της MAN σε σύγκριση με το μάρτυρα, σε αντίθεση με το ποσοστό των PUFA που μειώθηκε. Επίσης, ο λόγος ακορεστότητας (UFA/SFA) εκτιμήθηκε ~4,7% και  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 ~8,7 κατά μέσο όρο στο λάδι από τις ελιές όλων των επεμβάσεων (Πίνακας 1.18). Οι επεμβάσεις άσκησαν σημαντική επίδραση μόνο επί του λόγου  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 ( $P < 0,05$ ), που παρατηρήθηκε σημαντικά μειωμένος στη λιπαρή φάση των καρπών της επέμβασης MAN 100 σε σχέση με το αντίστοιχο του μάρτυρα.

**Πίνακας 1.18.** Ελαιοπεριεκτικότητα, συγκέντρωση κορεσμένων (SFA), ακόρεστων (UFA), μόνο-ακόρεστων (MUFA) και πολύ-ακόρεστων (PUFA) λιπαρών οξέων και σχέσεις ακόρεστα/κορεσμένα (UFA/SFA) και  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 λιπαρά οξέα, σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, υπό την επίδραση προσυλλεκτικών επεμβάσεων με μαννιτόλη (MAN).

Επεμβάσεις	Χαρακτηριστικά						
	Λάδι (% w/w DW)	SFA (% w/w)	UFA (% w/w)	MUFA (% w/w)	PUFA (% w/w)	UFA/SFA	$\omega$ -6/ $\omega$ -3
Μάρτυρας	52,30	17,80	81,89	72,19	9,71	4,61	9,58
MAN 50	58,73	17,39	82,37	73,62	8,75	4,74	9,20
MAN 100	54,55	17,10	82,73	74,44	8,29	4,84	7,29
HSD <sup>†</sup>	2,65	1,35	1,12	1,97	1,07	0,42	1,96
<i>P</i>	***	NS	NS	*	*	NS	*

<sup>†</sup>, μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές από όλες τις επεμβάσεις, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ .

NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

## 1.4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

---

### 1.4.1. Χαρακτηριστικά των καρπών

#### 1.4.1.1. Χρώμα καρπών

Τόσο στην Α Καλλιεργητική περίοδο όσο και στη Β, το στάδιο ωριμότητας των καρπών επέδρασε σημαντικά στις αλλαγές του χρώματος του φλοιού. Κατά την Α περίοδο, η μείωση των τιμών όλων των παραμέτρων του χρώματος (αν και στατιστικά μη σημαντική) στις ελιές με ΜΙ 1,4 σε σχέση με τις αντίστοιχες με ΜΙ 0,9 υποδεικνύει ότι έχει αρχίσει ήδη η αλλαγή του χρώματος του φλοιού από πράσινο σε ανοιχτό πράσινο. Στις ελιές με ΜΙ 2,1 είχαν αρχίσει να εμφανίζονται περιοχές κόκκινου χρώματος στο φλοιό, γεγονός που επιβεβαιώνεται από την περεταίρω μείωση των τιμών και οι ελιές με ΜΙ 4 είχαν αποκτήσει ομοιόμορφο μαύρο – ιώδες χρώμα σε όλη την επιφάνεια του φλοιού, ενώ το χρώμα της σάρκας παρέμενε λευκό. Αντίστοιχα, την Β περίοδο οι ελιές με ΜΙ 1,1 ήταν πράσινες ώριμες και βρίσκονταν σε παρόμοιο στάδιο με τις ελιές με ΜΙ 0,9 και 1,4 της περιόδου Α, γεγονός που επιβεβαιώνεται από τις παρόμοιες τιμές των παραμέτρων  $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$ . Οι καρποί με ΜΙ 3,8 είχαν αποκτήσει ομοιόμορφο ‘κερασί’ χρώμα στο φλοιό τους και βρίσκονταν σε λίγο πιο πρώιμο στάδιο από τις ελιές με ΜΙ 4 της Α περιόδου. Επίσης, στις ελιές με ΜΙ 6,9 το χρώμα του φλοιού ήταν ομοιόμορφο μαύρο – ιώδες και της σάρκας > 50% ιώδες. Αν και σε απόλυτες τιμές  $h^o$  οι ελιές με ΜΙ 4 της Α περιόδου είχαν αποκτήσει πιο σκούρο ιώδες χρώμα από τις ελιές με ΜΙ 6,9 της Β, οι καρποί της Β περιόδου ήταν σε πιο ‘προχωρημένο’ στάδιο ωριμότητας, διότι είχε αλλάξει > 50% και το χρώμα της σάρκας (οπτική εκτίμηση). Οι τιμές των παραμέτρων του χρώματος των ελιών με ΜΙ 0,9 – 1,4 είναι παρόμοιες με αυτές που αναφέρονται στη βιβλιογραφία για πράσινες ελιές άλλων ποικιλιών, όπως ‘Κονσερβολιάς’ (Tsantili *et al.*, 2012; Tsantili and Pontikis, 2004) και ‘Coratina’ με ΜΙ 0,4 – 0,8 (Esti *et al.*, 1998), ενώ οι τιμές που αντιστοιχούν στις ελιές με ΜΙ 2,1 της Α περιόδου (αλλαγή του χρώματος του φλοιού) είναι παρόμοιες με αυτές που αναφέρονται σε ελιές ‘Gentile’ με ΜΙ 2,2 – 2,6 (Esti *et al.*, 1998). Παράλληλα, οι τιμές των ίδιων παραμέτρων των ελιών με ΜΙ 4 – 6,9 είναι παρόμοιες με αυτές που έχουν παρατηρηθεί σε μαύρες ώριμες ελιές ‘Κονσερβολιάς’ και ‘Καλαμών’ (Tsantili, 2014; Tsantili *et al.*, 2008), ‘Leccino’ με ΜΙ 4,5 – 4,8 και ‘Gentile’ με ΜΙ 3,9 – 4,9 (Esti *et al.*, 1998).

Ο χρόνος της συγκομιδής των ελιών με ΜΙ 0,9 – 1,4 συμπίπτει με την αρχή του σταδίου V της ανάπτυξης του καρπού της ελιάς (Σχήμα 1.4), το οποίο σηματοδοτεί την έναρξη της ωρίμανσης (Lavee, 1996) και το χρώμα του φλοιού από σκούρο πράσινο αλλάζει σε ανοιχτό πράσινο (Conde *et al.*, 2008). Μία άλλη παράμετρος, περισσότερο αξιόπιστη από την αλλαγή του χρώματος του φλοιού, που σηματοδοτεί την έναρξη της ωρίμανσης είναι η ταχεία αλλαγή της υφής των ελιών (Conde *et al.*, 2008;

Lavee, 1996). Επειδή όμως οι ελιές της ‘Κορωνέικης’ που χρησιμοποιήθηκαν στο συγκεκριμένο πείραμα έχουν πολύ μικρό μέγεθος δεν ήταν δυνατή η αντικειμενική μέτρηση των αλλαγών στην υφή τους.

Συμπερασματικά, η εκτίμηση του χρώματος του φλοιού των ελιών σε συνδυασμό με την χρήση των ΜΙ, για να συμπεριληφθεί και το χρώμα της σάρκας, μπορούν να βοηθήσουν, σε ένα βαθμό, στον προσδιορισμό του κατάλληλου σταδίου των καρπών για συγκομιδή, ανάλογα με την μετέπειτα χρήση τους.

#### **1.4.1.2. Αναπνοή καρπών και έκλυση αιθυλενίου**

Η ένταση της αναπνοής των καρπών παρουσίασε αυξητική τάση κατά την ωρίμανση. Συγκεκριμένα, η αύξηση αυτή γινόταν σταδιακά όσο αυξανόταν το στάδιο ωριμότητας των ελιών. Οι μεγαλύτερες τιμές της αναπνοής για την περίοδο Α εκτιμήθηκαν στις ελιές με ΜΙ 4 ( $5,7 \text{ mmol CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , στους  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ) και ήταν αυξημένες  $\sim 1,9$  φορές σε σύγκριση με τις τιμές των καρπών με ΜΙ 0,9. Παρόμοια, αυξημένες τιμές κατά  $\sim 1,4$  φορές παρουσίασαν οι ελιές με ΜΙ 6,9 της περιόδου Β ( $5 \text{ mmol CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , στους  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ) σε σύγκριση με τις τιμές των ελιών με ΜΙ 1,1. Παρόμοια τάση αύξησης της αναπνοής των καρπών κατά την ωρίμανσή τους έχει παρατηρηθεί σε ελιές ‘Leccino’ και ‘Frantoio’. Οι τιμές της αναπνοής των καρπών των παραπάνω ποικιλιών εκτιμήθηκαν  $\sim 2,5 \text{ mmol CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  στην αρχή του σταδίου ανάπτυξης V (αρχή της ωρίμανσης), στη συνέχεια αυξήθηκαν στα  $\sim 4,5 \text{ mmol CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  σε ώριμες ελιές, ενώ στο τέλος της ωρίμανσης η αναπνοή μειώθηκε  $\sim 2 \text{ mmol CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  (ο συγγραφέας αναφέρει ότι οι ελιές ήταν υπερώριμες) (Ranalli *et al.*, 1998). Οι μειωμένες τιμές της αναπνοής των ελιών με ΜΙ 6,9 την Β περίοδο, σε σύγκριση με τις τιμές των ελιών με ΜΙ 4 την Α περίοδο, είναι πιθανό να υποδεικνύουν ότι είχε αρχίσει ο ‘γηρασμός’ των καρπών.

Η έκλυση του αιθυλενίου, σε μετρήσιμα επίπεδα, από τις ελιές συνέπεσε με την έναρξη της αλλαγής του χρώματος του φλοιού τους, μιας και δεν παρατηρήθηκε έκλυση αιθυλενίου από τους καρπούς με ΜΙ 0,9 – 1,4. Επιπλέον, η έκλυση του αιθυλενίου αυξήθηκε κατά 6,2 φορές στις ελιές με ΜΙ 4 σε σύγκριση με τις ελιές του προηγούμενου σταδίου με ΜΙ 2,1, την περίοδο Α και κατά 1,3 φορές στους καρπούς με ΜΙ 6,9 σε σχέση με αυτούς με ΜΙ 3,8, την περίοδο Β. Η μικρότερη αύξηση που παρατηρείται κατά τη Β περίοδο οφείλεται στο γεγονός ότι οι ελιές με ΜΙ 3,8 βρίσκονταν σε πιο προχωρημένο στάδιο ωριμότητας (ο φλοιός τους είχε αποκτήσει ομοιόμορφο κόκκινο χρώμα και η έκλυση του αιθυλενίου εκτιμήθηκε  $\sim 3,9 \text{ nmol C}_2\text{H}_4 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , στους  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ) από τις αντίστοιχες με ΜΙ 2,1, της περιόδου Α (είχε αρχίσει η εμφάνιση κόκκινων περιοχών στο φλοιό και η έκλυση του αιθυλενίου ήταν  $\sim 1,5 \text{ nmol C}_2\text{H}_4 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , στους  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Παρόμοια, και άλλοι ερευνητές έχουν παρατηρήσει ότι η έναρξη της έκλυσης του αιθυλενίου από τους καρπούς της ελιάς συμπίπτει με την εμφάνιση περιοχών κόκκινου χρώματος στο φλοιό (ΜΙ~3) (Fernández-Bolaños *et al.*, 1997) και την αύξηση της αναπνοής των καρπών. Τα παρόντα αποτελέσματα συμφωνούν σε ένα βαθμό ότι οι καρποί πιθανά να εισέρχονται σε κλιμακτήριο, όπως

προτείνεται από τους Ranalli *et al.* (1998), μολονότι κατά άλλους ερευνητές η ελιά δεν ανήκει στους κλιμακτηριακούς καρπούς (Kader, 2002).

#### **1.4.2. Φωτοσύνθεση φύλλων και συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων φύλλων και καρπών**

##### **1.4.2.1. Φωτοσύνθεση, στοματική αγωγιμότητα και συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων των φύλλων**

Στην παρούσα μελέτη, η φωτοσυνθετική ικανότητα των φύλλων εκτιμήθηκε βάσει του ρυθμού πρόσληψης του CO<sub>2</sub> (UCO<sub>2</sub>) και υπολογίστηκε σε ~16 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> και η στοματική αγωγιμότητα (*g<sub>s</sub>*) σε ~0,18 mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, μέσο όρο και για τις τρεις ημερομηνίες των μετρήσεων. Επίσης, οι μεταβολές των δύο παραμέτρων δεν ήταν στατιστικά σημαντικές κατά την ωρίμανση των καρπών, αν και οι τιμές της UCO<sub>2</sub> παρουσίασαν μία τάση μείωσης. Στην ποικιλία Chemlali κατά το διάστημα Οκτωβρίου – Δεκεμβρίου, το οποίο συμπίπτει με την ωρίμανση των ελιών, έχει παρατηρηθεί ότι οι τιμές της UCO<sub>2</sub> και της *g<sub>s</sub>* παρέμειναν σχεδόν σταθερές και υπολογίστηκαν σε ~7 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> και 0,1 mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, αντίστοιχα (Ben Ahmed *et al.*, 2007). Παρόμοια, στην ποικιλία Leccino σε έτος καρποφορίας, το διάστημα από μέσα Σεπτεμβρίου μέχρι μέσα Νοεμβρίου οι τιμές της UCO<sub>2</sub> και της *g<sub>s</sub>* παρέμειναν σχεδόν σταθερές και εκτιμήθηκαν στα ~10 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> και 0,04 mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, αντίστοιχα (Proietti, 2003). Αντίθετα, σε προγενέστερη εργασία στην ίδια ποικιλία, σε φύλλα τρέχουσας βλάστησης και ενός έτους, τόσο η UCO<sub>2</sub> όσο και η *g<sub>s</sub>* παρουσίασαν μία τάση μείωσης κατά το διάστημα της ωρίμανσης των καρπών (Proietti, 2001).

Στην παρούσα μελέτη, τα ίδια διαλυτά σάκχαρα των οποίων η συγκέντρωση εκτιμήθηκε στα φύλλα προσδιορίστηκαν και στους καρπούς, σε ταυτόχρονες δειγματοληψίες. Επιπλέον, η συγκέντρωση των μεμονωμένων σακχάρων στα φύλλα παρουσίασε μεταβολές κατά την ωρίμανση των ελιών. Συγκεκριμένα, μείωση κατά ~40% παρουσίασε η συγκέντρωση της SUC, κατά ~20% της GLU και κατά ~15% της FRU, σε αντίθεση με την MAN της οποίας η συγκέντρωση αυξήθηκε κατά ~22%. Σε αντίθεση, ο Proietti (2001) αναφέρει ότι η συγκέντρωση των συνολικών αναγωγικών σακχάρων των φύλλων, υπολογισμένη ανά φυλλική επιφάνεια, αυξήθηκε κατά την ωρίμανση των καρπών. Στην παρούσα εργασία, η μείωση της συγκέντρωσης της SUC, της FRU και της GLU στα φύλλα θα μπορούσε πιθανά να δικαιολογηθεί λόγω της συσσώρευσης του λαδιού στους καρπούς. Είναι πιθανό τα σάκχαρα αυτά να μεταφέρονται από τα φύλλα στους καρπούς για να καλύψουν τις μεταβολικές τους ανάγκες. Είναι γνωστό ότι η GLU είναι η πρόδρομη ουσία για το σχηματισμό του ακετύλο-CoA και ότι η SUC μπορεί να διασπαστεί σε GLU και FRU (Σχήμα 1.1). Στην παρούσα εργασία ένδειξη προς αυτή την κατεύθυνση αποτελούν η PCA και οι συσχετίσεις ανά ζεύγη, που παρατηρήθηκαν αρνητικές σχέσεις με υψηλό συντελεστή συσχέτισης μεταξύ του ποσοστού του

λαδιού στους καρπούς και της συγκέντρωσης της SUC και της GLU στα φύλλα ( $r^2 = 0,98$ , για τη SUC και  $r^2 = 0,94$ , για τη GLU;  $P > 0,001$ , και για τις 2 μεταβλητές) (Γράφημα 1.20; Πίνακας II.9).

Στα αποτελέσματα της ‘Κορωνέικης’ τα επικρατέστερα ποσοτικά σάκχαρα των φύλλων ήταν η GLU και η MAN, και τα ίδια έχουν αναφερθεί και στην ποικιλία Barnea (Bustan *et al.*, 2011). Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι η GLU μειώθηκε σημαντικά από την 1<sup>η</sup> στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία, ενώ η αύξηση της MAN ήταν μεγαλύτερη από τη 2<sup>η</sup> στην 3<sup>η</sup> δειγματοληψία. Αν ληφθεί υπόψη ότι η αύξηση του ποσοστού του λαδιού στους καρπούς ήταν μεγαλύτερη από την 1<sup>η</sup> στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία (~5,5%) είναι πιθανό η αύξηση της MAN να αντανακλά τις μειωμένες απαιτήσεις του καρπού σε σάκχαρα λόγω της μείωσης του ρυθμού συσσώρευσης του λαδιού. Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι η MAN μαζί με τη SUC είναι τα κύρια προϊόντα της φωτοσύνθεσης που μεταφέρονται από τα φύλλα στους καρπούς για την κάλυψη των μεταβολικών αναγκών τους κατά τη συσσώρευση του λαδιού (Connor and Fereres, 2005). Όταν ολοκληρωθεί η συσσώρευση του λαδιού ή/και όταν μειωθεί ο ρυθμός της συσσώρευσης του λαδιού ή/και όταν έχουν συγκομιστεί οι καρποί από το δένδρο, οι απαιτήσεις σε άνθρακα για την κάλυψη των μεταβολικών αναγκών είναι μειωμένες και το άμυλο, η MAN και η SUC έχουν την τάση να συσσωρεύονται στα φύλλα και στους βλαστούς (Bustan *et al.*, 2011). Αντίθετα, κατά την ανάπτυξη και την ωρίμανση των καρπών, διάστημα που συμπίπτει χρονικά με το καλοκαίρι και τις αρχές του φθινοπώρου, η συγκέντρωση των προαναφερθέντων υδατανθράκων στα φύλλα, και σε μικρότερο βαθμό στους βλαστούς, μειώνεται, λόγω της απαίτησης των αναπτυσσόμενων καρπών σε άνθρακα (Bustan *et al.*, 2011).

Κατ’ αναλογία με τους Bustan *et al.* (2011) και στην παρούσα μελέτη, παρ’ όλες τις μεταβολές των επιμέρους σακχάρων, το άθροισμά τους κυμάνθηκε σε παρόμοια σταθερά επίπεδα και στις τρεις δειγματοληψίες (~80 mg g<sup>-1</sup> DW), γεγονός που πιθανά να σημαίνει ότι η ποσότητα των προϊόντων της φωτοσύνθεσης που παράγονται από τα φύλλα είναι σχεδόν σταθερή κατά την ωρίμανση των καρπών. Επίσης, αναφέρεται ότι το δένδρο της ελιάς προμηθεύεται τους αναγκαίους υδατάνθρακες για την κάλυψη των μεταβολικών του αναγκών από την παρατεταμένη φωτοσυνθετική του δραστηριότητα, ενώ ταυτόχρονα διατηρεί συγκεκριμένα επίπεδα αποθεμάτων υδατανθράκων. Τα επίπεδα αυτά πιθανά έχουν ως σκοπό να διασφαλίσουν την επιβίωση του δένδρου σε περίπτωση απρόβλεπτων φυσικών καταστροφών, π.χ. πυρκαγιάς, φαινόμενο συχνό στο μεσογειακό περιβάλλον (Bustan *et al.*, 2011).

#### **1.4.2.2. Συγκέντρωση διαλυτών σακχάρων των καρπών**

Τα διαλυτά σάκχαρα που προσδιορίστηκαν στο εδώδιμο μέρος των καρπών, τη Β περίοδο, ήταν η SUC, GLU, FRU και η MAN. Κατά την ωρίμανση των ελιών οι συγκεντρώσεις των παραπάνω σακχάρων υπέστησαν μεταβολές που παρατηρήθηκαν με την αλλαγή του MI από 1,1 σε 3,8, περίοδος που συνέπεσε με την αλλαγή του χρώματος του φλοιού από πράσινο σε ‘κερασί’. Αντίθετα οι ελιές με MI 3,8 και 6,9



είχαν παρόμοια επίπεδα σακχάρων. Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση της SUC μειώθηκε κατά ~19%, της GLU ~16% και της MAN ~40%, ενώ της FRU αυξήθηκε ~88%. Οι Wodner *et al.* (1988) αναφέρουν ότι σημαντική μείωση της συγκέντρωσης των σακχάρων παρατηρείται μέχρις ότου ο φλοιός των ελιών αποκτήσει ~50% μαύρο χρωματισμό και ότι την ίδια περίοδο παρατηρείται και ο υψηλότερος ρυθμός στη συσσώρευση του λαδιού. Στην παρούσα εργασία η περίοδος αυτή συμπίπτει με το διάστημα από την 1<sup>η</sup> στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία των καρπών και των φύλλων.

Οι τιμές των σακχάρων κυμαίνονται σε παρόμοια επίπεδα με αυτά που αναφέρονται κατά την ωρίμανση των ελιών της ποικιλίας Gordal Sevillana (Menz and Vriesekoop, 2010), εκτός της SUC η οποία δεν αναφέρεται στη συγκεκριμένη εργασία, λαμβάνοντας υπόψη ότι το ποσοστό της υγρασίας ήταν ~55%. Αναφέρεται από τους ίδιους συγγραφείς ότι οι συγκεντρώσεις της GLU και της MAN μειώθηκαν κατά ~50% και τα επίπεδα της FRU και της γαλακτόζης παρέμειναν σταθερά κατά την περίοδο της ωρίμανσης. Επιπλέον, οι τιμές της GLU και της MAN της παρούσας εργασίας είναι μέσα στο εύρος των τιμών που αναφέρονται για 25 ποικιλίες ελιάς καλλιεργούμενες στην Σικελία, ενώ οι τιμές της SUC είναι υψηλότερες (Bianco *et al.*, 2013). Κατά την ωρίμανση πέντε Τυνησιακών ποικιλιών έχει παρατηρηθεί ότι μειώνεται η συγκέντρωση της GLU και αυξάνονται αυτές της FRU και της MAN, ενώ της SUC παραμένει σταθερή (Issaoui *et al.*, 2008). Μείωση της συγκέντρωσης της GLU και των συνολικών σακχάρων των καρπών αναφέρουν και οι Nergiz και Engez (2000) κατά την ωρίμανση των ελιών των ποικιλιών Memecik και Domat. Σε αντίθεση με τις παραπάνω αναφορές και τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας οι Jemai *et al.* (2009) παρατήρησαν ότι η συγκεντρώσεις της GLU και της MAN αυξήθηκαν κατά την ωρίμανση των καρπών των ποικιλιών Dhokar και Chemlali.

Η μείωση της MAN και της GLU στη σάρκα των καρπών πιθανά να σχετίζεται με τη βιοσύνθεση των λιπαρών οξέων, διότι η GLU αποτελεί την πρόδρομη ουσία για το σχηματισμό του ακετυλο-CoA που είναι το δομικό μόριο για τη βιοσύνθεση των λιπαρών οξέων. Επιπλέον, η MAN στα κύτταρα του μεσοκαρπίου μετατρέπεται σε GLU και έτσι συμμετέχει και αυτή έμμεσα στη βιοσύνθεση των λιπαρών οξέων και στη συσσώρευση του λαδιού (Conde *et al.*, 2008; Sanchez and Harwood, 2002).

Από τη βιβλιογραφία προτείνεται ότι ο ρυθμός της μεταφοράς των υδατανθράκων και ο ρυθμός της μετατροπής της GLU σε ακετυλο-CoA είναι εξίσου σημαντικοί για τη διαδικασία της συσσώρευσης του λαδιού στον καρπό της ελιάς και το σχετικό ποσοστό της MAN επί του συνόλου των σακχάρων υποδηλώνει το δυναμικό της ποικιλίας για την παραγωγή λαδιού (Wodner *et al.*, 1988). Οι ίδιοι ερευνητές σύγκριναν τα σχετικά ποσοστά της MAN στην ποικιλία Kadesh, στους καρπούς της οποίας το ποσοστό του λαδιού στην πλήρη ωρίμανση υπολογίστηκε ~25% DW, με τις ποικιλίες Manzanillo και Uono di Piccione, που το ποσοστό του λαδιού εκτιμήθηκε ~50% DW. Το σχετικό ποσοστό της MAN επί του συνόλου των σακχάρων στην αρχή της ωρίμανσης στους καρπούς της 'Kadesh' εκτιμήθηκε ~2%, ενώ στις ποικιλίες

Manzanillo και Uono di Piccione το αντίστοιχο ποσοστό εκτιμήθηκε ~10%. Στην παρούσα μελέτη στην αρχή της ωρίμανσης το σχετικό ποσοστό της MAN επί του συνόλου των σακχάρων που μετρήθηκαν υπολογίστηκε ~8,3%, ενώ το ποσοστό του λαδιού κατά την πλήρη ωρίμανση εκτιμήθηκε ~64% DW. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνει, σε ένα βαθμό, το υψηλό δυναμικό της ‘Κορωνέικης’ για την παραγωγή λαδιού.

Τέλος, η εμπλοκή της MAN στη συσσώρευση του λαδιού στους καρπούς υποστηρίζεται από την PCA και τις συσχετίσεις ανά ζεύγη, όπου παρατηρήθηκε αρνητική συσχέτιση με υψηλό συντελεστή ( $r^2 = 0,95$ ;  $P > 0,001$ ) ανάμεσα στη συγκέντρωση της MAN στους καρπούς και στο ποσοστό του λαδιού (Γράφημα 1.20; Πίνακας II.9).

### **1.4.3. Ελαιοπεριεκτικότητα**

Κατά την ωρίμανση των ελιών παρατηρήθηκε μείωση του ποσοστού της υγρασίας στο εδώδιμο μέρος των καρπών και ταυτόχρονη αύξηση του ποσοστού του λαδιού, γεγονός που συμφωνεί με τα ευρήματα και άλλων ερευνητών σε διαφορετικές ποικιλίες, χρονιές και περιοχές (Bouaziz *et al.*, 2010; Dag *et al.*, 2011; Gutiérrez *et al.*, 1999; Machado *et al.*, 2013; Menz and Vriesekoop, 2010; Nergiz and Engez, 2000; Tonar *et al.*, 2002). Το ποσοστό του λαδιού σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, χωρίς όμως να αναφέρεται το στάδιο ωριμότητας, έχει εκτιμηθεί μεταξύ 40 και 44% DW σε συμβατική καλλιέργεια (Metzidakis, 1999) και 56,1% DW σε καλλιέργεια υπέρ-πυκνής γραμμικής φύτευσης (Allalout *et al.*, 2009).

Στην παρούσα εργασία το ποσοστό του λαδιού εκτιμήθηκε ~53% DW σάρκας στην αρχή της ωρίμανσης και έφτασε ~64% στο τέλος της ωρίμανσης και τις δύο καλλιεργητικές περιόδους. Αντίθετα, το ποσοστό της υγρασίας του εδώδιμου μέρους των καρπών μειώθηκε κατά 5,6% κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης την Α καλλιεργητική περίοδο και κατά 8,7% την Β.

Συμπερασματικά, η εκατοστιαία αύξηση του λαδιού και η ταυτόχρονη μείωση της υγρασίας συμπίπτει με την αλλαγή του χρώματος του φλοιού από ανοικτό πράσινο σε ‘κερασί’, την αύξηση της αναπνοής και την έναρξη της έκλυσης του αιθυλενίου, σε μετρήσιμες τιμές, από τους καρπούς. Οι παρατηρήσεις αυτές υποστηρίζονται από την θετική συσχέτιση μεταξύ της αναπνοής και του ποσοστού του λαδιού, καθώς και από την αρνητική μεταξύ των παραμέτρων του χρώματος και του ποσοστού του λαδιού, με εξαίρεση την παράμετρο  $h^o$  την Α περίοδο που η συσχέτιση ήταν θετική. Οι υψηλές τιμές του  $h^o$  στις ελιές με MI 4 της Α περιόδου (~340) αντιστοιχούν περίπου στο ίδιο χρώμα του φλοιού (μαύρο – ιώδες) με τις πολύ χαμηλότερες τιμές στις ελιές με MI 6,9 της Β περιόδου (~9), διότι οι τιμές του  $h^o$  αναφέρονται σε μοίρες μίας σφαίρας (Σχήμα 1.6). Κατ’ επέκταση οι θετικές συσχετίσεις μεταξύ της παραμέτρου  $h^o$  και άλλων χαρακτηριστικών την Α περίοδο έχουν την ίδια σημασία με τις αντίστοιχες αρνητικές που εμφανίζονται την περίοδο Β. Παρόμοια αύξηση του ποσοστού του λαδιού με ταυτόχρονη μείωση του

ποσοστού της υγρασίας που συμπίπτει με την αλλαγή του χρώματος του φλοιού έχει παρατηρηθεί και σε ελιές 'Arbequina' (Tovar *et al.*, 2002).

Επιπλέον, το ποσοστό του λαδιού στο εδώδιμο μέρος των καρπών αυξήθηκε σημαντικά μετά από τις προσυλλεκτικές επεμβάσεις με MAN. Αξίζει να σημειωθεί ότι στις ελιές που είχαν δεχθεί τον ψεκασμό με τα 50 mg MAN L<sup>-1</sup> το ποσοστό του λαδιού αυξήθηκε κατά ~6,5% σε σύγκριση με το μάρτυρα. Όπως έχει αναφερθεί και στην παράγραφο 1.1.2 η MAN αποτελεί ένα από τα κύρια προϊόντα της φωτοσύνθεσης στην ελιά, μαζί με τη SUC μεταφέρεται από τα φύλλα στους καρπούς και έχει σημαντικό ρόλο στο μεταβολισμό του καρπού, κατά την ανάπτυξη και την ωρίμανσή (Σχήμα 1.1) (Conde *et al.*, 2008; Oliveira *et al.*, 2002). Επίσης, οι Conde *et al.* (2008) υποστηρίζουν ότι όσο μεγαλύτερη είναι η διαθέσιμη ποσότητα MAN στον καρπό μιας δεδομένης ποικιλίας τόσο μεγαλύτερη είναι και η διαθέσιμη ποσότητα GLU, που μετατρέπεται μέσω του ακετυλο-CoA σε λιπαρά οξέα και κατ' επέκταση σε λάδι. Για το λόγο αυτό αναφέρεται ότι η σχετική ποσότητα της MAN επί του συνόλου των σακχάρων στον καρπό αποτελεί πιθανό δείκτη του δυναμικού της ποικιλίας για την παραγωγή λαδιού (Marsilio *et al.*, 2001). Στην παρούσα μελέτη τα 50 mg L<sup>-1</sup> εκτιμήθηκε ως η optimum συγκέντρωση της MAN για τη συσσώρευση του λαδιού. Ωστόσο, κρίνεται σκόπιμο να μελετηθεί περαιτέρω η ποσότητα της MAN που θα προτεινόταν να χρησιμοποιηθεί σε διαφυλλικούς ψεκασμούς και θα μπορούσε να αφομοιωθεί ή/και να χρησιμοποιηθεί από τους φυτικούς ιστούς.

#### 1.4.4. Λιπαρά οξέα

Τα επιμέρους λιπαρά οξέα που προσδιορίστηκαν στο ελαιόλαδο ήταν το ελαϊκό (OL) που ήταν το επικρατέστερο και η συγκέντρωσή του εκτιμήθηκε ~76%, το παλμιτικό (PA) και το λινολεϊκό (LL) των οποίων μεμονωμένα η συγκέντρωση ήταν > 5%, και το παλμιτελαϊκό (PA), το στεαρικό (ST), το βαχενικό (VA), το λινολενικό (LN), το αραχιδικό (AR) και το γονδοϊκό (GO) που η συγκέντρωσή τους μεμονωμένα ήταν < 5%. Στο ελαιόλαδο που προήλθε από τους καρπούς όλων των MI, το ποσοστό των κορεσμένων λιπαρών οξέων (SFA) εκτιμήθηκε ~14%, των ακόρεστων (UFA) ~85%, ενώ τα μόνο-ακόρεστα (MUFA) ήταν το μεγαλύτερο κλάσμα των UFA (~77%) και τα πολύ-ακόρεστα (PUFA) εκτιμήθηκαν σε ~8,5%. Παράλληλα ο βαθμός ακορεστότητας (UFA/ SFA) εκτιμήθηκε ~6,5% και ο λόγος  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 ~7,8%, τιμές που επιβεβαιώνουν την υψηλή διατροφική αξία του ελαιόλαδου (Gogus and Smith, 2010; Simopoulos, 2008). Το εύρος των τιμών των κλασμάτων, αλλά και των επιμέρους λιπαρών οξέων είναι σε γενική συμφωνία με τις τιμές που αναφέρονται στη βιβλιογραφία για ελαιόλαδα ποικιλίας Κορωνέικης (Allalout *et al.*, 2009; Anastasopoulos *et al.*, 2011; Vekiari *et al.*, 2010).

Την καλλιεργητική περίοδο Α ο MI των καρπών από όπου εξήχθη το ελαιόλαδο επηρέασε το ποσοστό των PUFA, τον λόγο  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 και την συγκέντρωση του LL. Οι αλλαγές αυτές οφείλονταν κατά

κύριο λόγο στην αύξηση της συγκέντρωσης του LL στο λάδι κατά ~2% στις ελιές με ΜΙ 1,4 σε σύγκριση με αυτές με ΜΙ 0,9. Την περίοδο Β οι αλλαγές που παρατηρήθηκαν στο προφίλ των λιπαρών οξέων ήταν περισσότερες και μεγαλύτερες λόγω του υψηλότερου ΜΙ των ελιών του τελευταίου σταδίου. Οι αλλαγές αυτές αφορούσαν στην αύξηση των ποσοστών των UFA, PUFA και των λόγων UFA/SFA και  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 και της συγκέντρωσης του LL, στην μείωση του ποσοστού των MUFA και της συγκέντρωσης του OL και του PA. Οι προαναφερθείσες αλλαγές οφείλονται στην αύξηση της συγκέντρωσης του LL και στην ταυτόχρονη μείωση του OL. Τα δύο αυτά λιπαρά οξέα, OL και LL, είναι τα μεγαλύτερα ποσοτικά στο ελαιόλαδο. Το LL είναι το σημαντικότερο ποσοτικά PUFA και η αύξηση της συγκέντρωσής του έχει αποδοθεί στην αύξηση της ενεργότητας του ενζύμου Δ12-αποσατουράση του ελαύλο-ACP κατά την ωρίμανση των καρπών, το οποίο είναι υπεύθυνο για την μετατροπή του OL σε LL (Gutiérrez *et al.*, 1999).

Οι Anastopoulos *et al.* (2011) αναφέρουν ότι στο ελαιόλαδο που είχε εξαχθεί από ελιές 'Κορωνέικης' διαφορετικών σταδίων ωριμότητας η συγκέντρωση του PA μειώθηκε κατά ~3% και του LL αυξήθηκε κατά ~2% αυξανόμενου του ΜΙ των ελιών, ενώ του OL ήταν ανεξάρτητη του ΜΙ. Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας αναφέρεται ότι κατά την ωρίμανση των καρπών διαφορετικών ποικιλιών ελιάς μειώνεται η συγκέντρωση του PA και του OL και ταυτόχρονα αυξάνεται η συγκέντρωση του LL, καθώς και ότι αυξάνεται ο βαθμός ακορεστότητας (Baccouri *et al.*, 2008; Dag *et al.*, 2011; Gutiérrez *et al.*, 1999; Matos *et al.*, 2007; Menz and Vriesekoop, 2010; Nergiz and Engez, 2000), παρατηρήσεις που συμφωνούν με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας.

Με τη διαδικασία της ωρίμανσης του ελαιόκαρπου το βάρος, η σχέση σάρκα προς πυρήνα, η περιεκτικότητα σε λάδι, η χημική σύσταση του λαδιού και οι δραστηκότητες των ενζύμων υφίστανται μεγάλες αλλαγές. Οι παραπάνω παράμετροι επηρεάζουν την συνεκτικότητα του καρπού και κατ' επέκταση την ευκολία εξαγωγής και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου (Bouaziz *et al.*, 2004; Menz and Vriesekoop, 2010; Ryan *et al.*, 2002a). Η σύσταση του λαδιού σε λιπαρά οξέα και τα επίπεδα των πολυφαινολών, στερολών, τοκοφερολών και των χρωστικών του ελαιόλαδου αλλάζουν με την ωρίμανση των καρπών (Gutiérrez *et al.*, 2000). Το μέγεθος αυτών των αλλαγών εξαρτάται από την ποικιλία, τις περιβαλλοντικές και τις καλλιεργητικές συνθήκες και έχει αντίκτυπο στην ποιότητα, στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, στην σταθερότητα στις οξειδώσεις κατά την αποθήκευση και στη θρεπτική αξία του τελικού προϊόντος (Dag *et al.*, 2011).

#### 1.4.5. Εκτίμηση αντιοξειδωτικών ουσιών

##### 1.4.5.1. Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) καρπών

Το εύρος της συγκέντρωσης των TP στο εδώδιμο μέρος των καρπών κατά την ωρίμανση τους (~24 – 51 mg GAE g<sup>-1</sup> DW) και στις καλλιεργητικές περιόδους A και B ήταν εντός του εύρους των τιμών που αναφέρονται στη βιβλιογραφία κατά την ωρίμανση των καρπών διαφορετικών ποικιλιών ελιάς (~10 – 60 mg GAE g<sup>-1</sup> DW) (Baiano *et al.*, 2009; Machado *et al.*, 2013; Tsantili, 2014). Παρόμοια, οι τιμές της TAC των καρπών σε όλα τα στάδια ωριμότητας (180 – 100 μmol TE g<sup>-1</sup> DW) συμφωνούν με τις τιμές που αναφέρονται στη βιβλιογραφία (Baiano *et al.*, 2009; Bouaziz *et al.*, 2010; Tsantili *et al.*, 2010a; Tsantili, 2014; Tsantili *et al.*, 2012). Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι η σύγκριση των τιμών της TAC με τις τιμές άλλων ερευνητών πολλές φορές είναι δύσκολη λόγω των διαφορετικών μεθόδων εκχύλισης, εκτίμησης αλλά και των διαφορετικών τρόπων έκφρασης των αποτελεσμάτων της TAC.

Κατά την ωρίμανση, η συγκέντρωση των TP μειώθηκε κατά 25,5% την A καλλιεργητική περίοδο και κατά 31%, την B περίοδο. Παρόμοια με τα TP και η TAC μειώθηκε με την πρόοδο της ωρίμανσης των καρπών κατά 10,6% και 19,2% την A περίοδο, εκτιμούμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, αντίστοιχα, και κατά 25% και 33,3% την B, για τις FRAP και DPPH, αντίστοιχα. Η μείωση της συγκέντρωσης των TP και της TAC κατά τη ωρίμανση του ελαιόκαρπου είναι συνηθισμένο φαινόμενο και έχει παρατηρηθεί και από άλλους ερευνητές σε διάφορες ποικιλίες ελιάς (Alagna *et al.*, 2012; Machado *et al.*, 2013; Ryan *et al.*, 1999; Tonar *et al.*, 2002). Οι μεγαλύτερες μειώσεις στις τιμές των TP και της TAC παρατηρήθηκαν κατά την περίοδο της αλλαγής του χρώματος του φλοιού από πράσινο σε ‘κερασί’, ενώ στο υπόλοιπο της ωρίμανσης οι τιμές των παραπάνω μεταβλητών εκτιμήθηκαν σε σχετικά παρόμοια σταθερά επίπεδα. Η διατήρηση των επιπέδων αυτών, και κατ’ επέκταση η διατήρηση της διατροφικής αξίας σε σχετικά υψηλά επίπεδα, πιθανά να οφείλεται στη βιοσύνθεση και στη συσσώρευση των ανθοκυανών στο φλοιό και με την πρόοδο της ωρίμανσης και στη σάρκα των ελιών. Όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των ανθοκυανών είναι από τις ισχυρότερες ανάμεσα στα φαινολικά (Rice-Evans *et al.*, 1996).

Επιπλέον, παρατηρήθηκαν στενές θετικές συσχετίσεις μεταξύ των τιμών των TP και της TAC, τόσο από την PCA όσο και από τις συσχετίσεις ανά ζεύγη ( $r^2 > 0,93$ ;  $P > 0,001$ , και για τις τρεις σχέσεις και τις περιόδους A και B) (Γραφήματα 1.19 και II.3; Πίνακες II.1 και II.8). Οι στενές αυτές σχέσεις εξηγούνται λόγω της μεγάλης συνεισφοράς των φαινολικών ενώσεων στην αντιοξειδωτική ικανότητα των καρπών (Conde *et al.*, 2008; Sanchez and Harwood, 2002). Παρόμοιες θετικές συσχετίσεις μεταξύ των TP και της TAC κατά των ωρίμανση έχουν παρατηρηθεί και από άλλους ερευνητές (Bouaziz *et al.*, 2010; Jemai *et al.*, 2009; Tsantili, 2014).

Επιπροσθέτως, η συγκέντρωση των TP και η TAC στο εδάδιμο μέρος των καρπών μειώθηκαν μετά τις προσυλλεκτικές επεμβάσεις με MAN, ανεξάρτητα της συγκέντρωσης. Η μείωση αυτή μπορεί να εξηγηθεί σε ένα βαθμό από την πιθανή τάση προώθησης της ωρίμανσης των ελιών μετά τους ψεκασμούς με MAN. Επίσης, η τάση προώθησης είναι δυνατόν να υποστηριχθεί και από την αύξηση του ποσοστού του λαδιού που παρατηρήθηκε μετά τις επεμβάσεις με MAN.

Ο λόγος που χρησιμοποιήθηκαν δύο μέθοδοι μέτρησης της TAC είναι διότι κάθε μέθοδος εκτιμά και κάποια διαφορετική αντιοξειδωτική ιδιότητα και από τη βιβλιογραφία προτείνεται η χρήση περισσότερων της μιας μεθόδου (Apak *et al.*, 2007; Huang *et al.*, 2005; Prior *et al.*, 2005). Συγκεκριμένα, η FRAP εκτιμά την αναγωγική ικανότητα (reducing activity) των ουσιών που έχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες, ενώ η DPPH την ικανότητα εξουδετέρωσης των ελευθέρων ριζών (radical scavenging) (Benzie and Strain, 1999; Brand-Williams *et al.*, 1995; Huang *et al.*, 2005). Στο γεγονός αυτό μπορούν να αποδοθούν οι υψηλότερες τιμές της TAC κατά ~8% με τη μέθοδο FRAP στους καρπούς των τελευταίων σταδίων ωριμότητας.

#### **1.4.5.2. Συγκέντρωση μεμονωμένων φαινολικών ουσιών**

Τα φαινολικά συστατικά που ταυτοποιήθηκαν και ποσοτικοποιήθηκαν στο εδάδιμο μέρος των καρπών της ‘Κορωνέικης’ ήταν η OLE, η HT, η TYR, ο VER, ο LUT-7, η RUT, η LUT και η QUER. Τα παραπάνω φαινολικά συστατικά αναφέρονται και από άλλους ερευνητές σε διάφορες ποικιλίες ελιάς (El Riachy *et al.*, 2011; Esti *et al.*, 1998; Gómez-Rico *et al.*, 2008; Machado *et al.*, 2013; Ryan *et al.*, 2002b; Ryan and Robards, 1998; Vinha *et al.*, 2005). Η σημασία των φαινολικών συστατικών είναι μεγάλη λόγω της επίδρασής τους στη διατήρηση της υψηλής ποιότητας των τελικών προϊόντων της ελιάς (ελαιόλαδο και βρώσιμες ελιές) μέσω της αντιοξειδωτικής τους δράσης και της ταυτόχρονης επιρροής τους στα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά (Morello *et al.*, 2005). Επιπλέον, η αύξηση της ζήτησης των προϊόντων της ελιάς οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην ύπαρξη βιοδραστικών ενώσεων με υψηλή αντιοξειδωτική δράση, όπως είναι τα φαινολικά (Baiano *et al.*, 2009). Οι τιμές των συγκεντρώσεων των φαινολικών συστατικών είναι μέσα στο εύρος που αναφέρεται στη βιβλιογραφία, λαμβάνοντας υπόψη ότι το ποσοστό της υγρασίας κυμαίνεται μεταξύ 55 – 60% (Esti *et al.*, 1998; Ortega-García *et al.*, 2009; Ryan *et al.*, 2002a; Vinha *et al.*, 2005).

Η OLE απαντάται στους καρπούς διαφόρων σταδίων ωριμότητας των περισσότερων ποικιλιών της ελιάς σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονται μεταξύ 35 και 2400 mg Kg<sup>-1</sup> καρπών (Romani *et al.*, 1999). Η OLE είναι το κύριο ποσοτικά φαινολικό συστατικό της ελιάς και υπεύθυνη (αυτή και τα παράγωγά της), σε μεγάλο βαθμό, για τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (πικρή γεύση) των τελικών προϊόντων της ελιάς (Ortega-García and Peragón, 2010). Η συγκέντρωση της OLE μειώθηκε κατά την ωρίμανση, γεγονός που

συμφωνεί με τη βιβλιογραφία (Alagna *et al.*, 2012; Amiot *et al.*, 1989; Amiot *et al.*, 1986; Bouaziz *et al.*, 2004; Bouaziz *et al.*, 2010; Gómez-Rico *et al.*, 2008; Gutierrez-Rosales *et al.*, 2010; Machado *et al.*, 2013; Ortega-García and Peragón, 2009; Ryan *et al.*, 2003; Ryan *et al.*, 1999). Την A καλλιεργητική περίοδο η συγκέντρωσή της OLE μειώθηκε κατά 60%, ενώ τη B η μείωση ήταν > 90%. Η μεγαλύτερη μείωση που παρατηρήθηκε τη B περίοδο οφείλεται πιθανόν στο ότι η συγκομιδή των καρπών του τελευταίου σταδίου έγινε πιο όψιμα από ότι την A. Παρόμοια μείωση ~90% κατά την ωρίμανση έχει παρατηρηθεί σε καρπούς των ποικιλιών Arbequina, Picudo, Cobrancosa και Hardy's Mammoth (Gómez-Rico *et al.*, 2008; Machado *et al.*, 2013; Ryan *et al.*, 2003).

Το μέγιστο της συγκέντρωσης της OLE συμπίπτει με το στάδιο των πράσινων ώριμων ελιών, δηλαδή στην αρχή του σταδίου ανάπτυξης V (Σχήμα 1.4) (Amiot *et al.*, 1989). Στην παρούσα εργασία σε αυτό το στάδιο βρίσκονταν οι ελιές με MI από 0,9 έως 1,4. Με την πρόοδο της ωρίμανσης η συγκέντρωση της OLE μειώνεται σταδιακά πιθανά λόγω της αυξημένης δραστηριότητας υδρολυτικών ενζύμων (Amiot *et al.*, 1989; Esti *et al.*, 1998). Επιπλέον, ένα μέρος της μείωσης της OLE είναι πιθανό να σχετίζεται με την συσσώρευση των ανθοκυανών και την απαίτηση σε σάκχαρα για τη βιοσύνθεσή τους (Amiot *et al.*, 1986). Έχει προταθεί ότι κατά την υδρόλυση της OLE από τη β-γλυκοσιδάση παράγεται γλυκόζη που είναι απαραίτητη στη σύνθεση των ανθοκυανών (Capasso *et al.*, 1997). Η παρόμοια πορεία της OLE και της συγκέντρωσης των TP και της TAC των καρπών και η ταυτόχρονη σημαντική συνεισφορά της στις δύο αυτές παραμέτρους υποστηρίζεται από τις στενές θετικές συσχετίσεις μεταξύ των τριών παραμέτρων την B περίοδο, αλλά και από τη θετική σχέση (χωρίς όμως υψηλούς συντελεστές), την A.

Παράλληλα με την μείωση της συγκέντρωσης της OLE παρατηρήθηκε αύξηση της συγκέντρωσης της HT κατά 60 – 70% κατά την ωρίμανση και τις δύο καλλιεργητικές περιόδους. Η αύξηση αυτή είναι σύμφωνη με τη βιβλιογραφία (Alagna *et al.*, 2012; Bouaziz *et al.*, 2004; Bouaziz *et al.*, 2010; Gómez-Rico *et al.*, 2008; Jemai *et al.*, 2009). Η αύξηση αυτή πιθανά να εξηγείται από το ότι η HT και η TYR μπορούν να παραχθούν κατά την αποδόμηση της OLE (Ryan *et al.*, 1999), καθώς και από το ότι προτείνεται η συμμετοχή τους τόσο στη βιοσύνθεση όσο και στην αποδόμηση της OLE κατά την ανάπτυξη του καρπού (Gutierrez-Rosales *et al.*, 2010). Στην παρούσα εργασία, η ταυτόχρονη αύξηση της HT σε συνδυασμό με την μείωση της OLE υποστηρίζεται από την αρνητική συσχέτιση μεταξύ των δύο παραμέτρων.

Οι συγκεντρώσεις της TYR (και τις δύο καλλιεργητικές περιόδους) και του VER (τη B περίοδο) παρουσίασαν διακυμάνσεις κατά την ωρίμανση των καρπών γεγονός που έχει παρατηρηθεί και από άλλους ερευνητές (Alagna *et al.*, 2012; Gutierrez-Rosales *et al.*, 2010; Ortega-García *et al.*, 2009). Αναφέρεται ότι η συγκέντρωση της TYR είναι αρκετά μικρότερη από αυτήν της HT (Romani *et al.*, 1999), όπως έχει παρατηρηθεί και στην παρούσα εργασία. Επίσης, αναφέρεται στη βιβλιογραφία ότι η παρουσία και η συγκέντρωση του VER εξαρτάται κυρίως από την ποικιλία, καθώς και ότι οι μεγαλόκαρπες ποικιλίες της

ελιάς έχουν υψηλότερη συγκέντρωση VER σε σύγκριση με τις μικρόκαρπες (Amiot *et al.*, 1989; Amiot *et al.*, 1986). Πράγματι, οι τιμές του VER που αναφέρονται από την Tsantili (2014) σε μαύρες ώριμες ελιές ‘Καλαμών’ είναι ~5 φορές υψηλότερες από τις τιμές της παρούσας εργασίας.

Όσον αφορά στα φλαβονοειδή η LUT-7 και η RUT ήταν αυτά που απαντήθηκαν στις υψηλότερες συγκεντρώσεις, σε αντίθεση με την LUT και την QUER οι οποίες βρίσκονταν σε ίχνη. Παρόμοιες παρατηρήσεις για τη συγκέντρωση των παραπάνω φλαβονοειδών αναφέρονται στη βιβλιογραφία (Gómez-Rico *et al.*, 2008; Ryan *et al.*, 2002b; Tsantili, 2014; Vinha *et al.*, 2005). Η άγλυκη ή ελεύθερη μορφή της LUT μπορεί να παραχθεί από την αποδόμηση τη LUT-7 μέσω της δράσης του ενζύμου της γλυκοσιδάσης κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης. Τα χαμηλά επίπεδα της LUT είναι πιθανό να εξηγούνται λόγω του ότι είναι ισχυρότερο αντιοξειδωτικό από την LUT-7 και μπορεί εξαντλείται για την προστασία των φυτικών ιστών (Rice-Evans *et al.*, 1996). Ωστόσο στην παρούσα μελέτη, οι συγκεντρώσεις της LUT-7 και της RUT μειώθηκαν κατά την ωρίμανση των ελιών. Η παρατήρηση αυτή συμφωνεί με τους Machado *et al.* (2013) σε καρπούς της ποικιλίας Corbançosa. Οι Esti *et al.* (1998) αναφέρουν μία τάση μικρής αύξησης της συγκέντρωσης της LUT-7 και της RUT στις ποικιλίες Leccino, Coratina και Gentile. Οι Gómez-Rico *et al.* (2008) αναφέρουν αύξηση των συγκεντρώσεων των δύο αυτών συστατικών κατά την ωρίμανση των καρπών των ποικιλιών Morisca και Picolimón, ενώ σε σχετικά σταθερά επίπεδα κατά την ωρίμανση κυμάνθηκαν στους καρπούς των ποικιλιών Arbequina, Cornicabra, Picudo και Picual.

Τέλος, υπό την επίδραση των επεμβάσεων με την υψηλή συγκέντρωση της MAN παρατηρήθηκε αύξηση των συγκεντρώσεων της LUT-7, της QUER και της LUT, σε αντίθεση με τη συγκέντρωση του VER που μειώθηκε, ανεξάρτητα της συγκέντρωσης της MAN. Από τη βιβλιογραφία προτείνεται ότι οι πολυόλες είναι πιθανό να λειτουργούν ως δεσμευτές των ελεύθερων ριζών και των ενεργών μορφών του οξυγόνου και να αντιπροσωπεύουν έναν μη – ενζυματικό μηχανισμό προστασίας των κυττάρων από την οξειδωτική καταπόνηση (Smirnoff and Cumbes, 1989). Πιθανά, ο μηχανισμός προστασίας της MAN να είναι παρόμοιος με τον αντίστοιχο των φαινολικών. Τα φαινολικά έχει προταθεί ότι δρουν είτε ως αντιοξειδωτικά (ως δεσμευτές των ελεύθερων ριζών και των ενεργών μορφών του οξυγόνου, ως δωρητές υδρογόνων, μέσω της δημιουργίας χηλικών μορφών των ιόντων των μετάλλων) ή ως υποστρώματα που προσβάλλονται από τα υπεροξειδία (Robards *et al.*, 1999). Επιπλέον, διαγονιδιακά φυτά σιταριού και καπνού που είναι ικανά να συσσωρεύουν MAN, έχει προταθεί ότι έχουν καλύτερα ποσοστά επιβίωσης ή/και καλύτερες επιδόσεις κατά τη διάρκεια υδατικής καταπόνησης ή αλατότητας, σε σύγκριση με τα αντίστοιχα φυτά του άγριου τύπου (Abebe *et al.*, 2003; Tarczynski *et al.*, 1993). Οι καλύτερες επιδόσεις των διαγονιδιακών φυτών πιθανά δεν οφείλονται στην προστασία μέσω της ωσμορύθμισης από την MAN (Abebe *et al.*, 2003), αλλά σε πιο εξειδικευμένους μηχανισμούς προστασίας από την οξειδωτική καταπόνηση (Shen *et al.*, 1997). Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι οι επεμβάσεις με MAN δεν



φαίνεται να προκάλεσαν υδατική καταπόνηση στους φυτικούς ιστούς και κυρίως στους καρπούς, πιθανά επειδή οι συγκεντρώσεις της MAN που χρησιμοποιήθηκαν ήταν σχετικά χαμηλές. Ωστόσο, λόγω του πολύπλευρου ρόλου της MAN η επίδρασή της στις επιμέρους φαινολικές ουσίες είναι σκόπιμο να διερευνηθεί περαιτέρω.

#### **1.4.5.3. Συγκέντρωση $\alpha$ -τοκοφερόλης ( $\alpha$ -TOC)**

Η συγκέντρωση της  $\alpha$ -TOC στο ελαιόλαδο κυμάνθηκε μεταξύ 190 – 250 mg  $\alpha$ -TOC Kg<sup>-1</sup> ελαιόλαδου, οι τιμές αυτές είναι μέσα στο εύρος των τιμών που αναφέρεται στη βιβλιογραφία για εξαιρετικά παρθένα ελαιόλαδα που έχουν προέλθει αποκλειστικά από ελιές ‘Κορωνέικης’ στην ελληνική επικράτεια (150 – 365 mg  $\alpha$ -TOC Kg<sup>-1</sup> ελαιόλαδου) (Psomiadou *et al.*, 2000). Επίσης, τα επίπεδα της συγκέντρωσης της  $\alpha$ -TOC σε λάδι από καρπούς της ίδιας ποικιλίας καλλιεργούμενης σε γραμμικό σύστημα υπέρ-πυκνής φύτευσης στην Τυνησία εκτιμήθηκαν ~300 mg  $\alpha$ -TOC Kg<sup>-1</sup> ελαιόλαδου (Allalout *et al.*, 2009).

Επιπλέον, η συγκέντρωση της  $\alpha$ -TOC μειώθηκε αυξανόμενου του MI των ελιών, η μείωση αυτή συνέπεσε με την αλλαγή του χρώματος του φλοιού. Το γεγονός αυτό υποστηρίζεται από την PCA όπου η παράμετρος που αντιστοιχεί στην  $\alpha$ -TOC βρίσκεται εγγύτερα στις τιμές που αντιστοιχούν στις ελιές με MI 1,1, της Β περιόδου. Τέλος, η μείωση της συγκέντρωσης της  $\alpha$ -TOC κατά την ωρίμανση έχει παρατηρηθεί και από άλλους ερευνητές (Baccouri *et al.*, 2008; Garcia *et al.*, 2012; Gimeno *et al.*, 2002; Gutiérrez *et al.*, 1999; Ranalli *et al.*, 1998).

#### **1.4.6. Συμπεράσματα**

Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης των ελιών οι τιμές της UCO<sub>2</sub> εμφάνισαν μία τάση μείωσης, όμως στατιστικά μη σημαντική, και της  $g_s$  κυμάνθηκαν σε παρόμοια σταθερά επίπεδα. Την ίδια περίοδο, μειώθηκαν οι τιμές της GLU, της SUC και της FRU στα φύλλα, ενώ αυξήθηκαν της MAN. Η μείωση της συγκέντρωσης της GLU, της SUC και της FRU πιθανά να συνδέεται με τη συσσώρευση του λαδιού στους καρπούς. Πιθανά, τα παραπάνω σάκχαρα να μεταφέρονται από τα φύλλα στους καρπούς για την κάλυψη των αυξημένων μεταβολικών τους αναγκών κατά την ωρίμανση. Επιπλέον, στην παρούσα εργασία η GLU και η MAN εκτιμήθηκαν ως τα επικρατέστερα ποσοτικά σάκχαρα των φύλλων και παρουσίασαν τις μεγαλύτερες μεταβολές. Η μείωση της GLU συνέπεσε με την αλλαγή του χρώματος των ελιών από πράσινο (MI 1,1) σε ‘κερασί’ (MI 3,8) και τον αυξημένο ρυθμό συσσώρευσης του λαδιού. Ενώ, η αύξηση της MAN στα φύλλα παρατηρήθηκε κατά την αλλαγή από ‘κερασί’ (MI 3,8) σε μαύρο – ιώδες (MI 6,9), όταν ο ρυθμός συσσώρευσης του λαδιού ήταν μειωμένος και πιθανά να είχαν μειωθεί οι απαιτήσεις του καρπού σε σάκχαρα.

Το χρώμα του φλοιού των καρπών κατά την ωρίμανση άλλαξε από πράσινο σε ‘κερασί’ και μετέπειτα σε μαύρο – ιώδες. Ταυτόχρονα κατά την εκτίμηση του MI, στο τελευταίο στάδιο ωριμότητας (MI 6,9) άλλαξε και το χρώμα της σάρκας από λευκό σε ιώδες (οπτική εκτίμηση). Επιπλέον, η αναπνοή αυξήθηκε και παρατηρήθηκε έκλυση αιθυλενίου, σε μετρήσιμες τιμές, όταν άρχισε η εμφάνιση κόκκινων περιοχών στο φλοιό. Την ίδια περίοδο, το ποσοστό του λαδιού, εκτιμώμενο σε DW εδάδιμου μέρους, αυξήθηκε, ενώ της υγρασίας μειώθηκε.

Όσον αφορά στις αντιοξειδωτικές ουσίες η συγκέντρωσή τους στο εδάδιμο μέρος των καρπών μειώθηκε κατά την ωρίμανση, εκτός της HT που αυξήθηκε. Η συγκέντρωση της OLE, της επικρατέστερης ποσοτικά φαινολικής ουσίας, μειώθηκε, φτάνοντας στα χαμηλότερα της επίπεδα όταν οι ελιές είχαν αποκτήσει ομοιόμορφο ιώδες – μαύρο χρώμα (MI 6,9). Ωστόσο, η μείωση της συγκέντρωσης των TP, της TAC και της  $\alpha$ -TOC συνέπεσε με την αλλαγή του χρώματος του φλοιού από πράσινο σε ‘κερασί’ και παρέμεινε στα ίδια επίπεδα για το υπόλοιπο της ωρίμανσης. Οι παρόμοιες τιμές των TP και της TAC, και κατ’ επέκταση η διατήρηση μέρους της διατροφικής αξίας, στις ελιές των τελευταίων σταδίων ωριμότητας πιθανά να εξηγείται από τη βιοσύνθεση και τη συσσώρευση των ανθοκυανών στο φλοιό και στη σάρκα των καρπών, όπως φάνηκε από τις μετρήσεις του χρώματος και την εκτίμηση του MI. Βάσει αυτών των αποτελεσμάτων σε επόμενες μελέτες προτείνεται η εκτίμηση των ποσοτικών και ποιοτικών μεταβολών των ανθοκυανών κατά την ωρίμανση του ελαιόκαρπου.

Στο εδάδιμο μέρος των ελιών η συγκέντρωση της GLU, της MAN και της SUC μειώθηκε κατά την ωρίμανση, σε αντίθεση με της FRU που αυξήθηκε. Οι μειώσεις των παραπάνω σακχάρων παρατηρήθηκαν την ίδια περίοδο που το χρώμα των ελιών άλλαξε από πράσινο σε ‘κερασί’ και ο ρυθμός συσσώρευσης του λαδιού ήταν αυξημένος. Οι μειώσεις των σακχάρων πιθανά να οφείλονται στη βιοσύνθεση των λιπαρών οξέων, για την οποία τα σάκχαρα, και κυρίως η GLU, αποτελούν πρόδρομες ουσίες. Επίσης, το ποσοστό της MAN (~8,5%) επί του συνόλου των σακχάρων των ελιών στην αρχή της ωρίμανσης πιθανά να υποδεικνύει το υψηλό δυναμικό της ‘Κορωνέικης’ για την παραγωγή λαδιού.

Η σύσταση των λιπαρών οξέων μεταβλήθηκε με την ωρίμανση κατά κύριο λόγο ως προς τη συγκέντρωση του LL και του OL. Το ποσοστό του LL αυξήθηκε κατά ~4%, ενώ του OL μειώθηκε κατά ~3% στο τέλος της ωρίμανσης (δηλαδή στις ελιές με MI 6,9). Το γεγονός αυτό είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης των PUFA και του λόγου  $\omega$ -6/ $\omega$ -3, και συγχρόνως την μείωση της σταθερότητας του ελαιόλαδου σε οξειδώσεις, λόγω του ότι το LL είναι πιο ευαίσθητο σε οξειδώσεις από το OL.

Τέλος, οι προσυλλεκτικές επεμβάσεις με MAN αύξησαν το ποσοστό του λαδιού στους καρπούς πιθανά λόγω του ότι η MAN μαζί με τη SUC αποτελούν τα κύρια προϊόντα της φωτοσύνθεσης που μεταφέρονται από τα φύλλα στους καρπούς αλλά και του σημαντικού ρόλου της MAN στις μεταβολικές

διεργασίες του ελαιόκαρπου, κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση του. Επιπλέον, τα επίπεδα των TP και της TAC μειώθηκαν μετά τις επεμβάσεις με MAN. Μία πιθανή εξήγηση της μείωσης της TAC είναι η τάση προώθησης της ωρίμανσης των ελιών, που συμφωνεί και με τα αυξημένα ποσοστά του λαδιού.

Συμπερασματικά, όταν οι ελιές συγκομιστούν σε πράσινο στάδιο, πριν αρχίσει η αλλαγή του χρώματος του φλοιού (MI ~1), η συγκέντρωση των αντιοξειδωτικών ουσιών στο εδώδιμο μέρος τους είναι υψηλή, όπως και το ποσοστό του OL. Αν οι ελιές συγκομιστούν σε ώριμο στάδιο (MI 4 – 7) το ποσοστό του λαδιού στη σάρκα τους είναι υψηλότερο, καθώς και τα οικονομικά οφέλη για τον παραγωγό μεγαλύτερα. Επιπλέον, αν και οι αντιοξειδωτικές ουσίες έχουν μειωθεί, σε σύγκριση με τα πιο πρώιμα στάδια, τα επίπεδα τους παραμένουν σχετικά υψηλά, διατηρώντας και την υψηλή διατροφική αξία των προϊόντων. Ωστόσο, ένα προτεινόμενο στάδιο συγκομιδής που συνδυάζει υψηλή ελαιοπεριεκτικότητα και λάδι πλούσιο σε φαινολικές ουσίες,  $\alpha$ -τοκοφερόλη και ταυτόχρονα σταθερό στις οξειδώσεις κατά την αποθήκευση, είναι όταν οι ελιές έχουν MI ~4.

## 1.5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

- Abebe, T., Guenzi, A.C., Martin, B., Cushman, J.C., 2003. Tolerance of mannitol-accumulating transgenic wheat to water stress and salinity. *Plant Physiology* **131**, 1748-1755.
- Alagna, F., Mariotti, R., Panara, F., Caporali, S., Urbani, S., Veneziani, G., Esposito, S., Taticchi, A., Rosati, A., Rao, R., Perrotta, G., Servili, M., Baldoni, L., 2012. Olive phenolic compounds: metabolic and transcriptional profiling during fruit development. *BMC Plant Biology* **12**, 162.
- Allalout, A., Krichène, D., Methenni, K., Taamalli, A., Oueslati, I., Daoud, D., Zarrouk, M., 2009. Characterization of virgin olive oil from Super Intensive Spanish and Greek varieties grown in northern Tunisia. *Scientia Horticulturae* **120**, 77-83.
- Amiot, M.-J., Fleuriet, A., Macheix, J.-J., 1989. Accumulation of oleuropein derivatives during olive maturation. *Phytochemistry* **28**, 67-69.
- Amiot, M.J., Fleuriet, A., Macheix, J.J., 1986. Importance and evolution of phenolic compounds in olive during growth and maturation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **34**, 823-826.
- Anastasopoulos, E., Kalogeropoulos, N., Kaliora, A.C., Kountouri, A., Andrikopoulos, N.K., 2011. The influence of ripening and crop year on quality indices, polyphenols, terpenic acids, squalene, fatty acid profile, and sterols in virgin olive oil (Koroneiki cv.) produced by organic versus non-organic cultivation method. *International Journal of Food Science & Technology* **46**, 170-178.
- AOAC, 1995. Oils and Fats., In: Horwitz, W., Latimer, G.W. (Eds.), *Official Methods of Analysis*, 16 ed. AOAC, Arlington, VA, USA.
- Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Özyürek, M., Çelik, S., Bektaşoğlu, B., Berker, K., Özyurt, D., 2007. Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules* **12**, 1496-1547.
- Baccouri, O., Guerfel, M., Baccouri, B., Cerretani, L., Bendini, A., Lercker, G., Zarrouk, M., Daoud Ben Miled, D., 2008. Chemical composition and oxidative stability of Tunisian monovarietal virgin olive oils with regard to fruit ripening. *Food Chemistry* **109**, 743-754.
- Baiano, A., Gambacorta, G., Terracone, C., Previtalli, M.A., La Notte, E., 2009. Characteristics of drupes, phenolic content and antioxidant capacity of Italian olive fruits. *Journal of Food Lipids* **16**, 209-226.
- Beltrán, G., Aguilera, M.P., Rio, C.D., Sanchez, S., Martinez, L., 2005. Influence of fruit ripening process on the natural antioxidant content of Hojiblanca virgin olive oils. *Food Chemistry* **89**, 207-215.

- Ben Ahmed, C., Ben Rouina, B., Boukhris, M.,** 2007. Effects of water deficit on olive trees cv. Chemlali under field conditions in arid region in Tunisia. *Scientia Horticulturae* **113**, 267-277.
- Benzie, I.F.F., Strain, J.J.,** 1999. [2] Ferric reducing/antioxidant power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration, In: Lester, P. (Ed.), *Methods in Enzymology*. Academic Press, pp. 15-27.
- Bianco, R.L., Panno, G., Avellone, G.,** 2013. Characterization of Sicilian Olive Genotypes by Multivariate Analysis of Leaf and Fruit Chemical and Morphological Properties. *Journal of Agricultural Science* **5**, 229-245.
- Bouaziz, M., Chamkha, M., Sayadi, S.,** 2004. Comparative study on phenolic content and antioxidant activity during maturation of the olive cultivar Chemlali from Tunisia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **52**, 5476-5481.
- Bouaziz, M., Jemai, H., Khabou, W., Sayadi, S.,** 2010. Oil content, phenolic profiling and antioxidant potential of Tunisian olive drupes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **90**, 1750-1758.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C.,** 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology* **28**, 25-30.
- Bustan, A., Avni, A., Lavee, S., Zipori, I., Yeselson, Y., Schaffer, A.A., Riov, J., Dag, A.,** 2011. Role of carbohydrate reserves in yield production of intensively cultivated oil olive (*Olea europaea* L.) trees. *Tree Physiology* **31**, 519-530.
- Capasso, R., Evidente, A., Visca, C., Gianfreda, L., Maremonti, M., Greco, G.,** 1997. Production of glucose and bioactive aglycone by chemical and enzymatic hydrolysis of purified oleuropein from *Olea Europea*. *Applied Biochemistry and Biotechnology* **61**, 365-377.
- Conde, C., Delrot, S., Gerós, H.,** 2008. Physiological, biochemical and molecular changes occurring during olive development and ripening. *Journal of Plant Physiology* **165**, 1545-1562.
- Connor, D.J., Fereres, E.,** 2005. The physiology of adaptation and yield expression in olive, *Horticultural Reviews*. John Wiley & Sons, Inc., pp. 155-229.
- Dag, A., Harlev, G., Lavee, S., Zipori, I., Kerem, Z.,** 2014. Optimizing olive harvest time under hot climatic conditions of Jordan Valley, Israel. *European Journal of Lipid Science and Technology* **116**, 169-176.
- Dag, A., Kerem, Z., Yogev, N., Zipori, I., Lavee, S., Ben-David, E.,** 2011. Influence of time of harvest and maturity index on olive oil yield and quality. *Scientia Horticulturae* **127**, 358-366.
- El Riachy, M., Priego-Capote, F., León, L., Rallo, L., Luque de Castro, M.D.,** 2011. Hydrophilic antioxidants of virgin olive oil. Part 2: Biosynthesis and biotransformation of phenolic compounds

in virgin olive oil as affected by agronomic and processing factors. *European Journal of Lipid Science and Technology* **113**, 692-707.

- Esti, M., Cinquanta, L., La Notte, E.**, 1998. Phenolic compounds in different olive varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **46**, 32-35.
- Fernández-Bolaños, J., Heredia, A., Vioque, B., Castellano, J.M., Guillén, R.**, 1997. Changes in cell-wall-degrading enzyme activities in stored olives in relation to respiration and ethylene production Influence of exogenous ethylene. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A* **204**, 293-299.
- García, B., Magalhães, J., Fregapane, G., Salvador, M.D., Paiva-Martins, F.**, 2012. Potential of selected Portuguese cultivars for the production of high quality monovarietal virgin olive oil. *European Journal of Lipid Science and Technology* **114**, 1070-1082.
- García, J.M., Seller, S., Pérez-Camino, M.C.**, 1996. Influence of fruit ripening on olive oil quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **44**, 3516-3520.
- García, J.M., Yousfi, K., Mateos, R., Olmo, M., Cert, A.**, 2001. Reduction of oil bitterness by heating of olive (*Olea europaea*) fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **49**, 4231-4235.
- Gimeno, E., Castellote, A.I., Lamuela-Raventós, R.M., De la Torre, M.C., López-Sabater, M.C.**, 2002. The effects of harvest and extraction methods on the antioxidant content (phenolics,  $\alpha$ -tocopherol, and  $\beta$ -carotene) in virgin olive oil. *Food Chemistry* **78**, 207-211.
- Gogus, U., Smith, C.**, 2010. n-3 Omega fatty acids: a review of current knowledge. *International Journal of Food Science & Technology* **45**, 417-436.
- Gómez-Rico, A., Fregapane, G., Salvador, M.D.**, 2008. Effect of cultivar and ripening on minor components in Spanish olive fruits and their corresponding virgin olive oils. *Food Research International* **41**, 433-440.
- Goodwin, T.W., Mercer, E.I.**, 1983. Introduction to plant biochemistry, Second ed. Pergamon Press, Oxford, England.
- Gutierrez-Rosales, F., Romero, M.a.P., Casanovas, M.a., Motilva, M.a.J., Mínguez-Mosquera, M.a.I.**, 2010. Metabolites involved in oleuropein accumulation and degradation in fruits of *Olea europaea* L.: Hojiblanca and Arbequina varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **58**, 12924-12933.
- Gutiérrez, F., Jiménez, B., Ruíz, 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. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **47**, 121-127.

- Gutiérrez, F., Varona, I., Albi, M.A.**, 2000. Relation of acidity and sensory quality with sterol content of olive oil from stored fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **48**, 1106-1110.
- Haralampidis, K., Milioni, D., Sanchez, J., Baltrusch, M., Heinz, E., Hatzopoulos, P.**, 1998. Temporal and transient expression of stearyl-ACP carrier protein desaturase gene during olive fruit development. *Journal of Experimental Botany* **49**, 1661-1669.
- Harwood, J.L.**, 1996. Recent advances in the biosynthesis of plant fatty acids. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Lipids and Lipid Metabolism* **1301**, 7-56.
- Huang, D., Ou, B., Prior, R.L.**, 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **53**, 1841-1856.
- Issaoui, M., Mechri, B., Echbili, A., Dabbou, S., Yangui, A., Belguith, H., Trigui, A., Hammami, M.**, 2008. chemometric characterization of five tunisian varieties of *Olea europaea* L. olive fruit according to different maturation indices. *Journal of Food Lipids* **15**, 277-296.
- Jemai, H., Bouaziz, M., Sayadi, S.**, 2009. Phenolic composition, sugar contents and antioxidant activity of Tunisian sweet olive cultivar with regard to fruit ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **57**, 2961-2968.
- Kader, A.A.**, 2002. Postharvest technology of horticultural crops, 3 ed. University of California, Agriculture and Natural Resources.
- Lavee, S.**, 1996. Biology and physiology of the olive, World Olive Encyclopedia, **pp.** 59-106.
- Lavee, S., Wodner, M.**, 2004. The effect of yield, harvest time and fruit size on the oil content in fruits of irrigated olive trees (*Olea europaea*), cvs. Barnea and Manzanillo. *Scientia Horticulturae* **99**, 267-277.
- Machado, M., Felizardo, C., Fernandes-Silva, A.A., Nunes, F.M., Barros, A.**, 2013. Polyphenolic compounds, antioxidant activity and l-phenylalanine ammonia-lyase activity during ripening of olive cv. "Cobrançosa" under different irrigation regimes. *Food Research International* **51**, 412-421.
- Marsilio, V., Campestre, C., Lanza, B., De Angelis, M.**, 2001. Sugar and polyol compositions of some European olive fruit varieties (*Olea europaea* L.) suitable for table olive purposes. *Food Chemistry* **72**, 485-490.
- Mateos, R., Domínguez, M.M., Espartero, J.L., Cert, A.**, 2003. Antioxidant effect of phenolic compounds,  $\alpha$ -tocopherol, and other minor components in virgin olive oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **51**, 7170-7175.
- Matos, L.C., Cunha, S.C., Amaral, J.S., Pereira, J.A., Andrade, P.B., Seabra, R.M., Oliveira, B.P.P.**, 2007. Chemometric characterization of three varietal olive oils (Cvs. Cobrançosa, Madural and

Verdeal Transmontana) extracted from olives with different maturation indices. *Food Chemistry* **102**, 406-414.

**McGuire, R.G.**, 1992. Reporting of Objective Color Measurements. *HortScience* **27**, 1254-1255.

**Menz, G., Vriesekoop, F.**, 2010. Physical and chemical changes during the maturation of 'Gordal Sevillana' olives (*Olea europaea* L., cv. Gordal Sevillana). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **58**, 4934-4938.

**Metzidakis, I.**, 1999. Field studies for mechanical harvesting by using chemicals for the loosening of olive pedicel on cv. Koroneiki. *Acta Horticulturae (ISHS)* **474**, 197-202.

**Morelló, J.-R., Motilva, M.a.-J., Tovar, M.a.-J., Romero, M.a.-P.**, 2004. Changes in commercial virgin olive oil (cv Arbequina) during storage, with special emphasis on the phenolic fraction. *Food Chemistry* **85**, 357-364.

**Morelló, J.-R., Romero, M.-P., Ramo, T., Motilva, M.-J.**, 2005. Evaluation of L-phenylalanine ammonia-lyase activity and phenolic profile in olive drupe (*Olea europaea* L.) from fruit setting period to harvesting time. *Plant Science* **168**, 65-72.

**Morello, J.-R., Vuorela, S., Romero, M.-P., Motilva, M.-J., Heinonen, M.**, 2005. Antioxidant activity of olive pulp and olive oil phenolic compounds of the Arbequina cultivar. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **53**, 2002-2008.

**Motilva, M.J., Tovar, M.J., Romero, M.P., Alegre, S., Girona, J.**, 2000. Influence of regulated deficit irrigation strategies applied to olive trees (Arbequina cultivar) on oil yield and oil composition during the fruit ripening period. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **80**, 2037-2043.

**Nergiz, C., Engez, Y.**, 2000. Compositional variation of olive fruit during ripening. *Food Chemistry* **69**, 55-59.

**Oliveira, J., Tavares, R.M., Gerós, H.**, 2002. Utilization and transport of glucose in *Olea europaea* cell suspensions. *Plant and Cell Physiology* **43**, 1510-1517.

**Ortega-García, F., Blanco, S., Peinado, M.Á., Peragón, J.**, 2009. Phenylalanine ammonia-lyase and phenolic compounds in leaves and fruits of *Olea europaea* L. cv. Picual during ripening. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **89**, 398-406.

**Ortega-García, F., Peragón, J.**, 2010. HPLC analysis of oleuropein, hydroxytyrosol, and tyrosol in stems and roots of *Olea europaea* L. cv. Picual during ripening. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **90**, 2295-2300.

**Ortega-García, F., Peragón, J.**, 2009. Phenylalanine ammonia-lyase, polyphenol oxidase, and phenol concentration in fruits of *Olea europaea* L. cv. Picual, Verdial, Arbequina, and Frantoio during ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **57**, 10331-10340.



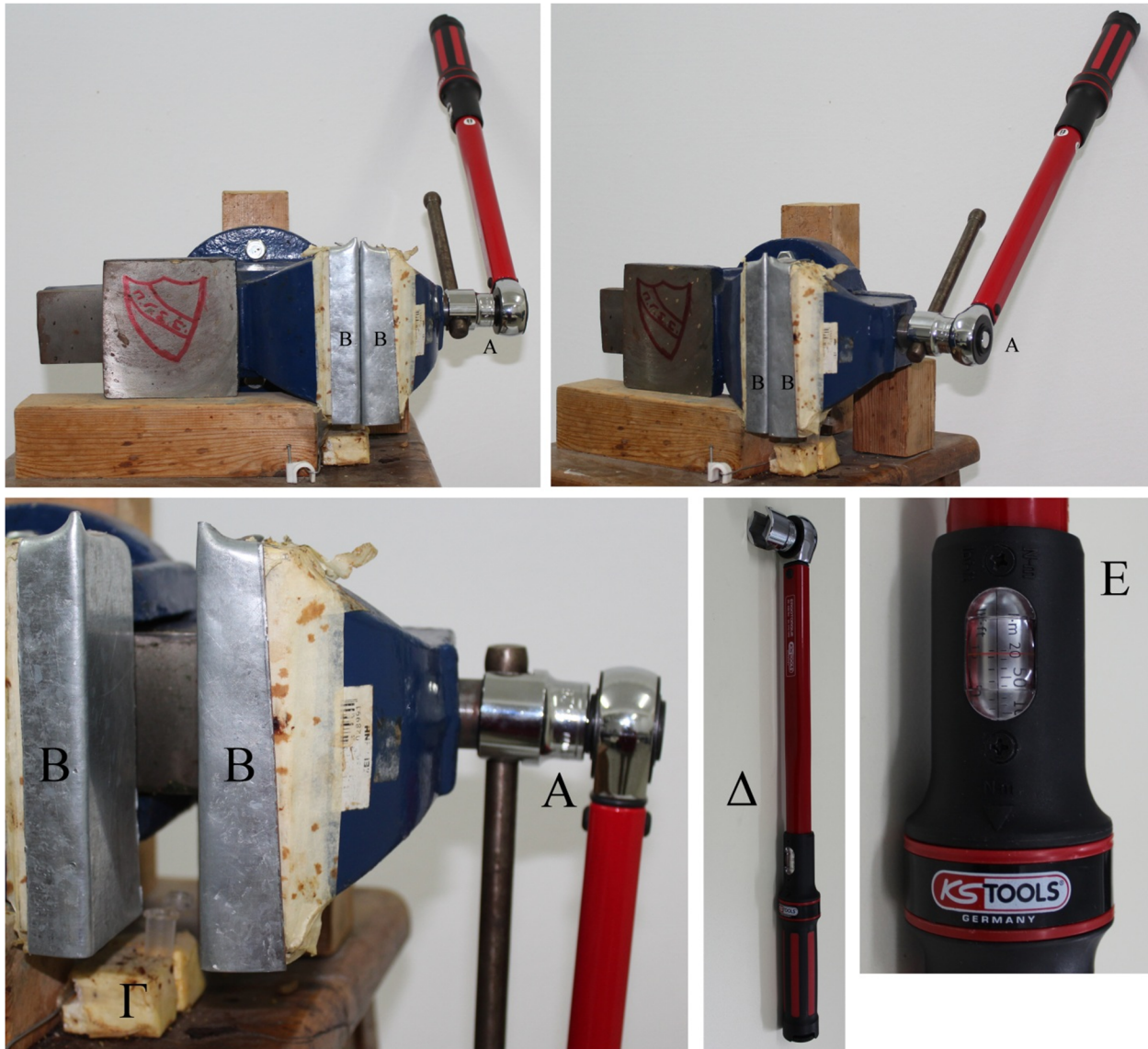
- Prior, R.L., Cao, G.**, 1999. In vivo total antioxidant capacity: comparison of different analytical methods1. *Free Radical Biology and Medicine* **27**, 1173-1181.
- Prior, R.L., Wu, X., Schaich, K.**, 2005. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **53**, 4290-4302.
- Proietti, P.**, 2001. Effect of fruiting on leaf gas exchange in olive (*Olea Europaea* L.). *Photosynthetica* **38**, 397-402.
- Proietti, P.**, 2003. Changes in photosynthesis and fruit characteristics in olive in response to assimilate availability. *Photosynthetica* **41**, 559-564.
- Proietti, P., Nasini, L., Famiani, F.**, 2006. Effect of different leaf-to-fruit ratios on photosynthesis and fruit growth in olive (*Olea europaea* L.). *Photosynthetica* **44**, 275-285.
- Psomiadou, E., Tsimidou, M., Boskou, D.**, 2000.  $\alpha$ -tocopherol content of greek virgin olive oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **48**, 1770-1775.
- Ranalli, A., Tombesi, A., Ferrante, M.L., De Mattia, G.**, 1998. Respiratory rate of olive drupes during their ripening cycle and quality of oil extracted. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **77**, 359-367.
- Rice-Evans, C.A., Miller, N.J., Paganga, G.**, 1996. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology and Medicine* **20**, 933-956.
- Robards, K., Prenzler, P.D., Tucker, G., Swatsitang, P., Glover, W.**, 1999. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chemistry* **66**, 401-436.
- Romani, A., Mulinacci, N., Pinelli, P., Vincieri, F.F., Cimato, A.**, 1999. Polyphenolic content in five tuscan cultivars of *Olea europaea* L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **47**, 964-967.
- Roussos, P.A., Denaxa, N.-K., Damvakaris, T., Stournaras, V., Argyrokastritis, I.**, 2010. Effect of alleviating products with different mode of action on physiology and yield of olive under drought. *Scientia Horticulturae* **125**, 700-711.
- Ryan, D., Antolovich, M., Herlt, T., Prenzler, P.D., Lavee, S., Robards, K.**, 2002a. Identification of phenolic compounds in tissues of the novel olive cultivar Hardy's Mammoth. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **50**, 6716-6724.
- Ryan, D., Antolovich, M., Prenzler, P., Robards, K., Lavee, S.**, 2002b. Biotransformations of phenolic compounds in *Olea europaea* L. *Scientia Horticulturae* **92**, 147-176.
- 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. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **51**, 2532-2538.

- Ryan, D., Robards, K.**, 1998. Critical Review. Phenolic compounds in olives. *Analyst* **123**, 31R-44R.
- Ryan, D., Robards, K., Lavee, S.**, 1999. Changes in phenolic content of olive during maturation. *International Journal of Food Science & Technology* **34**, 265-274.
- Sanchez, J., Harwood, J.**, 2002. Biosynthesis of triacylglycerols and volatiles in olives. *European Journal of Lipid Science and Technology* **104**, 564 - 573.
- Shen, B., Jensen, R.G., Bohnert, H.J.**, 1997. Mannitol protects against oxidation by hydroxyl radicals. *Plant Physiology* **115**, 527-532.
- Shulman, Y., Erez, A., Lavee, S.**, 1974. Delay in ripening of picked olives due to ethylene treatments. *Scientia Horticulturae* **2**, 21-27.
- Simopoulos, A.P.**, 2008. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine* **233**, 674-688.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventós, R.M.**, 1999. [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent, In: Lester, P. (Ed.), *Methods in Enzymology*. Academic Press, pp. 152-178.
- Smirnoff, N., Cumbes, Q.J.**, 1989. Hydroxyl radical scavenging activity of compatible solutes. *Phytochemistry* **28**, 1057-1060.
- Tarczynski, M.C., Jensen, R.G., Bohnert, H.J.**, 1993. Stress Protection of Transgenic Tobacco by Production of the Osmolyte Mannitol. *Science* **259**, 508-510.
- Therios, I.N.**, 2009. *Olives*. CABI.
- Tomás-Barberán, F.A., Espín, J.C.**, 2001. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **81**, 853-876.
- Tovar, M.J., Romero, M.P., Girona, J., Motilva, M.J.**, 2002. L-Phenylalanine ammonia-lyase activity and concentration of phenolics in developing olive (*Olea europaea* L cv Arbequina) fruit grown under different irrigation regimes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **82**, 892-898.
- Tsantili, E., Kafkaletou, M., Roussos, A., P.**, 2010a. Preharvest aminoethoxyvinylglycine (AVG) effects on ripening, total phenolic concentration and total antioxidant capacity of green table olives. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 1261-1265.
- Tsantili, E.**, 2014. Quality attributes and their relations in fresh black ripe 'Kalamon' olives (*Olea europaea* L.) for table use – phenolic compounds and total antioxidant capacity. *International Journal of Food Science & Technology* **49**, 657-665.
- Tsantili, E., Christopoulos, M.V., Pontikis, C.A., Kaltsikes, P., Kallianou, C., Komaitis, M.**, 2008. Texture and other quality attributes in olives and leaf characteristics after preharvest calcium chloride sprays. *HortScience* **43**, 1852-1856.

- Tsantili, E., Kafkaletou, M., Roussos, P.A., Christopoulos, M.V.**, 2012. Phenolic compounds, maturation and quality in fresh green olives for table use during exposure at 20 °C after preharvest ReTain treatment. *Scientia Horticulturae* **140**, 26-32.
- Tsantili, E., Pontikis, C.**, 2004. Response to ethylene and its interactive effects with N6-benzyladenine (BA) in harvested green olives during ripening. *Postharvest Biology and Technology* **33**, 153-162.
- Tsantili, E., Shin, Y., Nock, J.F., Watkins, C.B.**, 2010b. Antioxidant concentrations during chilling injury development in peaches. *Postharvest Biology and Technology* **57**, 27-34.
- Vekiari, S.A., Oreopoulou, V., Kourkoutas, Y., Kamoun, N., Msallem, M., Psimouli, V., Arapoglou, D.**, 2010. Characterization and seasonal variation of the quality of virgin olive oil of the Throumbolia and Koroneiki varieties from southern Greece% B 2010.
- Vermeris, W., Nicholson, R.**, 2008. Phenolic Compound Biochemistry. Springer, New York, USA.
- Vinha, A.F., Ferreres, F., Silva, B.M., Valentão, P., Gonçalves, 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.
- Vogt, T.**, 2010. Phenylpropanoid Biosynthesis. *Molecular Plant* **3**, 2-20.
- Vossen, P.**, 2006. Olive Maturity Index. University of California, UC Cooperative Extension Sonoma County, Berkeley, California.
- Wagner, K.-H., Elmadfa, I.**, 2000. Effects of tocopherols and their mixtures on the oxidative stability of olive oil and linseed oil under heating. *European Journal of Lipid Science and Technology* **102**, 624-629.
- Wodner, M., Lavee, S., Epstein, E.**, 1988. Identification and seasonal changes of glucose, fructose and mannitol in relation to oil accumulation during fruit development in *Olea europaea* (L.). *Scientia Horticulturae* **36**, 47-54.
- Γκάνη - Σπυροπούλου, Κ.**, 2003. Μεταβολισμός Λιπιδίων, In: Ρουμπελάκη - Αγγελάκη, Κ.Α. (Ed.), Φυσιολογία Φυτών από το μόριο στο περιβάλλον. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο, pp. 309-332.
- Καλτσίκης, Π.Ι.**, 1989. Γεωργικός πειραματισμός - Παραγοντικά πειράματα., Β' Έκδοση ed. Εκδόσεις Σταμούλη, Πειραιάς, Ελλάδα, pp. 115-164.
- Καραμπουρνιώτης, Γ.**, 2003. Δευτερογενής Μεταβολισμός, In: Ρουμπελάκη - Αγγελάκη, Κ.Α. (Ed.), Φυσιολογία Φυτών από το μόριο στο περιβάλλον. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο, pp. 333-354.
- Ποντίκης, Κ.Α.**, 2000. Ειδική Δενδροκομία. Ελαιοκομία, Ειδική Δενδροκομία, Β' Έκδοση ed. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

### Ι.1. Όργανο εξαγωγής λαδιού



A: Περιστροφικός κοχλίας άσκησης πίεσης

B: Περιοριστικές πλάκες σύνθλιψης

Γ: Συλλογή καρυδέλαιου

Δ: Όργανο καταμέτρησης ροπής στρέψης

E: Ρυθμιστής ροπής στρέψης

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

### ΙΙ.1. Σχέσεις μεταξύ των φυσιολογικών χαρακτηριστικών και των λιπαρών οξέων, την καλλιεργητική περίοδο Α

Η PCA έδειξε ότι οι δύο πρώτες ερμηνεύσιμες συνιστώσες εξήγησαν συνολικά το 78,36% της συνολικής διακύμανσης των φυσιολογικών χαρακτηριστικών και διεργασιών των καρπών και των λιπαρών οξέων του ελαιόλαδου (Πίνακας ΙΙ.1), υποδεικνύοντας θετικές και αρνητικές σχέσεις μεταξύ κάποιων από τα μελετώμενα χαρακτηριστικά (Γράφημα ΙΙ.1, Πίνακας ΙΙ.6).

Από την PCA και τις συσχετίσεις ανά ζεύγη μεταξύ των χαρακτηριστικών (εκτός από τις συσχετίσεις μεταξύ των παραμέτρων του χρώματος που αναλύθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο) παρατηρήθηκαν στενές θετικές συσχετίσεις με υψηλό συντελεστή μεταξύ των  $h^o$ , % Λάδι και LL ( $r^2 > 0,93$ , για όλες τις σχέσεις), μεταξύ του ST με το PA και το AR ( $r^2 > 0,89$ , και για τις δύο σχέσεις), μεταξύ του LN με το  $L^*$  και το  $C^*$  ( $r^2 > 0,89$ , και για τις δύο σχέσεις) και μεταξύ των CO<sub>2</sub> και % λάδι ( $r^2 = 0,872$ ). Επιπλέον, αρνητικές σχέσεις με υψηλό συντελεστή συσχέτισης παρουσιάστηκαν μεταξύ του % λάδι με το  $L^*$  και το  $C^*$  ( $r^2 > 0,92$ , και για τις δύο σχέσεις), του LL και των παραμέτρων  $L^*$  και  $C^*$  ( $r^2 > 0,96$ , και για τις δύο σχέσεις) και μεταξύ του LN και των CO<sub>2</sub>, % Λάδι και LL ( $r^2 > 0,81$ , και για τις τρεις σχέσεις).

Από την PCA και το score plot (Γράφημα ΙΙ.1 Α) παρατηρήθηκε ότι οι τιμές που αντιστοιχούν στις ελιές με MI 4 διαχωρίστηκαν εμφανώς από τις τιμές των υπολοίπων σταδίων και παρατηρήθηκαν εγγύτερα στις παραμέτρους LL, % λάδι, CO<sub>2</sub> και  $h^o$ .

**Πίνακας ΙΙ.1.** Παράμετροι ανάλυσης κυρίων συνιστωσών (PCA) των φυσιολογικών χαρακτηριστικών και των λιπαρών οξέων (Γράφημα 1.20) καρπών ‘Κορωνέικης’, την καλλιεργητική περίοδο Α.

Σ <sup>†</sup> #	Eigenvalue	ΕΔ <sup>†</sup> (%)	ΣΔ <sup>†</sup> (%)
1	7,674	54,812	54,812
2	3,297	23,551	78,363
3	1,183	8,451	86,814
4	0,929	6,638	93,452
5	0,502	3,583	97,034
6	0,196	1,403	98,437
7	0,133	0,949	99,386
8	0,053	0,380	99,766
9	0,023	0,167	99,933
10	0,005	0,038	99,971
11	0,004	0,029	100

<sup>†</sup> Σ: Συνιστώσα, ΕΔ: Εξηγούμενη Διακύμανση, ΣΔ: Συνολική εξηγούμενη Διακύμανση

**Γράφημα Π.1.** Ανάλυση κυρίων συνιστωσών (PCA) των φυσιολογικών χαρακτηριστικών ( $L^*$ ,  $h^o$ ,  $C^*$ ,  $CO_2$  και % λάδι) και των λιπαρών οξέων (PA, PO, ST, OL, VA, LL, LN, AR και GO) καρπών ‘Κορωνέικης’, 4 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Α. Στο μέρος (Α) του γραφήματος οι άξονες αντιστοιχούν στις τιμές των κυρίων συνιστωσών (score plot); Τα σχήματα υποδεικνύουν τη θέση του κάθε δείγματος στο score plot; Οι τιμές μέσα στις παρενθέσεις αντιστοιχούν στο ποσοστό της συνολικής διακύμανσης που εξηγείται από κάθε συνιστώσα.; Στο μέρος (Β) οι άξονες αντιστοιχούν στους συντελεστές των κυρίων συνιστωσών (loading plot); Οι μεγάλοι σταυροί υποδεικνύουν τη θέση της κάθε μεταβλητής στο loading plot.

## II.2. Σχέσεις μεταξύ των μεμονωμένων φαινολικών ουσιών και των λιπαρών οξέων, την καλλιεργητική περίοδο Α

Η PCA έδειξε ότι οι δύο πρώτες ερμηνεύσιμες συνιστώσες εξήγησαν συνολικά το 70,03% της συνολικής διακύμανσης των μεμονωμένων φαινολικών ουσιών των καρπών και των λιπαρών οξέων του ελαιόλαδου (Πίνακας II.2), υποδεικνύοντας θετικές και αρνητικές σχέσεις μεταξύ κάποιων από τα μελετώμενα χαρακτηριστικά (Γράφημα II.2, Πίνακας II.7).

Στο σημείο αυτό θα συζητηθούν μόνο οι συσχετίσεις μεταξύ των φαινολικών ουσιών και των λιπαρών οξέων που δεν έχουν αναφερθεί στις παραγράφους 1.X και 1.X. Αναλυτικά, παρατηρήθηκαν στενές θετικές σχέσεις με υψηλό συντελεστή συσχέτισης μεταξύ της HT και του LL ( $r^2 = 0,97$ ) και μεταξύ του LN και της LUT-7 ( $r^2 = 0,92$ ). Επιπλέον, θετικές συσχετίσεις αλλά όχι με υψηλό συντελεστή εκτιμήθηκαν μεταξύ του LN και της OLE ( $r^2 = 0,76$ ) και μεταξύ του LN με τα φλαβονοειδή RUT, QUER και LUT ( $r^2 > 0,73$ , και για τις τρεις σχέσεις). Αντίθετα, αρνητικές σχέσεις με υψηλό συντελεστή συσχέτισης παρουσιάστηκαν μεταξύ του LL και της LUT-7 ( $r^2 = 0,97$ ), του LL και της OLE ( $r^2 = 0,87$ ) και μεταξύ του LN και της HT ( $r^2 = 0,88$ ). Ενώ, αρνητικές συσχετίσεις χωρίς υψηλούς συντελεστές μεταξύ του LL και των RUT, QUER και LUT ( $r^2 > 0,7$ , και για τις τρεις σχέσεις).

Από την PCA και το score plot (Γράφημα II.2 Α) παρατηρήθηκε ότι οι τιμές που αντιστοιχούν στις ελιές με MI 0,9 και 1,4 διαχωρίστηκαν εμφανώς από τις τιμές των καρπών με MI 2,1 και 4. Παράλληλα, οι τιμές που αντιστοιχούν στις ελιές με MI 4 βρέθηκαν εγγύτερα στις παραμέτρους LL και HT, οι τιμές των καρπών με MI 2,1 ήταν πιο κοντά στις παραμέτρους PO, VA και GO. Ενώ, οι τιμές που αντιστοιχούν στις ελιές με MI 0,9 και 1,4 παρατηρήθηκαν εγγύτερα στις παραμέτρους TYR, OLE, LUT-7, RUT, QUER και LN.

**Πίνακας II.2.** Παράμετροι ανάλυσης κυρίων συνιστωσών (PCA) των μεμονωμένων φαινολικών ουσιών και των λιπαρών οξέων (Γράφημα 1.21) καρπών ‘Κορωνέικης’, την καλλιεργητική περίοδο Α.

Σ † #	Eigenvalue	ΕΔ † (%)	ΣΔ † (%)
1	8,4196	49,527	49,527
2	3,4863	20,507	70,034
3	1,9964	11,743	81,778
4	1,2210	7,182	88,960
5	0,6757	3,975	92,935
6	0,4606	2,710	95,644
7	0,3871	2,277	97,922
8	0,1951	1,148	99,070
9	0,0861	0,507	99,576
10	0,0566	0,333	99,909
11	0,0154	0,091	100

† Σ: Συνιστώσα, ΕΔ: Εξηγούμενη Διακύμανση, ΣΔ: Συνολική εξηγούμενη Διακύμανση

**Γράφημα Π.2.** Ανάλυση κυρίων συνιστωσών (PCA) των μεμονωμένων φαινολικών ουσιών (OLE, HT, TYR, VER, LUT-7, RUT, QUER και LUT) και των λιπαρών οξέων (PA, PO, ST, OL, VA, LL, LN, AR και GO) καρπών ‘Κορωνέικης’, 4 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Α. Στο μέρος (Α) του γραφήματος οι άξονες αντιστοιχούν στις τιμές των κυρίων συνιστωσών (score plot); Τα σχήματα υποδεικνύουν τη θέση του κάθε δείγματος στο score plot; Οι τιμές μέσα στις παρενθέσεις αντιστοιχούν στο ποσοστό της συνολικής διακύμανσης που εξηγείται από κάθε συνιστώσα; Στο μέρος (Β) οι άξονες αντιστοιχούν στους συντελεστές των κυρίων συνιστωσών (loading plot); Οι μεγάλοι σταυροί υποδεικνύουν τη θέση της κάθε μεταβλητής στο loading plot.



### II.3. Σχέσεις μεταξύ των φυσιολογικών χαρακτηριστικών και των αντιοξειδωτικών ουσιών, την καλλιεργητική περίοδο Β

Η PCA έδειξε ότι οι δύο πρώτες ερμηνεύσιμες συνιστώσες εξήγησαν συνολικά το 98,56% της συνολικής διακύμανσης των φυσιολογικών χαρακτηριστικών και των αντιοξειδωτικών ουσιών των καρπών (Πίνακας II.3), υποδεικνύοντας θετικές και αρνητικές σχέσεις μεταξύ των μελετώμενων χαρακτηριστικών (Γράφημα II.3, Πίνακας II.8).

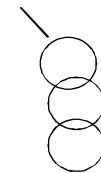
Από την PCA και τις συσχετίσεις ανά ζεύγη μεταξύ των χαρακτηριστικών, θετική σχέση με υψηλό συντελεστή συσχέτισης παρατηρήθηκε μεταξύ των παραμέτρων  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^o$ , TP, DPPH, FRAP, OLE, LUT-7 και RUT ( $r^2 > 0,94$ , για όλες τις σχέσεις), μεταξύ των HT και TYR ( $r^2 = 0,97$ ), μεταξύ των CO<sub>2</sub> και % Λάδι ( $r^2 = 0,95$ ) και μεταξύ των VER και QUER ( $r^2 = 0,97$ ). Αντίθετα, αρνητικές συσχετίσεις με υψηλούς συντελεστές εμφανίστηκαν μεταξύ της HT,  $C^*$ , TP, DPPH, FRAP και OLE ( $r^2 > 0,93$ , για όλες τις συσχετίσεις) και του % Λάδι με τις παραμέτρους  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^o$ , OLE, RUT και LUT-7 ( $r^2 > 0,90$ , για όλες τις συσχετίσεις). Επίσης, αρνητικές σχέσεις αλλά όχι με πολύ υψηλούς συντελεστές συσχέτισης παρατηρήθηκαν μεταξύ της παραμέτρου CO<sub>2</sub> και των παραμέτρων  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^o$ , TP, DPPH, FRAP, OLE, LUT-7 και RUT ( $r^2 > 0,82$ , για όλες τις σχέσεις), μεταξύ του % Λάδι και των TP, DPPH και FRAP ( $r^2 > 0,80$ , για όλες τις σχέσεις), μεταξύ της HT με τις  $L^*$  και  $C^*$  ( $r^2 > 0,86$ , και για τις δύο σχέσεις) και μεταξύ της TYR και των  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^o$ , TP, DPPH, FRAP και OLE ( $r^2 > 0,74$ , για όλες τις σχέσεις).

Από την PCA και το score plot (Γράφημα II.3 Α) παρατηρήθηκε ότι οι τιμές που αντιστοιχούν στις ελιές MI διαχωρίστηκαν πλήρως μεταξύ τους. Παράλληλα, οι τιμές που αντιστοιχούν στους καρπούς με MI 3,8 παρατηρήθηκαν εγγύτερα στις παραμέτρους HT, TYR και LUT, οι τιμές των καρπών με MI 6,9 ήταν πιο κοντά στην παράμετρο CO<sub>2</sub> και οι τιμές με MI 1,1 ήταν εγγύτερα στις  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^o$ , TP, DPPH, FRAP, QUER, RUT, LUT, LUT-7 και OLE.

**Πίνακας II.3.** Παράμετροι ανάλυσης κυρίων συνιστωσών (PCA) των φυσιολογικών χαρακτηριστικών και των αντιοξειδωτικών ουσιών (Γράφημα 1.22) καρπών ‘Κορωνέικης’, την καλλιεργητική περίοδο Β.

Σ † #	Eigenvalue	ΕΔ † (%)	ΣΔ † (%)
1	11,957	79,716	79,716
2	2,827	18,848	98,564
3	0,079	0,525	99,089
4	0,064	0,426	99,516
5	0,035	0,234	99,750
6	0,027	0,178	99,928
7	0,010	0,066	99,993
8	0,001	0,007	100

† Σ: Συνιστώσα, ΕΔ: Εξηγούμενη Διακύμανση, ΣΔ: Συνολική εξηγούμενη Διακύμανση



**Γράφημα Π.3.** Ανάλυση κυρίων συνιστωσών (PCA) των φυσιολογικών χαρακτηριστικών ( $L^*$ ,  $h^o$ ,  $C^*$ ,  $CO_2$  και % Λάδι) και των αντιοξειδωτικών ουσιών (TP, DPPH, FRAP, OLE, HT, TYR, VER, LUT-7, RUT, QUER και LUT) καρπών ‘Κορωνέικης’, 3 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Β. Στο μέρος (Α) του γραφήματος οι άξονες αντιστοιχούν στις τιμές των κυρίων συνιστωσών (score plot); Τα σχήματα υποδεικνύουν τη θέση του κάθε δείγματος στο score plot; Οι τιμές μέσα στις παρενθέσεις αντιστοιχούν στο ποσοστό της συνολικής διακύμανσης που εξηγείται από κάθε συνιστώσα.; Στο μέρος (Β) οι άξονες αντιστοιχούν στους συντελεστές των κυρίων συνιστωσών (loading plot); Οι μεγάλοι σταυροί υποδεικνύουν τη θέση της κάθε μεταβλητής στο loading plot.

#### II.4. Σχέσεις μεταξύ των αντιοξειδωτικών ουσιών και των λιπαρών οξέων, την καλλιεργητική περίοδο Β

Η PCA έδειξε ότι οι δύο πρώτες ερμηνεύσιμες συνιστώσες εξήγησαν συνολικά το 81,57% της συνολικής διακύμανσης των αντιοξειδωτικών ουσιών και των λιπαρών οξέων (Πίνακας II.4), υποδεικνύοντας θετικές και αρνητικές σχέσεις μεταξύ κάποιων από τα μελετώμενα χαρακτηριστικά (Γράφημα II.4, Πίνακας II.10).

Οι συσχετίσεις των φαινολικών ουσιών μεταξύ τους, των λιπαρών οξέων μεταξύ τους καθώς και της  $\alpha$ -τοκοφερόλης με τα λιπαρά οξέα αναλύθηκαν στις δύο προηγούμενες παραγράφους όποτε στο σημείο αυτό θα συζητηθούν μόνο τυχόν συσχετίσεις μεταξύ των φαινολικών ουσιών, των λιπαρών οξέων και της  $\alpha$ -τοκοφερόλης. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκαν στενές θετικές σχέσεις με υψηλό συντελεστή συσχέτισης μεταξύ του OL και των OLE, LUT-7 και RUT ( $r^2 > 0,90$ , και για τις τρεις σχέσεις). Επιπλέον, θετικές συσχετίσεις αλλά όχι με υψηλό συντελεστή εκτιμήθηκαν μεταξύ του VER και του PA ( $r^2 = 0,84$ ) και μεταξύ της  $\alpha$ -TOC και των OLE, LUT-7 και RUT ( $r^2 > 0,85$ , και για τις τρεις σχέσεις). Αντίθετα, αρνητικές σχέσεις με υψηλό συντελεστή συσχέτισης παρουσιάστηκαν μεταξύ του LL και των OLE, LUT-7 και RUT ( $r^2 > 0,94$ , για όλες τις σχέσεις) και μεταξύ του OL και της HT ( $r^2 = 0,93$ ). Ενώ, αρνητικές συσχετίσεις χωρίς υψηλούς συντελεστές μεταξύ του OL και των TYR και LUT ( $r^2 > 0,80$ , και για τις δύο σχέσεις).

Από την PCA και το score plot (Γράφημα II.4 Α) παρατηρήθηκε ότι οι ελιές με διαφορετικά MI διαχωρίστηκαν πλήρως. Παράλληλα, οι τιμές που αντιστοιχούν στους καρπούς με MI 1,1 παρατηρήθηκαν εγγύτερα στις παραμέτρους OLE, LUT-7, RUT, OL και  $\alpha$ -TOC, με MI 3,8 στις παραμέτρους VER, QUER, VA, PO, LUT, TYR και HT, ενώ με MI 6,9 στις παραμέτρους ST, GO, AR, LL και LN.

**Πίνακας II.4.** Παράμετροι ανάλυσης κυρίων συνιστωσών (PCA) των αντιοξειδωτικών ουσιών και των λιπαρών οξέων (Γράφημα 1.24) καρπών ‘Κορωνέικης’, την καλλιεργητική περίοδο Β.

Σ † #	Eigenvalue	ΕΔ † (%)	ΣΔ † (%)
1	9,7729	54,294	54,294
2	4,9102	27,279	81,573
3	1,5891	8,828	90,401
4	0,6470	3,595	93,995
5	0,5137	2,854	96,849
6	0,3855	2,141	98,991
7	0,1007	0,559	99,550
8	0,0810	0,450	100

† Σ: Συνιστώσα, ΕΔ: Εξηγούμενη Διακύμανση, ΣΔ: Συνολική εξηγούμενη Διακύμανση

**Γράφημα Π.4.** Ανάλυση κυρίων συνιστωσών (PCA) των αντιοξειδωτικών ουσιών (OLE, HT, TYR, VER, LUT-7, RUT, QUER, LUT και  $\alpha$ -TOC) και των λιπαρών οξέων (PA, PO, ST, OL, VA, LL, LN, AR και GO) καρπών ‘Κορωνέικης’, 3 διαφορετικών δεικτών ωριμότητας, την καλλιεργητική περίοδο Β. Στο μέρος (Α) του γραφήματος οι άξονες αντιστοιχούν στις τιμές των κυρίων συνιστωσών (score plot); Τα σχήματα υποδεικνύουν τη θέση του κάθε δείγματος στο score plot; Οι τιμές μέσα στις παρενθέσεις αντιστοιχούν στο ποσοστό της συνολικής διακύμανσης που εξηγείται από κάθε συνιστώσα; Στο μέρος (Β) οι άξονες αντιστοιχούν στους συντελεστές των κυρίων συνιστωσών (loading plot); Οι μεγάλοι σταυροί υποδεικνύουν τη θέση της κάθε μεταβλητής στο loading plot.

**II.5. Πίνακες συσχετίσεων ανά ζεύγη μεταξύ των χαρακτηριστικών που μελετήθηκαν την Α και την Β Καλλιεργητική περίοδο**

**Πίνακας II.5.** Συσχετίσεις ανά ζεύγη ανάμεσα στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά και διεργασίες ( $L^*$ ,  $h^o$ ,  $C^*$  και  $CO_2$ ) και στις αντιοξειδωτικές ουσίες (TP, DPPH, FRAP, OLE, HT, TYR, VER, LUT-7, RUT, QUER και LUT) σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, την καλλιεργητική περίοδο Α.

Μεταβλητές	$L^*$	$h^o$	$C^*$	$CO_2$	TP	DPPH	FRAP	OLE	HT	TYR	VER	LUT-7	RUT	QUER
$h^o$	-0,9626 ***													
$C^*$	0,9877 ***	-0,9466 ***												
$CO_2$	-0,8858 ***	0,7699 ***	-0,8870 ***											
TP	0,5143 NS	-0,3155 NS	0,5331 NS	-0,8070 **										
DPPH	0,5103 NS	-0,2895 NS	0,5072 NS	-0,8118 **	0,9520 ***									
FRAP	0,4443 NS	-0,2243 NS	0,4761 NS	-0,7547 **	0,9397 ***	0,9447 ***								
OLE	0,8686 ***	-0,7754 **	0,8213 **	-0,9119 ***	0,6986 *	0,7257 **	0,5810 *							
HT	-0,9867 ***	0,9806 ***	-0,9697 ***	0,8593 ***	-0,4748 NS	-0,4566 NS	-0,3954 NS	-0,8481 ***						
TYR	0,5337 NS	-0,5040 NS	0,4316 NS	-0,4839 NS	0,2481 NS	0,3254 NS	0,1038 NS	0,7525 **	-0,5108 NS					
VER	0,0138 NS	0,0296 NS	0,0167 NS	-0,2408 NS	0,3979 NS	0,3640 NS	0,2408 NS	0,3273 NS	-0,0312 NS	0,3117 NS				
LUT-7	0,9685 ***	-0,9074 ***	0,9634 ***	-0,9504 ***	0,6754 *	0,6446 *	0,5894 *	0,9138 ***	-0,9623 ***	0,5312 NS	0,1415 NS			
RUT	0,7323 **	-0,5846 *	0,7303 **	-0,9164 ***	0,9128 ***	0,8586 ***	0,7996 **	0,8911 ***	-0,6983 *	0,5421 NS	0,4416 NS	0,8523 ***		

QUER	0,7208 **	-0,5305 NS	0,7016 *	-0,9058 ***	0,9073 ***	0,9395 ***	0,8685 ***	0,8566 ***	-0,6662 *	0,4623 NS	0,1726 NS	0,8113 **	0,9064 ***	
LUT	0,7284 **	-0,5732 NS	0,7830 **	-0,8347 ***	0,7603 **	0,7480 **	0,8408 ***	0,5977 *	-0,6824 *	0,0593 NS	-0,0332 NS	0,7755 **	0,7255 **	0,7949 **

NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

**Πίνακας Π.6.** Συσχετίσεις ανά ζεύγη ανάμεσα στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά και διεργασίες των καρπών ( $L^*$ ,  $h^o$ ,  $C^*$ ,  $CO_2$  και % λάδι) και στα λιπαρά οξέα του ελαιολάδου (PA, PO, ST, OL, VA, LL, LN, AR και GO) ‘Κορωνέικης’, την καλλιεργητική περίοδο Α.

Μεταβλητές	$L^*$	$h^o$	$C^*$	$CO_2$	% Λάδι	PA	PO	ST	OL	VA	LL	LN	AR
$h^o$	-0,9626 ***												
$C^*$	0,9877 ***	-0,9466 ***											
$CO_2$	-0,8858 ***	0,7699 ***	-0,8870 ***										
% Λάδι	-0,9500 ***	0,9404 ***	-0,9251 ***	0,8785 ***									
PA	0,5981 *	-0,5571 NS	0,5525 NS	-0,5133 NS	-0,5837 *								
PO	-0,2832 NS	0,2197 NS	-0,2367 NS	0,1717 NS	0,1813 NS	-0,5084 NS							
ST	0,5617 NS	-0,5155 NS	0,5095 NS	-0,4091 NS	-0,5136 NS	0,9427 ***	-0,6493 *						
OL	0,0735 NS	-0,1132 NS	0,1194 NS	-0,1489 NS	-0,1475 NS	-0,6982 *	0,4058 NS	-0,7197 **					
VA	-0,3878 NS	0,4237 NS	-0,3373 NS	0,2864 NS	0,5539 NS	-0,1337 NS	0,2328 NS	-0,1882 NS	-0,3349 NS				
LL	-0,9602 ***	0,9361 ***	-0,9620 ***	0,9042 ***	0,9693 ***	-0,5959 *	0,2407 NS	-0,5217 NS	-0,1368 NS	0,4369 NS			
LN	0,8984 ***	-0,8161 **	0,9102 ***	-0,8815 ***	-0,8186 **	0,4821 NS	-0,0848 NS	0,4555 NS	0,0713 NS	-0,1469 NS	-0,8515 ***		
AR	0,3421 NS	-0,2646 NS	0,2875 NS	-0,1672 NS	-0,2621 NS	0,7939 **	-0,6789 *	0,8920 ***	-0,7589 **	-0,2085 NS	-0,2506 NS	0,2035 NS	
GO	-0,0979 NS	-0,0633 NS	-0,1374 NS	0,4016 NS	0,1696 NS	0,0756 NS	-0,2633 NS	0,1765 NS	-0,2940 NS	0,0496 NS	0,2051 NS	-0,1535 NS	0,1842 NS

NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

**Πίνακας Π.7.** Συσχετίσεις ανά ζεύγη ανάμεσα στις μεμονωμένες φαινολικές ουσίες των καρπών (OLE, HT, TYR, VER, LUT-7, RUT, QUER και LUT) και στα λιπαρά οξέα του ελαιολάδου (PA, PO, ST, OL, VA, LL, LN, AR και GO) ποικιλίας Κορωνέικης την καλλιεργητική περίοδο Α.

Μεταβλητές	OLE	HT	TYR	VER	LUT-7	RUT	QUER	LUT	PA	PO	ST	OL	VA	LL	LN	AR
HT	-0,848 ***															
TYR	0,753 **	-0,520 NS														
VER	0,327 NS	-0,031 NS	0,312 NS													
LUT-7	0,914 ***	-0,962 ***	0,531 NS	0,142 NS												
RUT	0,891 ***	-0,698 *	0,542 NS	0,442 NS	0,852 ***											
QUER	0,857 ***	-0,666 *	0,462 NS	0,173 NS	0,811 **	0,906 ***										
LUT	0,598 *	-0,682 *	0,059 NS	-0,033 NS	0,776 **	0,726 **	0,795 **									
PA	0,614 *	-0,633 *	0,310 NS	-0,164 NS	0,639 *	0,517 NS	0,594 *	0,449 NS								
PO	-0,293 NS	0,272 NS	-0,135 NS	0,087 NS	-0,250 NS	-0,285 NS	-0,334 NS	-0,157 NS	-0,508 NS							
ST	0,551 NS	-0,586 *	0,339 NS	-0,135 NS	0,567 NS	0,456 NS	0,512 NS	0,388 NS	0,943 ***	-0,649 *						
OL	0,041 NS	-0,050 NS	0,089 NS	0,432 NS	0,046 NS	0,055 NS	-0,128 NS	-0,011 NS	-0,698 *	0,406 NS	-0,720 **					
VA	-0,566 NS	0,391 NS	-0,725 **	-0,549 NS	-0,372 NS	-0,375 NS	-0,150 NS	0,135 NS	-0,134 NS	0,233 NS	-0,188 NS	-0,335 NS				



LL	-0,867 ***	0,973 ***	-0,460 NS	-0,174 NS	-0,970 NS	-0,773 **	-0,699 *	-0,726 **	-0,596 *	0,241 NS	-0,522 NS	-0,137 NS	0,437 NS			
LN	0,763 **	-0,876 ***	0,425 NS	0,032 NS	0,916 ***	0,738 **	0,753 **	0,850 ***	0,482 NS	-0,085 NS	0,456 NS	0,071 NS	-0,147 NS	-0,852 ***		
AR	0,377 NS	-0,320 NS	0,293 NS	-0,230 NS	0,306 NS	0,247 NS	0,375 NS	0,189 NS	0,794 **	-0,679 *	0,892 ***	-0,760 **	-0,209 NS	-0,251 NS	0,204 NS	
GO	-0,291 NS	0,042 NS	-0,050 NS	-0,436 NS	-0,180 NS	-0,439 NS	-0,405 NS	-0,442 NS	0,077 NS	-0,263 NS	0,177 NS	-0,294 NS	0,050 NS	0,205 NS	-0,154 NS	0,184 NS

NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

**Πίνακας Π.8.** Συσχετίσεις ανά ζεύγη ανάμεσα στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά και διεργασίες ( $L^*$ ,  $h^o$ ,  $C^*$ ,  $CO_2$  και %Λάδι) και στις αντιοξειδωτικές ουσίες (TP, DPPH, FRAP, OLE, HT, TYR, VER, LUT-7, RUT, QUER και LUT) σε καρπούς της ποικιλίας Κορωνέικης την καλλιεργητική περίοδο Β.

Μεταβλητές	$L^*$	$h^o$	$C^*$	$CO_2$	% Λάδι	TP	DPPH	FRAP	OLE	HT	TYR	VER	LUT-7	RUT	QUER
$h^o$	0,9938 ***														
$C^*$	0,9835 ***	0,9943 ***													
$CO_2$	-0,9362 ***	-0,9327 ***	-0,8954 **												
% Λάδι	-0,9390 ***	-0,9363 ***	-0,8990 ***	0,9501 ***											
TP	0,9623 ***	0,9633 ***	0,9807 ***	-0,8334 **	-0,8228 **										
DPPH	0,9483 ***	0,9612 ***	0,9814 ***	-0,8233 **	-0,8394 **	0,9777 ***									
FRAP	0,9493 ***	0,9576 ***	0,9803 ***	-0,8165 **	-0,8018 **	0,9959 ***	0,9846 ***								
OLE	0,9786 ***	0,9925 ***	0,9990 ***	-0,8899 ***	-0,8961 **	0,9770 ***	0,9817 ***	0,9788 ***							
HT	-0,8674 **	-0,8921 **	-0,9327 ***	0,6955 *	0,6885 *	-0,9568 ***	-0,9483 ***	-0,9738 ***	-0,9361 ***						
TYR	-0,7475 *	-0,7792 *	-0,8359 **	0,5519 NS	0,5231 NS	-0,8847 **	-0,8608 **	-0,9084 ***	-0,8414 ***	0,9745 ***					
VER	0,0677 NS	0,0202 NS	-0,0794 NS	-0,3166 NS	-0,3387 NS	-0,1896 NS	-0,1703 NS	-0,2371 NS	-0,0917 NS	0,4317 NS	0,6054 NS				
LUT-7	0,9884 ***	0,9925 ***	0,9912 ***	-0,9061 ***	-0,9288 ***	0,9660 ***	0,9729 ***	0,9601 ***	0,9906 ***	-0,8950 **	-0,7842 *	0,0027 NS			
RUT	0,9872 ***	0,9966 ***	0,9894 ***	-0,9424 ***	-0,9437 ***	0,9486 ***	0,9583 ***	0,9453 ***	0,9884 ***	-0,8750 **	-0,7576 *	0,0517 NS	0,9917 ***		
QUER	0,0804 NS	-0,1257 NS	-0,2174 NS	-0,1760 NS	-0,1913 NS	-0,3197 NS	-0,2805 NS	-0,3613 NS	-0,2280 NS	0,5496 NS	0,7038 NS	0,9754 ***	-0,1289 NS	-0,0844 NS	
LUT	-0,6751 *	-0,6987 *	-0,7574 *	0,4526 NS	0,4239 NS	-0,8151 **	-0,7930 *	-0,8485 **	-0,7644 NS	0,9270 ***	0,9556 ***	0,6429 NS	-0,6996 *	-0,6686 *	0,7426 *

NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

**Πίνακας Π.9.** Συσχετίσεις ανά ζεύγη ανάμεσα στο % Λάδι, στα λιπαρά οξέα (PA, PO, ST, OL, VA, LL, LN, AR και GO) και στην α-τοκοφερόλη (α-TOC) του ελαιολάδου, στη συγκέντρωση των σακχάρων (SUC, GLU, FRU και MAN) στους καρπούς και στα φύλλα, καθώς και του ρυθμού αφομοίωσης (ACO<sub>2</sub>) και της στοματικής αγωγιμότητας των φύλλων (g<sub>s</sub>), ποικιλίας Κορωνέικης την καλλιεργητική περίοδο Β.

Μεταβλητές	% Λάδι	PA	PO	ST	OL	VA	LL	LN	AR	GO	α- TOC	SUC	GLU	FRU	MAN	SUC	GLU	FRU	MAN	ACO <sub>2</sub>
																*	*	*	*	
PA	-0,687 *																			
PO	0,083 NS	0,631 NS																		
ST	0,354 NS	0,044 NS	0,422 NS																	
OL	-0,765 *	0,078 NS	-0,667 *	-0,583 NS																
VA	-0,195 NS	0,541 NS	0,615 NS	-0,052 NS	-0,173 NS															
LL	0,979 ***	-0,582 NS	0,204 NS	0,406 NS	-0,852 **	-0,170 NS														
LN	0,645 NS	-0,269 NS	0,290 NS	0,703 *	-0,740 *	-0,332 NS	0,735 *													
AR	0,695 *	-0,281 NS	0,261 NS	0,638 NS	-0,717 *	-0,326 NS	0,728 *	0,677 *												
GO	0,482 NS	-0,226 NS	0,260 NS	0,587 NS	-0,516 NS	-0,323 NS	0,526 NS	0,503 NS	0,813 **											
α-TOC	-0,908 ***	0,465 NS	-0,335 NS	-0,312 NS	0,822 **	0,091 NS	-0,920 ***	-0,661 NS	-0,544 NS	-0,500 NS										
SUC	-0,819 **	0,271 NS	-0,367 NS	-0,333 NS	0,866 **	-0,166 NS	-0,855 **	-0,523 NS	-0,623 NS	-0,262 NS	0,717 *									
GLU	-0,834 **	0,244 NS	-0,556 NS	-0,618 NS	0,955 ***	-0,107 NS	-0,893 **	-0,712 *	-0,699 *	-0,612 NS	0,896 **	0,817 **								
FRU	0,852 **	-0,316 NS	0,388 NS	0,277 NS	-0,876 **	0,187 NS	0,886 **	0,496 NS	0,650 NS	0,364 NS	-0,771 *	-0,975 ***	-0,844 **							
MAN	-0,953 ***	0,522 NS	-0,291 NS	-0,439 NS	0,847 **	0,007 NS	-0,955 ***	-0,624 NS	-0,626 NS	-0,493 NS	0,938 ***	0,836 **	0,935 ***	-0,863 **						

SUC*	-0,979	0,734	-0,019	-0,269	0,716	0,231	-0,967	-0,619	-0,688	-0,520	0,861	0,775	0,786	-0,838	0,907						
	***	*	NS	NS	*	NS	***	NS	*	NS	**	*	*	**	***						
GLU*	-0,939	0,533	-0,143	-0,406	0,778	0,162	-0,913	-0,638	-0,744	-0,367	0,754	0,877	0,773	-0,857	0,872	0,876					
	***	NS	NS	NS	*	NS	***	NS	*	NS	*	**	*	**	**	**					
FRU*	-0,869	0,750	0,173	-0,317	0,490	0,408	-0,790	-0,426	-0,597	-0,465	0,722	0,598	0,641	-0,596	0,825	0,813	0,819				
	**	*	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	**	**	**				
MAN*	0,915	-0,819	-0,126	0,326	-0,577	-0,208	0,880	0,579	0,492	0,403	-0,793	-0,653	-0,721	0,690	-0,875	-0,923	-0,762	-0,813			
	***	**	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	*	NS	*	*	**	***	*	**			
ACO <sub>2</sub>	-0,695	0,508	-0,089	-0,348	0,601	0,411	-0,766	-0,651	-0,602	-0,744	0,802	0,461	0,719	-0,538	0,706	0,753	0,485	0,600	-0,713		
	*	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	*	**	NS	*	NS	*	*	NS	NS	*		
g <sub>s</sub>	-0,192	-0,191	-0,332	-0,508	0,418	0,212	-0,248	0,309	-0,815	-0,697	0,079	0,315	0,334	-0,321	0,156	0,187	0,327	0,186	0,061	0,262	
	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$

Οι μεταβλητές των σακχάρων που ακολουθούνται από \* αντιστοιχούν στα σάκχαρα των φύλλων

**Πίνακας Π.10.** Συσχετίσεις ανά ζεύγη ανάμεσα στις μεμονωμένες φαινολικές ουσίες των καρπών (OLE, HT, TYR, VER, LUT-7, RUT, QUER και LUT), στα λιπαρά οξέα (PA, PO, ST, OL, VA, LL, LN, AR και GO) και την  $\alpha$ -τοκοφερόλη ( $\alpha$ -TOC) του ελαιολάδου ποικιλίας Κορωνέικης την Καλλιεργητική περίοδο Β.

Μεταβλητές	OLE	HT	TYR	VER	LUT-7	RUT	QUER	LUT	PA	PO	ST	OL	VA	LL	LN	AR	GO
HT	-0,936 ***																
TYR	-0,841 **	0,975 ***															
VER	-0,092 NS	0,437 NS	0,605 NS														
LUT-7	0,991 ***	-0,895 **	-0,784 *	0,003 NS													
RUT	0,988 ***	-0,875 **	-0,7576 *	0,052 NS	0,992 ***												
QUER	-0,228 NS	0,549 NS	0,704 *	0,975 ***	-0,129 NS	-0,084 NS											
LUT	-0,764 *	0,927 ***	0,956 ***	0,6429 NS	-0,699 *	-0,669 *	0,743 *										
PA	0,345 NS	-0,021 NS	0,151 NS	0,8424 **	0,417 NS	0,467 NS	0,723 *	0,229 NS									
PO	-0,424 NS	0,628 NS	0,689 *	0,751 *	-0,349 NS	-0,312 NS	0,731 *	0,690 *	0,631 NS								
ST	-0,443 NS	0,437 NS	0,341 NS	0,049 NS	-0,455 NS	-0,407 NS	0,081 NS	0,476 NS	0,044 NS	0,422 NS							
OL	0,937 ***	-0,933 ***	-0,853 **	-0,257 NS	0,908 ***	0,899 ***	-0,355 NS	-0,805 **	0,078 NS	-0,667 *	-0,583 NS						
VA	-0,119 NS	0,362 NS	0,518 NS	0,773 *	-0,049 NS	0,002 NS	0,778 *	0,475 NS	0,541 NS	0,615 NS	-0,052 NS	-0,173 NS					
LL	-0,941 ***	0,770 *	0,617 NS	-0,228 NS	-0,955 ***	-0,977 ***	-0,090 NS	0,527 NS	-0,582 NS	0,204 NS	0,406 NS	-0,852 **	-0,170 NS				
LN	-0,644	0,536	0,384	-0,172	-0,632	-0,662	-0,087	0,403	-0,269	0,290	0,703	-0,740	-0,332	0,735			

	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	*	NS	*			
AR	-0,702	0,618	0,477	-0,084	-0,711	-0,705	0,028	0,578	-0,281	0,261	0,638	-0,717	-0,326	0,728	0,677		
	*	NS	NS	NS	*	*	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	*	*		
GO	-0,466	0,357	0,237	-0,184	-0,480	-0,493	-0,158	0,364	-0,226	0,260	0,587	-0,516	-0,323	0,526	0,503	0,813	NS
	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS		
$\alpha$ -TOC	0,852	-0,679	-0,545	0,206	0,865	0,893	0,133	-0,398	0,465	-0,335	-0,312	0,822	0,091	-0,920	-0,661	-0,544	-0,500
	**	*	NS	NS	**	**	NS	NS	NS	NS	NS	**	NS	***	NS	NS	NS

NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

---

*Επίδραση ρυθμιστών αύξησης, δακτυλίωσης και αποθήκευσης σε ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιόκαρπου*





## Περίληψη

Το δεύτερο κεφάλαιο αποτελείται από 2 πειράματα, σε ελιές ποικιλίας ‘Κορωνέικης’. Στο Πείραμα Α εκτιμήθηκαν οι επιδράσεις των μεμονωμένων προσυλλεκτικών επεμβάσεων με αμισικό οξύ (ABA, 150 και 300 mg L<sup>-1</sup>) και αιθυλενοπαράγωγο Etherphon (ETH, 500 και 1000 μL L<sup>-1</sup>, με δραστική ουσία Etherphon, 48% w/v), σε ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών μετά από ψεκασμούς σε τρία διαφορετικά στάδια ωριμότητας. Επίσης, εκτιμήθηκαν οι επιδράσεις του παρεμποδιστή της σύνθεσης του αιθυλενίου ReGain (150 και 300 mg L<sup>-1</sup>, με δραστική ουσία αμινο-εθοξυ-βινυλ-γλυσινη ή AVG, 4,15% w/w), που εφαρμόστηκε μόνο στο πρωιότερο στάδιο ωριμότητας από τα τρία του πειράματος. Τα στάδια ωριμότητας ήταν η αρχή της ‘πράσινης’ ωρίμανσης, όταν οι ελιές βρίσκονταν στο στάδιο του γαλακτώματος (MI ~1), η αρχή της αλλαγής του χρώματος του φλοιού σε ‘κερασί’ (MI ~2,2) και όταν ο φλοιός είχε αποκτήσει ομοιόμορφο ‘κερασί’ χρώμα (MI ~3,5). Η εκτίμηση των επιδράσεων έγινε 23 ημέρες μετά την κάθε επέμβαση στις συγκομισμένες ελιές (συγκομιδή I, II και III, αντίστοιχα). Επιπλέον, στις ελιές από την συγκομιδή I εκτιμήθηκε η επίδραση της αποθήκευσής τους, για χρονικό διάστημα 7 ημερών, σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών που εξετάστηκαν ήταν η ελαιοπεριεκτικότητα, η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών (TP) και η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC). Στους καρπούς της συγκομιδής I, όλων των επεμβάσεων, εκτιμήθηκαν οι συγκεντρώσεις των μεμονωμένων φαινολικών ουσιών και το προφίλ των λιπαρών οξέων.

Στο Πείραμα Α, οι επεμβάσεις με ABA και ETH, στους καρπούς των 2 τελευταίων σταδίων ωριμότητας οδήγησαν σε καρπόπτωση και φυλλόπτωση. Το ποσοστό της καρπόπτωσης εκτιμήθηκε υψηλότερο στη συγκομιδή III από ότι στη II, ενώ αυξήθηκε αυξανόμενης της συγκέντρωσης τόσο του ABA όσο και του ETH. Το ABA, ανεξάρτητα του χρόνου εφαρμογής, δεν είχε επίδραση στην ελαιοπεριεκτικότητα, στην συγκέντρωση των TP και στην TAC των καρπών. Ωστόσο, στους καρπούς της συγκομιδής I, το ABA, και στις 2 συγκεντρώσεις, αύξησε τα ποσοστά του στεαρικού (ST) και του αραχιδικού οξέος (AR), ενώ ταυτόχρονα, μόνο στη συγκέντρωση 150 mg L<sup>-1</sup>, μείωσε το ποσοστό του λινελαϊκού οξέος (LL). Το ETH, σε συγκέντρωση 1000 μL L<sup>-1</sup>, και στις 3 συγκομιδές, μείωσε τις τιμές των TP και της TAC. Κατά την εκτίμηση των μεμονωμένων φαινολικών, που έγινε μόνο στην συγκομιδή I, το ETH, ανεξάρτητα της συγκέντρωσης, μείωσε τις τιμές της υδροξυτυροσόλης (HT), του βερμπασκοζίτη (VER) και της τυροσόλης (TYR). Επιπλέον, η υψηλή συγκέντρωση του ETH αύξησε το ποσοστό του λαδιού στους καρπούς στην I και II συγκομιδή. Παράλληλα, στη συγκομιδή I το ETH, σε συγκέντρωση 500 μL L<sup>-1</sup>, αύξησε τα ποσοστά του AR και του λινολενικού οξέος (LN), ενώ και στις 2 συγκεντρώσεις, μείωσε το ποσοστό του παλμιτικού οξέος. Τέλος, το ReGain, και στις 2 συγκεντρώσεις, εφαρμοζόμενο μόνο σε MI ~1, οδήγησε στη μείωση της ελαιοπεριεκτικότητας, καθώς και των τιμών

των TP, της TAC, του VER, της HT και της TYR καθώς και των πολύ-ακόρεστων λιπαρών οξέων, λόγω της μείωσης του LL, ενώ παράλληλα αύξησε τις τιμές του ελαϊκού οξέος και του LN.

Στο Πείραμα A, μετά την αποθήκευση καρπών της συγκομιδής I, σε θερμοκρασία 20 °C, για 7 ημέρες, παρατηρήθηκε σε όλες τις επεμβάσεις, αύξηση της συγκέντρωσης της ελευρωπαΐνης την 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης σε σχέση με την 1<sup>η</sup>. Παράλληλα, αυξήθηκαν οι τιμές των TP και της TAC, ενώ μειώθηκαν οι τιμές του VER, της HT, της TYR, του γλυκοζίτη-7 της λουτεολίνης και της ρουτίνης, στο τέλος της αποθήκευσης. Αντίθετα, μεταβολές στη σύσταση των λιπαρών οξέων των καρπών κατά την αποθήκευση δεν παρατηρήθηκαν.

Στο Πείραμα B, μελετήθηκαν οι επιδράσεις των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με ναφθαλινοξικό οξύ (NAA, 150 και 300 mg L<sup>-1</sup>), ETH (1000 μL L<sup>-1</sup>) και του συνδυασμού NAA (300 mg L<sup>-1</sup>) και ETH (1000 μL L<sup>-1</sup>), μεμονωμένα ή σε συνδυασμό με την εφαρμογή δακτυλίωσης, σε χαρακτηριστικά των καρπών. Οι χειρισμοί πραγματοποιήθηκαν όταν οι ελιές βρίσκονταν στο στάδιο του γαλακτώματος (MI ~1) και η εκτίμηση των επιδράσεων τους έγινε κατά τη συγκομιδή ~1 μήνα μετά. Οι επεμβάσεις με NAA και ETH, καθώς και η δακτυλίωση δεν άσκησαν καμία επίδραση στο χρώμα του φλοιού και στην ένταση της αναπνοής των καρπών. Το ETH, μόνο του ή σε συνδυασμό με το NAA, αύξησε την έκλυση του αιθυλενίου από τους καρπούς. Επιπλέον, η επέμβαση με ETH και η δακτυλίωση, μεμονωμένα ή σε συνδυασμό, αύξησαν την ελαιοπεριεκτικότητα. Οι τιμές των TP και της TAC αυξήθηκαν στους καρπούς της επέμβασης με NAA, σε συγκέντρωση 150 mg L<sup>-1</sup>. Τέλος, οι μεταβολές των λιπαρών οξέων των καρπών δεν ακολούθησαν κάποια συγκεκριμένη τάση, σε καμία επέμβαση.

## 2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

### 2.1.1. *Επιδράσεις των ρυθμιστών αύξησης κατά την ωρίμανση του ελαιόκαρπου*

Η ωρίμανση των καρπών είναι μία πολύ σύνθετη διαδικασία κατά την οποία ο καρπός υφίσταται φυσιολογικές και βιοχημικές αλλαγές. Οι αλλαγές αυτές οδηγούν σε διαφορές στη δομή και στη σύσταση, που επηρεάζουν την υφή, το χρώμα, τη γεύση και το άρωμα των καρπών. Ο ρόλος των ρυθμιστών αύξησης στις διεργασίες της ωρίμανσης είναι καθοριστικός. Τόσο οι αλλαγές των ενδογενών επιπέδων του κάθε ρυθμιστή ξεχωριστά όσο και οι σχετικές μεταβολές των επιπέδων τους είναι πιθανό να προωθούν ή/και να παρεμποδίζουν τις διεργασίες της ωρίμανσης.

Οι ρυθμιστές αύξησης και συγκεκριμένα οι αλλαγές των επιπέδων τους, τόσο μεμονωμένα όσο και οι σχέσεις μεταξύ τους, παίζουν ρυθμιστικό ρόλο στην ανάπτυξη και ωρίμανση του καρπού της ελιάς και στην αύξηση της βλάστησης του δένδρου. Ταυτόχρονα δρουν ως φορείς που ενεργοποιούν μεταβολικές διαδικασίες που σχετίζονται με τον καθορισμό του δυναμικού της καρποφορίας της επόμενης χρονιάς (Lavee, 1996). Επιπλέον, το στάδιο της ωρίμανσης (Στάδιο V, Σχήμα 1.4) χαρακτηρίζεται από τις αυξημένες μεταβολικές διεργασίες του καρπού, και στην ελιά κάποιες από τις διεργασίες της ωρίμανσης μάλλον ελέγχονται από την αλληλεπίδραση ή/και τη συνεργασία των ρυθμιστών αύξησης (Galla *et al.*, 2009).

#### 2.1.1.1. *Επιδράσεις του αιθυλενίου*

Το αιθυλένιο είναι ο μόνος από τους ρυθμιστές αύξησης για τον οποίο έχει αποδειχθεί ο καθοριστικός ρόλος στην ωρίμανση των καρπών (Abeles *et al.*, 1992; Πάσσαμ και Τσαντίλη, 2004), και κυρίως των κλιμακτηριακών. Ωστόσο, η κατάταξη του καρπού της ελιάς στους κλιμακτηριακούς ή μη καρπούς αποτελεί αντικείμενο συζήτησης στη βιβλιογραφία (Fernández-Bolaños *et al.*, 1997; Kader, 2002; Maxie *et al.*, 1960; Ranalli *et al.*, 1998; Tsantili and Pontikis, 2004). Κατά την ωρίμανση των κλιμακτηριακών καρπών παρατηρείται μία απότομη αύξηση του ρυθμού της αναπνοής τους, που αναφέρεται ως ‘αναπνευστική κλιμακτήριος’. Επιπλέον, παρατηρείται η αυτοκαταλυτική απότομη αύξηση της παραγωγής του αιθυλενίου, περίπου σύγχρονη με την αύξηση της αναπνοής, καθώς και αλλαγές που οδηγούν στο χαρακτηρισμό του καρπού ως ώριμου (Abeles *et al.*, 1992; Πάσσαμ και Τσαντίλη, 2004). Αρχικά, μόνο οι αλλαγές των επιπέδων της αναπνοής λαμβάνονταν υπόψη για την κατάταξη ενός καρπού στους κλιμακτηριακούς. Με βάση τα παραπάνω η ελιά όταν ωριμάζει πάνω στο δένδρο, κατατάσσεται μάλλον στους κλιμακτηριακούς καρπούς, διότι παρατηρείται αύξηση του ρυθμού της αναπνοής, σχετικά μικρή παράλληλη αύξηση στην έκλυση του αιθυλενίου και έντονες αλλαγές του καρπού, όπως αλλαγή του χρώματος του φλοιού και της σάρκας, μείωση της συνεκτικότητας, αύξηση

του ποσοστού του λαδιού κ.ά. (βλέπε Κεφάλαιο 1) (Fernández-Bolaños *et al.*, 1997; Maxie *et al.*, 1960; Ranalli *et al.*, 1998). Αντίθετα, μετασυλλεκτικά ο ελαιόκαρπος συμπεριφέρεται ως μη-κλιμακτηριακός, τουλάχιστον όταν συγκομιστεί σε πράσινο ώριμο στάδιο (MI ~1), αρχή σταδίου ανάπτυξης V (Σχήμα 1.4) (Maxie *et al.*, 1960; Tsantili and Pontikis, 2004). Η παραγωγή του αιθυλενίου από τους καρπούς κυμαίνεται από 2 έως 20 nmol Kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, στις πράσινες και στις μαύρες ελιές, αντίστοιχα (Kader, 2002; Tsantili *et al.*, 2008; Tsantili *et al.*, 2012). Ωστόσο, τα επίπεδα αυτά είναι αρκετά χαμηλότερα από αυτά που παρατηρούνται κατά την ωρίμανση των κλιμακτηριακών καρπών, μολονότι η αρχική κατάταξη των καρπών σε κλιμακτηριακούς και μη δεν συμπεριελάμβανε τις αλλαγές των επιπέδων του αιθυλενίου σαν κριτήριο. Ωστόσο, η δράση του αιθυλενίου δεν μπορεί να αποκλειστεί από τους μη-κλιμακτηριακούς καρπούς (Iannetta *et al.*, 2006; Trainotti *et al.*, 2005), διότι το αιθυλένιο δεν μπορεί να θεωρηθεί αδρανές ακόμα και όταν βρίσκεται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις (Knee, 1985). Όπως είναι κατανοητό από τα παραπάνω η κατάταξη των καρπών σε κλιμακτηριακούς και μη είναι μία υπεραπλουστευμένη διαδικασία (Obando-Ulloa *et al.*, 2008), όπου ο ελαιόκαρπος θα μπορούσε να κατατάσσεται και στις δύο κατηγορίες.

Οι περισσότερες έρευνες που αφορούν στις επιδράσεις του αιθυλενίου στην ωρίμανση του ελαιόκαρπου, περιλαμβάνουν προσυλλεκτικούς χειρισμούς με αιθυλενοπαράγωγα, όπως το Ethephon (ETH). Το ETH είναι μία ένωση του φωσφορικού οξέος, κατά τη διάσπαση του οποίου παράγεται αιθυλένιο. Επίσης, η πλειοψηφία των μελετών είχαν ως σκοπό τη διευκόλυνση της μηχανικής συγκομιδής των καρπών (Ben-Tal, 1992; Ben-Tal, 1994; Ben-Tal and Lavee, 1976; Denney and Martin, 1994; Gerasopoulos, 1999; Hartmann *et al.*, 1970; Metzidakis, 1999; Metzidakis *et al.*, 1999; Rugini *et al.*, 1982; Touss *et al.*, 1995), μιας και το κόστος της συγκομιδής υπολογίζεται μεγαλύτερο του 50% του ετήσιου συνολικού κόστους της καλλιέργειας (Metzidakis, 1999). Η αποτελεσματικότητα των ψεκασμών αυτών στη μείωση της δύναμης της συγκράτησης του καρπού εξαρτάται από τη συγκέντρωση του ETH στο διάλυμα, το pH του διαλύματος, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και το στάδιο ωριμότητας των καρπών. Επιπλέον, πολλές φορές έχει παρατηρηθεί ότι προκαλούν και φυλλόπτωση. Επίσης, από τη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι οι προσυλλεκτικές επεμβάσεις με ETH προώθησαν κάποιες διεργασίες ωρίμανσης, όπως την εμφάνιση του κόκκινου χρώματος του φλοιού (Kafkaletou and Tsantili, 2011; Metzidakis *et al.*, 1999; Rugini *et al.*, 1982), αύξησαν το ξηρό βάρος των καρπών και το λόγο LL προς PO (Rugini *et al.*, 1982). Επιπρόσθετα, οι ψεκασμοί με Ethephon σε ελιές ‘Κορωνέικης’ αναφέρεται ότι αύξησαν το ποσοστό του λαδιού, τα ελεύθερα λιπαρά οξέα και το βαθμό υπεροξειδίων στο λάδι (Ismail *et al.*, 1999).

Αντίθετα, οι προσυλλεκτικοί χειρισμοί με ReTain, παρεμποδιστή της σύνθεσης του αιθυλενίου, σε πράσινες ‘Κονσερβολιές’, που βρίσκονταν στο στάδιο του γαλακτώματος (MI ~1), παρεμπόδισαν την εμφάνιση του κόκκινου χρώματος του φλοιού και τη μείωση της συνεκτικότητας, κατά τη

συγκομιδή τους που έγινε 15 – 20 ημέρες μετά την εφαρμογή (Tsantili *et al.*, 2012). Το ReTain είναι η εμπορική ονομασία του σκευάσματος με δραστική ουσία την 1-αμινο-εθοξυ-βινυλ-γλυσινη (AVG, 1-AminoethoxyVinylGlysine HCl). Το AVG παρεμποδίζει τη δράση όλων των ενζύμων που έχουν σαν προσθετική ομάδα τη φωσφορική πυριδοξάλη (pyridoxil phosphate). Σ' αυτήν την κατηγορία ενζύμων ανήκει και η συνθετάση του 1-αμινοκυκλοπροπανο-1-καρβοξυλικού οξέος (1-AminoCyclopropane-1-Carboxylic acid synthase, ACC synthase). Η ACC συνθετάση καταλύει την μετατροπή της θειο-αδενοσυλ-μεθειονίνης (S-adenosylmethionine) σε ACC, που είναι πρόδρομη ουσία του αιθυλενίου στο μονοπάτι της βιοσύνθεσής του (Boller *et al.*, 1979; Yu *et al.*, 1979). Αν και το AVG μειώνει προσωρινά την ενδογενή παραγωγή του αιθυλενίου από το φυτό, δεν φαίνεται να επηρεάζει την 'ευαισθησία' του φυτού στο αιθυλένιο (Venburg, 2008).

### **2.1.1.2. Επιδράσεις του αμισικού οξέος**

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι οι εξωγενείς χειρισμοί με αμισικό οξύ (ABA) προάγουν την ωρίμανση τόσο των κλιμακτηριακών όσο και των μη-κλιμακτηριακών καρπών. Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί ότι το ABA προωθεί την αύξηση της παραγωγής του αιθυλενίου σε μερικούς καρπούς, όπως και ότι το αιθυλένιο προωθεί την αύξηση των ενδογενών επιπέδων του ABA σε άλλους καρπούς. Συνεπώς, το ABA προωθεί την ωρίμανση των καρπών έμμεσα ή/και άμεσα. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται οι παρακάτω 4 περιπτώσεις: 1. Το ABA παραμένει σε σταθερά και ταυτόχρονα χαμηλά επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια της ωρίμανσης, ενώ τα επίπεδα του αιθυλενίου αυξάνονται, όπως έχει παρατηρηθεί στο αβοκάντο. 2. Τα επίπεδα του ABA αυξάνονται, ενώ του αιθυλενίου όχι, όπως αναφέρεται στη φράουλα. 3. Τα επίπεδα του ABA αρχίζουν να αυξάνονται πριν από την ωρίμανση και συνεχίζουν να αυξάνονται παράλληλα με του αιθυλενίου καθ' όλη τη διάρκεια της ωρίμανσης, όπως στο ροδάκινο. 4. Τα επίπεδα του ABA αρχίζουν να αυξάνονται και φθάνουν στο μέγιστό τους πριν την έναρξη της ωρίμανσης, όπως στην τομάτα (Abeles *et al.*, 1992; Πάσσαμ και Τσαντίλη, 2004).

Στον ελαιόκαρπο, η σύνθεση και η συγκέντρωση του ABA αναφέρεται ότι αυξάνεται κατά την ωρίμανση και έχει παρατηρηθεί η αύξηση της έκφρασης των γονιδίων δύο ενζύμων που συμμετέχουν στη βιοσύνθεση του (Galla *et al.*, 2009). Επιπλέον, οι Shulman και Lavee (1980) αναφέρουν ότι τα ενδογενή επίπεδα του ABA είναι αυξημένα στην αρχή της ωρίμανσης του ελαιόκαρπου, ενώ μετέπειτα μειώνονται. Τέλος, το ABA έχει αναφερθεί ότι παίζει ρυθμιστικό ρόλο στην έκφραση του γονιδίου του ενζύμου της Δ9-αποσατουράσης του στεαρυλο-ACP, που είναι υπεύθυνη για την μετατροπή του στεαρικού οξέος σε ελαϊκό. Ωστόσο, η αύξηση αυτή παρατηρείται σε πρώιμα στάδια της ανάπτυξης του καρπού και όχι κατά την ωρίμανσή του (Haralampidis *et al.*, 1998).

### **2.1.1.3. Επιδράσεις των αυξινών**

Τα ενδογενή επίπεδα των αυξινών είναι υψηλά κατά τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης σχεδόν όλων των καρπών και γενικά οι αυξίνες θεωρούνται ορμόνες νεανικότητας. Ωστόσο, η εξωγενής εφαρμογή αυξινών κατά την ωρίμανση διαφόρων καρπών έχει οδηγήσει σε αντικρουόμενα αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, οι αυξίνες προωθούν την ωρίμανση των μήλων και των βερίκοκων, ενώ παρεμποδίζουν των σταφυλιών. Επιπλέον, από τη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι οι αυξίνες προωθούν τη σύνθεση του αιθυλενίου, αυξάνοντας τα επίπεδά του στους κλιμακτηριακούς καρπούς. Στη συνέχεια όμως το αιθυλένιο αυξάνει τη δραστηριότητα της οξειδάσης των αυξινών, που έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή λιγότερο ενεργών μορφών των αυξινών (οξειδωμένες αντί για όξινες μορφές), των οποίων η δράση δεν είναι το ίδιο επιβραδυντική για την ωρίμανση των καρπών. Κατά συνέπεια, στους μη κλιμακτηριακούς καρπούς, στους οποίους δεν παρατηρείται αύξηση των επιπέδων του αιθυλενίου κατά την ωρίμανση, η επιβραδυντική δράση των αυξινών παραμένει. Για το λόγο αυτό θεωρείται ότι οι αυξίνες είναι πιθανό να παίζουν σημαντικό ρόλο στην ωρίμανση αυτών των καρπών (Abeles *et al.*, 1992; Πάσσαμ και Τσαντίλη, 2004).

Στους καρπούς της ελιάς τα επίπεδα των αυξινών μειώνονται κατά την ωρίμανση, ενώ έχει παρατηρηθεί σταδιακή μείωση της έκφρασης γονιδίων που εμπλέκονται στη βιοσύνθεση και στο μεταβολισμό των αυξινών κατά την ωρίμανση των καρπών (Galla *et al.*, 2009). Ωστόσο, οι χειρισμοί με αυξίνες χρησιμοποιούνται μόνο στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης των καρπών με σκοπό το αραίωμα, το οποίο αποτελεί συνήθη καλλιεργητική πρακτική για τις επιτραπέζιες ποικιλίες, επειδή έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του μεγέθους των καρπών που παραμένουν στο δένδρο. Επιπλέον, ερευνάται η εφαρμογή του αραιώματος και στις ελαιοποιήσιμες ποικιλίες με σκοπό τον περιορισμό του φαινομένου της παρενιαυτοφορίας (Dag *et al.*, 2009).

### **2.1.2. Δακτυλίωση ή χαραγή**

Η δακτυλίωση ή χαραγή είναι μία τεχνική που εφαρμόζεται σε πολλά είδη καρποφόρων δένδρων με σκοπό την αύξηση της παραγωγικότητας ή/και την βελτίωση της ποιότητας των καρπών. Κατά τη δακτυλίωση, μετά από 2 παράλληλες χαραγές, αφαιρείται μία στενή λωρίδα φλοιού περιμετρικά του κορμού ή της βάσης των βραχιόνων ή των υποβραχιόνων (δευτερογενείς, τριτογενείς κ.ο.) ή και των νεότερων βλαστών του δένδρου. Γενικά, η διάρκεια της επίδρασης της δακτυλίωσης αυξάνεται αυξανόμενου του πλάτους της λωρίδας του φλοιού που αφαιρείται. Συνέπεια της δακτυλίωσης είναι η παρεμπόδιση της βασιπέταλης μεταφοράς των προϊόντων της φωτοσύνθεσης, χωρίς να επηρεάζεται η τροφοδότηση της κόμης του δένδρου σε νερό και θρεπτικά στοιχεία. Αποτέλεσμα της τεχνικής αυτής είναι η συσσώρευση των προϊόντων της φωτοσύνθεσης και των ρυθμιστών της αύξησης πάνω από το σημείο της δακτυλίωσης. Η συσσώρευση αυτή δυνητικά μπορεί να επηρεάσει μία σειρά από

λειτουργίες, όπως η καρπόδεση, το μέγεθος των καρπών, η ανάπτυξη των βλαστών κ.ά. (Goren *et al.*, 2004).

Η εφαρμογή της δακτυλίωσης έχει μελετηθεί σε διάφορα οπωροφόρα δένδρα λόγω του ότι υποστηρίζεται ότι αμβλύνει τον ανταγωνισμό για υδατάνθρακες μεταξύ των αυξανόμενων ιστών του δένδρου. Ο σκοπός για τον οποίο εφαρμόζεται η δακτυλίωση ποικίλει ανάλογα με το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα ή/και το πρόβλημα που πρέπει να αντιμετωπιστεί. Στη φιστικιά έχει προταθεί έχει προταθεί η δακτυλίωση με σκοπό να αντιμετωπιστεί το φαινόμενο της παρενιαιοφορίας (Crane and Nelson, 1972), στα εσπεριδοειδή για να βελτιωθεί η καρπόδεση στις παρθενοκαρπικές ποικιλίες (Rivas *et al.*, 2006), στη μηλιά για να βελτιωθεί η καρπόδεση και να αυξηθεί το μέγεθος των φρούτων (Ferree and Palmer, 1982) και σε δένδρα καρυδιάς μακαντέμια για να παρεμποδιστεί η πρόωμη καρπόπτωση και να ελεγχθεί η ανάπτυξη της βλάστησης και κατ' επέκταση σε ένα βαθμό και το μέγεθος του δένδρου (McFadyen *et al.*, 2013). Στην ελιά, η δακτυλίωση έχει προταθεί σαν μέσο για να ελεγχθεί το φαινόμενο της παρενιαιοφορίας και κατά συνέπεια να αυξηθεί το ύψος της παραγωγής σε βάθος χρόνου, καθώς και για να αυξηθεί το μέγεθος των καρπών στις ποικιλίες που προορίζονται για κονσερβοποίηση (Ben-Tal and Lavee, 1984; Hartmann, 1950; Lavee *et al.*, 1983; Levin and Lavee, 2005).

### **2.1.3. Αποθήκευση ελαιόκαρπων**

Η αποθήκευση των ελιών μετά τη συγκομιδή τους σε μη ευνοϊκές συνθήκες αποτελεί συχνό φαινόμενο, ιδιαίτερα για τις ελαιοποιήσιμες ποικιλίες. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην αδυναμία της βιομηχανίας παραγωγής λαδιού να απορροφήσει τις μεγάλες ποσότητες των καρπών που συγκομίζονται σε περιόδους αιχμής. Στις περιοχές όπου η καλλιέργεια της ελιάς είναι εντατική ο ρυθμός της συγκομιδής υπερβαίνει αυτόν της μεταποίησης και η αποθήκευση των καρπών σε ακατάλληλες συνθήκες, για μικρό ή/ μερικές φορές και μεγάλο χρονικό διάστημα, αποτελεί αναπόφευκτη πρακτική. Οι ελιές μπορεί να παραμείνουν μέσα σε κιβώτια αποθήκευσης, πολλές φορές σε ανοικτούς ή σε μη διαμορφωμένους χώρους για την αποθήκευσή τους, σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος για αρκετές ημέρες. Οι θερμοκρασίες που επικρατούν στα σημεία της αποθήκευσης συνήθως κυμαίνονται μεταξύ 10 και 20 °C, ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή τη δεδομένη χρονική στιγμή (Castellano *et al.*, 1993; Kalua *et al.*, 2008). Οι σχετικά υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος και η υψηλή σχετική υγρασία, συνθήκες που είναι συνηθισμένες κατά τους φθινοπωρινούς μήνες στις μεσογειακές χώρες, αποτελούν κατάλληλες προϋποθέσεις για την συνέχιση των διαδικασιών ωρίμανσης των ελιών. Επίσης, αναφέρεται στη βιβλιογραφία ότι ακόμα και αν υπάρχει η δυνατότητα της αποθήκευσης σε χαμηλές θερμοκρασίες, είναι πιθανό να εμφανιστούν φυσιολογικά ελαττώματα στις πράσινες ελιές ορισμένων ποικιλιών, όπως της 'Κονσερβολιάς' (Nanos *et al.*, 2002). Παράλληλα, από άλλους ερευνητές αναφέρεται ότι κάποιες από τις διεργασίες της ωρίμανσης, όπως η

εμφάνιση του κόκκινου χρώματος στο φλοιό των καρπών, δεν παρεμποδίζεται από τις χαμηλές θερμοκρασίες της αποθήκευσης (Yousfi *et al.*, 2008). Στις ποικιλίες που προορίζονται για επιτραπέζια χρήση σε πράσινο στάδιο, η αλλαγή του χρώματος του φλοιού είναι ανεπιθύμητη και η εμφάνιση κόκκινων περιοχών υποβαθμίζει την ποιότητα των καρπών.

Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης οι ελιές υποβάλλονται σε φυσικοχημικές και φυσιολογικές αλλαγές με αποτέλεσμα να υποβαθμίζεται η ποιότητα τους (Castellano *et al.*, 1993). Επίσης, στις συνθήκες αυτές ευνοείται η ανάπτυξη μικροοργανισμών που οδηγούν στην περαιτέρω ποιοτική υποβάθμιση των καρπών (Kalua *et al.*, 2008). Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί αύξηση της συγκέντρωσης της ελευρωπαΐνης σε πράσινες ελιές ‘Κονσερβολιάς’ κατά την αποθήκευσή τους σε 20 °C, για διάστημα 7 ημερών (Tsantili *et al.*, 2012). Όπως είναι λογικό τόσο η ποιότητα του ελαιόλαδου όσο και των βρώσιμων ελιών εξαρτάται άμεσα από τα ποιοτικά χαρακτηριστικά και τη σύσταση των καρπών τη στιγμή της μεταποίησης. Κατά συνέπεια, ο χρόνος αλλά και οι συνθήκες της αποθήκευσης των ελιών είναι δυνατόν να επηρεάσουν την ποιότητα του τελικού προϊόντος (Inarejos-García *et al.*, 2010) και κατ’ επέκταση τα έσοδα από την εμπορεία τους.

#### **2.1.4. Ελευρωπαΐνη**

##### **2.1.4.1. Βιοσύνθεση της ελευρωπαΐνης**

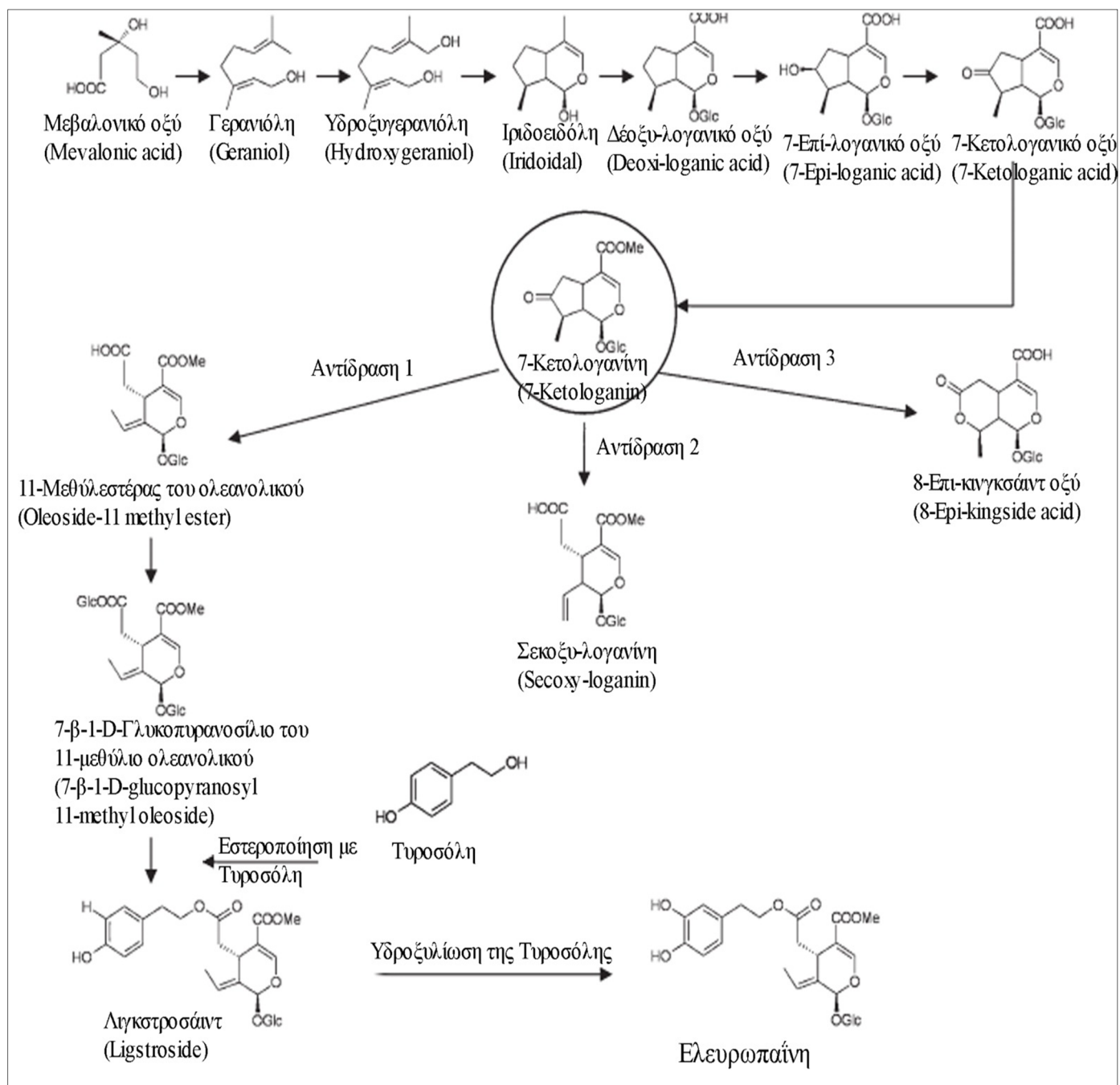
Η ελευρωπαΐνη (OLE) ανήκει στην ομάδα των σεκοϊριδοειδών που αποτελείται από ενώσεις παρόμοιες με την κουμαρίνη και είναι χαρακτηριστικές της οικογένειας *Oleaceae* και η ελιά (*Olea europaea* L.) αποτελεί το σημαντικότερο καλλιεργούμενο είδος όπου η OLE απαντάται σε μεγάλες ποσότητες (Soler-Rivas *et al.*, 2000). Η βιοσύνθεση της OLE δεν έχει διευκρινιστεί πλήρως, σε αντίθεση με την αποδόμησή της που έχει επιτευχθεί και μελετηθεί εκτενώς. Το προτεινόμενο μονοπάτι βιοσύνθεσής της έχει σαν πρόδρομη ουσία την 7-κετολογανίνη (7-ketologanin) (Damtoft *et al.*, 1993, 1995; Gutierrez-Rosales *et al.*, 2010).

Τα σεκοϊριδοειδή που απαντιόνται στη οικογένεια *Oleacea*, όπως η ελευρωπαΐνη, είναι προϊόντα της σύζευξης της οδού του μεβαλονικού οξέος, μέσω του οποίου πραγματοποιείται η βιοσύνθεση των τερπενίων, με την οδό των φαινυλπροπανοειδών, από την οποία βιοσυντίθενται οι περισσότερες φαινολικές ενώσεις. Από την βιβλιογραφία προτείνεται ότι από το μεβαλονικό οξύ μετά από διαδοχικές αντιδράσεις οξείδωσης, κατά τις οποίες δημιουργείται ο αρωματικός δακτύλιος, παράγεται το 7-β-1-D-γλυκοκυρανοσίλιο του 11-μεθυλοολεανολικού. Η τελευταία ουσία εστεροποιείται με την τυροσόλη (TYR), που είναι προϊόν της οδού των φαινυλπροπανοειδών, και σχηματίζεται το λιγκστροσάιντ. Ως τελικό βήμα για το σχηματισμό της OLE προτείνεται η υδροξυλίωση του μορίου της TYR σε υδροξυτυροσόλη (HT) (Σχήμα 2.1) (Damtoft *et al.*, 1993, 1995; Gutierrez-Rosales *et al.*, 2010). Για το

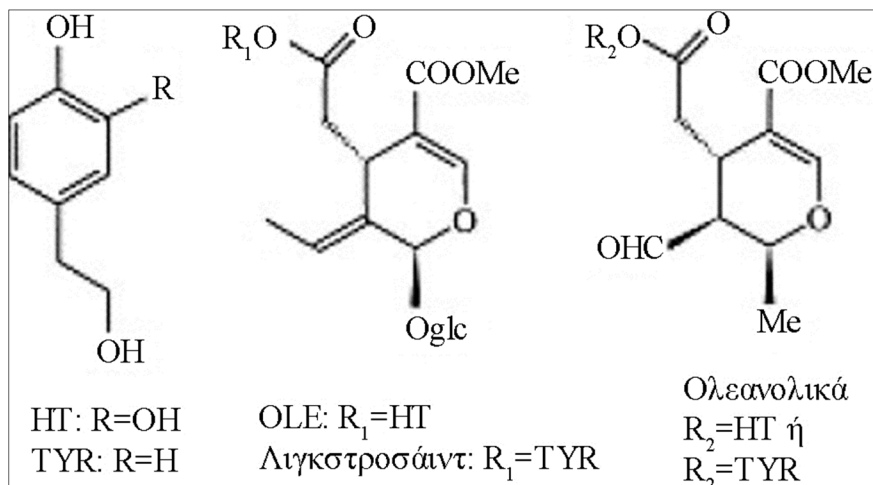


λόγο αυτό αναφέρεται ότι η OLE είναι εστέρας της HT με ένα γλυκοζίτη του ολεανολικού (Soler-Rivas *et al.*, 2000). Τελευταίο μεταβολικό βήμα της οδού θεωρείται η βιοσύνθεση των ολεανολικών, είτε από την OLE ή από το λιγκστροσάιντ, μετά την απομάκρυνση του γλυκοζίτη από το μόριό τους. Η βιοσύνθεση των ολεανολικών προτείνεται ότι λαμβάνει χώρα στη λιπόφιλη φάση του καρπού, για το λόγο αυτό τα ολεανολικά αποτελούν τις κυριότερες αντιοξειδωτικές ουσίες στο ελαιόλαδο (Bianco *et al.*, 1999).

Οι ενώσεις που εμπλέκονται στην παραπάνω οδό αποτελούν τις χαρακτηριστικές φαινολικές ενώσεις της ελιάς των οποίων η δομή και οι μεταξύ τους σχέσεις παρουσιάζονται στο Σχήμα 2.2. Οι ευεργετικές ιδιότητες αυτών των ουσιών για τον ανθρώπινο οργανισμό είναι παρόμοιες των λειτουργιών που επιτελούν στο δένδρο, όπως η εμπλοκή τους στην άμυνα του φυτού σε περιπτώσεις επιθέσεων από παθογόνα και σε τραυματισμούς από έντομα (Luque de Castro and Japón-Luján, 2006).



**Σχήμα 2.1.** Προτεινόμενο μονοπάτι βιοσύνθεσης της ελευρωπαίνης (προσαρμογή από Damtoft *et al.*, 1993, 1995; Gutierrez-Rosales *et al.*, 2010).



**Σχήμα 2.2.** Φαινολικές ενώσεις που απαντώνται στους φυτικούς ιστούς της ελιάς και εμπλέκονται στη βιοσύνθεση της ελευρωπαΐνης (προσαρμογή από Luque de Castro και Jarón-Luján, 2006).

#### 2.1.4.2. Διατροφική αξία της ελευρωπαΐνης

Η OLE είναι ένα από τα κυριότερα και το επικρατέστερο ποσοτικά φαινολικό συστατικό στον καρπό της ελιάς, ενώ βρίσκεται σε μεγάλες συγκεντρώσεις και σε όλους τους ιστούς της ελιάς. Επίσης, απαντάται μόνο στα είδη της οικογένειας *Oleaceae* (Soler-Rivas *et al.*, 2000). Επιπλέον, υπάρχει ένα συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για τις φαρμακευτικές και ευεργετικές ιδιότητες της OLE. Η OLE είναι ένα συστατικό που έχει αντιοξειδωτικές ιδιότητες και δράσεις κατά των ελευθέρων ριζών (Visioli *et al.*, 1998) και συνεισφέρει σημαντικά στην πρόληψη της αρτηριοσκλήρυνσης παρεμποδίζοντας σε μεγάλο βαθμό την οξείδωση της LDL χοληστερόλης, κατά τρόπο εξαρτώμενο της ποσότητας της πρόσληψής της (Visioli *et al.*, 2002). Μεγάλη έμφαση έχει δοθεί στις ιδιότητες της OLE που αφορούν στην προστασία από καρδιακά νοσήματα και στην αντισχαιμική της δράση (Andreadou *et al.*, 2006). Επίσης, η OLE εμφανίζει ισχυρή αντιμικροβιακή δράση έναντι τόσο των κατά Gram-θετικών και των κατά Gram-αρνητικών βακτηρίων (Bisignano *et al.*, 1999), όσο και κατά των μυκοπλασμάτων (Furneri *et al.*, 2002). Επιπρόσθετα, αναφέρεται ότι η OLE έχει άμεσες επιπτώσεις κατά της δημιουργίας καρκινικών όγκων αναστέλλοντας την ανάπτυξη των καρκινικών κυττάρων και την κινητικότητά τους, και θεωρείται ότι ανήκει σε μία νέα κατηγορία αντικαρκινικών ενώσεων που στοχεύουν σε πολλαπλά στάδια στην εξέλιξη του καρκίνου (Hamdi and Castellon, 2005).

Εκτός από τη διατροφική της αξία η OLE επηρεάζει και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των προϊόντων της ελιάς. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η πικρή γεύση των βρώσιμων ελιών, κυρίως των πράσινων, που οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην παρουσία της OLE στο εδώδιμο μέρος τους. Για το λόγο αυτό έχουν ενταχθεί διαδικασίες απο-πίκρυνσης στη βιομηχανία παραγωγής των επιτραπέζιων ελιών που στοχεύουν στην υδρόλυση του πικρού γλυκοζίτη από το μόριο της OLE

(Garrido Fernández *et al.*, 1997). Ωστόσο ακόμα και οι μικρές ποσότητες της OLE και των παραγώγων της που παραμένουν μετά την επεξεργασία είναι ωφέλιμες για την ανθρώπινη υγεία και αναβαθμίζουν την ποιότητα των επιτραπέζιων ελιών. Επιπλέον, κατά την διαδικασία εξαγωγής του ελαιόλαδου αυτό εμπλουτίζεται με λιποδιαλυτά παράγωγα της OLE που έχουν προκύψει μετά από ενζυμική ή/και χημική διάσπαση της. Αυτά τα παράγωγα είναι πολύ σημαντικά για την ποιότητα του ελαιόλαδου διότι συνεισφέρουν στην αντιοξειδωτική του ικανότητα, στα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά και στην επιμήκυνση της ζωής του στο ράφι (El Riachy *et al.*, 2011a).

### **2.1.5. Σκοπός κεφαλαίου**

Σκοπός του πρώτου μέρους του κεφαλαίου (Πείραμα Α) ήταν να μελετηθούν οι επιδράσεις των ρυθμιστών αύξησης που έχουν κριτικό ρόλο στην ωρίμανση/γηρασμό, αιθυλένιο και ABA, στο στάδιο της ωρίμανσης του ελαιόκαρπου (Σχήμα 1.5), κατά την παραμονή του στο δένδρο. Για το λόγο αυτό στο Πείραμα Α πραγματοποιήθηκαν προσυλλεκτικοί χειρισμοί με το ABA, το αιθυλενοπαράγωγο Ethephon και το παρεμποδιστή της σύνθεσης του αιθυλενίου, ReTain. Στη συνέχεια, μελετήθηκαν οι επιδράσεις τους σε ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών, που ταυτόχρονα επηρεάζουν τη διατροφική τους αξία, όπως είναι οι φαινολικές ουσίες, η αντιοξειδωτική ικανότητα και τα λιπαρά οξέα. Οι προσυλλεκτικές επεμβάσεις με ABA και ETH έγιναν σε 3 διαφορετικά στάδια ωριμότητας των καρπών, διότι όπως αναφέρθηκε κατά την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, τα επίπεδα των 2 ρυθμιστών, αιθυλενίου και ABA, αυξάνονται κατά την ωρίμανση. Παράλληλα, η επέμβαση με ReTain έγινε μόνο στην αρχή της ωρίμανσης των καρπών. Οι επιδράσεις των επεμβάσεων με τους ρυθμιστές μελετήθηκαν κατά τη συγκομιδή των καρπών, ~20 ημέρες μετά τους χειρισμούς. Επιπρόσθετα, στις ελιές από τη πρώτη χρονικά επέμβαση μελετήθηκε και η επίδραση της αποθήκευσής τους σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (20 °C), για χρονικό διάστημα 7 ημερών. Οι παραπάνω συνθήκες αποθήκευσης επιλέχθηκαν, διότι αποτελούν ιδανικές προϋποθέσεις για τη συνέχιση κάποιων διαδικασιών ωρίμανσης εκτός δένδρου, αλλά και λόγω της πρακτικής αξίας διότι προσομοιάζουν στις συνθήκες που αποθηκεύονται οι ελιές έως ότου επεξεργαστούν.

Στο δεύτερο μέρος του κεφαλαίου (Πείραμα Β), πραγματοποιήθηκαν προσυλλεκτικές επεμβάσεις με NAA και ETH σε συνδυασμό με την εφαρμογή δακτυλίωσης. Μελετήθηκαν οι επιδράσεις τους σε φυσιολογικά χαρακτηριστικά των καρπών, όπως το χρώμα του φλοιού, η αναπνοή και η έκλυση αιθυλενίου, και σε χαρακτηριστικά σύστασης, όπως η ελαιοπεριεκτικότητα, τα TP, η TAC και τα λιπαρά οξέα, κατά τη συγκομιδή των ελιών ~30 ημέρες μετά τις επεμβάσεις. Ο λόγος που εφαρμόστηκε η δακτυλίωση ήταν για να μελετηθεί ο τρόπος που επηρεάζεται η ωρίμανση των ελιών από την παρεμπόδιση της βασιπέταλης μεταφοράς των προϊόντων της φωτοσύνθεσης και των ρυθμιστών αύξησης, και κύρια των αυξινών.

## 2.2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

---

### 2.2.1. Φυτικό υλικό και πειραματικές επεμβάσεις

#### 2.2.1.1. Πείραμα Α

Το φυτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε στο παρόν κεφάλαιο προήλθε από δένδρα αυτόριζα, ποικιλίας Κορωνέικης, καλλιεργούμενα στο Ξυλόκαστρο Κορινθίας (φ: 38°02'05''B και λ: 22°39'41''A) και ηλικίας 7 ετών. Όλα τα δένδρα που χρησιμοποιήθηκαν βρίσκονταν σε χρονιά καρποφορίας και είχαν παρόμοιο φορτίο.

Το πείραμα περιελάμβανε τρεις μεμονωμένες προσυλλεκτικές επεμβάσεις με τους ρυθμιστές αύξησης: αφισικό οξύ (ABA), το αιθυλενοπαράγωγο Ethephon (ETH) και τον παρεμποδιστή σύνθεσης του αιθυλενίου AVG, με την εμπορική ονομασία ReTain.

Ο πρώτος ψεκασμός έγινε στις 17/10/2008, όταν η πλειοψηφία των ελιών στο δένδρο βρίσκονταν στο στάδιο του γαλακτώματος (MI ~1) και οι καρποί συγκομίστηκαν στις 10/11/2008 (συγκομιδή I), όταν οι ελιές είχαν MI ~3,5 (σχεδόν όλη η επιφάνεια του φλοιού είχε αποκτήσει κόκκινο ή 'κερασί' χρώμα). Οι επεμβάσεις αποτελούνταν από:

1. Το αφισικό οξύ (ABA, (±)-Abscisic acid, ≥98.5%, (2Z,4E)-5-(1-Hydroxy-2,6,6-trimethyl-4-oxo-2-cyclohexen-1-yl)-3-methyl-2,4-pentadienoic acid) (Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Steinheim, Germany) σε συγκεντρώσεις 150 και 300 mg L<sup>-1</sup>.
2. Το αιθυλενοπαράγωγο Ethephon (ETH, με δραστική ουσία το Ethephon (2-chloroethylphosphonic acid), 48% (w/v)) (Χελλαφάρμ Α.Ε., Μαρούσι, Ελλάδα) σε συγκεντρώσεις 500 και 1000 μL L<sup>-1</sup>.
3. Τον παρεμποδιστή σύνθεσης του αιθυλενίου AVG, με την εμπορική ονομασία ReTain<sup>TM</sup> (aminoethoxyvinylglycine ή ((S)-trans-2-amino-4-(2-aminoethoxy)-3-butenoic acid), 4,15% (w/w)) (Valent BioScience Corporation, Libertyville, USA) σε συγκεντρώσεις 150 και 300 mg L<sup>-1</sup> ReTain ή 6,22 και 12,45 mg L<sup>-1</sup> AVG.
4. Το μάρτυρα.

Ο δεύτερος χειρισμός έγινε στις 30/10/2008, όταν οι ελιές είχαν MI ~2,3 (ο φλοιός είχε αποκτήσει κόκκινο χρώμα σε ποσοστό >50% της επιφάνειας των καρπών), και περιελάμβανε ψεκασμούς με ABA και ETH, στις ίδιες συγκεντρώσεις με παραπάνω. Η συγκομιδή των ελιών έγινε στις 23/11/2008 (συγκομιδή II), όταν ο MI ήταν ~5 (το χρώμα του φλοιού ήταν ιώδες και είχε αρχίσει και η αλλαγή του χρώματος της σάρκας από λευκό σε ιώδες).

Οι τελευταίες επεμβάσεις πραγματοποιήθηκαν στις 10/11/2008, όταν οι ελιές είχαν ΜΙ ~3,5 (ομοιόμορφος 'κερασί' χρωματισμός του φλοιού) και περιελάμβαναν τους ίδιους ψεκασμούς με την δεύτερη ημερομηνία. Οι ελιές συγκομίστηκαν στις 02/12/2008 (συγκομιδή ΙΙΙ), με ΜΙ ~6,5 (ιώδες χρώμα στα φλοιό και στη σάρκα).

Για κάθε επέμβαση ψεκάστηκαν 3 δένδρα μέχρι πλήρους απορροής συμπεριλαμβανομένων και των δένδρων του μάρτυρα που ψεκάστηκαν με νερό. Το pH όλων των διαλυμάτων που χρησιμοποιήθηκαν στους ψεκασμούς ήταν 6,5 και σε κάθε διάλυμα προστέθηκε 0,05% (v/v) προσκολλητική ουσία Tween 20. Το pH ρυθμίστηκε στο 6,5 διότι στη βιβλιογραφία προτείνεται ότι στο συγκεκριμένο pH η απελευθέρωση του αιθυλενίου από το διάλυμα έχει σταθερό και συνεχόμενο ρυθμό (Klein *et al.*, 1979). Επίσης, σε όλα τα δένδρα, εκτός των επεμβάσεων με AVG, τοποθετήθηκαν δίκτυα σε μερικά από τα κλαδιά τους για να υπολογιστεί το ποσοστό της καρπόπτωσης που τυχόν να προκάλεσαν οι επεμβάσεις.

Οι καρποί και από τις τρεις συγκομιδές μεταφέρθηκαν αυθημερόν στο Εργαστήριο Δενδροκομίας του ΓΠΑ όπου ακολούθησε η διαλογή τους. Κατά τη διαλογή απορρίφθηκαν οι ελαττωματικοί καρποί και αυτοί που δεν αντιστοιχούσαν στο στάδιο ωριμότητας που ήταν επικρατές κατά την ημερομηνία της συγκομιδής. Έπειτα οι ελιές από κάθε επέμβαση ανακατεύθηκαν και στη συνέχεια χωρίστηκαν σε ομάδες των ~60 καρπών. Επιπλέον, οι καρποί από την Ι συγκομιδή αποθηκεύθηκαν για 1 και 7 ημέρες, σε θάλαμο αποθήκευσης στους 20 °C και σε σχετική υγρασία 90%.

Στους καρπούς από την Ι συγκομιδή (ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008) εξετάστηκε η επίδραση των προσυλλεκτικών επεμβάσεων ξεχωριστά για κάθε ρυθμιστή αύξησης (3 επίπεδα: μάρτυρας, χαμηλή και υψηλή συγκέντρωση) και του χρόνου της αποθήκευσης (2 επίπεδα: 1 και 7 ημέρες αποθήκευσης) στις αντιοξειδωτικές ουσίες στο εδώδιμο μέρος των καρπών (ολικά φαινολικά, ολική αντιοξειδωτική ικανότητα και μεμονωμένες φαινολικές ουσίες), στην ελαιοπεριεκτικότητα και στο προφίλ των λιπαρών οξέων.

Στους καρπούς από τις συγκομιδές ΙΙ και ΙΙΙ (ημερομηνίες ψεκασμού: 30/10/2008 και 10/11/2008 και ημερομηνίες συγκομιδής: 23/11/2008 και 2/12/2008, για την ΙΙ και τη ΙΙΙ, αντίστοιχα) εξετάστηκε η επίδραση των προσυλλεκτικών επεμβάσεων, ξεχωριστά για κάθε ρυθμιστή αύξησης (3 επίπεδα: μάρτυρας, χαμηλή και υψηλή συγκέντρωση) επί των ολικών αντιοξειδωτικών ουσιών (ολικά φαινολικά και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα) και επί της ελαιοπεριεκτικότητας. Επίσης, εκτιμήθηκε το ποσοστό της καρπόπτωσης που προκλήθηκε από τις επεμβάσεις.

Το πείραμα σχεδιάστηκε ως παραγοντικό κατά το εντελώς τυχαίοποιημένο σχέδιο και για κάθε συνδυασμό των παραγόντων και των επιπέδων τους χρησιμοποιήθηκαν τρεις επαναλήψεις ( $n = 3$ ) (Καλτσίκης, 1989).

### 2.2.1.2. Πείραμα Β

Στο πείραμα Β χρησιμοποιήθηκαν δένδρα από τον ίδιο πειραματικό ελαιώνα με το πείραμα Α, ηλικίας 8 ετών, που δεν είχαν χρησιμοποιηθεί την προηγούμενη πειραματική χρονιά.

Οι πειραματικές επεμβάσεις αποτελούνταν από την εφαρμογή δακτυλίωσης στους 2 από τους 4 βραχίονες του κάθε πειραματικού δένδρου και από προσυλλεκτικούς ψεκασμούς με ΕΤΗ, τη συνθετική αυξίνη ναφθαλινοξικό οξύ (NAA) και τον συνδυασμό τους. Κατά την εφαρμογή της δακτυλίωσης αφαιρέθηκε δακτύλιος φλοιού πάχους 1 cm στους επιλεγμένους βραχίονες. Οι επεμβάσεις έλαβαν χώρα στις 6/11/2009 όταν οι ελιές βρίσκονταν στο στάδιο του γαλακτώματος και είχαν ΜΙ ~1. Αναλυτικά οι προσυλλεκτικοί ψεκασμοί περιελάμβαναν:

1. Το ΕΤΗ, σε συγκέντρωση  $1200 \mu\text{L L}^{-1}$ .
2. Το NAA, (1-Naphthaleneacetic acid,  $\geq 95\%$ ) (Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Steinheim, Germany), σε συγκεντρώσεις 150 και  $300 \text{ mg L}^{-1}$ .
3. Τον συνδυασμό ΕΤΗ και NAA σε συγκεντρώσεις  $1200 \mu\text{L L}^{-1}$  και  $300 \text{ mg L}^{-1}$ , αντίστοιχα.
4. Το μάρτυρα.

Οι επεμβάσεις και η προετοιμασία των ψεκαστικών διαλυμάτων έγιναν όπως περιγράφεται στο Πείραμα Α. Το NAA διαλύθηκε πρώτα σε διάλυμα αιθανόλης και στη συνέχεια προστέθηκε νερό μέχρι τον επιθυμητό όγκο του διαλύματος.

Η συγκομιδή των καρπών πραγματοποιήθηκε ~1 μήνα αργότερα στις 8/12/2009 όταν η πλειοψηφία των ελιών στα δένδρα είχαν ΜΙ 4. Οι καρποί μεταφέρθηκαν αυθημερόν στο Εργαστήριο Δενδροκομίας του ΓΠΑ όπου έγινε η διαλογή τους και ο χωρισμός τους σε ομάδες, όπως περιγράφεται στο Πείραμα Α.

Συμπερασματικά, στο συγκεκριμένο πείραμα εξετάστηκε η επίδραση των προσυλλεκτικών επεμβάσεων (πέντε επίπεδα: Μάρτυρας, ΕΤΗ, NAA 150, NAA 300 και ΕΤΗ+NAA 300) και της δακτυλίωσης (δύο επίπεδα: εφαρμογή και μη εφαρμογή δακτυλίωσης), σε φυσιολογικά χαρακτηριστικά των καρπών (χρώμα φλοιού, αναπνοή, έκλυση αιθυλενίου και περιεκτικότητα σε λάδι και υγρασία), στις αντιοξειδωτικές ουσίες στο εδώδιμο μέρος των καρπών (ολικά φαινολικά και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα) και στο προφίλ των λιπαρών οξέων.

Το πείραμα σχεδιάστηκε ως παραγοντικό κατά το εντελώς τυχαίοποιημένο σχέδιο και για κάθε συνδυασμό των δύο παραγόντων και των επιπέδων τους χρησιμοποιήθηκαν τρεις επαναλήψεις ( $n = 3$ ) (Καλτσίκης, 1989).

## **2.2.2. Χαρακτηριστικά των καρπών**

### **2.2.2.1. Χρώμα του φλοιού των καρπών**

Το χρώμα του φλοιού εκτιμήθηκε όπως αναφέρεται στην παράγραφο 1.2.4.1. Οι συντεταγμένες του χρώματος προσδιορίστηκαν για τους καρπούς όλων των επεμβάσεων του πειράματος Β.

### **2.2.2.2. Αναπνοή των καρπών και έκλυση αιθυλενίου**

Η εκτίμηση της αναπνοής των καρπών και της έκλυσης του αιθυλενίου έγινε όπως αναφέρεται στην παράγραφο 1.2.4.2. Η αναπνοή των καρπών εκφράστηκε ως εκλυόμενα mmol CO<sub>2</sub>, ανά κιλό καρπών, ανά ώρα (mmol kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) και η έκλυση C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ως nmmol C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, ανά κιλό καρπών, ανά ώρα (nmmol kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) και οι δύο μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε θερμοκρασία 20 °C. Οι μετρήσεις της αναπνοής και της έκλυσης του C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> έγιναν στους καρπούς όλων των επεμβάσεων του πειράματος Β.

### **2.2.2.3. Υγρασία και ελαιοπεριεκτικότητα καρπών**

Ο υπολογισμός της υγρασίας και της ελαιοπεριεκτικότητας στο εδάδιμο μέρος των καρπών έγινε όπως αναφέρεται στην παράγραφο 1.2.5. Η υγρασία εκφράστηκε ως εκατοστιαία περιεκτικότητα σε υγρασία (% w/w FW) και η ελαιοπεριεκτικότητα ως εκατοστιαία περιεκτικότητα σε λάδι ανά ξηρό βάρος (% w/w DW). Το ποσοστό της υγρασίας εκτιμήθηκε στις ελιές όλων των επεμβάσεων του πειράματος Β και το ποσοστό του λαδιού στους καρπούς όλων των επεμβάσεων των πειραμάτων Α (και για τις 3 συγκομιδές) και Β.

## **2.2.3. Εκτίμηση αντιοξειδωτικών ουσιών των καρπών**

### **2.2.3.1. Εκχύλιση αντιοξειδωτικών ουσιών**

Η εκχύλιση των αντιοξειδωτικών ουσιών από τους καρπούς έγινε όπως περιγράφεται στην παράγραφο 1.2.8.1.

### **2.2.3.2. Προσδιορισμός ολικών φαινολικών (TP)**

Τα TP προσδιορίστηκαν όπως περιγράφεται στην παράγραφο 1.2.8.2. Η συγκέντρωση των TP εκφράστηκε ως ισοδύναμα mg γαλλικού οξέος (GA) ανά g ξηρού βάρους (DW) του εδάδιμου μέρους του καρπού (mg GAE g<sup>-1</sup> DW). Τα TP προσδιορίστηκαν στους καρπούς όλων των επεμβάσεων των πειραμάτων Α (και για τις 3 συγκομιδές) και Β.



### **2.2.3.3. Προσδιορισμός ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC)**

Η TAC εκτιμήθηκε με δύο μεθόδους, την FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) και την DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging capacity), όπως περιγράφεται στην παράγραφο 1.2.8.3.

Η TAC εκφράστηκε ως ισοδύναμα  $\mu\text{mol Trolox (T)}$  ανά  $\text{g}$  ξηρού βάρους (DW) σάρκας του καρπού ( $\mu\text{mol TE g}^{-1} \text{ DW}$ ). Η TAC προσδιορίστηκε στους καρπούς όλων των επεμβάσεων των πειραμάτων A (και για τις 3 συγκομιδές) και B.

### **2.2.3.4. Μέτρηση φαινολικών συστατικών με Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης (HPLC)**

Η ταυτοποίηση και ο ποσοτικός προσδιορισμός των μεμονωμένων φαινολικών συστατικών στο εδώδιμο μέρος των καρπών της ποικιλίας Κορωνέικη πραγματοποιήθηκε όπως περιγράφεται στην παράγραφο 1.2.8.4. Η συγκέντρωση των μεμονωμένων φαινολικών ουσιών εκφράστηκε ως  $\text{mg}$  ή  $\mu\text{g}$  του κάθε φαινολικού συστατικού  $\text{g}^{-1} \text{ DW}$  και προσδιορίστηκε στους καρπούς όλων των επεμβάσεων της I συγκομιδής, στο πείραμα A.

Λόγω της αύξησης της συγκέντρωσης της OLE κατά την αποθήκευση των ελιών πραγματοποιήθηκε περαιτέρω ταυτοποίησή της με τη χρήση ανιχνευτή φασμάτων μαζών σύμφωνα με τους Tsantili *et al.* (2012). Συγκεκριμένα, το σύστημα της HPLC (Shimadzu, Kyoto, Japan) αποτελούταν από αντλία βαθμιδωτής έκλουσης (Shimadzu LC-10AD VP) και ήταν εφοδιασμένο με έναν ανιχνευτή διάταξης διόδων (DAD, Diode-Array Detector) (SPD-M10 AVP) και έναν ανιχνευτή φασμάτων μαζών (MS, Mass Spectrometer Detector) (Shimadzu LC/MS-2010A). Ο διαχωρισμός των συστατικών του δείγματος έγινε σε στήλη Discovery<sup>®</sup> HS C18, 5  $\mu\text{m}$ , διαστάσεων 25  $\text{cm} \times 4,6 \text{ mm}$  (Supelco Analytical, Bellefonte, USA) και η κινητή φάση αποτελούνταν από 1% (v/v) φορμικό οξύ, 49%  $\text{H}_2\text{O}$  και 50%  $\text{MeOH}$ , η ροή της κινητής φάσης ήταν  $0,4 \text{ mL min}^{-1}$  και ο όγκος έγχυσης του δείγματος 20  $\mu\text{L}$ . Η ανίχνευση στον MS έγινε με ιονισμό ηλεκτροψεκασμού (ESI, Electrospray Ionization) σε αρνητική λειτουργία. Αναλυτικά οι συνθήκες του MS παρουσιάζονται στο Παράρτημα III. Η ταυτοποίηση της OLE έγινε κατόπιν σύγκρισης της κορυφής του δείγματος, (αραίωση 1:300 σε διάλυμα  $\text{H}_2\text{O}:\text{MeOH}$  1:1), με πρότυπη ουσία OLE. Η σύγκριση βασίστηκε στο χρόνο έκλουσης της OLE και στα φάσματα UV ( $\lambda_{\text{max}}=231, 280 \text{ nm}$ ) και MS ( $[\text{M}-\text{H}]^- = 539$ ). Η καταγραφή των φασμάτων UV και MS έγινε καθ' όλη τη διάρκεια έκλουσης της κορυφής με σκοπό να επιβεβαιωθεί ότι η συγκεκριμένη κορυφή αντιστοιχούσε μόνο στην OLE.

Η ταυτοποίηση της OLE πραγματοποιήθηκε στα δείγματα που αντιστοιχούσαν στους καρπούς της επέμβασης του μάρτυρα και για τις δύο ημερομηνίες της αποθήκευσης.

#### **2.2.4. Εξαγωγή του ελαιόλαδου και εκτίμηση του προφίλ των λιπαρών οξέων**

Η εξαγωγή του ελαιόλαδου από τους καρπούς έγινε με ψυχρή έκθλιψη όπως περιγράφεται στην παράγραφο 1.2.6 και η ταυτοποίηση και ο ποσοτικός προσδιορισμός των λιπαρών οξέων (FA) πραγματοποιήθηκε όπως περιγράφεται στην παράγραφο 1.2.7. Η συγκέντρωση των FA προσδιορίστηκε στο λάδι από τους καρπούς της I συγκομιδής όλων των επεμβάσεων, του πειράματος A και στους καρπούς όλων των επεμβάσεων του πειράματος B. Τα αποτελέσματα για κάθε FA εκφράστηκαν ως εκατοστιαία περιεκτικότητα στο λάδι (% w/w).

#### **2.2.5. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων**

Στο Πείραμα A, στη συγκομιδή I, οι επιδράσεις των παραγόντων (επέμβαση και χρόνος αποθήκευσης) επί των εξεταζόμενων χαρακτηριστικών έγιναν με δι-παραγοντικές αναλύσεις της διασποράς (ANOVA) (συγκέντρωση ρυθμιστή αύξησης × χρόνος αποθήκευσης). Στις συγκομιδές II και III, του πειράματος A, η επίδραση της κάθε επέμβασης ξεχωριστά, εκτιμήθηκε με μόνο-παραγοντικές αναλύσεις της διασποράς (ANOVA). Τέλος, οι επιδράσεις των παραγόντων (επέμβαση και χρόνος εφαρμογής της κάθε επέμβασης) εκτιμήθηκαν με δι-παραγοντικές αναλύσεις της διασποράς (ANOVA) (συγκέντρωση ρυθμιστή αύξησης × χρόνος εφαρμογής). Στο Πείραμα B, οι επιδράσεις των δύο παραγόντων (επέμβαση και δακτυλίωση), εκτιμήθηκαν με δι-παραγοντικές αναλύσεις της διασποράς (ANOVA) (επέμβαση × δακτυλίωση).

Οι συγκρίσεις των μέσων έγιναν με βάση τη μέθοδο της έντιμης σημαντικής διαφοράς (HSD, Honest Significant Difference) της μεθόδου Tukey – HSD.

Όλες οι στατιστικές αναλύσεις έγιναν με το λογισμικό JMP 7.0.1 (SAS Institute, Cary, NC, USA).

## 2.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

---

### 2.3.1. Ποσοστό καρπόπτωσης, στο Πείραμα Α

Οι προσυλλεκτικές επεμβάσεις με ETH και ABA παρατηρήθηκε ότι προκάλεσαν καρπόπτωση, της οποίας το ποσοστό αυξήθηκε αυξανόμενης της συγκέντρωσης των δύο ρυθμιστών. Επίσης, το ποσοστό παρατηρήθηκε αυξημένο στις συγκομιδές II και III, που αντιστοιχούσαν στις όψιμες προσυλλεκτικές επεμβάσεις.

Συγκεκριμένα, την ημέρα της συγκομιδής I (ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008), στα δένδρα που είχαν δεχθεί τις επεμβάσεις με ETH και ABA το ποσοστό της καρπόπτωσης υπολογίστηκε κάτω από 5%, για όλες τις συγκεντρώσεις. Το ποσοστό αυτό ήταν παρόμοιο με του μάρτυρα. Ωστόσο, κατά τη συγκομιδή II (ημερομηνία ψεκασμού: 30/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 23/11/2008) το ποσοστό της καρπόπτωσης για τις επεμβάσεις με ETH υπολογίστηκε στο 20% και 30%, για τις συγκεντρώσεις των 500 και 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$ , αντίστοιχα. Παράλληλα, στο δένδρα που είχαν δεχθεί τις επεμβάσεις με ABA, το ποσοστό της καρπόπτωσης κατά τη II συγκομιδή ήταν μικρότερο από το αντίστοιχο των επεμβάσεων με ETH. Συγκεκριμένα, υπολογίστηκε στο 10% και 15%, για τις συγκεντρώσεις των 150 και 300  $\text{mg L}^{-1}$ , αντίστοιχα.

Τέλος, κατά τη συγκομιδή III (ημερομηνία ψεκασμού: 10/11/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 2/12/2008) το ποσοστό της καρπόπτωσης παρατηρήθηκε κατά πολύ αυξημένο και για τους δύο ρυθμιστές αύξησης. Αναλυτικά, για τις επεμβάσεις με ETH η καρπόπτωση υπολογίστηκε στο 40% και 50%, για τις επεμβάσεις με ETH 500 και ETH 1000, αντίστοιχα. Ενώ, για τους χειρισμούς με ABA το ποσοστό της καρπόπτωσης υπολογίστηκε στο 35% και 45%, για τις επεμβάσεις με ABA 150 και ABA 300, αντίστοιχα. Επιπλέον της καρπόπτωσης κατά τη συγκομιδή III παρατηρήθηκε και φυλλόπτωση στα δένδρα των παραπάνω επεμβάσεων. Η φυλλόπτωση ήταν εντονότερη στις δύο υψηλότερες συγκεντρώσεις του ETH και του ABA.

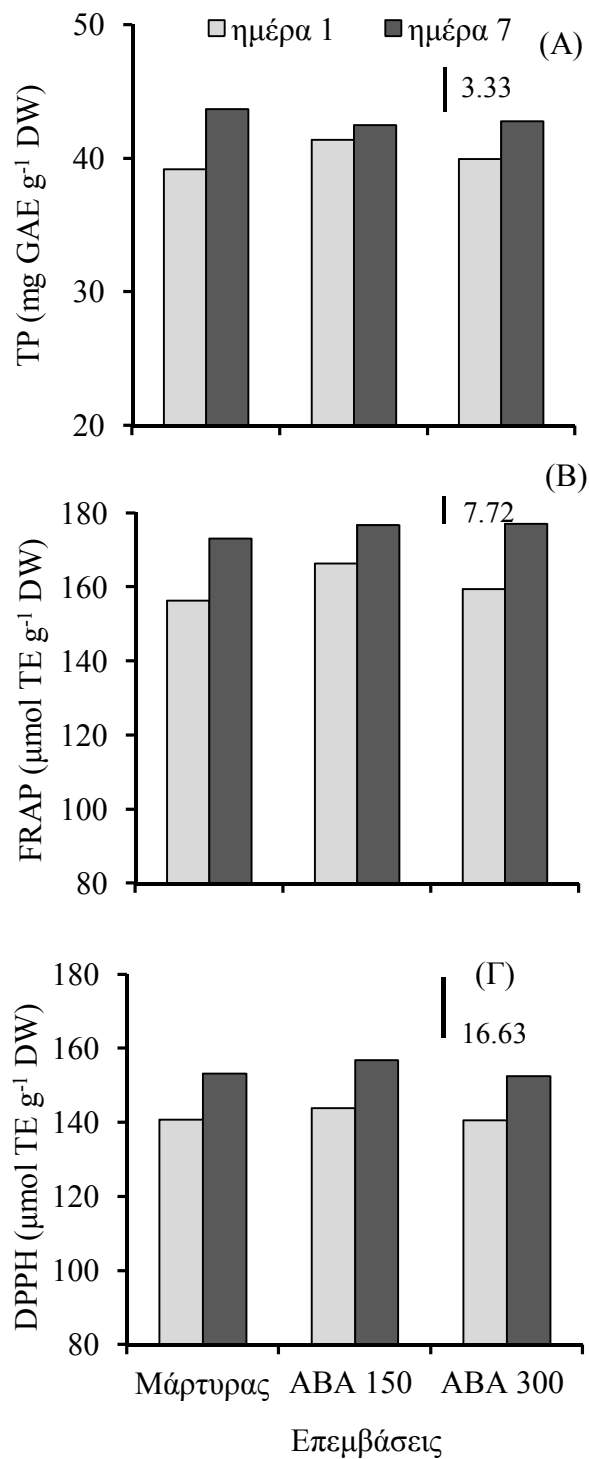
### 2.3.2. Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC), στο Πείραμα Α

Η συγκέντρωση των TP εκτιμήθηκε μεταξύ 17 και 47  $\text{mg GAE g}^{-1} \text{DW}$ , ενώ η TAC μεταξύ 116 και 178  $\mu\text{mol TE g}^{-1} \text{DW}$ , εκτιμώμενη με τη μέθοδο FRAP, και μεταξύ 104 και 159  $\mu\text{mol TE g}^{-1} \text{DW}$ , εκτιμώμενη με τη μέθοδο DPPH, στο εδώδιμο μέρος των καρπών των συγκομιδών I, II και III, και για τις δύο ημερομηνίες της αποθήκευσης της συγκομιδής I.

### **2.3.2.1. Επιδράσεις των επεμβάσεων με ABA**

Κατά τη συγκομιδή I, η συγκέντρωση των TP στο εδώδιμο μέρος των καρπών δεν επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις με ABA και για τις δύο ημερομηνίες της αποθήκευσης ( $P_{tr} > 0,05$  και για τις δύο μεταβλητές) (Πίνακας 2.1) (Γράφημα 2.1 Α). Ωστόσο, στις ελιές της επέμβασης του μάρτυρα οι τιμές των TP αυξήθηκαν σημαντικά από την 1<sup>η</sup> στην 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης ( $P_{st} < 0,001$ ).

Οι τιμές της TAC, εκτιμούμενες με τη μέθοδο FRAP, την 1<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης ήταν σημαντικά υψηλότερες στις ελιές της επέμβασης με ABA 150, σε σύγκριση με τις τιμές του μάρτυρα και του ABA 300 ( $P_{tr} < 0,001$ ) (Πίνακας 2.1) (Γράφημα 2.1 Γ). Ενώ, κατά την εκτίμηση της TAC με τη μέθοδο DPPH, η επίδραση των επεμβάσεων με ABA δεν ήταν σημαντική ( $P_{tr} > 0,05$ ) (Γράφημα 2.1 Δ). Παράλληλα, παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση των τιμών της TAC, και με τις δύο μεθόδους, από την 1<sup>η</sup> στην 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης στις ελιές όλων των επεμβάσεων ( $P_{st} < 0,001$  και για τις δύο μεθόδους).



**Γράφημα 2.1.** Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με αμισικό οξύ (ABA) (ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008) (συγκομιδή I), κατά την αποθήκευσή τους για 1 και 7 ημέρες στους 20 °C. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση  $\times$  χρόνος αποθήκευσης), περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

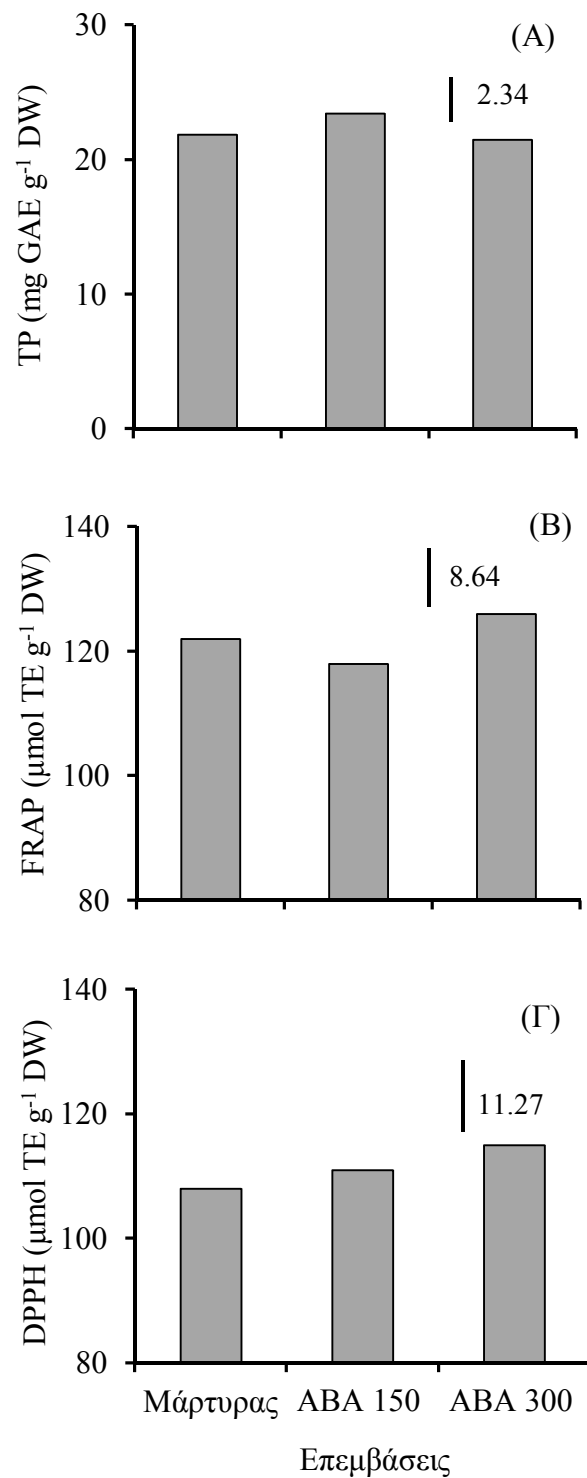
**Πίνακας 2.1.** Πιθανότητες των επιδράσεων των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με ABA (*Ptr*), της αποθήκευσης (*Pst*) και της αλληλεπίδρασής τους (*Ptr* × *st*) επί των ολικών φαινολικών (TP) και της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH (Γράφημα 2.1) σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, κατά την συγκομιδή Ι.

ΠΠ†	Μεταβλητή		
	TP	FRAP	DPPH
<i>Ptr</i>	NS	***	NS
<i>Pst</i>	***	***	***
<i>Ptr</i> × <i>st</i>	NS	*	NS

† ΠΠ: πηγή παραλλακτικότητας

NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$

Στο εδώδιμο μέρος των ελιών της συγκομιδής ΙΙ (ημερομηνία ψεκασμού: 30/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 23/11/2008) η συγκέντρωση των TP και η TAC, εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, δεν επηρεάστηκαν από τις προσυλλεκτικές επεμβάσεις με ABA ( $P_{tr} > 0,05$ , για όλες τις μεταβλητές) (Πίνακας 2.2) (Γράφημα 2.2).



**Γράφημα 2.2.** Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με αψισικό οξύ (ABA) (ημερομηνία ψεκασμού: 30/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 23/11/2008) (II συγκομιδή). Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από μόνο-παραγοντική ANOVA, περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

**Πίνακας 2.2.** Πιθανότητες των επιδράσεων των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με ABA (*P<sub>tr</sub>*) επί των ολικών φαινολικών (TP) και της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH (Γράφημα 2.2) σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, κατά την συγκομιδή II.

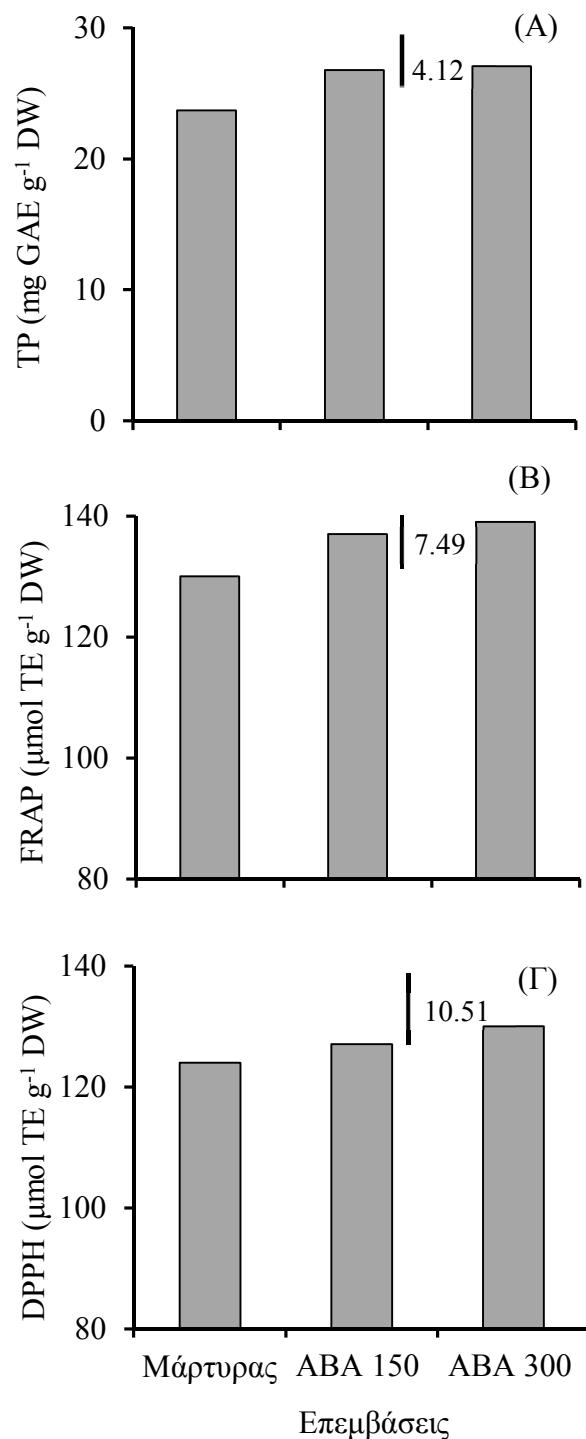
ΠΠ†	Μεταβλητή		
	TP	FRAP	DPPH
<i>P<sub>tr</sub></i>	NS	NS	NS

† ΠΠ: πηγή παραλλακτικότητας

NS, μη σημαντικό

Στις ελιές της συγκομιδής III παρατηρήθηκε μία τάση αύξησης των τιμών των TP και της TAC από τις επεμβάσεις με ABA (ημερομηνία ψεκασμού: 10/11/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 2/12/2008) (Γράφημα 2.3). Συγκεκριμένα, οι τιμές της TAC, εκτιμούμενες με τη μέθοδο FRAP, στους καρπούς της επέμβασης με ABA 300 ήταν σημαντικά υψηλότερες από του μάρτυρα ( $P_{tr} < 0,01$ ) (Πίνακας 2.3). Αντίθετα η επίδραση των επεμβάσεων με ABA στις τιμές των TP και της TAC, με τη μέθοδο DPPH, δεν εκτιμήθηκε στατικά σημαντική ( $P_{tr} > 0,05$  και για τις δύο μεταβλητές).





**Γράφημα 2.3.** Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με αψισικό οξύ (ABA) (ημερομηνία ψεκασμού: 10/11/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 2/12/2008) (συγκομιδή III). Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από μόνο-παραγοντική ANOVA, περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

**Πίνακας 2.3.** Πιθανότητες των επιδράσεων των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με ABA (*P<sub>tr</sub>*) επί των ολικών φαινολικών (TP) και της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH (Γράφημα 2.3) σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, κατά την III συγκομιδή.

ΠΠ†	Μεταβλητή		
	TP	FRAP	DPPH
<i>P<sub>tr</sub></i>	NS	**	NS

† ΠΠ: πηγή παραλλακτικότητας

NS, μη σημαντικό; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$

Οι τιμές των TP και της TAC, μετρούμενη και με τις μεθόδους FRAP και DPPH, μειώθηκαν αυξανόμενου του MI από 3,5 σε 5 ( $P_{mi} < 0,001$ ), όπως έχει παρατηρηθεί και στο Κεφάλαιο 1 (παράγραφος 1.3.9.1). Αντίθετα, οι επιδράσεις των επεμβάσεων με ABA δεν εκτιμήθηκαν σημαντικές επί της συγκέντρωσης των TP και επί της TAC ( $P_{tr} < 0,01$ ). Ωστόσο, δεν γίνεται εκτεταμένος σχολιασμός των αποτελεσμάτων επειδή υπήρχε εκτεταμένη φυλλόπτωση και καρπόπτωση στις συγκομιδές II και III, για το λόγο αυτό τα αποτελέσματα δεν μπορούν να θεωρηθούν αξιόπιστα.

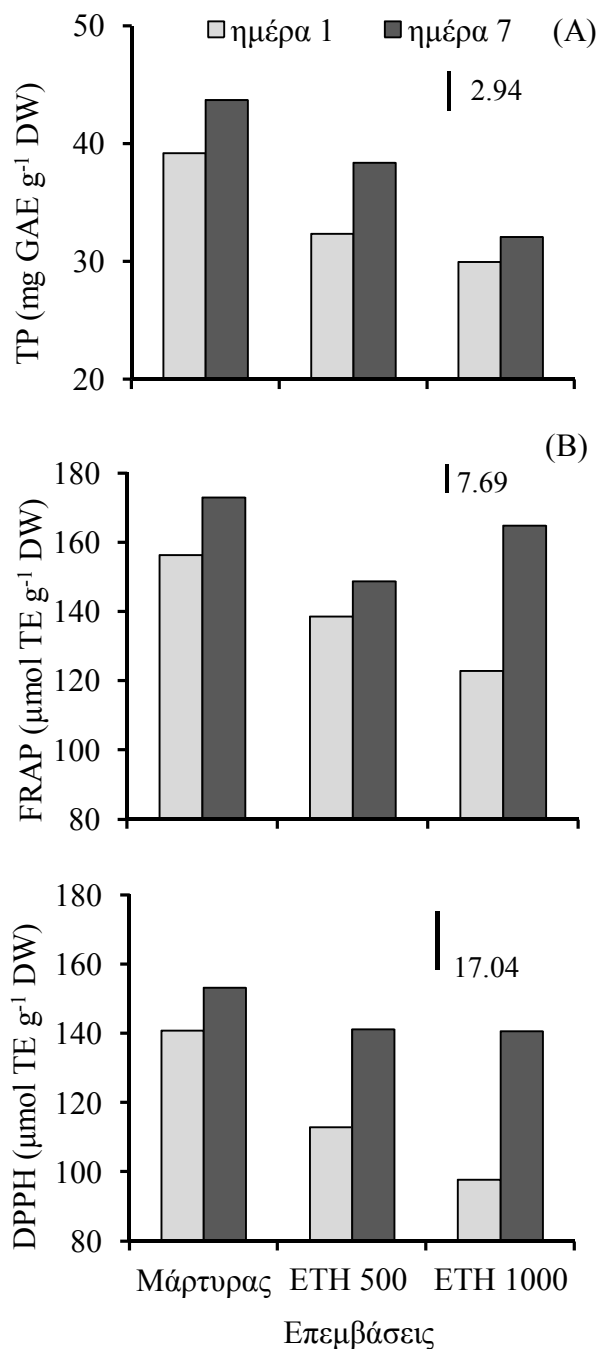
### 2.3.2.2. Επιδράσεις των επεμβάσεων με ETH

Κατά τη συγκομιδή I, στους καρπούς που είχαν δεχθεί τις επεμβάσεις με ETH η συγκέντρωση των TP εκτιμήθηκε χαμηλότερη από του μάρτυρα και στις δύο ημερομηνίες της αποθήκευσης, ενώ στο τέλος της αποθήκευσης οι τιμές των TP στις ελιές της επέμβασης με ETH 1000 ήταν σημαντικά μικρότερες από του ETH 500 ( $P_{tr} < 0,001$ ) (Πίνακας 2.4) (Γράφημα 2.4 Α). Επίσης, η συγκέντρωση των TP στους καρπούς των επεμβάσεων του μάρτυρα και του ETH 500 αυξήθηκε σημαντικά από την 1<sup>η</sup> στην 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης ( $P_{st} < 0,001$ ).

Στους καρπούς της επέμβασης με ETH 1000 την 1<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης οι τιμές της TAC, εκτιμώμενες με τη μέθοδο FRAP, ήταν σημαντικά χαμηλότερες από τις άλλες δύο επεμβάσεις. Καθ’ όλη τη διάρκεια της αποθήκευσης οι τιμές της TAC στους καρπούς των δύο επεμβάσεων με ETH ήταν χαμηλότερες από του μάρτυρα ( $P_{tr} < 0,001$ ) (Πίνακας 2.4) (Γράφημα 2.4 Γ). Επίσης, παρατηρήθηκε αύξηση της TAC στις ελιές των επεμβάσεων του μάρτυρα και του ETH 1000 από την 1<sup>η</sup> στην 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης ( $P_{st} < 0,001$ ).

Σχεδόν παρόμοια πορεία ακολούθησαν οι τιμές της TAC εκτιμώμενες με τη μέθοδο DPPH. Συγκεκριμένα, οι τιμές της TAC στις ελιές των επεμβάσεων με ETH κατά την 1<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης ήταν σημαντικά χαμηλότερες του μάρτυρα την ίδια ημέρα ( $P_{tr} < 0,001$ ) (Πίνακας 2.4)

(Γράφημα 2.4 Δ). Τέλος, στατιστικά σημαντική αύξηση κατά την 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης παρατηρήθηκε μόνο στους καρπούς που είχαν δεχθεί τις επεμβάσεις με ETH ( $Pst < 0,001$ ).



**Γράφημα 2.4.** Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με Etherphon (ETH) (ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008) (συγκομιδή Ι), κατά την αποθήκευσή τους για 1 και 7 ημέρες στους 20 °C. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση × χρόνος αποθήκευσης), περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

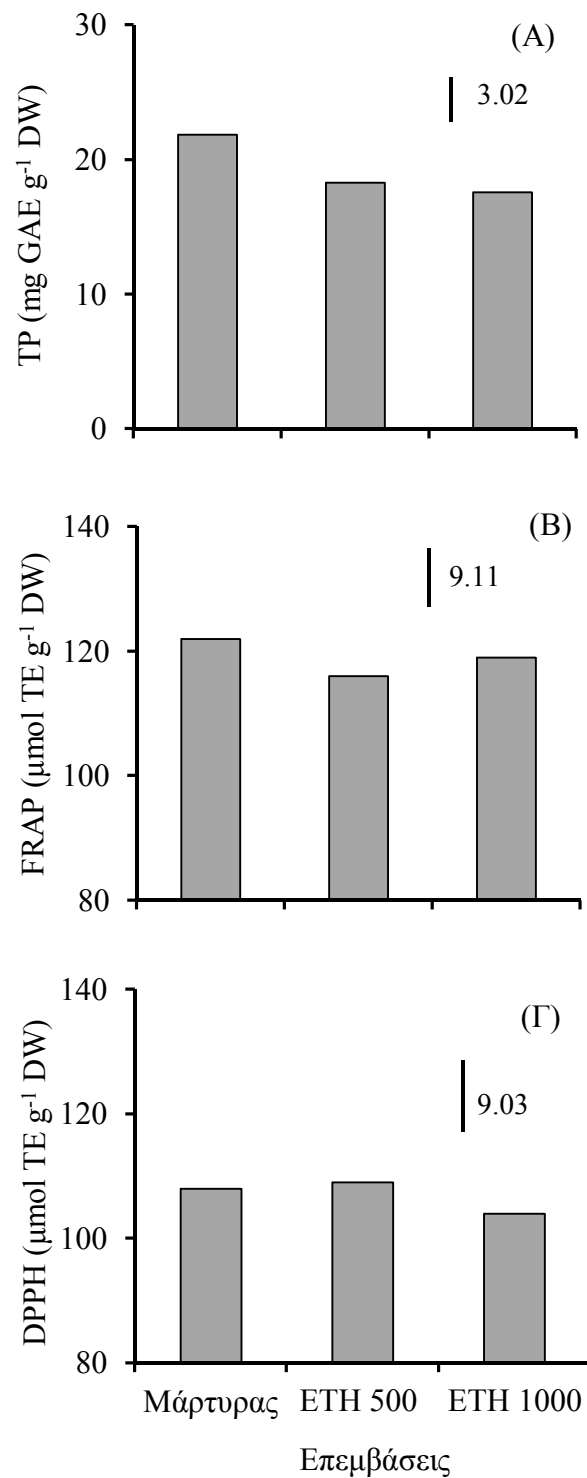
**Πίνακας 2.4.** Πιθανότητες των επιδράσεων των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με ΕΤΗ (*Ptr*), της αποθήκευσης (*Pst*) και της αλληλεπίδρασής τους (*Ptr* × *st*) επί των ολικών φαινολικών (ΤΡ) και της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (ΤΑC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH (Γράφημα 2.4) σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, κατά τη συγκομιδή Ι.

ΠΠ†	Μεταβλητή		
	ΤΡ	FRAP	DPPH
<i>Ptr</i>	***	***	***
<i>Pst</i>	***	***	***
<i>Ptr</i> × <i>st</i>	*	***	**

† ΠΠ: πηγή παραλλακτικότητας

NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$

Κατά τη συγκομιδή ΙΙ (ημερομηνία ψεκασμού: 30/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 23/11/2008), στο εδάδιμο μέρος των καρπών που είχαν δεχθεί τις επεμβάσεις με ΕΤΗ η συγκέντρωση των ΤΡ μειώθηκε σημαντικά σε σύγκριση με το μάρτυρα ( $Ptr < 0,001$ ) (Πίνακας 2.5) (Γράφημα 2.5 Α). Αντίθετα, οι προσυλλεκτικοί χειρισμοί με ΕΤΗ δεν επέδρασαν σημαντικά στις τιμές της ΤΑC, εκτιμώμενη και με τις δύο μεθόδους μέτρησης ( $Ptr < 0,05$ , για τη FRAP και την DPPH) (Πίνακας 2.5) (Γράφημα 2.5 Β και Γ).



**Γράφημα 2.5.** Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με Ethephon (ETH) (ημερομηνία ψεκασμού: 30/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 23/11/2008) (συγκομιδή II). Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από μόνο-παραγοντική ANOVA, περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

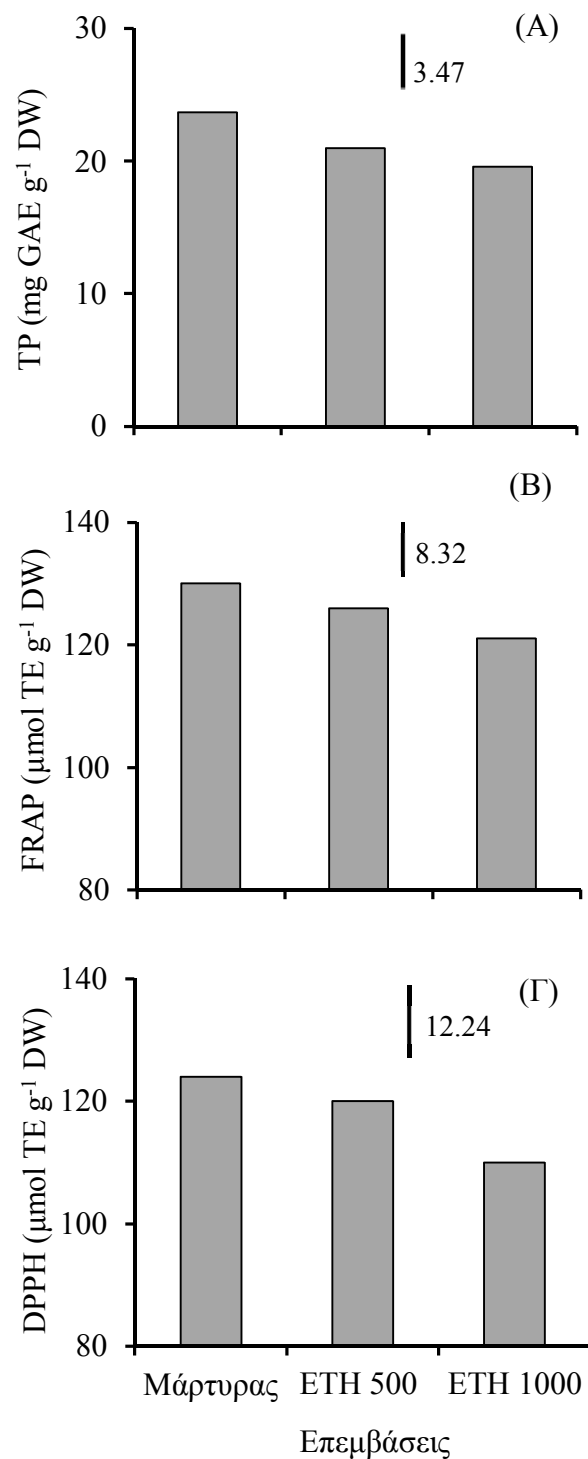
**Πίνακας 2.5.** Πιθανότητες των επιδράσεων των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με ΕΤΗ (*P<sub>tr</sub>*) επί των ολικών φαινολικών (ΤΡ) και της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (ΤΑC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH (Γράφημα 2.5) σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, κατά τη συγκομιδή ΙΙ.

ΠΠ†	Μεταβλητή		
	ΤΡ	FRAP	DPPH
<i>P<sub>tr</sub></i>	***	NS	NS

† ΠΠ: πηγή παραλλακτικότητας

NS, μη σημαντικό

Στις ελιές της συγκομιδής ΙΙΙ (ημερομηνία ψεκασμού: 10/11/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 2/12/2008), οι επεμβάσεις με ΕΤΗ μείωσαν τη συγκέντρωση των ΤΡ. Συγκεκριμένα, οι τιμές των ΤΡ παρατηρήθηκαν σημαντικά μικρότερες στους καρπούς των επεμβάσεων με ΕΤΗ σε σύγκριση με του μάρτυρα ( $P_{tr} < 0,001$ ) (Πίνακας 2.6) (Γράφημα 2.6 Α). Παρόμοια τάση με τα ΤΡ παρουσίασαν και οι τιμές της ΤΑC, οι οποίες μειώθηκαν στις ελιές των επεμβάσεων με ΕΤΗ. Αναλυτικά, οι τιμές της ΤΑC, εκτιμώμενες τόσο με τη μέθοδο FRAP όσο και με τη DPPH, παρατηρήθηκαν σημαντικά μειωμένες στους καρπούς της επέμβασης με ΕΤΗ 1000 σε σύγκριση με του μάρτυρα ( $P_{tr} < 0,01$ ) (Γράφημα 2.6 Β και Γ).



**Γράφημα 2.6.** Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με Ethephon (ETH) (ημερομηνία ψεκασμού: 10/11/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 2/12/2008) (συγκομιδή III). Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από μόνο-παραγοντική ANOVA, περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

**Πίνακας 2.6.** Πιθανότητες των επιδράσεων των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με ETH (*P<sub>tr</sub>*) επί των ολικών φαινολικών (TP) και της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH (Γράφημα 2.6) σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, κατά τη συγκομιδή ΙΙΙ.

ΠΠ†	Μεταβλητή		
	TP	FRAP	DPPH
<i>P<sub>tr</sub></i>	***	**	**

† ΠΠ: πηγή παραλλακτικότητας

\*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$

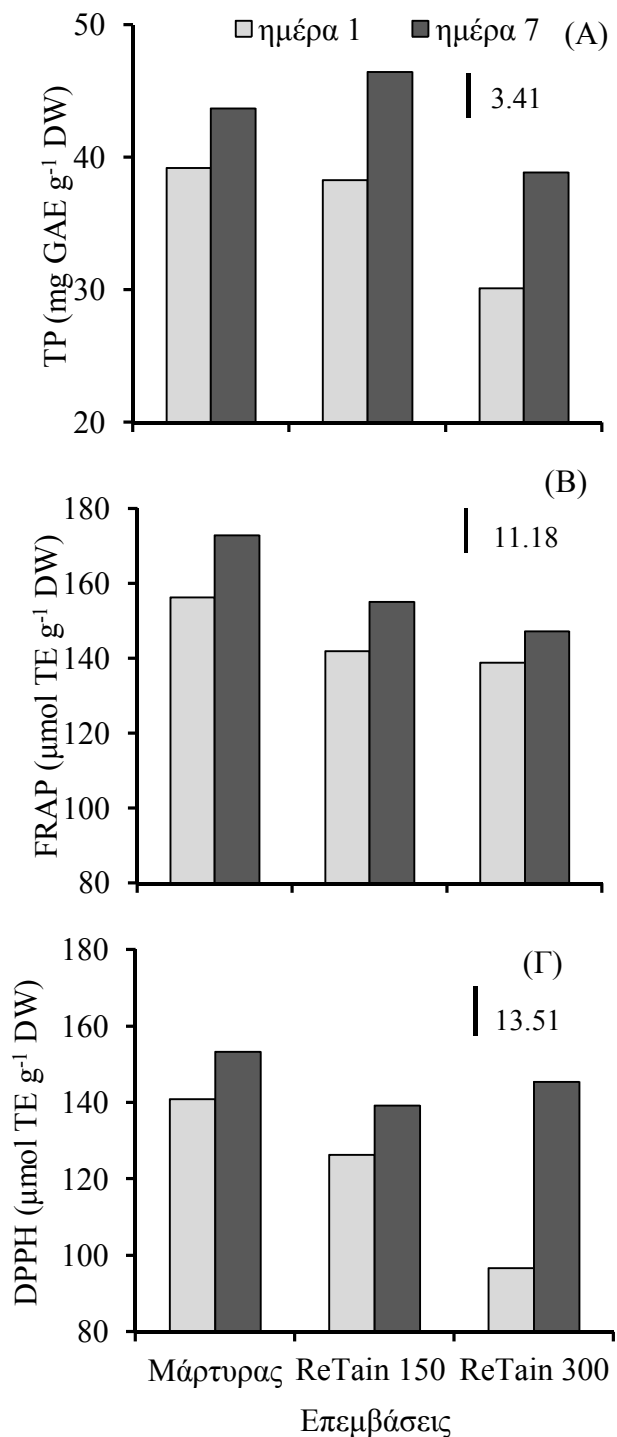
Οι τιμές των TP και της TAC, μετρούμενη και με τις μεθόδους FRAP και DPPH, μειώθηκαν αυξανόμενου του ΜΙ από 3,5 σε 5 ( $P_{mi} < 0,001$ ), όπως έχει παρατηρηθεί και στο Κεφάλαιο 1 (παράγραφος 1.3.9.1). Επιπλέον, στους καρπούς της επέμβασης με ETH 1000 οι τιμές των TP και της TAC, και με τις δύο μεθόδους, ήταν μικρότερες από του μάρτυρα, στις συγκομιδές Ι και ΙΙΙ ( $P_{tr} < 0,01$ ). Ωστόσο, δεν γίνεται εκτεταμένος σχολιασμός των αποτελεσμάτων επειδή υπήρχε εκτεταμένη φυλλόπτωση και καρπόπτωση στις συγκομιδές ΙΙ και ΙΙΙ, για το λόγο αυτό τα αποτελέσματα δεν μπορούν να θεωρηθούν αξιόπιστα.

### 2.3.2.3. Επιδράσεις των επεμβάσεων με ReTain

Οι τιμές των TP στις ελιές που είχαν δεχθεί την επέμβαση με ReTain 300 ήταν σημαντικά μικρότερες από του μάρτυρα και του ReTain 150 και τις δύο ημερομηνίες της αποθήκευσης ( $P_{tr} < 0,001$ ) (Πίνακας 2.7) (Γράφημα 2.7 Α). Επιπλέον, η συγκέντρωση των TP στο εδάδιμο μέρος των ελιών αυξήθηκε σημαντικά στους καρπούς όλων των επεμβάσεων την 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης σε σχέση με την 1<sup>η</sup> ( $P_{st} < 0,001$  και για τις δύο μεταβλητές).

Οι τιμές της TAC, εκτιμώμενες με τη μέθοδο FRAP, στις ελιές της επέμβασης με ReTain 150 ήταν σημαντικά μικρότερες από τις αντίστοιχες του μάρτυρα και στις δύο ημερομηνίες της αποθήκευσης, ενώ της επέμβασης με ReTain 300 ήταν μικρότερες από του μάρτυρα μόνο την 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης ( $P_{tr} < 0,001$ ) (Πίνακας 2.7) (Γράφημα 2.7 Β). Επιπλέον, οι τιμές της TAC στους καρπούς του μάρτυρα αυξήθηκαν σημαντικά την 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης σε σύγκριση με την 1<sup>η</sup> ( $P_{st} < 0,001$ ). Παράλληλα, οι τιμές της TAC εκτιμώμενες με τη μέθοδο DPPH, ήταν σημαντικά μικρότερες στις ελιές των επεμβάσεων με ReTain σε σύγκριση με του μάρτυρα την 1<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης ( $P_{tr} < 0,001$ ), ενώ παρατηρήθηκαν σημαντικά αυξημένες την 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης σε σχέση με την 1<sup>η</sup> καρπούς της επέμβασης με ReTain 300 ( $P_{st} < 0,001$ ) (Γράφημα 2.7 Γ).





**Γράφημα 2.7.** Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με ReTain (ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008) (συγκομιδή Ι), κατά την αποθήκευσή τους για 1 και 7 ημέρες στους 20 °C. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση  $\times$  χρόνος αποθήκευσης), περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

**Πίνακας 2.7.** Πιθανότητες των επιδράσεων των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με ReTain (*Ptr*), της αποθήκευσης (*Pst*) και της αλληλεπίδρασής τους ( $Ptr \times st$ ) επί των ολικών φαινολικών (TP) και της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH (Γράφημα 2.7) σε καρπούς ‘Κορωνέικης’.

ΠΠ†	Μεταβλητή		
	TP	FRAP	DPPH
<i>Ptr</i>	***	***	***
<i>Pst</i>	***	***	***
$Ptr \times st$	*	NS	***

† ΠΠ: πηγή παραλλακτικότητας.

NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

### 2.3.3. Μεμονωμένα φαινολικά συστατικά, στο Πείραμα Α

Οι μεμονωμένες φαινολικές ουσίες που προσδιορίστηκαν στο εδώδιμο μέρος των ελιών όλων των επεμβάσεων για την Ι συγκομιδή ήταν οι: OLE, VER, HT, TYR, LUT-7, RUT, QUER και LUT. Η συγκέντρωση της OLE κυμάνθηκε μεταξύ 2,6 – 12,2 mg g<sup>-1</sup> DW, του VER 0,06 – 0,43 mg g<sup>-1</sup> DW, της HT 9 – 111 μg g<sup>-1</sup> DW, της TYR 4 – 30 μg g<sup>-1</sup> DW, του LUT-7 0,02 – 0,43 mg g<sup>-1</sup> DW, της RUT 0,07 – 0,33 mg g<sup>-1</sup> DW, της QUER 2,5 – 17 μg g<sup>-1</sup> DW και της LUT 2 – 27 μg g<sup>-1</sup> DW.

#### 2.3.3.1. Επιδράσεις των επεμβάσεων με ABA

Η συγκέντρωση του VER την 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης στις ελιές της επέμβασης με ABA 150 ήταν σημαντικά μειωμένη σε σύγκριση με του μάρτυρα την ίδια ημέρα ( $Ptr < 0,01$ ) (Πίνακας 2.8). Επίσης, η συγκέντρωση της TYR στους καρπούς των επεμβάσεων με ABA 150 και 300 ήταν υψηλότερη από του μάρτυρα την 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης ( $Ptr < 0,05$ ). Επιπλέον, οι τιμές του LUT-7 και της LUT στις ελιές της επέμβασης με ABA 150 την 1<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης παρατηρήθηκαν σημαντικά υψηλότερες από τις αντίστοιχες του μάρτυρα την ίδια ημέρα ( $Ptr > 0,05$  και  $Ptr \times st < 0,001$ , για το LUT-7;  $Ptr < 0,05$ , για τη LUT).

Παράλληλα, οι τιμές της OLE αυξήθηκαν στατιστικά σημαντικά από την 1<sup>η</sup> στην 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης ανεξάρτητα των επεμβάσεων ( $Pst < 0,001$ ) (Πίνακας 2.8). Αντίθετα, οι τιμές του VER, της HT, του LUT-7, της RUT και της LUT μειώθηκαν σημαντικά από την 1<sup>η</sup> στην 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης στους καρπούς όλων των επεμβάσεων ( $Pst < 0,001$  και για τα 5 φαινολικά). Τέλος, η συγκέντρωση της TYR μειώθηκε σημαντικά κατά την αποθήκευση μόνο στους καρπούς του μάρτυρα ( $Pst < 0,001$ ), ενώ της QUER μόνο στις ελιές της επέμβασης με ABA 300 ( $Pst < 0,001$ ).

**Πίνακας 2.8.** Συγκέντρωση των μεμονωμένων φαινολικών ουσιών: ελευρωπαΐνη (OLE), βερμπασκοζίτη (VER), υδροξυτυροσόλη (HT), τυροσόλη (TYR), γλυκοζίτη-7 της λουτεολίνης (LUT-7), ρουτίνη (RUT), κερσετίνη (QUER) και λουτεολίνη (LUT), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με αφισικό οξύ (ABA) (ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008), κατά την αποθήκευσή τους για 1 και 7 ημέρες στους 20 °C.

Ημέρες Αποθήκευσης	Επεμβάσεις	Φαινολικές Ουσίες							
		OLE (mg g <sup>-1</sup> )	VER (mg g <sup>-1</sup> )	HT (μg g <sup>-1</sup> )	TYR (μg g <sup>-1</sup> )	LUT-7 (mg g <sup>-1</sup> )	RUT (mg g <sup>-1</sup> )	QUER (μg g <sup>-1</sup> )	LUT (μg g <sup>-1</sup> )
Ημέρα 1	Μάρτυρας	4,82	0,42	110,50	29,52	0,26	0,24	12,35	22,75
	ABA 150	4,26	0,39	107,87	18,37	0,38	0,28	14,36	26,56
	ABA 300	3,61	0,42	100,66	17,99	0,34	0,32	17,44	24,08
Ημέρα 7	Μάρτυρας	11,73	0,21	9,15	4,76	0,06	0,10	16,89	7,85
	ABA 150	10,39	0,09	10,37	20,05	0,03	0,15	13,29	9,07
	ABA 300	11,57	0,16	14,17	12,71	0,04	0,07	6,86	9,71
HSD		2,99	0,09	14,58	6,44	0,08	0,07	5,23	3,40
<i>Ptr</i> <sup>††</sup>		NS	**	NS	*	NS	*	NS	*
<i>Pst</i>		***	***	***	***	***	***	*	***
<i>Ptr</i> × <i>st</i>		NS	NS	NS	***	**	**	***	NS

<sup>†</sup>, από δι-παραγοντική ANOVA (επεμβάσεις × αποθήκευση), σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ .

<sup>††</sup>, πιθανότητα της επίδρασης των επεμβάσεων (*Ptr*), της αποθήκευσης (*Pst*) και της αλληλεπίδρασής τους (*Ptr* × *st*); NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

### 2.3.3.2. Επίδρασεις των επεμβάσεων με ETH

Η συγκέντρωση της OLE στις ελιές της επέμβασης με ETH 1000 την 1<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης ήταν μικρότερη από του μάρτυρα, ενώ την 7<sup>η</sup> ημέρα ήταν μικρότερη από τις επεμβάσεις του μάρτυρα και του ETH 5000 ( $Ptr < 0,001$ ) (Πίνακας 2.9). Επιπλέον, οι τιμές της HT και της TYR στην αρχή της αποθήκευσης εκτιμήθηκαν σημαντικά μειωμένες στις ελιές των επεμβάσεων με ETH σε σύγκριση με του μάρτυρα ( $Ptr < 0,001$ , για την HT και  $Ptr < 0,05$ , για την TYR). Ενώ, η συγκέντρωση του VER στις ελιές των επεμβάσεων με ETH ήταν σημαντικά μικρότερη σε σύγκριση με του μάρτυρα και τις δύο ημερομηνίες της αποθήκευσης ( $Ptr < 0,001$ ). Επίσης, οι τιμές της RUT στις ελιές της επέμβασης με ETH 500 ήταν υψηλότερες από του μάρτυρα, την 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης ( $Ptr < 0,01$ ). Παράλληλα, οι τιμές της LUT στους καρπούς της επέμβασης με ETH 1000 ήταν μικρότερες του μάρτυρα και του

ETH 500, την 1<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης, ενώ την 7<sup>η</sup> ημέρα ήταν μικρότερες μόνο από του ETH 500 ( $P_{tr} < 0,001$ ).

Οι τιμές της OLE αυξήθηκαν σημαντικά στους καρπούς όλων των επεμβάσεων κατά την 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης σε σύγκριση με την 1<sup>η</sup> ( $P_{st} < 0,001$ ) (Πίνακας 2.9). Αντίθετα, οι τιμές της HT, της TYR, του LUT-7 και της LUT μειώθηκαν σημαντικά την 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης σε σύγκριση με την 1<sup>η</sup>, στις ελιές όλων των επεμβάσεων ( $P_{st} < 0,001$  και για τα 4 φαινολικά). Τέλος, παρόμοια μείωση παρατηρήθηκε και στις τιμές του VER και της RUT, αλλά μόνο στους καρπούς του μάρτυρα ( $P_{st} < 0,001$ ).

**Πίνακας 2.9.** Συγκέντρωση των μεμονωμένων φαινολικών ουσιών: ελευρωπαΐνη (OLE), βερμπασκοζίτη (VER), υδροξυτυροσόλη (HT), τυροσόλη (TYR), γλυκοζίτη-7 της λουτεολίνης (LUT-7), ρουτίνη (RUT), κερσετίνη (QUER) και λουτεολίνη (LUT), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με Ethernon (ETH) (ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008), κατά την αποθήκευσή τους για 1 και 7 ημέρες στους 20 °C.

Ημέρες Αποθήκευσης	Επεμβάσεις	Φαινολικές Ουσίες							
		OLE (mg g <sup>-1</sup> )	VER (mg g <sup>-1</sup> )	HT (μg g <sup>-1</sup> )	TYR (μg g <sup>-1</sup> )	LUT-7 (mg g <sup>-1</sup> )	RUT (mg g <sup>-1</sup> )	QUER (μg g <sup>-1</sup> )	LUT (μg g <sup>-1</sup> )
Ημέρα 1	Μάρτυρας	4,82	0,42	110,50	29,52	0,26	0,24	12,35	22,75
	ETH 500	4,02	0,12	77,20	20,98	0,22	0,21	16,55	22,52
	ETH 1000	2,66	0,13	89,11	19,73	0,20	0,16	14,60	15,77
Ημέρα 7	Μάρτυρας	11,73	0,21	9,15	4,76	0,06	0,10	16,89	7,85
	ETH 500	12,22	0,10	11,50	11,36	0,03	0,19	15,30	11,94
	ETH 1000	9,22	0,13	14,76	7,84	0,03	0,12	12,18	6,08
HSD †		1,88	0,07	11,49	6,61	0,08	0,07	5,06	4,15
$P_{tr}$ ††		***	***	***	NS	*	**	NS	***
$P_{st}$		***	***	***	***	***	***	NS	***
$P_{tr} \times st$		NS	***	***	***	NS	**	NS	*

†, από δι-παραγοντική ANOVA (επεμβάσεις × αποθήκευση), σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ .

††, πιθανότητα της επίδρασης των επεμβάσεων ( $P_{tr}$ ), της αποθήκευσης ( $P_{st}$ ) και της αλληλεπίδρασής τους ( $P_{tr} \times st$ ); NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

### 2.3.3.3. *Επιδράσεις των επεμβάσεων με ReTain*

Στο τέλος της αποθήκευσης η συγκέντρωση της OLE στις ελιές της επέμβασης με ReTain 150 ήταν σημαντικά μικρότερη από του μάρτυρα ( $P_{tr} < 0,001$ ) (Πίνακας 2.10). Γενικά παρατηρήθηκε μία τάση μείωσης της OLE υπό την επίδραση των χειρισμών με ReTain, αν και μόνο στην προαναφερθείσα περίπτωση εκτιμήθηκε ως στατιστικά σημαντική. Επιπλέον, η συγκέντρωση του VER στις ελιές του μάρτυρα ήταν σημαντικά υψηλότερη σε σχέση με τις επεμβάσεις του ReTain, σε όλη τη διάρκεια της αποθήκευσης ( $P_{tr} < 0,001$ ), ενώ οι συγκεντρώσεις της HT και της TYR ήταν υψηλότερες στους καρπούς του μάρτυρα σε σύγκριση με του ReTain μόνο στην αρχή της αποθήκευσης ( $P_{tr} < 0,001$ ). Επίσης, στους καρπούς της επέμβασης με ReTain 150 την 1<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης οι τιμές του LUT-7 ήταν υψηλότερες από τις τιμές των υπόλοιπων επεμβάσεων. Τέλος, οι τιμές της RUT στις ελιές των επεμβάσεων με ReTain, την 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης, ήταν υψηλότερες από του μάρτυρα ( $P_{tr} < 0,001$ ). Αντίθετα, οι τιμές της LUT, την 1<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης, στους καρπούς των επεμβάσεων με ReTain ήταν μικρότερες από του μάρτυρα, ενώ την 7<sup>η</sup> ημέρα μόνο οι τιμές της επέμβασης με ReTain 300 ήταν μικρότερες του μάρτυρα ( $P_{tr} < 0,001$ ).

Η συγκέντρωση της OLE στο εδάδιμο μέρος των ελιών αυξήθηκε σημαντικά και ανεξάρτητα των επεμβάσεων, κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης ( $P_{st} < 0,001$ ) (Πίνακας 2.10). Επίσης, οι τιμές των VER, HT, TYR, LUT-7 και LUT μειώθηκαν σημαντικά την 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης σε σχέση με την 1<sup>η</sup> στους καρπούς όλων των επεμβάσεων ( $P_{st} < 0,001$ ). Ενώ, όσον αφορά στη συγκέντρωση της RUT, οι τιμές της μειώθηκαν σημαντικά κατά την αποθήκευση μόνο στους καρπούς της επέμβασης του μάρτυρα ( $P_{st} < 0,001$ ).

**Πίνακας 2.10.** Συγκέντρωση των μεμονωμένων φαινολικών ουσιών: ελευρωπαΐνη (OLE), βερμπασκοζίτη (VER), υδροξυτυροσόλη (HT) και τυροσόλη (TYR); και των φλαβονοειδών: γλυκοζίτη-7 της λουτεολίνης (LUT-7), ρουτίνη (RUT), κερσετίνη (QUER) και λουτεολίνη (LUT), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με ReTain (ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008), κατά την αποθήκευσή τους για 1 και 7 ημέρες στους 20 °C.

Ημέρες Αποθήκευσης	Επεμβάσεις	Φαινολικά Συστατικά							
		OLE (mg g <sup>-1</sup> )	VER (mg g <sup>-1</sup> )	HT (μg g <sup>-1</sup> )	TYR (μg g <sup>-1</sup> )	LUT-7 (mg g <sup>-1</sup> )	RUT (mg g <sup>-1</sup> )	QUER (μg g <sup>-1</sup> )	LUT (μg g <sup>-1</sup> )
Ημέρα 1	Μάρτυρας	4,82	0,42	110,50	29,52	0,26	0,24	12,35	22,75
	ReTain 150	2,84	0,18	71,34	19,31	0,41	0,28	12,30	10,43
	ReTain 300	2,68	0,17	50,76	9,46	0,27	0,25	12,31	8,25
Ημέρα 7	Μάρτυρας	11,73	0,21	9,15	4,76	0,06	0,10	16,89	7,85
	ReTain 150	8,38	0,09	13,70	11,32	0,04	0,23	16,01	4,63
	ReTain 300	10,46	0,06	15,72	15,01	0,02	0,20	12,75	1,90
HSD <sup>†</sup>		2,24	0,08	10,87	6,74	0,07	0,07	5,96	3,90
<i>Ptr</i> <sup>††</sup>		***	***	***	*	***	***	NS	***
<i>Pst</i>		***	***	***	***	***	***	NS	***
<i>Ptr × st</i>		NS	**	***	***	***	*	NS	***

<sup>†</sup>, από δι-παραγοντική ANOVA (επεμβάσεις × αποθήκευση), σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ .

<sup>††</sup>, πιθανότητα της επίδρασης των επεμβάσεων (*Ptr*), της αποθήκευσης (*Pst*) και της αλληλεπίδρασής τους (*Ptr × st*); NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

#### 2.3.4. Ελαιοπεριεκτικότητα και προφίλ λιπαρών οξέων, στο Πείραμα A

Η εκατοστιαία περιεκτικότητα του λαδιού στο εδάδιμο μέρος των ελιών όλων των επεμβάσεων εκτιμήθηκε μεταξύ 51% και 55% επί ξηρού βάρους στην συγκομιδή I, 58% και 63% στη II, και 61% και 64% στη III.

Επιπλέον, τα ποσοστά των λιπαρών οξέων, στο λάδι από τους καρπούς όλων των επεμβάσεων, της I συγκομιδής, και για τις δύο ημερομηνίες αποθήκευσης, κυμάνθηκαν για το PA 12,7% – 13,9%, το PO 0,9 – 1,13, το ST 3,1 – 4%, το OL 68,7 – 71,7%, το VA 1,5 – 2,03%, το LL 6,6 – 8,8%, το LN 0,86 – 1,2%, το AR 0,52 – 0,64% και το GO 0,25 – 0,41%. Τέλος, υπολογίστηκαν τα ποσοστά των SFA μεταξύ 16,7% και 18,3%, των UFA 81,5% και 83,1%, των MUFA 72% και 74,8% και των PUFA 7,8% και 9,7%. Ενώ, οι λόγοι UFA/SFA και  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 εκτιμήθηκαν μεταξύ 4,4 – 5 και 5,5 – 9,9, αντίστοιχα.

### 2.3.4.1. Επιδράσεις των επεμβάσεων με ABA

Οι επεμβάσεις με ABA δεν άσκησαν σημαντική επίδραση επί του ποσοστού του λαδιού στο εδώδιμο μέρος των ελιών, σε κάποια από τις 3 συγκομιδές που πραγματοποιήθηκαν ( $P_{tr} > 0,05$  και για τις 3 συγκομιδές) (Πίνακας 2.11).

Οι ελαιοπεριεκτικότητες των καρπών αυξήθηκε αυξανόμενου του MI από 3,5 σε 5 και από 5 σε 6,5 ( $P_{mi} < 0,001$ ), όπως έχει παρατηρηθεί και στο Κεφάλαιο 1 (παράγραφος 1.3.8). Ωστόσο, οι προσυλλεκτικές επεμβάσεις με ABA δεν επέδρασαν στην ελαιοπεριεκτικότητα των καρπών ( $P_{tr} > 0,05$ ). Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένα δεν γίνεται εκτεταμένος σχολιασμός των αποτελεσμάτων επειδή υπήρχε εκτεταμένη φυλλόπτωση και καρπόπτωση στις συγκομιδές II και III, για το λόγο αυτό τα αποτελέσματα δεν μπορούν να θεωρηθούν αξιόπιστα.

**Πίνακας 2.11.** Ελαιοπεριεκτικότητα καρπών ‘Κορωνέικης’ κατά τη συγκομιδή τους μετά από 3 μεμονωμένες προσυλλεκτικές επεμβάσεις με αμισικό οξύ (ABA). Για τη συγκομιδή I, ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008; για τη II, ημερομηνία ψεκασμού: 30/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 23/11/2008; και για τη III, ημερομηνία ψεκασμού: 10/11/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 2/12/2008.

Επεμβάσεις	Λάδι (% w/w DW)		
	I Συγκομιδή	II Συγκομιδή	III Συγκομιδή
Μάρτυρας	52,30	58,79	62,36
ABA 150	51,32	56,83	60,41
ABA 300	51,70	59,10	61,7
HSD †	3,24	3,56	2,79
$P_{tr}$ ††	NS	NS	NS

†, από μόνο-παραγοντική ANOVA, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων, για κάθε ημερομηνία συγκομιδής ξεχωριστά.

††, πιθανότητα της επίδρασης των επεμβάσεων ( $P_{tr}$ ); NS, μη σημαντικό.

Στις ελιές από τη συγκομιδή I, οι τιμές του ST παρατηρήθηκαν αυξημένες στις ελιές της επέμβασης ABA 150 σε σχέση με των άλλων δύο επεμβάσεων και στους δύο χρόνους αποθήκευσης ( $P_{tr} < 0,001$ ), ενώ του AR εκτιμήθηκαν υψηλότερες στους καρπούς των επεμβάσεων με ABA σε σύγκριση με του μάρτυρα την 1<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης ( $P_{tr} < 0,01$ ) (Πίνακας 2.12). Επιπλέον, οι τιμές του LL μειώθηκαν σημαντικά στους καρπούς της επέμβασης με ABA 150, την 1<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης, σε σύγκριση με του μάρτυρα και του ABA 300 ( $P_{tr} < 0,01$ ), ενώ αντίθετα οι τιμές του

LN στις ελιές της ίδιας επέμβασης παρατηρήθηκαν αυξημένες σε σύγκριση με των άλλων δύο επεμβάσεων ( $P_{tr} < 0,01$ ). Τέλος, ο λόγος  $\omega-6/\omega-3$  παρουσιάστηκε μειωμένος στις ελιές που είχαν δεχθεί την επέμβαση ABA 150 σε σύγκριση με του μάρτυρα, καθ' όλη τη διάρκεια της αποθήκευσης ( $P_{tr} < 0,001$ ) (Πίνακας 2.13).

**Πίνακας 2.12.** Συγκέντρωση των λιπαρών οξέων: παλμιτικό (PA), παλμιτελαϊκό (PO), στεαρικό (ST), ελαϊκό (OL), βαχενικό (VA), λινολεϊκό (LL),  $\alpha$ -λινολενικό (LN), αραχιδικό (AR) και γονδοϊκό (GO), σε καρπούς 'Κορωνέικης', μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με αμψικό οξύ (ABA) (συγκομιδή I, ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008) και κατά την αποθήκευσή τους για 1 και 7 ημέρες στους 20 °C.

Ημέρες Αποθήκευσης	Επεμβάσεις	Λιπαρά οξέα (% w/w)								
		PA C <sub>16:0</sub>	PO C <sub>16:1</sub> <i>n-9</i>	ST C <sub>18:0</sub>	OL C <sub>18:1</sub> <i>n-9</i>	VA C <sub>18:1</sub> <i>n-11</i>	LL C <sub>18:2</sub> <i>n-9,12</i>	LN C <sub>18:3</sub> <i>n-9,12,15</i>	AR C <sub>20:0</sub>	GO C <sub>20:1</sub> <i>n-11</i>
Ημέρα 1	Μάρτυρας	13,86	1,10	3,42	68,76	2,01	8,79	0,92	0,52	0,30
	ABA 150	13,41	0,97	3,96	70,00	1,68	7,71	1,10	0,62	0,36
	ABA 300	13,94	1,10	3,77	68,80	1,73	8,48	1,04	0,62	0,36
Ημέρα 7	Μάρτυρας	13,18	1,01	3,35	70,07	1,89	8,60	0,87	0,56	0,34
	ABA 150	12,74	0,90	3,78	70,76	1,79	7,87	1,00	0,63	0,36
	ABA 300	13,82	1,13	3,65	68,84	1,89	8,65	0,99	0,58	0,31
HSD †		1,56	0,24	1,24	2,60	0,38	1,00	0,19	0,09	0,12
$P_{tr}^{\dagger\dagger}$		NS	*	***	*	NS	**	**	**	NS
$P_{st}$		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
$P_{tr} \times st$		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

†, από δι-παραγοντική ANOVA (επεμβάσεις × αποθήκευση), σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ .

††, πιθανότητα της επίδρασης των επεμβάσεων ( $P_{tr}$ ), της αποθήκευσης ( $P_{st}$ ) και της αλληλεπίδρασής τους ( $P_{tr} \times st$ ); NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$



**Πίνακας 2.13.** Συγκέντρωση κορεσμένων (SFA), ακόρεστων (UFA), μόνο-ακόρεστων (MUFA) και πολύ-ακόρεστων (PUFA) λιπαρών οξέων και σχέσεις ακόρεστα/κορεσμένα (UFA/SFA) και  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 λιπαρά οξέα, στους καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με αμυγδαλικό οξύ (ABA) (συγκομιδή I, ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008) και κατά την αποθήκευσή τους για 1 και 7 ημέρες στους 20 °C.

Ημέρες Αποθήκευσης	Επεμβάσεις	Χαρακτηριστικά					
		SFA (% w/w)	UFA (% w/w)	MUFA (% w/w)	PUFA (% w/w)	UFA/SFA	$\omega$ -6/ $\omega$ -3
Ημέρα 1	Μάρτυρας	17,80	81,89	72,19	9,71	4,61	9,58
	ABA 150	17,99	81,81	73,00	8,81	4,55	7,05
	ABA 300	18,33	81,51	71,99	9,52	4,45	8,14
Ημέρα 7	Μάρτυρας	17,09	82,77	73,31	9,46	4,85	9,93
	ABA 150	17,15	82,68	73,81	8,87	4,82	7,92
	ABA 300	18,05	81,81	72,16	9,65	4,53	8,69
HSD <sup>†</sup>		1,47	1,46	2,26	1,05	0,46	1,60
<i>Ptr</i> <sup>††</sup>		NS	NS	*	**	NS	***
<i>Pst</i>		*	*	NS	NS	*	NS
<i>Ptr</i> × <i>st</i>		NS	NS	NS	NS	NS	NS

<sup>†</sup>, από δι-παραγοντική ANOVA (επεμβάσεις × αποθήκευση), σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ .

<sup>††</sup>, πιθανότητα της επίδρασης των επεμβάσεων (*Ptr*), της αποθήκευσης (*Pst*) και της αλληλεπίδρασής τους (*Ptr* × *st*); NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

### 2.3.4.2. Επιδράσεις των επεμβάσεων με ETH

Κατά τη συγκομιδή I, οι ελιές που είχαν δεχθεί την επέμβαση με ETH 1000 παρουσίασαν το υψηλότερο ποσοστό λαδιού, στο εδώδιμο μέρος τους, σε σύγκριση με του μάρτυρα ( $P_{tr} < 0,05$ ) (Πίνακας 2.14). Παρόμοια και για τη συγκομιδή II, η ελαιοπεριεκτικότητα των καρπών της επέμβασης με ETH 1000 ήταν σημαντικά υψηλότερη από του μάρτυρα ( $P_{tr} < 0,01$ ). Τέλος, και στη συγκομιδή III παρατηρήθηκε μία παρόμοια τάση αύξησης του ποσοστού του λαδιού στις ελιές της επέμβασης με ETH 1000, που όμως δεν εκτιμήθηκε στατιστικά σημαντική ( $P_{tr} > 0,05$ ).

Η ελαιοπεριεκτικότητα των καρπών αυξήθηκε κατά την ωρίμανσή τους ( $P_{mi} < 0,001$ ). Επιπλέον, στους καρπούς της επέμβασης με ETH 1000, στις συγκομιδές I και II, το ποσοστό του λαδιού στο εδώδιμο μέρος των καρπών αυξήθηκε ( $P_{tr} < 0,05$ ), σε σύγκριση με του μάρτυρα. Λόγω της εκτεταμένης φυλλόπτωσης και καρπόπτωσης στις συγκομιδές II και III τα αποτελέσματα δεν μπορούν να θεωρηθούν αξιόπιστα.

**Πίνακας 2.14.** Ελαιοπεριεκτικότητα καρπών ‘Κορωνέικης’ κατά τη συγκομιδή τους μετά από 3 μεμονωμένες προσυλλεκτικές επεμβάσεις με Ethephon (ETH). Για τη συγκομιδή I, ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008; για τη II, ημερομηνία ψεκασμού: 30/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 23/11/2008; και για τη III, ημερομηνία ψεκασμού: 10/11/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 2/12/2008.

Επεμβάσεις	Λάδι (% w/w DW)		
	I Συγκομιδή	II Συγκομιδή	III Συγκομιδή
Μάρτυρας	52,30	58,79	62,36
ETH 500	52,82	61,59	62,74
ETH 1000	54,94	63,00	63,90
HSD †	2,38	3,16	3,51
$P_{tr}$ ††	*	**	NS

†, από μόνο-παραγοντική ANOVA, σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων, για κάθε ημερομηνία συγκομιδής ξεχωριστά.

††, πιθανότητα της επίδρασης των επεμβάσεων ( $P_{tr}$ ); NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ .

Στις ελιές τη συγκομιδής I, μελετήθηκε η σύσταση του λαδιού σε λιπαρά οξέα, κατά την αποθήκευση τους στους 20 °C, για διάστημα 7 ημερών. Το ποσοστό του PA στην αρχή της αποθήκευσης στις ελιές των επεμβάσεων με ETH ήταν μικρότερο από του μάρτυρα ( $P_{tr} < 0,01$ ), ενώ το ποσοστό του AR την ίδια ημέρα της αποθήκευσης ήταν υψηλότερο στους καρπούς της επέμβασης ETH 500 από του μάρτυρα ( $P_{tr} < 0,001$ ) (Πίνακας 2.15). Επίσης, οι τιμές του LN την 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης ήταν υψηλότερες στις ελιές της επέμβασης του ETH 500 σε σύγκριση με τις άλλες δύο επεμβάσεις ( $P_{tr} < 0,001$ ). Τέλος, λόγος  $\omega-6/\omega-3$  ήταν υψηλότερος στις ελιές του μάρτυρα σε σύγκριση με των επεμβάσεων με ETH, και για τις δύο ημερομηνίες της αποθήκευσης ( $P_{tr} < 0,001$ ) (Πίνακας 2.16).

**Πίνακας 2.15.** Συγκέντρωση των λιπαρών οξέων: παλμιτικό (PA), παλμιτελαϊκό (PO), στεαρικό (ST), ελαϊκό (OL), βαχενικό (VA), λινολεϊκό (LL),  $\alpha$ -λινολενικό (LN), αραχιδικό (AR) και γονδοϊκό (GO), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με Ethephon (ETH) (συγκομιδή I, ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008) και κατά την αποθήκευσή τους για 1 και 7 ημέρες στους 20 °C.

Ημέρες Αποθήκευσης	Επεμβάσεις	Λιπαρά οξέα (% w/w)								
		PA C <sub>16:0</sub>	PO C <sub>16:1</sub> <i>n-9</i>	ST C <sub>18:0</sub>	OL C <sub>18:1</sub> <i>n-9</i>	VA C <sub>18:1</sub> <i>n-11</i>	LL C <sub>18:2</sub> <i>n-9,12</i>	LN C <sub>18:3</sub> <i>n-9,12,15</i>	AR C <sub>20:0</sub>	GO C <sub>20:1</sub> <i>n-11</i>
Ημέρα 1	Μάρτυρας	13,86	1,10	3,42	68,78	2,01	8,79	0,92	0,52	0,30
	ETH 500	12,71	1,07	3,52	70,35	1,99	8,00	1,03	0,61	0,33
	ETH 1000	12,85	1,02	3,42	70,82	1,82	7,74	0,96	0,56	0,34
Ημέρα 7	Μάρτυρας	13,18	1,01	3,35	70,07	1,89	8,60	0,87	0,56	0,34
	ETH 500	13,08	1,10	3,54	70,11	2,02	7,94	1,01	0,61	0,41
	ETH 1000	12,84	0,96	3,33	70,83	2,03	8,04	0,88	0,59	0,35
HSD <sup>†</sup>		0,94	0,15	0,21	2,16	0,25	1,09	0,12	0,06	0,13
$P_{tr}$ <sup>††</sup>		**	*	**	*	NS	**	***	***	NS
$P_{st}$		NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	*	NS
$P_{tr} \times st$		NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS

<sup>†</sup>, από δι-παραγοντική ANOVA (επεμβάσεις × αποθήκευση), σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ .

<sup>††</sup>, πιθανότητα της επίδρασης των επεμβάσεων ( $P_{tr}$ ), της αποθήκευσης ( $P_{st}$ ) και της αλληλεπίδρασής τους ( $P_{tr} \times st$ ); NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

**Πίνακας 2.16.** Συγκέντρωση κορεσμένων (SFA), ακόρεστων (UFA), μόνο-ακόρεστων (MUFA) και πολύ-ακόρεστων (PUFA) λιπαρών οξέων και σχέσεις ακόρεστα/κορεσμένα (UFA/SFA) και  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 λιπαρά οξέα, σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με Etherphon (ETH) (συγκομιδή I, ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008) και κατά την αποθήκευσή τους για 1 και 7 ημέρες στους 20 °C.

Ημέρες Αποθήκευσης	Επεμβάσεις	Χαρακτηριστικά					
		SFA (% w/w)	UFA (% w/w)	MUFA (% w/w)	PUFA (% w/w)	UFA/SFA	$\omega$ -6/ $\omega$ -3
Ημέρα 1	Μάρτυρας	17,80	81,89	72,19	9,71	4,61	9,58
	ETH 500	16,84	82,77	73,74	9,03	4,92	7,74
	ETH 1000	16,83	82,70	74,00	8,70	4,92	8,05
Ημέρα 7	Μάρτυρας	17,09	82,77	73,31	9,46	4,85	9,93
	ETH 500	17,24	82,59	73,63	8,96	4,79	7,84
	ETH 1000	16,76	83,08	74,16	8,91	4,96	9,16
HSD †		1,00	0,95	1,92	1,14	0,33	1,31
<i>Ptr</i> ††		*	*	*	*	*	***
<i>Pst</i>		NS	*	NS	NS	NS	*
<i>Ptr</i> × <i>st</i>		NS	NS	NS	NS	NS	NS

†, από δι-παραγοντική ANOVA (επεμβάσεις × αποθήκευση), σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ .

††, πιθανότητα της επίδρασης των επεμβάσεων (*Ptr*), της αποθήκευσης (*Pst*) και της αλληλεπίδρασής τους (*Ptr* × *st*); NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

#### 2.3.4.3. Επίδρασεις των επεμβάσεων με ReTain

Οι ελιές που είχαν δεχθεί την επέμβαση με ReTain 150 παρουσίασαν μικρότερο ποσοστό λαδιού στη σάρκα τους σε σύγκριση με του μάρτυρα ( $Ptr < 0,001$ ) (Πίνακας 2.18).

Παράλληλα, το ποσοστό του PO, την 1<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης, στους καρπούς του μάρτυρα ήταν υψηλότερο από της επέμβασης με ReTain 300 ( $Ptr < 0,05$ ) (Πίνακας 2.17). Ενώ, το ποσοστό του OL στην αρχή της αποθήκευσης ήταν υψηλότερο στις ελιές των επεμβάσεων με ReTain σε σύγκριση με του μάρτυρα ( $Ptr < 0,01$ ). Επιπλέον, το ποσοστό του ST στις ελιές της επέμβασης με ReTain 300 αυξήθηκε σημαντικά από την 1<sup>η</sup> στην 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης ( $Ptr < 0,01$ ). Επίσης, στην αρχή της αποθήκευσης το ποσοστό του LL στις ελιές των επεμβάσεων με ReTain ήταν μικρότερο από του μάρτυρα ( $Ptr < 0,001$ ), σε αντίθεση με το ποσοστό του LN που εκτιμήθηκε μεγαλύτερο στους καρπούς των επεμβάσεων με ReTain από του μάρτυρα ( $Ptr < 0,001$ ).

**Πίνακας 2.17.** Συγκέντρωση των λιπαρών οξέων: παλμιτικό (PA), παλμιτελαϊκό (PO), στεαρικό (ST), ελαϊκό (OL), βαχενικό (VA), λινολεϊκό (LL),  $\alpha$ -λινολενικό (LN), αραχιδικό (AR) και γονδοϊκό (GO), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με ReTain (ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008) και κατά την αποθήκευσή τους για 1 και 7 ημέρες στους 20 °C.

Ημέρες Αποθήκευσης	Επεμβάσεις	Λιπαρά οξέα (% w/w)								
		PA C <sub>16:0</sub>	PO C <sub>16:1</sub> <i>n-9</i>	ST C <sub>18:0</sub>	OL C <sub>18:1</sub> <i>n-9</i>	VA C <sub>18:1</sub> <i>n-11</i>	LL C <sub>18:2</sub> <i>n-9,12</i>	LN C <sub>18:3</sub> <i>n-9,12,15</i>	AR C <sub>20:0</sub>	GO C <sub>20:1</sub> <i>n-11</i>
Ημέρα 1	Μάρτυρας	13,86	1,10	3,42	68,78	2,01	8,79	0,92	0,52	0,30
	ReTain 150	13,39	1,07	3,91	71,13	1,52	6,62	1,19	0,56	0,26
	ReTain 300	13,13	0,96	3,27	71,65	1,92	6,93	0,97	0,54	0,25
Ημέρα 7	Μάρτυρας	13,18	1,01	3,35	70,07	1,89	8,60	0,87	0,56	0,34
	ReTain 150	12,83	0,97	3,99	71,28	1,69	6,86	1,24	0,64	0,33
	ReTain 300	13,14	0,96	4,00	70,37	1,66	7,66	1,12	0,61	0,32
HSD <sup>†</sup>		1,28	0,14	0,70	2,27	0,36	1,10	0,17	0,08	0,05
<i>Ptr</i> <sup>††</sup>		NS	*	**	**	**	***	***	*	*
<i>Pst</i>		NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	***	***
<i>Ptr</i> × <i>st</i>		NS	NS	*	NS	*	NS	*	NS	NS

<sup>†</sup>, από δι-παραγοντική ANOVA (επεμβάσεις × αποθήκευση), σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ .

<sup>††</sup>, πιθανότητα της επίδρασης των επεμβάσεων (*Ptr*), της αποθήκευσης (*Pst*) και της αλληλεπίδρασής τους (*Ptr* × *st*); NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

Ο λόγος  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 παρουσιάστηκε μειωμένος στις ελιές των επεμβάσεων με ReTain σε σύγκριση με του μάρτυρα και στις δύο ημερομηνίες της αποθήκευσης, ενώ οι τιμές που αντιστοιχούσαν στην επέμβαση ReTain 300 ήταν υψηλότερες από αυτές της επέμβασης ReTain 150 σε όλη τη διάρκεια της αποθήκευσης ( $Ptr < 0,001$ ) (Πίνακας 2.18). Επίσης, παρατηρήθηκε αύξηση του ποσοστού των MUFA την 1<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης στους καρπούς της επέμβασης με ReTain 300 σε σύγκριση με του μάρτυρα ( $Ptr < 0,05$ ). Τέλος, οι τιμές των PUFA στις ελιές των επεμβάσεων με ReTain ήταν μικρότερες από του μάρτυρα στην αρχή της αποθήκευσης ( $Ptr < 0,001$ ).

**Πίνακας 2.18.** Ελαιοπεριεκτικότητα, συγκέντρωση κορεσμένων (SFA), ακόρεστων (UFA), μόνο-ακόρεστων (MUFA) και πολύ-ακόρεστων (PUFA) λιπαρών οξέων και σχέσεις ακόρεστα/κορεσμένα (UFA/SFA) και  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 λιπαρά οξέα, σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με ReTain (I συγκομιδή, ημερομηνία ψεκασμού: 17/10/2008 και ημερομηνία συγκομιδής: 10/11/2008) και κατά την αποθήκευσή τους για 1 και 7 ημέρες στους 20 °C.

Ημέρες Αποθήκευσης	Επεμβάσεις	Χαρακτηριστικά						
		Λάδι (% w/w DW)	SFA (% w/w)	UFA (% w/w)	MUFA (% w/w)	PUFA (% w/w)	UFA/SFA	$\omega$ -6/ $\omega$ -3
Ημέρα 1	Μάρτυρας	52,30	17,80	81,89	72,19	9,71	4,61	9,58
	ReTain 150	48,29	17,86	81,79	73,98	7,81	4,59	5,55
	ReTain 300	48,85	16,93	82,68	74,79	7,90	4,89	7,17
Ημέρα 7	Μάρτυρας	-	17,09	82,77	73,31	9,46	4,85	9,93
	ReTain 150	-	17,46	82,36	74,27	8,09	4,72	5,55
	ReTain 300	-	17,75	82,08	73,30	8,78	4,62	6,89
HSD <sup>†</sup>		3,09	1,44	1,20	2,25	1,19	0,45	1,18
<i>Ptr</i> <sup>††</sup>		*	NS	NS	*	***	NS	***
<i>Pst</i>		-	NS	NS	NS	NS	NS	NS
<i>Ptr</i> × <i>st</i>		-	NS	*	*	NS	*	NS

<sup>†</sup>, από δι-παραγοντική ANOVA (επεμβάσεις × αποθήκευση), σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ .

<sup>††</sup>, πιθανότητα της επίδρασης των επεμβάσεων (*Ptr*), της αποθήκευσης (*Pst*) και της αλληλεπίδρασής τους (*Ptr* × *st*); NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

### 2.3.5. Ταυτοποίηση της ελευρωπαΐνης με τη χρήση ανιχνευτών DAD και MS, στο Πείραμα A

Στο τέλος της αποθήκευσης στους 20 °C παρατηρήθηκε αύξηση στη συγκέντρωση της OLE στο εδώδιμο μέρος των ελιών όλων των επεμβάσεων. Συγκεκριμένα, στους καρπούς της επέμβασης του μάρτυρα οι τιμές της OLE αυξήθηκαν κατά ~2,5 φορές, η μεγαλύτερη αύξηση της OLE κατά ~3,5 φορές παρατηρήθηκε στις ελιές της επέμβασης με ETH 1000.

Με σκοπό να ταυτοποιηθεί ότι η αύξηση αυτή οφειλόταν αποκλειστικά σε αύξηση της συγκέντρωσης της OLE πραγματοποιήθηκε ανάλυση δειγμάτων της επέμβασης του μάρτυρα την 1<sup>η</sup> και την 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης και πρότυπης ένωσης OLE με τη χρήση υγρής χρωματογραφίας και συνδυασμό ανιχνευτών DAD και MS (σε αρνητική λειτουργία). Κατά την συγκριτική μελέτη των UV φασμάτων της OLE του δείγματος την 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης και της πρότυπης παρατηρήθηκαν τα ίδια μέγιστα μήκη κύματος και στα δύο φάσματα ( $\lambda_{\max} = 231, 280 \text{ nm}$ ) (Εικόνα 2.1A). Παρόμοια και κατά τη σύγκριση των φασμάτων μαζών της OLE του δείγματος την 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης (Εικόνα 2.1B) και της πρότυπης (Εικόνα 2.1Γ) παρατηρήθηκε η ύπαρξη ενός κυρίαρχου θραύσματος μοριακού βάρους  $[M-H]^- = 539$ , το οποίο ήταν κοινό και στο δείγμα και στην πρότυπη και συμφωνεί με τα  $[M-H]^-$  που αναφέρονται στη βιβλιογραφία (Bouaziz *et al.*, 2010). Στο παράρτημα III παρατίθενται τα UV φάσματα της OLE του δείγματος της επέμβασης του μάρτυρα την 1<sup>η</sup> και την 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης καθώς και της πρότυπης ένωσης. Επιπλέον, παρατίθενται τα MS φάσματα της OLE του δείγματος της επέμβασης του μάρτυρα την 1<sup>η</sup> και την 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης καθώς και της πρότυπης ένωσης, σε ολοκλήρωση  $\times 1.000.000$  και  $\times 100.000$ .

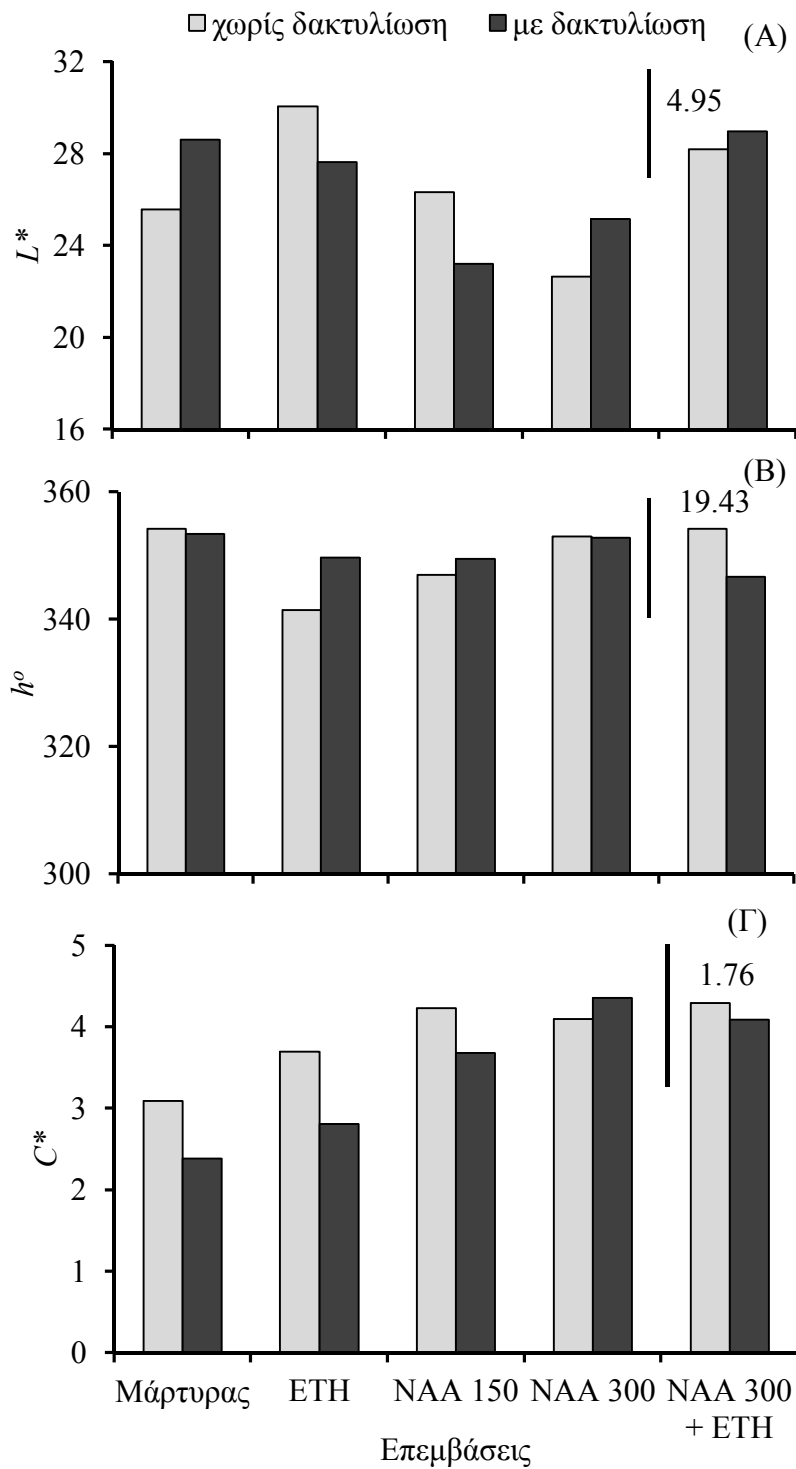
**Εικόνα 2.1.** Ταυτοποίηση ελευρωπαΐνης με τη χρήση HPLC-ESI-MS. (Α) Επικαλυπτόμενα UV φάσματα πρότυπης ένωσης OLE και δείγματος της επέμβασης του μάρτυρα μετά από 7 ημέρες αποθήκευσης στους 20 °C. (Β) Φάσμα MS της OLE από δείγμα της επέμβασης του μάρτυρα μετά από 7 ημέρες αποθήκευσης στους 20 °C. (Γ) Φάσμα MS πρότυπης ένωσης OLE.



### **2.3.6. Χαρακτηριστικά των καρπών, στο Πείραμα Β**

#### **2.3.6.1. Χρώμα καρπών**

Στους καρπούς όλων των επεμβάσεων και υπό την επίδραση ή μη της δακτυλίωσης οι τιμές των παραμέτρων  $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$  του χρώματος του φλοιού κυμάνθηκαν μεταξύ 22 και 31, 341 και 355, 2 και 4,5, αντίστοιχα (Γράφημα 2.8). Συγκεκριμένα, οι τιμές της παραμέτρου  $L^*$  των καρπών των επεμβάσεων με NAA 300 και με NAA 150, η τελευταία σε συνδυασμό με τη δακτυλίωση, ήταν σημαντικά χαμηλότερες από του μάρτυρα, του ΕΤΗ και του συνδυασμού με NAA 300+ΕΤΗ, ανεξάρτητα της δακτυλίωσης ( $P_{tr} < 0,001$ ) (Πίνακας 2.19). Επίσης, οι τιμές του  $C^*$  στις ελιές των επεμβάσεων του μάρτυρα και του ΕΤΗ, με την ταυτόχρονη επίδραση της δακτυλίωσης, ήταν σημαντικά χαμηλότερες από των επεμβάσεων με NAA και με NAA 300+ΕΤΗ, ανεξάρτητα της δακτυλίωσης ( $P_{tr} < 0,01$ ). Ενώ, τόσο οι επεμβάσεις όσο και η δακτυλίωση δεν επέδρασαν σημαντικά στις τιμές της παραμέτρου  $h^o$ .



**Γράφημα 2.8.** Παράμετροι  $L^*$ ,  $h^\circ$  και  $C^*$  του χρώματος του φλοιού καρπών ‘Κορωνέικης’ μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με Etherphon (ETH) και ναφθαλινοξικό οξύ (NAA), υπό την επίδραση ή όχι δακτυλίωσης. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από δι-παραγοντική ANOVA (επεμβάσεις  $\times$  δακτυλίωση), περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

**Πίνακας 2.19.** Πιθανότητες των επιδράσεων των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με Ethephon (ETH) και ναφθαλινοξικό οξύ (NAA) (*Ptr*), της δακτυλίωσης (*Pg*) και της αλληλεπίδρασής τους (*Ptr* × *g*) επί των παραμέτρων  $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$  του χρώματος (Γράφημα 2.8), επί της έκλυσης CO<sub>2</sub> και C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (Γράφημα 2.9) και επί της εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε λάδι και υγρασία (Γράφημα 2.10), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’.

ΠΠ†	Μεταβλητή						
	$L^*$	$h^o$	$C^*$	Έκλυση CO <sub>2</sub>	Έκλυση C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	% Λάδι	% Υγρασία
<i>Ptr</i>	***	NS	**	***	***	**	***
<i>Pg</i>	NS	NS	NS	NS	***	***	*
<i>Ptr</i> × <i>g</i>	*	NS	NS	NS	***	NS	***

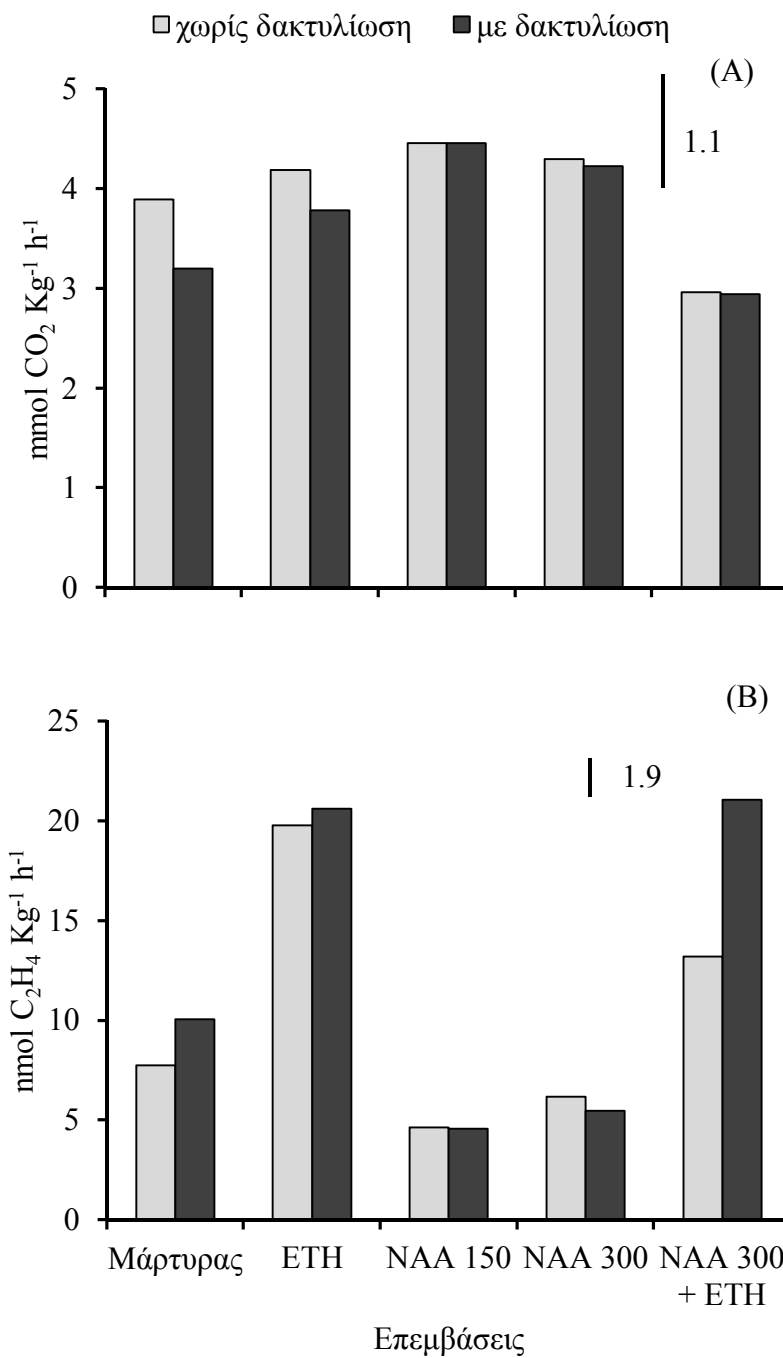
† ΠΠ: πηγή παραλλακτικότητας.

NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

### 2.3.6.2. Αναπνοή καρπών και έκλυση αιθυλενίου

Η ένταση της αναπνοής των καρπών όλων των επεμβάσεων εκτιμήθηκε μεταξύ 2,9 και 4,5 mmol CO<sub>2</sub> Kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> (Γράφημα 2.9 A). Αναλυτικά, οι τιμές της αναπνοής στις ελιές της επέμβασης με NAA 300+ETH, ήταν σημαντικά χαμηλότερες από των επεμβάσεων με NAA 150 και NAA 300, καθώς και από του ETH, σε συνδυασμό με τη δακτυλίωση ( $Ptr < 0,001$ ) (Πίνακας 2.19).

Η έκλυση του αιθυλενίου από τους καρπούς όλων των επεμβάσεων κυμάνθηκε μεταξύ 4,6 και 21 nmol C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> Kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> (Γράφημα 2.9 B). Συγκεκριμένα, οι καρποί των επεμβάσεων με NAA, και οι δύο συγκεντρώσεις, παρουσίασαν σημαντικά χαμηλότερες τιμές έκλυσης αιθυλενίου σε σχέση με τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Επίσης, οι τιμές του αιθυλενίου των ελιών των επεμβάσεων με ETH και NAA 300+ETH εκτιμήθηκαν σημαντικά υψηλότερες συγκρινόμενες από του μάρτυρα ( $Ptr < 0,001$ ) (Πίνακας 2.19). Τέλος, οι ελιές της επέμβασης με NAA 300+ETH, σε συνδυασμό με τη δακτυλίωση, παρουσίασαν υψηλότερες τιμές αιθυλενίου συγκρινόμενες με τις τιμές της ίδιας επέμβασης χωρίς την επίδραση της δακτυλίωσης ( $Pg < 0,001$ ).

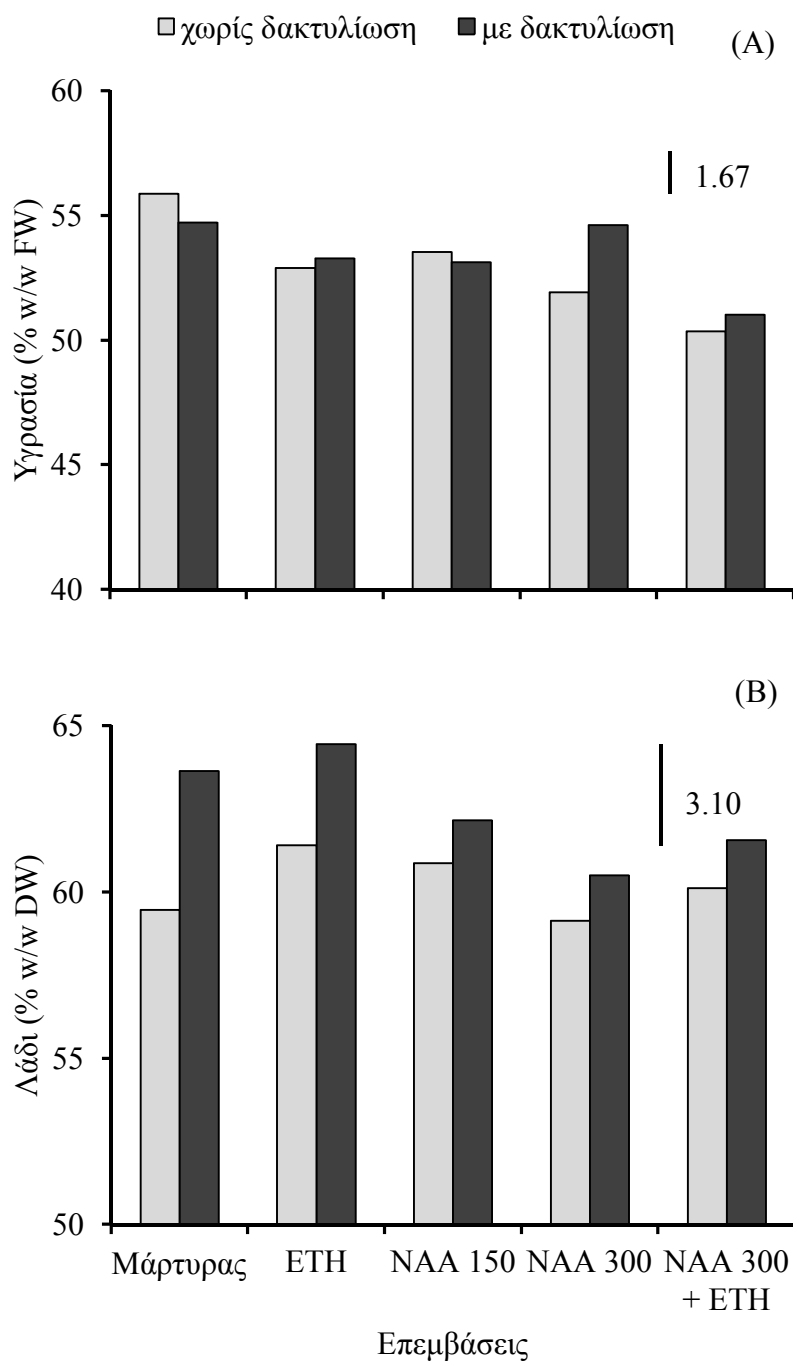


**Γράφημα 2.9.** Αναπνοή και έκλυση αιθυλενίου καρπών ‘Κορωνέικης’ μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με Etherphon (ETH) και ναφθαλινοξικό οξύ (NAA), υπό την επίδραση ή όχι δακτυλίωσης. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από δι-παραγοντική ANOVA (επεμβάσεις  $\times$  δακτυλίωση), περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

### **2.3.6.3. Περιεκτικότητα υγρασίας και ελαιοπεριεκτικότητα των καρπών**

Η περιεκτικότητα σε υγρασία στο εδάδιμο μέρος των καρπών όλων των επεμβάσεων κυμάνθηκε μεταξύ 50% και 56% (Γράφημα 2.10 A). Αναλυτικά, το ποσοστό της υγρασίας των καρπών της επέμβασης με NAA 300+ETH παρατηρήθηκε σημαντικά χαμηλότερο σε σύγκριση του μάρτυρα, του ETH και του NAA 150, καθώς και του NAA 300 σε συνδυασμό με τη δακτυλίωση ( $P_{tr} < 0,001$ ) (Πίνακας 2.19). Επιπλέον, υπό την επίδραση της δακτυλίωσης αυξήθηκε το ποσοστό της υγρασίας στις ελιές της επέμβασης με NAA 300+ETH ( $P_g < 0,05$ ).

Το ποσοστό του λαδιού στο εδάδιμο μέρος των ελιών όλων των επεμβάσεων εκτιμήθηκε μεταξύ 59% και 65% (Γράφημα 2.10 B). Συγκεκριμένα, η δακτυλίωση επέφερε μία τάση αύξηση του λαδιού σε όλες τις επεμβάσεις, σε όλες τις επεμβάσεις ( $P_g < 0,01$ ) (Πίνακας 2.19). Ωστόσο, η αύξηση αυτή ήταν σημαντική μόνο στην επέμβαση του μάρτυρα και του ETH ( $P_{tr} < 0,01$ ).



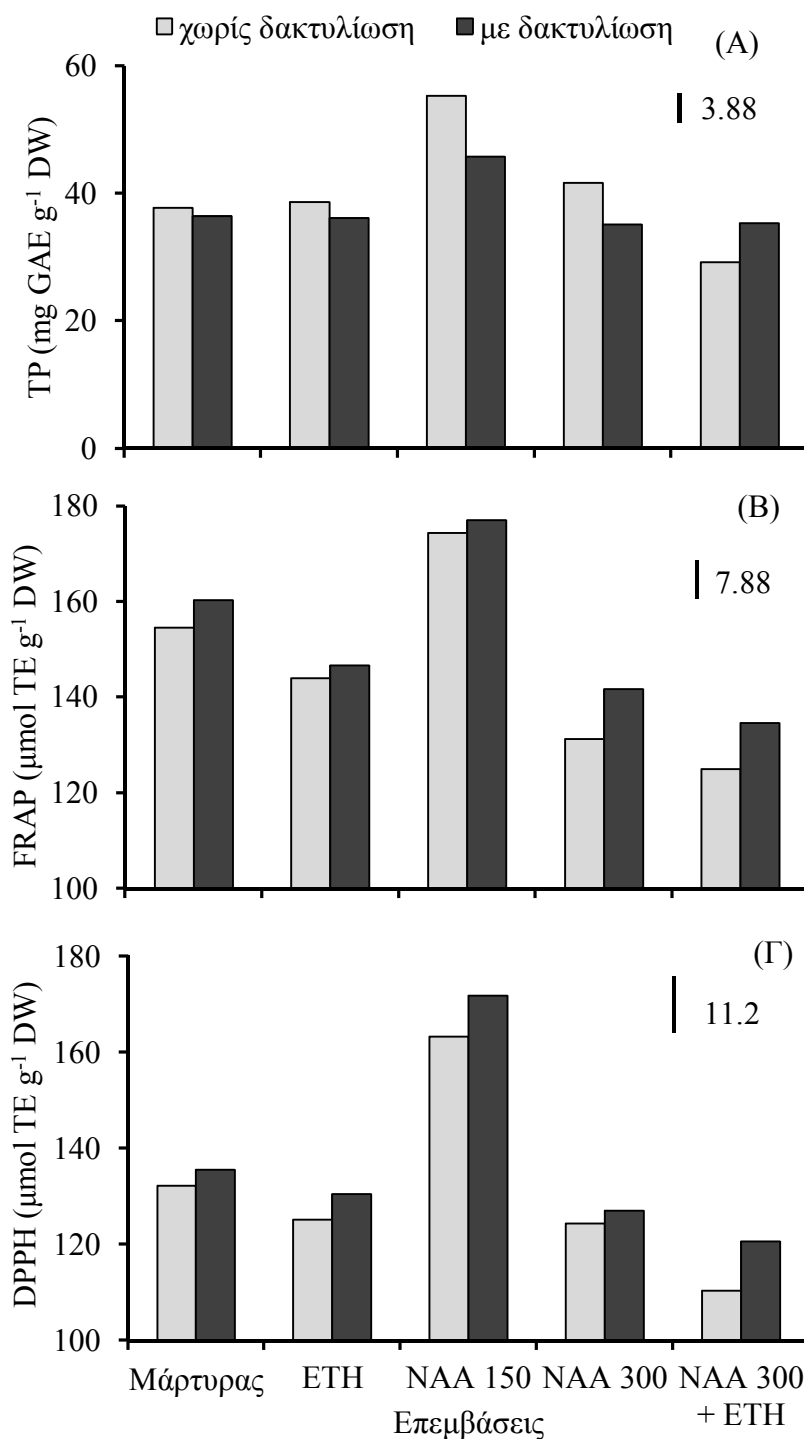
**Γράφημα 2.10.** Εκατοστιαία περιεκτικότητα υγρασίας και λαδιού καρπών ‘Κορωνέικης’ μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με Etherphon (ETH) και ναφθαλινοξικό οξύ (NAA), υπό την επίδραση ή όχι δακτυλίωσης. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από δι-παραγοντική ANOVA (επεμβάσεις  $\times$  δακτυλίωση), περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

### **2.3.7. Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) των καρπών, στο Πείραμα B**

Στους καρπούς όλων των επεμβάσεων η συγκέντρωση των TP κυμάνθηκε μεταξύ 56 και 29 mg GAE g<sup>-1</sup> DW και η TAC μεταξύ 124 και 177 και 110 και 172 μmol TE g<sup>-1</sup> DW, εκτιμούμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, αντίστοιχα (Γράφημα 2.11).

Αναλυτικά, οι καρποί της επέμβασης με NAA 150, με ή χωρίς δακτυλίωση, παρουσίασαν τις υψηλότερες τιμές TP από όλες τις άλλες επεμβάσεις (*P*<sub>tr</sub> < 0,001) (Πίνακας 2.20). Επιπλέον, υπό την επίδραση της δακτυλίωσης οι τιμές των TP μειώθηκαν στατιστικά σημαντικά, στις ελιές των επεμβάσεων με NAA, και με τις δύο συγκεντρώσεις. Ωστόσο, στην επέμβαση NAA 150 με δακτυλίωση οι τιμές των TP παρέμειναν υψηλότερες από τις υπόλοιπες επεμβάσεις με δακτυλίωση (*P*<sub>g</sub> < 0,001).

Παρόμοια τάση με τη συγκέντρωση των TP παρουσίασε και η TAC των καρπών, εκτιμούμενη και με τις δύο μεθόδους. Συγκεκριμένα, οι ελιές της επέμβασης με NAA 150 παρουσίασαν σημαντικά υψηλότερες τιμές TAC, μετρούμενες τόσο με τη μέθοδο FRAP όσο και με τη DPPH, από όλες τις υπόλοιπες επεμβάσεις (*P*<sub>tr</sub> < 0,001, για τη FRAP και τη DPPH) (Πίνακας 2.20). Επίσης, οι τιμές της TAC, μετρούμενες με τη μέθοδο FRAP, στους καρπούς του μάρτυρα παρατηρήθηκαν σημαντικά υψηλότερες από των επεμβάσεων με ETH, NAA 300 και NAA 300+ETH. Ενώ όταν η TAC εκτιμήθηκε με τη DPPH, οι τιμές της επέμβασης του μάρτυρα ήταν υψηλότερες μόνο από του NAA 300 και NAA 300+ETH. Τέλος, υπό την επίδραση της δακτυλίωσης οι τιμές της TAC, με τη μέθοδο FRAP, αυξήθηκαν στους καρπούς των επεμβάσεων με NAA 300 και NAA 300+ETH (*P*<sub>g</sub> < 0,001). Η ίδια αύξηση παρατηρήθηκε μόνο στους καρπούς της επέμβασης με NAA 300+ETH, όταν η TAC εκτιμήθηκε με τη μέθοδο DPPH (*P*<sub>g</sub> < 0,01).



**Γράφημα 2.11.** Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC), εκτιμούμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH, καρπών ‘Κορωνέικης’ μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με Etherphon (ETH) και ναφθαλινοξικό οξύ (NAA), υπό την επίδραση ή όχι δακτυλίωσης. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από δι-παραγοντική ANOVA (επεμβάσεις  $\times$  δακτυλίωση), περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.



**Πίνακας 2.20.** Πιθανότητες των επιδράσεων των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με Etherphon (ETH) και ναφθαλινοξικό οξύ (NAA) (*Ptr*), της δακτυλίωσης (*Pg*) και της αλληλεπίδρασής τους (*Ptr* × *g*) επί των ολικών φαιολικών (TP) και της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC), εκτιμώμενη με τις μεθόδους FRAP και DPPH (Γράφημα 2.11), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’.

ΠΠ†	Μεταβλητή		
	TP	FRAP	DPPH
<i>Ptr</i>	***	***	***
<i>Pg</i>	***	***	**
<i>Ptr</i> × <i>g</i>	***	NS	NS

† ΠΠ: πηγή παραλλακτικότητας

NS, μη σημαντικό; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$

### 2.3.8. Προφίλ λιπαρών οξέων, στο Πείραμα Β

Στο λάδι από τους καρπούς όλων των επεμβάσεων η συγκέντρωση του PA εκτιμήθηκε από 8,8 έως 10,8%, του PO από 0,76 έως 1,01%, του ST από 2,5 έως 3,4%, του OL από 75,4 έως 77,9, του LL% από 5,6 έως 6,9%, του LN από 0,5 έως 0,8%, του AR από 0,48 έως 0,58 και του GO από 0,31 έως 0,39% (Πίνακας 2.21). Συγκεκριμένα, το ποσοστό του OL στους καρπούς της επέμβασης με NAA 300 ήταν μικρότερο από του μάρτυρα και του NAA 150, χωρίς την επίδραση της δακτυλίωσης. Ενώ, στις ελιές υπό την επίδραση της δακτυλίωσης το ποσοστό του OL ήταν χαμηλότερο στην επέμβαση με NAA 300 σε σχέση με της NAA 300+ETH ( $P_{tr} < 0,01$ ). Επίσης, υπό την επίδραση της δακτυλίωσης οι τιμές του PO στους καρπούς των επεμβάσεων με ETH και NAA 300+ETH ήταν μικρότερες από του μάρτυρα. Επιπλέον, υπό την επίδραση της δακτυλίωσης το ποσοστό του ST αυξήθηκε σημαντικά στους καρπούς της επέμβασης με NAA 150 ( $P_{tr} < 0,001$  και  $P_g < 0,01$ ). Τέλος, οι μεταβολές των δύο PUFA, LL και LN, δεν ακολούθησαν μια συγκεκριμένη τάση, αν και οι επιδράσεις των επεμβάσεων και της δακτυλίωσης επί αυτών ήταν στατιστικά σημαντικές ( $P_{tr} < 0,01$  και  $P_g < 0,001$ , για το LL;  $P_{tr} < 0,001$  και  $P_g < 0,05$ , για το LN).

**Πίνακας 2.21.** Συγκέντρωση των λιπαρών οξέων: παλμιτικό οξύ (PA), παλμιτελαϊκό οξύ (PO), στεαρικό οξύ (ST), ελαϊκό οξύ (OL), βαχενικό οξύ (VA), λινολεϊκό οξύ (LL),  $\alpha$ -λινολενικό οξύ (LN), αραχιδικό οξύ (AR) και γονδοϊκό οξύ (GO), σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με Ethephon (ETH) και ναφθαλινοξικό οξύ (NAA), υπό την επίδραση ή όχι δακτυλίωσης.

Δακτυλίωση	Επεμβάσεις	Λιπαρά οξέα (% w/w)								
		PA C <sub>16:0</sub>	PO C <sub>16:1</sub> <i>n-9</i>	ST C <sub>18:0</sub>	OL C <sub>18:1</sub> <i>n-9</i>	VA C <sub>18:1</sub> <i>n-11</i>	LL C <sub>18:2</sub> <i>n-9,12</i>	LN C <sub>18:3</sub> <i>n-9,12,15</i>	AR C <sub>20:0</sub>	GO C <sub>20:1</sub> <i>n-11</i>
Χωρίς Δακτυλίωση	Μάρτυρας	8,90	0,91	2,54	77,51	2,15	6,28	0,73	0,51	0,36
	ETH	9,53	0,93	2,69	76,87	2,05	6,33	0,64	0,50	0,33
	NAA 150	8,87	0,85	2,69	77,68	1,94	6,29	0,72	0,51	0,33
	NAA 300	10,73	0,82	2,79	75,45	1,86	6,87	0,57	0,48	0,32
	NAA 300 + ETH	10,09	0,77	2,58	76,91	1,90	6,13	0,64	0,50	0,34
Με Δακτυλίωση	Μάρτυρας	10,19	1,01	2,52	76,17	1,91	6,49	0,65	0,52	0,39
	ETH	10,32	0,79	2,77	76,79	1,90	5,76	0,67	0,55	0,34
	NAA 150	10,67	0,87	3,32	75,49	1,86	5,95	0,79	0,58	0,36
	NAA 300	10,46	0,83	2,93	76,18	1,84	6,02	0,68	0,58	0,36
	NAA 300 + ETH	9,58	0,79	2,51	77,90	1,92	5,64	0,67	0,49	0,38
HSD <sup>†</sup>		1,41	0,21	0,52	1,80	0,40	0,72	0,11	0,10	0,11
<i>Ptr</i> <sup>††</sup>		*	**	***	**	NS	**	***	NS	NS
<i>Pg</i>		**	NS	*	NS	NS	***	*	**	*
<i>Ptr</i> × <i>g</i>		**	NS	*	**	NS	*	**	NS	NS

<sup>†</sup>, από δι-παραγοντική ANOVA (επεμβάσεις × δακτυλίωση), σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ .

<sup>††</sup>, πιθανότητα της επίδρασης των επεμβάσεων (*Ptr*), της αποθήκευσης (*Pst*) και της αλληλεπίδρασής τους (*Ptr* × *st*); NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

Επιπλέον, στους καρπούς όλων των επεμβάσεων εκτιμήθηκε το ποσοστό των SFA που κυμάνθηκε μεταξύ 12 και 14,6%, των UFA μεταξύ 85,3 και 88%, των PUFA μεταξύ 6,3 και 7,5%, των MUFA μεταξύ 78,5 και 81%, καθώς και οι λόγοι UFA/SFA και  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 που εκτιμήθηκαν μεταξύ 5,8 και 7,4 και μεταξύ 7,5 και 12,14, αντίστοιχα (Πίνακας 2.22). Αναλυτικά, οι αλλαγές στα ποσοστά των SFA και των UFA δεν είχαν συγκεκριμένη τάση (*Ptr* < 0,01 και για τα δύο κλάσματα; *Pg* < 0,001, για

τα SFA και  $Pg < 0,01$ , για τα UFA). Επίσης, χωρίς την επίδραση της δακτυλίωσης, το ποσοστό των MUFA στις ελιές της επέμβασης με NAA 300 ήταν μικρότερο από του μάρτυρα και του NAA 150 ( $P_{tr} < 0,01$ ). Παράλληλα, οι μεταβολές των ποσοστών των PUFA δεν ακολούθησαν κάποια συγκεκριμένη τάση, αν και οι επιδράσεις των επεμβάσεων και της δακτυλίωσης εκτιμήθηκαν σημαντικές ( $P_{tr} < 0,01$  και  $Pg < 0,001$ ). Τέλος, χωρίς την επίδραση της δακτυλίωσης, ο λόγος  $\omega-6/\omega-3$  ήταν σημαντικά μεγαλύτερος στις ελιές της επέμβασης με NAA 300 από όλες τις υπόλοιπες επεμβάσεις ( $P_{tr} < 0,001$ ).

**Πίνακας 2.22.** Συγκέντρωση των κορεσμένων (SFA), ακόρεστων (UFA), μόνο-ακόρεστων (MUFA) και πολύ-ακόρεστων (PUFA) λιπαρών οξέων και οι σχέσεις ακόρεστα/κορεσμένα (UFA/SFA) και  $\omega-6/\omega-3$  λιπαρά οξέα, σε καρπούς ‘Κορωνέικης’, μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με Ethephon (ETH) και ναφθαλινοξικό οξύ (NAA), υπό την επίδραση ή όχι δακτυλίωσης.

Δακτυλίωση	Επεμβάσεις	Χαρακτηριστικά					
		SFA	UFA	MUFA	PUFA	UFA/SFA	$\omega-6/\omega-3$
Χωρίς Δακτυλίωση	Μάρτυρας	11,94	87,93	80,93	7,00	7,38	8,61
	ETH	12,71	87,16	80,19	6,97	6,86	9,92
	NAA 150	12,07	87,81	80,80	7,01	7,33	8,69
	NAA 300	14,00	85,89	78,44	7,44	6,14	12,14
	NAA 300 + ETH	13,18	86,68	79,91	6,77	5,58	9,51
Με Δακτυλίωση	Μάρτυρας	13,23	86,62	79,48	7,15	6,56	9,96
	ETH	13,63	86,26	79,82	6,43	6,33	8,63
	NAA 150	14,57	85,32	78,58	6,74	5,86	7,50
	NAA 300	13,96	85,91	78,44	6,69	6,15	8,91
	NAA 300 + ETH	12,58	87,29	80,98	6,31	6,95	8,41
HSD <sup>†</sup>		1,66	1,70	1,85	0,74	1,06	1,84
$P_{tr}$ <sup>††</sup>		**	**	**	**	*	***
$Pg$		***	**	NS	***	**	***
$P_{tr} \times g$		**	**	***	NS	**	***

<sup>†</sup>, από δι-παραγοντική ANOVA (επεμβάσεις  $\times$  δακτυλίωση), σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ .

<sup>††</sup>, πιθανότητα της επίδρασης των επεμβάσεων ( $P_{tr}$ ), της αποθήκευσης ( $P_{st}$ ) και της αλληλεπίδρασής τους ( $P_{tr} \times st$ ); NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .

## 2.4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

---

### 2.4.1. Επιδράσεις των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με ρυθμιστές αύξησης σε ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών, Πείραμα Α

#### 2.4.1.1. Επιδράσεις του ABA

Οι προσυλλεκτικές επεμβάσεις με ABA προκάλεσαν καρπόπτωση και φυλλόπτωση στις δύο τελευταίες χρονικά εφαρμογές, στις 30/10 και στις 10/11, όταν οι ελιές ήταν πρασινοκόκκινες και ‘κερασί’, αντίστοιχα. Τόσο το ποσοστό της καρπόπτωσης όσο και της φυλλόπτωσης παρατηρήθηκε υψηλότερο στην τελευταία ημερομηνία των επεμβάσεων και για την υψηλή συγκέντρωση του ABA ( $300 \text{ mg L}^{-1}$ ). Παρόμοια επίδραση είχαν οι προσυλλεκτικές επεμβάσεις με ABA σε ελιές ποικιλίας ‘Arbequina’, όταν πραγματοποιήθηκαν στην αρχή της ωρίμανσης, που προκάλεσαν καρπόπτωση και φυλλόπτωση (Contreras and Fichet Lagos, 2012). Στην ίδια εργασία παρατηρήθηκε ότι οι υψηλές συγκεντρώσεις του ABA,  $300$  και  $400 \text{ mg L}^{-1}$ , οδήγησαν σε έντονη φυλλόπτωση, που είχε σαν αποτέλεσμα την καθυστέρηση της εμφάνισης του κόκκινου χρώματος και την καθυστέρηση της ωρίμανσης, καθώς και τη μείωση του φορτίου των δένδρων την επόμενη χρονιά. Στην παρούσα εργασία η φυλλόπτωση δεν ήταν τόσο έντονη, ώστε να επηρεαστεί η παραγωγή της επόμενης καλλιεργητικής περιόδου. Επιπλέον, οι Kitsaki *et al.* (1999) αναφέρουν ότι η εμβάπτιση καρποφόρων βλαστών ‘Κορωνέικης’ σε διάλυμα ABA προκάλεσε φυλλόπτωση, το ποσοστό της οποίας αυξήθηκε αυξανόμενης της συγκέντρωσης του ABA. Οι ίδιοι ερευνητές αναφέρουν ότι το ποσοστό της φυλλόπτωσης αυξήθηκε περαιτέρω όταν στο διάλυμα προστέθηκε ETH και προτείνουν τη συνεργιστική δράση του ABA και του αιθυλενίου στην προώθηση της αποκοπής των φυτικών ιστών στην ελιά. Όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία, το ABA προωθεί την έναρξη και γενικότερα τις διαδικασίες αποκοπής των φυτικών ιστών, όπως φύλλα, άνθη, ανώριμοι και ώριμοι καρποί (Goodwin and Mercer, 1983).

Όσον αφορά στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών, οι επεμβάσεις με ABA όταν οι ελιές βρίσκονταν στο στάδιο του γαλακτώματος αύξησαν τα ποσοστά του ST και του AR και παράλληλα στη συγκέντρωση των  $150 \text{ mg L}^{-1}$  μείωσε το ποσοστό του LL, κατά τη συγκομιδή I, 23 ημέρες μετά τις επεμβάσεις. Στη βιβλιογραφία αναφέρεται αύξηση του ST και του LL κατά την ωρίμανση των ελιών (Anastasopoulos *et al.*, 2011; Dag *et al.*, 2011). Επιπλέον, κατά την αποθήκευση των καρπών για 7 ημέρες στους  $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$  δεν παρατηρήθηκαν μεταβολές στη σύσταση των λιπαρών οξέων. Από τη βιβλιογραφία προτείνεται ότι στην αρχή της ωρίμανσης του ελαιόκαρπου, όταν το χρώμα του φλοιού είναι ακόμα πράσινο, αυξάνονται τα επίπεδα του ABA και διεγείρεται η σύνθεσή του (Galla *et al.*, 2009). Ωστόσο, όταν οι ελιές αποκτήσουν μαύρο χρώμα τα ενδογενή επίπεδα του ABA μειώνονται

(Shulman and Lavee, 1980). Επίσης, οι προσυλλεκτικοί χειρισμοί με ABA στο σταφύλι προώθησαν ορισμένες διεργασίες ωρίμανσης, όπως η συσσώρευση των ανθοκυανών και η προώθηση του χρωματισμού των έγχρωμων ποικιλιών (Peppi *et al.*, 2006).

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης πιθανά να υποδεικνύουν μία τάση προώθησης κάποιων διεργασιών ωρίμανσης από το ABA. Ωστόσο, η διατροφική αξία των καρπών δεν επηρεάστηκε αρνητικά από το ABA, μιας και τα TP και η TAC στο εδάδιμο μέρος των ελιών και από τις 3 συγκομιδές, καθώς και η ελαιοπεριεκτικότητα, εκτιμήθηκαν σε γενικές γραμμές, σε παρόμοια επίπεδα με αυτά του μάρτυρα. Τέλος, η αύξηση των ST και AR και η ταυτόχρονη μείωση του LL πρέπει να θεωρηθεί ως αρνητική επίδραση των επεμβάσεων με ABA.

#### **2.4.1.2. Επιδράσεις του ETH**

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν οι επιδράσεις των μεμονωμένων προσυλλεκτικών χειρισμών με ETH, σε ελιές διαφορετικών σταδίων ωριμότητας. Όταν οι επεμβάσεις με ETH πραγματοποιήθηκαν σε ελιές με MI ~2,3 και MI ~3,5, στις 30/10 και στις 10/11, αντίστοιχα, οδήγησαν σε καρπόπτωση και φυλλόπτωση. Η καρπόπτωση ήταν εντονότερη στην τελευταία χρονικά εφαρμογή και στην υψηλή συγκέντρωση του ETH (1000  $\mu\text{L L}^{-1}$ ). Έχει παρατηρηθεί και από άλλους ερευνητές ότι οι χειρισμοί με ETH προωθούν την καρπόπτωση στην ελιά και επιπλέον ότι το ποσοστό της καρπόπτωσης είναι υψηλότερο όσο πιο προχωρημένο είναι το στάδιο ωριμότητας των καρπών. Η καρπόπτωση είναι αποτέλεσμα της μείωσης από το ETH της δύναμης συγκράτησης των καρπών στον ποδίσκο (Ben-Tal, 1992; Ben-Tal, 1994; Gerasopoulos, 1999; Rugini *et al.*, 1982). Για το λόγο αυτό γίνεται προσπάθεια να ενταχθούν στην καλλιεργητική τεχνική, όταν οι ελιές συγκομίζονται μηχανικά. Ωστόσο, τα αποτελέσματα από τους προσυλλεκτικούς ψεκασμούς με ETH δεν έχουν επαναληψιμότητα, διότι ο ρυθμός της απελευθέρωσης του αιθυλενίου από το σκεύασμα επηρεάζεται τόσο από περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία, όσο και από το pH του διαλύματος (Ben-Tal, 1992; Touss *et al.*, 1995).

Επίσης, όσον αφορά στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών η επέμβαση με ETH 1000 αύξησε την ελαιοπεριεκτικότητα στις ελιές στις 2 πρώτες χρονικά συγκομιδές. Οι Ismail *et al.* (1999) παρατήρησαν ότι οι προσυλλεκτικοί ψεκασμοί με ETH σε δένδρα 'Κορωνέικης' λίγο πριν την πλήρη ωρίμανση των καρπών οδήγησαν σε αύξηση του ποσοστού του λαδιού και ταυτόχρονα αύξησαν τα ελεύθερα λιπαρά οξέα και το βαθμό υπεροξειδίων στο λάδι. Παρόμοια αποτελέσματα προσυλλεκτικών ψεκασμών με ETH που οδήγησαν και σε μείωση της σταθερότητας στις οξειδώσεις του λαδιού κατά την αποθήκευση έχουν παρατηρηθεί σε λάδι από καρπούς ποικιλίας Μαστοειδής (Metzidakis *et al.*, 1999). Γενικά αναφέρεται ότι η ελαιοπεριεκτικότητα, τα ελεύθερα λιπαρά οξέα και ο βαθμός υπεροξειδίων στο λάδι αυξάνονται όσο αυξάνεται το στάδιο ωριμότητας των ελιών (Dag *et al.*, 2011; Lavee and Wodner,

2004; Morelló *et al.*, 2004). Επίσης, στην παρούσα εργασία το ETH, σε συγκέντρωση 500  $\mu\text{L L}^{-1}$ , αύξησε το ποσοστό του AR και του LN, ενώ και στις 2 συγκεντρώσεις μείωσε τις τιμές του PA και της σχέσης  $\omega\text{-}6/\omega\text{-}3$  λιπαρά οξέα, στις ελιές της συγκομιδής I κατά την 1<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσής τους στους 20 °C. Επιπλέον, στο τέλος της αποθήκευσης οι αλλαγές στα ποσοστά των λιπαρών οξέων δεν ήταν σημαντικές. Παρόμοια μείωση του PA και αύξηση του LN μετά από επεμβάσεις με ETH, σε συγκέντρωση 2500  $\mu\text{L L}^{-1}$ , παρατήρησαν και οι Touss *et al.* (1995) σε ελιές ‘Arbequina’. Οι τελευταίοι ερευνητές όμως δεν αναφέρουν το στάδιο ωριμότητας των καρπών τόσο κατά τις επεμβάσεις όσο και κατά τη συγκομιδή.

Παράλληλα με τις αλλαγές στη λιπαρή φάση των καρπών εκτιμήθηκαν και οι αλλαγές στις φαινολικές ουσίες και στην TAC. Οι επεμβάσεις με ETH, σε συγκέντρωση 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$ , μείωσαν τις τιμές των TP και της TAC στις ελιές και των 3 συγκομιδών. Επιπλέον, στις ελιές της συγκομιδής I, οι επεμβάσεις με ETH, ανεξάρτητα της συγκέντρωσης, μείωσαν τις τιμές του VER, της HT και της TYR. Οι Kafkaletou και Tsantili (2011) αναφέρουν ότι οι προσυλλεκτικές επεμβάσεις με ETH σε ‘Κονσερβολιές’ στο στάδιο του γαλακτώματος, σε συγκεντρώσεις 650 και 1300  $\mu\text{L L}^{-1}$ , δεν επηρέασαν τα επίπεδα των TP και της TAC, όταν οι καρποί συγκομίστηκαν σε κόκκινο στάδιο, 20 ημέρες μετά τους χειρισμούς. Επίσης, η συγκέντρωση των TP σε ελιές ‘Manzanillo’ δεν επηρεάστηκε από τους ψεκασμούς με ETH σε συγκέντρωση 1000 και 1500  $\mu\text{L L}^{-1}$ , ενώ το ETH σε συγκέντρωση 2000  $\mu\text{L L}^{-1}$  αύξησε οριακά τις τιμές των TP (Rugini *et al.*, 1982). Επιπλέον, οι Metzidakis *et al.* (1999) αναφέρουν ότι οι ψεκασμοί με ETH μείωσαν σημαντικά την συγκέντρωση των TP, της HT και της TYR στο λάδι από καρπούς ποικιλίας ‘Μαστοειδής’.

Οι προσυλλεκτικοί χειρισμοί με ETH στην ελιά πιθανά να προωθούν την ωρίμανση των καρπών. Αναλυτικά, αναφέρεται προώθηση της εμφάνισης του κόκκινου χρώματος των ελιών, πιθανά μέσω της προώθησης της αποδόμησης των χλωροφυλλών και της ταυτόχρονης προώθησης της έναρξης της συσσώρευσης των ανθοκυανών (Kafkaletou and Tsantili, 2011; Metzidakis *et al.*, 1999; Rugini *et al.*, 1982). Στις παραπάνω μελέτες δεν παρατηρήθηκε προώθηση του μαύρου χρώματος των καρπών, γεγονός που πιθανά να υποδεικνύει μία τάση παρεμπόδισης της περαιτέρω συσσώρευσης των ανθοκυανών. Ωστόσο, οι Metzidakis *et al.* (1999) προτείνουν ότι το μικρότερο ποσοστό των μαύρων ελιών πιθανά να οφείλεται στα αυξημένα ποσοστά καρπόπτωσης που παρατηρήθηκαν μετά τις επεμβάσεις με ETH, διότι υποστηρίζουν ότι η πλειοψηφία των ελιών που έπεσαν είχαν αποκτήσει ιώδες – μαύρο χρώμα. Άλλες διεργασίες ωρίμανσης που αναφέρεται ότι προωθήθηκαν από τις επεμβάσεις με ETH είναι τα μαλάκωμα των ελιών, η αύξηση του ρυθμού της αναπνοής των καρπών και της παραγωγής του αιθυλενίου (Kafkaletou and Tsantili, 2011; Rugini *et al.*, 1982).

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης υποδεικνύουν μία πιθανή τάση προώθησης κάποιων διεργασιών ωρίμανσης από τις επεμβάσεις με ETH. Ωστόσο, πρέπει να ληφθεί

υπόψη ότι οι επιδράσεις του ETH στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών και στη διατροφική τους αξία ήταν μάλλον αρνητικές, εφόσον μείωσαν τις τιμές της TAC και των TP, καθώς και ορισμένων φαινολικών ουσιών με αντιοξειδωτική ικανότητα, όπως η HT, ο VER και η TYR. Ενώ, πρέπει να ληφθεί ως θετική επίδραση η αύξηση της ελαιοπεριεκτικότητας των καρπών.

#### **2.4.1.3. Επιδράσεις του ReTain**

Οι προσυλλεκτικές επεμβάσεις με ReTain πραγματοποιήθηκαν μόνο στην αρχή της ωρίμανσης των καρπών, όταν οι ελιές είχαν MI ~1, και οι επιδράσεις τους εκτιμήθηκαν κατά τη συγκομιδή των καρπών 23 ημέρες μετά τους χειρισμούς. Από τη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι όσο πιο πρώιμα, κατά την ωρίμανση του ελαιόκαρπου, πραγματοποιηθούν οι επεμβάσεις με ReTain, τόσο μεγαλύτερη είναι η αποτελεσματικότητά τους στην καθυστέρηση κάποιων διεργασιών ωρίμανσης (Tsantili *et al.*, 2012).

Αντίθετα με το ETH, στις ελιές που είχαν δεχθεί τις επεμβάσεις με ReTain, και στις 2 συγκεντρώσεις, το ποσοστό του λαδιού ήταν μικρότερο από του μάρτυρα, όπως και τα ποσοστά των λιπαρών οξέων LL, GO και PUFA και οι τιμές της σχέσης  $\omega$ -6/ $\omega$ -3, κατά την 1<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης. Παράλληλα, στους καρπούς των ίδιων επεμβάσεων τα ποσοστά του OL και του LN παρατηρήθηκαν αυξημένα και στις δύο ημερομηνίες της αποθήκευσης. Από τη βιβλιογραφία, αλλά και από τα αποτελέσματα του Κεφαλαίου 1 παρατηρήθηκε ότι κατά την ωρίμανση των ελιών αυξάνεται η εκατοστιαία περιεκτικότητα σε λάδι, η συγκέντρωση του LL και των PUFA και ο λόγος  $\omega$ -6/ $\omega$ -3, ενώ ταυτόχρονα το ποσοστό του OL μειώνεται (Anastasopoulos *et al.*, 2011). Η αντίθετη πορεία στις μεταβολές των τιμών των παραπάνω χαρακτηριστικών υπό την επίδραση του ReTain πιθανά να υποδεικνύει μία τάση καθυστέρησης των συγκεκριμένων διεργασιών της ωρίμανσης. Οι Tsantili *et al.* (2012) αναφέρουν ότι οι προσυλλεκτικοί χειρισμοί με ReTain σε καρπούς ‘Κονσερβολιάς’, όταν βρίσκονταν στο στάδιο του γαλακτώματος, είχαν σαν αποτέλεσμα τη διατήρηση του έντονου πράσινου χρώματος των ελιών και μείωσαν τις απώλειες στη συνεκτικότητα, κατά τη συγκομιδή των καρπών μετά από 20 μέρες. Οι ίδιοι ερευνητές προτείνουν ότι προσυλλεκτικά το ReTain καθυστερεί την ωρίμανση των ελιών στο δένδρο και με τη χρήση του θα μπορούσε να επιμηκυνθεί η περίοδος της συγκομιδής, τουλάχιστον για τις επιτραπέζιες ποικιλίες, οι ελιές των οποίων προορίζονται για μεταποίηση ‘Ισπανικού τύπου’. Η καθυστέρηση κάποιων διεργασιών ωρίμανσης, όπως το μαλάκωμα, από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με ReTain έχει παρατηρηθεί σε διάφορους καρπούς, όπως σε ροδάκινα (Bregoli *et al.*, 2006), σε νεκταρίνια (McGlasson *et al.*, 2005; Torrigiani *et al.*, 2004) και σε μήλα (Whale *et al.*, 2008). Στις περισσότερες όμως εργασίες σε κλιμακτηριακούς καρπούς, όπως οι προαναφερθείσες, οι επιδράσεις του ReTain αποδίδονται στην παρεμπόδιση κάποιων διεργασιών ωρίμανσης μέσω της μειωμένης σύνθεσης του αιθυλενίου. Ωστόσο, στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι το ReTain έχει επίδραση σε πολλές διεργασίες του καρπού, διότι παρεμποδίζει τις

διεργασίες όπου εμπλέκεται η φωσφορική πυριδοξάλη (Saltveit, 2005), και πιθανά οι επιδράσεις του στον ελαιόκαρπο να μην οφείλονται αποκλειστικά στην παρεμπόδιση της βιοσύνθεσης του αιθυλενίου.

Επίσης, το ReTain στην υψηλή συγκέντρωση ( $300 \text{ mg L}^{-1}$ ) στην αρχή της αποθήκευσης, μείωσε τις τιμές των TP και της TAC, εκτιμώμενη με τη μέθοδο DPPH, ενώ ταυτόχρονα οι τιμές της OLE παρατηρήθηκαν μειωμένες, αν και στατιστικά η μείωση ήταν μη σημαντική. Παρόμοια μείωση των επιπέδων των TP, της TAC και της OLE υπό την επίδραση του ReTain έχει παρατηρηθεί και σε πράσινες ‘Κονσερβολιές’ (Tsantili *et al.*, 2010; Tsantili *et al.*, 2012). Επίσης, οι ίδιοι ερευνητές αναφέρουν ότι κατά την έκθεση των καρπών σε θερμοκρασίες ωρίμανσης ( $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) οι τιμές των TP και της TAC αυξήθηκαν και έφτασαν σε παρόμοια επίπεδα με του μάρτυρα. Η αύξηση των τιμών των παραπάνω αντιοξειδωτικών οφειλόταν στην αύξηση της συγκέντρωσης της OLE, που παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Η παρατήρηση αυτή συμφωνεί με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, όπου κατά την 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης οι τιμές της OLE στις ελιές των επεμβάσεων με ReTain εκτιμήθηκαν σε παρόμοια επίπεδα με αυτά του μάρτυρα.

Συμπερασματικά, παρατηρήθηκε μία τάση παρεμπόδισης ορισμένων διεργασιών ωρίμανσης υπό την επίδραση των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με ReTain. Παράλληλα όμως παρατηρήθηκε και μία τάση υποβάθμισης των ποιοτικών χαρακτηριστικών και της διατροφικής αξίας των ελιών, κατά τη συγκομιδή, κυρίως λόγω της χαμηλής ελαιοπεριεκτικότητας και των μειωμένων τιμών των TP, της TAC και της OLE. Αντίθετα, όσον αφορά στη σύσταση των λιπαρών οξέων η επίδραση του ReTain ήταν θετική, κυρίως διότι διατήρησε το OL και LN σε επίπεδα υψηλότερα του μάρτυρα.

#### **2.4.2. Επίδραση της αποθήκευσης σε ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών, Πείραμα Α**

##### **2.4.2.1. Επίδραση της αποθήκευσης στα TP, στην TAC και στα επιμέρους φαινολικά συστατικά**

Στο τέλος της αποθήκευσης των ελιών σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ( $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$  και 90% Σ.Υ.) και για χρονική διάρκεια 7 ημερών, παρατηρήθηκε ότι η συγκέντρωση της OLE στο εδώδιμο μέρος των καρπών είχε αυξηθεί σημαντικά. Η αύξηση αυτή παρατηρήθηκε ανεξάρτητα των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με τους ρυθμιστές αύξησης, και τα επίπεδα της OLE την 7<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης ήταν παρόμοια στους καρπούς όλων των επεμβάσεων. Επίσης, σε γενικές γραμμές η αύξηση της OLE συνοδευόταν από την ταυτόχρονη αύξηση των TP και της TAC, καθώς και τη μείωση των υπόλοιπων μεμονωμένων φαινολικών ουσιών. Οι μεγαλύτερες μειώσεις αφορούσαν στις τιμές του VER, του LUT-7, της RUT, της HT και της TYR, που είναι και οι φαινολικές ουσίες που απαντούνται στις υψηλότερες συγκεντρώσεις στον ελαιόκαρπο μετά την OLE. Επιπλέον, η HT και η TYR αναφέρεται από τη βιβλιογραφία ότι πιθανά να συμμετέχουν στη βιοσύνθεση της OLE (βλέπε Σχήματα 2.1 και 2.2) (Damtoft *et al.*, 1993, 1995; Gutierrez-Rosales *et al.*, 2010). Τούτο δεν σημαίνει υποχρεωτικά ότι η



βιοσύνθεση της OLE κατά την αποθήκευση πραγματοποιείται από το ίδιο μονοπάτι, που ακολουθείται κατά την ανάπτυξη των ελιών στο δένδρο. Τέλος, οι αυξήσεις των TP και της TAC μάλλον οφείλονται στο γεγονός ότι η OLE είναι το επικρατέστερο ποσοτικά φαινολικό συστατικό του καρπού και η συμμετοχή της στα TP και στην TAC είναι μεγάλη (Luque de Castro and Japón-Luján, 2006; Soler-Rivas *et al.*, 2000).

Παρόμοια αύξηση της OLE έχει παρατηρηθεί κατά την αποθήκευση πράσινων ελιών 'Κονσερβολιάς', στις ίδιες συνθήκες και για το ίδιο χρονικό διάστημα (Tsantili *et al.*, 2012). Εκτός από τη διαφορετική ποικιλία οι καρποί που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία βρίσκονταν σε πιο προχωρημένο στάδιο ωριμότητας (MI 3,5) από τις ελιές της προηγούμενης εργασίας και όπως έχει παρατηρηθεί από το 1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο η συγκέντρωση της OLE μειώνεται κατά την ωρίμανση των καρπών. Το γεγονός αυτό πιθανά να υποδεικνύει ότι η αύξηση της OLE κατά την αποθήκευση είναι σε ένα βαθμό ανεξάρτητη του σταδίου ωριμότητας των καρπών. Επίσης, τάση αύξησης της OLE έχει παρατηρηθεί κατά την αποθήκευση ελιών 'Cornicabra' (ελαιοποιήσιμη ποικιλία), με MI ~4, στους 20 °C και 50% Σ.Υ. και στους 10 °C και 75% Σ.Υ., για 10 ημέρες (Inarejos-García *et al.*, 2010). Συγκεκριμένα, στην ίδια εργασία αναφέρεται ότι κατά την αποθήκευση των ελιών σε κιβώτια σε στρώσεις πάχους 10 και 20 cm παρατήρησαν μία τάση αύξησης της OLE στο τέλος της αποθήκευσης. Προτείνουν ότι η αύξηση αυτή πιθανά να αποδίδεται στην απελευθέρωση δεσμευμένων μορφών της OLE από τους πολυσακχαρίτες του κυτταρικού τοιχώματος, που πιθανά να αποδομήθηκαν από ένζυμα μικροβιακών οργανισμών που είχαν αναπτυχθεί κατά την αποθήκευση των καρπών. Ωστόσο, στην παρούσα μελέτη ο αριθμός των ελιών ανά δείγμα ήταν μικρός (~60 ελιές), στα δοχεία της αποθήκευσης οι ελιές ήταν σε μία στρώση και δεν παρατηρήθηκε ορατή ανάπτυξη μικροοργανισμών καθ' όλη τη διάρκεια της αποθήκευσης, μετά από καθημερινό έλεγχο.

Οι Dourtoglou *et al.* (2006a και 2006b) μελέτησαν τις μεταβολές των φαινολικών συστατικών πράσινων ελιών 'Χονδρολιάς', κατά την αποθήκευσή τους για διάστημα 12 ημερών, σε θερμοκρασία  $23 \pm 2$  °C και Σ.Υ. 90 – 95%, με τη χρήση δύο διαφορετικών ατμοσφαιρών, αέρα και ατμόσφαιρα εμπλουτισμένη με CO<sub>2</sub>. Αναφέρουν ότι η συγκέντρωση των TP, των ολικών φλαβονοειδών, καθώς και η TAC αυξήθηκαν κατά την αποθήκευση και ότι οι αυξήσεις ήταν μεγαλύτερες όταν οι ελιές αποθηκεύθηκαν σε υψηλό CO<sub>2</sub>. Επίσης, παρατήρησαν την προώθηση του κόκκινου χρωματισμού των καρπών, που συνοδεύτηκε από την αύξηση των ολικών ανθοκυανών, από την 3<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης και μετά, και προτείνουν ότι οι αυξήσεις των TP και της TAC οφείλονται κύρια στην αύξηση των ανθοκυανών (Dourtoglou *et al.*, 2006a). Ωστόσο, οι ίδιοι ερευνητές όταν μελέτησαν τα επιμέρους φαινολικά συστατικά των καρπών παρατήρησαν την αύξηση ενός γλυκοζίτη της υδροξυτυροσόλης (glucoside of hydroxytyrosol), ενός άγλυκου παραγώγου του λιγκστροσάιντ (demethylated form of ligstroside aglycon) και ενός παραγώγου του μεθυλεστέρα του ολεανολικού

(oleoside methyl ester) (Dourtoglou *et al.*, 2006b). Από τη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι και τα τρία αυτά φαινολικά συστατικά εμπλέκονται στο μονοπάτι της βιοσύνθεσης της OLE (βλέπε Σχήμα 2.1) (Damtoft *et al.*, 1993, 1995; Gutierrez-Rosales *et al.*, 2010).

Σε αντίθεση με την αποθήκευση σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (~20 °C) προτείνεται ότι η αποθήκευση σε χαμηλές θερμοκρασίες πιθανά να μειώνει τα επίπεδα της OLE. Συγκεκριμένα, έχει παρατηρηθεί ότι μετά την έκθεση ελιών ποικιλίας Frantoio στους  $4 \pm 2$  °C, για τρεις εβδομάδες, μειώθηκε η πικρή γεύση του ελαιόλαδου που προήλθε από αυτές (Kalua *et al.*, 2008). Παρόμοια μείωση έχει αναφερθεί και κατά την αποθήκευση πράσινων ελιών των ποικιλιών Manzanilla, Picual και Verdial, σε θερμοκρασία 5 °C, για διάστημα 8 εβδομάδων (Yousfi *et al.*, 2008). Παρόμοια όμως μείωση της ‘πικράδας’ του ελαιόλαδου έχει αναφερθεί και μετά την έκθεση πράσινων ώριμων ελιών ποικιλίας Lechin σε θερμοκρασία 40 °C, για διάστημα 72 ωρών (Yousfi *et al.*, 2009). Η πικρή γεύση του ελαιόλαδου οφείλεται σε λιποδιαλυτά παράγωγα της OLE (κυρίως η άγλυκη μορφή της OLE) που σχηματίζονται κατά τη διαδικασία της εξαγωγής του λαδιού (El Riachy *et al.*, 2011b). Επίσης, η αποθήκευση ελιών ‘Κορωνέικης’, χωρίς όμως να αναφέρεται το στάδιο ωριμότητας, σε θερμοκρασία 5 °C, δεν επηρέασε αρνητικά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου που προήλθε από αυτές. Ωστόσο, οι καρποί εμφάνισαν συμπτώματα κρυοτραυματισμών, που είχαν σαν αποτέλεσμα μειωμένα επίπεδα TP και χλωροφυλλών (Kiritsakis *et al.*, 1998).

Η αύξηση της OLE κατά την αποθήκευση είναι πιθανό να αποτελεί μία αντίδραση των καρπών σε συνθήκες καταπόνησης. Από τη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι οι καρποί κατά την αποκοπή τους από το δένδρο υφίστανται σημαντική μηχανική καταπόνηση, καθώς επίσης ότι υποβάλλονται σε πιθανές καταπονήσεις κατά την περίοδο της αποθήκευσής τους (Kays, 1991). Επιπλέον, οι φαινολικές ουσίες στα φυτά γενικά εμπλέκονται στην ανάπτυξη ανθεκτικότητας έναντι βιοτικών ή/και αβιοτικών καταπονήσεων (Dixon and Paiva, 1995). Τέλος, στην ελιά έχει παρατηρηθεί αύξηση της OLE στα φύλλα της ανθεκτικής στο ψύχος ποικιλίας Picual, σε συνθήκες καταπόνησης λόγω χαμηλών θερμοκρασιών (Ortega-García and Peragón, 2009).

Συμπερασματικά, οι προσυλλεκτικές επεμβάσεις με τους ρυθμιστές αύξησης δεν επέδρασαν στην αύξηση της OLE κατά την αποθήκευση. Ωστόσο, λόγω της αύξησης της OLE δεν υποβαθμίστηκε η ποιότητα των ελιών κατά την αποθήκευση, διότι τα TP και η TAC παρέμειναν σε υψηλά επίπεδα. Τέλος, προτείνεται η περαιτέρω μελέτη του φαινομένου αυτού μελετώντας τις δραστηρότητες των ενζύμων που εμπλέκονται στη βιοσύνθεση της OLE, όπως η β-γλυκοσιδάση, καθώς και τις μεταβολές των επιπέδων των ουσιών που αναφέρονται από τη βιβλιογραφία ως πρόδρομες της OLE.

#### **2.4.2.2. Επίδραση της αποθήκευσης στο προφίλ των λιπαρών οξέων**

Κατά την αποθήκευση των καρπών της συγκομιδής Ι σε θερμοκρασία περιβάλλοντος δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές μεταβολές στη συγκέντρωση των λιπαρών οξέων και όποιες μικρές αλλαγές δεν ακολούθησαν κάποια συγκεκριμένη τάση. Συνεπώς, δεν εκτιμήθηκαν μεταβολές και στα επιμέρους κλάσματα των λιπαρών. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται και κατά την αποθήκευση, σε χαμηλές όμως θερμοκρασίες (5 °C), καρπών των ποικιλιών Chemlali και Chétoui, με MI ~3, όπου δεν παρατηρήθηκαν αλλαγές στα ποσοστά των λιπαρών οξέων, την 1<sup>η</sup> εβδομάδα της αποθήκευσης (Youssef *et al.*, 2011). Συμπερασματικά, είναι πιθανό η αποθήκευση των ελιών για μικρό χρονικό διάστημα, έως περίπου μία βδομάδα, να μην οδηγεί σε ανεπιθύμητες αλλαγές στη σύσταση των λιπαρών οξέων που θα επηρέαζαν τη μετέπειτα σταθερότητα του λαδιού. Το γεγονός αυτό δίνει ένα μικρό χρονικό περιθώριο στις βιομηχανίες μεταποίησης των ελιών να επεξεργαστούν την πρώτη ύλη με κάποια καθυστέρηση. Ωστόσο, χρειάζεται μεγάλη προσοχή για την αποφυγή προσβολών από μικροοργανισμούς, κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης.

#### **2.4.3. Επιδράσεις των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με NAA και ETH σε συνδυασμό με την εφαρμογή δακτυλίωσης, Πείραμα Β**

##### **2.4.3.1. Επιδράσεις στα χαρακτηριστικά των καρπών**

Το χρώμα του φλοιού των καρπών δεν επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις ή/και από τη δακτυλίωση και οι παράμετροι του χρώματος κυμάνθηκαν σε παρόμοια επίπεδα με αυτά που αναφέρονται στο Κεφάλαιο 1 σε ελιές περίπου ίδιου σταδίου ωριμότητας, με MI ~4 (παράγραφος 1.3.1.1 και Γράφημα 1.1). Πιθανά, να μην παρατηρήθηκε κάποια επίδραση των επεμβάσεων ή/και της δακτυλίωσης στο χρώμα διότι πραγματοποιήθηκε μία συγκομιδή, ~1 μήνα μετά τους χειρισμούς, όταν η πλειοψηφία των καρπών στα πειραματικά δένδρα είχαν MI ~4. Αν είχαν πραγματοποιηθεί μία ή/και δύο δειγματοληψίες στο διάστημα μεταξύ των επεμβάσεων και της συγκομιδής είναι πιθανό να είχαν παρατηρηθεί κάποιες διαφορές στο χρώμα. Από τη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι οι μετασυλλεκτικές επεμβάσεις με NAA προώθησαν τη συσσώρευση των ανθοκυανών και κατ' επέκταση την εμφάνιση του κόκκινου χρώματος, σε ελιές 'Manzanillo', οι οποίες όμως ήταν ήδη συγκομισμένες σε πράσινο στάδιο (Shulman and Lavee, 1973). Στην ίδια εργασία προτείνεται ότι μετασυλλεκτικά το NAA προώθησε την ωρίμανση των ελιών. Επίσης, έχει παρατηρηθεί η προώθηση κάποιων διεργασιών ωρίμανσης μετά την εφαρμογή δακτυλίωσης σε βλαστούς της ποικιλίας Frantoio. Οι ελιές από βλαστούς που είχαν δεχτεί δακτυλίωση είχαν πιο σκούρο χρώμα και παρουσίασαν μειωμένες τιμές συνεκτικότητας σε σύγκριση με του μάρτυρα (Proietti *et al.*, 2006). Ωστόσο, στην ίδια εργασία το χρώμα των καρπών όπως και η συνεκτικότητα εκτιμήθηκαν οπτικά και όχι με αντικειμενικές μεθόδους.

Στην παρούσα εργασία, οι τιμές της αναπνοής των καρπών και της έκλυσης του αιθυλενίου παρατηρήθηκαν σε παρόμοια επίπεδα με αυτά που αναφέρονται στην παράγραφο 1.3.1.2 (Γράφημα 1.2) για ελιές ίδιου σταδίου ωριμότητας (MI 4). Επιπλέον, ο ρυθμός της αναπνοής των ελιών δεν επηρεάστηκε από την εφαρμογή της δακτυλίωσης, ενώ μόνο στις ελιές που είχαν δεχθεί την επέμβαση με NAA 300+ETH παρατηρήθηκε μείωση της έντασης της αναπνοής. Παράλληλα, η έκλυση του αιθυλενίου αυξήθηκε σημαντικά, αλλά σε μικρό βαθμό, στις ελιές που είχαν δεχθεί τις επεμβάσεις με ETH και NAA 300+ETH. Παρόμοια αύξηση της έκλυσης αιθυλενίου, αλλά και ταυτόχρονη αύξηση της έντασης της αναπνοής, έχει παρατηρηθεί σε ελιές ποικιλίας Manzanillo μετά από προσυλλεκτικές επεμβάσεις με ETH (Rugini *et al.*, 1982). Ωστόσο, το NAA, σε καμία από τις 2 συγκεντρώσεις, δεν προώθησε την αύξηση της έκλυσης του αιθυλενίου, σε αντίθεση με ότι αναφέρεται από τη βιβλιογραφία για την προώθηση της παραγωγής του αιθυλενίου από τις αυξίνες στους κλιμακτηριακούς καρπούς (Abeles *et al.*, 1992).

#### **2.4.3.2. Επιδράσεις στην ελαιοπεριεκτικότητα των καρπών**

Η ελαιοπεριεκτικότητα των καρπών, εκτιμώμενη ανά ξηρό βάρος εδώδιμου μέρους, παρουσίασε μία τάση αύξησης υπό την επίδραση του ETH και μία αντίστοιχη τάση μείωσης υπό την επίδραση των επεμβάσεων με NAA, αν και οι τάσεις αυτές δεν εκτιμήθηκαν στατιστικά σημαντικές. Παράλληλα και υπό την επίδραση της δακτυλίωσης παρατηρήθηκε μία τάση αύξησης του ποσοστού του λαδιού, που εκτιμήθηκε στατιστικά σημαντική μόνο για τις ελιές των επεμβάσεων του μάρτυρα και του ETH. Η τάση της αύξησης της ελαιοπεριεκτικότητας υπό την επίδραση του ETH συμφωνεί με τα αποτελέσματα του πρώτου μέρους του παρόντος κεφαλαίου (παράγραφος 2.3.4.2) και πιθανά να υποδεικνύει μία τάση προώθησης κάποιων διεργασιών ωρίμανσης. Αντίθετα, το NAA φαίνεται να καθυστέρησε τη συσσώρευση του λαδιού, γεγονός που μάλλον συνάδει με την διατήρηση της νεανικότητας των φυτικών ιστών από τις αυξίνες. Παράλληλα, η αύξηση της ελαιοπεριεκτικότητας υπό την επίδραση της δακτυλίωσης πιθανά να οφείλεται στη συσσώρευση των προϊόντων της φωτοσύνθεσης πάνω από το σημείο της τομής. Όπως έχει αναφερθεί στο Κεφάλαιο 1 τα σάκχαρα αποτελούν τις πρόδρομες ουσίες για τη βιοσύνθεση των λιπαρών οξέων και τη συσσώρευση του λαδιού.

Από την βιβλιογραφία αναφέρεται ότι η εφαρμογή της δακτυλίωσης στις αρχές Αυγούστου ή στις αρχές Σεπτεμβρίου σε βραχίονες δένδρων 30 ετών της ποικιλίας Leccino, σε μη αρδευόμενες συνθήκες, αύξησε το ξηρό βάρος των καρπών, τη σχέση σάρκας/πυρήνα και το ποσοστό του λαδιού, εκτιμώμενο ανά ξηρό βάρος ολόκληρου καρπού (Proietti, 2003). Στην ίδια εργασία προτείνεται ότι η αύξηση στο ποσοστό του λαδιού πιθανά να οφείλεται στην αύξηση του λόγου σάρκας/πυρήνα (δηλαδή στην αύξηση του μεσοκαρπίου), διότι δεν παρατήθηκε αύξηση του ποσοστού του λαδιού όταν εκτιμήθηκε ανά ξηρό βάρος σάρκας. Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξαν και οι Lavee και Wodner

(2004) που υποστηρίζουν ότι το ποσοστό του λαδιού είναι ανεξάρτητο του φορτίου του δένδρου και του μεγέθους του καρπού, αλλά εξαρτάται από το μέγεθος του μεσοκαρπίου. Επιπλέον, όταν η εφαρμογή της δακτυλίωσης έγινε σε βλαστούς δένδρων της ποικιλίας Frantoio, ηλικίας 15 ετών, σε μη αρδευόμενες συνθήκες, στα τέλη Ιουνίου, περίοδος που συμπίπτει με την αρχή της ανάπτυξης του μεσοκαρπίου (βλέπε Σχήμα 1.4), και δεν επιτράπηκε η ανάπτυξη επολωτικού ιστού, οδήγησε στην αύξηση του ξηρού βάρους ολόκληρου του καρπού, του ξηρού βάρους της σάρκας του καρπού, του ποσοστού του λαδιού (εκτιμώμενο ανά ξηρό βάρος καρπού) και της σχέσης σάρκας/πυρήνα. Παράλληλα παρατηρήθηκε μείωση της ανάπτυξης των βλαστών που είχαν δεχθεί τη δακτυλίωση (Proietti *et al.*, 2006). Τέλος, από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας προκύπτει ότι όταν η δακτυλίωση στην ελιά πραγματοποιείται πριν την άνθηση έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της καρπόδεσης και την αύξηση του ύψους της παραγωγής, μέσω της άμβλυνσης του φαινομένου της παρενιαυτοφορίας (Ben-Tal and Lavee, 1984; Lavee *et al.*, 1983; Levin and Lavee, 2005).

Συμπερασματικά, τόσο οι επεμβάσεις με ETH όσο και η δακτυλίωση είναι πιθανό να προωθούν κάποιες διεργασίες ωρίμανσης που σχετίζονται με τη συσσώρευση του λαδιού, επιδρώντας θετικά σε αυτά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών. Πιθανά οι χειρισμοί αυτοί να μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε συνδυαστικά ή/και μεμονωμένα με σκοπό είτε την πρωίμηση της παραγωγής ή/και την αύξηση του ποσοστού του λαδιού.

#### **2.4.3.3. Επιδράσεις στις φαινολικές ουσίες, στην αντιοξειδωτική ικανότητα και στα λιπαρά οξέα των καρπών**

Οι τιμές των TP και της TAC στις ελιές του μάρτυρα εκτιμήθηκαν σε παρόμοια επίπεδα με τα αντίστοιχα από τις ελιές παρόμοιου σταδίου ωριμότητας (MI 4) του Κεφαλαίου 1 (Γράφημα 1.4), όπως και τα ποσοστά των λιπαρών οξέων (Πίνακας 1.5). Η επέμβαση με NAA 150 αύξησε σε optimum τιμή τη συγκέντρωση των TP και την TAC, στο εδωδίο μέρος των καρπών, ενώ παρατηρήθηκε μία τάση μείωσης της TAC υπό την επίδραση των επεμβάσεων με NAA 300 και ETH. Επιπλέον, οι επιδράσεις της δακτυλίωσης στα χαρακτηριστικά αυτά δεν εκτιμήθηκε σημαντική. Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας και από τα αποτελέσματα του Κεφαλαίου 1, κατά την ωρίμανση των ελιών οι τιμές των TP και της TAC μειώνονται (Alagna *et al.*, 2012; Machado *et al.*, 2013). Βάσει αυτού του δεδομένου, πιθανά η επέμβαση με NAA να καθυστέρησε σε ένα βαθμό τη μείωση των TP και της TAC, κατά την ωρίμανση των ελιών, υποστηρίζοντας τον ρόλο των αυξινών στη διατήρηση της νεανικότητας των φυτικών ιστών. Ωστόσο, η επέμβαση με NAA παρουσίασε optimum τιμές σε TP και TAC στη συγκέντρωση 150 mg L<sup>-1</sup> έναντι της διπλάσιας συγκέντρωσης. Η εξήγηση της συγκεκριμένης επίδρασης του NAA 150 δεν μπορεί να εξηγηθεί με τα παρόντα αποτελέσματα.

Παράλληλα, η επέμβαση με NAA 300 αύξησε το ποσοστό του PA και το λόγο  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 και ταυτόχρονα μείωσε τα ποσοστά του LL και του OL. Πιθανά αυτές οι επιδράσεις να υποδεικνύουν μια τάση καθυστέρησης των διεργασιών που σχετίζονται με το προφίλ των λιπαρών οξέων. Κατά την ωρίμανση του ελαιόκαρπου έχει παρατηρηθεί η μείωση των ποσοστών του OL και κάποιες φορές και του LN και η ταυτόχρονη αύξηση των ποσοστών του LL και των PUFA και των τιμών του λόγου  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 (Κεφάλαιο 1) (Anastasopoulos *et al.*, 2011). Ωστόσο, οι επιδράσεις των επεμβάσεων και της δακτυλίωσης επί του προφίλ των λιπαρών οξέων δεν είναι ξεκάθαρες και δεν υποδεικνύουν μία σταθερή τάση, οπότε δεν είναι δυνατόν να εκτιμηθεί η επίδραση των συγκεκριμένων ρυθμιστών αύξησης. Το γεγονός αυτό είναι πιθανό να οφείλεται στο στάδιο ωριμότητας των καρπών όταν δέχτηκαν τις επεμβάσεις ή/και κατά τη συγκομιδή τους. Πιθανά, όπως αναφέρθηκε και στις παραμέτρους του χρώματος, εάν είχαν πραγματοποιηθεί μία ή δύο ενδιάμεσες συγκομιδές να είχαν παρατηρηθεί κάποιες επιδράσεις. Ωστόσο, οι διεργασίες αυτές είναι πολύπλοκες και ο ρόλος των ρυθμιστών αύξησης επί αυτών δεν είναι γνωστός. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δεν είναι αρκετά για να εξαχθεί κάποιο συμπέρασμα και προτείνεται να μελετηθούν οι επιδράσεις των συγκεκριμένων ρυθμιστών αύξησης σε περισσότερα του ενός στάδια ωριμότητας, αλλά και σε ποικιλίες που προορίζονται για επιτραπέζια χρήση.

Συμπερασματικά, οι επεμβάσεις με NAA και ETH, όπως και η εφαρμογή της δακτυλίωσης δεν επηρέασαν αρνητικά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών. Επιπλέον, οι επεμβάσεις με αυξίνες είναι πιθανό να καθυστερούν σε ένα βαθμό τις μειώσεις των TP και της TAC, κατά την ωρίμανση των ελιών, ενώ οι επεμβάσεις με ETH έχουν τα αντίθετα αποτελέσματα.

#### **2.4.4. Συμπεράσματα**

Στο Πείραμα Α μελετήθηκαν οι επιδράσεις των μεμονωμένων προσυλλεκτικών χειρισμών με ABA και ETH, σε ελιές 3 διαφορετικών σταδίων ωριμότητας, καθώς και του ReGain, σε καρπούς στο στάδιο του γαλακτώματος. Η εκτίμηση των επιδράσεων έγινε κατά τη συγκομιδή των καρπών ~23 ημέρες μετά τους χειρισμούς (3 συγκομιδές για το ABA και το ETH και μία συγκομιδή για το ReGain). Οι προσυλλεκτικές επεμβάσεις με ABA και ETH προκάλεσαν καρπόπτωση και φυλλόπτωση όταν εφαρμόστηκαν σε ελιές με MI ~2,2 (πρασινοκόκκινες) και με MI ~3,5 ('κερασί'), αλλά όχι όταν έγιναν στο στάδιο του γαλακτώματος (MI ~1). Συγκεκριμένα, το ποσοστό της καρπόπτωσης αυξήθηκε αυξανόμενης της συγκέντρωσης τόσο του ABA όσο και του ETH, ενώ παράλληλα εκτιμήθηκε υψηλότερο στην τελευταία χρονικά επέμβαση.

Όσον αφορά στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών, οι προσυλλεκτικές επεμβάσεις με ABA δεν επηρέασαν τη συγκέντρωση των TP, την TAC και την ελαιοπεριεκτικότητα, ανεξάρτητα του σταδίου ωριμότητας των καρπών κατά το οποίο εφαρμόστηκαν. Ωστόσο, αύξησαν το ποσοστό του ST

και του AR, ενώ το ABA 150 μείωσε το ποσοστό του LL, όταν οι επεμβάσεις έγιναν σε καρπούς στο στάδιο του γαλακτώματος. Επιπρόσθετα, οι μεμονωμένοι χειρισμοί με ETH μείωσαν τις τιμές των TP και της TAC, στις ελιές και από τις 3 συγκομιδές, καθώς επίσης μείωσαν και τις συγκεντρώσεις της HT, του VER και της TYR, στο εδάδιμο μέρος των ελιών της I συγκομιδής. Επιπλέον, το ETH, σε συγκέντρωση 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$ , αύξησε την ελαιοπεριεκτικότητα των ελιών της συγκομιδής I και II. Παράλληλα στους καρπούς της συγκομιδής I το ETH, σε συγκέντρωση 500  $\mu\text{L L}^{-1}$ , αύξησε τα ποσοστά του AR και του LN, ενώ και στις 2 συγκεντρώσεις μείωσε το ποσοστό του PA. Τέλος, οι προσυλλεκτικές επεμβάσεις με ReTain, όταν οι ελιές βρίσκονταν στο στάδιο του γαλακτώματος, μείωσαν τη συγκέντρωση των TP, της HT, του VER, της TYR και την TAC. Επιπλέον, οι επεμβάσεις με ReTain μείωσαν τα ποσοστά των PUFA, λόγω της μείωσης του LL, και του GO, ενώ παράλληλα αύξησαν τις τιμές του OL και του LN. Συμπερασματικά, οι επεμβάσεις με ABA φαίνεται να προώθησαν κάποιες από τις διεργασίες ωρίμανσης, όπως και οι επεμβάσεις με ETH, ενώ οι επεμβάσεις με ReTain πιθανά να καθυστέρησαν την ωρίμανση.

Επιπρόσθετα, στο Πείραμα A οι ελιές από τη συγκομιδή I αποθηκεύθηκαν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για μία εβδομάδα. Στο τέλος της αποθήκευσης παρατηρήθηκε ότι η συγκέντρωση της OLE, στο εδάδιμο μέρος των καρπών είχε αυξηθεί σημαντικά. Μάλιστα η αύξησή της ήταν ανεξάρτητη των προσυλλεκτικών επεμβάσεων (ABA, ETH, ReTain και μάρτυρα), που είχαν δεχθεί οι καρποί και τα επίπεδα της στο τέλος της αποθήκευσης ήταν παρόμοια στους καρπούς όλων των επεμβάσεων. Είναι πιθανό η αύξηση της OLE να ήταν αποτέλεσμα τυχόν καταπονήσεων που υπέστησαν οι ελιές κατά την αποκοπή τους από το δένδρο ή/και κατά την αποθήκευσή τους. Παράλληλα με την αύξηση της OLE αυξήθηκαν και οι τιμές των TP και της TAC, πιθανά λόγω της σημαντικής συμμετοχής της OLE σε αυτά τα 2 χαρακτηριστικά, μιας και είναι η επικρατέστερη ποσοτικά φαινολική ουσία του ελαιόκαρπου. Αντίθετα με την OLE, οι συγκεντρώσεις των υπόλοιπων φαινολικών συστατικών μειώθηκαν σημαντικά κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης των καρπών. Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκαν μεταβολές στη σύσταση των λιπαρών οξέων των καρπών κατά την αποθήκευση.

Στο Πείραμα B, μελετήθηκαν οι επιδράσεις των προσυλλεκτικών επεμβάσεων με NAA και ETH, σε συνδυασμό με την εφαρμογή δακτυλίωσης, σε φυσιολογικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών, κατά τη συγκομιδή τους ~1 μήνα μετά τις επεμβάσεις. Οι επεμβάσεις με NAA και ETH, καθώς και η δακτυλίωση δεν επέδρασαν στο χρώμα του φλοιού και στη ένταση της αναπνοής των καρπών. Η έκλυση του αιθυλενίου αυξήθηκε υπό την επίδραση των επεμβάσεων με ETH. Επιπρόσθετα, όσον αφορά στα ποιοτικά χαρακτηριστικά, το ETH σε συνδυασμό με τη δακτυλίωση αύξησε σημαντικά την ελαιοπεριεκτικότητα των καρπών, ενώ και στους καρπούς του μάρτυρα το ποσοστό του λαδιού αυξήθηκε υπό την επίδραση της δακτυλίωσης. Τα αυξημένα ποσοστά του λαδιού υπό την επίδραση της δακτυλίωσης είναι πιθανό να οφείλονται στη συσσώρευση των προϊόντων της φωτοσύνθεσης, λόγω της

παρεμπόδισης της βασιπέταλης μεταφοράς τους. Επιπλέον, η επέμβαση με NAA, σε συγκέντρωση 150 mg L<sup>-1</sup>, παρεμπόδισε τη μείωση των τιμών των TP και της TAC κατά την ωρίμανση των ελιών, ανεξάρτητα από τη δακτυλίωση. Τέλος, οι μεταβολές των λιπαρών οξέων, υπό την επίδραση των προσυλλεκτικών επεμβάσεων και της δακτυλίωσης, κατά τη συγκομιδή των καρπών δεν ακολούθησαν κάποια συγκεκριμένη τάση και δεν ήταν δυνατόν να οδηγήσουν σε κάποιο συμπέρασμα για το ρόλο των παραπάνω ρυθμιστών αύξησης ή/και της δακτυλίωσης στις συγκεκριμένες διεργασίες της ωρίμανσης.



## 2.5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

- Abeles, F.B., Morgan, P.W., Saltveit, M.E., 1992. Ethylene in plant biology. Academic Press, New York.
- Alagna, F., Mariotti, R., Panara, F., Caporali, S., Urbani, S., Veneziani, G., Esposto, S., Taticchi, A., Rosati, A., Rao, R., Perrotta, G., Servili, M., Baldoni, L., 2012. Olive phenolic compounds: metabolic and transcriptional profiling during fruit development. *BMC Plant Biology* **12**, 162.
- Anastasopoulos, E., Kalogeropoulos, N., Kaliora, A.C., Kountouri, A., Andrikopoulos, N.K., 2011. The influence of ripening and crop year on quality indices, polyphenols, terpenic acids, squalene, fatty acid profile, and sterols in virgin olive oil (Koroneiki cv.) produced by organic versus non-organic cultivation method. *International Journal of Food Science & Technology* **46**, 170-178.
- Andreadou, I., Iliodromitis, E.K., Mikros, E., Constantinou, M., Agalias, A., Magiatis, P., Skaltsounis, A.L., Kamber, E., Tsantili-Kakoulidou, A., Kremastinos, D.T., 2006. The olive constituent oleuropein exhibits anti-ischemic, antioxidative, and hypolipidemic effects in anesthetized rabbits. *The Journal of Nutrition* **136**, 2213-2219.
- Ben-Tal, Y., 1992. Quantification of ethephon requirements for abscission in olive fruits. *Plant Growth Regulation* **11**, 397-403.
- Ben-Tal, Y., Lavee, S., 1976. Ethylene influence on leaf and fruit detachment in 'Manzanillo' olive trees. *Scientia Horticulturae* **4**, 337-344.
- Ben-Tal, Y., Lavee, S., 1984. Girdling olive trees, a partial solution to biennial bearing. II. The influence of consecutive mechanical girdling on flower and yield. *Rivista Ortoflorofruitticoltura Italiana* **68**, 441-452.
- Ben-Tal, Y., Wodner, M., 1994. Chemical loosening of olive pedicel's for mechanical harvesting. *Acta Horticulturae (ISHS)* **356**, 297-301.
- Bianco, A.D., Muzzalupo, I., Piperno, A., Romeo, G., Uccella, N., 1999. Bioactive derivatives of oleuropein from olive fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **47**, 3531-3534.
- Bisignano, G., Tomaino, A., Cascio, R.L., Crisafi, G., Uccella, N., Saija, A., 1999. On the in-vitro antimicrobial activity of oleuropein and hydroxytyrosol. *Journal of Pharmacy and Pharmacology* **51**, 971-974.
- Boller, T., Herner, R., Kende, H., 1979. Assay for and enzymatic formation of an ethylene precursor, 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid. *Planta* **145**, 293-303.

- Bouaziz, M., Jemai, H., Khabou, W., Sayadi, S.,** 2010. Oil content, phenolic profiling and antioxidant potential of Tunisian olive drupes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **90**, 1750-1758.
- Bregoli, A.M., Ziosi, V., Biondi, S., Claudio, B., Costa, G., Torrigiani, P.,** 2006. A comparison between intact fruit and fruit explants to study the effect of polyamines and aminoethoxyvinylglycine (AVG) on fruit ripening in peach and nectarine (*Prunus persica* L. Batch). *Postharvest Biology and Technology* **42**, 31.
- Castellano, J.M., Garcia, J.M., Morilla, A., Perdiguero, S., Gutierrez, F.,** 1993. Quality of 'Picual' olive fruits stored under controlled atmospheres. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **41**, 537-539.
- Contreras, A., Fichet Lagos, T.,** 2012. Effect of abscisic acid on the maturation of olive trees cv. Arbequina. *Idesia (Arica)* **30**, 35-43.
- Crane, J.C., Nelson, M.M.,** 1972. Effects of crop load, girdling, and auxin application on alternate bearing of the pistachio. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **97**, 337-339.
- Dag, A., Bustan, A., Avni, A., Lavee, S., Riov, J.,** 2009. Fruit thinning using NAA shows potential for reducing biennial bearing of 'Barnea' and 'Picual' oil olive trees. *Crop and Pasture Science* **60**, 1124-1130.
- Dag, A., Kerem, Z., Yogev, N., Zipori, I., Lavee, S., Ben-David, E.,** 2011. Influence of time of harvest and maturity index on olive oil yield and quality. *Scientia Horticulturae* **127**, 358-366.
- Damtoft, S., Franzyk, H., Jensen, S.R.,** 1993. Biosynthesis of secoiridoid glucosides in oleaceae. *Phytochemistry* **34**, 1291-1299.
- Damtoft, S., Franzyk, H., Jensen, S.R.,** 1995. Biosynthesis of iridoids in *Syringa* and *Fraxinus*: Carbocyclic iridoid precursors. *Phytochemistry* **40**, 785-792.
- Denney, J.O., Martin, G.C.,** 1994. Ethephon tissue penetration and harvest effectiveness in olive as a function of solution pH, application time, and BA or NAA addition. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **119**, 1185-1192.
- Dixon, R.A., Paiva, N.L.,** 1995. Stress-induced phenylpropanoid metabolism. *The Plant Cell Online* **7**, 1085-1097.
- Dourtoglou, V.G., Mamalos, A., Makris, D.P.,** 2006a. Storage of olives (*Olea europaea*) under CO<sub>2</sub> atmosphere: Effect on anthocyanins, phenolics, sensory attributes and in vitro antioxidant properties. *Food Chemistry* **99**, 342-349.
- Dourtoglou, V.G., Mamalos, A., Makris, D.P., Kefalas, P.,** 2006b. Storage of Olives (*Olea europaea* L.) Under CO<sub>2</sub> Atmosphere: Liquid Chromatography-Mass Spectrometry Characterization of

Indices Related to Changes in Polyphenolic Metabolism. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **54**, 2211-2217.

- El Riachy, M., Priego-Capote, F., León, L., Rallo, L., Luque de Castro, M.D.**, 2011a. Hydrophilic antioxidants of virgin olive oil. Part 1: Hydrophilic phenols: A key factor for virgin olive oil quality. *European Journal of Lipid Science and Technology* **113**, 678-691.
- El Riachy, M., Priego-Capote, F., León, L., Rallo, L., Luque de Castro, M.D.**, 2011b. Hydrophilic antioxidants of virgin olive oil. Part 2: Biosynthesis and biotransformation of phenolic compounds in virgin olive oil as affected by agronomic and processing factors. *European Journal of Lipid Science and Technology* **113**, 692-707.
- Fernández-Bolaños, J., Heredia, A., Vioque, B., Castellano, J.M., Guillén, R.**, 1997. Changes in cell-wall-degrading enzyme activities in stored olives in relation to respiration and ethylene production. Influence of exogenous ethylene. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A* **204**, 293-299.
- Ferree, D.C., Palmer, J.W.**, 1982. Effect of spur defoliation and ringing during bloom on fruiting, fruit mineral level, and net photosynthesis of 'Golden Delicious' apple varieties. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 1182-1186.
- Furneri, P.M., Marino, A., Saija, A., Uccella, N., Bisignano, G.**, 2002. In vitro antimycoplasmal activity of oleuropein. *International Journal of Antimicrobial Agents* **20**, 293-296.
- Galla, G., Barcaccia, G., Ramina, A., Collani, S., Alagna, F., Baldoni, L., Cultrera, N., Martinelli, F., Sebastiani, L., Tonutti, P.**, 2009. Computational annotation of genes differentially expressed along olive fruit development. *BMC Plant Biology* **9**, 128.
- Garrido Fernández, A., Adams, M.R., Fernández Díez, M.J.**, 1997. Table olives: production and processing. Chapman & Hall, London [u.a.].
- Gerasopoulos, D., Metzidakis, I. and Naoufel, E.**, 1999. Ethephon sprays affect harvest parameters of 'Mastoides' olives. *Acta Horticulturae (ISHS)* **474**, 223-228.
- Goodwin, T.W., Mercer, E.I.**, 1983. Introduction to plant biochemistry, Second ed. Pergamon Press, Oxford, England.
- Goren, R., Huberman, M., Goldschmidt, E.E.**, 2004. Girdling: physiological and horticultural aspects, Horticultural Reviews. John Wiley & Sons, Inc., pp. 1-36.
- Gutierrez-Rosales, F., Romero, M.P., Casanovas, M., Motilva, M.J., Mínguez-Mosquera, M.I.**, 2010. Metabolites involved in oleuropein accumulation and degradation in fruits of *Olea europaea* L.: Hojiblanca and Arbequina varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **58**, 12924-12933.

- Hamdi, H.K., Castellon, R.,** 2005. Oleuropein, a non-toxic olive iridoid, is an anti-tumor agent and cytoskeleton disruptor. *Biochemical and Biophysical Research Communications* **334**, 769-778.
- Haralampidis, K., Milioni, D., Sanchez, J., Baltrusch, M., Heinz, E., Hatzopoulos, P.,** 1998. Temporal and transient expression of stearyl-ACP carrier protein desaturase gene during olive fruit development. *Journal of Experimental Botany* **49**, 1661-1669.
- Hartmann, H.T.,** 1950. The effect of girdling on flower type, fruit set, and yields in the olive. *Proceeding of the American Society for Horticultural Science* **56**, 217-226.
- Hartmann, H.T., Tombesi, A., Whisler., J.,** 1970. Promotion of ethylene evolution and fruit abscission in the olive by 2-chloroethanephosphonic acid and cycloheximide. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **95**, 635-640.
- Iannetta, P.P.M., Laarhoven, L.-J., Medina-Escobar, N., James, E.K., McManus, M.T., Davies, H.V., Harren, F.J.M.,** 2006. Ethylene and carbon dioxide production by developing strawberries show a correlative pattern that is indicative of ripening climacteric fruit. *Physiologia Plantarum* **127**, 247-259.
- Inarejos-Garcia, A.M., Gomez-Rico, A., Desamparados Salvador, M., Fregapane, G.,** 2010. Effect of preprocessing olive storage conditions on virgin olive oil quality and composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **58**, 4858-4865.
- Ismail, A.S., Stavroulakis, G., Gerasopoulos, D., Metzidakis., J.,** 1999. Effect of ethephon on the quality of cv. 'Koroneiki' olive oil. *Acta Horticulturae (ISHS)* **474**, 683-686.
- Kader, A.A.,** 2002. Postharvest Technology of Horticultural Crops, 3 ed. University of California, Agriculture and Natural Resources.
- Kafkaletou, M., Tsantili, E.,** 2011. Effects of preharvest ethephon sprays on ripening parameters and total antioxidants of 'Konservolia' table olives. 4<sup>th</sup> International Conference for Olive Tree and Olive Products *Olivebioteq*, Chania, Greece, abstract p. 84.
- Kalua, C.M., Bedgood, D.R., Bishop, A.G., Prenzler, P.D.,** 2008. Changes in virgin olive oil quality during low-temperature fruit storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **56**, 2415-2422.
- Kays, S.J.,** 1991. Stress in harvested products, Postharvest physiology and handling of perishable plant products, New York, USA pp. 335-370.
- Kiritsakis, A., Nanos, G.D., Polymenopoulos, Z., Thomai, T., Sfakiotakis, E.M.,** 1998. Effect of fruit storage conditions on olive oil quality. *Journal of the American Oil Chemists' Society* **75**, 721-724.

- Kitsaki, C.K., Drossopoulos, J.B., Aivalakis, G., Anastasiadou, F., Delis, C.,** 1999. In vitro studies of ABA and ethephon induced abscission in olive organs. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* **74**.
- Klein, I., Lavee, S., Ben-Tal, Y.,** 1979. Effect of Water Vapor Pressure on the Thermal Decomposition of 2-Chloroethylphosphonic Acid. *Plant Physiology* **63**, 474-477.
- Knee, M.,** 1985. Evaluating the practical significance of ethylene in fruit storage, In: Roberts, J.A., Tucker, G.A. (Eds.), *Ethylene and Plant Development*. Butterworths, London, pp. 297-315.
- Lavee, S.,** 1996. Biology and physiology of the olive, *World Olive Encyclopedia*, pp. 59-106.
- Lavee, S., Haskal, A., Ben-Tal, Y.,** 1983. Girdling olive trees, a partial solution to biennial bearing. I. Methods, timing and direct tree response. *Journal of Horticultural Science* **58**, 209-218.
- Lavee, S., Wodner, M.,** 2004. The effect of yield, harvest time and fruit size on the oil content in fruits of irrigated olive trees (*Olea europaea*), cvs. Barnea and Manzanillo. *Scientia Horticulturae* **99**, 267-277.
- Levin, A.G., Lavee, S.,** 2005. The influence of girdling on flower type, number, inflorescence density, fruit set, and yields in three different olive cultivars (Barnea, Picual, and Souri). *Australian Journal of Agricultural Research* **56**, 827-831.
- Luque de Castro, M.D., Japón-Luján, R.,** 2006. State-of-the-art and trends in the analysis of oleuropein and derivatives. *TRAC Trends in Analytical Chemistry* **25**, 501-510.
- Machado, M., Felizardo, C., Fernandes-Silva, A.A., Nunes, F.M., Barros, A.,** 2013. Polyphenolic compounds, antioxidant activity and l-phenylalanine ammonia-lyase activity during ripening of olive cv. 'Cobrançosa' under different irrigation regimes. *Food Research International* **51**, 412-421.
- Maxie, E.C., Catlin, P.B., Hartman, H.T.,** 1960. Respiration and ripening of olive fruits. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* **75**, 275-291.
- McFadyen, L., Robertson, D., Sedgley, M., Kristiansen, P., Olesen, T.,** 2013. Effects of girdling on fruit abscission, yield and shoot growth in macadamia. *Scientia Horticulturae* **164**, 172-177.
- McGlasson, W.B., Rath, A.C., Legendre, L.,** 2005. Preharvest application of aminoethoxyvinylglycine (AVG) modifies harvest maturity and cool storage life of 'Arctic Snow' nectarines. *Postharvest Biology and Technology* **36**, 93-102.
- Metzidakis, I.,** 1999. Field studies for mechanical harvesting by using chemicals for the loosening of olive pedicel on cv. Koroneiki. *Acta Horticulturae (ISHS)* **474**, 197-202.
- Metzidakis, I., Gerasopoulos, D., Naoufel, E.,** 1999. Olive oil quality characteristics of 'mastoides' olives remaining on the tree after Ethephon spray. *Acta Horticulturae (ISHS)* **474**, 677-682.

- Morelló, J.-R., Motilva, M.a.-J., Tovar, M.a.-J., Romero, M.a.-P.,** 2004. Changes in commercial virgin olive oil (cv Arbequina) during storage, with special emphasis on the phenolic fraction. *Food Chemistry* **85**, 357-364.
- Nanos, G.D., Agtsidou, E., Sfakiotakis, E.M.,** 2002. Temperature and propylene effects on ripening of green and black 'Conservolea' olives. *HortScience* **37**, 1079-1081.
- Obando-Ulloa, J.M., Moreno, E., García-Mas, J., Nicolai, B., Lammertyn, J., Monforte, A.J., Fernández-Trujillo, J.P.,** 2008. Climacteric or non-climacteric behavior in melon fruit: 1. Aroma volatiles. *Postharvest Biology and Technology* **49**, 27-37.
- Ortega-García, F., Peragón, J.,** 2009. The response of phenylalanine ammonia-lyase, polyphenol oxidase and phenols to cold stress in the olive tree (*Olea europaea* L. cv. Picual). *Journal of the Science of Food and Agriculture* **89**, 1565-1573.
- Peppi, M.C., Fidelibus, M.W., Dokoozlian, N.,** 2006. Abscisic acid application timing and concentration affect firmness, pigmentation, and color of 'Flame Seedless' grapes. *HortScience* **41**, 1440-1445.
- Proietti, P.,** 2003. Changes in photosynthesis and fruit characteristics in olive in response to assimilate availability. *Photosynthetica* **41**, 559-564.
- Proietti, P., Nasini, L., Famiani, F.,** 2006. Effect of different leaf-to-fruit ratios on photosynthesis and fruit growth in olive (*Olea europaea* L.). *Photosynthetica* **44**, 275-285.
- Ranalli, A., Tombesi, A., Ferrante, M.L., De Mattia, G.,** 1998. Respiratory rate of olive drupes during their ripening cycle and quality of oil extracted. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **77**, 359-367.
- Rivas, F., Erner, Y., Alós, E., Juan, M., Almela, V., Agustí, M.,** 2006. Girdling increases carbohydrate availability and fruit-set in citrus cultivars irrespective of parthenocarpic ability. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* **81**, 289-295.
- Rugini, E., Bonghi, G., Fontanazza, G.,** 1982. Effects of Ethephon on olive ripening. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **107**, 835-838.
- Saltveit, M.E.,** 2005. Aminoethoxyvinylglycine (AVG) reduces ethylene and protein biosynthesis in excised discs of mature-green tomato pericarp tissue. *Postharvest Biology and Technology* **35**, 183-190.
- Shulman, Y., Lavee, S.,** 1973. The effect of cytokinins and auxins on anthocyanin accumulation in green 'Manzanillo' olives. *Journal of Experimental Botany* **24**, 655-661.
- Shulman, Y., Lavee, S.,** 1980. Gibberellin-like substances during ripening of olive fruit. *Scientia Horticulturae* **12**, 169-175.

- Soler-Rivas, C., Espín, J.C., Wichers, H.J.**, 2000. Oleuropein and related compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **80**, 1013-1023.
- Torrigiani, P., Bregoli, A.M., Ziosi, V., Scaramagli, S., Ciriaci, T., Rasori, A., Biondi, S., Costa, G.**, 2004. Pre-harvest polyamine and aminoethoxyvinylglycine (AVG) applications modulate fruit ripening in Stark Red Gold nectarines (*Prunus persica* L. Batsch). *Postharvest Biology and Technology* **33**, 293.
- Touss, J., Lloveras, J., Romero, A.**, 1995. Effect of Ethephon spray treatments on mechanical harvesting and oil composition of 'Arbequina' olives. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **120**, 558-561.
- Trainotti, L., Pavanello, A., Casadoro, G.**, 2005. Different ethylene receptors show an increased expression during the ripening of strawberries: does such an increment imply a role for ethylene in the ripening of these non-climacteric fruits? *Journal of Experimental Botany* **56**, 2037-2046.
- Tsantili, E., Kafkaletou, M., Roussos, A., P.**, 2010. Preharvest aminoethoxyvinylglycine (AVG) effects on ripening, total phenolic concentration and total antioxidant capacity of green table olives. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 1261-1265.
- Tsantili, E., Christopoulos, M.V., Pontikis, C.A., Kaltsikes, P., Kallianou, C., Komaitis, M.**, 2008. Texture and other quality attributes in olives and leaf characteristics after preharvest calcium chloride sprays. *HortScience* **43**, 1852-1856.
- Tsantili, E., Kafkaletou, M., Roussos, P.A., Christopoulos, M.V.**, 2012. Phenolic compounds, maturation and quality in fresh green olives for table use during exposure at 20 °C after preharvest ReTain treatment. *Scientia Horticulturae* **140**, 26-32.
- Tsantili, E., Pontikis, C.**, 2004. Response to ethylene and its interactive effects with N6-benzyladenine (BA) in harvested green olives during ripening. *Postharvest Biology and Technology* **33**, 153-162.
- Venburg, G.D., Hopkins, R., Retamales, J., Lopez, J., Hansen, J., Clarke, G.G., Schröder, M. and Rath, A.C.**, 2008. Recent developments in AVG research. *Acta Horticulturae (ISHS)* **796**, 43-49.
- Visioli, F., Bellomo, G., Galli, C.**, 1998. Free radical-scavenging properties of olive oil polyphenols. *Biochemical and Biophysical Research Communications* **247**, 60-64.
- Visioli, F., Poli, A., Gall, C.**, 2002. Antioxidant and other biological activities of phenols from olives and olive oil. *Medicinal Research Reviews* **22**, 65-75.
- Whale, S.K., Singh, Z., Behboudian, M.H., Janes, J., Dhaliwal, S.S.**, 2008. Fruit quality in Cripp's Pink apple, especially colour, as affected by preharvest sprays of aminoethoxyvinylglycine and ethephon. *Scientia Horticulturae* **115**, 342.

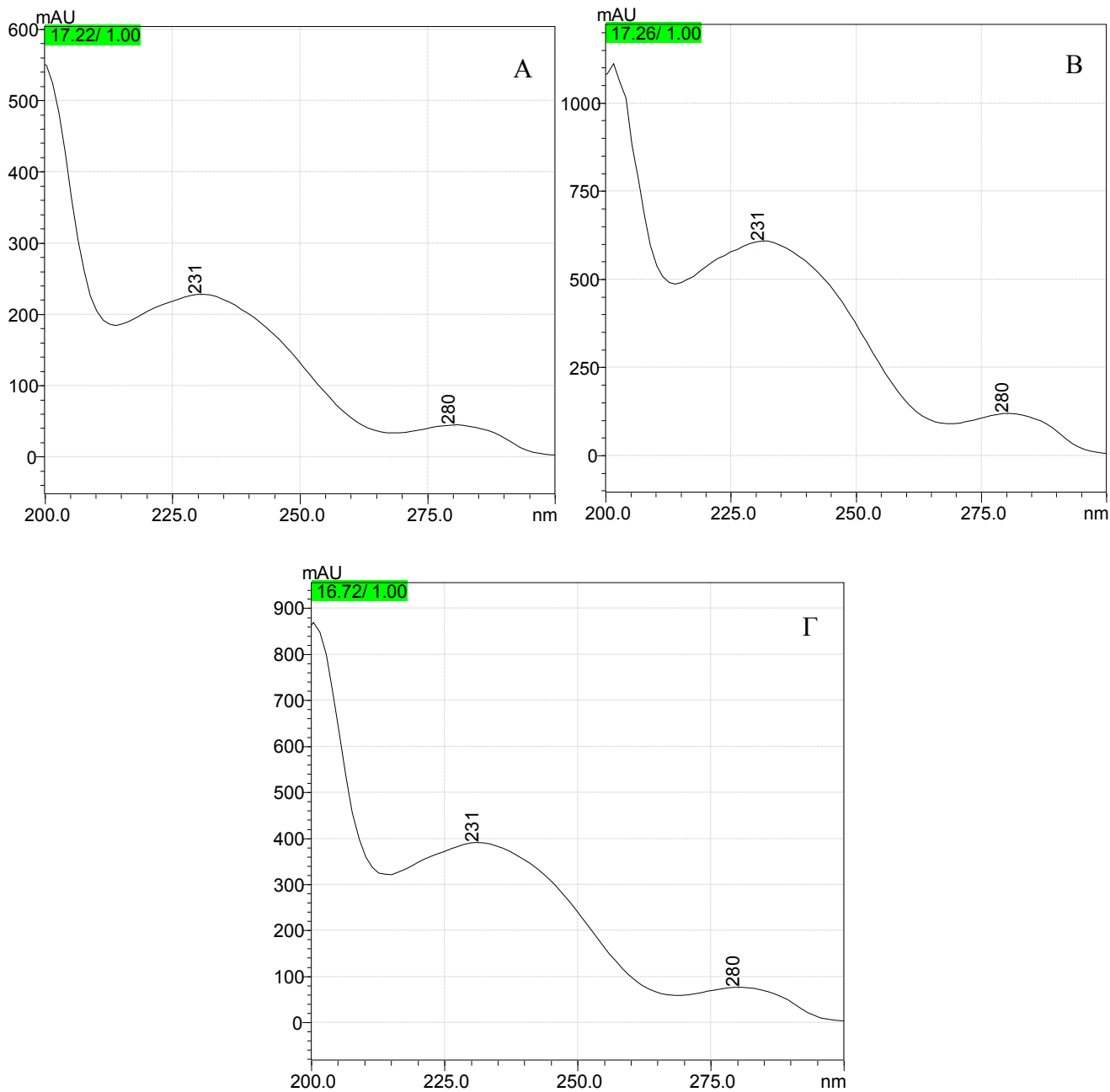
- Yousfi, K., Cayuela, J., García, J.**, 2009. Effect of temperature, modified atmosphere and ethylene during olive storage on quality and bitterness level of the oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* **86**, 291-296.
- Yousfi, K., Cayuela, J.A., García, J.M.**, 2008. Reduction of virgin olive oil bitterness by fruit cold storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **56**, 10085-10091.
- Youssef, O., Youssef, N.B., Mokhtar, Z., Guido, F.**, 2011. Influence of olive storage period on volatile compounds and oil quality of two Tunisian cultivars of *Olea europea*, Chemlali and Chetoui. *International Journal of Food Science & Technology* **46**, 1245-1252.
- Yu, Y.-B., Adams, D.O., Yang, S.F.**, 1979. 1-Aminocyclopropanecarboxylate synthase, a key enzyme in ethylene biosynthesis. *Archives of Biochemistry and Biophysics* **198**, 280-286.
- Καλτσίκης, Π.Ι.**, 1989. Γεωργικός πειραματισμός - Παραγοντικά πειράματα., Β' Έκδοση ed. Εκδόσεις Σταμούλη, Πειραιάς, Ελλάδα, **pp.** 115-164.
- Πάσσαμ, Χ., Τσαντίλη, Ε.**, 2004. Μετασυλλεκτική μεταχείριση καρπών και λαχανικών. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.



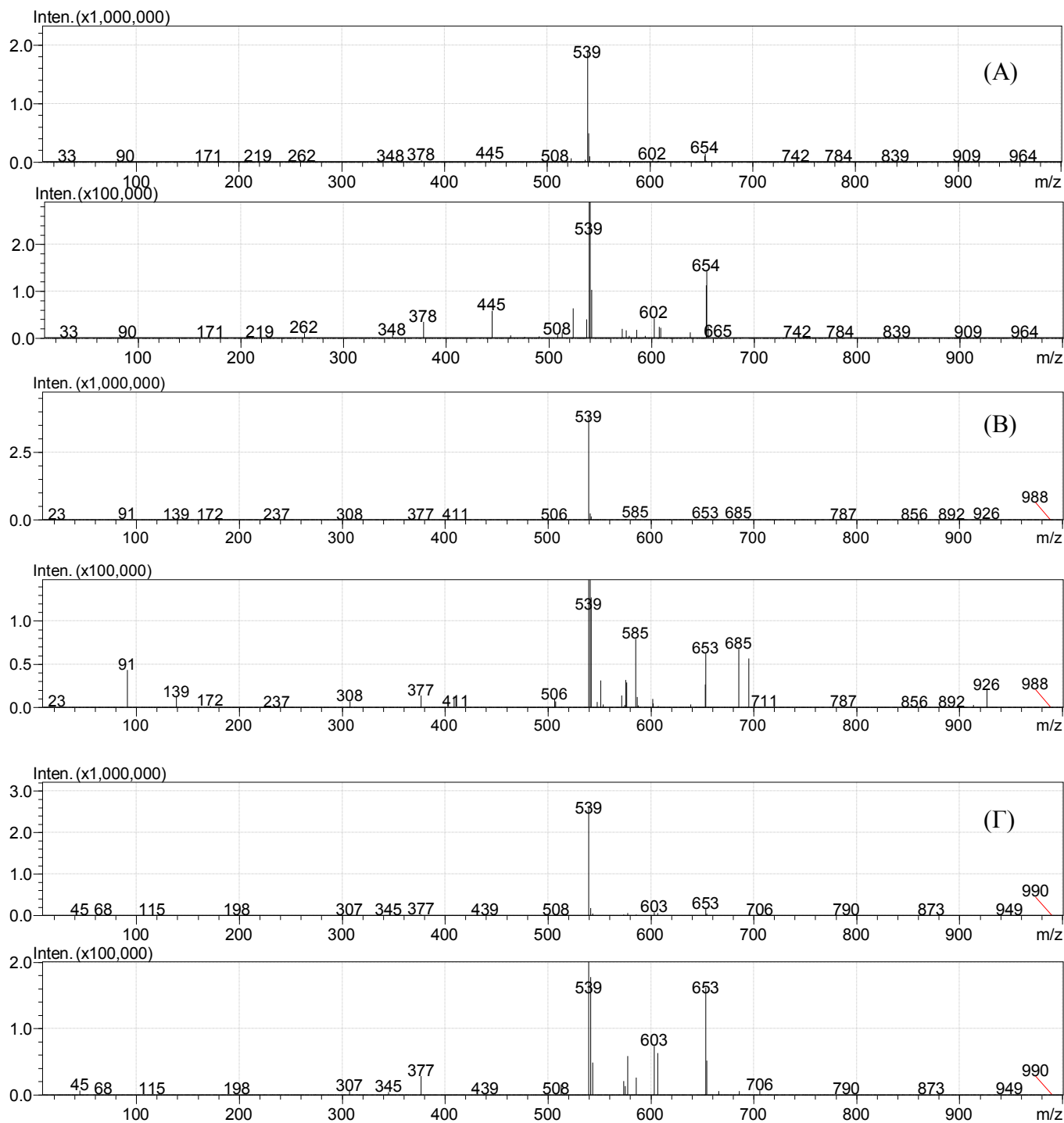
### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

**Πίνακας ΙΙΙ.1.** Συνθήκες ανιχνευτή φασμάτων μαζών (MS).

MS	
Acquisition Type	Scan/SIM
Acquisition Time	75 min
Acquisition Mode	Scan (-)
Event Time	0,2 s
Detector Voltage	+1,48 kV
Microscan	0 amu
Threshold	0
Start/End <i>m/z</i>	10-1000
Scan Speed	6000 amu s <sup>-1</sup>
Interface Voltage (Tuning File)	-3,5 kV
CDL Voltage (Tuning File)	-20,0 V
Q-Array Voltage (Tuning File)	DC RF
Interface	
Interface Temperature	-
Interface Current	-13,7 μA
CDL Temperature	250° C
Nebulizing Gas Flow	1 l min <sup>-1</sup>
Heat Block	300° C
PG Vacuum (shutter open)	7,2 x 10 <sup>-4</sup> Pa
IG Vacuum (shutter open)	8,9 x 10 <sup>-4</sup> Pa
Data Acquisition	
LC Stop Time	75 min
Sampling	1,5625 Hz
Time constant	0,640 s
Start/End Time	75 min



**Εικόνα III.2.** Φάσματα UV ελευρωπαΐνης: (A), δείγμα μάρτυρα κατά την ημέρα 1 της αποθήκευσης; (B), δείγμα μάρτυρα κατά την ημέρα 7 της αποθήκευσης και (Γ), πρότυπη ένωση ελευρωπαΐνης.



**Εικόνα III.3.** Φάσματα μαζών ελευρωπαϊνης (σε 2 μεγεθύνσεις  $\times 1,000,000$  και  $\times 100,000$ ): (A), δείγμα μάρτυρα κατά την ημέρα 1 της αποθήκευσης; (B), δείγμα μάρτυρα κατά την ημέρα 7 της αποθήκευσης και (Γ), πρότυπη ένωση ελευρωπαϊνης.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

---

*Μετασυλλεκτικές επιδράσεις του αιθυλενίου σε πράσινους καρπούς  
'Κονσερβολιάς'*



## Περίληψη

Στο τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας διατριβής μελετήθηκαν οι μεταβολές στο χρώμα, στην υφή (συνεκτικότητα και χαρακτηριστικά κυτταρικού τοιχώματος), στην ένταση της αναπνοής και στις φαινολικές ενώσεις, σε πράσινους καρπούς 'Κονσερβολιάς', μετά από συνεχή χειρισμό με αιθυλένιο, σε θερμοκρασία 20 °C, για χρονικό διάστημα έως 10 ημέρες.

Αρχικά, στο Πείραμα Α μελετήθηκαν οι επιδράσεις των αυξανόμενων συγκεντρώσεων του αιθυλενίου (0 – 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$ ) στο χρώμα και στη συνεκτικότητα των καρπών και παρατηρήθηκε ότι η υψηλή συγκέντρωση του αιθυλενίου καθυστέρησε την ανάπτυξη του κόκκινου χρώματος στο φλοιό και αύξησε τη συνεκτικότητα (F). Στη συνέχεια στο Πείραμα Β, εξετάστηκαν οι επιδράσεις του αιθυλενίου (1000  $\mu\text{L L}^{-1}$ ), του παρεμποδιστή της σύνθεσής του αμινο-εθοξυ-βινυλ-γλυκίνης (AVG, 8,3  $\text{mg L}^{-1}$ ), καθώς και αυτών της δράσής του, του 1-μεθυλοκυκλοπροπενίου (1-MCP, 1,5  $\mu\text{L L}^{-1}$ ) και νιτρικού άργυρου (SN, 200  $\text{mg L}^{-1}$ ), επί του χρώματος, της F και της έντασης της αναπνοής των καρπών μετά από απομάκρυνση του εξωγενούς αιθυλενίου σε 20 °C. Παρόμοια με το Πείραμα Α, παρατηρήθηκε ότι το αιθυλένιο αύξησε την F, αλλά δεν είχε κάποια επίδραση στο χρώμα. Επιπλέον, το αιθυλένιο διατήρησε σε υψηλά επίπεδα τις τιμές της αναπνοής μέχρι την 5<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού. Οι παρεμποδιστές επέδρασαν κατά τρόπο ισοδύναμο μεταξύ τους και με το μάρτυρα, και αντίθετο με του αιθυλενίου στη συνεκτικότητα και στην αναπνοή.

Σκοπός του Πειράματος Γ ήταν να εξηγηθεί η αύξηση της F, σε ελιές που είχαν δεχθεί την συνεχή επίδραση του αιθυλενίου (1000  $\mu\text{L L}^{-1}$ ), μέχρι 10 ημέρες και μετά από 12 ώρες χειρισμό με ή χωρίς 1-MCP (1,5  $\mu\text{L L}^{-1}$ ). Μελετήθηκαν οι αλλαγές των επιμέρους χαρακτηριστικών και συστατικών του κυτταρικού τοιχώματος μετά από 0, 1,5, 5 και 10 ημέρες χειρισμού με αιθυλένιο στους 20 °C και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε ξηρό βάρος του εδώδιμου μέρους του καρπού. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπό την επίδραση του αιθυλενίου, την 1.5 ημέρα του χειρισμού, παρατηρήθηκε μείωση των υδατοδιαλυτών πηκτινών (WSP) και ταυτόχρονη αύξηση του βαθμού εστεροποίησης των πηκτινών, της συγκέντρωσης των CDTA-διαλυτών πηκτινών, των  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -διαλυτών πηκτινών, των 4M KOH-διαλυτών πηκτινών, της κυτταρίνης (CL και των συνολικών σακχάρων του κυτταρικού τοιχώματος σε σύγκριση με τις επεμβάσεις με 1-MCP ( $\pm$  αιθυλένιο). Την 5<sup>η</sup> ημέρα το αιθυλένιο διατήρησε τις υψηλές τιμές των συνολικών πηκτινών (TPC), σε αντίθεση με τη μείωση που παρατηρήθηκε στους υπόλοιπους χειρισμούς, και αύξησε τις τιμές των WSP σε παρόμοια επίπεδα με τους άλλους χειρισμούς. Τη 10<sup>η</sup> ημέρα όλες οι επεμβάσεις παρουσίασαν παρόμοιες τιμές στις επιμέρους μετρούμενες μεταβλητές του τοιχώματος, με εξαίρεση το 1-MCP ( $\pm$  αιθυλένιο) που παρουσίασε χαμηλότερα επίπεδα από τους άλλους χειρισμούς στο 4M KOH κλάσμα των διαλυτών πηκτινών. Επιπλέον, κατά την μικροσκοπική παρατήρηση τομών από καρπούς της επέμβασης του αιθυλενίου και του μάρτυρα, και μετά από χρώση

Κυτταρίνης – Ιωδίου – Θεικού οξέος, καθώς και παρατήρηση σε πεδίο πολωμένου φωτός, παρουσιάστηκε μία τάση αύξησης της κρυσταλλικής CL από το αιθυλένιο, στα κύτταρα εγγύτερα της επιδερμίδας των ελιών.

Στο Πείραμα Γ, έλαβαν χώρα και εκτιμήσεις σε ολικές και μεμονωμένες φαινολικές ουσίες. Τη 10<sup>η</sup> ημέρα των χειρισμών αυξήθηκε η συγκέντρωση της ελευρωπαϊνης, στους καρπούς όλων των επεμβάσεων, όπως και οι τιμές των ολικών φαινολικών και της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας. Αντίθετα, η συγκέντρωση της υδροξυτυροσόλης μειώθηκε τη 10<sup>η</sup> ημέρα των χειρισμών, σε όλες τις επεμβάσεις, ενώ οι διακυμάνσεις που παρατηρήθηκαν στις τιμές της τυροσόλης, του γλυκοζίτη-7 της λουτεολίνης, της ρουτίνης και της λουτεολίνης δεν είχαν σταθερή τάση και δεν εκτιμήθηκαν στατιστικά σημαντικές.



### 3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

#### 3.1.1. Γενικά για το κυτταρικό τοίχωμα

Τα φυτικά κύτταρα, στην πλειοψηφία τους, εξωτερικά του πλασμαλλήματος περικλείονται από ένα σκληρό περίβλημα γνωστό ως κυτταρικό τοίχωμα (Goodwin and Mercer, 1983; Γαλάτης, 2003). Το κυτταρικό τοίχωμα προσδίδει σχήμα και μηχανική σταθερότητα στα κύτταρα που περικλείει, ενισχύει την πρόσφυση των γειτονικών κυττάρων, ελέγχει σε ένα βαθμό την ανάπτυξή τους και τα προστατεύει από επιθέσεις από παθογόνα και περιβαλλοντικές μεταβολές (Cosgrove, 1997a).

Στα ανώτερα φυτά, εξωτερικά του πλασμαλλήματος διακρίνονται:

1. το δευτερογενές τοίχωμα (secondary cell wall),
2. το πρωτογενές τοίχωμα (primary cell wall) και
3. ο μεσοκυττάριος χώρος ή μέση πλάκα (middle lamella).

#### *Μεσοκυττάριος χώρος ή μέση πλάκα*

Ο μεσοκυττάριος χώρος σχηματίζει ένα άμορφο στρώμα μεταξύ των πρωτογενών τοιχωμάτων των παρακείμενων κυττάρων. Είναι το πρώτο στρώμα του κυτταρικού τοιχώματος που σχηματίζεται κατά την κυτταρική διαίρεση και αποτελεί το αρχικό χώρισμα ανάμεσα στα δύο νέα κύτταρα που σχηματίζονται (Goodwin and Mercer, 1983).

#### *Πρωτογενές τοίχωμα*

Το πρωτογενές τοίχωμα σχηματίζεται γύρω από την περιφέρεια σε κάθε ένα από τα νεοσχηματισμένα κύτταρα, έτσι ώστε να περικλείει το κυτταρόπλασμα. Η αύξηση και επέκταση του πρωτογενούς τοιχώματος, τόσο σε επιφάνεια όσο και σε πάχος, συνεχίζεται καθ' όλη τη διάρκεια της αύξησης του κυττάρου (Goodwin and Mercer, 1983) και συνήθως αποτελείται από σχετικά λεπτές, εύκαμπτες και σε υψηλό βαθμό ενυδατωμένες κατασκευές (Cosgrove and Jarvis, 2012). Το πρωτογενές τοίχωμα πρέπει να είναι αρκετά δυνατό για να ανταπεξέλθει στις δυνάμεις που δημιουργούνται εξαιτίας της πίεσης της σπαργής των κυττάρων, ταυτόχρονα να επιτρέπει την είσοδο του νερού και την μεγέθυνση του κυττάρου (Hamant and Traas, 2010) και να είναι επεκτάσιμο, δηλαδή ικανό να ενσωματώνει στη δομή του νέα πολυμερή που χρειάζονται για την αύξησή του (Cosgrove and Jarvis, 2012).

### *Δευτερογενές τοίχωμα*

Προς το τέλος της ανάπτυξης του κυττάρου αρχίζει η εναπόθεση του δευτερογενούς τοιχώματος στην κορυφή του πρωτογενούς. Μερικές φορές η εναπόθεση μπορεί να ξεκινήσει ή/και να συνεχιστεί και μετά το τέλος της ανάπτυξης του κυττάρου. Ο βαθμός στον οποίο το δευτερογενές τοίχωμα θα αυξηθεί σε πάχος εξαρτάται από την διαφοροποίηση του κυττάρου που περικλείει (Goodwin and Mercer, 1983). Το δευτερογενές τοίχωμα προσφέρει δύναμη και ακαμψία στους φυτικούς ιστούς που έχουν σταματήσει να αναπτύσσονται. Τέλος, τα δευτερογενή τοιχώματα πρέπει να κατέχουν συμπιεστικές και εκτατικές ικανότητες, αλλά όχι επεκτατικές (Cosgrove and Jarvis, 2012).

Συνήθως, όταν αναφερόμαστε σε εδώδιμα φυτικά μέρη το στρώμα του κυτταρικού τοιχώματος με τη μεγαλύτερη σημασία είναι το πρωτογενές τοίχωμα. Το δευτερογενές τοίχωμα σχεδόν απουσιάζει από τα κύτταρα των ώριμων καρπών (Nelmes and Preston, 1968) και η παρουσία υπολογίσιμου ποσοστού στα λαχανικά τα καθιστά πολύ σκληρά και ινώδη για κατανάλωση.

### **3.1.2. Συστατικά κυτταρικού τοιχώματος**

Συνοπτικά, το κυτταρικό τοίχωμα αποτελείται από τα παρακάτω συστατικά:

#### **1. Πολυσακχαρίτες**, οι οποίοι χωρίζονται σε:

- α. Μικροϊνδιακούς πολυσακχαρίτες (microfibrillar polysaccharides), στους οποίους ανήκει η κυτταρίνη,
- β. Πολυσακχαρίτες του πλέγματος (matrix polysaccharides), στους οποίους ανήκουν οι ημικυτταρίνες και οι πηκτίνες.

Οι πολυσακχαρίτες του κυτταρικού τοιχώματος συμβάλλουν σε μεγάλο ποσοστό στο περιεχόμενο των φρούτων και των λαχανικών σε φυτικές ίνες (dietary fiber), οι οποίες έχουν σημαντικό ρόλο στη διατροφή του ανθρώπου. Οι φυτικές ίνες δεν συνιστούν μία σαφώς οριζόμενη χημική ομάδα, αλλά περιλαμβάνουν ένα συνδυασμό από χημικά ετερογενείς ουσίες. Συγκεκριμένα, οι φυτικές ίνες περιλαμβάνουν πολυμερή υδατανθράκων με 10 ή παραπάνω μονάδες μονομερών, οι οποίες δεν μπορούν να υδρολυθούν από τα ένζυμα που βρίσκονται στο λεπτό έντερο του ανθρώπου και διαχωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, σύμφωνα με το FAO (FAO/WHO, 2009):

- I. Εδώδιμα πολυμερή υδατανθράκων που απαντώνται φυσικά στα τρόφιμα όπως καταναλώνονται.
- II. Πολυμερή υδατανθράκων το οποία έχουν παραληφθεί από τις πρώτες ύλες των τροφίμων με φυσικά, ενζυματικά ή χημικά μέσα και τα οποία έχει αποδειχθεί, από επιστημονικά στοιχεία κατατεθειμένα στις αρμόδιες αρχές, ότι προσφέρουν οφέλη για την ανθρώπινη υγεία.

III. Συνθετικά πολυμερή υδατανθράκων που έχει αποδειχθεί, από επιστημονικά στοιχεία κατατεθειμένα στις αρμόδιες αρχές, ότι προσφέρουν οφέλη για την ανθρώπινη υγεία.

## 2. Λιγνίνη

Η λιγνίνη αποτελείται από πολυμερισμένες φαινολικές αλκοόλες, οι οποίες συνδέονται ομοιοπολικά με τους πολυσακχαρίτες του δευτερογενούς κυτταρικού τοιχώματος (Moore and Jung, 2001).

3. **Πρωτεΐνες**, οι οποίες διαχωρίζονται ανάλογα με το ρόλο τους σε:

α. Ένζυμα

β. Δομικές πρωτεΐνες, μερικές εκ των οποίων είναι γλυκοζυλιωμένες σε μεγάλο βαθμό (Brummell and Harpster, 2001).

## 4. Νερό

## 5. Ουσίες που σχηματίζουν κρούστα

α. Κουτίνη και σουβερίνη

β. Ανόργανες ουσίες

Συμπερασματικά, το κυτταρικό τοίχωμα είναι ένα πολύπλοκο και ετερογενές στρώμα, πάχους μεταξύ 0,1 και 1 μm, που αποτελείται από μικροϊνίδια κυτταρίνης ενσωματωμένα σε ένα σε υψηλό βαθμό ενυδατωμένο πλέγμα από πηκτίνες και ημικυτταρίνες και ένα μικρό ποσοστό από δομικές πρωτεΐνες παρένθετες στο πλέγμα (Cosgrove and Jarvis, 2012).

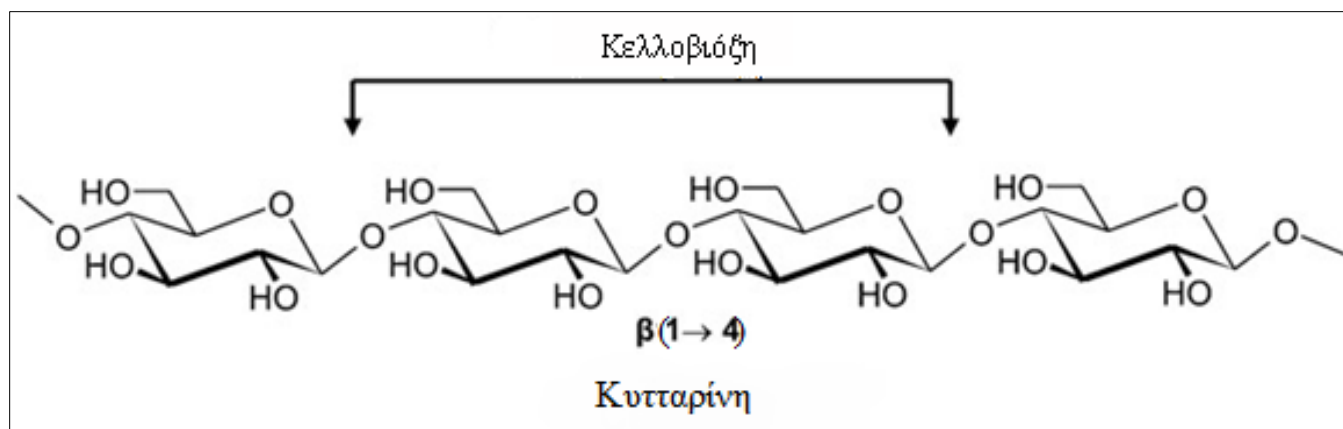
### 3.1.2.1. Πολυσακχαρίτες του κυτταρικού τοιχώματος

#### *Μικροϊνιδιακοί πολυσακχαρίτες – Κυτταρίνη*

Το μόριο της κυτταρίνης είναι μη διακλαδιζόμενη αλυσίδα αποτελούμενη από μόρια D-γλυκοπυρανόζης (D-glucopyranose) ενωμένα με β(1→4)-γλυκοζιδικούς δεσμούς. Το δομική μονάδα της κυτταρίνης είναι η κελλοβιόζη (cellobiose), ένας δισακχαρίτης που αποτελείται από 2 μόρια γλυκόζης ενωμένα με β(1→4)-γλυκοζιδικούς δεσμούς (Σχήμα 3.1). Κάθε μόριο κυτταρίνης αποτελείται από ~8000 – ~12000 μόρια γλυκόζης (Goodwin and Mercer, 1983; Van Buren, 1979; Γαλάτης, 2003).

Τα μόρια της κυτταρίνης μέσα στο κυτταρικό τοίχωμα είναι οργανωμένα σε βιολογικές μονάδες συγκεκριμένης δομής οι οποίες αναφέρονται ως μικροϊνίδια κυτταρίνης. Ένα μικροϊνίδιο κυτταρίνης αποτελείται από μία δέσμη μορίων κυτταρίνης όπου το καθένα από αυτά είναι κατανεμημένο με τον επιμήκη άξονά του παράλληλα με εκείνον των υπολοίπων μορίων. Συνήθως, η κάθετη τομή της δέσμης είναι σχήματος ωοειδούς. Τα μόρια της κυτταρίνης που αποτελούν τον δομικό λίθο ή ‘πυρήνα’ του μικροϊνιδίου είναι κατανεμημένα σε τέλεια τρισδιάστατη δομή και αποτελούν την κρυσταλλική δομή

της κυτταρίνης. Ο κρυσταλλικός ‘πυρήνας’ περικυκλώνεται από μόρια κυτταρίνης τα οποία να μεν είναι παράλληλα ως προς αυτά του πυρήνα αλλά δεν έχουν την τέλεια τρισδιάστατη δομή τους. Τα μόρια αυτά αποτελούν τον παρακρυσταλλικό φλοιό του μικροϊνιδίου. Το μήκος, το πάχος και το ποσοστό της κρυσταλλικής δομής του μικροϊνιδίου είναι χαρακτηριστικά του είδους του φυτού καθώς και των λειτουργιών που επιτελεί το φυτικό όργανο. Κάθε μικροϊνίδιο κυτταρίνης είναι πιθανό να διατρέχει και πάνω από μία φορά την περιφέρεια του κυτταρικού τοιχώματος, ενώ η κάθε αλυσίδα του μικροϊνιδίου ξεκινάει και τελειώνει σε διαφορετικό σημείο από τις υπόλοιπες (Carpita and Gibeaut, 1993; Cosgrove, 1997a; Cosgrove, 1997b; Goodwin and Mercer, 1983; Van Buren, 1979).



**Σχήμα 3.1.** Το μόριο της κυτταρίνης και η δομική του μονάδα η κελλοβιόζη.

### Πολυσακχαρίτες του πλέγματος

#### A. Ημικυτταρίνες

Το όνομα που έχει επικρατήσει για αυτούς τους πολυσακχαρίτες το οποίο υποδηλώνει στενή σχέση αυτών με την κυτταρίνη δεν είναι σωστό και απλά έχει επικρατήσει γιατί στα τέλη του 19<sup>ου</sup> αιώνα επικρατούσε η άποψη ότι οι ημικυτταρίνες ήταν πρόδρομες ουσίες για τη σύνθεση της κυτταρίνης (Goodwin and Mercer, 1983).

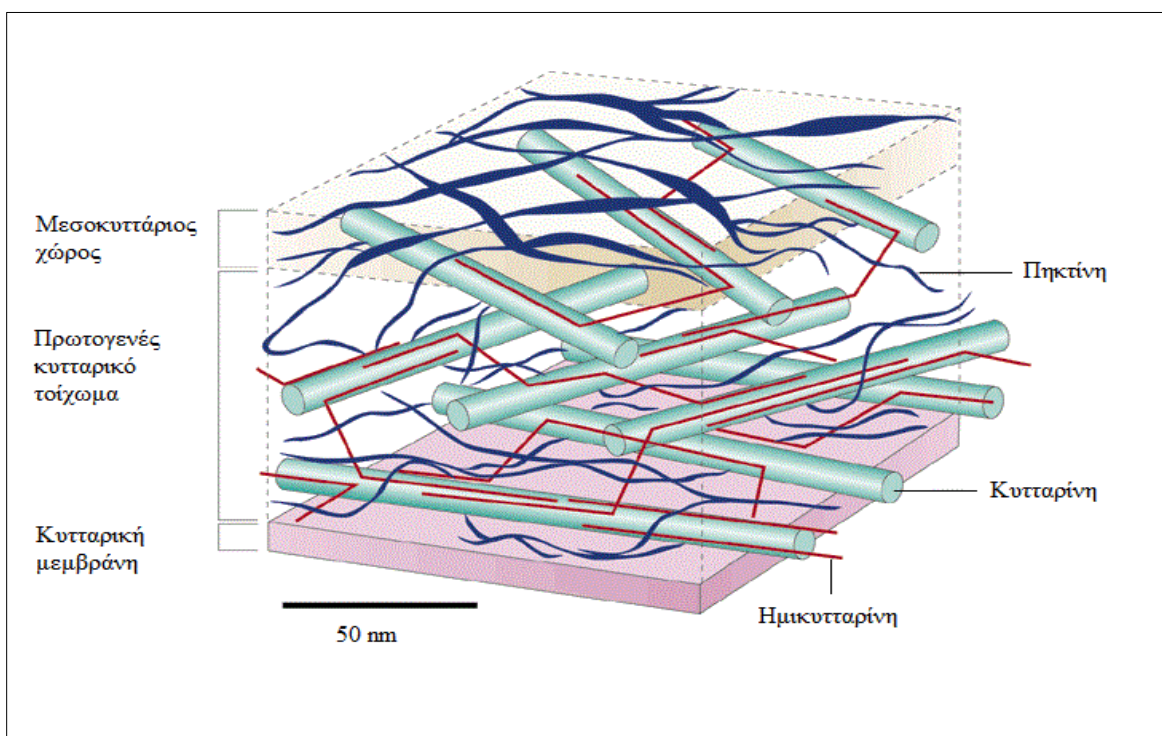
Ο ρόλος των ημικυτταρινών στο τοίχωμα είναι να συγκρατούν τα μικροϊνίδια της κυτταρίνης στο πλέγμα των πολυσακχαριτών είτε με το σχηματισμό μη-ομοιοπολικών δεσμών στην επιφάνεια του μικροϊνιδίου ή πιθανά να παγιδούνται στο μικροϊνίδιο κατά το σχηματισμό του (Cosgrove, 1997a). Μόνο η μία μεριά της αλυσίδας της ημικυτταρίνης μπορεί να προσδεθεί στην επιφάνεια του μικροϊνιδίου της κυτταρίνης, ενώ η άλλη μεριά είναι ελεύθερη στο πλέγμα (Carpita and Gibeaut, 1993) (Εικόνα 3.1).

Στο πρωτογενές τοίχωμα των φυτών η πιο διαδεδομένη ημικυτταρίνη είναι η ξυλογλυκάνη (xyloglucan), η οποία είναι ο βασικός πολυσακχαρίτης σύμπλεξης του τοιχώματος (Carpita and Gibeaut,

1993). Η ξυλογλυκάνη είναι ένα διακλαδιζόμενο πολυμερές του οποίου ο σκελετός αποτελείται από μία αλυσίδα  $\beta(1\rightarrow4)$ -D-γλυκάνης ( $1\rightarrow4$   $\beta$ -D-glucans), παρόμοια με την κυτταρίνη, αλλά υποκαθίσταται με μία  $\alpha$ -D-ξυλόζη ανά τρία διαδοχικά μόρια γλυκόζης (Brummell and Harpster, 2001; Fry, 1989; McNeil *et al.*, 1984). Ο σκελετός των ξυλογλυκανών συνδέεται σταθερά με την κυτταρίνη με δεσμούς υδρογόνου, τα μόρια της ξυλογλυκάνης εκτείνονται μεταξύ των γειτονικών μικροϊνιδίων της κυτταρίνης και τα συνδέουν μεταξύ τους (Brummell and Harpster, 2001).

Αν και λιγότερο διαδεδομένες και άλλες ημικυτταρίνες μπορεί να βρεθούν στενά συνδεδεμένες με την κυτταρίνη και πιθανά να βοηθούν κι αυτές στην συγκράτηση των μικροϊνιδίων στο πλέγμα (Cosgrove, 1997a). Από αυτές ξεχωρίζουν δύο. Η μία είναι η (γαλακτο)γλυκομαννάνη ((Galacto)glucomannan) και η δεύτερη είναι η γλυκοουρουνοαραβινοξυλάνη (glucuronoarabinoxylan). Οι δύο ημικυτταρίνες βρίσκονται στο κυτταρικό τοίχωμα σε μικρότερο ποσοστό από την ξυλογλυκάνη και διασυνδέουν τα μικροϊνίδια της κυτταρίνης μεταξύ τους με δεσμούς υδρογόνου, αλλά λιγότερο σταθερά από την ξυλογλυκάνη (Brummell and Harpster, 2001).

Επειδή το πρωτογενές κυτταρικό τοίχωμα αποτελείται από παρόμοιες ποσότητες ημικυτταρινών και κυτταρίνης (20 – 30% επί ξηρού βάρους του τοιχώματος, για κάθε κατηγορία), είναι λογικό ότι δεν συμμετέχουν όλες οι ημικυτταρίνες στη στήριξη των μικροϊνιδίων της κυτταρίνης αλλά ένα ποσοστό αυτών γεμίζει το χώρο μεταξύ των μικροϊνιδίων (Carpita and Gibeaut, 1993).



**Σχήμα 3.2.** Σχηματική απεικόνιση της διάταξης των συστατικών του κυτταρικού τοιχώματος (προσαρμογή από Smith, 2001).

## B. Πηκτίνες

Οι πηκτίνες είναι μία ετερογενής ομάδα πολυσακχαριτών του πλέγματος του κυτταρικού τοιχώματος, αλλά επίσης εμφανίζονται και στους φυτικούς χυμούς (Goodwin and Mercer, 1983). Οι πηκτίνες αποτελούν περίπου το 30 – 50% του ξηρού βάρους του πρωτογενούς κυτταρικού τοιχώματος και ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό του ξηρού βάρους του μεσοκυττάριου χώρου και συνεισφέρουν τόσο στη μηχανική σταθερότητα του κυττάρου όσο και στην πρόσφυση των κυττάρων μεταξύ τους (Van Buren, 1979). Οι πηκτίνες συνθέτουν μία υδρόφιλη φάση με ζελατινοειδείς ιδιότητες, η οποία καλύπτει απόλυτα όλο το χώρο μεταξύ των μικροϊνιδίων της κυτταρίνης και των ημικυτταρινών, παρεμποδίζοντας την κατάρρευση του δικτύου της κυτταρίνης (Cosgrove, 1997a) (Εικόνα 3.1).

Οι πηκτίνες διακρίνονται σε όξινες και ουδέτερες. Οι όξινες πηκτίνες είναι η μεγαλύτερη ποσοτικά ομάδα των πηκτινών και αποτελούνται κυρίως από τρία πολυμερή: τις ομοιογαλακτουρονάνες (homogalacturan), τις ραμνογαλακτουρονάνες I (Rhamnogalacturan, RG I) και τις ραμνογαλακτουρονάνες II (Rhamnogalacturan, RG II). Η ομοιογαλακτουρονάνη αποτελείται από μη διακλαδιζόμενες αλυσίδες 1→4 *a*-D-γαλακτουρονικού οξέος, το οποίο είναι από την αρχή μεθυλεστεροποιημένο σε μεγάλο βαθμό. Ο σκελετός των RG I φτιάχνεται αντικαθιστώντας μόρια *a*-D-ραμνόζης και *a*-D-γαλακτουρονικού οξέος της αλυσίδας των ομοιογαλακτουρονάνων με μακριές πλευρικές αλυσίδες ενωμένες σε μόρια ραμνόζης. Ενώ, ο σκελετός των RG II αποτελείται από 1→4 *a*-D-γαλακτουρονικού οξέος με πολύπλοκες πλευρικές αλυσίδες διαφόρων τύπων ουδέτερων σακχάρων. Τα RG II πολυμερή είναι ήσσονος σημασίας συστατικά του κυτταρικού τοιχώματος. Τέλος, στην ομάδα των ουδέτερων πηκτινών ανήκουν οι αραβινάνες (arabinans) και οι γαλακτάνες (galactans), οι οποίες αποτελούν λιγότερο διαδεδομένα συστατικά του κυτταρικού τοιχώματος (Brummell and Harpster, 2001; Goodwin and Mercer, 1983; Γαλάτης, 2003).

Οι χώροι μεταξύ των πλεγμάτων της κυτταρίνης και του δικτύου των γλυκανών πληρούνται από ενυδατωμένες, σε μεγάλο βαθμό, πηκτίνες που επίσης αποτελούν ένα δίκτυο και συγκρατούνται μεταξύ τους με εστερικούς δεσμούς μεταξύ των μορίων της πηκτίνης και με ιοντικούς δεσμούς ασβεστίου, οι οποίοι σχηματίζονται μεταξύ των απο-μεθυλ-εστεροποιημένων ομοιογαλακτουρονανών. Το δίκτυο κυτταρίνης – ημικυτταρινών και το δίκτυο των πηκτινών συγκρατούνται μαζί με ομοιοπολικούς δεσμούς μεταξύ μερικών ξυλογλυκανών και πηκτινών (Thompson and Fry, 2000).

### 3.1.3. Το κυτταρικό τοίχωμα του καρπού της ελιάς

Οι καρποί της ελιάς περιέχουν μία αξιόλογη ποσότητα φυτικών ινών, η οποία αποτελείται σε μεγάλο βαθμό από τους πολυσακχαρίτες του κυτταρικού τοιχώματος. Το περιεχόμενο και η σύσταση των πολυσακχαριτών του κυτταρικού τοιχώματος εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποικιλία και συνδέεται άμεσα με τις συνθήκες που επικρατούν κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (Galanakis, 2011). Οι φυτικές ίνες ολόκληρου του καρπού της ελιάς αποτελούνται από: α) πηκτίνες (στις οποίες περιλαμβάνονται 3 πηκτικοί πολυσακχαρίτες, οι αραβινάνες, οι ομοιογαλακτουρονάνες και οι ραμνογαλακτουρονάνες), β) ημικυτταρίνες (οι κυριότερες εκ των οποίων είναι ξυλάνες, ξυλογλυκάνες, γλυκοουρονοξυλάνες και μαννάνες), γ) κυτταρίνη και δ) λιγνίνη (Coimbra *et al.*, 1999; Coimbra *et al.*, 1994). Ο σχηματισμός του πλέγματος των πολυσακχαριτών στον καρπό της ελιάς ακολουθεί την μορφολογία του καρπού (δηλαδή της δρύπης) και την δομή του κυτταρικού τοιχώματος των φυτικών κυττάρων. Συγκεκριμένα, μικροϊνίδια κυτταρίνης ενυπάρχουν μέσα σε ένα πλέγμα μη-κυτταρινικών πολυσακχαριτών, ολιγοσακχαριτών, γλυκοπρωτεϊνών και φαινολών, τα οποία συγκρατούνται μεταξύ τους με ένα συνδυασμό ομοιοπολικών και μη-ομοιοπολικών διασυνδέσεων στη σάρκα της ελιάς (Coimbra *et al.*, 1995; Coimbra *et al.*, 1994).

Περίπου το 1/3 των πηκτινικών πολυσακχαριτών της σάρκας του ελαιόκαρπου είναι εστεροποιημένο σε υψηλό ποσοστό (>80%), ενώ το αντίστοιχο υδατοδιαλυτό κλάσμα αποτελείται κυρίως από πολυγαλακτουρικά οξέα και αραβινάνες. Τα πολυγαλακτουρονικά οξέα περιλαμβάνουν οποιοδήποτε πολυσακχαρίτη που αποτελείται από μονάδες γαλακτουρονικού οξέος συνδεδεμένες ή όχι με μονοσακχαρίτες, ραμνογαλακτουρονάνες και ομοιογαλακτουρονάνες. Τα πολυγαλακτουρονικά οξέα αποτελούν περίπου το 50% του όξινου κλάσματος των πηκτικών πολυσακχαριτών. Το ουδέτερο κλάσμα των πηκτικών πολυσακχαριτών αποτελείται από αραβινάνες όπου το ποσοστό της αραβινόζης ξεπερνάει το 80% (Jiménez *et al.*, 1994). Η σάρκα του καρπού είναι πιθανόν να περιέχει λιγνίνη, κυρίως κοντά στο ενδοκάρπιο και σε αυτή τη ζώνη το ποσοστό των πηκτινών μειώνεται και των ξυλανών αυξάνεται (Araujo *et al.*, 1994). Παράλληλα, το ενδοκάρπιο περιέχει υψηλά ποσοστά λιγνίνης, κυτταρίνης και ημικυτταρινών (Coimbra *et al.*, 1995).

Οι ελιές συγκομίζονται σε διαφορετικά στάδια ωριμότητας, ανάλογα του προορισμού των καρπών, για ελαιοποίηση ή για την παραγωγή βρώσιμων ελιών. Τα στάδια αυτά συνήθως διαχωρίζονται με βάση το χρώμα του φλοιού των καρπών. Πέρα από τις αλλαγές του χρώματος του φλοιού των ελιών, κατά την ωρίμανσή τους παρατηρείται κάποια αύξηση του μεγέθους και του ποσοστού του λαδιού των καρπών (Menz and Vriesekoop, 2010), επιπλέον το περιεχόμενο του καρπού σε σάκχαρα μειώνεται και παρατηρείται σημαντική μείωση της συνεκτικότητας ή μαλάκωμα (Huisman *et al.*, 1996; Nergiz and Engez, 2000). Επειδή, ο καρπός της ελιάς δεν περιέχει άμυλο (Heredia, 1976) η διαδικασία της ωρίμανσης συνδέεται με τους υπόλοιπους πολυσακχαρίτες, οι οποίοι αποτελούν ένα τεράστιο κομμάτι

του κυτταρικού τοιχώματος στους καρπούς (Galanakis, 2011). Είναι γενικά αποδεκτό ότι το μαλάκωμα των καρπών προκύπτει μετά από τροποποιήσεις των πολυσακχαριτών του κυτταρικού τοιχώματος. Αυτές οι αλλαγές είναι πιθανόν να σχετίζονται με τη δραστικότητα των ενδογενών ενζύμων που αποδομούν το κυτταρικό τοίχωμα, ενώ παρατηρείται και σύνθεση νέων πολυσακχαριτών (Cardoso *et al.*, 2007; Heredia *et al.*, 1993). Η πλειοψηφία των αλλαγών συμβαίνει στα μόρια των πηκτινών και αφορούν σε διαδικασίες αποπολυμερισμού, απο-εστεροποίησης και απώλειας των σακχάρων των πλευρικών αλυσίδων των πηκτινών (Vierhuis *et al.*, 2000). Κατά την αλλαγή του χρώματος των ελιών από πράσινο σε κόκκινο, τα μόρια των πηκτινών γίνονται λιγότερο διακλαδισμένα και εκχυλίζονται ευκολότερα με τη χρήση ρυθμιστικών διαλυμάτων (Huisman *et al.*, 1996; Vierhuis *et al.*, 2000). Στα τελευταία στάδια της ωρίμανσης, τα μεγάλου μοριακού βάρους κλάσματα των πηκτινών χάνουν επιπλέον ολιγοσακχαρίτες, κυρίως αραβινάνες και ραμνογαλακτουρονάνες, ενώ τα μόρια που προκύπτουν συγκεντρώνονται στο κυτταρικό τοίχωμα με τη διαμεσολάβηση  $Ca^{2+}$ . Αντίθετα, τα μικρού μοριακού βάρους κλάσματα των πηκτινών παραμένουν σταθερά κατά την ωρίμανση (Ferreira *et al.*, 2006; Jiménez *et al.*, 2000; Mafra *et al.*, 2001). Παρόμοια με τις πηκτίνες και στις ημικυτταρίνες έχει παρατηρηθεί η μείωση του μοριακού τους βάρους κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης η οποία πιθανά να οφείλεται στην ενζυματική υδρόλυση των ξυλογλυκανών. Τέλος, κατά τη σύγκριση καρπών με κόκκινο και με ιώδες χρώμα φλοιού παρατηρήθηκε αύξηση της δραστικότητας των ενδογλυκανασών, τόσο των ελεύθερων στο κυτταρόπλασμα όσο και των συνδεδεμένων στο κυτταρικό τοίχωμα, οι οποίες είναι υπεύθυνες για την αποδόμηση των ημικυτταρινών και της κυτταρίνης (Jiménez *et al.*, 2001).

#### **3.1.4. Επίδραση του αιθυλενίου στο κυτταρικό τοίχωμα των καρπών**

Το αιθυλένιο είναι η ορμόνη που ελέγχει την έκφραση των γονιδίων που σχετίζονται με την ωρίμανση των καρπών και κυρίως που συντονίζει και ρυθμίζει όλες τις διαδικασίες που αφορούν στην ωρίμανση, τουλάχιστον των κλιμακτηριακών καρπών (Brummell and Harpster, 2001). Πολλές από τις διαδικασίες της ωρίμανσης στους κλιμακτηριακούς καρπούς συνιστούν τις αποκρίσεις του καρπού στο αιθυλένιο.

Το μαλάκωμα των καρπών κατά την ωρίμανση εμπεριέχει μία σειρά από προγραμματισμένες μετατροπές των πολυσακχαριτών του πρωτογενούς κυτταρικού τοιχώματος και του μεσοκυττάριου χώρου, οι οποίες έχουν σαν αποτέλεσμα την αποδυνάμωση της όλης κατασκευής. Οι μετατροπές αυτές αφορούν στην αποδόμηση των πολυσακχαριτών και σε αλλαγές των δεσμών που τους συνδέουν και έχουν ως αποτέλεσμα τη διόγκωση των κυττάρων του τοιχώματος και τη μείωση της μεταξύ τους πρόσφυσης (Brummell, 2006). Συνήθως, τα παραπάνω συνδυάζονται με την μείωση της περιοχής που εφάπτονται τα κύτταρα και με την επακόλουθη αύξηση των περιοχών με αέρα ανάμεσα στα κύτταρα (Hallett *et al.*, 1992). Αποτέλεσμα αυτών των μεταβολών είναι ότι το κυτταρικό τοίχωμα αποκτά ένα



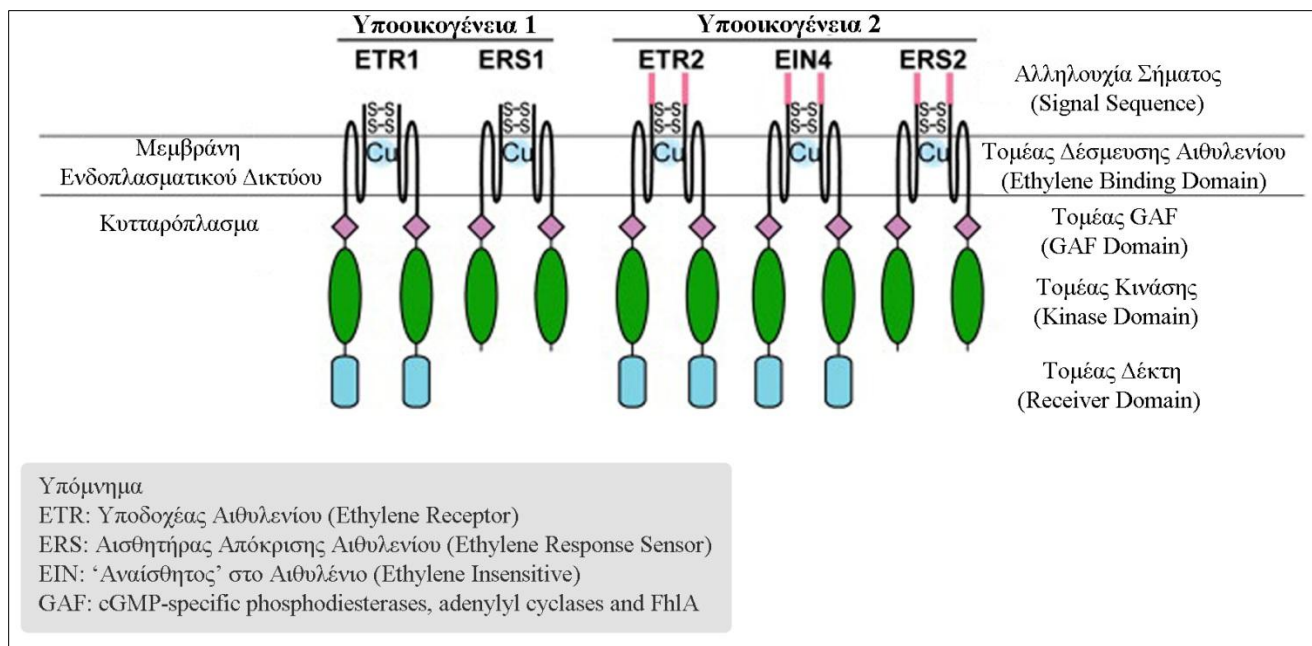
πιο ‘ανοικτό’ και ενυδατωμένο πλέγμα, ο καρπός γίνεται πιο μαλακός και όταν ο ιστός διογκώνεται τείνει να σπάσει και να ελευθερώσει τους χυμούς του (Brummell, 2006).

Οι μη-κλιμακτηριακοί καρποί, όπως η φράουλα, παράγουν αιθυλένιο σε πολύ χαμηλά επίπεδα (basal levels) κατά τη διάρκεια της ωρίμανσής τους και εξωγενείς χειρισμοί με αιθυλένιο δεν επηρεάζουν την ωρίμανσή τους (Brummell and Harpster, 2001). Ωστόσο, έχει προταθεί ότι η παραγωγή ακόμα και αυτών των μικρών ποσοτήτων αιθυλενίου μπορεί να είναι αρκετή για να προκαλέσει τις φυσιολογικές αποκρίσεις που σχετίζονται με την ωρίμανση μη-κλιμακτηριακών καρπών, όπως η φράουλα (Trainotti *et al.*, 2005). Εξάλλου, σε πειράματα όπου μετριόταν η έκλυση του αιθυλενίου και του CO<sub>2</sub> κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και της ωρίμανσης του καρπού της φράουλας πάνω στο φυτό παρατηρήθηκε αύξηση της έκλυσης του αιθυλενίου όταν οι καρποί έφταναν στο κόκκινο ώριμο στάδιο και μετά από διάστημα 24 ωρών η αύξηση αυτή συνοδευόταν από αντίστοιχη αύξηση της έκλυσης του CO<sub>2</sub> κατά 3 φορές, γεγονός που πιθανά υποδεικνύει κάποια ομοιότητα με την αναπνευστική κλιμακτήριο (Iannetta *et al.*, 2006).

### **3.1.5. Υποδοχείς του αιθυλενίου και παρεμποδιστές της δράσης του**

Στις αποκρίσεις των φυτών και των καρπών στο αιθυλένιο, διαμεσολαβεί μία οικογένεια (πρωτεϊνικών) υποδοχέων (receptors), με μεγάλη συγγένεια στο αιθυλένιο. Στην αραβίδωση οι υποδοχείς του αιθυλενίου χωρίζονται σε δύο υποοικογένειες, με κοινά δομικά χαρακτηριστικά (Εικόνα 3.2). Κάθε υποδοχέας αποτελείται από δύο ίδια μέρη (homodimers) που ενώνονται μεταξύ τους με δύο δισουλφιδικούς δεσμούς. Κάθε μέρος αποτελείται από 3  $\alpha$ -έλικες, που διαπερνούν τη μεμβράνη του ενδοπλασματικού δικτύου (transmembrane), και από τους τομείς των GAF (ειδικές πρωτεΐνες, cGMP-specific phosphodiesterases, adenylyl cyclases, FhlA) και της κινάσης, των οποίων η λειτουργία δεν έχει ξεκαθαριστεί. Κάποιες ισομορφές και από τις δύο υποοικογένειες περιλαμβάνουν και ένα τομέα δέκτη, ενώ τα μέλη της υποοικογένειας 2 περιλαμβάνουν στο N-τελικό άκρο τους μία επιπλέον αλληλουχία σήματος (ανασκόπηση από Binder, 2008; Bleecker, 1999; Lacey and Binder, 2014).

Κατά τη μεταγωγή του σήματος (signal transduction) του αιθυλενίου οι υποδοχείς στέλνουν σήμα και διεγείρουν την πρωτεΐνη CTR1 (Constitutive Triple Response, Τριπλή Συστατική Απόκριση). Η CTR1 είναι μία κινάση σερίνης/θρεονίνης, της οποίας η δράση παρεμποδίζει τη μεταγωγή του σήματος του αιθυλενίου. Η μειωμένη δραστηριότητα της CTR1, λόγω της πρόσδεσης του αιθυλενίου στους υποδοχείς, οδηγεί σε άρση της παρεμπόδισης, που έχει ως αποτέλεσμα μεταγραφικές αλλαγές αναγκαίες για τις αποκρίσεις στο αιθυλένιο. Για το λόγο αυτό θεωρείται ότι η CTR1 αποτελεί σημαντικό συστατικό για την μεταγωγή του σήματος του αιθυλενίου (Binder, 2008; Lacey and Binder, 2014).



**Σχήμα 3.3.** Η δομή του υποδοχέων του αιθυλενίου και ο διαχωρισμός τους σε δύο υποοικογένειες στην αραβίδωση (προσαρμογή από Lacey και Binder, 2014).

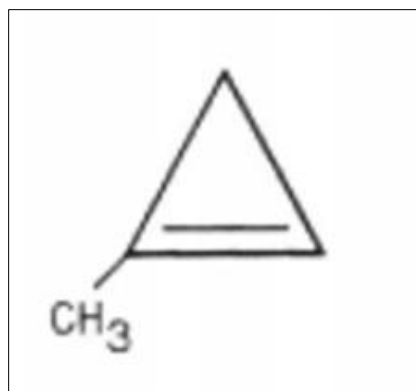
Λόγω της έλλειψης στοιχείων για την λεπτομερή δομή των υποδοχέων δεν έχει διευκρινιστεί ο ακριβής μηχανισμός πρόσδεσης του αιθυλενίου στους υποδοχείς και της πρόκλησης της μεταγωγής του σήματος. Ωστόσο, έχει προταθεί ένα μοντέλο λειτουργίας του ETR1, όπου ο υποδοχέας εναλλάσσεται σε τρεις καταστάσεις (Εικόνα 3.3). Στην κατάσταση 1, απουσία αιθυλενίου, ο υποδοχέας είναι ενεργός και στέλνει σήμα στην CTR1. Παρουσία αιθυλενίου ο υποδοχέας αλλάζει σε μία ενδιάμεση διαμόρφωση, κατά την οποία συνεχίζει να στέλνει σήμα στην CTR1 (κατάσταση 2). Όταν το αιθυλένιο προσδεθεί, ο υποδοχέας περνάει σε μία διαμόρφωση όπου σταματάει να διεγείρει την CTR1 και είναι ανενεργός (κατάσταση 3). Κατά την κατάσταση 3 μειώνεται η δραστηριότητα του αρνητικού ρυθμιστή CTR1, που έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση της παρεμπόδισης της μεταγωγής του σήματος του αιθυλενίου (Lacey and Binder, 2014; Wang *et al.*, 2006).

Η παρεμπόδιση των επιδράσεων του αιθυλενίου στους φυτικούς ιστούς είναι δυνατόν να επιτευχθεί είτε μέσω της παρεμπόδισης της βιοσύνθεσης του αιθυλενίου από το ίδιο το φυτό ή μέσω της παρεμπόδισης της πρόσδεσης του στους υποδοχείς (Serek *et al.*, 2006). Στο κεφάλαιο 2 της παρούσας μελέτης αναφέρεται η δράση του παρεμποδιστή της βιοσύνθεσης του αιθυλενίου AVG, ο οποίος χρησιμοποιήθηκε μετασυσλεκτικά και σε αυτό το κεφάλαιο. Ωστόσο, προτείνεται ότι η παρεμπόδιση των επιδράσεων του αιθυλενίου σε επίπεδο υποδοχέων είναι πιο αποτελεσματική διότι ο φυτικός ιστός προστατεύεται τόσο από το ενδογενές όσο και από το εξωγενές αιθυλένιο (Serek and Reid, 1993). Σ' αυτό το κεφάλαιο οι παρεμποδιστές δράσης (perception inhibitors) που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα ιόντα του αργύρου και το 1-μεθυλοκυκλοπροπένιο (1-Methylcyclopropene, 1-MCP).



μεγάλο βαθμό των αποκρίσεων των φυτικών ιστών στο αιθυλένιο (Binder, 2008; Lacey and Binder, 2014; McDaniel and Binder, 2012).

Το 1-MCP (Σχήμα 3.3) θεωρείται ανταγωνιστικός (competitive) παρεμποδιστής του αιθυλενίου που προσδένεται μη-αναστρέψιμα (irreversible binding) στους υποδοχείς του αιθυλενίου και πιθανά ανταγωνίζεται το ενδογενές αιθυλένιο του ιστού για τη θέση πρόσδεσης (Sisler *et al.*, 1996; Sisler, 2006). Ωστόσο, μετά από μελέτες σε άνθη γαρίφαλου προτείνεται ότι το 1-MCP πιθανά να είναι μη-ανταγωνιστικός (non-competitive) παρεμποδιστής του αιθυλενίου, διότι το αιθυλένιο αποτυγχάνει να το εκτοπίσει από τη θέση πρόσδεσης, ακόμα και σε υπερκορεσμένες συγκεντρώσεις (Reid and Celikel, 2008). Επιπλέον, λόγω της μη-αναστρέψιμης πρόσδεσης του 1-MCP στους υποδοχείς του αιθυλενίου, προτείνεται ότι ο φυτικός ιστός για να ξεπεράσει την παρεμπόδιση πρέπει να φτιάξει καινούριους υποδοχείς (Sisler *et al.*, 1996; Sisler and Serek, 1997). Κατά συνέπεια, το 1-MCP είναι δυνατόν να καθυστερήσει την ωρίμανση των φρούτων, καθώς και διεργασίες που συνδέονται με την ωρίμανση, όπως η αναπνοή, η παραγωγή του αιθυλενίου, οι αλλαγές του χρώματος, το μαλάκωμα, οι απώλειες της οξύτητας και η παραγωγή πτητικών ουσιών (Watkins, 2006). Τα πλεονεκτήματα της χρήσης του 1-MCP είναι: η υψηλή αποτελεσματικότητά του για μεγάλες χρονικές περιόδους μετά από μία μόνο έκθεση των ιστών για περιορισμένο χρονικό διάστημα και η χαμηλή φυτοτοξικότητά του (Sisler, 2006).



**Σχήμα 3.5.** 1-Μεθυλοκυκλοπροπένιο ή 1-MCP (κατά Sisler και Serek, 1997) .

### 3.1.6. Αιθυλένιο και ελαιόκαρπος

Ο καρπός της ελιάς όταν είναι στο δένδρο κατατάσσεται στους κλιμακτηριακούς καρπούς από κάποιους ερευνητές (Ranalli *et al.*, 1998) και στους μη-κλιμακτηριακούς από κάποιους άλλους (Kader, 2002), ενώ συμπεριφέρεται ως μη-κλιμακτηριακός, τουλάχιστον όταν συγκομισθεί σε πράσινο ώριμο στάδιο (Tsantili and Pontikis, 2004). Για το λόγο αυτό ο ρόλος του αιθυλενίου στην ωρίμανση του καρπού της ελιάς δεν είναι απόλυτα κατανοητός (Fernández-Bolaños *et al.*, 1997) και μόνο μερικές παρατηρήσεις το συνδέουν με την διαδικασία της ωρίμανσης. Η πρώτη παρατήρηση βασίζεται στο

γεγονός ότι κατά το στάδιο ωριμότητας που ο καρπός χάνει τον πράσινο χρωματισμό του (turning color) και παρατηρούνται οι μεγαλύτερες αλλαγές στην υφή του, συμπίπτει με την στιγμή που η έκλυση του αιθυλενίου από τους καρπούς είναι σε μετρήσιμες τιμές. Επίσης, σε καρπούς που έχουν δεχθεί χειρισμούς με αιθυλενοπαράγωγα, στο στάδιο γαλακτώματος, παρατηρήθηκε κάποια επιτάχυνση ορισμένων διεργασιών ωρίμανσης, όπως αλλαγή του χρώματος του φλοιού των καρπών και καρπόπτωση (Kafkaletou and Tsantili, 2011; Rugini *et al.*, 1982). Ένα τρίτο γεγονός που δείχνει τη πιθανή δράση των μικρών εκλυόμενων ποσών του αιθυλενίου στην ωρίμανση της ελιάς ήταν η καθυστέρηση του κόκκινου χρωματισμού του φλοιού και η διατήρηση της συνεκτικότητας της σάρκας των καρπών σε υψηλές τιμές, που παρατηρήθηκε μετά από χειρισμούς με AVG (παρεμποδιστής της σύνθεσης του αιθυλενίου) σε ελιές στο στάδιο του γαλακτώματος (Tsantili *et al.*, 2012). Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι το AVG έχει επίδραση σε πολλές διεργασίες του καρπού (Saltveit, 2005) και οι επιδράσεις του μπορεί να μην οφείλονταν αποκλειστικά στην παρεμπόδιση της σύνθεσης του αιθυλενίου. Τέλος, οι μετασυλλεκτικές επεμβάσεις με αιθυλένιο, σε ελιές συγκομισμένες στο πράσινο στάδιο, παρεμπόδισαν την εμφάνιση του κόκκινου χρώματος του φλοιού και αύξησαν την συνεκτικότητα (Shulman *et al.*, 1974; Tsantili and Pontikis, 2004).

### **3.1.6. Σκοπός κεφαλαίου**

Συνοπτικά, ο σκοπός του παρόντος κεφαλαίου ήταν η μελέτη των μετασυλλεκτικών επιδράσεων του αιθυλενίου επί των φυσιολογικών χαρακτηριστικών, των συστατικών του κυτταρικού τοιχώματος και των αντιοξειδωτικών ουσιών σε πράσινους καρπούς ‘Κονσερβολιάς’. Όπως έχει προαναφερθεί, ο καρπός της ελιάς όταν συγκομισθεί σε πράσινο στάδιο συμπεριφέρεται ως μη-κλιμακτηριακός (Tsantili and Pontikis, 2004). Επιπλέον, δεν έχουν αναφερθεί σημαντικές επιδράσεις του αιθυλενίου στις διεργασίες της ωρίμανσης των μη-κλιμακτηριακών καρπών, εκτός, από την προώθηση του αποπρασινισμού του φλοιού των πορτοκαλιών. Ωστόσο, υπάρχουν αναφορές στη βιβλιογραφία ότι το αιθυλένιο σε υψηλές συγκεντρώσεις έδρασε παρεμποδιστικά του αποπρασινισμού, σε θερμοκρασία 15 °C (Knee *et al.*, 1988).

Ο καρπός της ελιάς αποτελεί ξεχωριστή περίπτωση λόγω των ιδιομορφιών που παρουσιάζει. Αρχικά, η ανάπτυξη του στο δένδρο καταλαμβάνει μεγάλο χρονικό διάστημα (καρπόδεση από τέλη Μαΐου και ωρίμανση μέχρι και τον Ιανουάριο, ανάλογα την χρήση των καρπών και τις περιβαλλοντικές συνθήκες) σε σύγκριση με άλλους καρπούς. Επίσης, και η ωρίμανση του καρπού διαρκεί περισσότερο από 1 μήνα και περιλαμβάνει διαφορετικά στάδια ωριμότητας (βλέπε Κεφάλαιο 1) κατά τα οποία ο καρπός συμπεριφέρεται διαφορετικά. Επιπλέον, ο καρπός της ελιάς, κατά μερικούς ερευνητές (Ranalli, 1998), θεωρείται ότι συμπεριφέρεται ως κλιμακτηριακός, κατά την ωρίμανσή του πάνω στο δένδρο. Ο Ranalli (1998) δικαιολογεί το γεγονός αυτό επειδή παρατηρείται αύξηση της αναπνοής και της έκλυσης

του αιθυλενίου, αν και οι τιμές του αιθυλενίου είναι σημαντικά μικρότερες από τις αντίστοιχες των κλιμακτηριακών καρπών. Οι αυξήσεις αυτές συνοδεύονται από μορφολογικές αλλαγές και αλλαγές στη σύσταση των καρπών, όπως η αλλαγή του χρώματος, η μείωση της συνεκτικότητας, η αύξηση του ποσοστού του λαδιού κ.ά.. Ωστόσο, οι προσυλλεκτικές επεμβάσεις με αιθυλένιο, όταν οι ελιές βρίσκονταν σε πράσινο στάδιο, δεν αναφέρεται από τη βιβλιογραφία ότι προωθούν σημαντικά κάποιες από τις διεργασίες της ωρίμανσης. Οι μόνες επιδράσεις που έχουν παρατηρηθεί είναι η προώθηση της εμφάνισης του κόκκινου χρώματος μετά από χειρισμούς με αιθυλενοπαράγωγα (Kafkaletou and Tsantili, 2011; Rugini *et al.*, 1982) και η προώθηση της καρπόπτωσης (Ben-Tal, 1994; Metzidakis, 1999). Παράλληλα, οι προσυλλεκτικές επεμβάσεις με τον παρεμποδιστή της σύνθεσης του αιθυλενίου, AVG, καθυστέρησαν κάποιες διεργασίες ωρίμανσης (Tsantili *et al.*, 2012).

Ωστόσο, όταν ο καρπός συγκομιστεί σε πράσινο στάδιο και εκτεθεί σε θερμοκρασίες ωρίμανσης (20 – 25 °C) οι επεμβάσεις με αιθυλένιο παρεμποδίζουν την εμφάνιση του κόκκινου χρώματος και αυξάνουν τη συνεκτικότητα των καρπών (Shulman *et al.*, 1974; Tsantili and Pontikis, 2004). Οι επιδράσεις αυτές είναι αντίθετες των ‘συνηθισμένων’ επιδράσεων του αιθυλενίου στις διεργασίες ωρίμανσης. Τέλος, σε μη-κλιμακτηριακούς καρπούς, όπως είναι το μούσμουλο και το μάνγκοστιν, έχει παρατηρηθεί ότι κατά την αποθήκευσή τους σε χαμηλές θερμοκρασίες εμφανίζονται συμπτώματα κρουοτραυματισμών και αύξηση της συνεκτικότητας, που προωθούνται από το αιθυλένιο (Cai *et al.*, 2006; Dangcham *et al.*, 2008). Η αύξηση της συνεκτικότητας, μέσω της αύξησης της συγκέντρωσης της λιγνίνης, φαίνεται να είναι αποτέλεσμα του κρουοτραυματισμού και όχι επίδραση του αιθυλενίου. Αντίθετα, στην ελιά η αύξηση της συνεκτικότητας υπό την επίδραση του αιθυλενίου παρατηρείται σε υψηλές σχετικά θερμοκρασίες (~20 °C). Συμπερασματικά, σκοπός του κεφαλαίου ήταν η μελέτη του ‘παράδοξου’ στον συγκομισμένο πράσινο ελαιόκαρπο που σχετίζεται με την αύξηση της συνεκτικότητας υπό την επίδραση του αιθυλενίου σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Παράλληλα, με την έμφαση που δόθηκε στη συνεκτικότητα μελετήθηκε η επίδραση του αιθυλενίου και σε άλλα χαρακτηριστικά των καρπών, όπως η αντιοξειδωτική ικανότητα και οι φαινολικές ουσίες. Τα δύο προαναφερθέντα χαρακτηριστικά συμβάλλουν σε μεγάλο βαθμό στη διατροφική αξία των καρπών, επηρεάζοντας σημαντικά την ποιότητα του τελικού προϊόντος.

Τέλος, οι επιδράσεις του αιθυλενίου κρίθηκε σκόπιμο να διερευνηθούν με την παράλληλη χρήση παρεμποδιστών της σύνθεσης και της δράσης του. Η χρήση των παρεμποδιστών διευκόλυνε την κατανόηση των επιδράσεων που οφείλονταν στο αιθυλένιο.

## 3.2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

---

### 3.2.1. Φυτικό υλικό και διαλογή των καρπών

Οι καρποί που χρησιμοποιήθηκαν στο παρόν κεφάλαιο συλλέχθηκαν από δένδρα ποικιλίας Κονσερβολιάς καλλιεργούμενα σε εμπορικό ελαιώνα στην περιοχή της Φθιώτιδας. Οι καρποί συγκομίστηκαν από μέσα Οκτωβρίου έως αρχές Νοεμβρίου, είχαν σκούρο πράσινο χρώμα και βρίσκονταν στο στάδιο του γαλακτώματος (αρχή Σταδίου V, Σχήμα 1.4), με τιμή του MI~1. Μετά τη συγκομιδή οι καρποί μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο денδροκομίας του ΓΠΑ όπου έγινε η διαλογή τους. Κατά τη διαλογή απορρίφθηκαν οι καρποί με εμφανή χτυπήματα και ελαττώματα και αυτοί που είχαν αρχίσει να αποκτούν κόκκινο χρωματισμό σε οποιοδήποτε σημείο του φλοιού τους. Στην Εικόνα 3.1 παρουσιάζονται μερικοί καρποί χαρακτηριστικοί αυτών που χρησιμοποιήθηκαν στις πειραματικές επεμβάσεις.



**Εικόνα 3.1.** Χαρακτηριστικοί καρποί ‘Κονσερβολιάς’ που χρησιμοποιήθηκαν στις πειραματικές επεμβάσεις.

### 3.2.2. Πειραματικό σχέδιο και χαρακτηριστικά των καρπών που αξιολογήθηκαν

Το πειραματικό μέρος περιελάμβανε τον συνεχή χειρισμό με αιθυλένιο στους 20 °C πράσινων καρπών ‘Κονσερβολιάς’ για διάστημα έως 10 ημέρες και την μελέτη της μετασυλλεκτικής συμπεριφοράς τους. Για την καλύτερη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων σχεδιάστηκαν τρία ξεχωριστά

πειράματα. Συνοπτικά, στο πείραμα Α μελετήθηκαν οι επιδράσεις του αιθυλενίου (σε αυξανόμενες συγκεντρώσεις), στο Β του αιθυλενίου και του κάθε παρεμποδιστή μεμονωμένα και στο Γ του αιθυλενίου, του 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους.

Ο χειρισμός έγινε σε γυάλινες φιάλες, όγκου 5 L, που κλείνανε αεροστεγώς και οι φιάλες τοποθετήθηκαν σε θάλαμο αποθήκευσης σε θερμοκρασία 20 °C. Σε κάθε φιάλη τοποθετούνταν 10 – 12 ελιές και αποτελούσε μία επανάληψη. Επιπρόσθετα, σε όλες τις φιάλες τοποθετήθηκε ένα ανοικτό δοχείο που περιείχε ~25 g ανθρακικού ασβεστίου (Lime), που απορροφούσε το CO<sub>2</sub> και παρεμπόδιζε τη συσσώρευσή του στις φιάλες. Επίσης, στις φιάλες του μάρτυρα (0 συγκέντρωση Αιθυλενίου, στο Πείραμα Α), του AVG, του SN και του 1-MCP προστέθηκε ένα ανοικτό δοχείο με ~45 g περλίτη εμβαπτισμένο σε διάλυμα κορεσμένου υπερμαγγανικού καλίου (KMnO<sub>4</sub>), το οποίο δεσμεύει το αιθυλένιο. Κάθε 12 ώρες οι φιάλες αερίζονταν και μετά προστίθετο ξανά η επιθυμητή συγκέντρωση αιθυλενίου. Το αιθυλένιο προερχόταν από εμπορική φιάλη αιθυλενίου (καθαρότητας ~99%) και προστίθετο είτε κατάλληλη ποσότητα αερίου κατευθείαν από τη φιάλη (για τη συγκέντρωση των 1000 μL L<sup>-1</sup>) ή μετά από διαδοχικές αραιώσεις (για τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις). Η προσθήκη του αιθυλενίου γινόταν με τη χρήση γυάλινης σύριγγας από ειδικό στόμιο με σέπτο που είχαν οι φιάλες. Μετά από κάθε πρόσθεση αιθυλενίου, ελεγχόταν η συγκέντρωση του στην ατμόσφαιρα των φιαλών, καθώς και η συγκέντρωση του στο θάλαμο της αποθήκευσης. Η συγκέντρωση του αιθυλενίου εκτιμήθηκε όπως αναφέρεται στην παράγραφο 1.2.4.2.

Κατά το χειρισμό ελεγχόταν η περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας της φιάλης σε O<sub>2</sub> και CO<sub>2</sub>. Η συγκέντρωση του O<sub>2</sub> και του CO<sub>2</sub> ελέγχθηκε για να εκτιμηθεί αν κατά τους χειρισμούς δεν παρεμποδιζόταν ο ρυθμός αναπνοής των ελιών. Συγκεκριμένα, ο συνδυασμός του υψηλού CO<sub>2</sub> και του χαμηλού O<sub>2</sub> παρεμποδίζει την ένταση ή/και την πορεία της αναπνοής, καθώς και αρκετές διεργασίες ωρίμανσης, άμεσα ή/και έμμεσα μέσω της δράσης του αιθυλενίου. Πράγματι, το χαμηλό O<sub>2</sub> και το υψηλό CO<sub>2</sub> παρεμποδίζουν τη δράση και τη σύνθεση του αιθυλενίου στον καρπό, αντίστοιχα (Πάσσαμ και Τσαντίλη, 2004). Το ποσοστό του O<sub>2</sub> στις φιάλες εκτιμήθηκε σε 19 – 20% και του CO<sub>2</sub> σε 0,03 – 0,04%. Η μέτρηση των δύο αερίων έγινε με τη χρήση αέριας χρωματογραφίας σύμφωνα με τη μέθοδο των Tsantili *et al.* (2002). Χρησιμοποιήθηκε ο χρωματογράφος HP 5390 Series II (Hewlett Packard, USA), με ανιχνευτή θερμικής αγωγιμότητας (Thermal Conductivity Detector, TCD) και στήλη μοριακού κόσκινου (Molecular Sieve Column, MSC) διαστάσεων 300 cm μήκος × 0,2 cm i.d., 40-60 mesh. Συγκεκριμένα, με τη χρήση γυάλινης αεροστεγούς σύριγγας γινόταν λήψη 0,5 mL δείγματος, από την υπερκείμενη ατμόσφαιρα της φιάλης και έγχυση της στον χρωματογράφο. Το φέρον αέριο ήταν ήλιο (He) με ροή 50 mL λεπτά<sup>-1</sup>, ενώ η θερμοκρασία εισαγωγέα και ανιχνευτή ήταν 150 °C και 200 °C, αντίστοιχα. Το θερμικό πρόγραμμα του κλιβάνου παρέμεινε ισόθερμο στους 60 °C. Το ποσοστό του O<sub>2</sub>



και του CO<sub>2</sub> στο δείγμα υπολογίστηκε με βάση πρότυπο αέριο μείγμα περιεκτικότητας 2% σε O<sub>2</sub> και 2% σε CO<sub>2</sub> (v/v).

Στα Πειράματα Β και Γ το πρώτο επίπεδο του παράγοντα διάρκεια χειρισμού (0 ημέρα) αντιστοιχεί στα χαρακτηριστικά των καρπών κατά την συγκομιδή. Όλα τα πειράματα σχεδιάστηκαν ως παραγοντικά κατά το εντελώς τυχαίοποιημένο σχέδιο. Για κάθε συνδυασμό των δύο παραγόντων και των επιπέδων τους χρησιμοποιήθηκαν δύο επαναλήψεις ( $n = 2$ ) στο Πείραμα Α και τρεις επαναλήψεις ( $n = 3$ ) στα Πειράματα Β και Γ.

### **3.2.2.1. Πείραμα Α – Επίδραση αιθυλενίου διαφορετικών συγκεντρώσεων**

Μετά τη διαλογή οι καρποί ταξινομήθηκαν τυχαία σε ομάδες των 12, κάθε ομάδα τοποθετήθηκε σε μία φιάλη και προστέθηκε ο κατάλληλος (μικρός) όγκος αιθυλενίου, συγκεκριμένης συγκέντρωσης, για να επιτευχθεί η επιθυμητή συγκέντρωση στο εσωτερικό της φιάλης. Εξετάστηκε η επίδραση του αιθυλενίου σε λογαριθμικά αυξανόμενες συγκεντρώσεις (έξι επίπεδα: 0, 0.1, 1, 10, 100 και 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$  Αιθυλένιο) και η επίδραση της διάρκειας του χειρισμού (δύο επίπεδα: 1 και 9 ημέρες). Το συγκεκριμένο πείραμα σχεδιάστηκε ως προπαρασκευαστικό των Πειραμάτων Β και Γ, με σκοπό να προσδιοριστεί η κατάλληλη συγκέντρωση του αιθυλενίου που θα ήταν σκόπιμο να χρησιμοποιηθεί. Για το λόγο αυτό εξετάστηκαν μόνο τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά των καρπών: χρώμα του φλοιού και συνεκτικότητα των καρπών.

### **3.2.2.2. Πείραμα Β – Σύγκριση αποτελεσματικότητας παρεμποδιστών σύνθεσης και δράσης του αιθυλενίου**

Μετά τη διαλογή ακολούθησε η τυχαία ταξινόμηση των ελιών σε πέντε ομάδες αντίστοιχες των επεμβάσεων. Οι επεμβάσεις με SN (παρεμποδιστής δράσης, παράγραφος 3.1.5) και AVG (παρεμποδιστής σύνθεσης, παράγραφος 2.1.1.1), περιελάμβαναν την εμβάπτιση των καρπών για 30 λεπτά σε διαλύματα των παρεμποδιστών καθορισμένης συγκέντρωσης. Ο χρόνος της εμβάπτισης καθορίστηκε κατόπιν δοκιμής με χρωστική ουσία μέχρις ότου μετακινηθεί η χρωστική σε όλη τη σάρκα της ελιάς. Για τις επεμβάσεις με AVG χρησιμοποιήθηκε το σκεύασμα ReTain με δραστική ουσία το AVG (4,15% w/w) και η συγκέντρωση του διαλύματος εμβάπτισης ήταν 200  $\text{mg L}^{-1}$  ReTain ή 8,3  $\text{mg L}^{-1}$  AVG. Για τις επεμβάσεις με SN οι καρποί εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα SN συγκέντρωσης 200  $\text{mg L}^{-1}$ . Στα παραπάνω διαλύματα προστέθηκε 0,05% v/v προσκολλητική ουσία Tween 20.

Για τις επεμβάσεις με 1-MCP (παρεμποδιστής δράσης, παράγραφος 3.1.5) χρησιμοποιήθηκαν ταμπλέτες Smart Fresh<sup>®</sup> tabs (AgroFresh<sup>®</sup>, Springhouse, PA, USA). Συγκεκριμένα, σε γυάλινες φιάλες, όγκου 15,5 L, που έκλειναν αεροστεγώς, προστέθηκαν οι ταμπλέτες του 1-MCP μέσα σε ειδικό διάλυμα διάλυσης μαζί με 1 ταμπλέτα ενεργοποιητή και αφήθηκαν 2 ώρες, στους 20 °C έως ότου εκλυθεί το 1-

MCP (ο χρόνος αυτός προτάθηκε από την εταιρεία). Στη συνέχεια, οι καρποί, των επεμβάσεων με 1-MCP, τοποθετήθηκαν σε γυάλινες φιάλες (5 L), όπου προστέθηκε κατάλληλος όγκος αερίου 1-MCP, έτσι ώστε η συγκέντρωση του να είναι  $1.5 \mu\text{L L}^{-1}$ . Οι καρποί στις φιάλες των 5 L παρέμειναν για 12 ώρες, στους  $20^\circ\text{C}$ , όπως προτείνεται από τη βιβλιογραφία (Watkins, 2006).

Μετά το χειρισμό με 1-MCP, οι καρποί όλων των επεμβάσεων χωρίστηκαν σε ομάδες των 12 και τοποθετήθηκαν σε φιάλες των 5 L. Στις φιάλες της επέμβασης του αιθυλενίου προστέθηκε κατάλληλος όγκος αιθυλενίου ούτως ώστε η συγκέντρωση του να είναι  $1000 \mu\text{L L}^{-1}$ , σύμφωνα με την παράγραφο 3.2.2.

Στο Πείραμα Β εξετάστηκε η επίδραση των επεμβάσεων (πέντε επίπεδα: Μάρτυρας, Αιθυλένιο, AVG, SN και 1-MCP) και της διάρκειας των χειρισμών (τέσσερα επίπεδα: 0, 1.5, 5 και 10 ημέρες) επί του χρώματος του φλοιού, της συνεκτικότητας και της αναπνοή των καρπών.

### **3.2.2.3. Πείραμα Γ – Μελέτη της επίδρασης σε διεργασίες ωρίμανσης του καρπού με τη χρήση του 1-MCP**

Μετά τη διαλογή οι καρποί χωρίστηκαν σε πέντε ομάδες αντίστοιχες των επεμβάσεων. Οι επεμβάσεις του αιθυλενίου και του 1-MCP έγιναν όπως περιγράφεται στο Πείραμα Β. Στο Πείραμα Γ μελετήθηκε η μετασυλλεκτική επίδραση του αιθυλενίου (συγκέντρωση  $1000 \mu\text{L L}^{-1}$ ), του 1-MCP (σε συγκέντρωση  $1.5 \mu\text{L L}^{-1}$ ) και του συνδυασμό των δύο (στις προαναφερθείσες συγκεντρώσεις). Αναλυτικά, εξετάστηκαν οι παράγοντες επεμβάσεις (τέσσερα επίπεδα: Μάρτυρας, Αιθυλένιο, 1-MCP και 1-MCP + Αιθυλένιο) και η διάρκεια των χειρισμών (τέσσερα επίπεδα: 0, 1.5, 5 και 10 ημέρες). Υπό την επίδραση των παραπάνω παραγόντων μελετήθηκαν φυσιολογικά χαρακτηριστικά, χαρακτηριστικά του κυτταρικού τοιχώματος και εκτιμήθηκαν οι αντιοξειδωτικές ουσίες των καρπών.

### **3.2.4. Χαρακτηριστικά των καρπών**

#### **3.2.4.1. Υγρασία καρπών**

Για τον υπολογισμό της υγρασίας για κάθε δείγμα κόπηκε κομμάτι από τη σάρκα 8 ελιών  $\sim 5$  g, ζυγίστηκε και αποξηράνθηκε σε φούρνο στους  $60^\circ\text{C}$  για 3 ημέρες. Έπειτα το δείγμα οδηγήθηκε σε πυραντήριο στους  $105^\circ\text{C}$  για 3 ώρες και με ζύγιση υπολογίστηκε η περιεκτικότητα του κάθε δείγματος σε νερό, η οποία εκφράστηκε ως εκατοστιαία περιεκτικότητα σε υγρασία (% w/w).

Η εκτίμηση της υγρασίας έγινε στους καρπούς όλων των δειγματοληψιών.

#### **3.2.4.2. Χρώμα καρπών**

Η μέτρηση του χρώματος του φλοιού των καρπών πραγματοποιήθηκε όπως περιγράφεται στην παράγραφο 1.2.4.1. Η μόνη διαφορά ήταν ότι κατά την εκτέλεση της μέτρησης λαμβάνονταν 3 μετρήσεις σε κάθε καρπό, συγκεκριμένα 1 σε κάθε παρειά και 1 στο άκρο του καρπού έναντι του ποδίσκου. Τα σημεία αυτά επιλέχθηκαν έτσι ώστε να είναι αντιπροσωπευτικές οι μετρήσεις του χρώματος του καρπού, γιατί στους καρπούς των μεγαλόκαρπων ποικιλιών της ελιάς, όπου ανήκει η 'Κονσερβολιά', η αλλαγή του χρώματος από πράσινο σε κόκκινο συντελείται από το σημείο του καρπού απέναντι του ποδίσκου και προς τον ποδίσκο (Tsantili and Pontikis, 2004).

Η μέτρηση του χρώματος πραγματοποιήθηκε στους καρπούς όλων των δειγματοληψιών.

#### **3.2.4.3. Συνεκτικότητα καρπών**

Η εκτίμηση της συνεκτικότητας των καρπών έγινε με τον προσδιορισμό της δύναμης (N) που χρειάζεται για να διατηρηθεί ο καρπός χωρίς αποφλοιώση. Για τη μέτρηση χρησιμοποιήθηκε επιτραπέζιο πενετρόμετρο Chantillon DF1S 50 (J. Chantillon and Sons, NY, USA), εφοδιασμένο με κωνική βελόνα 5 mm x 5 mm (διάμετρος x ύψος). Η ταχύτητα καθόδου της βελόνας ήταν ρυθμισμένη στα 50 mm λεπτά<sup>-1</sup>. Σε κάθε καρπό λαμβάνονταν 2 μετρήσεις στις παρειές, με τη δεύτερη να γίνεται σε γωνία 90° σε σχέση με την πρώτη (Tsantili *et al.*, 2008).

Η μέτρηση της συνεκτικότητας πραγματοποιήθηκε στους καρπούς όλων των δειγματοληψιών.

#### **3.2.4.4. Αναπνοή των καρπών και έκλυση αιθυλενίου**

Η εκτίμηση της αναπνοής των καρπών μετά τις επεμβάσεις και ο προσδιορισμός του εκλυόμενου από τους καρπούς αιθυλενίου (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) πραγματοποιήθηκε όπως περιγράφεται στην παράγραφο 1.2.4.2. Το μόνο επιπλέον στάδιο κατά την εκτίμηση της έκλυσης του αιθυλενίου ήταν ότι πριν την επώασή τους οι καρποί είχαν παραμείνει για τουλάχιστον 12 ώρες στους 20 °C, ακουμπισμένοι σε φύλλο αλουμινίου και κάτω υπό συνεχές ρεύμα αέρα, για να εξασφαλιστεί ότι όλο το αιθυλένιο που είχε δοθεί εξωγενώς στους καρπούς είχε απομακρυνθεί. Οι συνθήκες απομάκρυνσης (διάχυσης) του εξωγενούς αιθυλενίου είχαν εξετασθεί σε προκαταρκτικό πείραμα

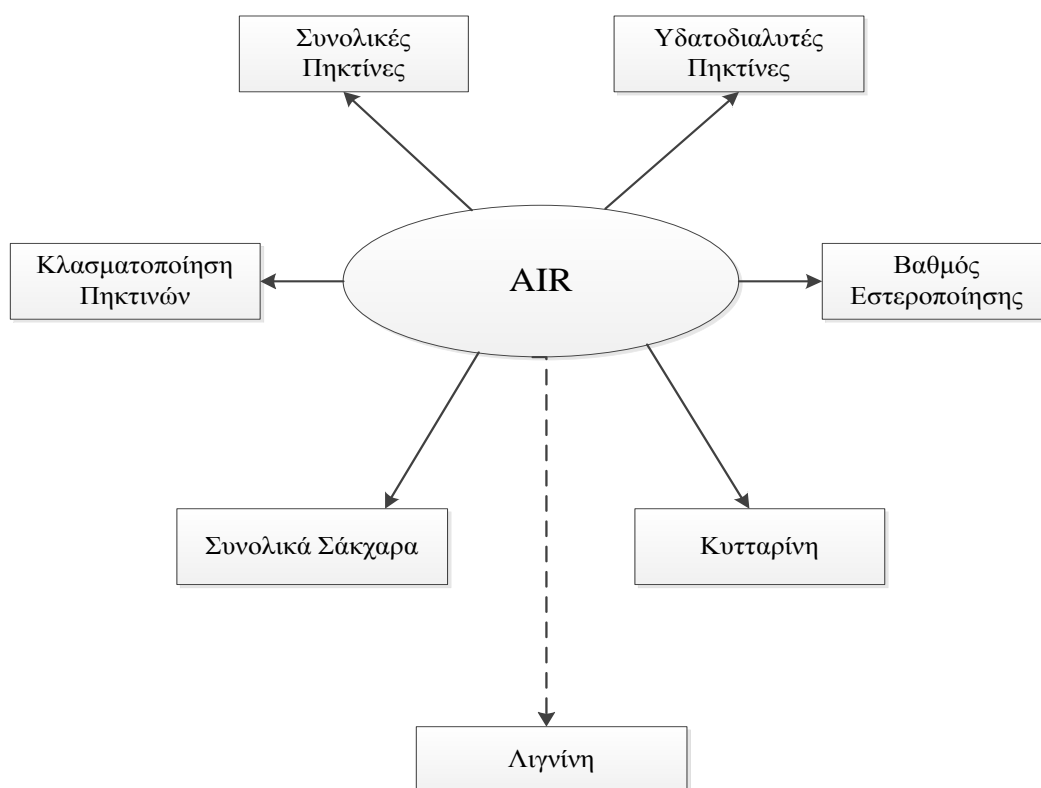
Η μέτρηση της αναπνοής των καρπών και της έκλυσης του αιθυλενίου πραγματοποιήθηκε στους καρπούς όλων των δειγματοληψιών.

### 3.2.5. Εκτίμηση συστατικών κυτταρικού τοιχώματος

#### 3.2.5.1. Εκχύλιση συστατικών κυτταρικού τοιχώματος

Η εκχύλιση των συστατικών του κυτταρικού τοιχώματος από τους καρπούς της ελιάς έγινε με βάση τη μέθοδο που προτείνουν οι Dangcham *et al.* (2008) με ορισμένες τροποποιήσεις. Συγκεκριμένα, κομμάτια κατεψυγμένου ιστού από τη σάρκα 12 ελιών ομογενοποιήθηκαν με διάλυμα MeOH (20 mL g<sup>-1</sup> ιστού) σε συσκευή Ultra-Turax (T 25, Kika Labortechnik, Germany) για 2 λεπτά (1 λεπτό στις 9500 rpm και 1 λεπτό στις 13500 rpm). Το ομογενοποιημένο δείγμα διηθήθηκε σε χωνί büchner (55 mm i.d.) με διηθητικό φίλτρο Whatman GF/A (MN GF-1, Macherey-Nagel, Germany) και έγιναν διαδοχικά 2 εκπλήσσεις με MeOH, 2 εκπλήσσεις με διάλυμα ακετόνης 80% (v/v) σε αποσταγμένο νερό και 2 εκπλήσσεις με καθαρή ακετόνη 100%. Στη συνέχεια, το φίλτρο μαζί με το αδιάλυτο στην αλκοόλη υπόλειμμα (AIR, Alcohol Insoluble Residue) μεταφέρθηκαν σε κλίβανο στους 50 °C για 24 ώρες. Τέλος, το AIR απομακρύνθηκε από το φίλτρο, λυοτριβήθηκε σε γουδί και αποθηκεύθηκε στους -20 °C. Η συγκέντρωση του AIR στους καρπούς εκφράστηκε ως mg AIR ανά g ξηρού βάρους σάρκας του καρπού (mg AIR g<sup>-1</sup> DW).

Το AIR αποτέλεσε το υλικό για να πραγματοποιηθούν οι εκχυλίσεις για τις μετρήσεις των συστατικών του κυτταρικού τοιχώματος που παρουσιάζονται στο διάγραμμα 3.1.



Σχήμα 3.6. Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας το AIR.

### 3.2.5.2. Εκχύλιση και προσδιορισμός συνολικών πηκτινών (TPC) κυτταρικού τοιχώματος

Η εκχύλιση από το AIR των συνολικών πηκτινών (Total Pectins Concentration, TPC) έγινε σύμφωνα με τους (Wrolstad *et al.*, 2005) με ορισμένες τροποποιήσεις. Συγκεκριμένα, σε 5 mg AIR προστέθηκε 1 mL πυκνό H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> και ακολούθησε ανάδευση σε λουτρό με πάγο για 5 λεπτά. Το στάδιο αυτό, με 1 mL πυκνό H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, επαναλήφθηκε άλλη μία φορά. Έπειτα προστέθηκε 0,5 mL απεσταγμένο νερό και ακολούθησε ανάδευση 5 λεπτών. Το στάδιο της πρόσθεσης του νερού επαναλήφθηκε μία ακόμη φορά. Τέλος, το διάλυμα ογκομετρήθηκε στα 10 mL με απεσταγμένο νερό και φυγοκεντρίθηκε στα 2000 × g για 10 λεπτά.

Στο παραπάνω εκχύλισμα μετρήθηκε η συγκέντρωση των TPC στο κυτταρικό τοίχωμα του καρπού σύμφωνα με τη μέθοδο των Blumenkrantz και Asboe-Hansen (1973), με ορισμένες τροποποιήσεις από τον Yaro (2009). Συγκεκριμένα, σε γυάλινους δοκιμαστικούς σωλήνες, που βρίσκονταν σε λουτρό με πάγο, προστέθηκαν 0,5 mL εκχυλίσματος και σε 3 mL τετραβορικού νατρίου (sodium tetraborate) 0,0125 M διαλυμένου σε πυκνό H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Οι σωλήνες οδηγήθηκαν σε υδατόλουτρο στους 98 °C για 5 λεπτά και αμέσως μετά τοποθετήθηκαν σε λουτρό με πάγο για <5 λεπτά. Αφού απομακρύνθηκαν από τον πάγο αφέθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου για να εξισορροπήσει η θερμοκρασία τους με αυτή του περιβάλλοντος. Έπειτα, στους δοκιμαστικούς σωλήνες με το δείγμα προστέθηκαν 50 μL της χρωστικής m-phenyl phenol 7 mM διαλυμένη σε υδροξείδιο του νατρίου (NaOH) 0,1 N και μετρήθηκε η απορρόφηση των δειγμάτων στα 520 nm. Επίσης, μετρήθηκε η απορρόφηση δειγμάτων στα οποία αντί για χρωστική είχαν προστεθεί 50 μl NaOH 0,1 N. Τα δείγματα αυτά χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες της αντίδρασης και η απορρόφησή τους αφαιρέθηκε από αυτή των δειγμάτων με τη χρωστική. Η συγκέντρωση των TPC προσδιορίστηκε με βάση πρότυπη καμπύλη άνυδρου γαλακτουρονικού οξέως (Galacturonic Acid Anhydrate, GLA) και εκφράστηκε ως mg GLA ανά g ξηρού βάρους εδώδιμου μέρους καρπού (mg GLA g<sup>-1</sup> DW). Η συγκέντρωση των TPC στο κυτταρικό τοίχωμα προσδιορίστηκε στους καρπούς όλων των δειγματοληψιών, εις τετραπλούν για κάθε επανάληψη.

### 3.2.5.3. Εκχύλιση και προσδιορισμός υδατοδιαλυτών πηκτινών (WSP) κυτταρικού τοιχώματος

Για την εκχύλιση των υδατοδιαλυτών πηκτινών (Water Soluble Pectins, WSP) ακολούθηθηκε η διαδικασία που προτείνουν οι Tsantili *et al.* (2008) με κάποιες τροποποιήσεις. Συγκεκριμένα, 15 mg AIR εκχυλίστηκαν με απεσταγμένο νερό (1 mL 10 mg<sup>-1</sup> AIR) σε λουτρό υπερήχων για 20 λεπτά και φυγοκεντρίθηκαν στα 14000 × g για 15 λεπτά. Η όλη διαδικασία επαναλήφθηκε άλλες 3 φορές.

Η συγκέντρωση των WSP προσδιορίστηκε στο συνολικό εκχύλισμα, που προέκυψε από τα συνδυασμένα υπερκείμενα της παραπάνω διαδικασίας, όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 3.2.5.2. Η

συγκέντρωση των WSP στο κυτταρικό τοίχωμα προσδιορίστηκε στους καρπούς όλων των δειγματοληψιών, εις τετραπλούν για κάθε επανάληψη.

#### **3.2.5.4. Εκχύλιση κλασμάτων του κυτταρικού τοιχώματος και προσδιορισμός των πηκτινών του κάθε κλάσματος**

Η εκχύλιση των κλασμάτων του κυτταρικού τοιχώματος από το AIR πραγματοποιήθηκε ακολουθώντας τη μέθοδο των Coimbra *et al.* (1996), με κάποιες τροποποιήσεις. Στο Διάγραμμα 3.2 παρουσιάζεται επιγραμματικά η διαδικασία της κλασματοποίησης.

Το κυτταρικό τοίχωμα συχνά εξετάζεται μετά από κλασματοποίηση σε ομάδες, βασιζόμενη στη διαλυτότητά τους. Η διαδικασία αυτή συνήθως περιλαμβάνει τους παρακάτω διαδοχικούς χειρισμούς, όπως αναφέρεται από τον Brummell (2006), και παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 3.2:

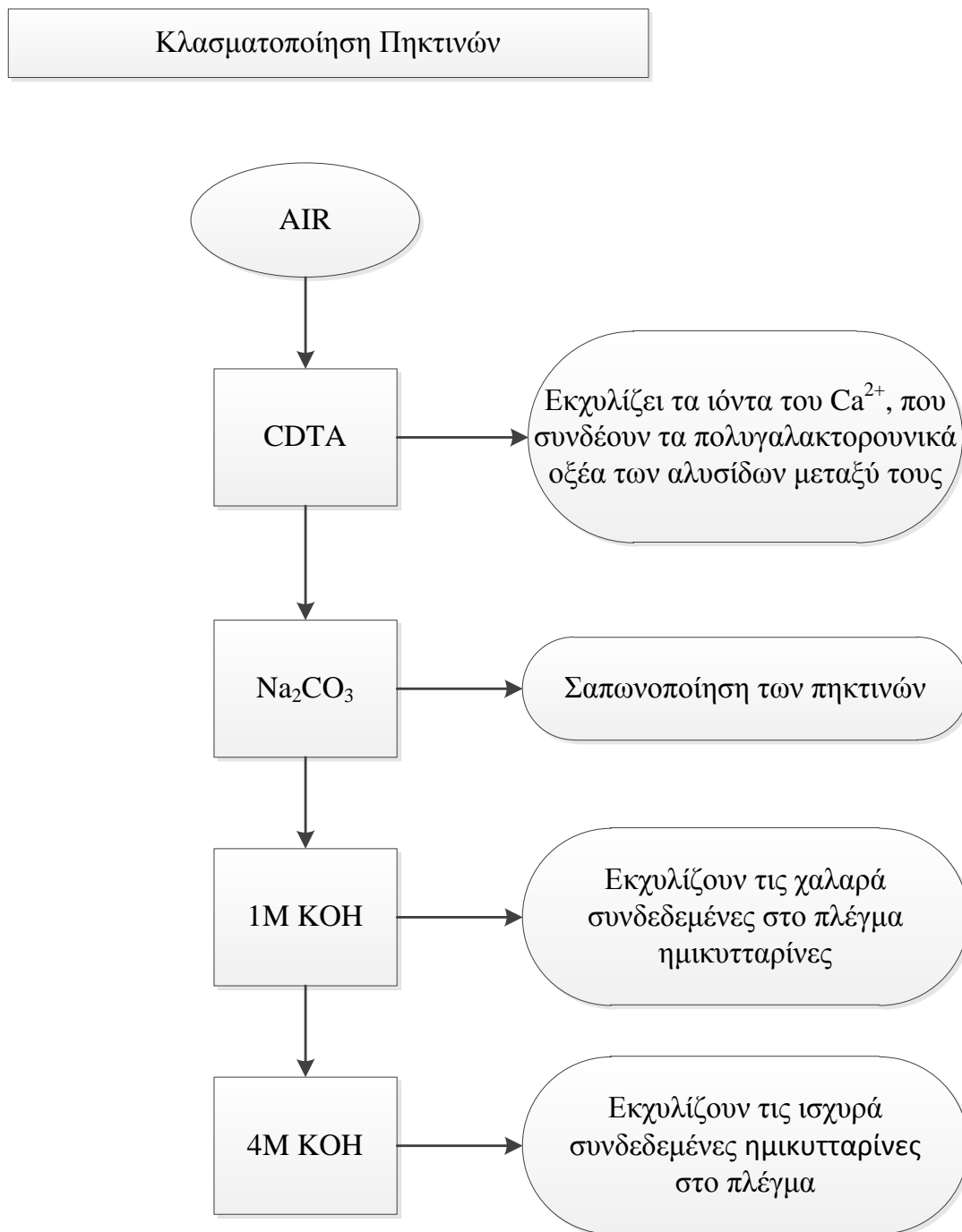
1. με ένα χηλικό παράγοντα, που απομακρύνει κυρίως τα ιόντα ασβεστίου από το τοίχωμα διαλυτοποιώντας τις πηκτίνες που συγκρατούνται στο τοίχωμα με ιονικούς δεσμούς.
2. με ανθρακικό νάτριο, όπου μετά σαπωνοποίηση ελευθερώνονται οι πηκτίνες που συγκρατούνται στο τοίχωμα και ταυτόχρονα σπάνε οι εστερικοί δεσμοί μεταξύ των διαλυτοποιημένων πηκτινικών μορίων, με αποτέλεσμα οι εκχυλισμένες πηκτίνες να είναι σχετικά μικρού μοριακού βάρους.
3. με αραιό αλκαλικό διάλυμα, που εκχυλίζει τις χαλαρά συνδεδεμένες στο πλέγμα ημικυτταρίνες
4. με ισχυρά αλκαλικό διάλυμα, που εκχυλίζει τις ισχυρά συνδεδεμένες στο πλέγμα ημικυτταρίνες, σπάζοντας τους δεσμούς του υδρογόνου και ταυτόχρονα προκαλώντας δίογκωση, αλλά όχι διάλυση, των μικροϊνιδίων της κυτταρίνης.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα εκχυλίσματα που προκύπτουν έχουν εμπλουτιστεί με τους προαναφερθέντες συγκεκριμένους τύπους μορίων, αλλά πάντα εμπεριέχουν και άλλα μείγματα ουσιών τα οποία είτε συν-εκχυλίζονται στο προκύπτον διάλυμα και πιθανά να είναι διαχωρίσιμα και με άλλους τρόπους ή είναι πολυμερή το οποία δεν έχουν εκχυλιστεί (Brummell, 2006).

Στην παρούσα εργασία, 25 mg AIR εκχυλίστηκαν με 2 mL διαλύματος CDTA 50 mM (trans-1,2-cyclohexane-diamine-*N,N,N',N'*,tetraacetate, Na salt) σε απεσταγμένο νερό και το pH ρυθμίστηκε στο 6,5, για 6 ώρες υπό ελαφριά ανάδευση, στους 20 °C και στη συνέχεια φυγοκεντρήθηκαν για 10 λεπτά στα 4000 × g. Το ίζημα επαναδιαλύθηκε σε 2 mL CDTA 50 mM και εκχυλίστηκε για 2 ώρες, στους 20 °C, υπό ελαφριά ανακίνηση και στη συνέχεια φυγοκεντρήθηκε για 10 λεπτά στα 4000 × g. Στα συνδυασμένα υπερκείμενα από τις 2 φυγοκεντρίσεις προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα σε CDTA-διαλυτές πηκτίνες (CDTA Soluble Pectins, CDTASP).

Το ίζημα από τη δεύτερη φυγοκέντριση εκχυλίστηκε περαιτέρω με 2 mL διαλύματος ανθρακικού νατρίου (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, sodium carbonate) 50 mM και τετραϋδροβορικού νατρίου (NaBH<sub>4</sub>, sodium tetrahydridoborate) 20 mM σε απεσταγμένο νερό, ανακινούμενο ελαφρά για 16 ώρες, στους 4

°C και στη συνέχεια φυγοκεντρίθηκε για 10 λεπτά στα  $4000 \times g$ . Το ίζημα επαναδιαλύθηκε σε 2 mL  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  και  $\text{NaBH}_4$  και εκχυλίστηκε για 3 ώρες, στους 20 °C, υπό ελαφριά ανακίνηση και στη συνέχεια φυγοκεντρίθηκε για 10 λεπτά στα  $4000 \times g$ . Στα συνδυασμένα υπερκείμενα από τις 2 φυγοκεντρίσεις προσδιορίστηκε περιεκτικότητα σε  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -διαλυτές πηκτίνες ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  Soluble Pectins,  $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{SP}$ ).



**Σχήμα 3.7.** Συνοπτική σχηματική απεικόνιση της κλασματοποίησης των πηκτινών, κατά Brummell (2006).

Το ίζημα από την τελευταία φυγοκέντριση εκχυλίστηκε με 2 mL υδροξείδιο του καλίου (KOH, potassium hydroxide) 1 M και NaBH<sub>4</sub> 20 mM σε απεσταγμένο νερό, ανακινούμενο ελαφρά για 2 ώρες, στους 4 °C και στη συνέχεια διηθήθηκε διαμέσου φίλτρου Whatman GF/A. Το υπόλειμμα που παρέμεινε στο φίλτρο εκχυλίστηκε για δεύτερη φορά με KOH 1 M και NaBH<sub>4</sub>, ανακινούμενο ελαφρά για 2 ώρες, στους 20 °C και στη συνέχεια διηθήθηκε διαμέσου φίλτρου Whatman GF/A. Στα συνδυασμένα εκχυλίσματα από τις 2 διηθήσεις προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα σε KOH 1 M-διαλυτές πηκτίνες (1 M KOH Soluble Pectins, 1KOHSP).

Τέλος, το υπόλειμμα από την τελευταία διήθηση εκχυλίστηκε με 2 mL KOH 4 M και NaBH<sub>4</sub> 20 mM σε απεσταγμένο νερό, ανακινούμενο ελαφρά για 2 ώρες, στους 4 °C και στη συνέχεια διηθήθηκε διαμέσου φίλτρου Whatman GF/A. Το υπόλειμμα που παρέμεινε στο φίλτρο εκχυλίστηκε για δεύτερη φορά με KOH 4 M και NaBH<sub>4</sub>, ανακινούμενο ελαφρά για 2 ώρες, στους 20 °C και στη συνέχεια διηθήθηκε διαμέσου φίλτρου Whatman GF/A. Στα συνδυασμένα εκχυλίσματα από τις 2 διηθήσεις προσδιορίστηκε η περιεκτικότητά τους σε KOH 4 M-διαλυτές πηκτίνες (4 M KOH Soluble Pectins, 4KOHSP).

Η συγκέντρωση των CDTASP, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>SP, 1KOHSP και 4KOHSP προσδιορίστηκε όπως περιγράφεται στην παράγραφο 3.2.5.2. με βάση πρότυπη καμπύλη άνυδρου γαλακτουρονικού οξέως (Galacturonic Acid anhydrate, GLA) και εκφράστηκε ως mg GLA ανά g ξηρού βάρους (mg GLA g<sup>-1</sup> DW). Η συγκέντρωση των παραπάνω πηκτικών κλασμάτων στο κυτταρικό τοίχωμα προσδιορίστηκε στους καρπούς όλων των δειγματοληψιών, εις τετραπλούν για κάθε επανάληψη.

### **3.2.5.5. Εκτίμηση του ποσοστού του βαθμού εστεροποίησης (DE) των πηκτινών του κυτταρικού τοιχώματος**

Η εκτίμηση του ποσοστού της εστεροποίησης (DE, Degree of Esterification) των πηκτινών του κυτταρικού τοιχώματος των καρπών πραγματοποιήθηκε μετά από συνδυασμό μεθόδων που έχουν χρησιμοποιηθεί στις ελιές και σε άλλους καρπούς (Concha Olmos and Zúñiga Hansen, 2012; Liu *et al.*, 2010; Mínguez-Mosquera *et al.*, 2002), με ορισμένες τροποποιήσεις. Ουσιαστικά μετρήθηκε η διαφορά στο ποσοστό των ελεύθερων καρβοξυλικών ομάδων στο AIR, πριν και μετά την υδρόλυση των εστερικών δεσμών. Συγκεκριμένα, 15 mg AIR αναδεύτηκαν για 2 ώρες με 10 mL απεσταγμένο νερό, από το οποίο είχε αφαιρεθεί το CO<sub>2</sub> με βρασμό, στη συνέχεια το δείγμα χωρίστηκε ισομερώς στα δύο (2 επαναλήψεις). Το κάθε μέρος τιτλοδοτήθηκε με υδροξείδιο του νατρίου (NaOH) κανονικότητας 0,01 N παρουσία 30 μl φαινολοφθαλεΐνης (0,25% v/v) σε MeOH (~3 σταγόνες) μέχρις ότου το διάλυμα αποκτήσει ελαφρύ ροζ χρωματισμό. Ο όγκος του NaOH που καταναλώθηκε καταγράφηκε ως V<sub>1</sub>. Στη συνέχεια και ενώ το διάλυμα αναδευόταν προστέθηκαν 10 mL NaOH 0,1 N και το διάλυμα αφέθηκε να ισορροπήσει 30 λεπτά, χωρίς να αναδεύεται. Μετά το πέρας των 30 λεπτών προστέθηκαν στο διάλυμα



10 mL HCl 0,1 N και 30 μl φαινολοφθαλεΐνης και ακολούθησε τιτλοδότηση με NaOH 0,01 N μέχρις ότου το διάλυμα αποκτήσει ελαφρύ ροζ χρωματισμό, ο όγκος του NaOH που καταναλώθηκε καταγράφηκε ως V<sub>2</sub>. Το ποσοστό του DE υπολογίστηκε με βάση τον τύπο: % DE = [V<sub>2</sub> / (V<sub>1</sub> + V<sub>2</sub>)] × 100. Το ποσοστό του DE στο κυτταρικό τοίχωμα προσδιορίστηκε στους καρπούς όλων των δειγματοληψιών.

#### **3.2.5.6. Εκχύλιση και προσδιορισμός συνολικών σακχάρων (TS) του κυτταρικού τοιχώματος**

Η εκχύλιση των συνολικών σακχάρων (TS, Total Sugars) του κυτταρικού τοιχώματος από το AIR πραγματοποιήθηκε μετά από τροποποίηση των μεθόδων που προτείνονται από τους Foster *et al.* (2010) και Sañudo-Barajas *et al.* (2009). Συγκεκριμένα, 5 mg AIR εκχυλίστηκαν με 3 mL διαλύματος H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 67%, για 4 ώρες, υπό συνεχή ανακίνηση και ακολούθησε φυγοκέντριση για 10 λεπτά στα 2000 × g. Στο εκχύλισμα που προέκυψε προσδιορίστηκαν τα συνολικά σάκχαρα σύμφωνα με τη μέθοδο του Urdegraff (1969), με ορισμένες τροποποιήσεις.

Συγκεκριμένα, σε γυάλινους δοκιμαστικούς σωλήνες, που βρίσκονταν σε λουτρό με πάγο, προστέθηκαν 0,5 mL εκχυλίσματος και 2,5 mL διαλύματος παγωμένης ανθρόνης 0,2% σε πυκνό H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, στη συνέχεια οι σωλήνες οδηγήθηκαν σε υδατόλουτρο στους 100 °C για 5 λεπτά και αμέσως μετά τοποθετήθηκαν σε λουτρό με πάγο για 5 λεπτά. Αφού απομακρύνθηκαν από τον πάγο αφέθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου για >10 λεπτά για να εξισορροπήσει η θερμοκρασία τους με αυτή του περιβάλλοντος και μετρήθηκε η απορρόφηση των δειγμάτων στα 620 nm. Ως μάρτυρας για τη μέτρηση χρησιμοποιήθηκε διάλυμα ανθρόνης χωρίς την προσθήκη δείγματος, αντικατάσταση με H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 67%. Η συγκέντρωση των TS προσδιορίστηκε με βάση πρότυπη καμπύλη γλυκόζης (Glucose, Glu) και εκφράστηκε ως ισοδύναμα mg Glu ανά g ξηρού βάρους (mg GluE g<sup>-1</sup> DW). Η συγκέντρωση των TS στο κυτταρικό τοίχωμα προσδιορίστηκε στους καρπούς όλων των δειγματοληψιών, εις τετραπλούν για κάθε επανάληψη.

#### **3.2.5.7. Εκχύλιση και προσδιορισμός της κυτταρίνης (CL) του κυτταρικού τοιχώματος**

Η εκχύλιση της κυτταρίνης (CL, Cellulose) του κυτταρικού τοιχώματος από το AIR πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τους Sañudo-Barajas *et al.* (2009), με ορισμένες τροποποιήσεις. Συγκεκριμένα, 4 mg AIR εκχυλίστηκαν με 1 mL τριφθοροοξικό οξύ (TFA, TriFluoroacetic Acid) 2 M, για 60 λεπτά, στους 121 °C, σε γυάλινα αεροστεγώς κλεινόμενα φιαλίδια και στη συνέχεια αφέθηκαν να κρυώσουν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Έπειτα το TFA εξατμίστηκε υπό ροή αζώτου και το ίζημα εκχυλίστηκε περαιτέρω με 67% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, για 4 ώρες, υπό συνεχή ανακίνηση και ακολούθησε φυγοκέντριση για 10 λεπτά στα 2000 × g.

Στο εκχύλισμα που προέκυψε, μετά από κατάλληλη αραιώση προσδιορίστηκε η συγκέντρωση της CL όπως περιγράφεται στην παράγραφο 3.2.5.6. Η συγκέντρωση της CL προσδιορίστηκε με βάση πρότυπη καμπύλη Glu και εκφράστηκε ως ισοδύναμα mg Glu ανά g ξηρού βάρους ( $\text{mg GluE g}^{-1} \text{DW}$ ). Η συγκέντρωση της CL στο κυτταρικό τοίχωμα προσδιορίστηκε στους καρπούς όλων των δειγματοληψιών, εις τετραπλούν για κάθε επανάληψη.

#### **3.2.5.8. Εκχύλιση και προσδιορισμός της λιγνίνης του κυτταρικού τοιχώματος**

Η εκχύλιση και ο προσδιορισμός της λιγνίνης στο κυτταρικό τοίχωμα των καρπών της ελιάς έγινε μετά από συνδυασμό μεθόδων που έχουν χρησιμοποιηθεί στο σπαράγγι (An *et al.*, 2007; Tzoumaki *et al.*, 2009), στο μούσμουλο (Cai *et al.*, 2006) και στο μάνγκοστιν (Dangcham *et al.*, 2008). Συγκεκριμένα, 50 mg AIR εκχυλίστηκαν με 1,5 mL HCl 2 N και 0,15 mL θειογλυκολικό οξύ (thioglycolic acid), για 4 ώρες, στους 100 °C, σε γυάλινα αεροστεγώς κλεινόμενα φυαλίδια, έπειτα τοποθετήθηκαν σε λουτρό με πάγο μέχρις ότου να κρυώσουν πολύ καλά και φυγοκεντρίθηκαν για 30 λεπτά στα 14000 × g. Στη συνέχεια το ίζημα επαναδιαλύθηκε με 2 mL διαλύματος NaOH 1 N και ανακινήθηκε ελαφρά για 18 ώρες, στους 25 °C, έπειτα ακολούθησε φυγοκέντριση για 20 λεπτά στα 10000 × g. Στην υπερκείμενη φάση προστέθηκε 1 mL πυκνό HCl και ακολούθησε κατακρήμνιση για 4 ώρες, στους 4 °C, στη συνέχεια φυγοκεντρίθηκαν για 15 λεπτά, στα 4000 × g.

Τέλος, το ίζημα που προέκυψε διαλύθηκε σε διάλυμα NaOH 0,5 N και μετρήθηκε η απορρόφησή του στα 280 nm. Η συγκέντρωση της λιγνίνης προσδιορίστηκε με βάση πρότυπη καμπύλη λιγνίνης (χαμηλής περιεκτικότητας σε θειώδη) και εκφράστηκε ως mg λιγνίνης ανά g ξηρού βάρους (DW) σάρκας του καρπού.

#### **3.2.5.9. Προετοιμασία δειγμάτων για παρατήρηση στο οπτικό μικροσκόπιο**

Μετά από κάθε δειγματοληψία και για όλες τις ημερομηνίες του χειρισμού καρποί από κάθε χειρισμό ξεχωριστά σταθεροποιήθηκαν σε διάλυμα Φορμαλδεΐδης – Οξικού οξέος– Αιθυλικής αλκοόλης (FAA, Formalin – Acetic – Alcohol). Η αναλογία για το κάθε συστατικό του διαλύματος ήταν 10% Φορμαλδεΐδη (37%) – 5% Οξικό οξύ – 50% Αιθυλική αλκοόλη και 37% απεσταγμένο νερό.

Οι τομές των δειγμάτων πραγματοποιήθηκαν σε ψυκτικό μικροτόμο (κρυοστάτη) (Leica CM 1850) σε θερμοκρασία -18 °C και είχαν πάχος 60 μm, με τη χρήση υγρού ψύξης – έγκλεισης Jung Tissue Freezing Medium (Leica Microsystems Nussloch GmbH, Germany). Αμέσως μετά οι τομές εμβαπτίστηκαν σε απεσταγμένο νερό και είτε παρατηρήθηκαν απευθείας στο οπτικό μικροσκόπιο ή ακολούθησε χρώση τους. Το οπτικό μικροσκόπιο ήταν τύπου Olympus BX40 εξοπλισμένο με ψηφιακή κάμερα DP71, Olympus 12.5 Mp, (Olympus, Japan).

Όλες οι τομές πραγματοποιήθηκαν με κατεύθυνση από την επιδερμίδα προς τον πυρήνα του καρπού (εγκάρσιες), με σκοπό να παρατηρηθούν οι στρώσεις των κυττάρων αμέσως κάτω από την επιδερμίδα, οι οποίες θεωρείται ότι συνεισφέρουν περισσότερο στη συνεκτικότητα ολόκληρου του καρπού.

#### **3.2.5.10. Χρώση φλορογλουσινόλης**

Αρχικά, για να επιβεβαιωθεί η παρουσία λιγνίνης στο κυτταρικό τοίχωμα των καρπών, σε μία αντικειμενοφόρο τοποθετήθηκαν μερικοί κόκκοι AIR και βάφτηκαν με μία σταγόνα διαλύματος φλορογλουσινόλης διαλυμένης σε υδροχλώριο (Phl, Phloroglucinol – HCl). Παρουσία Phl η λιγνίνη στο AIR βάφτηκε ανοιχτό κόκκινο και με αυτόν τον τρόπο επιβεβαιώθηκε η παρουσία της στο κυτταρικό τοίχωμα. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι η Phl είναι εκλεκτική χρωστική η οποία χρωματίζει μόνο τη λιγνίνη.

Στη συνέχεια, εγκάρσιες τομές που προήλθαν από καρπούς όλων των δειγματοληψιών, χρωματίστηκαν με Phl και παρατηρήθηκαν στο οπτικό μικροσκόπιο.

#### **3.2.5.11. Χρώση Κυτταρίνης – Ιωδίου – Θεικού Οξέος**

Η χρώση Κυτταρίνης – Ιωδίου – Θεικού οξέος (Cellulose – IKI – H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) χρησιμοποιείται σε κυτταρικά τοιχώματα που αποτελούνται από κυτταρίνη και λιγνίνη, συνήθως δίνει πολύ καλά αποτελέσματα όταν χρησιμοποιείται σε ξυλώδεις ιστούς. Με τη χρώση αυτή η κυτταρίνη χρωματίζεται σκούρα μπλε και η λιγνίνη κίτρινη προς πορτοκαλί. Επίσης, επειδή το κυτταρικό τοίχωμα αρχικά διογκώνεται υπό την επίδραση του H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η κυτταρίνη να είναι ορατή ακόμα και σε ξυλοποιημένα κυτταρικά τοιχώματα. Το μόνο μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι μετά από σύντομο χρονικό διάστημα η κυτταρίνη διαλύεται υπό την επίδραση του H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> και ο ιστός προς παρατήρηση καταστρέφεται, οπότε η παρατήρηση των τομών στο οπτικό μικροσκόπιο πρέπει να γίνει όσο το δυνατόν πιο γρήγορα (Jensen, 1962).

Συγκεκριμένα, οι τομές προς παρατήρηση αρχικά εμβαπτίστηκαν για 15 λεπτά σε διάλυμα IKI, στη συνέχεια οι τομές τοποθετήθηκαν σε αντικειμενοφόρο και καλύφθηκαν με διάλυμα IKI, αφού τοποθετήθηκε η καλυπτρίδα προστέθηκε μία σταγόνα H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 65% στη μία πλευρά της καλυπτρίδας και αφέθηκε να διαχυθεί κάτω από την καλυπτρίδα και να διαπεράσει τον ιστό. Τέλος, τομές που προήλθαν από καρπούς όλων των δειγματοληψιών, υπέστησαν την παραπάνω χρώση και παρατηρήθηκαν στο οπτικό μικροσκόπιο.

### **3.2.5.12. Παρατήρηση τομών σε πεδίο πολωμένου φωτός**

Πραγματοποιήθηκε παρατήρηση και λήψη φωτογραφιών σε οπτικό μικροσκόπιο Zeiss AxioLab (Carl Zeiss, Jena, Germany) με τη χρήση ψηφιακής φωτογραφικής μηχανής SONY DSC75-S (SONY Corp., Tokyo, Japan), σε πεδίο πολωμένου φωτός. Σε πεδίο πολωμένου φωτός παρατηρούνται κρυσταλλικές δομές που έχουν την ιδιότητα της διπλής διάθλασης και το εισερχόμενο φως διαχωρίζεται σε διαφορετικούς οπτικούς άξονες. Όταν οι παραπάνω κρυσταλλικές δομές φωτίζονται με πολωμένο φως παράγουν συγκεκριμένα χρωματικά αποτελέσματα που αναγνωρίζονται με ένα πολωτικό μικροσκόπιο (Carlton, 2011). Παραδείγματα κρυσταλλικών δομών αποτελούν η κυτταρίνη, οι αμυλόκοκκοι κ.α.. Με την συγκεκριμένη τεχνική παρατηρήθηκαν τομές από καρπούς των επεμβάσεων του αιθυλενίου και του μάρτυρα, για τις ημέρες του χειρισμού 1.5 και 10, με σκοπό την παρατήρηση των κυττάρων κάτω από την επιδερμίδα του καρπού για την ύπαρξη κρυσταλλικών μορφών κυτταρίνης.

### **3.2.6. Εκτίμηση αντιοξειδωτικών ουσιών των καρπών**

#### **3.2.6.1. Εκχύλιση αντιοξειδωτικών ουσιών**

Η εκχύλιση των αντιοξειδωτικών ουσιών από τους καρπούς έγινε όπως περιγράφεται στην παράγραφο 1.2.8.1.

#### **3.2.6.2. Προσδιορισμός ολικών φαινολικών (TP)**

Τα ολικά φαινολικά (TP, Total Phenolics) προσδιορίστηκαν όπως περιγράφεται στην παράγραφο 1.2.8.2. Η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών προσδιορίστηκε με βάση πρότυπη καμπύλη γαλλικού οξέως (GA) και εκφράστηκε ως ισοδύναμα mg GA ανά g ξηρού βάρους εδάδιμου μέρους του καρπού ( $\text{mg GAE g}^{-1} \text{ DW}$ ). Τα TP προσδιορίστηκαν στους καρπούς όλων των δειγματοληψιών.

#### **3.2.6.3. Προσδιορισμός ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC)**

Η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC, Total Antioxidant Capacity) εκτιμήθηκε με δύο μεθόδους, την FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) και την DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging capacity), όπως περιγράφεται στην παράγραφο 1.2.8.3.

Η TAC προσδιορίστηκε με βάση πρότυπη καμπύλη Trolox Acid (TA, 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) και εκφράστηκε ως ισοδύναμα  $\mu\text{mol TA}$  ανά g ξηρού βάρους σάρκας του καρπού ( $\mu\text{mol TAE g}^{-1} \text{ DW}$ ). Η TAC προσδιορίστηκε στους καρπούς όλων των δειγματοληψιών.

#### 3.2.6.4. Μέτρηση φαινολικών συστατικών με Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης (HPLC)

Η ταυτοποίηση και ο ποσοτικός προσδιορισμός των μεμονωμένων φαινολικών συστατικών στη σάρκα των καρπών της ελιάς πραγματοποιήθηκε όπως περιγράφεται στην παράγραφο 1.2.8.4. Στη σάρκα των καρπών της ποικιλίας Κονσερβολιά προσδιορίστηκαν τα φαινολικά οξέα: υδροξυτυροσόλη (Hydroxytyrosol, HYT, 2-(3,4-Dihydroxyphenyl)ethanol,  $\lambda_{\max}=281\text{nm}$ ) και τυροσόλη (Tyrosol, TYR, 2-(4-Hydroxyphenyl)ethylalcohol),  $\lambda_{\max}=276\text{nm}$ ), τα φλαβονοειδή: γλυκοζίτης – 7 της λουτεολίνης (Luteolin-7-*O*-glucoside, LUT-7,  $\lambda_{\max}=255, 267\text{sh}, 350\text{ nm}$ ), ρουτίνη (Rutin, RUT, Quercetine-3-*O*-rutinoside,  $\lambda_{\max}=258, 266\text{sh}, 298\text{sh}, 358\text{ nm}$ ) και λουτεολίνη (Luteolin, LUT, 3',4',5,7-Tetrahydroxyflavone,  $\lambda_{\max}=254, 266, 292\text{sh}, 347\text{ nm}$ ) και του σεκοϊριδοειδούς: ελευρωπαΐνη (Oleuropein, OLE,  $\lambda_{\max}=232, 283\text{ nm}$ ).

Η συγκέντρωση των μεμονωμένων φαινολικών ουσιών εκφράστηκε ως mg ή μg του κάθε φαινολικού συστατικού  $\text{g}^{-1}$  DW (πχ mg OLE  $\text{g}^{-1}$  DW) και προσδιορίστηκε στους καρπούς όλων των δειγματοληψιών.

#### 3.2.7. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων

##### Πείραμα Α

Η επίδραση των δύο παραγόντων (συγκέντρωση του αιθυλενίου και διάρκεια χειρισμού) επί των χαρακτηριστικών που εξετάστηκαν εκτιμήθηκε με δί-παραγοντικές αναλύσεις της διασποράς (ANOVA) (επέμβαση  $\times$  ημέρες χειρισμού).

##### Πειράματα Β και Γ

Η επίδραση των δύο παραγόντων (επέμβαση και διάρκεια χειρισμού) επί των χαρακτηριστικών που εξετάστηκαν εκτιμήθηκε με δί-παραγοντικές αναλύσεις της διασποράς (ANOVA) (επέμβαση  $\times$  ημέρες χειρισμού). Για την εκτίμηση των μεταβολών από την έναρξη του χειρισμού έγιναν μόνο-παραγοντικές ANOVA για τις επεμβάσεις που αφορούσαν τους καρπούς του μάρτυρα για όλες τις ημερομηνίες του χειρισμού (0, 1.5, 5 και 10 ημέρες).

Οι συγκρίσεις των μέσων και στα τρία πειράματα έγιναν με βάση τη μέθοδο της έντιμης σημαντικής διαφοράς (HSD, Honest Significant Difference) της μεθόδου Tukey – HSD.

Οι αναλύσεις των κυρίων συνιστωσών (PCA, Principal Component Analysis) και οι συσχετίσεις ανά ζεύγη, εφαρμόστηκαν με σκοπό να γίνει γενική εκτίμηση της παραλλακτικότητας και να διερευνηθούν οι σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών.

Όλες οι στατιστικές αναλύσεις έγιναν με το λογισμικό JMP 7.0.1 (SAS Institute, Cary, NC, USA).

### 3.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

---

#### 3.3.1. Χαρακτηριστικά των καρπών

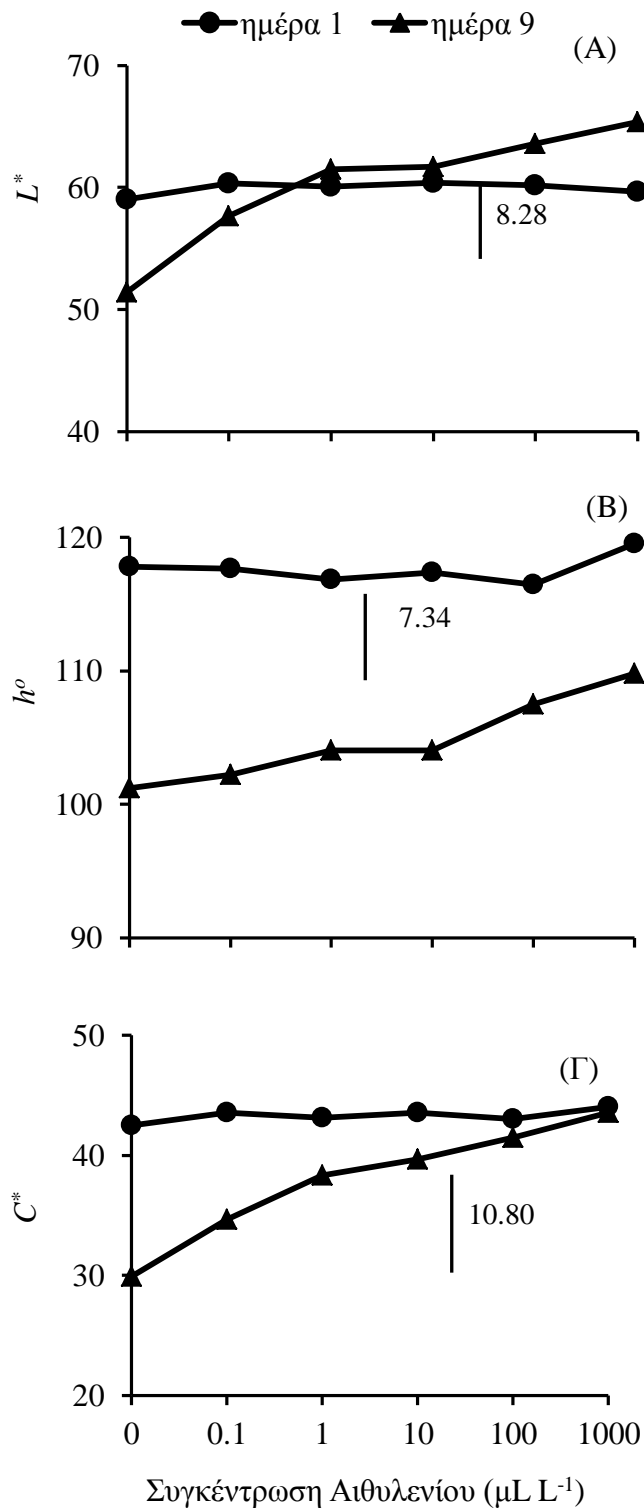
##### 3.3.1.1. Χρώμα καρπών, Πείραμα Α

Στους καρπούς όλων των επεμβάσεων με αιθυλένιο και για τις δύο ημερομηνίες του χειρισμού οι τιμές των παραμέτρων του χρώματος κυμάνθηκαν μεταξύ 51 – 66 για το  $L^*$ , 101 – 118 για το  $h^o$  και 30 – 44 για το  $C^*$  (Γράφημα 3.1).

Αναλυτικά, την 1<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στις τιμές του  $L^*$  μεταξύ των επεμβάσεων. Αντίθετα, την 9<sup>η</sup> ημέρα σημειώθηκε σημαντική αύξηση στις τιμές του  $L^*$  στους καρπούς που είχαν δεχθεί τις επεμβάσεις με αιθυλένιο, για τις συγκεντρώσεις από 1 έως 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$ , σε σύγκριση με το μάρτυρα (Συγκέντρωση Αιθυλενίου 0) ( $Ptr < 0,01$ ;  $Pst > 0,05$  και  $Ptr \times st < 0,01$ ) (Πίνακας 3.1).

Στην παράμετρο  $h^o$  την 1<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ των συγκεντρώσεων του αιθυλενίου. Την 9<sup>η</sup> ημέρα το  $h^o$  μειώθηκε σε όλες τις συγκεντρώσεις του αιθυλενίου ( $Pst < 0,001$ ), όμως παρατηρήθηκε μία τάση παρεμπόδισης του αποπρασινισμού αυξανόμενης της συγκέντρωσης του αιθυλενίου. Η τάση αυτή εκτιμήθηκε σημαντική για την συγκέντρωση των 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$  σε σύγκριση με το μάρτυρα και τη συγκέντρωση 0,1  $\mu\text{L L}^{-1}$  της 9<sup>ης</sup> ημέρας του χειρισμού ( $Ptr < 0,05$ ) (Πίνακας 3.1).

Τέλος, οι επεμβάσεις με αιθυλένιο παρουσίασαν μία τάση παρεμπόδισης της μείωσης των τιμών της παραμέτρου  $C^*$  την 9<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού, αυξανόμενης της συγκέντρωσης του αιθυλενίου ( $Ptr < 0,05$ ). Η παρεμπόδιση ήταν στατιστικά σημαντική για τις συγκεντρώσεις 100 και 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$  σε σύγκριση με το μάρτυρα. Επίσης, στατιστικά σημαντική μείωση των τιμών του  $C^*$  παρατηρήθηκε στους καρπούς του μάρτυρα από την 1<sup>η</sup> στην 9<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού ( $Pst < 0,001$ ) (Πίνακας 3.1).



**Γράφημα 3.1.** Παράμετροι  $L^*$ ,  $h^\circ$  και  $C^*$  του χρώματος του φλοιού καρπών 'Κονσερβολιάς' μετά από συνεχή χειρισμό με αιθυλένιο, στους 20 °C για 1 και 9 ημέρες. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση  $\times$  ημέρες χειρισμού).

**Πίνακας 3.1.** Πιθανότητες των επιδράσεων της συγκέντρωσης του αιθυλενίου (*Ptr*), της διάρκειας των χειρισμών (*Pst*) και της αλληλεπίδρασής τους (*Ptr* × *st*) επί των παραμέτρων  $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$  του χρώματος (Γράφημα 3.1) και της συνεκτικότητας (F) (Γράφημα 3.2), σε καρπούς ‘Κονσερβολιάς’.

ΠΠ†	Μεταβλητή			
	$L^*$	$h^o$	$C^*$	F
<i>Ptr</i>	**	*	*	***
<i>Pst</i>	NS	***	***	***
<i>Ptr</i> × <i>st</i>	**	NS	NS	NS

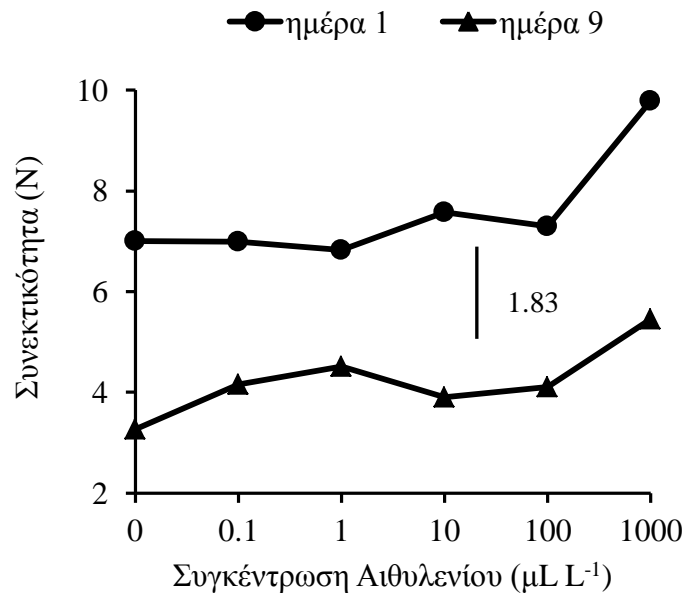
† ΠΠ: πηγή παραλλακτικότητας

NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$

### 3.3.1.2. Συνεκτικότητα καρπών, Πείραμα Α

Οι τιμές της συνεκτικότητας (F) ολόκληρων των καρπών όλων των επεμβάσεων και τις δύο ημερομηνίες του χειρισμού εκτιμήθηκαν μεταξύ 3,2 και 9,8 Newtons (Γράφημα 3.2). Συγκεκριμένα, την 1<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού η υψηλότερη συγκέντρωση του αιθυλενίου αύξησε σημαντικά την F των καρπών, σε σύγκριση με όλες τις άλλες επεμβάσεις. Επιπλέον, την 9<sup>η</sup> ημέρα η υψηλή συγκέντρωση (1000  $\mu\text{L L}^{-1}$ ) παρεμπόδισε τη μείωση της F, σε σχέση με το μάρτυρα ( $Ptr < 0,001$ ). Επίσης, στατιστικά σημαντική μείωση της F σημειώθηκε για όλες επεμβάσεις την 9<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού σε σύγκριση με την 1<sup>η</sup>, με μοναδική εξαίρεση τη συγκέντρωση 1  $\mu\text{L L}^{-1}$  όπου η διαφορά μεταξύ των δύο ημερομηνιών δεν ήταν στατιστικά σημαντική ( $Pst < 0,001$ ) (Πίνακας 3.1).



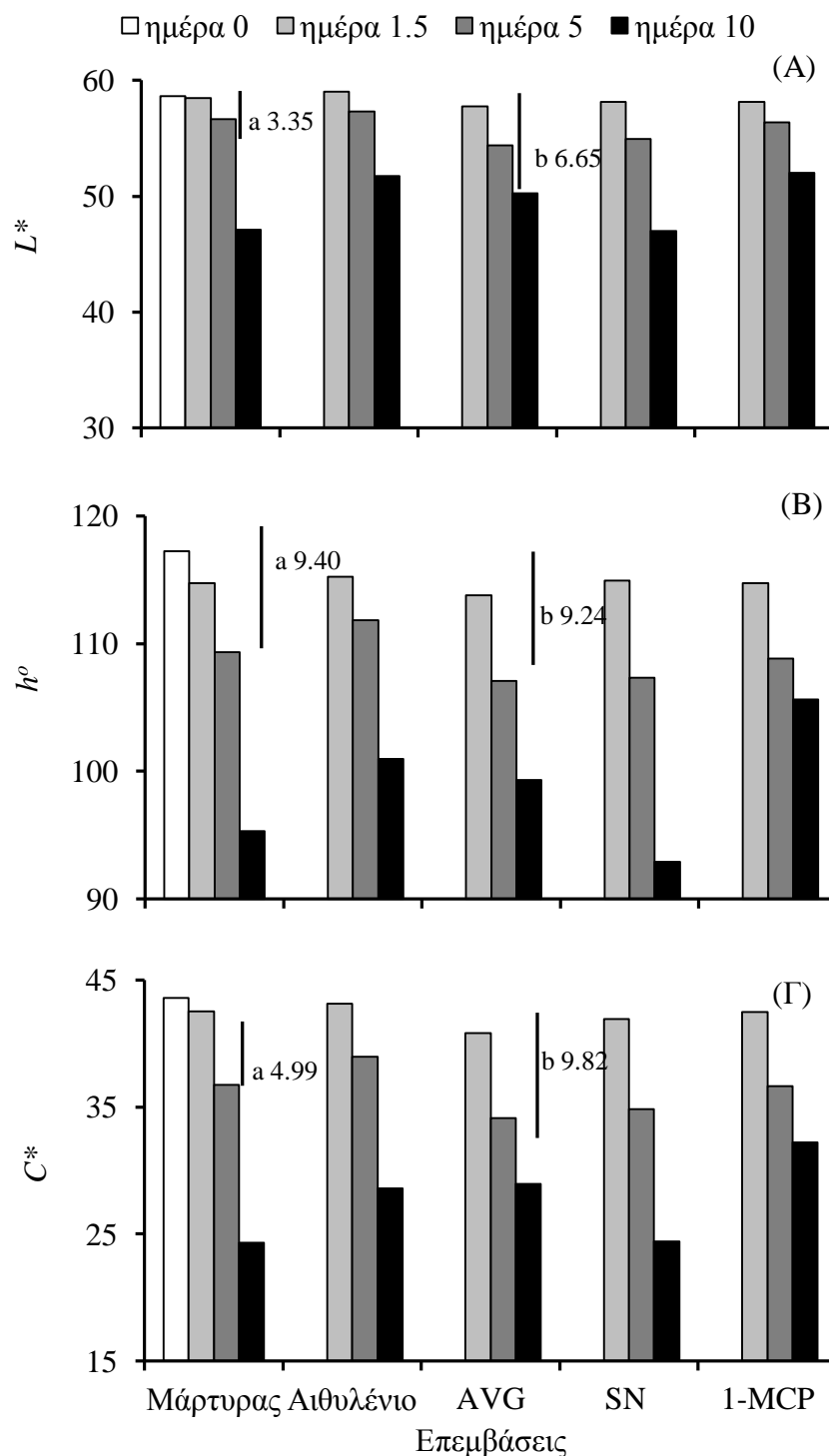


**Γράφημα 3.2.** Συνεκτικότητα καρπών ‘Κονσερβολιάς’ μετά από συνεχή χειρισμό με αιθυλένιο, στους 20 °C για 1 και 9 ημέρες. Η κάθετη μπάρα αντιστοιχεί στην τιμή HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ , από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση  $\times$  ημέρες χειρισμού).

### 3.3.1.3. Χρώμα καρπών, Πείραμα Β

Στους καρπούς όλων των επεμβάσεων και για όλες τις ημερομηνίες του χειρισμού οι τιμές των παραμέτρων  $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$  του χρώματος του φλοιού κυμάνθηκαν μεταξύ 47 και 60, 118 και 92 και 24 και 44, αντίστοιχα (Γράφημα 3.3). Στους καρπούς της επέμβασης του μάρτυρα παρατηρήθηκε σημαντική μείωση στις τιμές και των τριών παραμέτρων μεταξύ της 5<sup>ης</sup> και της 10<sup>ης</sup> ημέρας του χειρισμού, ενώ για την παράμετρο  $C^*$  σημαντική ήταν και η μείωση μεταξύ της 1.5 και της 5<sup>ης</sup> ημέρας ( $P_{cst} < 0,001$ , για όλες τις παραμέτρους) (Πίνακας 3.2).

Οι τιμές των παραμέτρων  $L^*$  και  $C^*$  του χρώματος του φλοιού ακολούθησαν παρόμοια πορεία και μειώθηκαν στατιστικά σημαντικά από την 5<sup>η</sup> στη 10<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού στους καρπούς όλων των επεμβάσεων ( $P_{st} < 0,001$ , και για τις δύο παραμέτρους) (Πίνακας 3.2). Παράλληλα, σημαντικά μειωμένες παρατηρήθηκαν οι τιμές του  $h^o$  από την 5<sup>η</sup> στην 10<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού στους καρπούς όλων των επεμβάσεων εκτός του AVG και 1-MCP όπου σημαντική μείωση παρατηρήθηκε μεταξύ της 1.5 και της 10<sup>ης</sup> ημέρας, ενώ οι τιμές της 5<sup>ης</sup> και της 10<sup>ης</sup> ημέρας δεν διέφεραν σημαντικά ( $P_{tr} < 0,05$ ;  $P_{st} < 0,001$  και  $P_{tr} \times st < 0,05$ ) (Πίνακας 3.2).



**Γράφημα 3.3.** Παράμετροι  $L^*$ ,  $h^\circ$  και  $C^*$  του χρώματος καρπών ‘Κονσερβολιάς’ μετά από συνεχή χειρισμό με αιθυλένιο στους 20 °C, έως 10 ημέρες, καθώς και υπό την μετασυλλεκτική επίδραση του AVG, του SN και του 1-MCP. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση  $\times$  ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

**Πίνακας 3.2.** Πιθανότητες των επιδράσεων της διάρκειας του χειρισμού για τις τιμές του μάρτυρα (*Pcst*) και επιδράσεις των επεμβάσεων (*Ptr*), της διάρκειας του χειρισμού (*Pst*) και της αλληλεπίδρασής τους (*Ptr × st*) επί των παραμέτρων  $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$  του χρώματος (Γράφημα 3.3), της έκλυσης CO<sub>2</sub> (Γράφημα 3.4) και της συνεκτικότητας (F) (Γράφημα 3.5), σε καρπούς ‘Κονσερβολιάς’.

ΠΠ†	Μεταβλητή				
	$L^*$	$h^o$	$C^*$	Έκλυση CO <sub>2</sub>	F
<i>Pcst</i>	***	***	***	***	**
<i>Ptr</i>	NS	*	NS	***	***
<i>Pst</i>	***	***	***	***	***
<i>Ptr × st</i>	NS	*	NS	***	***

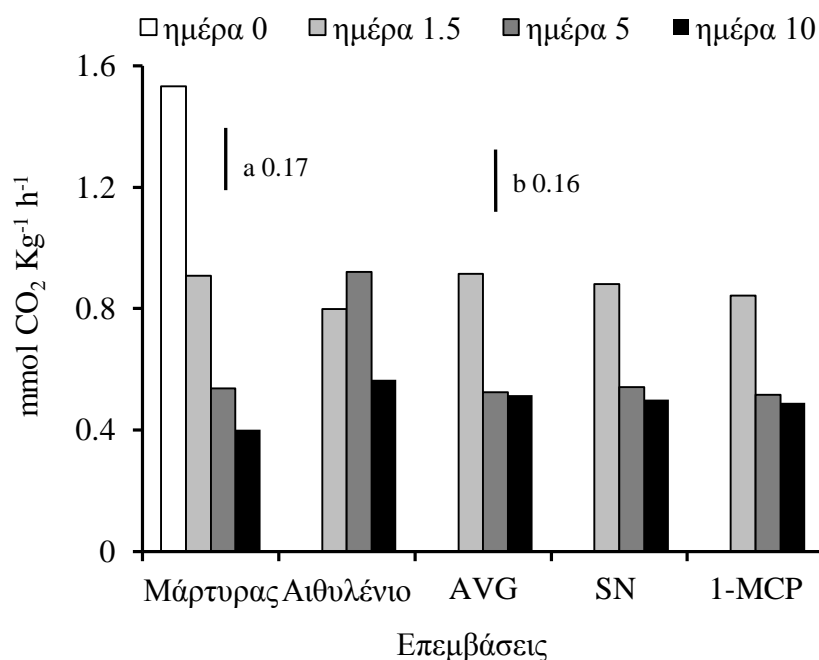
† ΠΠ: πηγή παραλλακτικότητας

NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$

#### 3.3.1.4. Αναπνοή καρπών, Πείραμα Β

Η αναπνοή των καρπών εκτιμήθηκε μεταξύ 0,4 και 1,6 mmol CO<sub>2</sub> Kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> για όλες τις επεμβάσεις και όλες τις ημέρες του χειρισμού (Γράφημα 3.4). Η αναπνοή των καρπών του μάρτυρα μειώθηκε σημαντικά από την 0 στη 1.5 ημέρα του χειρισμού και από την 1.5 στην 5<sup>η</sup> ( $P_{cst} < 0,001$ ) (Πίνακας 3.2).

Επίσης, στους καρπούς του μάρτυρα και των επεμβάσεων με τους παρεμποδιστές του αιθυλενίου η ένταση της αναπνοής του μειώθηκε στατιστικά σημαντικά από την 1.5 στην 5<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού, ενώ από την 5<sup>η</sup> στη 10<sup>η</sup> ημέρα παρέμεινε σε παρόμοια επίπεδα. Αντίθετα, στους καρπούς της επέμβασης του αιθυλενίου η ένταση της αναπνοής τους διατηρήθηκε σε υψηλά επίπεδα και την 5<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού και οι τιμές της ήταν σημαντικά υψηλότερες σε σύγκριση με αυτές των υπολοίπων επεμβάσεων, ενώ τη 10<sup>η</sup> ημέρα μειώθηκαν σε επίπεδα παρόμοια με των άλλων επεμβάσεων ( $Ptr, Pst, Ptr × st < 0,001$ ) (Πίνακας 3.2).

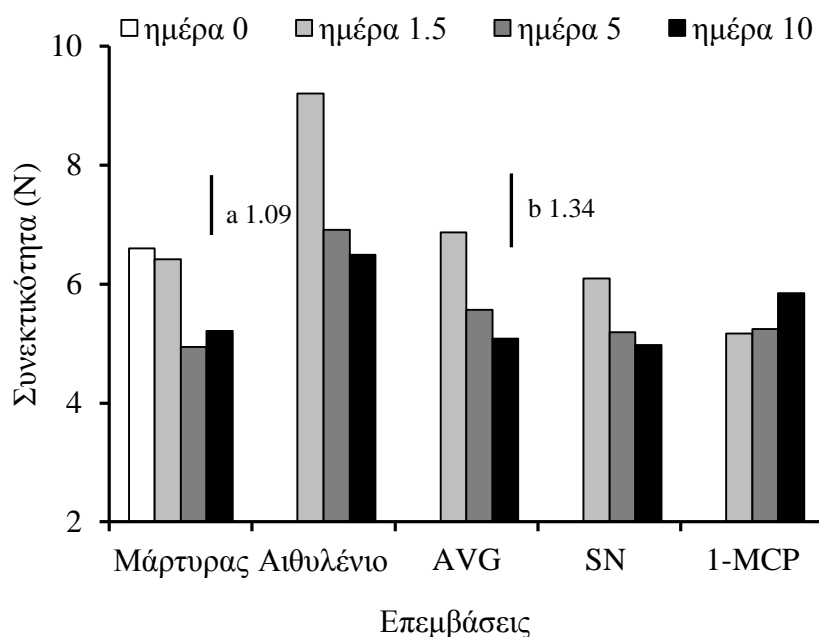


**Γράφημα 3.4.** Αναπνοή καρπών ‘Κονσερβολιάς’ μετά από συνεχή χειρισμό με αιθυλένιο στους 20 °C, έως 10 ημέρες, καθώς και υπό την μετασυλλεκτική επίδραση του AVG, του SN και του 1-MCP. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση  $\times$  ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

### 3.3.1.5. Συνεκτικότητα καρπών, Πείραμα Β

Η συνεκτικότητα των καρπών εκτιμήθηκε μεταξύ 4,9 και 9,2 Newtons στις ελιές όλων των επεμβάσεων και για όλες τις ημέρες του χειρισμού (Γράφημα 3.5). Στους καρπούς του μάρτυρα οι τιμές της F μειώθηκαν στατιστικά σημαντικά από την 1.5 στην 5<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού ( $P_{cst} < 0,01$ ) (Πίνακας 3.2).

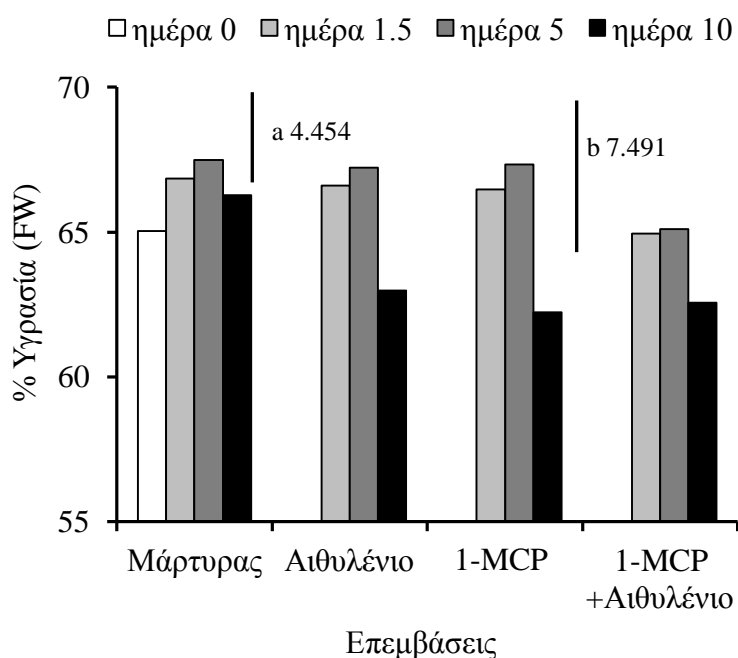
Παράλληλα, στους καρπούς που είχαν δεχθεί τις επεμβάσεις με AVG, SN και του μάρτυρα οι τιμές της F τους μειώθηκαν σημαντικά από την 1.5 στην 5<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού και παρέμειναν σε παρόμοια επίπεδα και την 10<sup>η</sup>. Η επέμβαση με 1-MCP συντέλεσε στην μείωση της F από την 1.5 ημέρα, σε τιμές παρόμοιες με του μάρτυρα για την 5<sup>η</sup> ημέρα, ενώ παρέμεινε στα ίδια επίπεδα μέχρι και την 10<sup>η</sup> ημέρα. Αντίθετα, οι τιμές της F στις ελιές της επέμβασης του αιθυλενίου αυξήθηκαν στατιστικά σημαντικά τη 1.5 ημέρα του χειρισμού και ήταν σημαντικά υψηλότερες από τις αντίστοιχες όλων των άλλων επεμβάσεων. Επιπλέον, σε όλες τις ημέρες του χειρισμού οι τιμές της F της επέμβασης του αιθυλενίου ήταν σημαντικά υψηλότερες σε σύγκριση με τις αντίστοιχες των υπολοίπων επεμβάσεων για την ίδια ημέρα ( $P_{tr} < 0,001$ ,  $P_{st} < 0,001$  και  $P_{tr} \times st < 0,001$ ) (Πίνακας 3.2).



**Γράφημα 3.5.** Συνεκτικότητα καρπών ‘Κονσερβολιάς’ μετά από συνεχή χειρισμό με αιθυλένιο στους 20 °C, έως 10 ημέρες, καθώς και υπό την μετασυλλεκτική επίδραση του AVG, του SN και του 1-MCP. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA (διάρκεια χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση  $\times$  ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

### 3.3.1.6. Περιεκτικότητα των καρπών σε υγρασία, Πείραμα Γ

Για όλες τις επεμβάσεις και για όλες τις ημέρες του χειρισμού η περιεκτικότητα των καρπών σε υγρασία κυμάνθηκε από ~62% έως ~67% (Γράφημα 3.6). Η διάρκεια του χειρισμού επέφερε μείωση της υγρασίας των καρπών ( $P_{st} < 0,01$ ), όμως η επίδραση των επεμβάσεων δεν ήταν σημαντική ( $P_{tr} > 0,05$ ) (Πίνακας 3.3).



**Γράφημα 3.6.** Εκατοστιαία περιεκτικότητα υγρασίας καρπών ‘Κονσερβολιάς’ υπό την επίδραση συνεχή χειρισμού με αιθυλένιο στους 20 °C, μετά από επέμβαση με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, έως 10 ημέρες. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση  $\times$  ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

**Πίνακας 3.3.** Πιθανότητες της επίδρασης της διάρκειας του χειρισμού για τις τιμές του μάρτυρα ( $P_{cst}$ ) και των επιδράσεων των επεμβάσεων ( $P_{tr}$ ), της διάρκειας του χειρισμού ( $P_{st}$ ) και της αλληλεπίδρασής τους ( $P_{tr} \times st$ ) επί της εκατοστιαίας υγρασίας (Γράφημα 3.6), των παραμέτρων  $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$  του χρώματος (Γράφημα 3.7), της έκλυσης  $CO_2$  (Γράφημα 3.8) και της συνεκτικότητας (F) (Γράφημα 3.9), σε καρπούς ‘Κονσερβολιάς’.

ΠΠ†	Μεταβλητή					
	% Υγρασία	$L^*$	$h^o$	$C^*$	Έκλυση $CO_2$	F
$P_{cst}$	NS	***	***	***	***	**
$P_{tr}$	NS	NS	NS	NS	***	***
$P_{st}$	**	***	***	***	***	***
$P_{tr} \times st$	NS	NS	*	NS	***	**

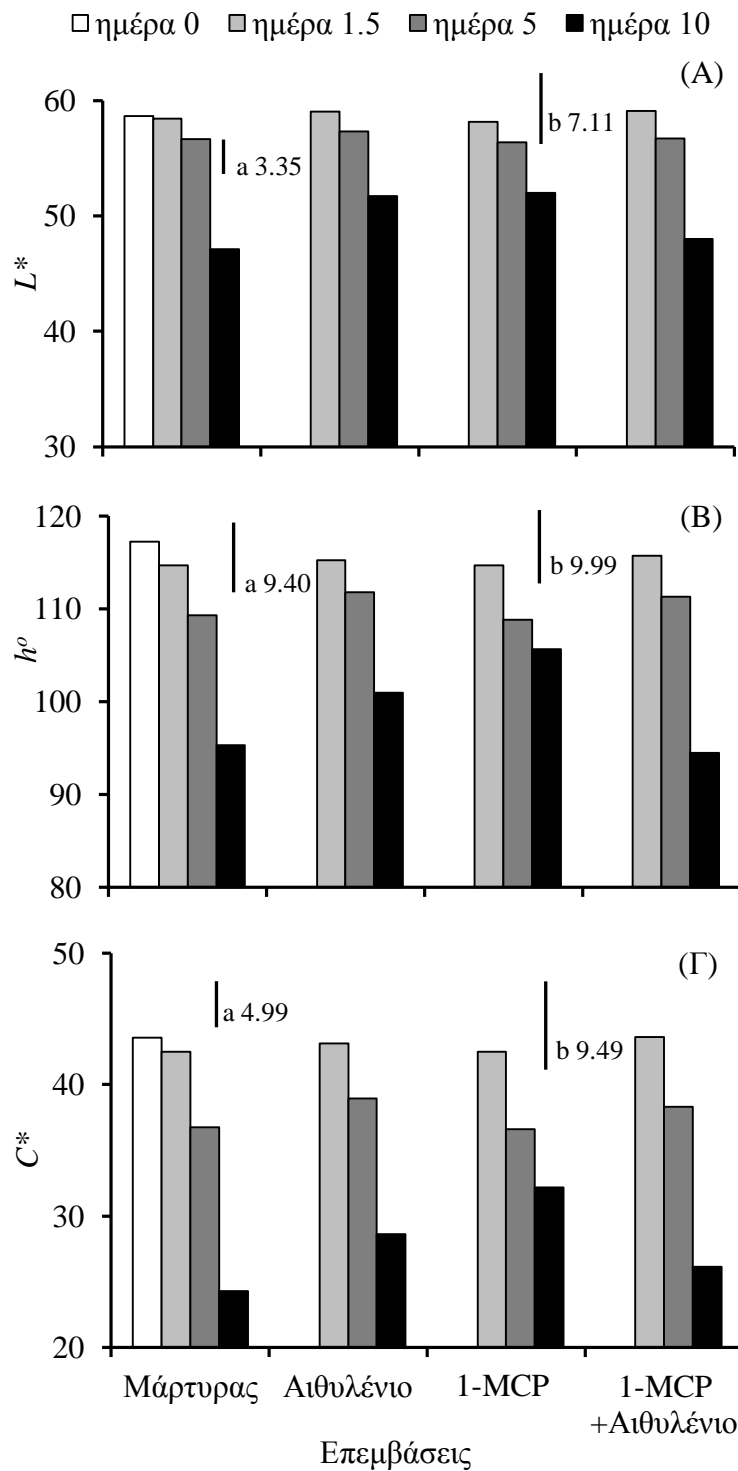
† ΠΠ: πηγή παραλλακτικότητας

NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$

### 3.3.1.7. Χρώμα καρπών, Πείραμα Γ

Στους καρπούς όλων των επεμβάσεων όλες τις ημέρες του χειρισμού οι τιμές των παραμέτρων του χρώματος κυμάνθηκαν μεταξύ 47 – 60 για το  $L^*$ , 94 – 118 για το  $h^o$  και 24 – 44 για το  $C^*$  (Γράφημα 3.7). Στους καρπούς του μάρτυρα οι τιμές και των τριών παραμέτρων μειώθηκαν σταδιακά, και οι μειώσεις ήταν στατιστικά σημαντικές τη 10<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού ( $P_{cst} < 0,001$ ) (Πίνακας 3.3), ενώ μόνο για το  $C^*$  η μείωση ήταν σημαντική και από την 5<sup>η</sup> ημέρα.

Παράλληλα, σταδιακές μειώσεις κατά το χειρισμό και στις τρεις παραμέτρους παρατηρήθηκαν σε όλες τις επεμβάσεις. Σημαντικά μειωμένες τιμές του  $L^*$  και του  $C^*$  σημειώθηκαν τη 10<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού στις ελιές των επεμβάσεων του μάρτυρα, του αιθυλενίου και του 1-MCP+Αιθυλένιο. Επιπλέον, οι τιμές του  $h^o$  στους καρπούς όλων των επεμβάσεων μειώθηκαν στατιστικά σημαντικά τη 10<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού, εκτός από την επέμβαση 1-MCP όπου δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική μεταβολή κατά τη διάρκεια του χειρισμού ( $P_{tr} > 0,05$  και  $P_{st} < 0,001$ , για όλες τις παραμέτρους του χρώματος) (Πίνακας 3.3).



**Γράφημα 3.7.** Παράμετροι  $L^*$ ,  $h^\circ$  και  $C^*$  του χρώματος του φλοιού καρπών ‘Κονσερβολιάς’ υπό την επίδραση συνεχή χειρισμού με αιθυλένιο στους 20 °C, μετά από επέμβαση με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, έως 10 ημέρες. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση  $\times$  ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

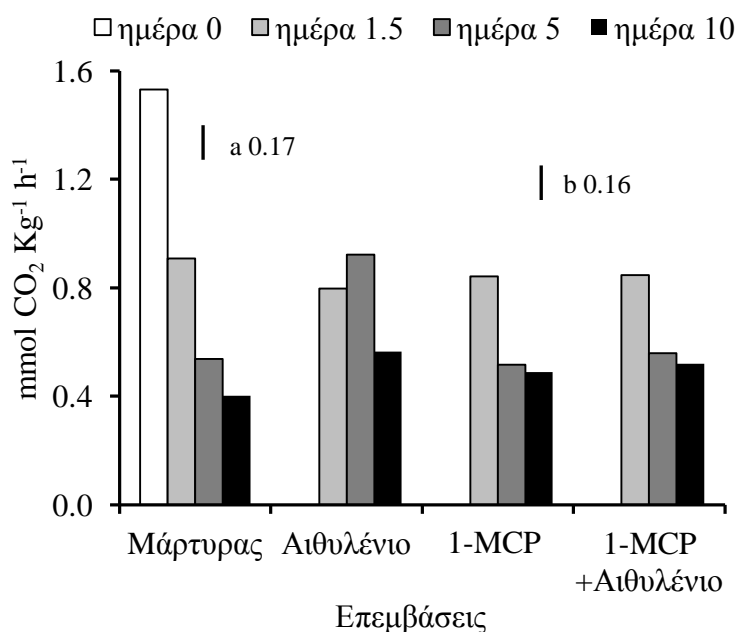


### 3.3.1.8. Αναπνοή και έκλυση αιθυλενίου καρπών, Πείραμα Γ

Η αναπνοή των καρπών όλων των επεμβάσεων κατά τη διάρκεια του χειρισμού εκτιμήθηκε μεταξύ 1,5 και 0,4 mmol CO<sub>2</sub> Kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> (Γράφημα 3.5). Η ένταση της αναπνοής στις ελιές του μάρτυρα μειώθηκε σταδιακά, αλλά στατιστικά σημαντικά από τη συγκομιδή στην 1.5 ημέρα του χειρισμού και από την 1.5 στην 5<sup>η</sup> (*P*<sub>cst</sub> < 0,001) (Πίνακας 3.3).

Παράλληλα, η αναπνοή των καρπών της επέμβασης του αιθυλενίου δεν μειώθηκε κατά την 5<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού, ενώ οι τιμές της εκτιμήθηκαν σημαντικά υψηλότερες όλων των άλλων επεμβάσεων της ίδιας ημέρας (*P*<sub>tr</sub> < 0,001). Επιπλέον, οι τιμές της αναπνοής όλων των επεμβάσεων εκτός του αιθυλενίου μειώθηκαν σημαντικά μόνο από τη 1.5 στην 5<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού, ενώ για την επέμβαση του αιθυλενίου η μείωση ήταν σημαντική από την 5<sup>η</sup> στην 10<sup>η</sup> ημέρα (*P*<sub>st</sub> < 0,001) (Πίνακας 3.3).

Στους καρπούς όλων των επεμβάσεων και όλων των ημερών του χειρισμού, καθώς και κατά τη συγκομιδή στους καρπούς του μάρτυρα δεν παρατηρήθηκε έκλυση αιθυλενίου.

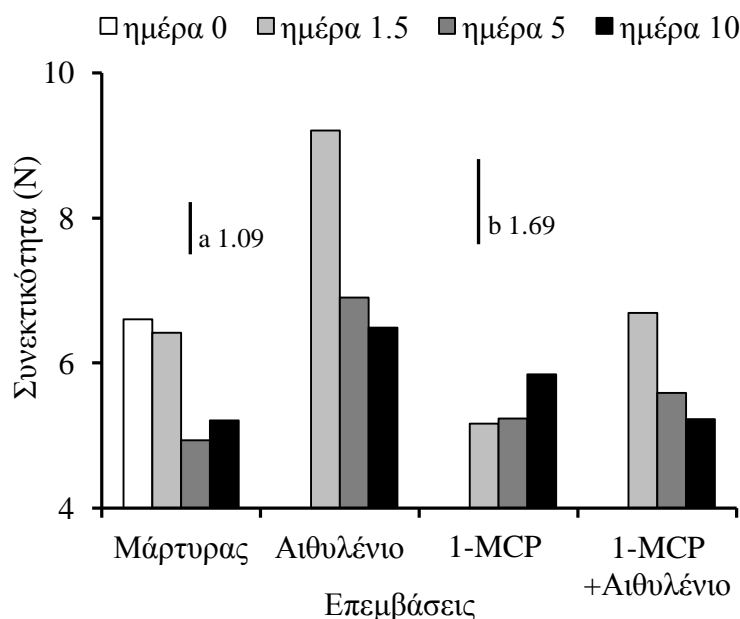


**Γράφημα 3.8.** Αναπνοή καρπών ‘Κονσερβολιάς’ υπό την επίδραση συνεχή χειρισμού με αιθυλένιο στους 20 °C, μετά από επέμβαση με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, έως 10 ημέρες. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση × ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

### 3.3.1.9. Συνεκτικότητα καρπών, Πείραμα Γ

Οι τιμές της συνεκτικότητας των καρπών όλων των επεμβάσεων κατά την διάρκεια του χειρισμού κυμάνθηκαν μεταξύ 4 και 9 Newtons (Γράφημα 3.9). Συγκεκριμένα στους καρπούς του μάρτυρα οι τιμές της F μειώθηκαν σημαντικά από τη 1.5 στην 5<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού ( $P_{cst} < 0,01$ ) (Πίνακας 3.3).

Παράλληλα, παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της F στις ελιές της επέμβασης του αιθυλενίου την 1.5 ημέρα του χειρισμού, σε σύγκριση με τις τιμές των υπόλοιπων επεμβάσεων της ίδιας ημέρας. Επιπλέον, την 5<sup>η</sup> ημέρα οι τιμές της F της επέμβασης του αιθυλενίου μειώθηκαν σημαντικά από την 1.5 ημέρα, αλλά παρέμειναν υψηλότερες από τις τιμές των υπόλοιπων επεμβάσεων ( $P_{tr} < 0,001$ ). Επίσης, σημαντική μείωση της F σημειώθηκε από την 1.5 στην 5 ημέρα του χειρισμού στους καρπούς του μάρτυρα και από τη 1.5 στη 10<sup>η</sup> ημέρα στις ελιές της επέμβασης 1-MCP+Αιθυλένιο. Ενώ, πτώση παρουσίασαν οι τιμές της F στις ελιές της επέμβασης με 1-MCP από την 1.5 ημέρα του χειρισμού, σε επίπεδα παρόμοια με τις κατώτατες τιμές όλου του πειράματος ( $P_{st} < 0,001$ ) (Πίνακας 3.3).

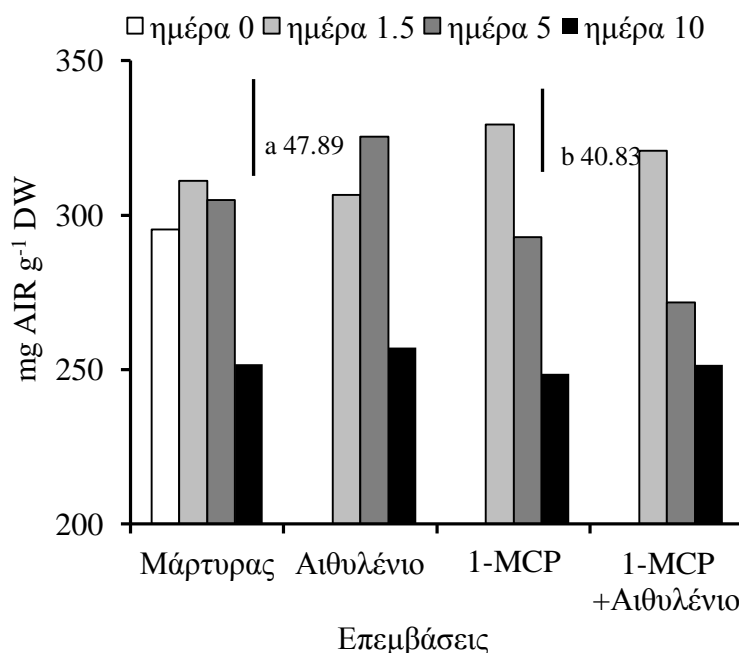


**Γράφημα 3.9.** Συνεκτικότητα καρπών ‘Κονσερβολιά’ υπό την επίδραση συνεχή χειρισμού με αιθυλένιο στους 20 °C, μετά από επέμβαση με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, έως 10 ημέρες. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση × ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

### 3.3.2. Εκτίμηση συστατικών κυτταρικού τοιχώματος, Πείραμα Γ

#### 3.3.2.1. Συγκέντρωση του αδιάλυτου στην αλκοόλη υπολείμματος (AIR)

Κατά την εκχύλιση των συστατικών του κυτταρικού τοιχώματος υπολογίστηκε η συγκέντρωση του AIR που προέκυψε από τους καρπούς της κάθε δειγματοληψίας, η οποία κυμάνθηκε μεταξύ 250 και 330 mg AIR g<sup>-1</sup> DW (Γράφημα 3.10). Συγκεκριμένα, στους καρπούς του μάρτυρα παρατηρήθηκε σημαντική μείωση στη συγκέντρωση του AIR από την 5<sup>η</sup> στη 10<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού ( $P_{cst} < 0,05$ ) (Πίνακας 3.4). Παρόμοια μείωση στις τιμές του AIR από την 5<sup>η</sup> στη 10<sup>η</sup> ημέρα σημειώθηκε στις ελιές των επεμβάσεων του αιθυλενίου και του 1-MCP, ενώ για την επέμβαση 1-MCP+Αιθυλένιο η μείωση ήταν σημαντική από τη 1.5 στη 5 ημέρα ( $P_{st} < 0,001$ ).



**Γράφημα 3.10.** Συγκέντρωση AIR στη σάρκα (μαζί με το φλοιό) καρπών ‘Κονσερβολιάς’ υπό την επίδραση συνεχή χειρισμού με αιθυλένιο στους 20 °C, μετά από επέμβαση με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, έως 10 ημέρες. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση × ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

**Πίνακας 3.4.** Πιθανότητες της επίδρασης της διάρκειας του χειρισμού για τις τιμές του μάρτυρα (*Pcst*) και των επιδράσεων των επεμβάσεων (*Ptr*), της διάρκειας του χειρισμού (*Pst*) και της αλληλεπίδρασής τους (*Ptr* × *st*) επί της συγκέντρωσης του αδιάλυτου στην αλκοόλη υπολείμματος (AIR) (Γράφημα 3.10), των συνολικών πηκτινών (TPC) (Γράφημα 3.11), των υδατοδιαλυτών (WSP) (Γράφημα 3.12) και του βαθμού εστεροποίησης DE (Γράφημα 3.13), σε καρπούς ‘Κονσερβολιάς’.

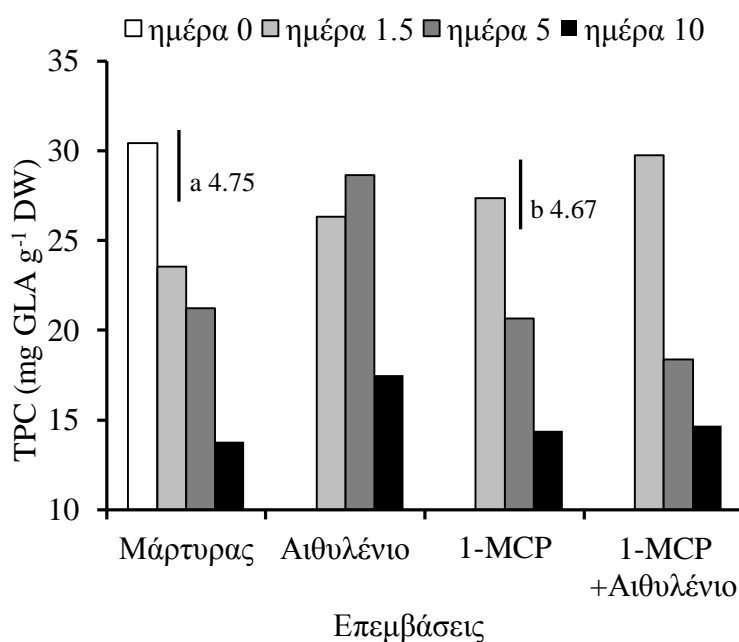
ΠΠ <sup>†</sup>	Μεταβλητή			
	AIR	TPC	WSP	DE
<i>Pcst</i>	*	***	NS	***
<i>Ptr</i>	NS	***	**	***
<i>Pst</i>	***	***	**	***
<i>Ptr</i> × <i>st</i>	**	***	***	*

<sup>†</sup> ΠΠ: πηγή παραλλακτικότητας

NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$

### 3.3.2.2. Συγκέντρωση συνολικών πηκτινών (TPC) του κυτταρικού τοιχώματος

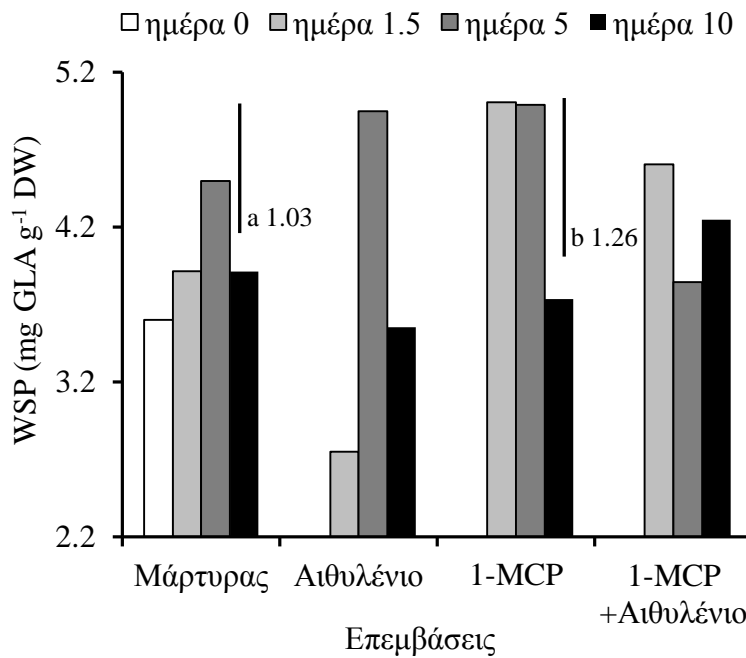
Η συγκέντρωση των TPC του κυτταρικού τοιχώματος των καρπών εκτιμήθηκε ανάμεσα στα 13 και 31 mg GLA g<sup>-1</sup> DW (Γράφημα 3.11). Αναλυτικά, στους καρπούς του μάρτυρα οι τιμές των TPC μειώθηκαν σημαντικά από τη 0 στη 1.5 ημέρα του χειρισμού και από την 5<sup>η</sup> στη 10<sup>η</sup> (*Pcst* < 0,001) (Πίνακας 3.4). Επιπλέον, στους καρπούς της επέμβασης του αιθυλενίου οι τιμές των TPC, την 5<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού, ήταν σημαντικά υψηλότερες από των υπόλοιπων επεμβάσεων την ίδια ημέρα (*Ptr* < 0,001). Τέλος, στις ελιές των επεμβάσεων του 1-MCP και του 1-MCP+Αιθυλένιο οι τιμές των TPC μειώθηκαν στατιστικά σημαντικά από τη 1.5 στην 5<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού, ενώ στο 1-MCP σημαντική ήταν η μείωση και από την 5<sup>η</sup> στη 10<sup>η</sup> ημέρα (*Pst* < 0,001).



**Γράφημα 3.11.** Συγκέντρωση συνολικών πηκτινών στο κυτταρικό τοίχωμα καρπών ‘Κονσερβολιάς’ υπό την επίδραση συνεχή χειρισμού με αιθυλένιο στους 20 °C, μετά από επέμβαση με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, έως 10 ημέρες. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση  $\times$  ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

### 3.3.2.3. Συγκέντρωση υδατοδιαλυτών πηκτινών (WSP) του κυτταρικού τοιχώματος

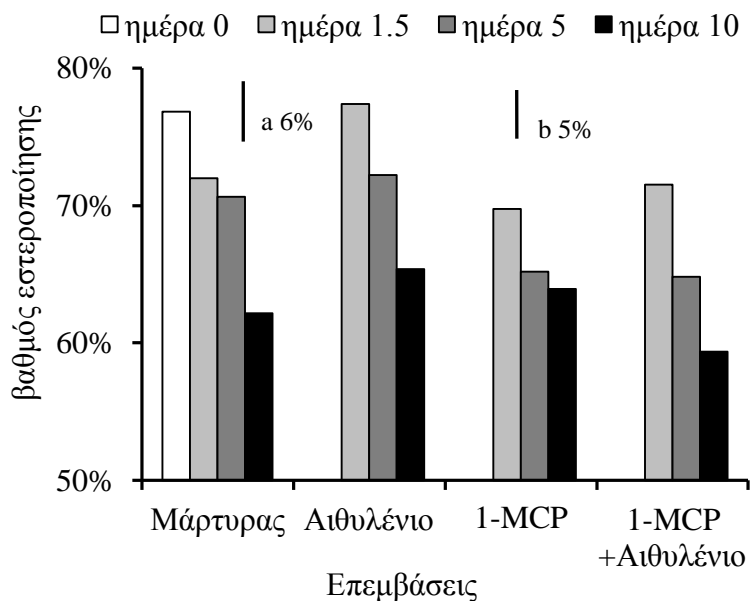
Η συγκέντρωση των WSP του κυτταρικού τοιχώματος των καρπών όλων των επεμβάσεων εκτιμήθηκε μεταξύ 2,5 και 5 mg GLA g<sup>-1</sup> DW (Γράφημα 3.12). Αναλυτικά, στους καρπούς του μάρτυρα οι τιμές των WSP κυμάνθηκαν σε παρόμοια σταθερά επίπεδα, σε όλη τη διάρκεια του χειρισμού ( $P_{cst} > 0,05$ ) (Πίνακας 3.4). Ωστόσο, στις ελιές της επέμβασης του αιθυλενίου οι τιμές των WSP παρατηρήθηκαν σημαντικά μειωμένες σε σύγκριση με τις τιμές των υπόλοιπων επεμβάσεων την 1.5 ημέρα του χειρισμού ( $P_{tr} < 0,01$ ). Στη συνέχεια του χειρισμού, η συγκέντρωση των WSP στις ελιές της επέμβασης του αιθυλενίου αυξήθηκε σημαντικά από την 1.5 στην 5 ημέρα, ενώ από την 5<sup>η</sup> στη 10<sup>η</sup> ημέρα μειώθηκε στατιστικά σημαντικά. Τέλος, στατιστικά σημαντική μείωση παρουσίασε η συγκέντρωση των WSP στους καρπούς της επέμβασης 1-MCP από την 5<sup>η</sup> στη 10<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού ( $P_{st} < 0,01$ ).



**Γράφημα 3.12.** Συγκέντρωση υδατοδιαλυτών πηκτινών στο κυτταρικό τοίχωμα καρπών ‘Κονσερβολιάς’ υπό την επίδραση συνεχή χειρισμού με αιθυλένιο στους 20 °C, μετά από επέμβαση με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, έως 10 ημέρες. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση  $\times$  ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

#### 3.3.2.4. Ποσοστό βαθμού εστεροποίησης (DE) των πηκτινών του κυτταρικού τοιχώματος

Το ποσοστό του βαθμού εστεροποίησης των πηκτινών του κυτταρικού τοιχώματος των καρπών όλων των επεμβάσεων εκτιμήθηκε μεταξύ 59 και 78% (Γράφημα 3.13). Στους καρπούς του μάρτυρα το ποσοστό του DE μειώθηκε στατιστικά σημαντικά από την 5<sup>η</sup> στη 10<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού ( $P_{cst} < 0,001$ ) (Πίνακας 3.4). Επιπλέον, στις ελιές της επέμβασης του αιθυλενίου τη 1.5 ημέρα του χειρισμού οι τιμές του DE εκτιμήθηκαν σημαντικά υψηλότερες από τις τιμές των υπόλοιπων επεμβάσεων, ενώ την 5<sup>η</sup> ημέρα ήταν σημαντικά μεγαλύτερες από του 1-MCP και του 1-MCP+Αιθυλένιο ( $P_{tr} < 0,001$ ). Τέλος, στατιστικά σημαντική μείωση του DE καταγράφηκε στους καρπούς των επεμβάσεων του αιθυλενίου και του 1-MCP+Αιθυλένιο μεταξύ της 1.5 και της 5<sup>ης</sup> ημέρας του χειρισμού και μεταξύ της 5<sup>ης</sup> και της 10<sup>ης</sup>, ενώ στην επέμβαση με 1-MCP η μείωση ήταν σημαντική μεταξύ της 1.5 και της 10<sup>ης</sup> ημέρας ( $P_{st} < 0,001$ ).



**Γράφημα 3.13.** Βαθμός εστεροποίησης των πηκτινών του κυτταρικού τοιχώματος καρπών ‘Κονσερβολιάς’ υπό την επίδραση συνεχή χειρισμού με αιθυλένιο στους 20 °C, μετά από επέμβαση με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, έως 10 ημέρες. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση  $\times$  ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

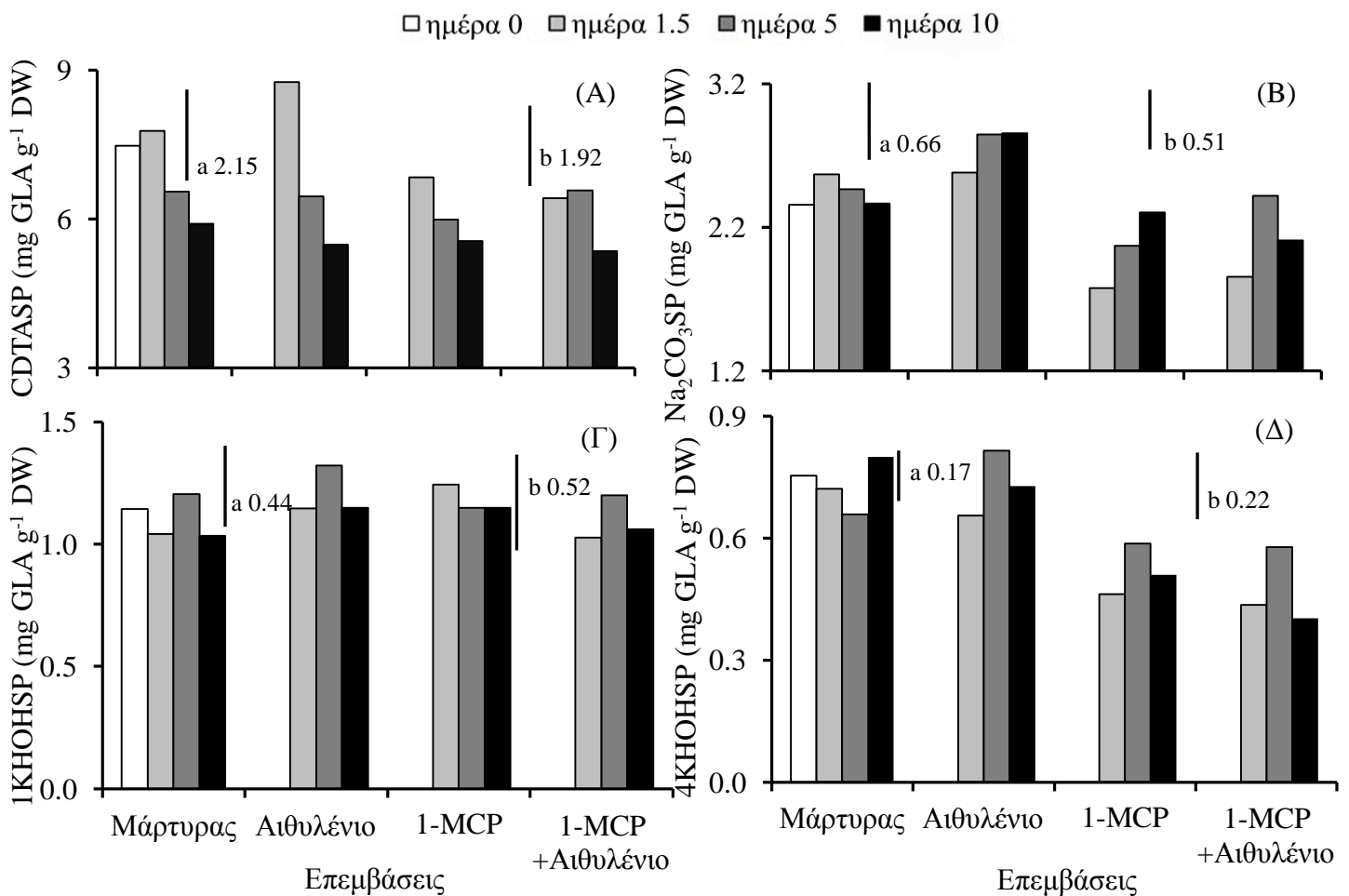
### 3.3.2.5. Συγκέντρωση των επιμέρους πηκτικών κλασμάτων στο κυτταρικό τοίχωμα

Η συγκέντρωση των CDTA-διαλυτών πηκτινών (CDTASP) στο κυτταρικό τοίχωμα των καρπών κυμάνθηκε μεταξύ 5,4 και 8,8 mg GLA g<sup>-1</sup> DW, των Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-διαλυτών πηκτινών (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>SP) μεταξύ 1,9 και 2,9 mg GLA g<sup>-1</sup> DW, των 1M KOH-διαλυτών πηκτινών (1KOHSP) μεταξύ 1 και 1,33 mg GLA g<sup>-1</sup> DW και των 4M KOH-διαλυτών πηκτινών (4KOHSP) μεταξύ 0,4 και 0,85 mg GLA g<sup>-1</sup> DW (Γράφημα 3.14). Στις ελιές της επέμβασης του μάρτυρα η συγκέντρωση των παραπάνω πηκτικών κλασμάτων εκτιμήθηκε σε παρόμοια σταθερά επίπεδα καθ’ όλη τη διάρκεια του χειρισμού ( $P_{cst} > 0,05$ ) (Πίνακας 3.5).

Σημαντικά υψηλότερη καταγράφηκε η συγκέντρωση του κλάσματος CDTASP την 1.5 ημέρα του χειρισμού στους καρπούς της επέμβασης του αιθυλενίου σε σύγκριση με την αντίστοιχη των επεμβάσεων του 1-MCP και 1-MCP+Αιθυλένιο την ίδια ημέρα ( $P_{st} < 0,01$ ). Επίσης, οι τιμές των CDTASP μειώθηκαν σημαντικά από την 1.5 στην 5<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού στους καρπούς της επέμβασης του αιθυλενίου ( $P_{st} < 0,001$ ) (Πίνακας 3.5).

Παράλληλα, η συγκέντρωση του κλάσματος  $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{SP}$  στις ελιές της επέμβασης του αιθυλενίου, ήταν σημαντικά υψηλότερη την αντίστοιχη της επέμβασης του 1-MCP, όλες τις ημέρες του χειρισμού κατά αντιστοιχία, ενώ από του 1-MCP+Αιθυλένιο, την 1.5 και τη 10<sup>η</sup> ημέρα, αντίστοιχα ( $P_{tr} < 0,001$ ). Επίσης, οι τιμές των  $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{SP}$  αυξήθηκαν σταδιακά, αλλά σημαντικά στην επέμβαση του 1-MCP από την 1.5 στη 10<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού και στην επέμβαση 1-MCP+Αιθυλένιο η αύξηση ήταν σημαντική από την 1.5 στην 5<sup>η</sup> ημέρα ( $P_{st} < 0,01$ ) (Πίνακας 3.5).

Οι τιμές του κλάσματος 1KOHSP στο κυτταρικό τοίχωμα των καρπών όλων των επεμβάσεων εκτιμήθηκαν σε παρόμοια επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια του χειρισμού ( $P_{tr}, P_{st}, P_{tr} \times st > 0,05$ ) (Πίνακας 3.5).



**Γράφημα 3.14.** Συγκέντρωση CDTA-,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -, 1M KOH- και 4M KOH-διαλυτών πηκτινών στο κυτταρικό τοίχωμα καρπών ‘Κονσερβολιάς’ υπό την επίδραση συνεχή χειρισμού με αιθυλένιο στους 20 °C, μετά από επέμβαση με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, έως 10 ημέρες. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση × ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.



Επιπρόσθετα, η συγκέντρωση του κλάσματος 4ΚΟΗSP στους καρπούς της επέμβασης του αιθυλενίου ήταν σημαντικά υψηλότερη από την αντίστοιχη της επέμβασης του 1-MCP+Αιθυλένιο, για όλες της ημέρες του χειρισμού κατά αντιστοιχία, ενώ από του 1-MCP, την 5<sup>η</sup> και τη 10<sup>η</sup> ημέρα, αντίστοιχα ( $P_{tr} < 0,001$ ) (Πίνακας 3.5). Μολονότι η επίδραση του χρόνου του χειρισμού εκτιμήθηκε στατιστικά σημαντική ( $P_{st} < 0,05$ ), δεν παρατηρήθηκε κάποια συγκεκριμένη τάση αλλαγών στις τιμές των 4ΚΟΗSP.

**Πίνακας 3.5.** Πιθανότητες της επίδρασης της διάρκειας του χειρισμού για τις τιμές του μάρτυρα ( $P_{cst}$ ) και των επιδράσεων των επεμβάσεων ( $P_{tr}$ ), της διάρκειας του χειρισμού ( $P_{st}$ ) και της αλληλεπίδρασής τους ( $P_{tr} \times st$ ) επί της συγκέντρωσης των πηκτινικών κλασμάτων: CDTA-διαλυτών πηκτινών (CDTASP), Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-διαλυτών πηκτινών (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>SP), 1M ΚΟΗ-διαλυτών πηκτινών (1ΚΟΗSP) και 4M ΚΟΗ-διαλυτών πηκτινών (4ΚΟΗSP) (Γράφημα 3.14), σε καρπούς ‘Κονσερβολιάς’.

ΠΠ†	Μεταβλητή			
	CDTASP	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> SP	1ΚΟΗSP	4ΚΟΗSP
$P_{cst}$	NS	NS	NS	NS
$P_{tr}$	**	***	NS	***
$P_{st}$	***	**	NS	*
$P_{tr} \times st$	NS	**	NS	*

† ΠΠ: πηγή παραλλακτικότητας

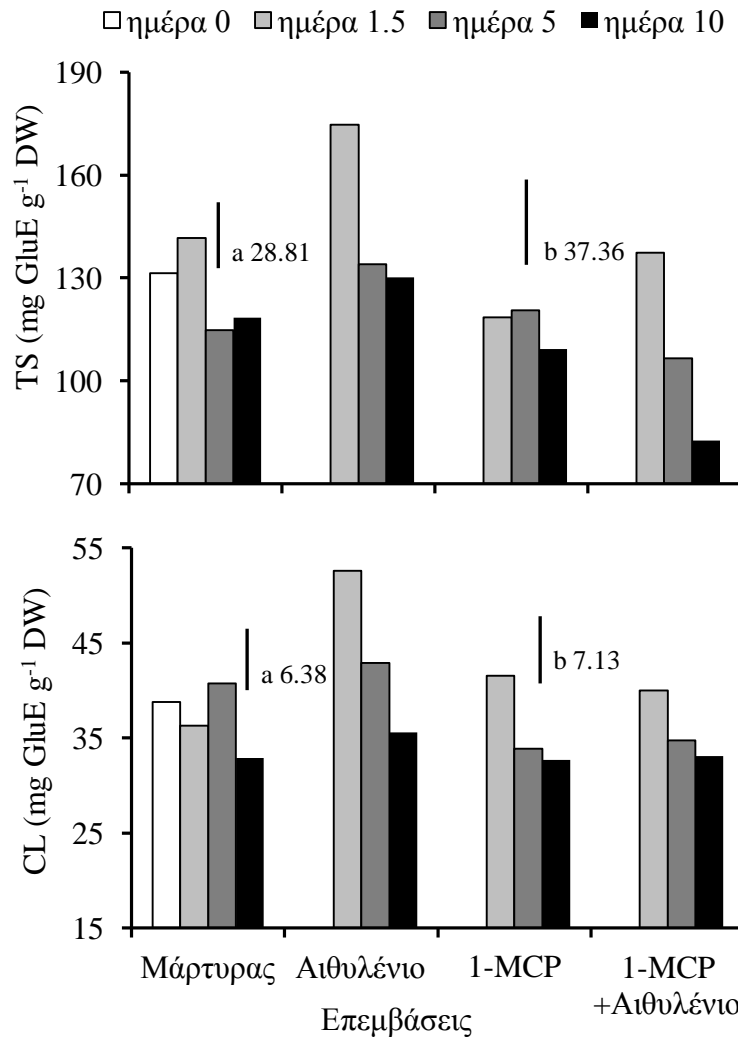
NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$

### 3.3.2.6. Συγκέντρωση συνολικών σακχάρων (TS) και κυτταρίνης (CL) στο κυτταρικό τοίχωμα

Η συγκέντρωση των συνολικών σακχάρων (TS) και της κυτταρίνης (CL) στο κυτταρικό τοίχωμα των καρπών κυμάνθηκε μεταξύ ~82 και ~175 mg GluE g<sup>-1</sup> DW και ~32 και ~51 mg GluE g<sup>-1</sup> DW, για τα TS για τη CL, αντίστοιχα (Γράφημα 3.15). Στους καρπούς του μάρτυρα οι τιμές των TS μειώθηκαν από την 1.5 στην 5<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού, αν και στατιστικά μη σημαντικά ( $P_{cst} > 0,05$ ), ενώ για τη CL η μείωση ήταν σημαντική από την 5<sup>η</sup> στη 10<sup>η</sup> ημέρα ( $P_{cst} < 0,05$ ) (Πίνακας 3.6).

Παράλληλα, η συγκέντρωση των TS την 1.5 ημέρα του χειρισμού στους καρπούς της επέμβασης του αιθυλενίου ήταν υψηλότερη από την αντίστοιχη των επεμβάσεων του 1-MCP και του 1-MCP+Αιθυλένιο ( $P_{tr} < 0,001$ ). Επίσης, σημαντική μείωση παρατηρήθηκε στις τιμές των TS από τη 1.5 στην 5<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού στην επέμβαση του αιθυλενίου και από τη 1.5 στη 10<sup>η</sup> ημέρα στην επέμβαση του 1-MCP+Αιθυλένιο ( $P_{st} < 0,001$ ) (Πίνακας 3.6).

Τέλος, στις ελιές της επέμβασης του αιθυλενίου την 1.5 ημέρα του χειρισμού οι τιμές της CL παρατηρήθηκαν υψηλότερες από τις τιμές των υπόλοιπων επεμβάσεων ( $P_{tr} < 0,001$ ). Ωστόσο, σταδιακή και παράλληλα σημαντική μείωση των τιμών της CL παρατηρήθηκε από τη 1.5 στη 5<sup>η</sup> και από την 5<sup>η</sup> στη 10<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού στην επέμβαση του αιθυλενίου, ενώ για το 1-MCP η μείωση ήταν σημαντική από την 1.5 στην 5<sup>η</sup> ημέρα ( $P_{st} < 0,001$ ) (Πίνακας 3.6). Στην επέμβαση 1-MCP+Αιθυλένιο οι τιμές της CL ήταν παρόμοιες με εκείνες του 1-MCP, ενώ κατά τη διάρκεια του χειρισμού μειώθηκαν σταδιακά, αλλά όχι σημαντικά.



**Γράφημα 3.15.** Συγκέντρωση συνολικών σακχάρων και κυτταρίνης στο κυτταρικό τοίχωμα καρπών ‘Κονσερβολιάς’ υπό την επίδραση συνεχή χειρισμού με αιθυλένιο στους 20 °C, μετά από επέμβαση με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, έως 10 ημέρες. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση × ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

**Πίνακας 3.6.** Πιθανότητες της επίδρασης της διάρκειας του χειρισμού για τις τιμές του μάρτυρα (*Pcst*) και των επιδράσεων των επεμβάσεων (*Ptr*), της διάρκειας του χειρισμού (*Pst*) και της αλληλεπίδρασής τους (*Ptr* × *st*) επί της συγκέντρωσης των συνολικών σακχάρων (TS) και της κυτταρίνης (CL) του κυτταρικού τοιχώματος (Γράφημα 3.15), σε καρπούς ‘Κονσερβολιάς’.

ΠΠ†	Μεταβλητή	
	TS	CL
<i>Pcst</i>	NS	*
<i>Ptr</i>	***	***
<i>Pst</i>	***	***
<i>Ptr</i> × <i>st</i>	*	***

† ΠΠ: πηγή παραλλακτικότητας

NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$

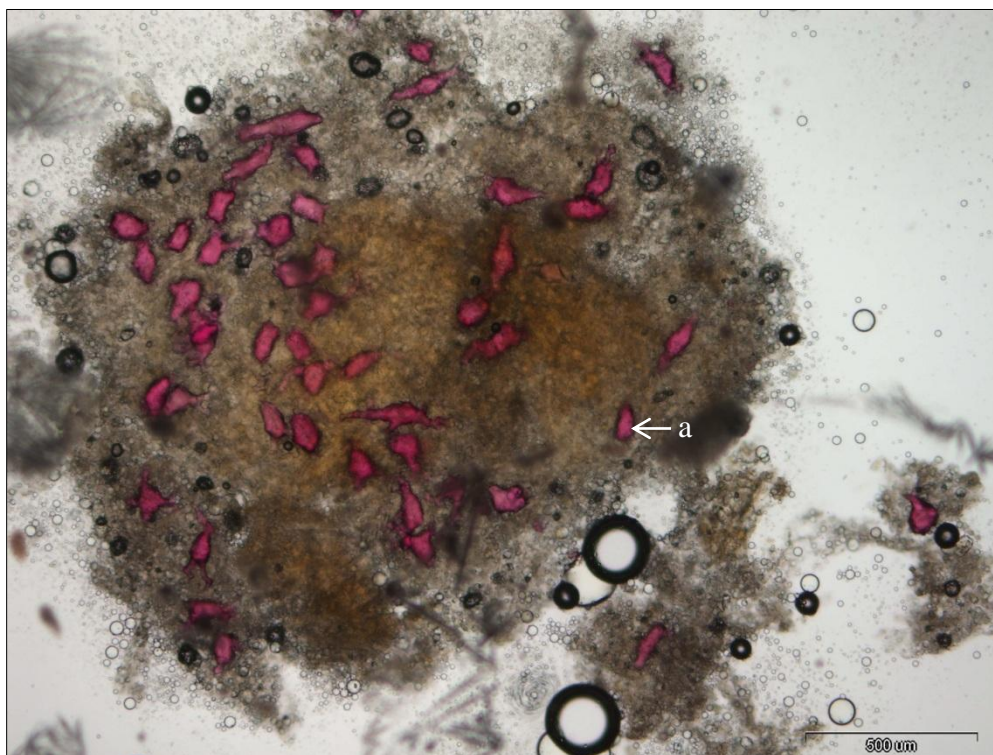
### 3.3.2.7. Συγκέντρωση της λιγνίνης στο κυτταρικό τοίχωμα

Στο αδιάλυτο στην αλκοόλη υπόλειμμα (AIR) από το κυτταρικό τοίχωμα των καρπών πραγματοποιήθηκε προσπάθεια μέτρησης της συγκέντρωσης της λιγνίνης. Η συγκέντρωση της λιγνίνης στους καρπούς όλων των επεμβάσεων και όλων των ημερών του χειρισμού ήταν χαμηλότερη του κατώτερου ορίου της μεθόδου. Το κατώτερο όριο υπολογίστηκε ακολουθώντας όλα τα βήματα της μεθόδου, όμως αντί για AIR χρησιμοποιήθηκε πρότυπη ένωση λιγνίνης (χαμηλής περιεκτικότητας σε θειώδη) και προσδιορίστηκε στα 0,001 mg λιγνίνης  $g^{-1}$  DW σάρκας του καρπού.

### 3.3.3. Παρατήρηση στο οπτικό μικροσκόπιο, Πείραμα Γ

#### 3.3.3.1. Χρώση φλορογλουσινόλης (PhI) στο AIR

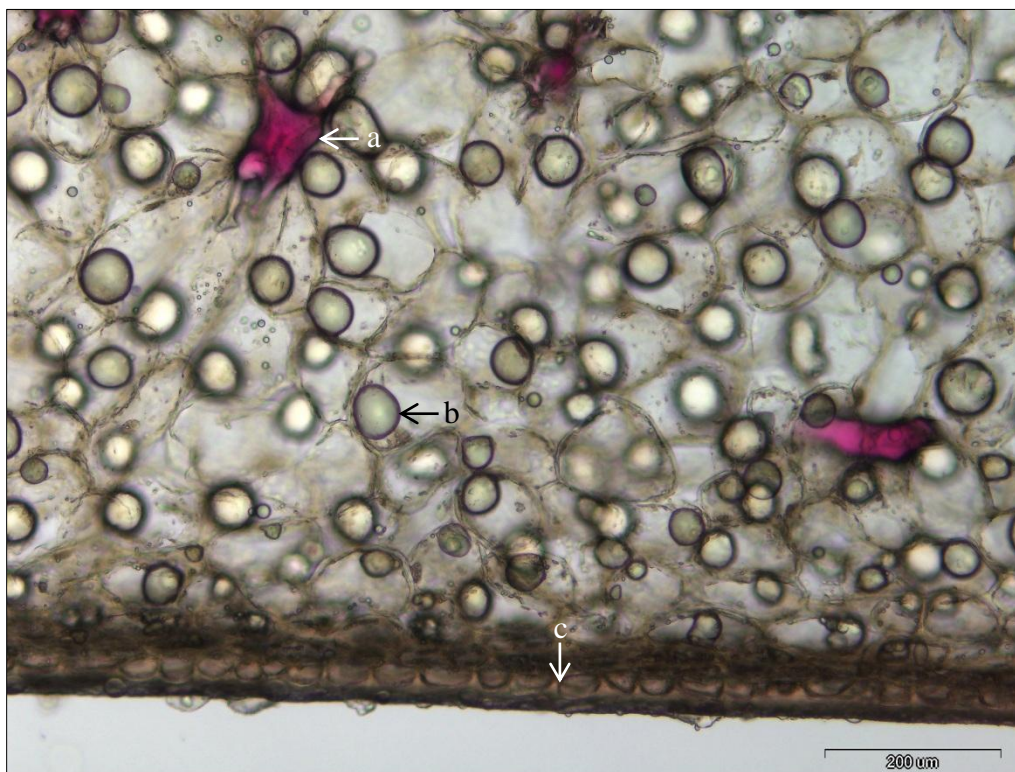
Με σκοπό να αποκλειστεί ή να επιβεβαιωθεί η παρουσία λιγνίνης στο κυτταρικό τοίχωμα των καρπών προτάθηκε η χρώση μερικών κόκκων του AIR με PhI και η παρατήρησή τους στο οπτικό μικροσκόπιο (Εικόνα 3.2). Όπως έχει αναφερθεί και προηγούμενα η PhI είναι εκλεκτική χρωστική ως προς τη λιγνίνη, οπότε με τη χρώση αυτή στο AIR επιβεβαιώθηκε η παρουσία λιγνίνης μετά από την εκχύλιση του κυτταρικού τοιχώματος των καρπών.



**Εικόνα 3.2.** AIR από καρπό ‘Κονσερβολιάς’ μετά από χρώση PhI, της επέμβασης του μάρτυρα κατά τη συγκομιδή. (a), κύτταρο λιγνίνης μετά από χρώση φλορογλουσινόλης. Η κλίμακα της φωτογραφίας είναι 500 μm.

### 3.3.3.2. Χρώση φλορογλουσινόλης (PhI) σε τομές καρπών

Επόμενο βήμα μετά τη χρώση με PhI στο AIR ήταν να ακολουθήσει η ίδια χρώση και σε τομές από καρπούς που είχαν συντηρηθεί σε διάλυμα FAA. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.3 λιγνιτοποιημένα κύτταρα παρατηρήθηκαν ανάμεσα στα παρεγχυματικά κύτταρα του καρπού, κατά την συγκομιδή, πριν οι καρποί δεχθούν οποιαδήποτε επέμβαση.

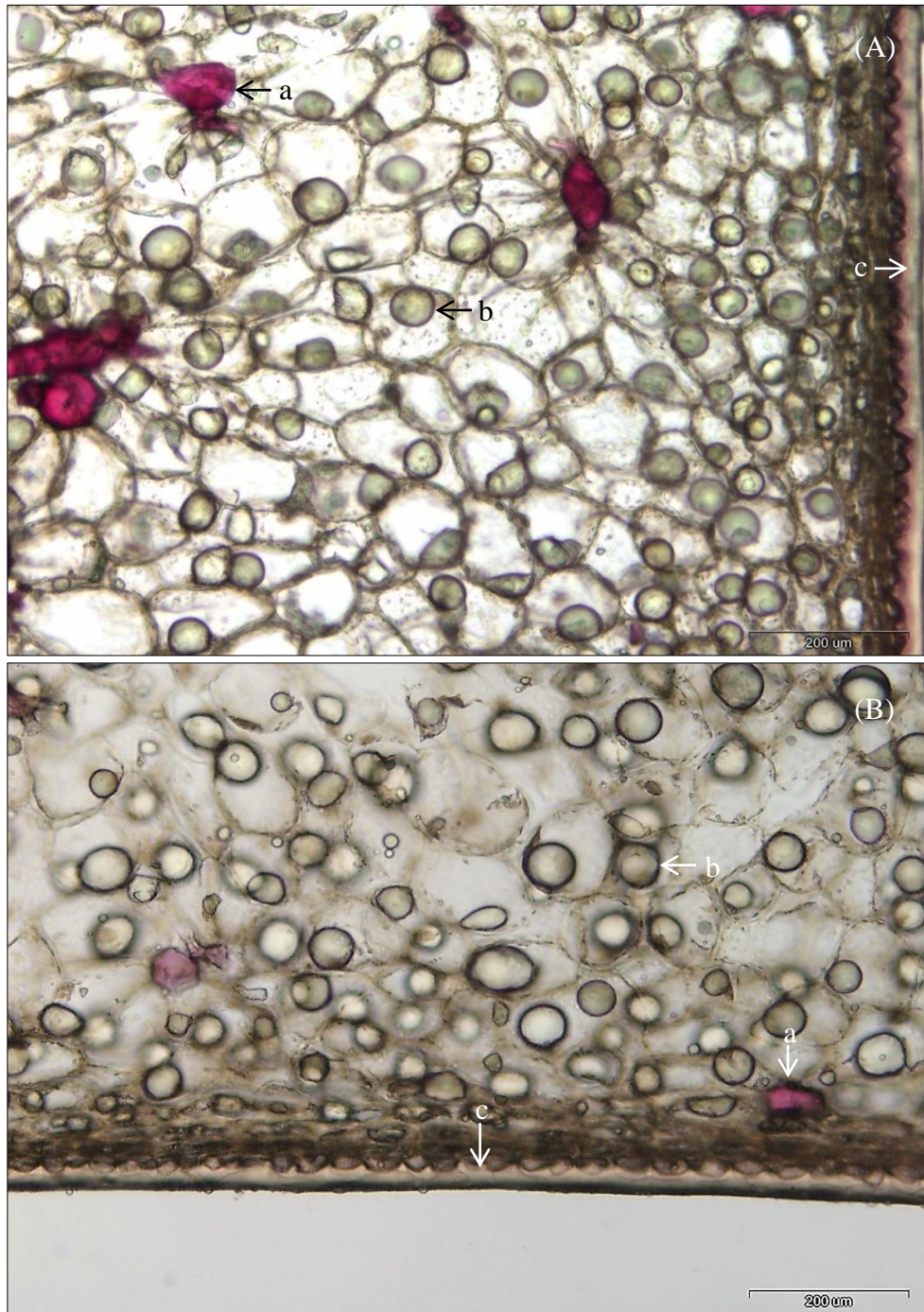


**Εικόνα 3.3.** Εγκάρσια τομή καρπού ‘Κονσερβολιάς’ μετά από χρώση PhI, της επέμβασης του μάρτυρα κατά την συγκομιδή. (a), κύτταρο λιγνίνης; (b), έγκλειστο λαδιού; και (c), εφυμενίδα και κύτταρα της επιδερμίδας. Η κλίμακα της φωτογραφίας είναι 200 μm.

Ως επόμενο στάδιο σχεδιάστηκε η συγκριτική παρατήρηση τομών από καρπούς που είχαν δεχθεί διαφορετικές επεμβάσεις κατά τις διαφορετικές ημερομηνίες του χειρισμού, έχοντας ως στόχο την παρατήρηση κάποιας τάσης αύξησης ή/και συσσώρευσης λιγνιτοποιημένων κυττάρων κοντά στην επιδερμίδα του καρπού που πιθανά θα μπορούσε να εξηγήσει την αύξηση της συνεκτικότητας των καρπών που είχαν δεχθεί την επέμβαση του αιθυλενίου και ειδικότερα την 1.5 ημέρα του χειρισμού. Στην Εικόνα 3.4 παρατίθενται δύο φωτογραφίες, η (A) αφορά σε καρπό της επέμβασης του μάρτυρα και η (B) σε καρπό της επέμβασης του αιθυλενίου την 1.5 ημέρα του χειρισμού. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.4 δεν παρατηρήθηκε κάποια διαφορετική τάση ως προς την παρουσία λιγνιτοποιημένων κυττάρων μεταξύ της επέμβασης του μάρτυρα και του αιθυλενίου την 1.5 ημέρα του χειρισμού, αλλά

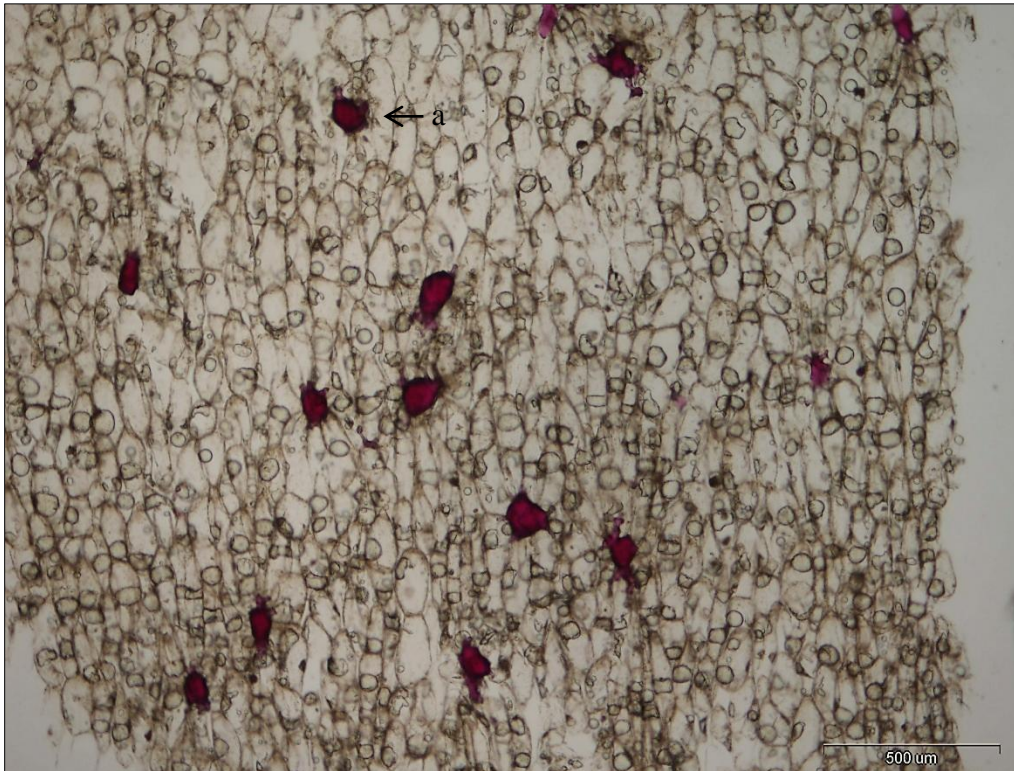


και μεταξύ των επεμβάσεων και των διαφορετικών ημερών του χειρισμού (δεν παρουσιάζονται οι φωτογραφίες).



**Εικόνα 3.4.** Εγκάρσια τομή καρπού ‘Κονσερβολιάς’ μετά από χρώση PhI, (A), της επέμβασης του μάρτυρα; και (B), του αιθυλενίου την 1.5 ημέρα του χειρισμού. (a), κύτταρο λυγνίνης; (b), έγκλειστο λαδιού; και (c), εφυμενίδα και κύτταρα της επιδερμίδας. Η κλίμακα και των δύο φωτογραφιών είναι 200 μm.

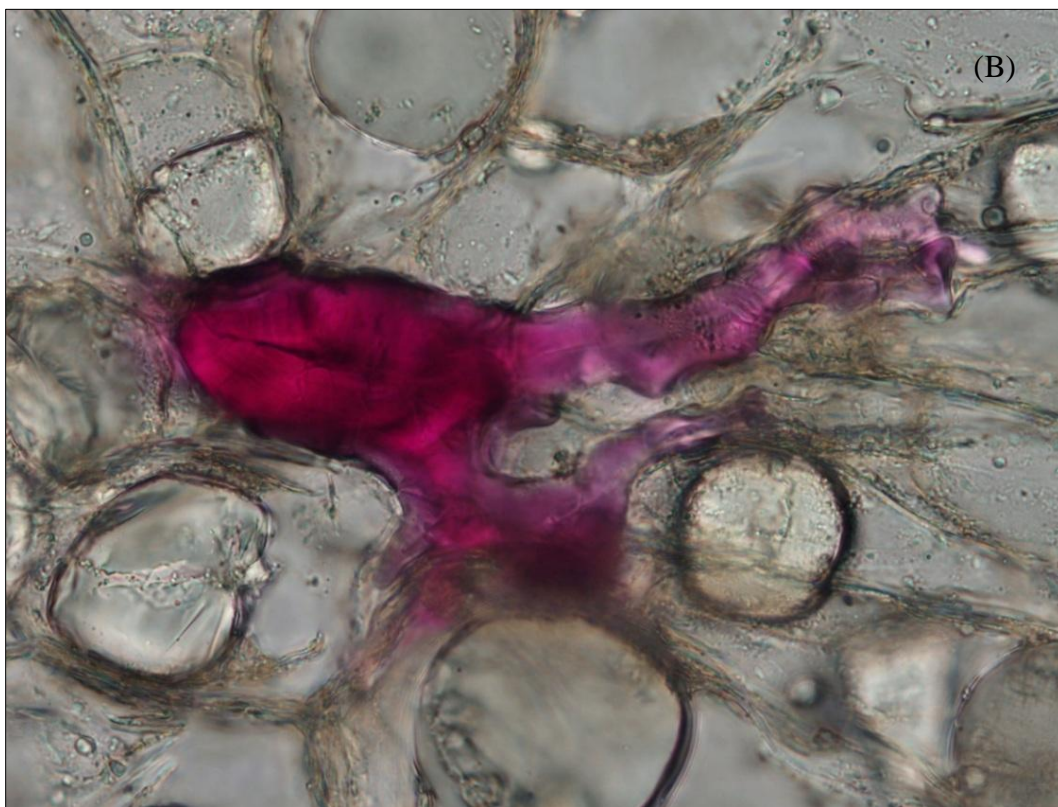
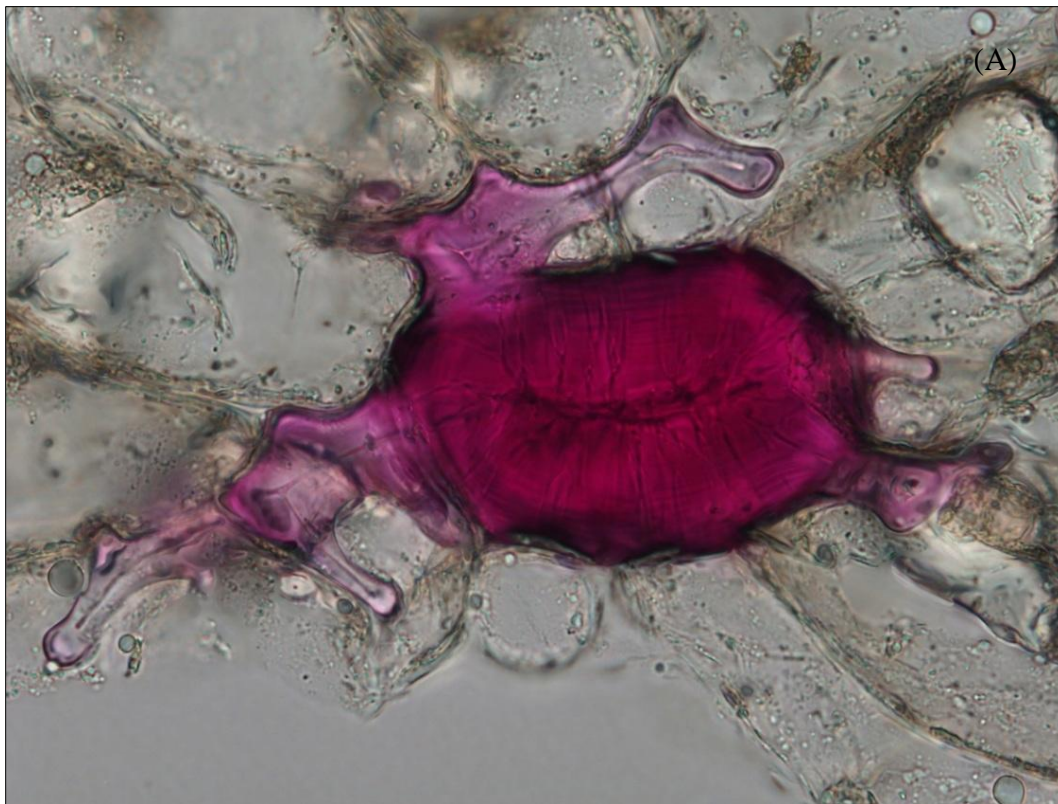
Στην Εικόνα 3.5 παρουσιάζεται μία φωτογραφία από το σημείο της τομής προς τον πυρήνα του καρπού. Αυτό που επισημάνθηκε κατά την παρατήρηση των περισσότερων δειγμάτων είναι μία τάση αύξησης των λιγνιτοποιημένων κυττάρων στον παρεγχυματικό ιστό των καρπών γύρω από τον πυρήνα. Η τάση αυτή παρουσιάζεται ανεξάρτητα των επεμβάσεων και των ημερών του χειρισμού.



**Εικόνα 3.5.** Εγκάρσια τομή καρπού ‘Κονσερβολιάς’ μετά από χρώση PhI, της επέμβασης του μάρτυρα κατά την συγκομιδή. (a), κύτταρο λιγνίνης. Η κλίμακα της φωτογραφίας είναι 500  $\mu\text{m}$ .

Τέλος, στην Εικόνα 3.6 απεικονίζεται η μορφή μεμονωμένων κυττάρων λιγνίνης στον παρεγχυματικό ιστό του καρπού.





**Εικόνα 3.6.** Κύτταρο λυγνίνης σε καρπούς ‘Κονσερβολιάς’ μετά από χρώση PhI, της επέμβασης του μάρτυρα κατά την συγκομιδή.

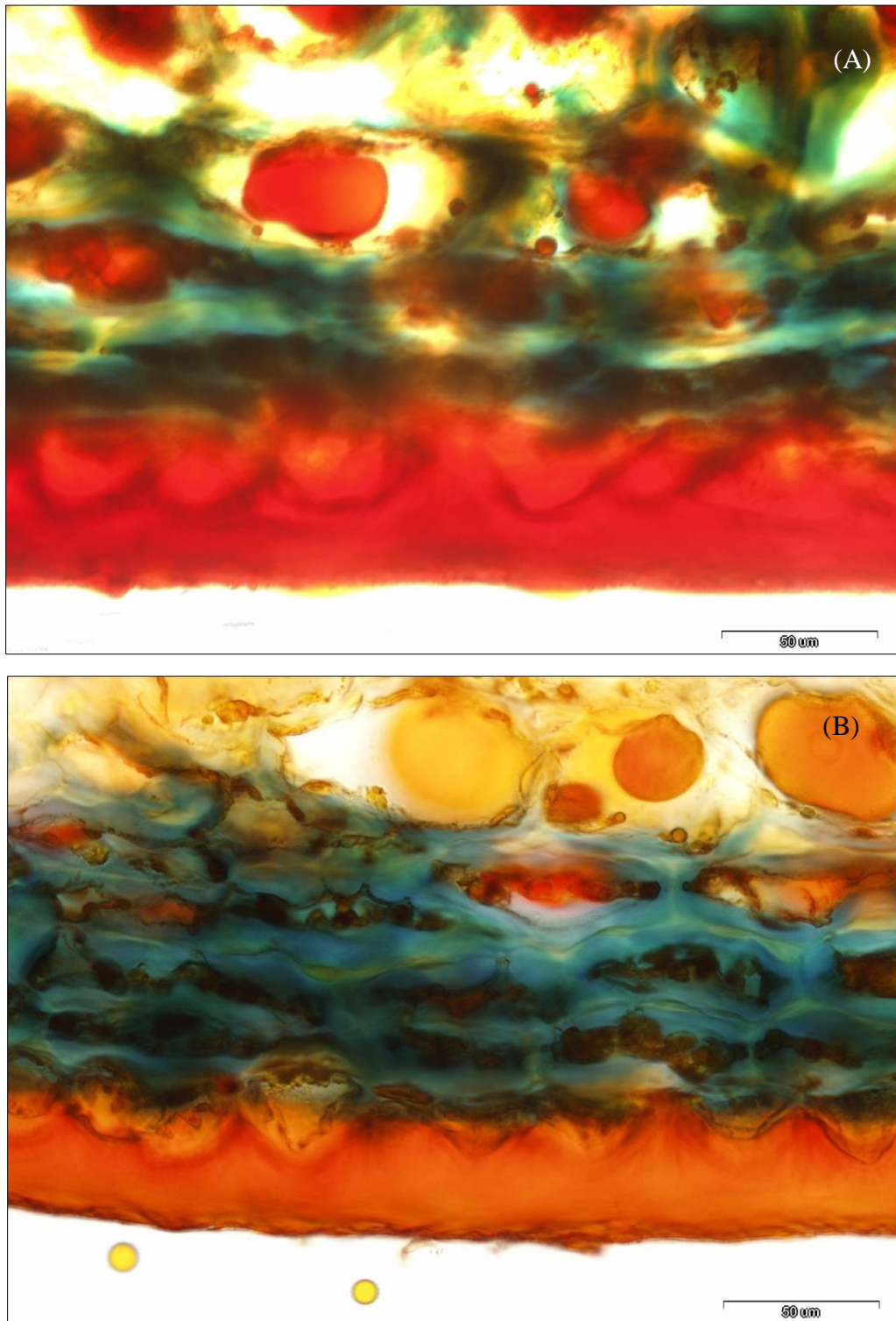


### **3.3.3.3. Χρώση Κυτταρίνης – Ιωδίου – Θειικού Οξέος σε τομές καρπών**

Σκοπός της χρώσης Κυτταρίνης – Ιωδίου – Θειικού Οξέος ήταν να παρατηρηθεί η παρουσία της κυτταρίνης στους καρπούς και να διερευνηθεί τυχόν εμπλοκή της στην αύξηση της συνεκτικότητας των καρπών υπό την επίδραση του αιθυλενίου. Αν και η συγκεκριμένη χρώση χρησιμοποιείται συνήθως σε ξυλώδεις ιστούς αποφασίστηκε η δοκιμή της για να διαπιστωθεί αν στις επιδερμικές στρώσεις των κυττάρων του καρπού επιβεβαιώνεται η παρουσία της κυτταρίνης και σε ποιο βαθμό.

Όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.7 στο (Α) μέρος της που αφορά σε καρπό του μάρτυρα την 1.5 ημέρα του χειρισμού, στη περιοχή κάτω από την εφυμενίδα στα κύτταρα της επιδερμίδας υπάρχει κυτταρίνη, η οποία χρωματίζεται μπλε. Αν παρατηρηθούν συγκριτικά το μέρος (Α) και το μέρος (Β), το οποίο αφορά σε καρπό που έχει δεχθεί την επίδραση της επέμβασης του αιθυλενίου την 1.5 ημέρα του χειρισμού, φαίνεται μία πιθανή τάση αύξησης της κυτταρίνης στις στρώσεις των επιδερμικών κυττάρων. Στην Εικόνα 3.7 (Β) το μπλε χρώμα που υποδεικνύει την παρουσία της κυτταρίνης καλύπτει μεγαλύτερη περιοχή από ότι στο (Α) μέρος της ίδιας εικόνας. Το γεγονός αυτό μπορεί να σημαίνει μία πιθανή τάση αύξησης της κυτταρίνης στους καρπούς που είχαν δεχθεί την επέμβαση με αιθυλένιο κατά την 1.5 ημέρα του χειρισμού.

Τέλος, οι φωτογραφίες που παρουσιάζονται παρακάτω αποτελούν αντιπροσωπευτικό δείγμα των παρατηρήσεων από εγκάρσιες τομές και από άλλες ελιές των ίδιων επεμβάσεων.



**Εικόνα 3.7.** Εγκάρσια τομή καρπού ‘Κονσερβολιάς’ μετά από χρώση Κυτταρίνης – Ιωδίου – Θεϊκού Οξέος, (A) της επέμβασης του μάρτυρα και (B) του αιθυλενίου την 1.5 ημέρα του χειρισμού. Η κλίμακα και των δύο φωτογραφιών είναι 50  $\mu\text{m}$ .

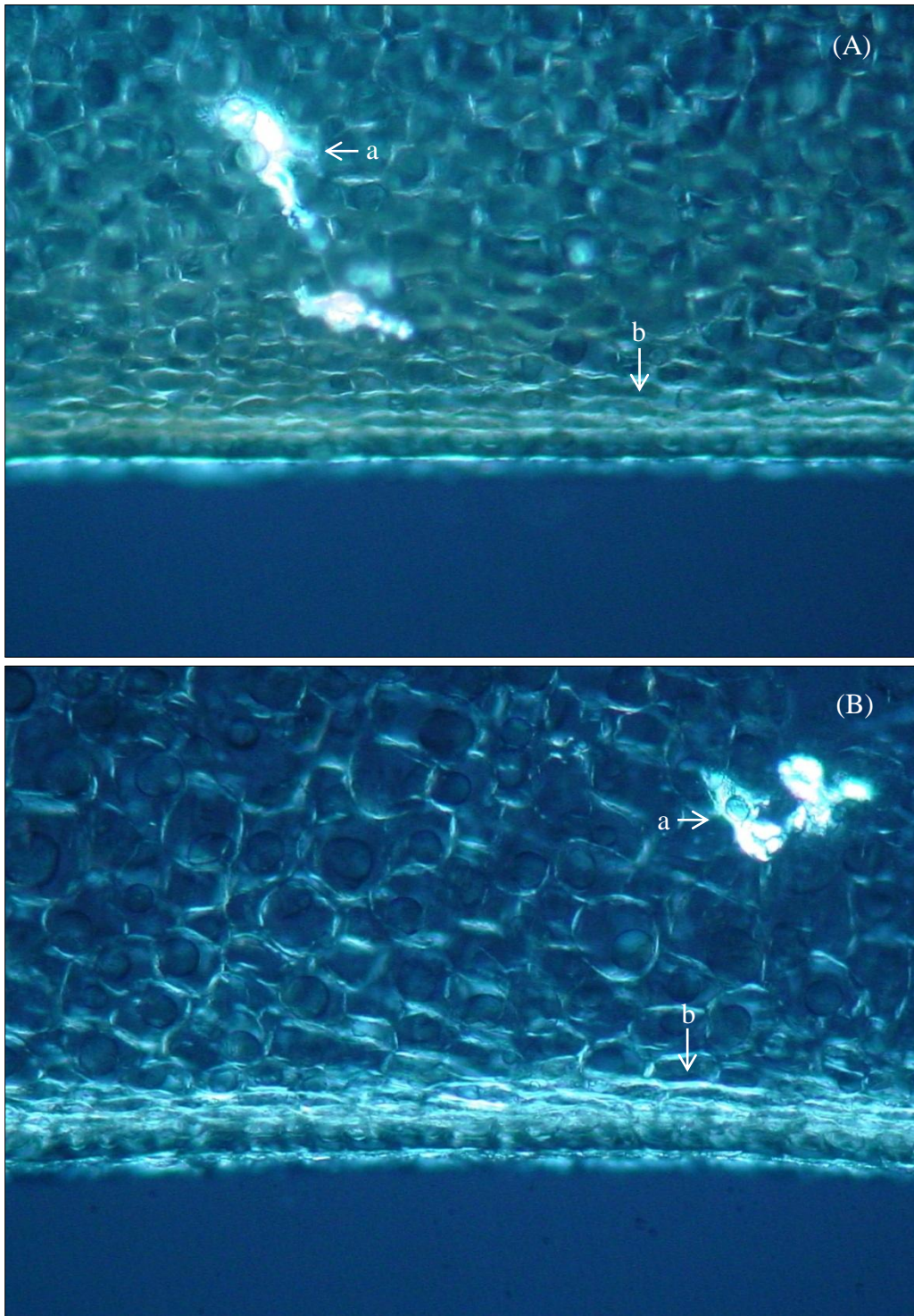
#### **3.3.3.4. Παρατήρηση τομών με τη χρήση πολωτικού φίλτρου**

Μετά τη χρώση Κυτταρίνης – Ιωδίου – Θεικού Οξέος επόμενο βήμα ήταν να παρατηρηθεί η μορφή της κυτταρίνης στα επιδερμικά στρώματα του καρπού. Για το σκοπό αυτό προτάθηκε η συγκριτική παρατήρηση εγκάρσιων τομών με τη χρήση πολωτικού φίλτρου από καρπούς που είχαν δεχθεί την επέμβαση του αιθυλενίου και του μάρτυρα κατά την 1.5 ημέρα του χειρισμού. Η χρήση του πολωτικού φίλτρου βοηθάει στην παρατήρηση των κρυσταλλικών δομών διαφόρων ενώσεων και εν προκειμένω της κυτταρίνης.

Στην Εικόνα 3.8 παρουσιάζονται δύο φωτογραφίες από οπτικό μικροσκόπιο με τη χρήση πολωτικού φίλτρου. Η (Α) φωτογραφία αφορά σε τομή που προήλθε από καρπό του μάρτυρα και η (Β) από καρπό της επέμβασης του αιθυλενίου, την 1.5 ημέρα του χειρισμού. Όπως φαίνεται η περιοχή ακριβώς κάτω από την εφυμενίδα του καρπού παρουσιάζεται φωτεινότερη στην (Β) φωτογραφία από ότι στην (Α). Η διαφορά αυτή στη φωτεινότητα είναι πιθανό να υποδεικνύει μία τάση αύξησης κρυσταλλικής μορφής της κυτταρίνης στα επιδερμικά στρώματα των κυττάρων των καρπών που είχαν δεχθεί την επίδραση του αιθυλενίου.

Επίσης, οι περιοχές που παρουσιάζονται φωτεινές μέσα στον παρεγχυματικό ιστό και υποδεικνύονται με το (α) καταδεικνύουν την παρουσία λιγνιτοποιημένων κυττάρων.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι και οι δύο φωτογραφίες αφορούν σε παρατηρήσεις τομών με φακό  $\times 10$  και ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε έτσι ώστε να διατηρηθεί η ίδια φωτεινότητα στο μικροσκόπιο κατά την παρατήρηση τομών από τους καρπούς διαφορετικών επεμβάσεων, για να είναι συγκρίσιμα τα αποτελέσματα. Επίσης, οι φωτογραφίες που παρουσιάζονται παρακάτω αποτελούν αντιπροσωπευτικό δείγμα των παρατηρήσεων από εγκάρσιες τομές και από άλλες ελιές των ίδιων επεμβάσεων.



**Εικόνα 3.8.** Εγκάρσια τομή καρπού ‘Κονσερβολιάς’, σε πεδίο πολωμένου φωτός (A), της επέμβασης του μάρτυρα; και (B), του αιθυλενίου, την 1.5 ημέρα του χειρισμού. (a), κύτταρο λιγνίνης; και (b), εφυμενίδα και κύτταρα της επιδερμίδας.

### 3.3.4. Εκτίμηση αντιοξειδωτικών ουσιών των καρπών, Πείραμα Γ

#### 3.3.4.1. Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) των καρπών

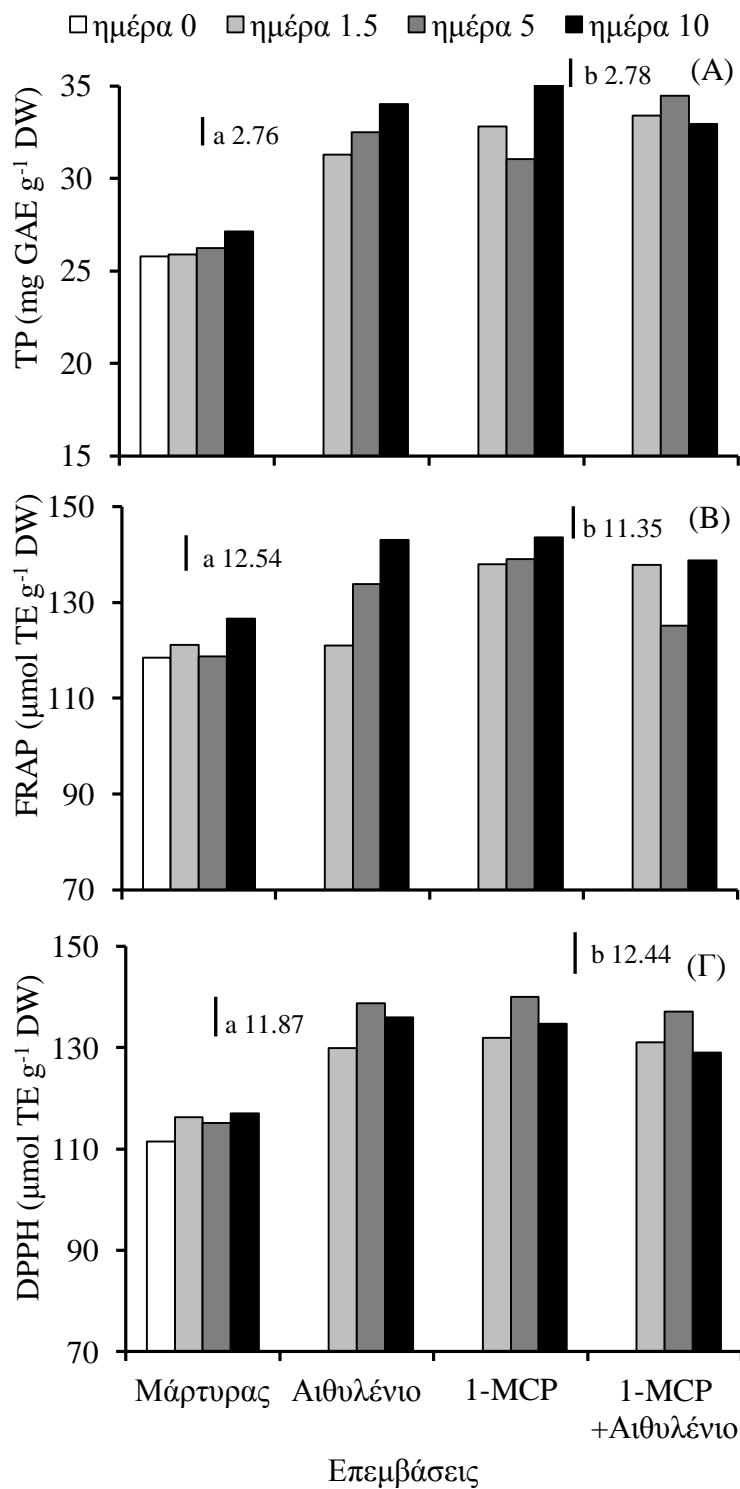
Η συγκέντρωση των TP των καρπών κυμάνθηκε μεταξύ 25 και 36 mg GAE g<sup>-1</sup> DW, ενώ οι τιμές της TAC κυμάνθηκαν μεταξύ 118 και 143 μmol TE g<sup>-1</sup> DW και μεταξύ 111 και 140 μmol TE g<sup>-1</sup> DW, μετρούμενες με τη μέθοδο FRAP και DPPH, αντίστοιχα (Γράφημα 3.16).

Αναλυτικότερα, η συγκέντρωση των TP ήταν υψηλότερη στους καρπούς των επεμβάσεων του αιθυλενίου, του 1-MCP και του 1-MCP+Αιθυλένιο σε σύγκριση με του μάρτυρα, σε όλες τις ημερομηνίες του χειρισμού (*P*<sub>tr</sub> < 0,001). Επίσης, παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση των TP κατά τη 10<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού σε σχέση με την 5<sup>η</sup> ημέρα στους καρπούς της επέμβασης του 1-MCP (*P*<sub>st</sub> < 0,001) (Πίνακας 3.7).

Όσον αφορά στην TAC, με τη μέθοδο FRAP, οι τιμές της στους καρπούς του μάρτυρα εκτιμήθηκαν σε παρόμοια επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια του χειρισμού και ήταν σημαντικά μικρότερες από των υπόλοιπων επεμβάσεων για όλες τις ημέρες του χειρισμού, κατά αντιστοιχία, εκτός από την 1.5 ημέρα του αιθυλενίου και την 5<sup>η</sup> του 1-MCP+Αιθυλένιο. Στις ελιές της επέμβασης του αιθυλενίου παρατηρήθηκε σταδιακή αύξηση των τιμών της TAC, όπου την 5<sup>η</sup> ημέρα ήταν υψηλότερες από του 1-MCP+Αιθυλένιο. Η TAC των καρπών της επέμβασης 1-MCP+Αιθυλένιο δεν παρουσίασε μεταβολές κατά την διάρκεια του χειρισμού, ενώ τη 1.5 ημέρα ήταν υψηλότερη από του αιθυλενίου. Επίσης, στις ελιές της επέμβασης 1-MCP+Αιθυλένιο οι τιμές της TAC την 5<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού ήταν σημαντικά μικρότερες σε σύγκριση με τη 1.5 και τη 10<sup>η</sup> ημέρα (*P*<sub>tr</sub>, *P*<sub>st</sub>, *P*<sub>tr</sub> × *st* < 0,001) (Πίνακας 3.7).

Τέλος, οι τιμές της TAC, εκτιμούμενες με τη μέθοδο DPPH, κατά τη διάρκεια του χειρισμού στους καρπούς του μάρτυρα δεν παρουσίασαν αξιόλογες μεταβολές και ήταν σημαντικά μικρότερες από όλων των υπόλοιπων επεμβάσεων, για όλες τις ημέρες του χειρισμού, κατά αντιστοιχία. Στις υπόλοιπες επεμβάσεις οι τιμές της DPPH αυξήθηκαν την 1.5 ημέρα και παρέμειναν σε παρόμοια επίπεδα μέχρι το τέλος του χειρισμού και μεταξύ των επεμβάσεων (*P*<sub>tr</sub> < 0,001; *P*<sub>st</sub> < 0,05) (Πίνακας 3.7).





**Γράφημα 3.16.** Ολικά φαινολικά (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) καρπών ‘Κονσερβολιάς’ υπό την επίδραση συνεχούς χειρισμούς με αιθυλένιο στους 20 °C, μετά από επέμβαση με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, έως 10 ημέρες. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση × ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

**Πίνακας 3.7.** Πιθανότητες της επίδρασης της διάρκειας του χειρισμού για τις τιμές του μάρτυρα (*Pcst*) και των επιδράσεων των επεμβάσεων (*Ptr*), της διάρκειας του χειρισμού (*Pst*) και της αλληλεπίδρασής τους (*Ptr* × *st*) επί της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών (TP) (Γράφημα 3.16 Α), της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC), μετρούμενη με τις μεθόδους DPPH και FRAP (Γράφημα 3.1 Β και Γ), και της συγκέντρωσης των μεμονωμένων φαινολικών συστατικών: ελευρωπαΐνη (OLE), υδροξυτυροσόλη (HT), τυροσόλη (TYR), γλυκοζίτη-7 της λουτεολίνης (LUT-7), ρουτίνη (RUT) και λουτεολίνη (LUT) (Γράφημα 3.17), σε καρπούς ‘Κονσερβολιάς’.

ΠΠ†	Μεταβλητή								
	TP	FRAP	DPPH	OLE	HT	TYR	LUT-7	RUT	LUT
<i>Pcst</i>	NS	NS	NS	***	***	NS	NS	NS	NS
<i>Ptr</i>	***	***	***	**	***	**	NS	*	*
<i>Pst</i>	***	***	*	***	**	NS	NS	NS	NS
<i>Ptr</i> × <i>st</i>	***	***	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS

† ΠΠ: πηγή παραλλακτικότητας

NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$

### 3.3.4.2. Συγκέντρωση μεμονωμένων φαινολικών συστατικών των καρπών

Τα μεμονωμένα φαινολικά συστατικά που ταυτοποιήθηκαν και ποσοτικοποιήθηκαν στο εδώδιμο μέρος των καρπών της ‘Κονσερβολιάς’ ήταν τα εξής: η ελευρωπαΐνη (OLE), η υδροξυτυροσόλη (HT), η τυροσόλη (TYR), ο γλυκοζίτης-7 της λουτεολίνης (LUT-7), η ρουτίνη (RUT) και η λουτεολίνη (LUT).

Η συγκέντρωση της OLE κυμάνθηκε μεταξύ 4 και 11 mg g<sup>-1</sup> DW, της HT μεταξύ 110 και 172 μg g<sup>-1</sup> DW, της TYR μεταξύ 53 και 76 μg g<sup>-1</sup> DW, της LUT-7 μεταξύ 91 και 115 μg g<sup>-1</sup> DW, της RUT μεταξύ 100 και 134 μg g<sup>-1</sup> DW και της LUT μεταξύ 10 και 14 μg g<sup>-1</sup> DW (Γράφημα 3.17).

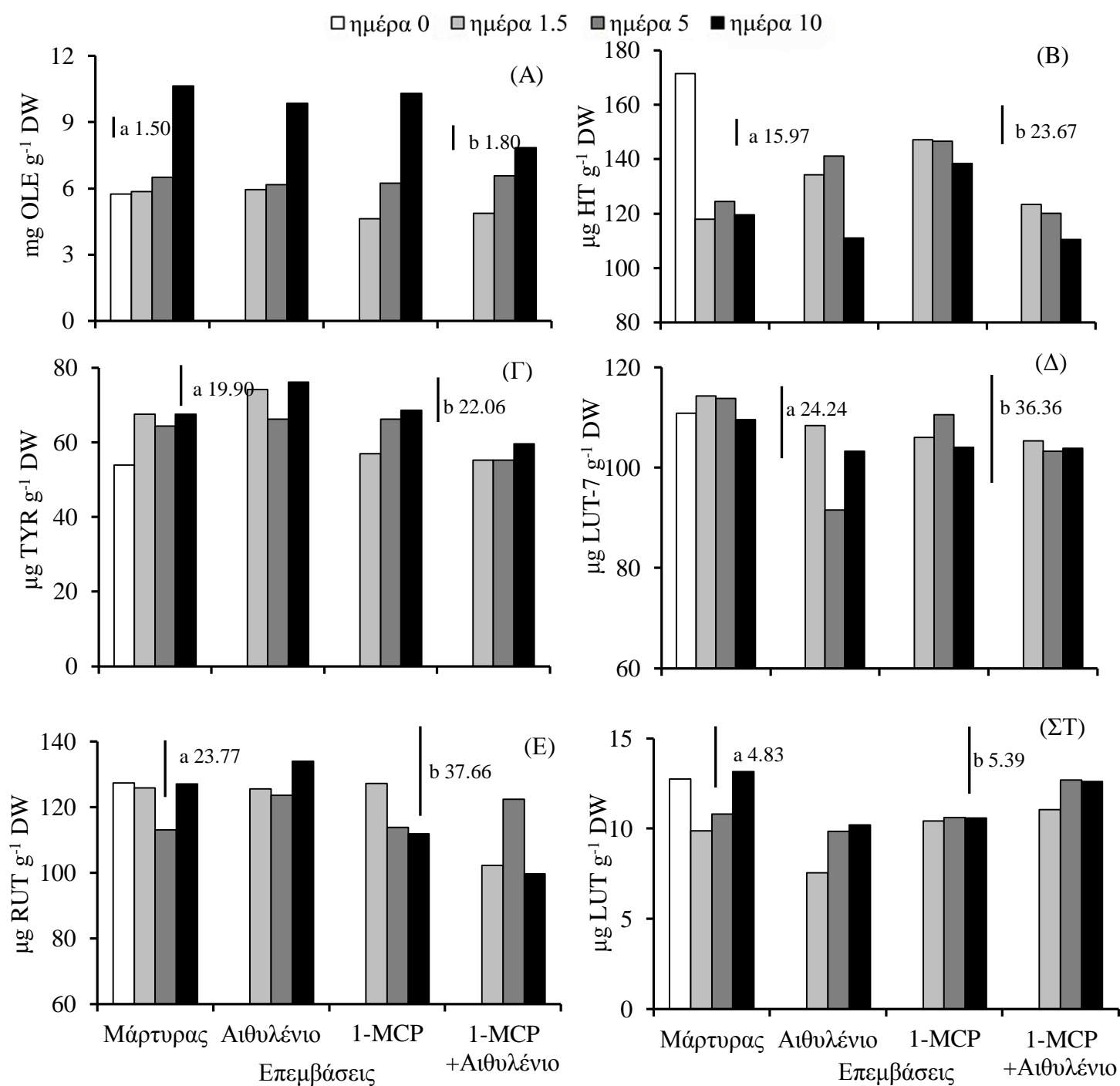
Στους καρπούς του μάρτυρα η συγκέντρωση της OLE αυξήθηκε σημαντικά (~2 φορές) τη 10<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού σε σύγκριση με τις υπόλοιπες ημερομηνίες ( $P_{cst} < 0,001$ ) (Πίνακας 3.7). Αντίθετα, η συγκέντρωση της HT μειώθηκε σημαντικά (~1,5 φορά) από τη συγκομιδή στη 1.5 ημέρα του χειρισμού ( $P_{cst} < 0,001$ ). Οι τιμές των υπόλοιπων φαινολικών ουσιών δεν παρουσίασαν μεταβολές κατά τη διάρκεια των χειρισμών.

Παράλληλα, η συγκέντρωση της OLE αυξήθηκε σημαντικά κατά τη 10 ημέρα του χειρισμού στους καρπούς όλων των επεμβάσεων. Επίσης, στους καρπούς της επέμβασης 1-MCP+Αιθυλένιο τη 10<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού η συγκέντρωση της OLE παρατηρήθηκε σημαντικά μειωμένη σε σύγκριση με αυτή των καρπών των υπόλοιπων επεμβάσεων την ίδια ημέρα ( $P_{tr} > 0,01$  και  $P_{st} > 0,001$ ). Αντίθετα, η συγκέντρωση της HT μειώθηκε σημαντικά τη 10<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού στους καρπούς που είχαν δεχθεί

την επέμβαση του αιθυλενίου με ή χωρίς 1-MCP. Στους καρπούς της επέμβασης του αιθυλενίου η συγκέντρωση της HT την 5<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού ήταν σημαντικά υψηλότερη από την αντίστοιχη της επέμβασης του 1-MCP+Αιθυλένιο την ίδια ημέρα. Επίσης, σημαντικά αυξημένη παρατηρήθηκε η συγκέντρωση της HT στους καρπούς που είχαν δεχθεί την επέμβαση με 1-MCP σε όλες τις ημέρες του χειρισμού σε σύγκριση με αυτή των καρπών των επεμβάσεων του μάρτυρα και του 1-MCP+Αιθυλένιο, με μόνη εξαίρεση τη 10<sup>η</sup> ημέρα σε σχέση με αυτή των καρπών της επέμβασης με αιθυλένιο ( $P_{tr} > 0,001$  και  $P_{st} > 0,01$ ) (Πίνακας 3.7). Επιπλέον, η συγκέντρωση της TYR στους καρπούς των επεμβάσεων του μάρτυρα και του αιθυλενίου παρατηρήθηκε σημαντικά υψηλότερη σε όλες τις ημέρες του χειρισμού σε σύγκριση με αυτή της επέμβασης με 1-MCP+Αιθυλένιο ( $P_{tr} > 0,01$ ).

Τέλος, οι τιμές του LUT-7, της RUT και της LUT στο εδάδιμο μέρος των καρπών όλων των επεμβάσεων εκτιμήθηκαν σε παρόμοια επίπεδα και όποιες μεταβολές παρατηρήθηκαν δεν είχαν σταθερή τάση.





**Γράφημα 3.17.** Συγκέντρωση ολικών φαινολικών (TP) και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) καρπών ‘Κονσερβολιάς’ υπό την επίδραση συνεχούς χειρισμού με αιθυλένιο στους 20 °C, μετά από επέμβαση με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, έως 10 ημέρες. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στις τιμές HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ . Μπάρα (a), από μόνο-παραγοντική ANOVA περιλαμβάνοντας τις τιμές του μάρτυρα; Μπάρα (b), από δι-παραγοντική ANOVA (επέμβαση  $\times$  ημέρες χειρισμού) περιλαμβάνοντας τις τιμές όλων των επεμβάσεων.

### 3.3.5. Σχέσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών

#### 3.3.5.1. Πείραμα Α

Η PCA έδειξε ότι οι δύο πρώτες ερμηνεύσιμες συνιστώσες εξήγησαν συνολικά το 97,39% της συνολικής διακύμανσης των παραμέτρων του χρώματος ( $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$ ) και της συνεκτικότητας (F) (Πίνακας 3.8), υποδεικνύοντας και κάποιες στενές σχέσεις μεταξύ των παραμέτρων (Γράφημα 3.18 και Πίνακας IV.1).

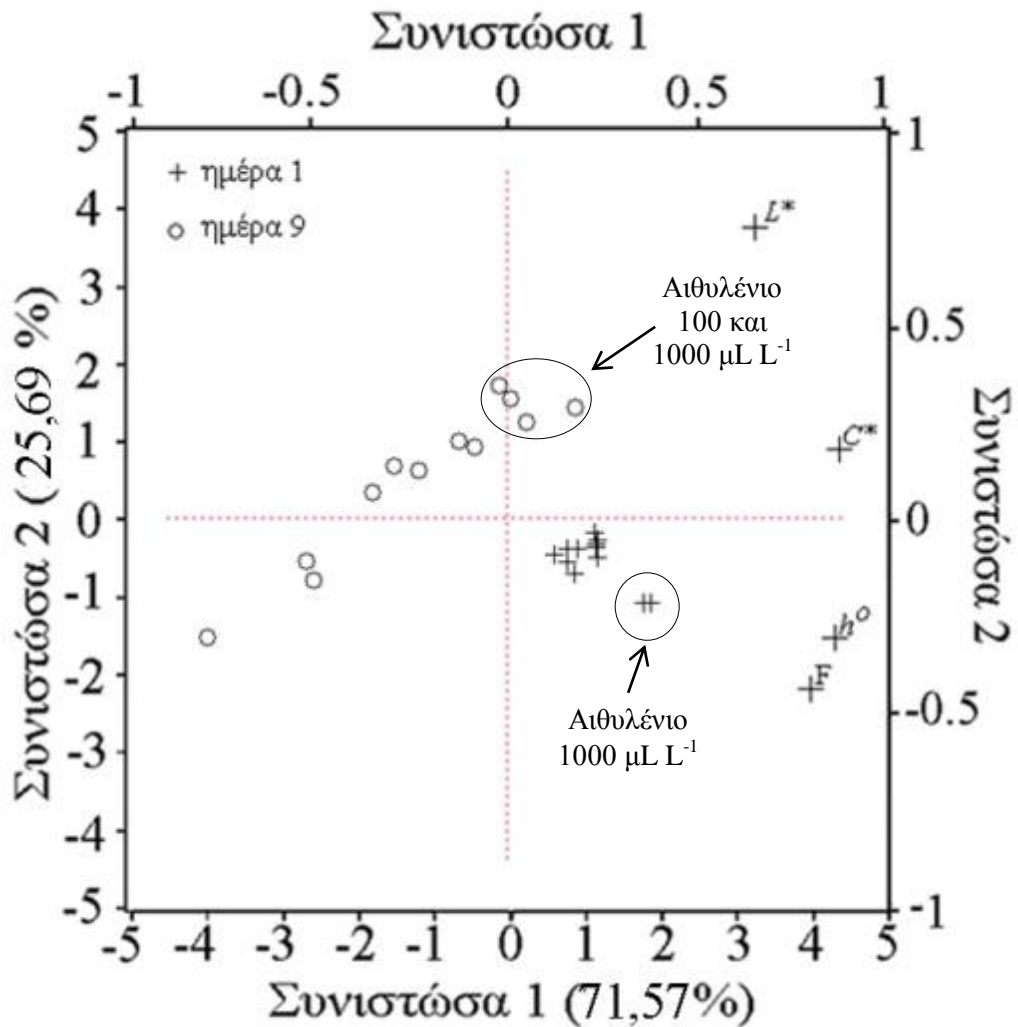
Από την PCA και από τις συσχετίσεις ανά ζεύγη, η στενότερη σχέση παρατηρήθηκε μεταξύ του  $h^o$  και της F, με συντελεστή συσχέτισης  $r^2 > 0,90$ . Ωστόσο, θετικές σχέσεις παρουσιάστηκαν και μεταξύ των παραμέτρων του χρώματος  $L^*$  και  $C^*$  και  $h^o$  και  $C^*$  ( $r^2 > 0,77$  και για τις δύο συσχετίσεις) και μεταξύ της παραμέτρου του χρώματος  $C^*$  και της F ( $r^2 > 0,70$ ), χωρίς υψηλούς συντελεστές.

Οι δύο ημέρες του χειρισμού διαχωρίστηκαν εμφανώς με βάση το score plot, όπου τα δείγματα της 1<sup>ης</sup> ημέρας εμφανίστηκαν συγκεντρωμένα στο τέταρτο τεταρτημόριο. Επίσης, την 1<sup>η</sup> ημέρα οι τιμές που αντιστοιχούσαν στην υψηλή συγκέντρωση του αιθυλενίου διαχωρίστηκαν εμφανώς από όλες τις υπόλοιπες (1000  $\mu\text{L L}^{-1}$ ). Παράλληλα, σε ένα βαθμό διαχωρίστηκαν, στο πρώτο τεταρτημόριο, τα δείγματα που είχαν δεχθεί τις υψηλότερες συγκεντρώσεις του αιθυλενίου (100 και 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$ ) κατά την 9<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού.

**Πίνακας 3.8.** Παράμετροι ανάλυσης κυρίων συνιστωσών (PCA) των παραμέτρων του χρώματος και της συνεκτικότητας (Γράφημα 3.18) σε καρπούς ‘Κονσερβολιάς’ στο Πείραμα Α.

Σ † #	Eigenvalue	ΕΔ † (%)	ΣΔ † (%)
1	2,863	71,57	71,57
2	1,027	25,68	97,26
3	0,086	2,14	99,41
4	0,023	0,59	100,00

† Σ: Συνιστώσα, ΕΔ: Εξηγούμενη Διακύμανση, ΣΔ: Συνολική εξηγούμενη Διακύμανση



**Γράφημα 3.18.** Ανάλυση κυρίων συνιστωσών (PCA) των παραμέτρων του χρώματος ( $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$ ) και της συνεκτικότητας (F) σε καρπούς ‘Κονσερβολιάς’ μετά από συνεχή χειρισμό με αιθυλένιο, στους 20 °C, σε συγκεντρώσεις από 0 έως 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$ , έως 9 ημέρες. Στο γράφημα ο αριστερός και ο κάτω άξονας αντιστοιχούν στις τιμές των κυρίων συνιστωσών (score plot); ο δεξής και ο επάνω άξονας αντιστοιχούν στους συντελεστές των κυρίων συνιστωσών (loading plot); Οι ανοικτοί κύκλοι και οι μικροί σταυροί υποδεικνύουν τη θέση του κάθε δείγματος στο score plot; Οι μεγάλοι σταυροί υποδεικνύουν τη θέση της κάθε μεταβλητής στο loading plot; Οι τιμές μέσα στις παρενθέσεις αντιστοιχούν στο ποσοστό της συνολικής διακύμανσης που εξηγείται από κάθε συνιστώσα.

### 3.3.5.2. Πείραμα Β

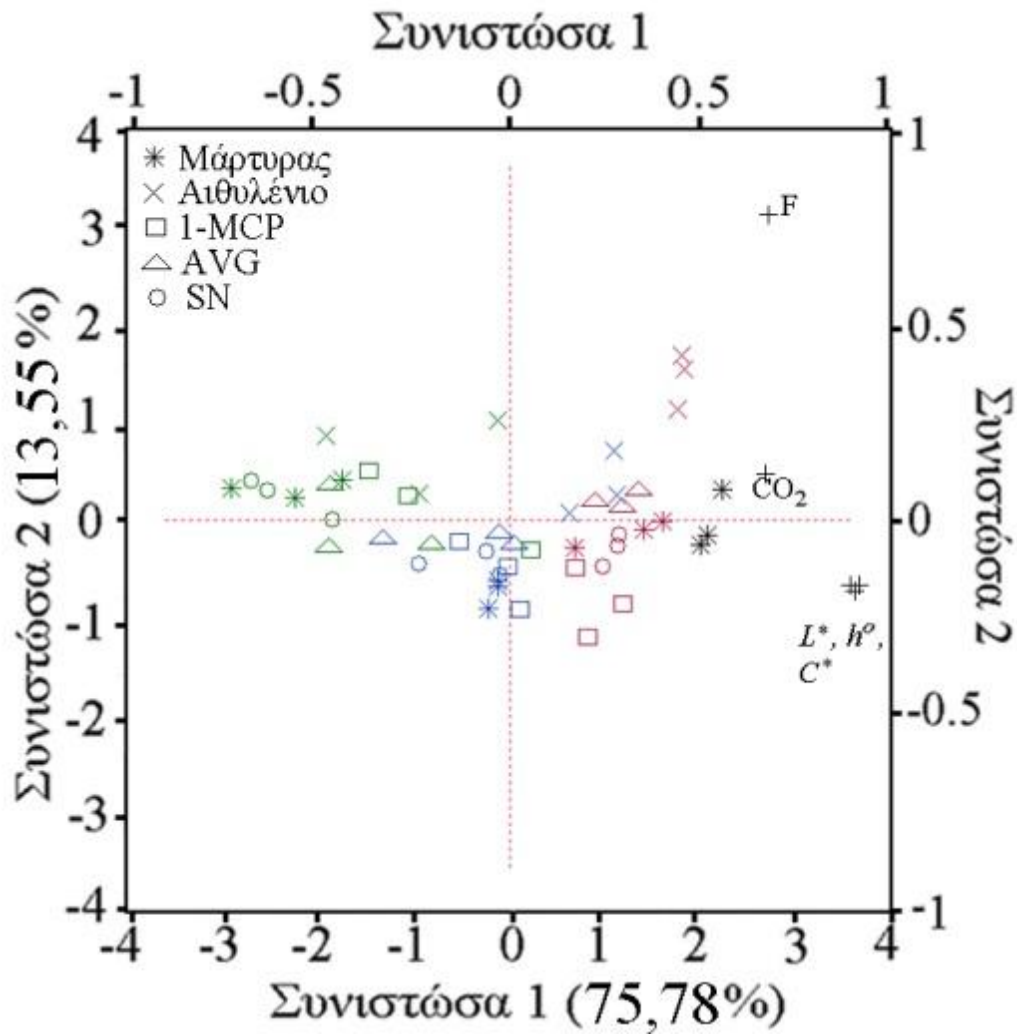
Η PCA έδειξε ότι οι δύο πρώτες ερμηνεύσιμες συνιστώσες εξήγησαν συνολικά το 89% της συνολικής διακύμανσης των παραμέτρων του χρώματος ( $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$ ), της συνεκτικότητας (F) και της αναπνοής των καρπών ( $CO_2$ ) (Πίνακας 3.9), υποδεικνύοντας σχέσεις μεταξύ αυτών των παραμέτρων (Γράφημα 3.19 και Πίνακας IV.2).

Από την PCA και από τις συσχετίσεις ανά ζεύγη μεταξύ των χαρακτηριστικών, οι στενότερες θετικές σχέσεις παρατηρήθηκαν μεταξύ των τριών παραμέτρων του χρώματος, με συντελεστή συσχέτισης  $r^2 > 0,93$  και για τις τρεις συσχετίσεις. Ωστόσο, θετικές σχέσεις παρουσιάστηκαν και μεταξύ των παραμέτρων του χρώματος  $h^o$  και  $C^*$  με την αναπνοή ( $CO_2$ )  $C^*$  ( $r^2 > 0,70$  και για τις δύο συσχετίσεις), χωρίς όμως υψηλούς συντελεστές. Τα δείγματα του αιθυλενίου την 1.5 ημέρα του χειρισμού διαχωρίστηκαν εμφανώς με βάση το score plot και ήταν εγγύτερα στην F. Επίσης, διαχωρίστηκαν τα δείγματα του μάρτυρα κατά τη συγκομιδή, που παρουσιάστηκαν πιο κοντά σε όλες τις παραμέτρους του χρώματος και στην  $CO_2$ .

**Πίνακας 3.9.** Παράμετροι ανάλυσης κυρίων συνιστωσών (PCA) των παραμέτρων του χρώματος, της συνεκτικότητας και της αναπνοής (Γράφημα 3.19) σε καρπούς ‘Κονσερβολιάς’ στο Πείραμα Β.

Σ <sup>†</sup> #	Eigenvalue	ΕΔ <sup>†</sup> (%)	ΣΔ <sup>†</sup> (%)
1	3,789	75,78	75,78
2	0,677	13,55	89,33
3	0,449	8,99	98,32
4	0,067	1,35	99,67
5	0,015	0,33	100,00

<sup>†</sup> Σ: Συνιστώσα, ΕΔ: Εξηγούμενη Διακύμανση, ΣΔ: Συνολική εξηγούμενη Διακύμανση



**Γράφημα 3.19.** Ανάλυση κυρίων συνιστωσών (PCA) των παραμέτρων του χρώματος ( $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$ ), της συνεκτικότητας (F) και της αναπνοής ( $CO_2$ ) καρπών ‘Κονσερβολιάς’ μετά από συνεχή χειρισμό με αιθυλένιο στους 20 °C, έως 10 ημέρες, καθώς και υπό την μετασυλλεκτική επίδραση του AVG, του SN και του 1-MCP. Στο γράφημα ο αριστερός και ο κάτω άξονας αντιστοιχούν στις τιμές των κυρίων συνιστωσών (score plot); ο δεξής και ο επάνω άξονας αντιστοιχούν στους συντελεστές των κυρίων συνιστωσών (loading plot); Οι μεγάλοι σταυροί υποδεικνύουν τη θέση της κάθε μεταβλητής στο loading plot; Όλα τα υπόλοιπα σχήματα υποδεικνύουν τη θέση του κάθε δείγματος στο score plot, το μαύρο χρώμα αντιστοιχεί στην ημέρα της συγκομιδής, το κόκκινο στην 1.5 ημέρα του χειρισμού, το μπλε στην 5<sup>η</sup> ημέρα και το πράσινο στην 10<sup>η</sup> ημέρα; Οι τιμές μέσα στις παρενθέσεις αντιστοιχούν στο ποσοστό της συνολικής διακύμανσης που εξηγείται από κάθε συνιστώσα.

### 3.3.5.3. Σχέσεις μεταξύ των φυσιολογικών χαρακτηριστικών και των συστατικών του κυτταρικού τοιχώματος, στο Πείραμα Γ

Η PCA έδειξε ότι οι δύο πρώτες ερμηνεύσιμες συνιστώσες εξήγησαν συνολικά το 66,22% της συνολικής διακύμανσης των φυσιολογικών χαρακτηριστικών και των χαρακτηριστικών του κυτταρικών τοιχώματος των καρπών (Πίνακας 3.10), υποδεικνύοντας θετικές και αρνητικές σχέσεις μεταξύ κάποιων από τα μελετώμενα χαρακτηριστικά (Γράφημα 3.20, Πίνακας IV.3).

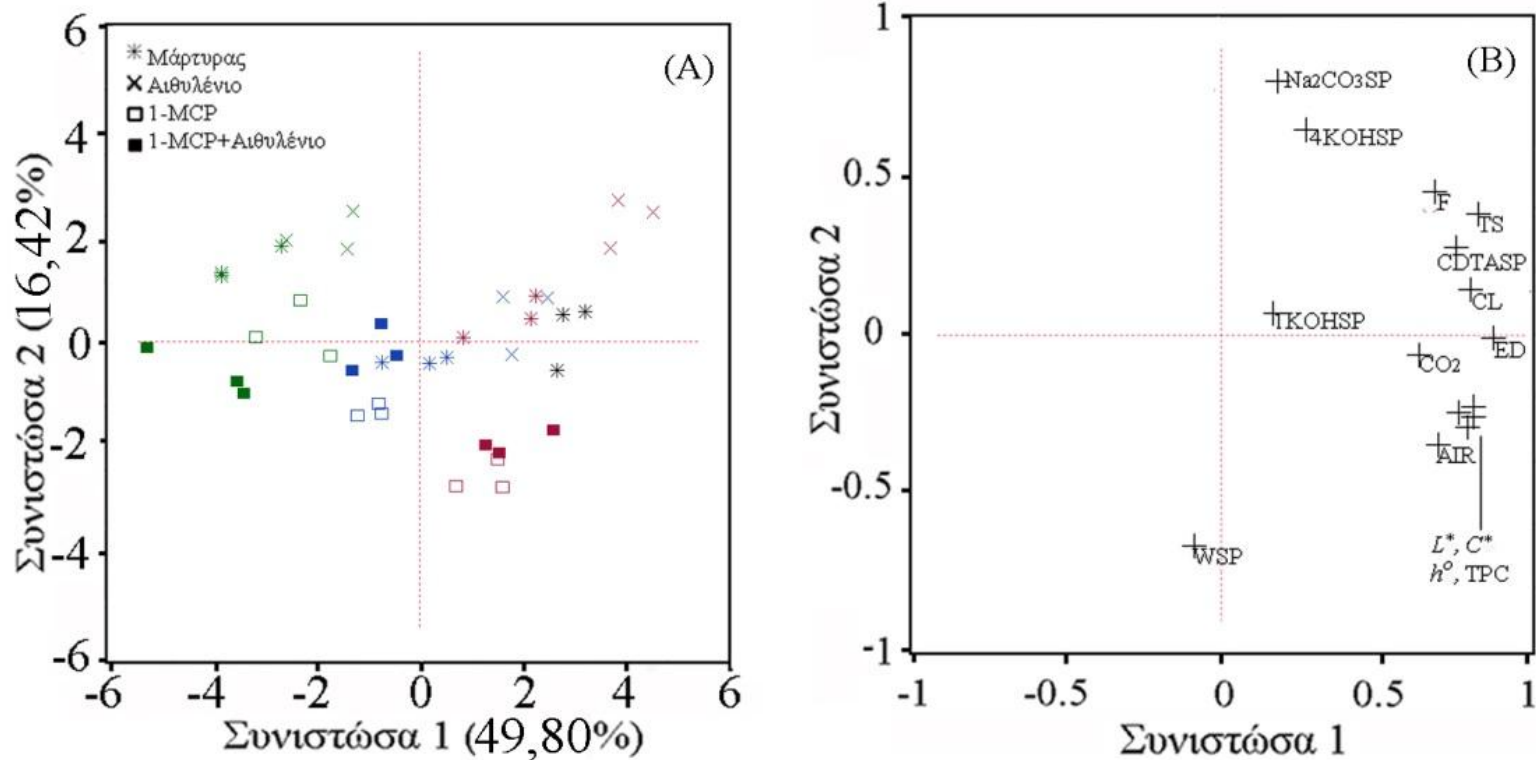
Από την PCA και τις συσχετίσεις ανά ζεύγη μεταξύ των χαρακτηριστικών, θετικές σχέσεις με υψηλό συντελεστή συσχέτισης παρατηρήθηκαν μεταξύ των τριών παραμέτρων του χρώματος  $L^*$ ,  $h^o$  και  $C^*$  ( $r^2 > 0,92$  και για τις τρεις συσχετίσεις, ανά δύο). Επίσης, θετικές συσχετίσεις εμφανίστηκαν μεταξύ των TPC και των παραμέτρων  $h^o$  και  $C^*$  ( $r^2 > 0,80$  και για τις δύο), μεταξύ των TPC και ED ( $r^2 = 0,81$ ), των TPC και του AIR ( $r^2 = 0,85$ ). Ενώ, θετικές σχέσεις αλλά χωρίς υψηλούς συντελεστές συσχέτισης παρατηρήθηκαν μεταξύ των TPC και του  $L^*$  ( $r^2 = 0,75$ ), του ED και των  $L^*$ ,  $h^o$ ,  $C^*$  ( $r^2 > 0,75$  και για τις τρεις συσχετίσεις), του CO<sub>2</sub> και των ED και TPC ( $r^2 > 0,73$  και για τις δύο συσχετίσεις), του ED και της F ( $r^2 = 0,62$ ) και του ED και του AIR ( $r^2 = 0,67$ ). Παρόμοιες θετικές συσχετίσεις εμφανίστηκαν μεταξύ του AIR και των παραμέτρων του χρώματος ( $r^2 > 0,67$  και για τις τρεις συσχετίσεις), των TS και CDTASP ( $r^2 = 0,70$ ) και μεταξύ της CL και των TS, CDTASP, TPC, ED, AIR και F ( $r^2 > 0,66$ , για όλες τις συσχετίσεις).

Από την PCA και το score plot παρατηρήθηκε ότι οι τιμές που αντιστοιχούσαν στην επέμβαση του αιθυλενίου τη 1.5 ημέρα του χειρισμού διαχωρίστηκαν διακριτά από όλες τις υπόλοιπες, όπως και η 10<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού διαχωρίστηκε εμφανώς από τις άλλες τρεις ημέρες. Επίσης, διαχωρίστηκαν οι τιμές που αντιστοιχούσαν στις επεμβάσεις του 1-MCP και του 1-MCP+Αιθυλένιο, την 1.5, την 5<sup>η</sup> και τη 10<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού. Παράλληλα, οι τιμές του αιθυλενίου τη 1.5 ημέρα παρουσιάστηκαν εγγύτερα στις παραμέτρους F, TS, CL, CDTASP και 4KOHSP.

**Πίνακας 3.10.** Παράμετροι ανάλυσης κυρίων συνιστωσών (PCA) των φυσιολογικών χαρακτηριστικών και διεργασιών και των συστατικών του κυτταρικού τοιχώματος (Γράφημα 3.20) σε καρπούς της ποικιλίας Κονσερβολιά στο Πείραμα Γ.

Σ † #	Eigenvalue	ΕΔ † (%)	ΣΔ † (%)
1	7,407	48,80	48,80
2	2,462	16,42	66,22
3	1,432	9,55	75,77
4	0,925	6,17	81,94
5	0,740	4,93	86,88
6	0,569	3,79	90,67
7	0,442	2,95	93,62
8	0,300	2,00	95,62
9	0,205	1,37	96,99
10	0,195	1,30	98,30
11	0,102	0,68	98,98
12	0,059	0,40	99,37
13	0,055	0,37	99,75
14	0,024	0,16	99,91
15	0,013	0,09	100,00

† Σ: Συνιστώσα, ΕΔ: Εξηγούμενη Διακύμανση, ΣΔ: Συνολική εξηγούμενη Διακύμανση



**Γράφημα 3.20.** Ανάλυση κυρίων συνιστωσών (PCA) των φυσιολογικών χαρακτηριστικών και διεργασιών ( $L^*$ ,  $h^{\circ}$ ,  $C^*$ ,  $F$  και  $CO_2$ ) και των συστατικών του κυτταρικού τοιχώματος (AIR, ED, TPC, WSP, CDTASP,  $Na_2CO_3SP$ , 1MKOHSP, 4MKOHSP, TS και CL) σε καρπούς της ποικιλίας Κονσερβολιά υπό την επίδραση συνεχούς χειρισμού με αιθυλένιο στους 20 °C, μετά από επέμβαση με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, έως 10 ημέρες. Στο γράφημα A (score plot) ο αριστερός και ο κάτω άξονας αντιστοιχούν στις τιμές των κυρίων συνιστωσών; ενώ στο γράφημα B (loading plot) αντιστοιχούν στους συντελεστές των κυρίων συνιστωσών; Οι μεγάλοι σταυροί υποδεικνύουν τη θέση της κάθε μεταβλητής στο loading plot; Όλα τα υπόλοιπα σχήματα υποδεικνύουν τη θέση του κάθε δείγματος στο score plot, το μαύρο χρώμα αντιστοιχεί στην ημέρα της συγκομιδής, το κόκκινο στην 1.5 ημέρα του χειρισμού, το μπλε στην 5<sup>η</sup> ημέρα και το πράσινο στην 10<sup>η</sup> ημέρα; Οι τιμές μέσα στις παρενθέσεις αντιστοιχούν στο ποσοστό της συνολικής διακύμανσης που εξηγείται από κάθε συνιστώσα.

### 3.4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

---

#### 3.4.1. Χρώμα του φλοιού των καρπών

Κατά την αντικειμενική μέτρηση του χρώματος του φλοιού παρατηρήθηκε ότι οι τιμές όλων των συντεταγμένων του χρώματος μειώθηκαν κατά τη διάρκεια του χειρισμού. Η μείωση αυτή υποδεικνύει ότι είχε αρχίσει η εμφάνιση περιοχών κόκκινου χρώματος στο φλοιό. Επειδή οι πράσινες ελιές της ‘Κονσερβολιάς’ προορίζονται για επεξεργασία ‘Ισπανικού τύπου’, πρέπει κατά την αποθήκευσή τους να διατηρείται όσο κατά το δυνατόν ο ομοιόμορφος και βαθύς πράσινος χρωματισμός του φλοιού τους (Nanos *et al.*, 2002).

Στο Πείραμα Α, όπου μελετήθηκαν οι αυξανόμενες συγκεντρώσεις του αιθυλενίου, την 1<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού το χρώμα του φλοιού των καρπών της επέμβασης του μάρτυρα αντιστοιχούσε σε σκούρο πράσινο, γεγονός που επιβεβαιώνεται από την τιμή της παραμέτρου  $h^o$  (118,2) σε συνδυασμό με τις τιμές του  $L^*$  (59) και του  $C^*$  (42,5). Μετά το πέρας του χειρισμού είχαν εμφανιστεί ακανόνιστες περιοχές κόκκινου χρώματος στο ελιών και οι τιμές όλων των παραμέτρων του χρώματος στους καρπούς του μάρτυρα μειώθηκαν ( $L^* = 51,44$ ,  $h^o = 101,2$  και  $C^* = 29,9$ ), υποστηρίζοντας αυτήν την αλλαγή του χρώματος. Όμως, στους καρπούς που είχαν δεχθεί τις δύο υψηλότερες συγκεντρώσεις του αιθυλενίου (100 και 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$ ) παρεμποδίστηκε η εμφάνιση του κόκκινου χρώματος στο φλοιό, με αποτέλεσμα το  $h^o$  να έχει τιμή  $\sim 110$  και το πράσινο χρώμα να παραμένει.

Στα Πειράματα Β και Γ, όπου μελετήθηκαν οι επιδράσεις του αιθυλενίου και των παρεμποδιστών του, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές ανάμεσα στις επεμβάσεις στις συντεταγμένες του χρώματος, αν και οι ελιές κατά την έναρξη του χειρισμού βρίσκονταν σε παρόμοιο στάδιο με αυτό του Πειράματος Α. Ωστόσο, στο Πείραμα Β παρατηρήθηκε ότι η επέμβαση με SN δεν παρεμπόδισε την εμφάνιση του κόκκινου χρώματος και οι τιμές του  $h^o$  στις επεμβάσεις του μάρτυρα και του SN ήταν παρόμοιες (93 και 95, αντίστοιχα). Η προώθηση του κόκκινου χρωματισμού από τον SN επιβεβαιώνεται και από τις τιμές του  $L^*$ , οι οποίες ήταν χαμηλότερες από τις αντίστοιχες των καρπών των υπολοίπων επεμβάσεων, αν και στατιστικά οι διαφορές ήταν μη σημαντικές.

Η παρεμπόδιση της εμφάνισης του κόκκινου χρώματος στο φλοιό πράσινων ελιών από το αιθυλένιο έχει αναφερθεί και από άλλους ερευνητές. Σε πράσινους καρπούς της ίδιας ποικιλίας, σε παρόμοιο στάδιο με της παρούσας εργασίας, το αιθυλένιο μετασυλλεκτικά παρεμπόδισε την εμφάνιση του κόκκινου χρώματος, στους 25 °C, για διάστημα 10 ημερών (Tsantili and Pontikis, 2004). Επίσης, σε πράσινες και πρασινοκόκκινες ελιές ποικιλίας Manzanillo το αιθυλένιο μετασυλλεκτικά προώθησε την αποδόμηση των χλωροφυλλών σε θερμοκρασία 20 – 24 °C, αλλά παρεμπόδισε τη συσσώρευση των ανθοκυανών (Shulman *et al.*, 1974). Επίσης, έχει αναφερθεί ότι οι προσυλλεκτικοί χειρισμοί με AVG



καθυστερούν τον κόκκινο χρωματισμό καρπών ‘Κονσερβολιάς’ κατά την παραμονή τους στο δένδρο, αλλά και κατά την αποθήκευσή τους για 7 ημέρες στους 20 °C (Tsantili *et al.*, 2012). Παρεμπόδιση αποπρασινισμού με αιθυλένιο έχει παρατηρηθεί σε πορτοκάλια όπου το αιθυλένιο σε συγκέντρωση 1250  $\mu\text{L L}^{-1}$  παρεμπόδισε τον αποπρασινισμό στους 15 °C, ενώ, παρόμοια παρεμπόδιση δεν παρατηρήθηκε στους 25 °C (Knee *et al.*, 1988). Αντίθετα, οι Nanos *et al.* (2002) αναφέρουν ότι οι μετασλλεκτικές επεμβάσεις με προπυλένιο, του οποίου η δράση είναι παρόμοια με του αιθυλενίου, προώθησαν τον κόκκινο χρωματισμό σε πράσινες ελιές ποικιλίας Κονσερβολιά στους 20 °C.

Επειδή, οι καρποί των περισσότερων ποικιλιών της ελιάς δεν περιέχουν καροτένια (Mínguez-Mosquera and Gallardo-Guerrero, 1995) κατά την αλλαγή του χρώματος των καρπών από πράσινο σε κόκκινο συνυπάρχουν στο φλοιό του καρπού περιοχές και με τα δύο χρώματα. Το γεγονός αυτό καθιστά δύσκολο τον εντοπισμό διαφορών στο χρώμα χρησιμοποιώντας αντικειμενικές μεθόδους μέτρησης μεμονωμένων περιοχών, όπως στην παρούσα μελέτη. Έτσι είναι πιθανό τυχόν διαφορές που υπάρχουν, π.χ. όταν η σύγκριση γίνεται μεταξύ πράσινων ελιών ή όταν ο καρπός αλλάζει χρώμα και αρχίζουν να εμφανίζονται κόκκινες περιοχές στο φλοιό, να είναι δύσκολο να εντοπιστούν ή να μην μπορούν να αξιολογηθούν σωστά (Tsantili and Pontikis, 2004). Το γεγονός αυτό θα μπορούσε πιθανά να εξηγήσει γιατί τα αποτελέσματα στα Πειράματα Β και Γ δεν κατέληξαν σε ασφαλή συμπεράσματα. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι στο στάδιο του ‘γαλακτώματος’ οι αλλαγές γίνονται ορατές μάλλον απότομα, σε κάποιο κρίσιμο σημείο. Τα στάδια της πορείας του καρπού μέχρι το σημείο αυτό μπορεί να παίζουν σημαντικό ρόλο σε σχέση με την ‘ευαισθησία’ (κατά Firn, 1986) του καρπού στο αιθυλένιο, χωρίς όμως οι διαφορές να είναι εμφανείς. Κατά συνέπεια, η ‘απόκριση’ στο αιθυλένιο μπορεί να διέφερε μεταξύ των πειραμάτων λόγω του διαφορετικού σταδίου των καρπών, που δεν ήταν δυνατόν να εντοπιστεί ορατά ή με τις μετρήσεις που έγιναν κατά τη συγκομιδή.

#### **3.4.2. Περιεκτικότητα σε υγρασία**

Η περιεκτικότητα των καρπών σε υγρασία πριν του χειρισμούς υπολογίστηκε στο 65%. Το ποσοστό αυτό είναι παρόμοιο με αυτό που αναφέρουν οι Cardoso *et al.* (2009) για μαύρες ελιές ‘Κονσερβολιάς’ (~67%) και με αυτό που αναφέρεται σε μαύρες ελιές ‘Ascolano’ (~68%) (Agar *et al.*, 1998) και λίγο υψηλότερο σε σύγκριση με αυτό που αναφέρεται για τις ποικιλίες Douro, Manzanillo και Sevillano (~61%) (Agar *et al.*, 1998; Mafra *et al.*, 2001).

### 3.4.3. Αναπνοή των καρπών και έκλυση αιθυλενίου

Αρχικά, είναι ευρέως γνωστό από τη βιβλιογραφία ότι μετασυλλεκτικά το αιθυλένιο προκαλεί αύξηση της αναπνοής διαφόρων φρούτων (Kays, 1991). Στα Πειράματα Β και Γ μελετώντας την μετασυλλεκτική επίδραση του αιθυλενίου και των παρεμποδιστών του εκτιμήθηκε η αναπνοή των καρπών κατά τη διάρκεια του χειρισμού στους 20 °C. Αυτό που παρατηρήθηκε είναι ότι υπό την επίδραση του αιθυλενίου η ένταση της αναπνοής των καρπών διατηρήθηκε σε υψηλά επίπεδα μέχρι και την 5<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού. Μάλιστα, η έκλυση του CO<sub>2</sub>, κατά την 5<sup>η</sup> ημέρα, από τους καρπούς της επέμβασης του αιθυλενίου ήταν υψηλότερη ~1,75 φορές από αυτήν των καρπών που είχαν δεχθεί όλες τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Παρόμοια μετασυλλεκτική επίδραση του αιθυλενίου και του προπυλενίου στην αναπνοή πράσινων ώριμων ελιών της ίδιας ποικιλίας έχει παρατηρηθεί και από άλλους ερευνητές (Nanos *et al.*, 2002; Tsantili and Pontikis, 2004). Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η έκλυση του CO<sub>2</sub> από τις ελιές κατά τη συγκομιδή (1,6 mmol CO<sub>2</sub> Kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) εκτιμήθηκε σε παρόμοια επίπεδα με αυτά που αναφέρονται από τους Tsantili and Pontikis (2004) (~1,5 mmol CO<sub>2</sub> Kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) και μειωμένη κατά το ήμισυ σε σχέση με τις εκτιμήσεις των Nanos *et al.* (2002a) (~3 mmol CO<sub>2</sub> Kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) σε ελιές της ίδιας ποικιλίας και περίπου στο ίδιο στάδιο ωριμότητας, αλλά ήταν αρκετά χαμηλότερα από ελιές σε παρόμοιο στάδιο ωριμότητας των ιταλικών ποικιλιών Leccino και Frantoio (~5 mmol CO<sub>2</sub> Kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) (Ranalli, 1998) και της ισπανικής Hojiblanca (~6 mmol CO<sub>2</sub> Kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) (Fernández-Bolaños *et al.*, 1997).

Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκε έκλυση αιθυλενίου σε μετρήσιμες τιμές, από τους καρπούς όλων των επεμβάσεων και σε όλες τις ημέρες του χειρισμού, πιθανά λόγω του πρώιμου σταδίου ωριμότητας. Από τη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι οι μετασυλλεκτικές επεμβάσεις με αιθυλένιο δεν προώθησαν την έκλυση του αιθυλενίου σε μετρήσιμα επίπεδα σε πράσινες ελιές (Fernández-Bolaños *et al.*, 1997). Οι προηγούμενοι ερευνητές προτείνουν ότι η αύξηση στην έκλυση του αιθυλενίου από τους καρπούς της ελιάς συμπίπτει με την αλλαγή του χρώματος, δηλαδή όταν έχει αρχίσει η εμφάνιση του κόκκινου χρώματος στο φλοιό (πρασινοκόκκινες ελιές). Τέλος, σε μελλοντικές εργασίες προτείνεται η χρήση σύγχρονων μεθόδων φασματοσκοπίας (laser photoacoustic spectroscopy), όπου μπορεί να ανιχνευτεί και να μετρηθεί με ακρίβεια το αιθυλένιο σε συγκεντρώσεις μικρότερες του 0,01 part per billion volume. Η συγκεκριμένη τεχνική έχει εφαρμοστεί στη φράουλα, μη-κλιμακτηριακός καρπός, για να διερευνηθούν οι επιδράσεις του αιθυλενίου σε διεργασίες που σχετίζονται με την ωρίμανση του καρπού (Iannetta *et al.*, 2006).

#### 3.4.4. Συνεκτικότητα των καρπών

Στο Πείραμα Α η υψηλότερη συγκέντρωση του αιθυλενίου ( $1000 \mu\text{L L}^{-1}$ ) αύξησε την F των καρπών μέσα σε μία ημέρα. Επίσης, παρατηρείται μία τάση αύξησης της F αυξανόμενης της συγκέντρωσης του αιθυλενίου που έχει δοθεί μετασυλλεκτικά στους καρπούς. Παρόμοια αύξηση της F υπό την επίδραση του αιθυλενίου παρατηρήθηκε και στα Πειράματα Β και Γ, όπου την 1.5 ημέρα του χειρισμού στους καρπούς που είχαν δεχθεί την επέμβαση με αιθυλένιο η F αυξήθηκε και οι τιμές της ήταν σημαντικά υψηλότερες από αυτές των καρπών των επεμβάσεων με τους παρεμποδιστές του αιθυλενίου αλλά και του μάρτυρα. Επιπλέον, εξετάζοντας τις PCA και συγκεκριμένα τα score plot των Πειραμάτων Β και Γ (Γραφήματα 3.19 και 3.20) παρατηρείται ότι οι τιμές που αντιστοιχούν στην επέμβαση του αιθυλενίου τη 1.5 ημέρα του χειρισμού είναι πολύ κοντά με την παράμετρο F.

Η παρεμπόδιση του μαλακώματος και η αύξηση F πράσινων ελιών υπό την μετασυλλεκτική επίδραση του αιθυλενίου έχει αναφερθεί και από άλλους ερευνητές. Οι Tsantili and Pontikis (2004) αναφέρουν ότι μετασυλλεκτικά το αιθυλένιο σε συγκέντρωση  $1000 \mu\text{L L}^{-1}$  καθυστέρησε το μαλάκωμα πράσινων καρπών 'Κονσερβολιάς'. Στη συγκεκριμένη εργασία δίνονται διαστήματα για τις τιμές της F και δεν είναι εύκολη η σύγκριση των αποτελεσμάτων με της παρούσης. Ωστόσο, παρατηρείται μία τάση αύξησης της F. Οι Nanos *et al.* (2002) παρατήρησαν ότι το προπυλένιο, του οποίου η δράση είναι παρόμοια με του αιθυλενίου, παρεμπόδισε τις απώλειες στην συνεκτικότητα πράσινων καρπών 'Κονσερβολιάς' κατά την αποθήκευσή τους στους  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ , όμως αντίστοιχη παρεμπόδιση δεν παρατήρησαν στους  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Σε παρόμοιες παρατηρήσεις κατέληξαν και οι Shulman *et al.* (1974), όπου μετασυλλεκτικά το αιθυλένιο παρεμπόδισε το μαλάκωμα και αύξησε τη συνεκτικότητα πράσινων ελιών 'Manzolino', κατά την παραμονή τους στους  $20 - 24 \text{ }^\circ\text{C}$  για διάστημα 14 ημερών.

Μετά από ανασκόπηση της βιβλιογραφίας προτάθηκε να μετρηθεί η συγκέντρωση της λιγνίνης στο εδώδιμο μέρος των καρπών, διότι είναι πιθανή η αύξηση της συγκέντρωσής της μετασυλλεκτικά υπό την επίδραση του αιθυλενίου σε μερικούς μη-κλιμακτηριακούς καρπούς (Cai *et al.*, 2006). Με τη βιοχημική μέθοδο που ακολουθήθηκε και προτείνεται από τη βιβλιογραφία δεν ήταν δυνατή η μέτρηση της λιγνίνης. Με τη χρήση πρότυπης ουσίας λιγνίνης προσδιορίστηκε το κατώτερο όριο της μεθόδου στα  $0,001 \text{ mg λιγνίνης g}^{-1} \text{ DW}$ , γεγονός που οδήγησε στο συμπέρασμα ότι η συγκέντρωση της στο εδώδιμο μέρος της 'Κονσερβολιάς' είναι μικρότερη του κατώτερου ορίου της μεθόδου. Με σκοπό να αποκλειστεί η πιθανότητα ότι η αύξηση της F ήταν αποτέλεσμα της αύξησης της συγκέντρωσης της λιγνίνης, πραγματοποιήθηκε χρώση με PhI και παρατήρηση εγκάρσιων τομών από καρπούς όλων των επεμβάσεων στο οπτικό μικροσκόπιο. Με τη χρώση της PhI επιβεβαιώθηκε η παρουσία κυττάρων λιγνίνης, αλλά δεν σημειώθηκε κάποια διαφορά στην συχνότητα της εμφάνισής τους στο μεσοκάρπιο ανάμεσα στους καρπούς όλων των επεμβάσεων και όλων των ημερών του χειρισμού. Το μόνο που παρατηρήθηκε ήταν μία τάση αύξησης της συχνότητας τους στα τμήματα του μεσοκαρπίου που

βρίσκονταν πιο κοντά στο ενδοκάρπιο, γεγονός που συμπίπτει με τις παρατηρήσεις των Araujo *et al.* (1994).

Το γεγονός ότι η αύξηση της F των καρπών δεν οφείλεται σε αύξηση της συγκέντρωσης της λιγνίνης έρχεται σε αντίθεση με τα ευρήματα άλλων ερευνητών σε μη-κλιμακτηριακούς καρπούς. Συγκεκριμένα, οι Cai *et al.* (2006) αναφέρουν ότι η αύξηση της συνεκτικότητας του μούσμουλου κατά την έκθεσή του σε υψηλές θερμοκρασίες (20 °C) περιλαμβάνει τη συντονισμένη ρύθμιση της βιοσύνθεσης της λιγνίνης και της σύγχρονης υδρόλυσης της κυτταρίνης. Επιπλέον, η μετασυλλεκτική επέμβαση με αιθυλένιο (100  $\mu\text{L L}^{-1}$ ) οδήγησε σε περαιτέρω αύξηση της F και της συγκέντρωσης της λιγνίνης, ενώ αύξησε και τη δραστηριότητα των ενζύμων που θεωρούνται υπεύθυνα για τη βιοσύνθεση της λιγνίνης, όπως η αμμώνιο-λυάση της φαινυλαλανίνης (Phenylalanine Ammonia Lyase), η υπεροξειδάση (Peroxidase) και η αφυδρογονάση της κινναμυλικής αλκοόλης (Cinnamyl Alcohol Dehydrogenase). Ενώ, η επέμβαση με 1-MCP στα μούσμουλα οδήγησε στα αντίθετα αποτελέσματα. Επίσης, έχει προταθεί ότι το αιθυλένιο συμβάλλει αρνητικά στην αντιμετώπιση της εμφάνισης κρουτραυματισμών, με συνεπακόλουθη αύξηση της συγκέντρωσης της λιγνίνης, σε ευαίσθητη ποικιλία μούσμουλου (Wang *et al.*, 2010). Οι τελευταίοι ερευνητές κατέληξαν στην πρόταση αυτή μελετώντας την έκφραση τριών γονιδίων υποδοχέων του αιθυλενίου κατά την αποθήκευση των καρπών σε χαμηλές θερμοκρασίες και μετά από χειρισμό με 1-MCP, και προτείνουν ότι πιθανά δύο από αυτά τα γονίδια να εμπλέκονται στη δημιουργία λιγνίνης και συνεπώς στην εμφάνιση συμπτωμάτων κρουτραυματισμού. Παρόμοια και οι Dangcham *et al.* (2008) αναφέρουν ότι η αύξηση της συνεκτικότητας στο μάνγκοστιν κατά τη συντήρησή στους 6 °C και 12 °C είναι αποτέλεσμα της επαγωγής της σύνθεσης της λιγνίνης και σχετίζεται με την αύξηση της δραστηριότητας, αλλά και της έκφρασης των γονιδίων της PAL και της POD. Οι συγκεκριμένοι ερευνητές όμως δεν συνδέουν την αύξηση της συνεκτικότητας με κάποια επίδραση του αιθυλενίου. Ανάλογη αύξηση της συγκέντρωσης της λιγνίνης και της πρόδρομης ουσίας της, του κουμαρικού οξέος (coumaric acid), έχει παρατηρηθεί στο σπαράγγι μετά από μετασυλλεκτικό χειρισμό με αιθυλένιο (1  $\mu\text{L L}^{-1}$ ) και κατά την έκθεσή του στους 22 °C για 5 ημέρες, ενώ ο χειρισμός με 1-MCP καθυστέρησε την αύξηση της συγκέντρωσης της λιγνίνης (Liu and Jiang, 2006). Παρόμοιες με τις προαναφερθείσες μετασυλλεκτικές επιδράσεις του αιθυλενίου και του 1-MCP έχουν παρατηρηθεί κατά την αποθήκευση βλαστών μπαμπού (για βρώση) (Luo *et al.*, 2007). Τέλος, αναφέρεται ότι επιπλέον της προγραμματισμένης εναπόθεσης της λιγνίνης κατά την ανάπτυξη ενός ιστού, η βιοσύνθεσή της μπορεί να προκληθεί και από διάφορους βιοτικούς ή αβιοτικούς παράγοντες καταπόνησης, όπως τραυματισμούς, επιθέσεις από παθογόνα, μεταβολικές καταπονήσεις και διαταράξεις του κυτταρικού τοιχώματος (Caño-Delgado *et al.*, 2003). Στην παρούσα όμως εργασία, η αύξηση της F υπό την επίδραση του αιθυλενίου, δεν φάνηκε να σχετίζεται με τη λιγνίνη και για το λόγο αυτό η μελέτη συνεχίστηκε σε συστατικά του κυτταρικού τοιχώματος.

### 3.4.5. Συστατικά του κυτταρικού τοιχώματος των καρπών

Ως επόμενο βήμα σχεδιάστηκε η εκτίμηση της συγκέντρωσης των πηκτινών στο κυτταρικό τοίχωμα των καρπών, είτε ως TPC ή ως επιμέρους κλάσματα, καθώς και ο βαθμός εστεροποίησης των πηκτινών που εκτιμήθηκε ως το ποσοστό των ελεύθερων καρβοξυλικών ομάδων στο AIR. Πριν την έναρξη του χειρισμού, η συγκέντρωση του AIR στους καρπούς εκτιμήθηκε  $\sim 300 \text{ mg g}^{-1} \text{ DW}$ , των TPC  $\sim 30 \text{ mg GLA g}^{-1} \text{ DW}$ , των WSP  $\sim 3,5 \text{ mg GLA g}^{-1} \text{ DW}$  και ο DE  $\sim 75\%$ . Σε μαύρες ελιές της ίδιας ποικιλίας η συγκέντρωση του AIR εκτιμήθηκε στα  $170 \text{ mg g}^{-1} \text{ DW}$  (Cardoso *et al.*, 2010), ενώ σε μαύρες ελιές των ποικιλιών Douro και Θάσου η συγκέντρωση του AIR εκτιμήθηκε στα 120 και  $91 \text{ mg g}^{-1} \text{ DW}$ , αντίστοιχα (Cardoso *et al.*, 2007; Mafra *et al.*, 2007). Επιπλέον, η συγκέντρωση των TPC και ο DE σε πράσινες ώριμες ελιές της ποικιλίας Hojiblanca έχουν προσδιοριστεί  $\sim 20 \text{ mg GLA g}^{-1} \text{ DW}$  και  $\sim 65\%$ , αντίστοιχα (Mínguez-Mosquera *et al.*, 2002). Σε μαύρες ελιές ‘Κονσερβολιάς’ οι Cardoso *et al.* (2009) αναφέρουν ότι η συγκέντρωση των TPC ήταν  $\sim 20 \text{ mg g}^{-1} \text{ DW}$  και οι Tsantili *et al.* (2008) εκτίμησαν τη συγκέντρωση των TPC  $\sim 20 \text{ mg GLA g}^{-1} \text{ DW}$  (ως άθροισμα των επιμέρους κλασμάτων που μέτρησαν), ενώ των WSP  $\sim 5 \text{ mg GLA g}^{-1} \text{ DW}$  (λαμβάνοντας υπόψη ότι η περιεκτικότητα των καρπών σε υγρασία ήταν  $\sim 65\%$ ). Οι διαφορές αυτές οφείλονται κυρίως στο διαφορετικό στάδιο ωριμότητας των καρπών, εφόσον αναφέρεται στη βιβλιογραφία ότι κατά την ωρίμανση των ελιών μειώνεται η συγκέντρωση των συστατικών του κυτταρικού τοιχώματος (Huisman *et al.*, 1996) και συγκεκριμένα μειώνεται τόσο η συγκέντρωση των TPC όσο και ο DE (Mínguez-Mosquera *et al.*, 2002). Επίσης, η πλειοψηφία των αλλαγών που συμβαίνουν στα μόρια των πηκτινών κατά την ωρίμανση των ελιών αφορούν σε διαδικασίες αποπολυμερισμού, απο-εστεροποίησης και απώλειας των σακχάρων των πλευρικών αλυσίδων των πηκτινών (Vierhuis *et al.*, 2000), οδηγώντας στη μείωση της συγκέντρωσης του AIR και των TPC και ταυτόχρονη αύξηση των WSP. Μολονότι τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας δεν μπορούν να συγκριθούν άμεσα με τις αλλαγές που παρατηρούνται κατά την ωρίμανση των ελιών, παρόλα αυτά αρκετές από τις διεργασίες που προωθούνται κατά την ωρίμανση παρουσιάζουν κάποια ομοιότητα με διεργασίες που προωθούνται κατά την έκθεση των ελιών σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, μετασυλλεκτικά.

Υπό την μετασυλλεκτική επίδραση του αιθυλενίου, την 1.5 ημέρα του χειρισμού, αυξήθηκε ο DE και οι συγκεντρώσεις των CDTASP,  $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{SP}$ , TS και της CL, και μειώθηκε δραστικά η συγκέντρωση των WSP. Το ίδιο διάστημα παρατηρήθηκε η αύξηση της F. Ενώ, η συγκέντρωση των TPC στους ίδιους καρπούς παρέμεινε σε αυξημένα επίπεδα την 5<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού, σε αντίθεση τους καρπούς του μάρτυρα και των υπόλοιπων επεμβάσεων. Τα παραπάνω γεγονότα συνηγορούν στο γεγονός ότι το αιθυλένιο όχι μόνο παρεμποδίζει το μαλάκωμα των καρπών της ελιάς, αλλά προωθεί και την αύξηση της F. Αυτό μπορεί να αποδοθεί, σε ένα βαθμό τουλάχιστον, σε μία ‘αναδιάταξη’ των συστατικών του κυτταρικού τοιχώματος, σε μορφή περισσότερο σταθερή ή ‘αδιάλυτη’, όπως

υποστηρίζεται από τα αποτελέσματα της κλασματοποίησης του τοιχώματος. Αντίθετα, η επέμβαση με 1-MCP αύξησε τη συγκέντρωση των WSP και ταυτόχρονα μείωσε τις συγκεντρώσεις όλων των υπόλοιπων πηκτικών κλασμάτων, καθώς και των TS, της CL και τον DE. Στην παρούσα μελέτη, η κατά κανόνα παρόμοια συμπεριφορά των καρπών της επέμβασης με 1-MCP με εκείνη με 1-MCP+Αιθυλένιο, επιβεβαίωσε ότι το 1-MCP δεν αντικαθιστάται από το αιθυλένιο (Serek *et al.*, 2006), ενώ ταυτόχρονα βοήθησε στη διευκρίνιση του ρόλου του αιθυλενίου στις μεταβλητές που μελετήθηκαν. Επιπρόσθετα, εξετάζοντας την PCA και το score plot (Γράφημα 3.20) υποστηρίζονται τα παραπάνω από το ότι οι τιμές που αντιστοιχούν στην επέμβαση του 1-MCP την 1.5 και την 5<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού βρίσκονται εγγύτερα στην παράμετρο WSP και ότι οι τιμές που αντιστοιχούν στην επέμβαση του αιθυλενίου τη 1.5 ημέρα του χειρισμού βρίσκονται πολύ κοντά με τις παραμέτρους F, TS, CL και CDTASP.

Επιπλέον, εκτιμήθηκε η συγκέντρωση των TS και της CL στο κυτταρικό τοίχωμα των ελιών. Κατά τη διάρκεια του χειρισμού παρατηρήθηκε μία τάση μείωσης των τιμών των TS και της CL στους καρπούς του μάρτυρα. Μείωση των επιμέρους σακχάρων του κυτταρικού τοιχώματος, κύρια της αραβινόζης, κατά την ωρίμανση των καρπών της ελιάς έχει παρατηρηθεί από τους Mafra *et al.* (2001) και τους Cardoso *et al.* (2007). Επίσης, έχει παρατηρηθεί μείωση της συγκέντρωσης της CL, κατά τα τελευταία στάδια της ωρίμανσης του καρπού, που πιθανά να οφείλεται στη δράση κυτταρινασών ή/και ημικυτταρινασών (Jiménez *et al.*, 2001). Επιπλέον, προτείνεται από τη βιβλιογραφία ότι το μαλάκωμα των καρπών της ελιάς είναι αποτέλεσμα των τροποποιήσεων των πολυσακχαριτών του κυτταρικού τοιχώματος, που σχετίζονται με τη δραστηριότητα ενδογενών ενζύμων, υπεύθυνων για την αποδόμησή του κυτταρικού τοιχώματος, ενώ παρατηρείται και σύνθεση νέων πολυσακχαριτών (Cardoso *et al.*, 2007; Heredia *et al.*, 1993). Μολονότι τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας δεν είναι άμεσα συγκρίσιμα με των προαναφερθέντων ερευνητών, παρόλα αυτά η έκθεση στους 20 °C πιθανά να προώθησε κάποιες διεργασίες ωρίμανσης. Αν και η παρούσα εργασία δεν έχει ασχοληθεί με την μελέτη των επιμέρους σακχάρων του κυτταρικού τοιχώματος, προτείνεται η εκτίμηση των αλλαγών τους να συμπεριληφθεί σε μελλοντικές μελέτες.

Κατά την εκτίμηση της συγκέντρωσης των TS και της CL στο κυτταρικό τοίχωμα των καρπών παρατηρήθηκε αύξηση της συγκέντρωσής τους στους καρπούς της επέμβασης του αιθυλενίου τη 1.5 ημέρα του χειρισμού. Η αύξηση αυτή επιβεβαιώνεται και από την μικροσκοπική παρατήρηση εγκάρσιων τομών των καρπών. Αναλυτικότερα, μετά από την χρώση Κυτταρίνης – Ιωδίου – Θεικού οξέος παρατηρήθηκε μία τάση αύξησης της κυτταρίνης στα κυτταρικά τοιχώματα των κυττάρων κάτω από την εφυμενίδα στους καρπούς της επέμβασης του αιθυλενίου συγκριτικά με του μάρτυρα τη 1.5 ημέρα του χειρισμού. Παρόμοια, μία τάση αύξησης της κρυσταλλικής μορφής της κυτταρίνης διαπιστώθηκε και κατά την παρατήρηση σε πολωτικό πεδίο.

Δεν υπάρχουν πολλά δεδομένα που να συνδέουν το αιθυλένιο με την σύνθεση ή/και την εναπόθεση της κυτταρίνης στο κυτταρικό τοίχωμα. Οι Luo *et al.* (2007) αναφέρουν ότι η παρεμπόδιση της δράσης του αιθυλενίου με το 1-MCP καθυστέρησε την συσσώρευση της κυτταρίνης σε βλαστούς μπαμπού κατά την έκθεσή τους στους 20 °C για 12 ημέρες, αντίθετα με το αιθυλένιο που την προώθησε. Επίσης, έχει παρατηρηθεί σε σταφύλια της ποικιλίας Cabernet Sauvignon ότι ο χειρισμός με αιθυλένιο (4  $\mu\text{L L}^{-1}$ ) 8 εβδομάδες μετά την πλήρη άνθηση αύξησε την έκφραση των γονιδίων της οικογένειας της συνθετάσης της κυτταρίνης (CS) κατά 1,73 φορές. Οι ίδιοι ερευνητές αναφέρουν μία μικρή αύξηση της CS κατά την αύξηση της ράγας και ότι το αιθυλένιο την ενίσχυσε περισσότερο στους δερματικούς ιστούς (Chervin *et al.*, 2008).

Επιπλέον, ο σχετικά πρόσφατος χαρακτηρισμός φυτών αραβίδωσης με μεταλλάξεις του κυτταρικού τοιχώματος αποκάλυψε μία σχέση μεταξύ της σύνθεσης και της δομής του κυτταρικού τοιχώματος και των μονοπατιών του σήματος του αιθυλενίου και του ιασμονικού οξέος (Pilling and Höfte, 2003). Τροποποιήσεις του κυτταρικού τοιχώματος είναι πιθανόν έμμεσα να προσδίδουν αντοχή σε παθογόνα ενεργοποιώντας μηχανισμούς άμυνας (Cantu *et al.*, 2008). Παραδείγματος χάριν, το μονοπάτι του ιασμονικού οξέος ενεργοποιείται σε φυτά αραβίδωσης με μετάλλαξη στη CS (Ellis *et al.*, 2002). Επίσης, φυτά αραβίδωσης με μετάλλαξη στο ίδιο γονίδιο έχει παρατηρηθεί ότι έχουν αυξημένη αντοχή στα παθογόνα *Ralstonia solanacearum* και *Plectosphaerella cucumerina*, ως αποτέλεσμα της ενεργοποίησης των μονοπατιών του σήματος του αιθυλενίου, του σαλικλικού οξέος και του ιασμονικού οξέος και της σύνθεσης πεπτιδίων με αντιμικροβιακή δράση και ενζύμων που εμπλέκονται στην σύνθεση δευτερογενών μεταβολιτών με αντιπαθογόνο δράση (Hernández-Blanco *et al.*, 2007).

Μία πιθανή ερμηνεία της αύξησης της συνεκτικότητας και κατ' επέκταση της πιθανής ενδυνάμωσης των κυτταρικών τοιχωμάτων του καρπού της ελιάς υπό την μετασυλλεκτική επίδραση του αιθυλενίου είναι ότι ο καρπός είναι πιθανό να αντιλαμβάνεται το εξωγενώς χορηγούμενο αιθυλένιο ως αιθυλένιο που έχει παραχθεί σε ένα άλλο σημείο του ιστού υπό την επίδραση κάποιου τραυματισμού (wound-induced ethylene). Έχει διαπιστωθεί ότι ο τραυματισμός των φρούτων επάγει την βιοσύνθεση αιθυλενίου, κάτω από συνθήκες καταπόνησης, και την έκφραση γονιδίων που σχετίζονται τόσο με την ωρίμανση του καρπού όσο και με την αντοχή του σε παθογόνα (Starrett and Laties, 1993). Σε μερικά από τα γονίδια των οποίων η έκφραση επάγεται από τον τραυματισμό είναι πιθανό η επαγωγή είτε να ρυθμίζεται άμεσα από το σήμα του τραυματισμού, ή να ελέγχεται έμμεσα διαμέσου της επίδρασης του αιθυλενίου, το οποίο παράγεται ως αποτέλεσμα του τραυματισμού (Yokotani *et al.*, 2004). Επιπλέον, ο καρπός της ελιάς, ως μη-κλιμακτηριακός σε αυτό το στάδιο, δεν έχει 'εμπειρία' και είναι σε πρώιμο στάδιο για να ανταποκριθεί σε υψηλές συγκεντρώσεις αιθυλενίου, όπως τα 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$  που χορηγήθηκαν στην παρούσα μελέτη, και πιθανά να 'αντιλαμβάνεται' το αιθυλένιο ως παράγοντα καταπόνησης. Επιπρόσθετα, αναφέρεται στη βιβλιογραφία ότι αλλαγή της σύστασης των αερίων στην

ατμόσφαιρα της αποθήκευσης, καθώς και η παρουσία του αιθυλενίου ακόμα και σε σχετικά μικρές συγκεντρώσεις μπορεί να θεωρηθεί σημαντικός παράγοντας καταπόνησης (Kays, 1991).

Επιπλέον, υποστηρίζεται η ύπαρξη ενός μοντέλου όπου οι υποδοχείς του αιθυλενίου έχουν τόσο επικαλυπτόμενους όσο και σαφώς διαχωρισμένους ρόλους στο μονοπάτι επαγωγής του σήματος του αιθυλενίου. Επίσης, υπάρχει το ενδεχόμενο σε περίπτωση μειωμένου αριθμού υποδοχέων, οι αποκρίσεις στο αιθυλένιο να μεγεθύνονται και η 'ευαισθησία' του ιστού να αυξάνεται (Binder, 2008). Επιπρόσθετα, η αναλογία των μελών της οικογένειας των υποδοχέων σε συγκεκριμένα κύτταρα είναι πιθανό να επηρεάζει τις σχέσεις δόσης – απόκρισης, οι οποίες μπορεί να διαφέρουν σημαντικά ανάμεσα στους διαφορετικούς ιστούς και να έχουν ως αποτέλεσμα διαφόρων ειδών αποκρίσεις (Bleecker, 1999). Στην παρούσα εργασία, το γεγονός αυτό πιθανά να εξηγεί σε ένα βαθμό την αντίδραση των καρπών της ελιάς οι οποίοι βρίσκονταν σε πρώιμο στάδιο ωριμότητας, η έκλυση του αιθυλενίου ήταν κάτω από τα όρια ανίχνευσης (basal levels) και είναι πιθανό ο αριθμός των υποδοχέων του αιθυλενίου να ήταν περιορισμένος και κατ' επέκταση η 'ευαισθησία' του καρπού (κατά Firn, 1986) και οι αποκρίσεις του στο αιθυλένιο να ήταν αυξημένες. Τέλος, ένα προτεινόμενο πεδίο για τη συνέχιση της παρούσας έρευνας είναι η χρήση μοριακών τεχνικών με σκοπό να μελετηθούν τα γονίδια που εκφράζονται υπό την επίδραση του αιθυλενίου, σε καρπούς διαφόρων σταδίων ωριμότητας.

#### **3.4.6. Αντιοξειδωτική ικανότητα και φαινολικές ουσίες**

Η σύσταση των καρπών της ελιάς σε φαινολικές ουσίες έχει μελετηθεί διεξοδικά από αρκετές ομάδες ερευνητών (Ryan and Robards, 1998). Επιπλέον, τα τελευταία χρόνια η κατανάλωση των βρώσιμων ελιών έχει αυξηθεί λόγω της αυξημένης διατροφικής τους αξίας, η οποία σε μεγάλο ποσοστό οφείλεται στις φαινολικές ουσίες των καρπών με υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητα (Baiano *et al.*, 2009).

Η συγκέντρωση των TP στο εδάδιμο μέρος των καρπών εκτιμήθηκε  $\sim 25 \text{ mg GAE g}^{-1} \text{ DW}$  και η TAC  $\sim 115 \text{ mol TE g}^{-1} \text{ DW}$ , στις ελιές της επέμβασης του μάρτυρα κατά τη συγκομιδή. Οι τιμές των TP είναι σε γενική συμφωνία με αυτές που αναφέρονται από άλλους ερευνητές σε ελιές διαφορετικών ποικιλιών, αλλά παρόμοιου σταδίου ωριμότητας (Baiano *et al.*, 2009; Bouaziz *et al.*, 2004; Bouaziz *et al.*, 2010; Briante *et al.*, 2002b) και τα επίπεδα της TAC συμφωνούν με αυτά της βιβλιογραφίας που αφορούν ελιές της ποικιλίας Κονσερβολιά στο ίδιο στάδιο ωριμότητας (Tsantili *et al.*, 2010; Tsantili *et al.*, 2012). Κατά την μελέτη των μεμονωμένων φαινολικών ουσιών στο εδάδιμο μέρος των ελιών ταυτοποιήθηκαν και ποσοτικοποιήθηκαν οι παρακάτω ουσίες: OLE, HT, TYR, LUT-7, RUT και LUT. Στην παρούσα μελέτη η συγκέντρωση της OLE προσδιορίστηκε  $\sim 6 \text{ mg g}^{-1} \text{ DW}$  και είναι σε γενική συμφωνία με τις τιμές που αναφέρουν οι Briante *et al.* (2002) σε πράσινες ελιές δύο ιταλικών ποικιλιών στο ίδιο στάδιο ωριμότητας ( $\sim 4 - 6 \text{ mg g}^{-1} \text{ DW}$ , αν λάβουμε υπόψη ότι το ποσοστό της υγρασίας είναι  $\sim 65\%$ ). Κατά την έκθεση των ελιών στους  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  η συγκέντρωση της OLE αυξήθηκε  $\sim 2$  φορές από τη



συγκομιδή στην 10<sup>η</sup> ημέρα. Η αύξηση της OLE κατά την έκθεση των καρπών σε θερμοκρασία ωρίμανσης αναφέρεται και επιβεβαιώνεται με τη χρήση MS από τους Tsantili *et al.* (2012) σε ελιές της ίδιας ποικιλίας και παρόμοιου σταδίου ωριμότητας, καθώς επίσης και σε ελιές ‘Κορωνέικης’, όπως αναφέρεται σε προηγούμενο κεφάλαιο της παρούσας μελέτης.

Η συγκέντρωση της HT εκτιμήθηκε ~170  $\mu\text{g g}^{-1}$  DW κατά τη συγκομιδή και μειώθηκε ~1,5 φορά τις πρώτες 36 ώρες του χειρισμού. Οι τιμές της HT είναι υψηλότερες από αυτές που αναφέρονται στην βιβλιογραφία για ελιές της ίδιας ποικιλίας και σταδίου ωριμότητας (Tsantili *et al.*, 2012), αλλά αποτελεί συχνό φαινόμενο να παρατηρούνται τόσο ποσοτικές όσο και ποιοτικές διαφορές στα φαινορικά συστατικά του ελαιόκαρπου, οι οποίες οφείλονται στο διαφορετικό στάδιο ωριμότητας του καρπού, σε περιβαλλοντικούς παράγοντες και σε διαφορετικές καλλιεργητικές τεχνικές (Briante *et al.*, 2002a; Briante *et al.*, 2002b; Ryan and Robards, 1998).

Οι συγκεντρώσεις των υπόλοιπων φαινολικών συστατικών ήταν σε γενική συμφωνία με ότι αναφέρεται στη βιβλιογραφία (Tsantili *et al.*, 2012) και οι διακυμάνσεις που παρατηρήθηκαν κατά τη διάρκεια χειρισμού και υπό την επίδραση των επεμβάσεων δεν ήταν σταθερές και στατιστικά σημαντικές.

#### **3.4.7. Επίδραση του αιθυλενίου στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιόκαρπου**

Οι πράσινοι καρποί της ‘Κονσερβολιάς’ προορίζονται για επιτραπέζια χρήση και κύρια για ‘Ισπανικού τύπου’ μεταποίηση. Ο συγκεκριμένος τρόπος επεξεργασίας προϋποθέτει καρπούς με βαθύ πράσινο χρωματισμό και συνεκτικούς, κατά τη συγκομιδή (Nanos *et al.*, 2002). Καρποί με περιοχές κόκκινου χρώματος στο φλοιό τους και μειωμένες τιμές συνεκτικότητας είτε απορρίπτονται κατά τη διαλογή ή οδηγούν στην παραγωγή προϊόντων υποβαθμισμένης ποιότητας, και κατ’ επέκταση μειωμένης οικονομικής αξίας. Επιπλέον, το χρώμα και η συνεκτικότητα των πράσινων ελιών αποτελούν επιθυμητά ποιοτικά χαρακτηριστικά, που ταυτόχρονα είναι αντιληπτά από τον καταναλωτή. Αντίθετα, οι φαινολικές ουσίες και η αντιοξειδωτική ικανότητα των καρπών αποτελούν ποιοτικά χαρακτηριστικά που δεν είναι αντιληπτά από τον καταναλωτή, μολονότι τα επίπεδα τους επηρεάζουν τη διατροφική αξία του τελικού προϊόντος. Συνεπώς, οι τιμές των ποιοτικών χαρακτηριστικών των ελιών κατά τη συγκομιδή πρέπει να είναι υψηλές και στα επιθυμητά επίπεδα, διότι κατά την επεξεργασία τα όποια ελαττώματα τους μεγεθύνονται (Tsantili *et al.*, 2012).

Στην παρούσα μελέτη οι μετασυλλεκτικές επεμβάσεις με αιθυλένιο, σε υψηλές συγκεντρώσεις, σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, παρεμπόδισαν σε ένα βαθμό την εμφάνιση περιοχών κόκκινου χρώματος στο φλοιό και αύξησαν τη συνεκτικότητα των καρπών. Παράλληλα, το αιθυλένιο δεν είχε αρνητικές επιδράσεις στη διατροφική αξία των ελιών, διότι τα επίπεδα των φαινολικών ουσιών και η αντιοξειδωτική τους ικανότητα διατηρήθηκαν σε υψηλά επίπεδα, παρόμοια με της συγκομιδής. Κατά

συνέπεια, οι παραπάνω επιδράσεις του αιθυλενίου είναι πιθανό να επιτρέπουν την έκθεση των πράσινων ελιών, για μικρό χρονικό διάστημα (έως 5 ημέρες), δίνοντας χρόνο στη βιομηχανία να επεξεργαστεί μεγάλο όγκο πρώτης ύλης. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω προτείνεται να δοκιμαστεί πειραματικά η μετασλλεκτική χρήση του αιθυλενίου σε πράσινες ελιές, με την ταυτόχρονη εκτίμηση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των καρπών μετά την επεξεργασία, με σκοπό την πρακτική του εφαρμογή.

#### **3.4.8. Συμπεράσματα**

Το Κεφάλαιο 3 περιελάμβανε 3 Πειράματα, στα οποία μελετήθηκαν οι μεταβολές στο χρώμα, στην υφή (συνεκτικότητα και χαρακτηριστικά κυτταρικού τοιχώματος), στην ένταση της αναπνοής και στις φαινολικές ενώσεις, σε πράσινους καρπούς 'Κονσερβολιάς', μετά από συνεχή χειρισμό με αιθυλένιο, σε θερμοκρασία 20 °C, για χρονικό διάστημα έως 10 ημέρες.

Στο Πείραμα Α, μελετήθηκαν οι μεταβολές στο χρώμα και στη συνεκτικότητα (F) των καρπών υπό την συνεχή επίδραση 6 αυξανόμενων συγκεντρώσεων του αιθυλενίου (0 – 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$ ). Η υψηλή συγκέντρωση του αιθυλενίου καθυστέρησε την ανάπτυξη του κόκκινου χρώματος στο φλοιό και αύξησε τις τιμές της F. Στη συνέχεια στο Πείραμα Β, εξετάστηκαν οι επιδράσεις του αιθυλενίου (1000  $\mu\text{L L}^{-1}$ ) και των παρεμποδιστών του, αμινο-εθοξυ-βινυλ-γλυσίνη (AVG, παρεμποδιστής της σύνθεσης), 1-μεθυλοκυκλοπροπένιο (1-MCP) και νιτρικό άργυρο (SN) (παρεμποδιστές της δράσης) επί του χρώματος, της F και της έντασης της αναπνοής των καρπών. διατήρησε σε υψηλά επίπεδα την αναπνοή μέχρι την 5<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού. Παρόμοια με το Πείραμα Α, παρατηρήθηκε ότι το αιθυλένιο αύξησε την F, αλλά δεν είχε κάποια επίδραση στο χρώμα. Επιπλέον, το αιθυλένιο διατήρησε σε υψηλά επίπεδα τις τιμές της αναπνοής μέχρι την 5<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού. Παράλληλα, οι επιδράσεις των παρεμποδιστών ήταν ισοδύναμες τόσο μεταξύ τους όσο και με του μάρτυρα.

Με σκοπό να εξηγηθεί η αύξηση της F σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, υπό την επίδραση συνεχούς χειρισμού με αιθυλένιο, σε συγκέντρωση 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$ , σχεδιάστηκε το Πείραμα Γ. Συγκεκριμένα, μελετήθηκαν οι επιδράσεις του αιθυλενίου, μετά από 12 ώρες χειρισμό με ή χωρίς 1-MCP, καθώς και του συνδυασμού τους, σε επιμέρους χαρακτηριστικά και συστατικά του κυτταρικού τοιχώματος, μετά από 0, 1.5, 5 και 10 ημέρες χειρισμού. Το αιθυλένιο την 1.5 ημέρα του χειρισμού μείωσε τη συγκέντρωση των WSP και ταυτόχρονα αύξησε τον DE και τις τιμές των CDTASP,  $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{SP}$ , 4KOHSP, TS και CL, σε σύγκριση με τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Την 5<sup>η</sup> ημέρα το αιθυλένιο διατήρησε την συγκέντρωση των TPC σε υψηλά επίπεδα, σε αντίθεση με τη μείωση που παρατηρήθηκε στους υπόλοιπους χειρισμούς, ενώ παράλληλα αύξησε τις τιμές των WSP σε παρόμοια επίπεδα με τους άλλους χειρισμούς. Τη 10<sup>η</sup> ημέρα όλες οι επεμβάσεις παρουσίασαν παρόμοιες τιμές στα επιμέρους χαρακτηριστικά του τοιχώματος, με εξαίρεση τις επεμβάσεις με 1-MCP ( $\pm$  αιθυλένιο) όπου τα επίπεδα

των 4ΚΟΗSP εκτιμήθηκαν χαμηλότερα από των άλλων χειρισμών. Επίσης, μετά από παρατήρηση στο οπτικό μικροσκόπιο εγκάρσιων τομών από καρπούς της επέμβασης του αιθυλενίου συγκριτικά με καρπούς του μάρτυρα, μετά από χρώση Κυτταρίνης – Ιωδίου – Θεικού οξέος, καθώς και παρατήρηση σε πεδίου πολωμένου φωτός, παρατηρήθηκε μία τάση αύξησης της κυτταρίνης, συγκεκριμένα της κρυσταλλικής της μορφής, υπό την επίδραση του αιθυλενίου, στα κύτταρα εγγύτερα της επιδερμίδας των ελιών. Μία πιθανή πρόταση είναι ότι ο καρπός αντιλαμβάνεται το εξωγενώς χορηγούμενο αιθυλένιο ως αιθυλένιο επαγόμενο από παράγοντα καταπόνησης και η ενίσχυση των κυτταρικών τοιχωμάτων αποτελεί ένα πιθανό μηχανισμό άμυνας του καρπού.

Τέλος, στο Πείραμα Γ εκτιμήθηκαν οι ολικές και οι μεμονωμένες φαινολικές ουσίες των καρπών. Την 10<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού η συγκέντρωση της OLE, του κυριότερου φαινολικού συστατικού των ελιών, σχεδόν διπλασιάστηκε σε σύγκριση με τη 1.5 ημέρα. Η αύξηση της OLE ήταν ανεξάρτητη των επεμβάσεων. Όσον αφορά στα υπόλοιπα φαινολικά συστατικά του καρπού η συγκέντρωση της HT μειώθηκε τη 10<sup>η</sup> ημέρα του χειρισμού, ενώ οι διακυμάνσεις που παρατηρήθηκαν στις συγκεντρώσεις των TYR, LUT-7, RUT και LUT δεν ήταν σημαντικές. Επιπλέον, οι τιμές των TP και της TAC στο εδάδιμο μέρος των καρπών δεν μειώθηκαν κατά τη διάρκεια των χειρισμών, πιθανά λόγω της αύξησης της OLE. Λαμβάνοντας υπόψη ότι το αιθυλένιο σε υψηλές συγκεντρώσεις δεν επιδρά σε μεταβολές των φαινολικών ουσιών, ενώ επιδρά θετικά σε επιθυμητά χαρακτηριστικά, διατηρώντας το πράσινο χρώμα και αυξάνοντας παροδικά την F, θα μπορούσε να δοκιμαστεί πειραματικά πριν την 'Ισπανικού τύπου' μεταποίηση των ελιών και να εκτιμηθεί οργανοληπτικά με σκοπό την πιθανή πρακτική εφαρμογή του.

### 3.5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

- Agar, I.T., Hess-Pierce, B., Sourour, M.M., Kader, A.A.**, 1998. Quality of fruit and oil of black-ripe olives is influenced by cultivar and storage period. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **46**, 3415-3421.
- An, J., Zhang, M., Lu, Q.**, 2007. Changes in some quality indexes in fresh-cut green asparagus pretreated with aqueous ozone and subsequent modified atmosphere packaging. *Journal of Food Engineering* **78**, 340-344.
- Araujo, A.J., Labavitch, J.M., Moreno, A.H.**, 1994. Changes in the cell wall of olive fruit during processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **42**, 1194-1199.
- Baiano, A., Gambacorta, G., Terracone, C., Previtali, M.A., La Notte, E.**, 2009. Characteristics of drupes, phenolic content and antioxidant capacity of Italian olive fruits. *Journal of Food Lipids* **16**, 209-226.
- Ben-Tal, Y., Wodner, M.**, 1994. Chemical Loosening of Olive Pedicel's for Mechanical Harvesting. *Acta Horticulturae (ISHS)* **356**, 297-301.
- Binder, B.M.**, 2008. The ethylene receptors: Complex perception for a simple gas. *Plant Science* **175**, 8-17.
- Blecker, A.B.**, 1999. Ethylene perception and signaling: an evolutionary perspective. *Trends in Plant Science* **4**, 269-274.
- Blumenkrantz, N., Asboe-Hansen, G.**, 1973. New method for quantitative determination of uronic acids. *Analytical Biochemistry* **54**, 484-489.
- Bouaziz, M., Chamkha, M., Sayadi, S.**, 2004. comparative study on phenolic content and antioxidant activity during maturation of the olive cultivar Chemlali from Tunisia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **52**, 5476-5481.
- Bouaziz, M., Jemai, H., Khabou, W., Sayadi, S.**, 2010. Oil content, phenolic profiling and antioxidant potential of Tunisian olive drupes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **90**, 1750-1758.
- Briante, R., La Cara, F., Febbraio, F., Patumi, M., Nucci, R.**, 2002a. Bioactive derivatives from oleuropein by a biotransformation on *Olea europaea* leaf extracts. *Journal of Biotechnology* **93**, 109-119.
- Briante, R., Patumi, M., Limongelli, S., Febbraio, F., Vaccaro, C., Di Salle, A., La Cara, F., Nucci, R.**, 2002b. Changes in phenolic and enzymatic activities content during fruit ripening in two Italian cultivars of *Olea europaea* L. *Plant Science* **162**, 791-798.

- Brummell, D., Harpster, M.**, 2001. Cell wall metabolism in fruit softening and quality and its manipulation in transgenic plants. *Plant Molecular Biology* **47**, 311-339.
- Brummell, D.A.**, 2006. Cell wall disassembly in ripening fruit. *Functional Plant Biology* **33**, 103-119.
- Cai, C., Xu, C., Li, X., Ferguson, I., Chen, K.**, 2006. Accumulation of lignin in relation to change in activities of lignification enzymes in loquat fruit flesh after harvest. *Postharvest Biology and Technology* **40**, 163-169.
- Caño-Delgado, A., Penfield, S., Smith, C., Catley, M., Bevan, M.**, 2003. Reduced cellulose synthesis invokes lignification and defense responses in *Arabidopsis thaliana*. *The Plant Journal* **34**, 351-362.
- Cantu, D., Vicente, A.R., Labavitch, J.M., Bennett, A.B., Powell, A.L.T.**, 2008. Strangers in the matrix: plant cell walls and pathogen susceptibility. *Trends in Plant Science* **13**, 610-617.
- Cardoso, S.M., Ferreira, J.A., Mafra, I., Silva, A.M.S., Coimbra, M.A.**, 2007. Structural ripening-related changes of the arabinan-rich pectic polysaccharides from olive pulp cell walls. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **55**, 7124-7130.
- Cardoso, S.M., Mafra, I., Reis, A., Nunes, C., Saraiva, J.A., Coimbra, M.A.**, 2010. Naturally fermented black olives: Effect on cell wall polysaccharides and on enzyme activities of Taggiasca and Conservolea varieties. *LWT - Food Science and Technology* **43**, 153-160.
- Carlton, R.**, 2011. Polarized light microscopy, *Pharmaceutical Microscopy*. Springer New York, pp. 7-64.
- Carpita, N.C., Gibeaut, D.M.**, 1993. Structural models of primary cell walls in flowering plants: consistency of molecular structure with the physical properties of the walls during growth. *The Plant Journal* **3**, 1-30.
- Chervin, C., Tira-umphon, A., Terrier, N., Zouine, M., Severac, D., Roustan, J.-P.**, 2008. Stimulation of the grape berry expansion by ethylene and effects on related gene transcripts, over the ripening phase. *Physiologia Plantarum* **134**, 534-546.
- Coimbra, M.A., Barros, A., Rutledge, D.N., Delgadillo, I.**, 1999. FTIR spectroscopy as a tool for the analysis of olive pulp cell-wall polysaccharide extracts. *Carbohydrate Research* **317**, 145-154.
- Coimbra, M.A., Rigby, N.M., Selvendran, R.R., Waldron, K.W.**, 1995. Investigation of the occurrence of xylan-xyloglucan complexes in the cell walls of olive pulp (*Olea europaea*). *Carbohydrate Polymers* **27**, 277-284.
- Coimbra, M.A., Waldron, K.W., Delgadillo, I., Selvendran, R.R.**, 1996. Effect of processing on cell wall polysaccharides of green table olives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **44**, 2394-2401.

- Coimbra, M.A., Waldron, K.W., Selvendran, R.R.**, 1994. Isolation and characterisation of cell wall polymers from olive pulp (*Olea europaea* L.). *Carbohydrate Research* **252**, 245-262.
- Concha Olmos, J., Zúñiga Hansen, M.E.**, 2012. Enzymatic depolymerization of sugar beet pulp: Production and characterization of pectin and pectic-oligosaccharides as a potential source for functional carbohydrates. *Chemical Engineering Journal* **192**, 29-36.
- Cosgrove, D., Jarvis, M.**, 2012. Comparative structure and biomechanics of plant primary and secondary cell walls. *Frontiers in Plant Science* **3**.
- Cosgrove, D.J.**, 1997a. Creeping walls, softening fruit, and penetrating pollen tubes: The growing roles of expansins. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **94**, 5504-5505.
- Cosgrove, D.J.**, 1997b. Relaxation in a high-stress environment: the molecular bases of extensible cell walls and cell enlargement. *Plant Cell* **9**, 1031-1041.
- Dangcham, S., Bowen, J., Ferguson, I.B., Ketsa, S.**, 2008. Effect of temperature and low oxygen on pericarp hardening of mangosteen fruit stored at low temperature. *Postharvest Biology and Technology* **50**, 37-44.
- Ellis, C., Karafyllidis, I., Wasternack, C., Turner, J.G.**, 2002. The arabidopsis mutant *cev1* links cell wall signaling to jasmonate and ethylene responses. *The Plant Cell Online* **14**, 1557-1566.
- FAO/WHO**, 2009. ALINORM 09/32/26. Report of the 30th Session of the Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses. *Codex Alimentarius Commission*.
- Fernández-Bolaños, J., Heredia, A., Vioque, B., Castellano, J.M., Guillén, R.**, 1997. Changes in cell-wall-degrading enzyme activities in stored olives in relation to respiration and ethylene production Influence of exogenous ethylene. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A* **204**, 293-299.
- Ferreira, J.A., Mafra, I., Soares, M.R., Evtuguin, D.V., Coimbra, M.A.**, 2006. Dimeric calcium complexes of arabinan-rich pectic polysaccharides from *Olea europaea* L. cell walls. *Carbohydrate Polymers* **65**, 535-543.
- Firn, R.D.**, 1986. Growth substance sensitivity: The need for clearer ideas, precise terms and purposeful experiments. *Physiologia Plantarum* **67**, 267-272.
- Foster, C.E., Martin, T.M., Pauly, M.**, 2010. comprehensive compositional analysis of plant cell walls (Lignocellulosic biomass) Part II: Carbohydrates. e1837.
- Fry, S.C.**, 1989. The Structure and Functions of Xyloglucan. *Journal of Experimental Botany* **40**, 1-11.
- Galanakis, C.M.**, 2011. Olive fruit dietary fiber: components, recovery and applications. *Trends in Food Science & Technology* **22**, 175-184.
- Goodwin, T.W., Mercer, E.I.**, 1983. Introduction to plant biochemistry, Second ed. Pergamon Press, Oxford, England.

- Hallett, I.C., Macrae, E.A., Wegrzyn, T.F.**, 1992. Changes in kiwifruit cell wall ultrastructure and cell packing during postharvest ripening. *International Journal of Plant Sciences* **153**, 49-60.
- Hamant, O., Traas, J.**, 2010. The mechanics behind plant development. *New Phytologist* **185**, 369-385.
- Heredia, A.**, 1976. Almidon en aceitunas verdes. *Grasas y Aceites* **27**, 1-4.
- Heredia, A., Guillén, R., Jiménez, A., Fernández-Bolaños, J.**, 1993. Activity of glycosidases during development and ripening of olive fruit. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A* **196**, 147-151.
- Hernández-Blanco, C., Feng, D.X., Hu, J., Sánchez-Vallet, A., Deslandes, L., Llorente, F., Berrocal-Lobo, M., Keller, H., Barlet, X., Sánchez-Rodríguez, C., Anderson, L.K., Somerville, S., Marco, Y., Molina, A.**, 2007. Impairment of cellulose synthases required for arabidopsis secondary cell wall formation enhances disease resistance. *The Plant Cell Online* **19**, 890-903.
- Huisman, M.M.H., Schols, H.A., Voragen, A.G.J.**, 1996. Changes in cell wall polysaccharides from ripening olive fruits. *Carbohydrate Polymers* **31**, 123-133.
- Iannetta, P.P.M., Laarhoven, L.-J., Medina-Escobar, N., James, E.K., McManus, M.T., Davies, H.V., Harren, F.J.M.**, 2006. Ethylene and carbon dioxide production by developing strawberries show a correlative pattern that is indicative of ripening climacteric fruit. *Physiologia Plantarum* **127**, 247-259.
- Jensen, W.A.**, 1962. Botanical histochemistry: principles and practice. W.H. Freeman, San Francisco.
- Jiménez, A., Rodríguez, R., Fernández-Caro, I., Guillén, R., Fernández-Bolaños, J., Heredia, A.**, 2000. Olive fruit cell wall: degradation of pectic polysaccharides during ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **49**, 409-415.
- Jiménez, A., Rodríguez, R., Fernández-Caro, I., Guillén, R., Fernández-Bolaños, J., Heredia, A.**, 2001. Olive fruit cell wall: degradation of cellulosic and hemicellulosic polysaccharides during ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **49**, 2008-2013.
- Jiménez, A.N.A., Guillén, R., Fernández-Bolaños, J., Heredia, A.**, 1994. Cell wall composition of olives. *Journal of Food Science* **59**, 1192-1196.
- Kader, A.A.**, 2002. Postharvest technology of horticultural crops, 3 ed. University of California, Agriculture and Natural Resources.
- Kafkaletou, M., Tsantili, E.**, 2011. Effects of preharvest ethephon sprays on ripening parameters and total antioxidants of 'Konservolia' table olives. 4th International Conference for OliveTree and Olive Products, *Olivebioteq*, Chania, Greece, abstract, p. 84.
- Kays, S.J.**, 1991. Stress in harvested products, Postharvest physiology and handling of perishable plant products, New York, USA **pp.** 335-370.

- Knee, M.**, 1995. Copper reverses silver inhibition of flower senescence in *Petunia hybrida*. *Postharvest Biology and Technology* **6**, 121-128.
- Knee, M., Tsantili, E., Hatfield, S.G.S.**, 1988. Promotion and inhibition by ethylene of chlorophyll degradation in orange fruits. *Annals of Applied Biology* **113**, 129-135.
- Lacey, R.F., Binder, B.M.**, 2014. How plants sense ethylene gas — The ethylene receptors. *Journal of Inorganic Biochemistry* **133**, 58-62.
- Liu, L., Cao, J., Huang, J., Cai, Y., Yao, J.**, 2010. Extraction of pectins with different degrees of esterification from mulberry branch bark. *Bioresource Technology* **101**, 3268-3273.
- Liu, Z.-Y., Jiang, W.-B.**, 2006. Lignin deposition and effect of postharvest treatment on lignification of green asparagus (*Asparagus officinalis* L.). *Plant Growth Regulation* **48**, 187-193.
- Luo, Z., Xu, X., Cai, Z., Yan, B.**, 2007. Effects of ethylene and 1-methylcyclopropene (1-MCP) on lignification of postharvest bamboo shoot. *Food Chemistry* **105**, 521-527.
- Mafra, I., Barros, A.S., Coimbra, M.A.**, 2007. The combined effects of black oxidising table olive process and ripening on the cell wall polysaccharides of olive pulp. *Carbohydrate Polymers* **68**, 647-657.
- Mafra, I., Lanza, B., Reis, A., Marsilio, V., Campestre, C., De Angelis, M., Coimbra, M.A.**, 2001. Effect of ripening on texture, microstructure and cell wall polysaccharide composition of olive fruit (*Olea europaea*). *Physiologia Plantarum* **111**, 439-447.
- McDaniel, B.K., Binder, B.M.**, 2012. Ethylene receptor 1 (ETR1) is sufficient and has the predominant role in mediating inhibition of ethylene responses by silver in *Arabidopsis thaliana*. *Journal of Biological Chemistry* **287**, 26094-26103.
- McNeil, M., Darvill, A.G., Fry, S.C., Albersheim, P.**, 1984. Structure and function of the primary cell walls of plants. *Annual Review of Biochemistry* **53**, 625-663.
- Menz, G., Vriesekoop, F.**, 2010. Physical and chemical changes during the maturation of Gordal Sevillana Olives (*Olea europaea* L., cv. Gordal Sevillana). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **58**, 4934-4938.
- Metzidakis, I.**, 1999. Field studies for mechanical harvesting by using chemicals for the loosening of olive pedicel on cv. Koroneiki. *Acta Horticulturae (ISHS)* **474**, 197-202.
- Mínguez-Mosquera, I., Gallardo-Guerrero, L.**, 1995. Disappearance of chlorophylls and carotenoids during the ripening of the olive. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **69**, 1-6.
- Mínguez-Mosquera, I., Gallardo-Guerrero, L., Roca, M.**, 2002. Pectinesterase and polygalacturonase in changes of pectic matter in olives (cv. Hojiblanca) intended for milling. *Journal of the American Oil Chemists' Society* **79**, 93-99.



- Moore, K.J., Jung, H.-J.G.**, 2001. Lignin and fiber digestion. *Journal of Range Management* **54**, 420-430.
- Nanos, G.D., Agtsidou, E., Sfakiotakis, E.M.**, 2002. Temperature and propylene effects on ripening of green and black 'Conservolea' Olives. *HortScience* **37**, 1079-1081.
- Nelmes, B.J., Preston, R.D.**, 1968. Wall development in apple fruits: a study of the life history of a parenchyma cell. *Journal of Experimental Botany* **19**, 496-518.
- Nergiz, C., Engez, Y.**, 2000. Compositional variation of olive fruit during ripening. *Food Chemistry* **69**, 55-59.
- Pilling, E., Höfte, H.**, 2003. Feedback from the wall. *Current Opinion in Plant Biology* **6**, 611-616.
- Ranalli, A., Tombesi, A., Ferrante, M.L., De Mattia, G.**, 1998. Respiratory rate of olive drupes during their ripening cycle and quality of oil extracted. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **77**, 359-367.
- Reid, M.S., Çelikel, F.G.**, 2008. Use of 1-methylcyclopropene in ornamentals: carnations as a model system for understanding mode of action. *HortScience* **43**, 95-98.
- Rugini, E., Bonghi, G., Fontanazza, G.**, 1982. Effects of Ethephon on olive ripening. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **107**, 835-838.
- Ryan, D., Robards, K.**, 1998. Critical Review. Phenolic compounds in olives. *Analyst* **123**, 31R-44R.
- Sañudo-Barajas, J.A., Labavitch, J., Greve, C., Osuna-Enciso, T., Muy-Rangel, D., Siller-Cepeda, J.**, 2009. Cell wall disassembly during papaya softening: Role of ethylene in changes in composition, pectin-derived oligomers (PDOs) production and wall hydrolases. *Postharvest Biology and Technology* **51**, 158-167.
- Serek, M., Reid, M.S.**, 1993. Anti-ethylene treatments for potted christmas cactus-efficacy of inhibitors of ethylene action and biosynthesis. *HortScience* **28**, 1180-1181.
- Serek, M., Woltering, E.J., Sisler, E.C., Frello, S., Sriskandarajah, S.**, 2006. Controlling ethylene responses in flowers at the receptor level. *Biotechnology Advances* **24**, 368-381.
- Shulman, Y., Erez, A., Lavee, S.**, 1974. Delay in ripening of picked olives due to ethylene treatments. *Scientia Horticulturae* **2**, 21-27.
- Sisler, E., Dupille, E., Serek, M.**, 1996. Effect of 1-methylcyclopropene and methylenecyclopropane on ethylene binding and ethylene action on cut carnations. *Plant Growth Regulation* **18**, 79-86.
- Sisler, E.C.**, 2006. The discovery and development of compounds counteracting ethylene at the receptor level. *Biotechnology Advances* **24**, 357-367.
- Sisler, E.C., Serek, M.**, 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: Recent developments. *Physiologia Plantarum* **100**, 577-582.

- Smith, L.G.**, 2001. Plant cell division: building walls in the right places. *Nature Reviews Molecular Cell Biology* **2**, 33-39.
- Starrett, D.A., Laties, G.G.**, 1993. ethylene and wound-induced gene expression in the preclimacteric phase of ripening avocado fruit and mesocarp discs. *Plant Physiology* **103**, 227-234.
- Thompson, J.E., Fry, S.C.**, 2000. Evidence for covalent linkage between xyloglucan and acidic pectins in suspension-cultured rose cells. *Planta* **211**, 275-286.
- Trainotti, L., Pavanello, A., Casadoro, G.**, 2005. Different ethylene receptors show an increased expression during the ripening of strawberries: does such an increment imply a role for ethylene in the ripening of these non-climacteric fruits? *Journal of Experimental Botany* **56**, 2037-2046.
- Tsantili, E., Kafkaletou, M., Roussos, A., P.**, 2010. Preharvest aminoethoxyvinylglycine (AVG) effects on ripening, total phenolic concentration and total antioxidant capacity of green table olives. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 1261-1265.
- Tsantili, E., Christopoulos, M.V., Pontikis, C.A., Kaltsikes, P., Kallianou, C., Komaitis, M.**, 2008. Texture and other quality attributes in olives and leaf characteristics after preharvest calcium chloride sprays. *HortScience* **43**, 1852-1856.
- Tsantili, E., Kafkaletou, M., Roussos, P.A., Christopoulos, M.V.**, 2012. Phenolic compounds, maturation and quality in fresh green olives for table use during exposure at 20°C after preharvest ReTain treatment. *Scientia Horticulturae* **140**, 26-32.
- Tsantili, E., Konstantinidis, K., Athanasopoulos, P.E., Pontikis, C.**, 2002. Effects of postharvest calcium treatments on respiration and quality attributes in lemon fruit during storage. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* **77**, 479-484.
- Tsantili, E., Pontikis, C.**, 2004. Response to ethylene and its interactive effects with N6-benzyladenine (BA) in harvested green olives during ripening. *Postharvest Biology and Technology* **33**, 153-162.
- Tzoumaki, M.V., Biliaderis, C.G., Vasilakakis, M.**, 2009. Impact of edible coatings and packaging on quality of white asparagus (*Asparagus officinalis* L.) during cold storage. *Food Chemistry* **117**, 55-63.
- Updegraff, D.M.**, 1969. Semimicro determination of cellulose in biological materials. *Analytical Biochemistry* **32**, 420-424.
- Van Buren, J.P.**, 1979. The chemistry of texture in fruits and vegetables. *Journal of Texture Studies* **10**, 1-23.
- Vierhuis, E., Schols, H.A., Beldman, G., Voragen, A.G.J.**, 2000. Isolation and characterisation of cell wall material from olive fruit (*Olea europaea* cv koroneiki) at different ripening stages. *Carbohydrate Polymers* **43**, 11-21.

- Wang, P., Zhang, B., Li, X., Xu, C., Yin, X., Shan, L., Ferguson, I., Chen, K.**, 2010. Ethylene signal transduction elements involved in chilling injury in non-climacteric loquat fruit. *Journal of Experimental Botany* **61**, 179-190.
- Wang, W., Esch, J.J., Shiu, S.-H., Agula, H., Binder, B.M., Chang, C., Patterson, S.E., Bleecker, A.B.**, 2006. Identification of important regions for ethylene binding and signaling in the transmembrane domain of the ETR1 ethylene receptor of Arabidopsis. *The Plant Cell Online* **18**, 3429-3442.
- Watkins, C.B.**, 2006. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. *Biotechnology Advances* **24**, 389-409.
- Wrolstad, R.E., Acree, T.E., Decker, E.A., Penner, M.H., Reid, D.S., Schwartz, S.J., Shoemaker, C.F., Smith, D., Sporns, P.**, 2005. Cell wall polysaccharides, Handbook of Food Analytical Chemistry. John Wiley & Sons, Inc., **pp.** 695-756.
- Yapo, B.M.**, 2009. Pectin quantity, composition and physicochemical behaviour as influenced by the purification process. *Food Research International* **42**, 1197-1202.
- Yokotani, N., Tamura, S., Nakano, R., Inaba, A., McGlasson, W.B., Kubo, Y.**, 2004. Comparison of ethylene- and wound-induced responses in fruit of wild-type, rin and nor tomatoes. *Postharvest Biology and Technology* **32**, 247-252.
- Γαλάτης, Β.**, 2003. Το Φυτικό Κύτταρο, In: Ρουμπελάκη - Αγγελάκη, Κ.Α. (Ed.), Φυσιολογία Φυτών από το μόριο στο περιβάλλον. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο, **pp.** 1-40.
- Πάσσαμ, Χ., Τσαντίλη, Ε.**, 2004. Μετασυλλεκτική Μεταχείριση Καρπών και Λαχανικών. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

### IV.1. Πίνακες συσχετίσεων ανά ζεύγη

**Πίνακας IV.1.** Συσχετίσεις ανά ζεύγη ανάμεσα στις μεταβλητές  $L^*$ ,  $h^o$ ,  $C^*$  και F σε καρπούς 'Κονσερβολιάς', στο Πείραμα A.

Μεταβλητές	$L^*$	$h^o$	$C^*$
$h^o$	0,2518 <sup>NS</sup>		
$C^*$	0,7718 <sup>***</sup>	0,7757 <sup>***</sup>	
F	0,1843 <sup>NS</sup>	0,9137 <sup>***</sup>	0,7076 <sup>***</sup>

NS, μη σημαντικό; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$

**Πίνακας IV.2.** Συσχετίσεις ανά ζεύγη ανάμεσα στις μεταβλητές  $L^*$ ,  $h^o$ ,  $C^*$ , F και CO<sub>2</sub> σε καρπούς 'Κονσερβολιάς', στο Πείραμα B.

Μεταβλητές	$L^*$	$h^o$	$C^*$	F
$h^o$	0,9293 <sup>***</sup>			
$C^*$	0,9779 <sup>***</sup>	0,9549 <sup>***</sup>		
F	0,4752 <sup>***</sup>	0,5007 <sup>***</sup>	0,4958 <sup>***</sup>	
CO <sub>2</sub>	0,6186 <sup>***</sup>	0,7007 <sup>***</sup>	0,6937 <sup>***</sup>	0,4533 <sup>**</sup>

\*\* , σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$

**Πίνακας IV.3.** Συσχετίσεις ανά ζεύγη ανάμεσα στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά ( $L^*$ ,  $h^o$ ,  $C^*$ , F και  $CO_2$ ) και στα συστατικά του κυτταρικού τοιχώματος (AIR, ED, TPC, WSP, CDTASP,  $Na_2CO_3SP$ , 1MKOHSP, 4MKOHSP, TS και CL) καρπών ‘Κονσερβολιάς’ στο Πείραμα Γ.

Μεταβλητές	$L^*$	$h^o$	$C^*$	F	$CO_2$	AIR	ED	TPC	WSP	CDTASP	$Na_2CO_3SP$	1MKOHSP	4MKOHSP	TS
$h^o$	0,924 ***													
$C^*$	0,971 ***	0,949 ***												
F	0,430 **	0,437 **	0,442 **											
$CO_2$	0,561 ***	0,655 ***	0,645 ***	0,394 *										
AIR	0,6771 ***	0,730 ***	0,706 ***	0,265 NS	0,496 **									
ED	0,745 ***	0,773 ***	0,778 ***	0,619 ***	0,731 ***	0,668 ***								
TPC	0,746 ***	0,810 ***	0,801 ***	0,424 **	0,797 ***	0,853 ***	0,808 ***							
WSP	0,025 NS	0,033 NS	0,005 NS	-0,455 **	-0,076 NS	0,427 **	-0,157 NS	0,203 NS						
CDTASP	0,533 ***	0,634 ***	0,604 ***	0,532 ***	0,539 NS	0,552 ***	0,682 ***	0,588 ***	-0,224 NS					
$Na_2CO_3SP$	-0,086 NS	-0,064 NS	-0,143 NS	0,313 NS	0,002 NS	0,039 NS	0,192 NS	-0,057 NS	-0,366 *	0,132 NS				
1MKOHSP	0,142 NS	0,111 NS	0,090 NS	0,003 NS	0,053 NS	0,278 NS	0,112 NS	0,175 NS	0,139 NS	0,047 NS	0,205 NS			
4MKOHSP	0,005 NS	0,020 NS	-0,038 NS	0,224 NS	0,228 NS	0,087 NS	0,291 NS	0,103 NS	-0,130 NS	0,265 NS	0,666 ***	0,146 NS		
TS	0,529 ***	0,556 ***	0,542 ***	0,708 ***	0,385 NS	0,505 ***	0,708 ***	0,562 ***	-0,311 NS	0,708 ***	0,351 **	0,055 NS	0,432 **	
CL	0,516 ***	0,552 **	0,541 **	0,678 ***	0,376 NS	0,660 ***	0,724 ***	0,651 ***	-0,141 NS	0,674 ***	0,171 NS	0,258 *	0,125 NS	0,658 ***

NS, μη σημαντικό; \*, σημαντικό  $P < 0,05$ ; \*\*, σημαντικό  $P < 0,01$ ; \*\*\*, σημαντικό  $P < 0,001$ .