



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών
Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«Επιστήμες και Συστήματα Αειφόρου Φυτικής Παραγωγής»

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

Επίδραση της αειφόρου καλλιεργητικής πρακτικής και της συντήρησης μήλων
και αχλαδιών στην ποιότητα και διατροφική αξία τους



Λυδάκη Μαρία – Αντωνία

Βόλος 2021

Επίδραση της αειφόρου καλλιεργητικής πρακτικής και της συντήρησης μήλων και αχλαδιών
στην ποιότητα και διατροφική αξία τους

Λυδάκη Μαρία – Αντωνία

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Γεώργιος Νάνος (Καθηγητής, Δενδροκομία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)

Νικόλαος Τσιρόπουλος (Καθηγητής, Αναλυτική Χημεία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)

Αθανάσιος Μολασιώτης (Αναπλ. Καθηγητής, Δενδροκομία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο
Θεσσαλονίκης)

Copyright ©*ΑΥΔΑΚΗ ΜΑΡΙΑ – ΑΝΤΩΝΙΑ*, 2021.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διατριβής, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης.

Η έγκριση της Μεταπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης από το Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δε δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

Πρόλογος

Η διεκπεραίωση της παρούσας διατριβής θα ήταν ακατόρθωτη χωρίς τη συμβολή ορισμένων ανθρώπων, τους οποίους και θα ήθελα να ευχαριστήσω. Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Γεώργιο Νάνο, Καθηγητή Δενδροκομίας, για την ανάθεση του θέματος της διατριβής μου καθώς και για την πολύτιμη βοήθειά του κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων, της συγγραφής και της διόρθωσης της διατριβής.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Τσιρόπουλο Νικόλαο, καθηγητή Αναλυτικής Χημείας, για την παραχώρηση του εργαστηριακού χώρου και ορισμένων οργάνων κατά τη διεξαγωγή μέρους των εργαστηριακών μετρήσεων.

Επιπροσθέτως, θα ήταν παράληψη να μην ευχαριστήσω όλο το προσωπικό του εργαστηρίου Δενδροκομίας, για την ουσιαστική συμβολή τους κατά τη διάρκεια διεκπεραίωσης του πειράματος.

Τέλος, δε θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω όλους εκείνους που με στήριξαν και με στηρίζουν σε κάθε βήμα επαγγελματικής εξέλιξης.

Περίληψη

Τα μηλοειδή καταναλώνονται ευρέως παγκοσμίως λόγω της γευστικότητας τους και της διατροφικής αξίας που έχουν. Η παραγωγή υψηλής ποιότητας καρπών εξαρτάται από ποικίλους παράγοντες, όπου στα πλαίσια διερεύνησης του βαθμού επιρροής που έχουν, έλαβε χώρα και η συγκεκριμένη εργασία. Συγκεκριμένα, μελετήθηκε η αντικειμενική, οργανοληπτική και διατροφική ποιότητα αχλαδιών ποικιλίας Κρυστάλλι και μήλων ποικιλίας Super Chief μετά από εφαρμογή ορθολογικής λίπανσης στον αγρό και κατά την ψυχοσυντήρηση. Το πείραμα διεξήχθη σε δύο αχλαδεώνες στην περιοχή του Τυρνάβου και δύο μηλεώνες, έναν με αντιχαλαζικό δίχτυ και έναν χωρίς, στην περιοχή της Αγιάς. Στην ορθολογική λίπανση οι αγροί δέχθηκαν περίπου το 1/3 της αζωτούχου λίπανσης του παραγωγού, ελάχιστο P και παρόμοιες ποσότητες K με του παραγωγού. Οι καρποί συγκομίστηκαν στην εμπορική συγκομιδή και συντηρήθηκαν σε εμπορικό ψυκτικό θάλαμο. Από τα αχλάδια τα μισά δέχθηκαν υποκαπνισμό με 625 ppm 1-μεθύλ-κυκλοπροπένιο (1 – MCP) κατά την είσοδό τους στο ψυγείο και μαζί με τα άλλα μισά συντηρήθηκαν σε κοινή ψύξη για 2,5 και 5 μήνες. Όλα τα μήλα συντηρήθηκαν σε κοινή ψύξη για 3 και 6 μήνες. Μετρήσεις ποιότητας και διατροφικής αξίας διενεργήθηκαν στη συγκομιδή και μετά από κάθε περίοδο ψυχοσυντήρησης, αφού παρέμειναν στους 20-22 °C για 4 (αχλάδια) και 5 (μήλα) ημέρες. Η ποιότητα των αχλαδιών άλλαξε με τη συντήρηση με μείωση του πράσινου χρώματος φλοιού, της σκληρότητας σάρκας και της οξύτητας, αύξηση των ΔΣΣ και τροποποίηση της διατροφικής ποιότητας ανάλογα την περίοδο μέτρησης. Η ορθολογική λίπανση δεν επηρέασε την ποιότητα των αχλαδιών. Ο υποκαπνισμός με 1-MCP μείωσε το ρυθμό ωρίμανσης των αχλαδιών χωρίς να επηρεάσει παρόμοια στους δύο αγρούς τη διατροφική αξία. Η ποιότητα των μήλων άλλαξε με τη συντήρηση με παρόμοιο με τα αχλάδια τρόπο πλην των ΔΣΣ, που επηρεάστηκαν από την ύπαρξη του αντιχαλαζικού δικτύου. Η ορθολογική λίπανση μείωσε την ποιότητα των καρπών σε πολλά χαρακτηριστικά κάνοντάς τα χαμηλότερης οργανοληπτικής και διατροφικής αξίας από τους καρπούς του μάρτυρα με περισσότερη ανόργανη λίπανση. Συνοπτικά, η ορθολογική λίπανση ήταν ανεπαρκής ή εφαρμόστηκε άκαιρα για να καλύψει τις ανάγκες των φυτών και να βελτιώσει την ποιότητα των αχλαδιών και μήλων.

Λέξεις κλειδιά : *Malus*domestica*, *Pyrus communis*, ορθολογική λίπανση, ψυχοσυντήρηση, οργανοληπτική ποιότητα, διατροφική αξία

Summary

Apples and pears are commonly consumed worldwide, due to their tasteful character and their nutritional value. The production of high quality fruits depends on various factors, and this is the scope of the present research. Specifically, the organoleptic and nutritional quality of “KrySTALLI” pears and “Super Chief” apples was studied, after field application of sustainable fertilization and during the cold storage. The experiment was conducted on two pear orchards in Tyrnavos area and two apple orchards, one with anti-hail net and one without, in Agia area. For the sustainable fertilization only the 1/3 of nitrogen was applied, minimum phosphorus and similar amount of potassium compared to the control’s fertilization. The fruits were harvested at commercial maturity and were stored in commercial cooling chamber. Half of the pears were treated with 625 ppm 1 – MCP before entering the cooling chamber and together with the other half were stored in refrigerated air storage (RA-storage) for 2,5 and 5 months. All of the apples were stored in RA-storage for 3 and 6 months. Measurements of quality and nutritional value were taken at harvest and after every storage period, after keeping them for 4 (pears) and 5 (apples) days at 20-22 °C. The quality of pears changed during storage with reduced green flesh color, flesh firmness and acidity, increased TSS and various changes in nutritional quality depending on the measurement period. The sustainable fertilization did not affect pear quality. 1 – MCP treatment delayed the maturing process, without affecting similarly the nutritional value of the two orchards. The apple quality, in storage, changed in a similar way with pears, except TSS which were negatively affected by the presence of anti-hail net. The sustainable fertilization reduced many quality parameters, resulting in fruits with lower organoleptic and nutritional value compared with the control fruits which were treated with more nitrogen. Concisely, sustainable fertilization was not enough or properly applied to be sufficient for the needs of the plants and to improve the quality of pears and apples.

Keywords: *Malus*domestica*, *Pyrus communis*, sustainable fertilization, cold storage, organoleptic quality, nutritional value

Εγώ, η Λυδάκη Μαρία – Αντωνία, είμαι η συγγραφέας αυτής της Μ.Δ.Ε. Αυτή η Μ.Δ.Ε. αντικατοπτρίζει την έρευνα που έγινε από εμένα και δεν έχει υποβληθεί (εξ ολοκλήρου ή μέρος της) σαν Μ.Δ.Ε. ή ως μέρος Διδακτορικής Διατριβής σε αυτό ή άλλο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Ιδρυμάτων Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης του εσωτερικού ή εξωτερικού. Όποια συνεργασία καθώς και το μέγεθος αυτής δηλώνονται επακριβώς στο αντίστοιχο πεδίο αυτής της διατριβής. Επίσης έχω διαβάσει όλες τις βιβλιογραφικές αναφορές που παρατίθενται στο τέλος.

Υπογραφή

Ως επιβλέπων της έρευνας που περιγράφεται σε αυτή τη διατριβή, δηλώνω ότι όλοι οι όροι του Εσωτερικού Κανονισμού του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος έχουν τηρηθεί από την κ. Λυδάκη Μαρία – Αντωνία.

Υπογραφή

Πίνακας Περιεχομένων

1) Εισαγωγή.....	1
1.1) Σημαντικότητα της παραγωγής μήλων και αχλαδιών	1
1.2) Συμβολή των μηλοειδών στην υγεία του ανθρώπου.....	1
1.3) Διατροφική αξία μηλοειδών	2
1.3.1) Αντιοξειδωτικά συστατικά.....	3
1.4) Ποιότητα καρπών μηλοειδών	6
1.4.1) Παράγοντες επιρροής ποιότητας	7
1.5) Σημασία της λίπανση για την παραγωγή καρπών ποιότητας	8
1.6) Σημασία ψυχοσυντήρησης για μακρά εμπορική περίοδο	9
1.7) Μέθοδοι ψυχοσυντήρησης.....	11
1.7.1) Απλή (κοινή) ψύξη.....	11
1.7.2) Ελεγχόμενη ατμόσφαιρα	11
1.7.3) Τροποποιημένη ατμόσφαιρα	12
1.7.4) Επικάλυψη με εδώδιμα σκευάσματα (edible coatings)	12
1.7.5) Χημική μεταχείριση.....	13
1.7.5.1) 1-Methylcyclopropane (1-MCP).....	13
1.8) Σκοπός της εργασίας	15
2) Υλικά και Μέθοδοι.....	16
2.1) Χωροθέτηση	16
2.2) Μεταχειρίσεις.....	17
2.3) Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών και διατροφικής αξίας	22
2.4) Στατιστική ανάλυση μετρήσεων	26
3) Αποτελέσματα	28
3.1) Οπωρώνας με αχλάδια ΛΕΩ.....	28
3.2) Οπωρώνας με αχλάδια ΠΑΠ	34
3.3) Οπωρώνας με μήλα ΦΟΥΚ1	41
3.4) Οπωρώνας με μήλα ΦΟΥΚ2	44
4) Συζήτηση.....	49
4.1) Οπωρώνες με αχλάδια	49
4.2) Οπωρώνες με μήλα.....	53
5) Συμπεράσματα.....	56
6) Βιβλιογραφία	57

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1: Κωδική ονομασία, είδος καλλιέργειας και τοποθεσία των πειραματικών αγροτεμαχίων.	16
Πίνακας 2.2: Λίπανση παραγωγού (μάρτυρας) για τον πειραματικό αγρό ΛΕΩ	17
Πίνακας 2.3: Ορθολογική λίπανση για τον πειραματικό αγρό ΛΕΩ	18
Πίνακας 2.4: Λίπανση παραγωγού (μάρτυρας) για τον πειραματικό αγρό ΠΑΠΣφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	19
Πίνακας 2.5: Ορθολογική λίπανση πειραματικού αγρού ΠΑΠ	19
Πίνακας 2.6: Λίπανση παραγωγού (μάρτυρας) για τους πειραματικούς αγρούς ΦΟΥΚ1 και ΦΟΥΚ2	21
Πίνακας 2.7: Ορθολογική λίπανση για τους πειραματικούς αγρούς ΦΟΥΚ1 και ΦΟΥΚ2	21
Πίνακας 3.1 Επίδραση του χρόνου συντήρησης στις παραμέτρους χρώματος του φλοιού αχλαδιών Κρυστάλλια του αχλαδεώνα ΛΕΩ, όπως αυτά διαμορφώθηκαν με βάση τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν (Ψύξη: διατήρηση σε κοινή ψύξη, 1-MCP : υποκαπνισμός με 1-MCP πριν τη συντήρηση σε κοινή ψύξη, Μάρτ: λίπανση παραγωγού, Εναλ. Λίπ.: εναλλακτική λίπανση). Ανά στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P=0,05).	29
Πίνακας 3.2 Επίδραση του χρόνου συντήρησης στις παραμέτρους οργανοληπτικής ποιότητας των αχλαδιών ποικιλίας Κρυστάλλια του αχλαδεώνα ΛΕΩ, όπως αυτά διαμορφώθηκαν με βάση τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν (Ψύξη: διατήρηση σε κοινή ψύξη, 1-MCP: υποκαπνισμός με 1-MCP πριν τη συντήρηση σε κοινή ψύξη, Μάρτ.: λίπανση παραγωγού, Εναλ.Λίπ.: εναλλακτική λίπανση). ΣΣ: σκληρότητα σάρκας, ΔΣΣ: διαλυτά στερεά συστατικά χυμού, ΞΟ: ποσοστό % ξηράς ουσίας εδώδιμου. Ανά στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P=0,05).	31
Πίνακας 3.3 Επίδραση του χρόνου συντήρησης στη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά και στην αντιοξειδωτική ικανότητα των αχλαδιών ποικιλίας Κρυστάλλια του αχλαδεώνα ΛΕΩ, όπως αυτά διαμορφώθηκαν με βάση τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν (Ψύξη: διατήρηση σε κοινή ψύξη, 1-MCP: υποκαπνισμός με 1-MCP πριν τη συντήρηση σε κοινή ψύξη Μάρτ.: λίπανση παραγωγού, Εναλ.Λίπ.: εναλλακτική λίπανση). Ανά στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P=0,05).	34
Πίνακας 3.4 Επίδραση του χρόνου συντήρησης στις παραμέτρους χρώματος του φλοιού αχλαδιών Κρυστάλλια του αχλαδεώνα ΠΑΠ, όπως αυτά διαμορφώθηκαν με βάση τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν (Ψύξη: διατήρηση σε κοινή ψύξη, 1-MCP: υποκαπνισμός με 1-MCP πριν τη συντήρηση σε κοινή ψύξη, Μάρτ: λίπανση παραγωγού, Εναλ. Λίπ.: εναλλακτική λίπανση). Ανά στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P=0,05).	36
Πίνακας 3.5 Επίδραση του χρόνου συντήρησης στις παραμέτρους οργανοληπτικής ποιότητας των αχλαδιών ποικιλίας Κρυστάλλια του αχλαδεώνα ΠΑΠ, όπως αυτά διαμορφώθηκαν με βάση τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν (Ψύξη: διατήρηση σε κοινή ψύξη, 1-MCP:	

υποκαπνισμός με 1-MCP πριν τη συντήρηση σε κοινή ψύξη, Μάρτ.: λίπανση παραγωγού, Εναλ.Λίπ.: εναλλακτική λίπανση). ΣΣ: σκληρότητα σάρκας, ΔΣΣ: διαλυτά στερεά συστατικά χυμού, ΞΟ: ποσοστό % ξηράς ουσίας εδώδιμου. Ανά στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P=0,05). 39

Πίνακας 3.6 Επίδραση του χρόνου συντήρησης στη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά και στην αντιοξειδωτική ικανότητα των αχλαδιών ποικιλίας Κρυστάλλια του αχλαδεώνα ΠΑΠ, όπως αυτά διαμορφώθηκαν με βάση τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν (Ψύξη: διατήρηση σε κοινή ψύξη, 1-MCP: υποκαπνισμός με 1-MCP πριν τη συντήρηση σε κοινή ψύξη Μάρτ.: λίπανση παραγωγού, Εναλ.Λίπ.: εναλλακτική λίπανση). Ανά στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P=0,05). 41

Πίνακας 3.7 Επίδραση του χρόνου συντήρησης στις παραμέτρους χρώματος του φλοιού μήλων Super Chief του μηλεώνα ΦΟΥΚ1, όπως αυτά διαμορφώθηκαν με βάση τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν (Μάρτ.: λίπανση παραγωγού, Εναλ.Λίπ.: εναλλακτική λίπανση). Ανά στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P=0,05). 42

Πίνακας 3.8 Επίδραση του χρόνου συντήρησης στις παραμέτρους οργανοληπτικής ποιότητας των μήλων Super Chief του μηλεώνα ΦΟΥΚ1, όπως αυτά διαμορφώθηκαν με βάση τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν (Μάρτ.: λίπανση παραγωγού, Εναλ.Λίπ.: εναλλακτική λίπανση). ΣΣ: σκληρότητα σάρκας, ΔΣΣ: διαλυτά στερεά συστατικά χυμού, ΞΟ: ποσοστό % ξηράς ουσίας εδώδιμου. Ανά στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P=0,05). 43

Πίνακας 3.9 Επίδραση του χρόνου συντήρησης στη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά και στην αντιοξειδωτική ικανότητα των μήλων Super Chief του μηλεώνα ΦΟΥΚ1, όπως αυτά διαμορφώθηκαν με βάση τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν (Μάρτ.: λίπανση παραγωγού, Εναλ.Λίπ.: εναλλακτική λίπανση). Ανά στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P=0,05). 44

Πίνακας 3.10 Επίδραση του χρόνου συντήρησης στις παραμέτρους χρώματος του φλοιού μήλων Super Chief του μηλεώνα ΦΟΥΚ2, όπως αυτά διαμορφώθηκαν με βάση τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν (Μάρτ.: λίπανση παραγωγού, Εναλ.Λίπ.: εναλλακτική λίπανση). Ανά στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P=0,05). 45

Πίνακας 3.11 Επίδραση του χρόνου συντήρησης στις παραμέτρους οργανοληπτικής ποιότητας των μήλων Super Chief του μηλεώνα ΦΟΥΚ2, όπως αυτά διαμορφώθηκαν με βάση τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν (Μάρτ.: λίπανση παραγωγού, Εναλ.Λίπ.: εναλλακτική λίπανση). ΣΣ: σκληρότητα σάρκας, ΔΣΣ: διαλυτά στερεά συστατικά χυμού, ΞΟ: ποσοστό % ξηράς ουσίας εδώδιμου. Ανά στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P=0,05). 47

Πίνακας 3.12 Επίδραση του χρόνου συντήρησης στη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά και στην αντιοξειδωτική ικανότητα των μήλων Super Chief του μηλεώνα ΦΟΥΚ1, όπως αυτά διαμορφώθηκαν με βάση τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν (Μάρτ.: λίπανση παραγωγού, Εναλ.Λίπ.: εναλλακτική λίπανση). Ανά στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P=0,05). 48

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1.1: Χημική δομή φαινολικών οξέων (αριστερά: βενζοϊκό, δεξιά: κινναμικό)	4
Εικόνα 1.2: Χημική δομή φλαβονοειδών (αριστερά: φλαβόνες, δεξιά: φλαβονόλες)	5
Εικόνα 1.3: Χημική δομή ασκορβικού οξέος	6
Εικόνα 2.1: Ο τρισδιάστατος ομοιόμορφος χρωματικός χώρος CIELAB	23

1) Εισαγωγή

1.1) Σημαντικότητα της παραγωγής μήλων και αχλαδιών

Οι καλλιέργειες της μηλιάς (*Malus*domestica* Borkh.) και της αχλαδιάς (*Pyrus communis* L.) ανήκουν στην ευρύτερη κατηγορία των μηλοειδών και αποτελούν δύο από τις σημαντικότερες δενδροκομικές καλλιέργειες παγκοσμίως. Οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις με μηλεώνες ανά τον κόσμο για το έτος 2018, έφτασαν τα 4.904.305 ha και το σύνολο της παραγωγής ανήλθε στους 86.142.197 t, με την Κίνα να παράγει περισσότερο από το 45% του συνόλου. Στην Ελλάδα, την ίδια χρονιά, η παραγωγή μήλων ανήλθε στους 285.000 t. Όσον αφορά τις καλλιεργήσιμες εκτάσεις με αχλαδεώνες παγκοσμίως για το έτος 2018, ανήλθαν στα 1.381.923 ha και το σύνολο της παραγωγής άγγιξε τους 23.733.772 t, με την Κίνα να παράγει περισσότερο από το 67% της παραγωγής. Στην Ελλάδα, την ίδια χρονιά, η παραγωγή αχλαδιών ανήλθε στους 77.020 t (FAOSTAT).

Οι ευρέως καλλιεργούμενες ποικιλίες μήλων στην Ελλάδα ανήκουν στην ομάδα της Red Delicious, και μερικές από αυτές είναι η Scarlet, η Red Chief, και η Super Chief, ενώ επεκτείνονται λίγες ακόμα ποικιλίες όπως η Fuji, η Gala και η ομάδα της Jonagold. Μήλα της ποικιλίας Super Chief χρησιμοποιήθηκαν για τη διεξαγωγή του πειράματος. Αντίστοιχα, οι πιο συχνά καλλιεργούμενες ποικιλίες αχλαδιών στην Ελλάδα είναι η Κοντούλα, Santa Maria, η Williams, και η κυριότερη όλων Τσακωνική ή Κρυστάλλι, από την οποία και χρησιμοποιήθηκαν αχλάδια για την υλοποίηση του πειράματος.

1.2) Συμβολή των μηλοειδών στην υγεία του ανθρώπου

Τα μήλα και τα αχλάδια καταναλώνονται ευρέως παγκοσμίως όχι μόνο φρέσκα, αλλά και έπειτα από επεξεργασία σε μορφή χυμού, μαρμελάδας ή ως μέρος άλλων τυποποιημένων προϊόντων (Guo *et al.*, 2017). Ανάλογα το είδος, την ποικιλία και τις καλλιεργητικές πρακτικές που ακολουθούνται η γεύση και η εμφάνισή τους μπορεί να διαφέρουν, χωρίς να παύουν όμως να αποτελούν πλούσια πηγή θρεπτικών συστατικών, συμβάλλοντας έτσι στη βελτίωση και διατήρηση της υγείας των ανθρώπων. Από την αρχαιότητα υπάρχουν αναφορές για τη συμβολή τους στην ανθρώπινη υγεία, με τα αχλάδια να αναφέρονται εδώ και 2000 χρόνια στην κινέζικη παραδοσιακή θεραπευτική ως αντιβηχικό, διουρητικό, αντι-υπεργλυκαιμικό και αντιφλεγμονώδες (Li *et al.*, 2014). Σύγχρονες μελέτες έχουν δείξει ότι λόγω των αντιοξειδωτικών συστατικών που περιέχουν, η δράση τους στον ανθρώπινο

οργανισμό μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο καρδιαγγειακών νοσημάτων και αναπνευστικών προβλημάτων, και να έχει αντιμικροβιακή και αντικαρκινική δράση (Boyer and Liu, 2004).

Αναλυτικότερα, τα μήλα περιέχουν καφεϊκό και κινναμικό οξύ, τα οποία έχουν βρεθεί ότι προστατεύουν τον οργανισμό ενάντια σε βακτήρια, μύκητες και ιούς (Biedrzycka and Amagowicz, 2008). Επίσης, λόγω των πολυφαινολών που περιέχουν έχει βρεθεί πως μειώνουν τον κίνδυνο καρδιαγγειακών νοσημάτων (Manach *et al.*, 2005). Ακόμη, σε πειράματα με αρουραίους αποδείχτηκε ότι το εκχύλισμα μήλων μπορεί να συμβάλει στην πρόληψη του καρκίνου του μαστού (Liu *et al.*, 2005). Αντίστοιχα, τα αχλάδια είναι τροφή χαμηλής θερμιδικής αξίας και αποτελούν σημαντική πηγή φυτικών ινών, βιταμίνης C και πολυφαινολών, συμβάλλοντας έτσι στην καλύτερη απορρόφηση θρεπτικών συστατικών και στη βελτίωση της διατροφικής ποιότητας (O'Neil and Nicklas, 2015). Έρευνα έδειξε ότι η κατανάλωση δύο αχλαδιών την ημέρα για 12 εβδομάδες έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της αρτηριακής πίεσης, τη μείωση της περιμέτρου της μέσης και τη βελτίωση της αναλογίας γοφών – μέσης (Navaei *et al.*, 2019). Επίσης, η κατανάλωση μήλων συνέβαλλε στη μειωμένη περιεκτικότητα συγκεκριμένων λιπιδίων στο αίμα σε γυναίκες που βρίσκονται στην εμμηνόπαυση (Tenore *et al.*, 2017). Επιπλέον μελέτη που έγινε στην Βραζιλία έδειξε πως η κατανάλωση 3 μήλων ή αχλαδιών ημερησίως μπορεί να βοηθήσει στην απώλεια βάρους (Conceição de Oliveira *et al.*, 2003). Ακόμη, η κατανάλωση τους μπορεί να μειώσει τους κινδύνους εμφάνισης υπέρτασης, σακχαρώδους διαβήτη τύπου Β και άλλων καρδιαγγειακών νοσημάτων (Guo *et al.*, 2017). Επιπροσθέτως, η κατανάλωση ενός μήλου ημερησίως μπορεί να μειώσει κατά 21% τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου των πνευμόνων (Feskanich, 2000), καθώς και να βοηθήσει στη μείωση εμφάνισης του άσθματος και της βρογχικής υπερευαισθησίας στους νέους (Woods *et al.*, 2003). Τέλος, η ημερήσια κατανάλωση ενός μήλου, ενός αχλαδιού και 200 ml χυμό πορτοκαλιού για 4 εβδομάδες έδειξε ότι μπορεί να αυξήσει σημαντικά την ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) του πλάσματος στο αίμα των μη καπνιστών (Alvarez-Parrilla *et al.*, 2010).

1.3) Διατροφική αξία μηλοειδών

Όπως αναφέρθηκε και στην αρχή του κεφαλαίου, στην παράγραφο 1.2, η κατανάλωση μηλοειδών συμβάλει σημαντικά στη διατήρηση και βελτίωση της ανθρώπινης υγείας, γεγονός που οφείλεται στην πληθώρα θρεπτικών συστατικών που περιέχουν. Όπως και όλα τα φρούτα και λαχανικά αποτελούν σημαντική πηγή φυτικών ινών, μεταλλικών στοιχείων, βιταμινών και πολυφαινολών (Vicente *et al.*, 2009).

Όσον αφορά τα ανόργανα συστατικά, σύμφωνα με το Υπουργείο Γεωργίας των Η.Π.Α. (2008), όπως αναφέρεται από τους Vicente *et al.* (2009), στα 100 g μήλου (με τη φλούδα) περιέχονται 107 mg καλίου (K), 11 mg φωσφόρου (P), 6 mg ασβεστίου (Ca), 5 mg μαγνησίου (Mg), 1 mg νατρίου (Na), 0,12 mg σιδήρου (Fe), 0,04 mg ψευδαργύρου (Zn), 0,035 mg μαγγανίου (Mn) και 0,027 mg χαλκού (Cu). Αντίστοιχα, στα 100 g αχλαδιού περιέχονται 119 mg K, 11 mg P, 9 mg Ca, 7 mg Mg, 1 mg Na, 0,17 mg Fe, 0,1 mg Zn και Se, 0,082 mg Cu και 0,049 mg Mn. Τα συστατικά αυτά, όπως και η πληθώρα άλλων συμπεριλαμβανομένων των αντιοξειδωτικών που θα δούμε παρακάτω, ενισχύουν την άμυνα του οργανισμού μας.

1.3.1) Αντιοξειδωτικά συστατικά

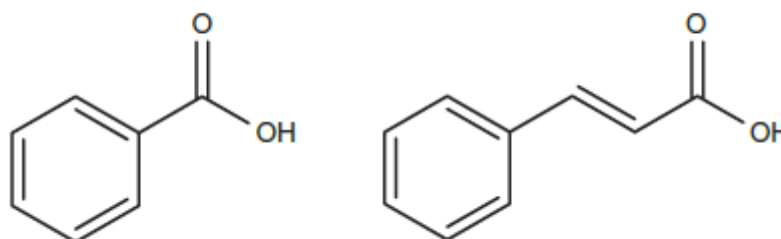
Τα αντιοξειδωτικά είναι ουσίες που μπορούν να εξουδετερώσουν τις ελεύθερες ρίζες οξυγόνου που δημιουργούνται στον οργανισμό μας, προλαμβάνοντας έτσι τη ζημιά που μπορεί να προκαλέσουν (Ratnam *et al.*, 2006). Οι ενεργές ελεύθερες ρίζες οξυγόνου (ROS) αποτελούνται κυρίως από υπεροξειδίο ($O_2^{\cdot-}$) και μονοξειδίο του αζώτου (NO^{\cdot}) και φυσιολογικά βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα στον οργανισμό. Η συγκέντρωσή τους όμως μπορεί να αυξηθεί έπειτα από κάποια λοίμωξη, έντονη άσκηση, έκθεση σε ρυπογόνες ουσίες, υπερϊώδη και ιονίζουσα ακτινοβολία προκαλώντας οξειδωτικό στρες (Kunwar and Priyadarsini, 2011). Συγκεκριμένα, οι ROS δρουν ενάντια στα λιπίδια, τις πρωτεΐνες, τα νουκλεϊκά οξέα και το DNA, υποβαθμίζοντάς τα και επηρεάζοντας διάφορα κυτταρικά επίπεδα. Συνέπεια της δράσης τους μπορεί να είναι διάφορα καρδιαγγειακά νοσήματα, ο διαβήτης, ο καρκίνος, διάφορα αυτοάνοσα νοσήματα, ο εκφυλισμός των νεύρων, η γήρανση κ.ά. (Ratnam *et al.*, 2006). Οι αντιοξειδωτικές ουσίες λοιπόν, δανείζουν τα ηλεκτρόνια τους (e^-) στις ROS για να εκμηδενίσουν τις αρνητικές επιπτώσεις τους, δρώντας σε 3 επίπεδα. Αρχικά, προλαμβάνουν τη δράση των ROS, διατηρώντας τη συγκέντρωσή τους σε χαμηλά επίπεδα. Έπειτα, αναχαιτίζουν τη δράση τους χρησιμοποιώντας καταλυτικά και μη μόρια όπως το ασκορβικό οξύ. Τέλος, επιδιορθώνουν τυχόν βλάβες που προκλήθηκαν (Kunwar and Priyadarsini, 2011).

Τα αντιοξειδωτικά χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τα ενζυματικά και τα μη ενζυματικά. Τα ενζυματικά χωρίζονται σε πρωτεύοντα, όπως η καταλάση, και σε δευτερεύοντα, όπως η αναγωγή της γλουταθειόνης. Τα μη ενζυματικά κατατάσσονται σε μεταλλικά στοιχεία (π.χ. Zn, Se), βιταμίνες (π.χ. A, C, E), καροτενοειδή (π.χ. β-καροτένιο), οργανικές ενώσεις θείου, συμπαράγοντες αντιοξειδωτικών χαμηλού μοριακού βάρους (π.χ. ουρικό οξύ γλουταθειόνης)

και πολυφαινόλες (Ratnam *et al.*, 2006). Ο ανθρώπινος οργανισμός συνθέτει κυρίως ενζυματικά αντιοξειδωτικά, όπως η καταλάση και το ουρικό οξύ, τα οποία παρέχουν μια πρώτη γραμμή άμυνας ενάντια στην τοξικότητα από τα ROS, αλλά και κάποια μη ενζυματικά, όπως η βιταμίνη E και το συνένζυμο Q₁₀ (Sardesai, 1995; Ratnam *et al.*, 2006).

Οι πολυφαινόλες είναι η κύρια ομάδα αντιοξειδωτικών που λαμβάνεται μέσω της διατροφής. Χωρίζονται σε φαινολικά οξέα, που μπορεί να είναι βενζοϊκά ή κινναμικά και στα φλαβονοειδή, που μπορεί να είναι φλαβονόλες, φλαβονόλες, φλαβονόνες, ισοφλαβονοειδή, ανθοκυανιδίνες και φλαβόνες (Ratnam *et al.*, 2006). Είναι ευρέως διαδεδομένες ενώσεις σ' όλα τα φυτά, ως δευτερογενείς μεταβολίτες και αυξάνεται η σύνθεσή τους σε συνθήκες καταπόνησης, όπως έπειτα από δημιουργία πληγών, μόλυνση από μικροοργανισμούς ή έκθεση σε ακτινοβολία. Η συγκέντρωσή τους διαφέρει ανάλογα με το μέρος του φυτού, με μεγαλύτερες ποσότητες να συναντώνται στον φλοιό των φρούτων (Vicente *et al.*, 2009). Έρευνα έχει δείξει ότι αν δεν καταναλωθεί η φλούδα των αχλαδιών, ο οργανισμός θα προσλάβει περίπου 25% λιγότερη ποσότητα πολυφαινολών (Reiland and Slavin, 2015). Τα συστατικά αυτά προσδίδουν στα τρόφιμα χρώμα, γεύση, οσμή, στυπτικότητα και πίκρα (Naczk and Shahidi, 2004). Τα σύμπλοκα των πολυφαινολών προέρχονται από τα αρωματικά αμινοξέα φαινυλαλανίνη και τυροσίνη και η χημική δομή τους έχει χαρακτηριστικούς αρωματικούς δακτυλίους με διαφόρους βαθμούς υδροξυλίωσης (Vicente *et al.*, 2009).

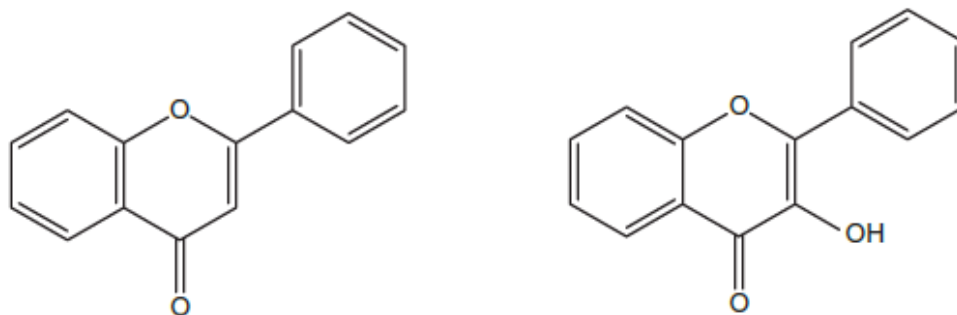
Τα φαινολικά οξέα μπορεί να είναι βενζοϊκά, με πιο κοινά να είναι τα οξέα p-υδροξυβενζοϊκό, γαλλικό και βανιλικό, ή κινναμικά, με πιο κοινά να είναι τα οξέα p-κουμαρικό, καφεϊκό και φερουλικό. Τα παράγωγα αυτά διαφέρουν στο βαθμό υδροξυλίωσης και μεθοξυλίωσης του αρωματικού δακτυλίου, με τον αριθμό των υδροξυλίων σε κάθε μόριο να καθορίζει την αντιοξειδωτική τους ικανότητα (Vicente *et al.*, 2009). Το κύριο φαινολικό οξύ που συναντάται στα μήλα είναι το χλωρογενικό οξύ (Spanos and Wrolstad, 1992).



Εικόνα 1.1: Χημική δομή φαινολικών οξέων (αριστερά: βενζοϊκό, δεξιά: κινναμικό)

Τα πιο σημαντικά φλαβονοειδή είναι οι φλαβονόλες, οι ανθοκυανιδίνες και οι φλαβόνες (Sardesai, 1995). Η χημική δομή τους αποτελείται από δύο αρωματικούς δακτυλίους

συνδεδεμένους με ετεροκυκλικό δακτύλιο οξυγονωμένο στο 3C (Vicente *et al.*, 2009). Για το σχηματισμό τους χρειάζεται φως, και βρίσκονται κυρίως στο φλοιό των φρούτων, σε ποσότητα 500-1800 μg/g φλοιού (Spanos and Wrolstad, 1992). Σύμφωνα με τον Duggan (1967), όπως αναφέρεται από τους Spanos and Wrolstad (1992), η κύρια φλαβονόλη που περιέχεται στα μήλα είναι η κουερσετίνη.



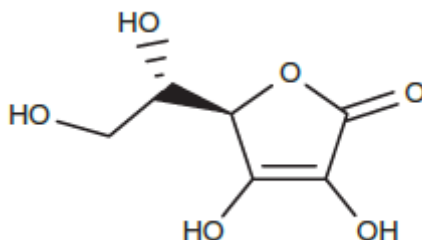
Εικόνα 1.2: Χημική δομή φλαβονοειδών (αριστερά: φλαβόνες, δεξιά: φλαβονόλες)

Στο φλοιό των αχλαδιών έχει βρεθεί ότι περιέχονται 34 φλαβονοειδή και 19 υδροξυκινναμικά (Lin and Harnly, 2008). Κυρίαρχα από αυτά τα συστατικά είναι η ασαρβουτίνη, το χλωρογενικό οξύ, η κατεχίνη, η επικατεχίνη, το γαλλικό οξύ, το βανιλικό οξύ, το p – κουμαρικό οξύ και το φερουλικό οξύ (Li *et al.*, 2014; Yim and Nam, 2016). Αντίστοιχα, στα μήλα κύριες πολυφαινόλες που συναντώνται είναι το γαλλικό οξύ, το χλωρογενικό οξύ, το καφεϊκό οξύ, η βανιλίνη, το φερουλικό οξύ, η κουμαρίνη, η φλορετίνη, η κατεχίνη, η επικατεχίνη κ.ά. (Zuo *et al.*, 2019).

Άλλη ομάδα αντιοξειδωτικών ουσιών είναι τα καροτενοειδή, τα οποία είναι λιποδιαλυτές χρωστικές και πρόδρομος για τη σύνθεση της βιταμίνης A (Sardesai, 1995). Είναι τερπενοειδή αποτελούμενα από 8 ισοπροπένια, προερχόμενα από διφωσφορικό διμεθυλαλλύλιο και από διφωσφορικό ισοπεντενύλιο (Vicente *et al.*, 2009). Η βιωσιμότητά τους στα επεξεργασμένα τρόφιμα επηρεάζεται από τη θερμότητα, την παρουσία λίπους και τον τύπο αυτού, τις ίνες που περιέχονται και την ομογενοποίηση που έχει γίνει (Ratnam *et al.*, 2006). Έρευνες έχουν δείξει ότι από το φλοιό των μήλων μπορούν να απομονωθούν περίπου 24 τερπενοειδή (He and Liu, 2007).

Κύρια βιταμίνη που περιέχεται στα μηλοειδή είναι η βιταμίνη C, η οποία είναι υδατοδιαλυτή ουσία που μπορεί να μειώσει άμεσα τον αριθμό των ROS. Επίσης, συμβάλει στην αναγέννηση της βιταμίνης E, η οποία με τη σειρά της προστατεύει τα πολυακόρεστα λιπαρά

οξέα των μεμβρανών (Sardesai, 1995). Ως βιταμίνη C μπορεί να θεωρεί το ασκορβικό οξύ και το υποπροϊόν του, το δι-υδροασκορβικό οξύ (Vicante *et al.*, 2009). Τέλος, μελέτη έχει δείξει ότι τα αχλάδια μπορούν να θεωρηθούν καλή πηγή βιταμίνης C, αφού ένα μέτριο αχλάδι περιέχει περίπου 7 mg (Reiland and Slavin, 2015).



Εικόνα 1.3: Χημική δομή ασκορβικού οξέος

1.4) Ποιότητα καρπών μηλοειδών

Ως ποιότητα ενός καρπού αναφέρονται όλα τα χαρακτηριστικά που πρέπει να πληροί ώστε να είναι αποδεκτός από τους καταναλωτές ή για όποιο σκοπό προορίζεται (π.χ. νοπή κατανάλωση ή έπειτα από επεξεργασία) (Βασιλακάκης, 2004). Η εμπορική ποιότητα καθορίζεται από τις προτιμήσεις των καταναλωτών και αναφέρεται κυρίως σε εμφανισιακές παραμέτρους, όπως, το μέγεθος, το χρώμα, η ακεραιότητα, η υφή της σάρκας και η απουσία μωλωπισμών (Musacchi and Serra, 2018). Γενικά ένας καρπός για να θεωρηθεί ποιοτικός και να μπορέσει να φθάσει στην αγορά πρέπει να πληροί κάποια ελάχιστα κριτήρια. Τα κριτήρια αυτά είναι η ακεραιότητα του καρπού, η απουσία αλλοιώσεων (από σήψεις ή υπερωρίμανση), η απουσία παρασίτων και προσβολές αυτών και η απουσία ασυνήθιστης υγρασίας ή οσμής (κανονισμός ΕΕ, 2004).

Η οργανοληπτική ποιότητα καθορίζεται από χαρακτηριστικά που δεν είναι μακροσκοπικά εμφανή και προσδιορίζονται έπειτα από μετρήσεις με τη βοήθεια οργάνων και διαφόρων μεθόδων (Βασιλακάκης, 2004). Τα χαρακτηριστικά ποιότητας καρπών, που περιλαμβάνουν και την οργανοληπτική ποιότητα, σχετίζονται με την υφή του καρπού (π.χ. σκληρότητα σάρκας), με τη γεύση (π.χ. περιεκτικότητα διαλυτών στερεών συστατικών, οξύτητα και αναλογία αυτών), με τη διατροφική αξία (π.χ. περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικά συστατικά), καθώς και με τον ακριβή προσδιορισμό του χρώματος του φλοιού ή και της σάρκας (Dobrzański *et al.*, 2020).

Η ποιότητα συγκομιδής είναι τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχουν οι καρποί κατά τη συγκομιδή ώστε να μπορούν να καταναλωθούν άμεσα ή να είναι κατάλληλοι για συντήρηση. Αν πρόκειται για καρπούς που προορίζονται για άμεση κατανάλωση, η ποιότητα συγκομιδής

συμπίπτει με την εμπορική ποιότητα. Στους κλιμακτηρικούς όμως καρπούς, όπως είναι τα μηλοειδή, οι όροι δεν συμπίπτουν, διότι μετά τη συγκομιδή υφίστανται ωρίμανση και μέσω του παραγόμενου αιθυλενίου αναπτύσσουν τα επιθυμητά τους χαρακτηριστικά (Musacchi and Serra, 2018).

Για τη συγκομιδή οποιουδήποτε καρπού πρέπει να πληρούνται ορισμένα κριτήρια, και ειδικά στους κλιμακτηρικούς είναι πολύ συγκεκριμένα, ώστε να μπορούν να συντηρηθούν σωστά και να προκύψουν φρούτα υψηλής ποιότητας. Τα κριτήρια ωρίμανσης για συγκομιδή των μηλοειδών, καθορίζονται αρχικά από την καρπική περίοδο, τις μέρες δηλαδή μεταξύ της πλήρους άνθισης και της περιόδου ωρίμανσης, η οποία έχει καθοριστεί ανάλογα την καλλιεργούμενη ποικιλία και την περιοχή (Βασιλακάκης, 2004). Ακόμη ένα κριτήριο είναι η σκληρότητα της σάρκας, το οποίο είναι και το πιο αξιόπιστο κριτήριο ωρίμανσης. Προσδιορίζεται με πενετρόμετρο που φέρει έμβολο διαμέτρου 8 mm για τα αχλάδια και ροδάκινα και έμβολο 11 mm για τα μήλα, και εκφράζεται σε Kg δύναμης, ενώ οι ιδανικότερες τιμές για συγκομιδή στα μηλοειδή που θα συντηρηθούν κυμαίνονται από 6-10 Kg πίεση, εξαρτώμενη από την ποικιλία. Η περιεκτικότητα σε σάκχαρα ή διαλυτά στερεά, η οποία μετράται με σακχαροδιαθλασίμετρο, είναι επίσης ένα καλό κριτήριο ωριμότητας και για τα μηλοειδή και θα πρέπει να φτάνει τουλάχιστον στο 11% στην εμπορική συγκομιδή των μηλοειδών (Πάσσαμ *et al.*, 2015). Επιπλέον, μετράται η περιεκτικότητα του καρπού σε άμυλο, αφού είναι εκείνο που μετατρέπεται σταδιακά σε σάκχαρα. Ο υπολογισμός γίνεται με διενέργεια τεστ βάμματος ιωδίου, κατά το οποίο η κομμένη επιφάνεια πρέπει να είναι κατά 60% ιώδης (Ειδικές εκδόσεις ISOfruit, n.d). Τέλος, ιδιαίτερα για τα μήλα, μπορεί να μετρηθεί η εσωτερική συγκέντρωση αιθυλενίου από εξειδικευμένα εργαστήρια (Βασιλακάκης, 2004).

1.4.1) Παράγοντες επιρροής ποιότητας

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την τελική ποιότητα των μηλοειδών χωρίζονται σε προσυλλεκτικούς και μετασυλλεκτικούς. Οι προσυλλεκτικοί χωρίζονται σε γενετικούς, οι οποίοι είναι η ποικιλία και το υποκείμενο που έχει επιλεγεί, σε περιβαλλοντικούς, όπως η ηλιοφάνεια, η θερμοκρασία, ο άνεμος, η υγρασία της ατμόσφαιρας και το έδαφος, καθώς και σε καλλιεργητικούς. Στις καλλιεργητικές πρακτικές εντάσσεται το κλάδεμα, η άρδευση, η λίπανση, όπως και ό, τι έχει να κάνει με την εγκατάσταση του οπωρώνα (προσανατολισμός γραμμών, αποστάσεις φύτευσης) (Musacchi and Serra, 2018).

Οι μετασυλλεκτικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα σχετίζονται με όλους τους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς που επιδέχονται τα φρούτα. Αρχικά, να αναφερθεί ότι πολύ

κρίσιμο ρόλο παίζει το στάδιο ωρίμανσης στο οποίο βρίσκονται οι καρποί στη συγκομιδή ή με την είσοδό τους στο χώρο συντήρησης, καθώς από αυτό κρίνονται πολλές και από τις μεταχειρίσεις που θα ακολουθήσουν. Έπειτα, η ποιότητα επηρεάζεται από τον τρόπο συγκομιδής (με το χέρι ή μηχανικά), το πόσο άμεσα ψύχθηκαν οι καρποί, και τη διατήρηση ιδανικών θερμοκρασιών κατά τη μεταφορά και συντήρηση. Επίσης, αν τα φρούτα έχουν δεχθεί εφαρμογή απολυμαντικού διαλύματος, μειώνονται οι πιθανότητες προσβολών από μικροοργανισμούς. Ακόμα τα υλικά και ο τρόπος συσκευασίας μπορούν να προστατεύσουν τους καρπούς από μωλωπισμούς, οπότε να διατηρήσουν και την ποιότητά τους (Kadel and Rolle, 2004). Βέβαια, ο κύριος μετασυλλεκτικός παράγοντας που επηρεάζει την ποιότητα των φρούτων είναι η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου συντήρησης, γιατί όπως θα αναλυθεί και σε επόμενο υποκεφάλαιο, είναι αυτός που θα καθορίσει κατά πόσο θα υποβαθμιστούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των φρούτων, αλλά και για πόσο διάστημα θα μπορούν να διατηρηθούν σε καλή εμπορικά κατάσταση (Saquet, 2018).

1.5) Σημασία της λίπανσης για την παραγωγή καρπών ποιότητας

Η λίπανση του οπωρώνα είναι ένας προσυλλεκτικός παράγοντας άρρηκτα συνδεδεμένος με τη διαμόρφωση ποιότητας των καρπών, αλλά και με πολλές φυσιολογικές ασθένειες που παρουσιάζονται κατά τη συντήρησή τους (Musacchi and Serra, 2018). Όπως σε όλα τα φυτά, έτσι και στα μηλοειδή, το άζωτο (N) είναι απαραίτητο θρεπτικό στοιχείο. Είναι υπεύθυνο για το μέγεθος των καρπών, την ανάπτυξη σωστού χρώματος αλλά και γεύσης, περίσσεια του όμως τους καλοκαιρινούς μήνες στα αγλάδια μπορεί να καθυστερήσει την ωρίμανση και να μειώσει την περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ) (Brunetto *et al.*, 2015). Επίσης με περίσσεια N τα μήλα μπορεί να παραμείνουν πιο πράσινα, να είναι πιο μαλακά, να αυξηθούν οι πιθανότητες προσυλλεκτικής πτώσης τους και να εμφανίσουν πικρή στιγμάτωση (Musacchi and Serra, 2018). Σύμφωνα με τους Tagliavini *et al.* (1997), από ένα στρέμμα μηλεώνα αφαιρούνται ετησίως 6-7,5 Kg N. Το κάλιο (K) είναι επίσης πολύ βασικό στοιχείο θρέψης των μηλοειδών, αφού διαμορφώνει το μέγεθος, τη σκληρότητα σάρκας, το χρώμα, τα ΔΣΣ, την οξύτητα και το άρωμα των καρπών και ετησίως χρειάζονται περίπου 8-10 Kg K το στρέμμα (Brunetto *et al.*, 2015). Το K ανταγωνίζεται το ασβέστιο (Ca) και το μαγνήσιο (Mg) και αυξημένη αναλογία του σε σχέση με το Ca μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση φελλωδών σημείων στα αγλάδια κατά τη συντήρηση (Curtis *et al.*, 1990). Η τροφοπενία Ca στα μηλοειδή σχετίζεται με την εμφάνιση πικρής στιγμάτωσης, ενώ περίσσεια του μπορεί να καθυστερήσει την ωρίμανση των φρούτων (Brunetto *et al.*, 2015). Διαφυλλικοί ψεκασμοί με Ca είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικοί σε αμμώδη εδάφη, εδάφη φτωχά σε οργανική ουσία και

ειδικά στους μηλεώνες μπορούν να βοηθήσουν να διατηρηθεί η σκληρότητα σάρκας των καρπών για μεγαλύτερο διάστημα (Sugar *et al.*, 1992; Brunetto *et al.*, 2015). Η περιεκτικότητα των μηλοειδών σε Mg, έπειτα από την πτώση των πετάλων, θεωρείται επαρκής όταν κυμαίνεται στο 0,35 – 0,5% επί της ξηράς ουσίας (ξ.ο.) στα φύλλα και έλλειψή του μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη παραγωγικότητα των δένδρων (Stiles, 1999). Το βόριο (B) παρότι δεν απαιτείται σε μεγάλες ποσότητες, είναι σημαντικό για επιτυχημένη καρπόδεση, και έλλειψή του οδηγεί σε δύσμορφους, μικρούς καρπούς με σχισίματα και φελλώδη σάρκα (Brunetto *et al.*, 2015). Επιθυμητή συγκέντρωσή του κατά τη συγκομιδή είναι 16 – 20 mg B ανά Kg ξ.ο. καρπού (Raese, 1989) και έχει αποδειχθεί ότι διαφυλλική εφαρμογή του μπορεί να διατηρήσει τη σκληρότητα σάρκας και την οξύτητα των μηλοειδών έπειτα από συντήρηση (Wojcik and Wojcik, 2003). Τέλος, όσον αφορά τον χαλκό (Cu) και τον ψευδάργυρο (Zn), ετήσιοι διαφυλλικοί ψεκασμοί πριν και μετά την άνθιση, αντίστοιχα, μπορούν να οδηγήσουν έπειτα από μερικά χρόνια σε αύξηση της παραγωγής των δένδρων (Stiles, 1999).

Φυσικά, σημαντικό είναι να χορηγείται η ορθολογική λιπαντική αγωγή για τις ανάγκες του εκάστοτε οπωρώνα, όπως αυτές προκύπτουν έπειτα από φυλλοδιαγνωστικές και εδαφολογικές αναλύσεις, στοιχεία του αγρού όπως αναμενόμενη παραγωγή, ένταση βλαστικής ανάπτυξης, ένταση άρδευσης και κλαδέματος, κ.λπ. συμβάλλοντας έτσι στην ενίσχυση της αειφόρου γεωργίας. Γενικά το νόημα της αειφορικής γεωργίας αποδίδεται από τον Harwood (1990) αυτολεξεί ως:

Η γεωργία που μπορεί να εξελίσσεται επ' αόριστον κατευθυνόμενη προς το μεγαλύτερο ανθρώπινο όφελος, την πιο αποδοτική διαχείριση των πόρων και την ισορροπία με το περιβάλλον, ώστε αυτό να είναι ευνοϊκό τόσο για τους ανθρώπους όσο και για τα υπόλοιπα έμβια όντα

1.6) Σημασία ψυχοσυντήρησης για μακρά εμπορική περίοδο

Παγκοσμίως οι περισσότερες απώλειες τροφίμων, και ιδιαίτερα των φρέσκων φρούτων και λαχανικών, παρατηρούνται από τη στιγμή της συγκομιδής μέχρι και την κατανάλωση και όχι κατά την παραγωγή τους. Στις ανεπτυγμένες χώρες, το γεγονός οφείλεται σε λανθασμένες συνθήκες συντήρησης στο λιανικό εμπόριο (ζωή στο ράφι), καθώς και κατά την οικιακή συντήρηση. Στις αναπτυσσόμενες χώρες οι απώλειες εντοπίζονται κυρίως στις λανθασμένες μετασυλλεκτικές πρακτικές, είτε αυτές αφορούν τη μεταφορά των προϊόντων, είτε τις συνθήκες συντήρησής τους (Flores-López *et al.*, 2016).

Τα φρούτα ακόμα και μετά τη συγκομιδή έχουν ενεργό μεταβολισμό, οι καύσεις του οποίου εξαρτώνται άμεσα από τις συνθήκες συντήρησης. Συγκεκριμένα για τα αχλάδια ορισμένες από τις μεταβολές που υφίστανται από τη συγκομιδή ως την κατανάλωση, όπως η ανάπτυξη αρώματος και γεύσης, και η μετατροπή του αμύλου σε σάκχαρα, είναι επιθυμητές. Ανεπιθύμητες δραστηριότητες του μεταβολισμού θεωρούνται λειτουργίες όπως η διαπνοή, οι οποίες οδηγούν σε υποβάθμιση της ποιότητας των καρπών και ποσοτικές/ποιοτικές απώλειες (Saquet, 2019).

Στα μηλοειδή η περίοδος φυσιολογικής ωρίμανσής τους για το βόρειο ημισφαίριο κυμαίνεται από τον Αύγουστο έως και τον Οκτώβριο, ανάλογα την ποικιλία. Το καταναλωτικό κοινό όμως, επιθυμεί να τα καταναλώνει καθ' όλη τη διάρκεια τους έτους. Στόχος λοιπόν είναι, η ιδανικότερη δυνατή συντήρησή τους, ώστε να μπορούν να διατηρήσουν σχετικά σταθερά τα μορφολογικά και οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά, για αρκετούς μήνες. Χρήσιμο εργαλείο για τη μακροχρόνια συντήρησή τους έχει αποδειχθεί η ψυχοσυντήρηση, η αποθήκευσή τους δηλαδή σε θαλάμους με χαμηλή θερμοκρασία. Με τη μείωση της θερμοκρασίας επιδιώκεται η μείωση των δραστηριοτήτων του μεταβολισμού όπως η διαπνοή, που υποβαθμίζουν την ποιότητα των φρούτων. Έτσι, μπορεί να επεκταθεί η διάρκεια ζωής των καρπών (Saquet, 2019). Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι η επιτυχία επέκτασης της ζωής των καρπών δεν εξαρτάται μόνο από τον τρόπο συντήρησης, αλλά και από άλλους παράγοντες όπως η ποικιλία, οι συνθήκες ανάπτυξης των δέντρων, καθώς και η ωριμότητα στη συγκομιδή (Boonyakiat *et al.*, 1987). Όπως θα αναφερθεί και στη συνέχεια, ειδικά η ωριμότητα στη συγκομιδή παίζει καθοριστικό ρόλο στην αποτελεσματικότητα της συντήρησης των φρούτων, αλλά και στην ικανοποιητική ωρίμανσή τους κατά τη ζωή στο ράφι (Elgar *et al.*, 1997).

Σύμφωνα με τον Blanpied (1990), όπως αναφέρεται από τους Jayas and Jeyamkondan (2002), για τη συντήρηση των μηλοειδών προτείνονται οι θάλαμοι ελεγχόμενης ατμόσφαιρας. Οι προτεινόμενες συνθήκες συντήρησης των μήλων μέχρι 6-7 μήνες είναι 2-3% O₂, 1-5% CO₂ και θερμοκρασία από -1 °C έως 0,6 °C. Αντίστοιχα, για τα αχλάδια οι προτεινόμενες τιμές είναι 2-3% O₂, 1-3% CO₂ και θερμοκρασία κοντά στους 0 °C. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι μείωση της θερμοκρασίας συντήρησης στον -1 °C μπορεί να αυξήσει τον χρόνο συντήρησης κατά 40%.

1.7) Μέθοδοι ψυχοσυντήρησης

Κύριες μέθοδοι ψυχοσυντήρησης είναι οι θάλαμοι κοινής ψύξης, οι θάλαμοι ελεγχόμενης ατμόσφαιρας, οι συσκευασίες τροποποιημένης ατμόσφαιρας και ο υποκαπνισμός ή κάλυψη των φρούτων με ορισμένα σκευάσματα. Καθεμία από τις παραπάνω μεθόδους μπορεί να είναι αποτελεσματική από μόνη της ή και σε συνδυασμό με κάποια άλλη.

1.7.1) Απλή (κοινή) ψύξη

Κατά την απλή ψύξη τα φρούτα συντηρούνται σε θαλάμους με χαμηλή θερμοκρασία και υψηλή σχετική υγρασία. Για παράδειγμα στην απλή ψύξη τα αχλάδια μπορούν να συντηρηθούν από 3 έως 6 μήνες, αν η θερμοκρασία του θαλάμου συντήρησης είναι -1°C ή 0°C και η σχετική υγρασία είναι μεγαλύτερη του 90% (Saquet, 2018). Όλα τα φρούτα έχουν μια ελάχιστη δυνατή θερμοκρασία συντήρησης, κάτω από την οποία οι μεταβολές που υφίστανται είναι μη αναστρέψιμες (chilling ή πάγωμα) (Porritt, 1964). Η αυξημένη σχετική υγρασία προλαμβάνει την απώλεια βάρους των καρπών και το ποσοστό της επηρεάζεται από την επιφάνεια της συσκευής ψύξης, τη διαφορά της θερμοκρασίας του αέρα με την επιθυμητή, την κατανομή της θερμοκρασίας στο χώρο, το ρυθμό ανταλλαγής αερίων και το είδος του συντηρούμενου προϊόντος (Paull, 1999). Τέλος, να σημειωθεί ότι η σχετική υγρασία δε θα πρέπει να είναι πολύ υψηλή, καθώς αυξάνεται ο κίνδυνος ανάπτυξης ασθενειών (Lidster, 1990).

1.7.2) Ελεγχόμενη ατμόσφαιρα

Στις συνθήκες ελεγχόμενης ατμόσφαιρας (controlled atmosphere) τα φρούτα συντηρούνται σε θαλάμους όπου ρυθμίζεται η περιεκτικότητα του αέρα σε συγκεκριμένες ουσίες. Ανάλογα την ποικιλία και την περιοχή παραγωγής των φρούτων οι προτεινόμενες πιέσεις O_2 και CO_2 διαφέρουν. Έχει αποδειχθεί επανειλημμένως πώς η συγκεκριμένη μέθοδος αυξάνει σημαντικά τον χρόνο συντήρησης, συγκριτικά με την απλή ψύξη (Saquet, 2019).

Μια περίπτωση ελεγχόμενης ατμόσφαιρας είναι η εφαρμογή πολύ χαμηλών πιέσεων O_2 , η οποία εφαρμόζεται ευρέως στα μήλα, αλλά όχι τόσο στα αχλαδιά, γιατί έχουν ευαισθησία σε πιέσεις O_2 χαμηλότερες από 1,5 kPa (Wright *et al.*, 2015). Μια παραλλαγή της παραπάνω μεθόδου, είναι η αρχικά πολύ χαμηλή πίεση O_2 για μερικές εβδομάδες και στη συνέχεια η συντήρηση σε λίγο υψηλότερες συγκεντρώσεις O_2 . Η μέθοδος αυτή έχει εφαρμοστεί και σε αχλάδια ποικιλίας Beurre d' Anjou, τα οποία αρχικά συντηρήθηκαν σε 0,5 kPa O_2 και έπειτα η πίεση αυξήθηκε στο 1 kPa O_2 για τους επόμενους 9 μήνες. Αποτέλεσμα αυτής της

εφαρμογής, πέρα από τη μακρά συντήρηση, ήταν και η σημαντική μείωση εμφάνισης επιφανειακού εγκαύματος (Calvo *et al.*, 2002). Μια ακόμα παραλλαγή, είναι η δυναμική τροποποιημένη ατμόσφαιρα, κατά την οποία η σύνθεση του αέρα στο θάλαμο δεν είναι σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια της συντήρησης, αλλά τροποποιείται σύμφωνα με δεδομένα που προκύπτουν από μετρήσεις των φυσιολογικών και βιοχημικών αλλαγών (Saquet, 2019). Οι μετρήσεις αυτές γίνονται με αισθητήρες που εστιάζουν στο ποσοστό φθορισμού της χλωροφύλλης, στη συσσώρευση αιθανόλης στο θάλαμο και στο αναπνευστικό πηλίκιο (Respiration quotient) (Mditshwa *et al.*, 2018). Τέλος, υπάρχει η καθυστερημένη εφαρμογή ελεγχόμενης ατμόσφαιρας, όπου τα φρούτα αρχικά τοποθετούνται στην απλή ψύξη για μερικές βδομάδες και έπειτα λειτουργεί σύστημα ελεγχόμενης ατμόσφαιρας (Saquet, 2019).

1.7.3) Τροποποιημένη ατμόσφαιρα

Η εφαρμογή τροποποιημένης ατμόσφαιρας είναι πιο πρακτική σε μικρότερες ποσότητες, όπου τα φρούτα ουσιαστικά συσκευάζονται σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (αεροστεγή συσκευασία) και τοποθετούνται σε θαλάμους ψύξης (Fonseca *et al.*, 2002). Βασίζεται στην τροποποίηση του αέρα στη συσκευασία, ώστε να καθυστερήσει η υποβάθμιση της ποιότητας των φρούτων (Phillips, 1996). Επειδή η σύνθεση του αέρα στη συσκευασία αλλάζει εξαιτίας της αναπνοής και διαπνοής των νωπών προϊόντων που περιέχονται σε αυτή, υπάρχει και η δυνατότητα να αφαιρεθεί αέρας και να προστεθεί ένα επιθυμητό μίγμα αερίων ή και να εισαχθούν ουσίες – προσροφητές που ανιχνεύουν O₂, CO₂, C₂H₄ (π.χ. σκόνη FeO η οποία ανάγεται σε Fe₂O₃, Fe₃O₄ με το περίσσιο O₂) (Kader *et al.*, 1989).

1.7.4) Επικάλυψη με εδώδιμα σκευάσματα (edible coatings)

Πρόκειται για σκευάσματα που ως βάση έχουν πολυσακχαρίτες, πρωτεΐνες και λιπίδια και είναι ασφαλή προς κατανάλωση (Lin and Zhao, 2007). Είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για τους κλιμακτηρικούς καρπούς, αφού μειώνουν την αναπνοή, διαπνοή ή και παραγωγή αιθυλενίου (Flores-López *et al.*, 2016). Χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με κάποια μέθοδο ψυχοσυντήρησης και στόχο έχουν να διατηρήσουν τις οργανοληπτικές ιδιότητες των φρούτων για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, και να καθυστερήσουν την αφυδάτωσή τους (Souza *et al.*, 2010).

1.7.5) Χημική μεταχείριση

Για την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας της ψυχροσυντήρησης έχουν κατά καιρούς χρησιμοποιηθεί διάφορα χημικά σκευάσματα με στόχο κυρίως τον περιορισμό της δράσης του αιθυλενίου, ώστε να διατηρήσουν τη σκληρότητα της σάρκας, το χρώμα και την ολική οξύτητά τους (Jung and Watkins, 2008). Μια ουσία που χρησιμοποιήθηκε ήταν η διφαινουλαμίνη (DPA), η οποία όμως αρκετά γρήγορα εγκαταλείφθηκε λόγω τοξικότητας στο υδάτινο περιβάλλον και πιθανή καρκινογόνο δράση στους ανθρώπους (Drzyzga, 2003).

Η χημική ουσία που τελικά αποδείχθηκε όχι μόνο ασφαλής αλλά και εξαιρετικά αποτελεσματική για την ενίσχυση της συντηρησιμότητας των κλιμακτικών καρπών είναι το 1 – μεθυλ-κυκλοπροπένιο (1-methyl cyclopropene, 1-MCP).

1.7.5.1) 1-Methylcyclopropene (1-MCP)

Το 1- μεθυλ-κυκλοπροπένιο ανακαλύφθηκε το 1997 από τον Sisler E.C. και τους συνεργάτες του και προορίζεται για προϊόντα που θα συντηρηθούν σε κοινή ψύξη, ή θαλάμους ελεγχόμενης ατμόσφαιρας, αλλά και για επιμήκυνση της ζωής τους στο ράφι (Saquet, 2019). Πρόκειται για μια συνθετική κυκλική ολεφίνη, η οποία δρα ως ανταγωνιστής του αιθυλενίου (Calvo and Sozzi, 2004). Σε φυσιολογικές ατμοσφαιρικές συνθήκες είναι σε μορφή αερίου με μοριακό βάρος 54 και χημικό τύπο C_4H_6 και έχει την ιδιότητα πρόσδεσης στους ίδιους υποδοχείς με αυτούς του αιθυλενίου (Sisler and Blankenship, 1996). Άμεσο αποτέλεσμα είναι η μη πρόσβαση του αιθυλενίου στους πρωτεϊνικούς υποδοχείς, οπότε και η ανάσχεση της δράσης του. Η τάση πρόσδεσης του 1 – MCP στους υποδοχείς είναι 10 φορές μεγαλύτερη από εκείνη του αιθυλενίου, είναι ενεργό σε πολύ χαμηλότερες συγκεντρώσεις και μπορεί να περιορίσει τη δράση αλλά και τη σύνθεση του αιθυλενίου (Sisler and Serek, 1997). Η αποτελεσματικότητά του έχει αποδειχθεί από αρκετές έρευνες στα μηλοειδή, αλλά και σε άλλα φρούτα όπως φράουλες, αβοκάντο, βερίκοκα και δαμάσκηνα (Saquet, 2019).

Εμπορικά, το 1 – MCP κυκλοφορεί σε σκεύασμα με μορφή σταθερής σκόνης, ως α – κυκλοδεξτρίνη, ώστε να μπορεί να απελευθερώνεται ως αέριο όταν το σκεύασμα διαλυθεί στο νερό. Η αρχική έγκρισή του από τον Οργανισμό Περιβαλλοντικής Προστασίας των Η.Π.Α. έγινε το 1999 για χρήση του στα καλλωπιστικά φυτά και το 2005 εγκρίθηκε από διάφορες χώρες η εφαρμογή του σε νωπά οπωροκηπευτικά (Blankenship and Dole, 2003; Watkins, 2006).

Η εφαρμογή του 1 – MCP στα μηλοειδή έχει ως αποτέλεσμα τη διατήρηση της σκληρότητας της σάρκας, τη διατήρηση του χρώματος φλοιού, τη μειωμένη απώλεια ολικής οξύτητας, ενώ τα διαλυτά στερεά συστατικά μπορεί να αυξηθούν, να μειωθούν ή και να παραμείνουν σταθερά (Fan and Mattheis, 1999). Πέρα από τα παραπάνω η εφαρμογή του μπορεί να μειώσει την εμφάνιση φυσιολογικών ασθενειών που παρατηρούνται κατά τη συντήρηση, όπως για παράδειγμα στα μήλα η μείωση του επιφανειακού εγκαύματος (superficial scald), της κατάρρευσης λόγω γήρανσης (senescent breakdown), το καφέτιασμα καρδιάς και σάρκας, το μαλακό έγκαιμα (soft scald) και της αίσθησης λιπαρότητας κατά την αφή (έκκριση κηρωδών ουσιών στον φλοιό, greasiness in touch). Αντίστοιχα, στα αχλάδια μειώνεται η εμφάνιση επιφανειακού εγκαύματος, το καφέτιασμα της καρδιάς, η υάλωση και η σήψη (Watkins, 2006).

Η αποτελεσματικότητα της δράσης του εξαρτάται άμεσα από το είδος του καρπού, την ποικιλία, καθώς και το χρόνο εφαρμογής σε σχέση με την ημερομηνία συγκομιδής (Blankenship and Dole, 2003). Για παράδειγμα τα αχλάδια έχουν διαφορετική συμπεριφορά ωρίμανσης σε σχέση με τα μήλα, οπότε έκθεση του σε όμοιες ποσότητες και χρόνο μπορεί να οδηγήσουν σε ανεπαρκή ανάπτυξη χρώματος και μη επιθυμητά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (παρεμπόδιση ωρίμανσης) (Saquet, 2019). Όσον αφορά την επίδραση του σε διαφορετικές ποικιλίες του ίδιου είδους καρπού, οι Tsantili *et al.* (2007) απέδειξαν ότι η εσωτερική συγκέντρωση αιθυλενίου διέφερε ανάμεσα σε 3 ποικιλίες μήλων μετά από εφαρμογή 1 – MCP. Σημαντικό ρόλο παίζει επίσης η στιγμή εφαρμογής του 1 – MCP, διότι αν έχει ξεκινήσει η ωρίμανση των καρπών, τα αποτελέσματα δεν θα είναι τα επιθυμητά ακόμα και σε μεγάλες συγκεντρώσεις σκευάσματος (Mitcham *et al.*, 2001). Ακόμη, η αποτελεσματικότητα επηρεάζεται από τη διάρκεια έκθεσης των φρούτων στο σκεύασμα, γιατί όπως έδειξαν και οι DeEll *et al.* (2002), καρποί μήλων που είχαν εκτεθεί σε 1 – MCP για 3 ώρες, η εμφάνιση επιφανειακού εγκαύματος είχε μειωθεί κατά 70% έπειτα από 4 μήνες συντήρησης, ενώ στα μήλα που είχαν εκτεθεί σε 1 – MCP για 9 ώρες η πιθανότητα εμφάνισης εγκαύματος είχε μειωθεί κατά 85%. Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι για μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα, μπορεί να επαναληφθεί η έκθεση σε ορισμένη συγκέντρωση 1 – MCP μετά από ορισμένες βδομάδες, αλλά πριν να ξεκινήσει η ωρίμανση κατά τη συντήρηση. Κάτι τέτοιο απέδειξαν οι Ekman *et al.* (2004), οι οποίοι με την επανάληψη της εφαρμογής είχαν καλύτερη διατήρηση χρώματος και σκληρότητας σάρκας, όταν η εφαρμογή έγινε έπειτα από 4 εβδομάδες συντήρησης, αλλά όχι όταν έγινε έπειτα από 6 εβδομάδες συντήρησης.

1.8) Σκοπός της εργασίας

Σκοπός λοιπόν της συγκεκριμένης εργασίας ήταν να μελετηθεί πώς επηρεάζεται η ποιότητα και η συντηρησιμότητα κύριων ποικιλιών μήλων και αχλαδιών από την ορθολογική λιπαντική αγωγή που δέχθηκαν τα δέντρα κατά την ανάπτυξη των καρπών. Επίσης, όσον αφορά τα αχλάδια μελετήθηκε και η επίδραση της εφαρμογής 1 – MCP ή μη στη συντηρησιμότητα σε απλή ψύξη. Για την υλοποίηση του σκοπού διενεργήθηκαν μετρήσεις αντικειμενικής ποιότητας, οργανοληπτικής ποιότητας και διατροφικής ποιότητας.

2)Υλικά και Μέθοδοι

2.1) Χωροθέτηση

Τα πειράματα υλοποιήθηκαν σε τέσσερα αγροτεμάχια στον Τύρναβο και την Αγιά του Νομού Λάρισας, από το καλοκαίρι του 2019 έως και την άνοιξη του 2020. Συγκεκριμένα πρόκειται για δύο αχλαδεώνες ποικιλίας Κρυστάλλι στον Τύρναβο και δύο μηλεώνες ποικιλίας Super Chief στην Αγιά. Το είδος της καλλιέργειας, η τοποθεσία καθώς και η κωδική ονομασία κάθε αγροτεμαχίου (η οποία θα χρησιμοποιείται στη συνέχεια της διατριβής για λόγους ευκολίας) παρουσιάζονται στον πίνακα 2.1.

Πίνακας 2.1: Κωδική ονομασία, είδος καλλιέργειας και τοποθεσία των πειραματικών αγροτεμαχίων.

Αγροτεμάχιο	Κωδική Ονομασία	Είδος καλλιέργειας	Τοποθεσία
1 ^ο	ΛΕΩ	Αχλαδιά	Τύρναβος
2 ^ο	ΠΑΠ	Αχλαδιά	Τύρναβος
3 ^ο	ΦΟΥΚ1	Μηλιά	Αγιά
4 ^ο	ΦΟΥΚ2	Μηλιά	Αγιά

Οι μεταχειρίσεις που δέχτηκαν οι οπωρώνες, περιλάμβαναν τη λίπανση του παραγωγού, η οποία αποτελούσε το μάρτυρα και την ορθολογική πειραματική λίπανση. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται ορισμένα στοιχεία σχετικά με το προφίλ κάθε πειραματικού αγροτεμαχίου. Το αγροτεμάχιο ΛΕΩ περιλαμβάνει δένδρα ηλικίας 8 ετών, εμβολιασμένα σε υποκείμενο ΕΜΑ, διαμορφωμένα σε παλμέτα και οι αποστάσεις φύτευσης είναι 3 * 3,5 m, με την πυκνότητα να φτάνει τα 95 δένδρα ανά στρέμμα. Στο αγροτεμάχιο ΠΑΠ υπάρχουν δένδρα ηλικίας 8 ετών, εμβολιασμένα σε υποκείμενο ΕΜΑ, διαμορφωμένα σε παλμέτα και οι αποστάσεις φύτευσης είναι 3 * 3,8 m, με την πυκνότητα να ανέρχεται στα 88 δένδρα ανά στρέμμα. Το αγροτεμάχιο ΦΟΥΚ1 έχει δένδρα ηλικίας 8 ετών, εμβολιασμένα σε υποκείμενο ΜΜ106, διαμορφωμένα σε παλμέτα και οι αποστάσεις φύτευσης είναι 2 * 3,8 m, με την πυκνότητα να ανέρχεται στα 130 δένδρα ανά στρέμμα. Τέλος, το αγροτεμάχιο ΦΟΥΚ2 παρουσιάζει όμοια εικόνα με αυτή του αγροτεμαχίου ΦΟΥΚ1, με τη διαφορά ότι αυτό έχει εγκατεστημένο και αντιχαλαζικό δίχτυ προστασίας επί των γραμμών.

2.2) Μεταχειρίσεις

Στους πίνακες που ακολουθούν φαίνονται αναλυτικά όλες οι μεταχειρίσεις λίπανσης που δέχθηκαν τα πειραματικά αγροτεμάχια (Πίν. 2.2 – 2.7).

Πίνακας 2.2: Λίπανση παραγωγού (μάρτυρας) για τον πειραματικό αγρό ΛΕΩ

Μήνας λίπανσης	Τύπος λίπανσης	Συν. Λιπάσμ. kg/στρ.	Συν. Λιπάσμ. l/t	Συν. Λιπάσμ. kg/t	N kg/στρ.	P kg/στρ.	K kg/στρ.	Ca kg/στρ.	S kg/στρ.	B g/στρ.	Zn g/στρ.
Φεβρουάριος	Βασική 15-15-15 + Ιχν.	30			4,5	4,5	4,5				
Έναρξη άνθισης	Διαφυλλικά Β									15	
Πτώση πετάλων	Νιτράσβεστος 16-0-0 (+12Ca) Υδρολίπανση	20			3,2			2,4			
Απρίλιος	Διαφυλλικά 20-20-20			2	0,04	0,04	0,04				
Μάιος	Διαφυλλικά 20-20-20			2	0,04	0,04	0,04				
Μάιος	Υδρολίπανση Νιτροθειική 26-0-0 (+29S)	30			7,8				8,7		
Άγνωστο	Υδρολίπανση 20-20-20	2,5			0,5	0,5	0,5				
Άγνωστο	Υδρολίπανση 20-20-20	2,5			0,5	0,5	0,5				
	Διαφυλλικά K - RIPEN K		2				0,2				
Σεπτέμβριος	Διαφυλλικά ουρία 2%+B+Zn				0,92					15	70
	Total				17,5	5,58	5,78	2,4	8,7	30	70
	Total Έδαφος				16,5	5,5	5,5	2,4	8,7		
	Total Διαφυλλικά				1	0,08	0,28			30	70

Πίνακας 2.3: Ορθολογική λίπανση για τον πειραματικό αγρό ΛΕΩ

Μήνας λίπανσης	Τύπος λίπανσης	Συν. Λιπάσμ. kg/στρ.	Συν. Λιπάσμ. l/t	Συν. Λιπάσμ. kg/t	N kg/ στρ.	P kg/ στρ.	K kg/ στρ.	Ca kg/ στρ.	S kg/ στρ.	B g/ στρ.	Zn g/ στρ.
Φεβρουάριος	Βασική Θεικό Κάλιο (0-0-52+45S)	12					6,24		5,4		
Διαχωρισμός ανθέων	B + Zn + MAP ψεκασμός		1,5+1,5	5	0,06	0,30 5				22,5	105
Έναρξη άνθισης	Διαφυλλικά B									15	
Απρίλιος	Υδρολίπανση MAP 12-61-0	3,3			0,4	2					
Απρίλιος	Zn + Barrier ψεκασμός		2 + 2					0,04 1			140
Τέλη Απριλίου	Zn + Barrier ψεκασμός		2 + 2					0,04 1			140
Πτώση πετάλων	Νιτράσβεστος 16-0-0 (+12Ca) Υδρολίπανση	20			3,2			2,4			
Απρίλιος	Διαφυλλικά 20-20-20			2	0,04	0,04	0,04				
Μάιος	Διαφυλλικά 20-20-20			2	0,04	0,04	0,04				
Μάιος	Υδρολίπανση 20-20-20	2,5			0,5	0,5	0,5				
	Υδρολίπανση 20-20-20	2,5			0,5	0,5	0,5				
	Διαφυλλική K - RIPEN K		2				0,2				
Ιούνιος 9/7/19	Υδρολίπανση νιτρικό κάλιο (13-0-46)	7,4			1		3,4				
Σεπτέμβριος	Διαφυλλικά ουρία 2%+B+Zn				0,92					15	70
	Total				6,66	3,39	10,9	2,48	5,4	52,5	455
	Total Έδαφος				5,6	3	10,6	2,4	5,4		
	Total Διαφυλλικά				1,06	0,39	0,08	0,08	0	52,5	455

Πίνακας 2.4: Λίπανση παραγωγού (μάρτυρας) για τον πειραματικό αγρό ΠΑΠ

Μήνας λίπανσης	Τύπος λίπανσης	Συν. Λιπάσμ. kg/στρ.	Συν. Λιπάσμ. l/t	Συν. Λιπάσμ. kg/t	N kg/στρ.	P kg/στρ.	K kg/στρ.	Ca kg/στρ.	Mg kg/στρ.	S kg/στρ.	B g/στρ.	Zn g/στρ.
Ιανουάριος	Βασική Θεϊκό Κάλιο (0-0-51+18s)	20					10,2			3,6		
Ιανουάριος	Βασική Οργ. Ουσία με Χουμικα	20										
Ιανουάριος	Βασική Υπερφωσφορικό	8				3,7						
Φεβρουάριος 23/3/19	Ασβεστούχο νιτρική αμμωνία (27-0-0, 4 Ca, 1 Mg)	19			5			0,76	0,19			
Μάρτιος	B, Zn, υδρολυμένη πρωτεΐνη, χαρπίνη, N και αμινοξέα στην άνθιση το Μάρτιο ΔΙΑΦΥΛΛΙΚΑ				0,02						3	5
Άνοιξη	Ca Διαφυλλικά * 2 φορές	2 φορές	2,5					0,09				
Άνοιξη	Υδρολίπανση (μικρές ποσότητες θεϊκό Mg, χλωριούχο K, φωσφοροκάλιο, ασβέστιο)											
Μάιος	Υδρολίπανση Νιτροθεϊκή 26-0-0 (+29S)	12,5			3,3					3,6		
Μάιος	Διαφυλλική Agro K			2,5		0,1	0,16					
Τέλη Ιουνίου	Fertileader πλήρες διαφυλλικά			2,5	0,03	0,016	0,013					
	Total				8,35	3,82	10,4	0,85	0,19	7,2	3	5
	Total έδαφος				8,3	3,7	10,2	0,76	0,19	7,2		
	Total διαφυλλικά				0,05	0,12	0,17	0,09			3	5

Πίνακας 2.5: Ορθολογική λίπανση πειραματικού αγρού ΠΑΠ

Μήνας λίπανσης	Τύπος λίπανσης	Συν. Λιπάσμ. Kg/στρ.	Συν. Λιπάσμ. l/t	Συν. Λιπάσμ. Kg/t	N kg/ στρ.	P kg/ στρ.	K kg/ στρ.	Ca kg/ στρ.	S kg/ στρ.	B g/ στρ.	Zn g/ στρ.
Ιανουάριος	Βασική Θεϊκό Κάλιο (0-0-51+18s)	20					10,2		3,6		
Ιανουάριος	Βασική Οργ. Ουσία με χουμικά	20									
Ιανουάριος	Βασική Υπερφωσφορικό	8				3,7					
Μάρτιος	B, Zn, υδρολυμένη προτεΐνη, χαρπίνη και αμινοξέα στην άνθιση το Μάρτιο διαφυλλικά				0,02					3	5
Άνοιξη	Ca διαφυλλικά * 2 φορές	2 φορές	2,5					0,09			
Άνοιξη	Υδρολίπανση μικρές ποσότητες Θεϊκό Mg, χλωριούχο K, φωσφοροκάλιο, ασβέστιο										
Μάιος	Υδρολίπανση νιτροθεϊκή 26-0-0 (+29S)	12,5			3,3				3,6		
Μάιος	Διαφυλλική Agro k			2,5		0,1	0,16				
Τέλη Ιουνίου	Fertileader πλήρες διαφυλλικά			2,5	0,03	0,01 6	0,01 3				
	Total				3,35	3,82	10,4	0,09	7,2	3	5
	Total έδαφος				3,3	3,7	10,2		7,2		
	Total διαφυλλικά				0,05	0,12	0,17	0,09			

Πίνακας 2.6: Λίπανση παραγωγού (μάρτυρας) για τους πειραματικούς αγρούς ΦΟΥΚ1 και ΦΟΥΚ2

Μήνας λίπανσης	Τύπος λίπανσης	Συν. Λιπάσμ. kg/στρ.	Συν. Λιπάσμ. l/t	Συν. Λιπάσμ. kg/t	N kg/στρ.	P kg/στρ.	K kg/στρ.	Ca kg/στρ.	S kg/στρ.	Mg kg/στρ.	B g/στρ.	Zn g/στρ.
Αρχές Μαρτίου	Βασική 15-5-20	70			10,5	3,5	14					
Μάιο με μέσα Ιουνίου	Υδρολίπανση 3*10 kg δόσεις Νιτρικό Ca (15,5-0-0 +26,5 Ca)	30			4,65			7,95				
Από καρπίδιο 1-2 cm	Ασβέστιο (όχι χλωριούχο) 4 φορές	Ca Διαφυλλικά	4 φορές	2,5				0,25				
	Total				15,2	3,5	14	8,2	0	0	0	
	Total Έδαφος				15,2	3,5	14	7,95				
	Total Διαφυλλικά							0,25				

Πίνακας 2.7: Ορθολογική λίπανση για τους πειραματικούς αγρούς ΦΟΥΚ1 και ΦΟΥΚ2

Μήνας λίπανσης	Τύπος λίπανσης	Συν. Λιπάσμ. kg/στρ.	Συν. Λιπάσμ. l/t	Συν. Λιπάσμ. kg/t	N kg/στρ.	P kg/στρ.	K kg/στρ.	Ca kg/στρ.	S kg/στρ.	Mg kg/στρ.	B g/στρ.	Zn g/στρ.
Φεβρουάριος	ΒΑΣΙΚΗ Θεϊκό κάλιο (0-0-52+45S)	10					5,2		4,5			
Διαχωρισμός ανθέων	B + Zn + MAP ψεκασμός		1,5 B+ 1,5 Zn	5 MAP	0,1	0,5					37,5	175
Έναρξη άνθισης	B + MAP ψεκασμός		1,5 B	5 MAP	0,1	0,5					37,5	
Απρίλιος Πτώση πετάλων	Υδρολίπανση MAP 12-61-0	4,2			0,5	2,5						
Μάιο με μέσα Ιουνίου	Υδρολίπανση 3*10 kg Δόσεις νιτρικό Ca (15,5-0-0+26,5 Ca)	30			4,65			7,95				
Από καρπίδιο 1-2 cm	Ασβέστιο (όχι χλωριούχο) 4 φορές	Ca ΔΙΑΦΥΛΛΙΚΑ	4 φορές	2,5				0,25				
Ιούλιος	Υδρολίπανση νιτρικό κάλιο (13-0-46)	7,4			1		3,4					
Τέλη Ιουλίου	Barrier ψεκασμός		2					0,06 8				
Μέσα Αυγούστου	Barrier ψεκασμός		2					0,06 8				
Μετασυλλεκτικά	Διαφυλλικά 2% ουρία +B +Zn + MAP		2 + 2	20 + 5	1,6	0,5					50	233
	Total				7,95	4	8,6	8,34	4,5	0	125	408
	Total Έδαφος				6,15	2,5	8,6	7,95	4,5			
	Total Διαφυλλικά				1,8	1,5		0,39			125	408

Η συλλογή των καρπών έγινε κατά την εμπορική συγκομιδή για εκτίμηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών και της διατροφικής τους αξίας. Μέρος των καρπών εκτιμήθηκε άμεσα, ενώ άλλοι καρποί τοποθετήθηκαν στην ψυχοσυντήρηση. Η ψυχοσυντήρηση αφορούσε απευθείας τοποθέτηση των καρπών σε κοινή ψύξη ή μετά από υποκαπνισμό με 625 ppm 1 - MCP για 2,5 ή 5 μήνες για τα αχλάδια και για 3 ή 6 μήνες για τα μήλα.

Η εκτίμηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών και της διατροφικής αξίας των διατηρημένων στην ψυχοσυντήρηση καρπών έγινε μετά την έξοδό τους στους 2,5 μήνες + 4 ημέρες ζωή στο ράφι (SL) ή 5 μήνες + 4 ημέρες SL για τα αχλάδια και στους 3 μήνες + 5 ημέρες SL ή 6 μήνες + 5 ημέρες SL για τα μήλα.

2.3) Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών και διατροφικής αξίας

Οι μετρήσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών περιελάμβαναν τη μέτρηση του βάρους και των διαστάσεων των καρπών, του χρώματος του φλοιού, της σκληρότητας της σάρκας, την περιεκτικότητα του χυμού σε διαλυτά στερεά συστατικά, το pH και την οξύτητα του χυμού, τον λόγο της περιεκτικότητας σε διαλυτά στερεά συστατικά του χυμού προς την οξύτητα, το ποσοστό % ξηράς ουσίας, την περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά και την αντιοξειδωτική ικανότητα των καρπών.

Βάρος και διαστάσεις καρπού

Το βάρος των καρπών προσδιορίστηκε με ζύγιση στην ηλεκτρονική ζυγαριά Kern με 2 δεκαδικά (model EW 600-ZM, Balingen, Germany). Για τη μέτρηση των διαστάσεων του καρπού μετρήθηκε το ύψος και το πλάτος του καρπού στα μάγουλα και στη ραφή των καρπών, με χρήση ηλεκτρονικού παχύμετρου.

Χρώμα φλοιού

Το χρώμα του φλοιού των καρπών μετρήθηκε με το χρωματόμετρο Minolta (Model CR-400, Minolta Ltd, Osaka, Japan), σύμφωνα με το σύστημα μέτρησης CIELAB (CIE 1976, L*, a*, b*). Σε κάθε καρπό πραγματοποιήθηκαν δύο μετρήσεις, αντιδιαμετρικά, στον ισημερινό κάθε καρπού για τον δείκτη φωτεινότητας L* και των παραμέτρων a* και b*. Καταγράφηκε ο μέσος όρος των 6 καρπών-επαναλήψεων με δύο μετρήσεις/καρπό και ακολούθησε ο υπολογισμός των παραμέτρων του χρώματος της καθαρότητας C* (Chroma) και της απόχρωσης Hue.

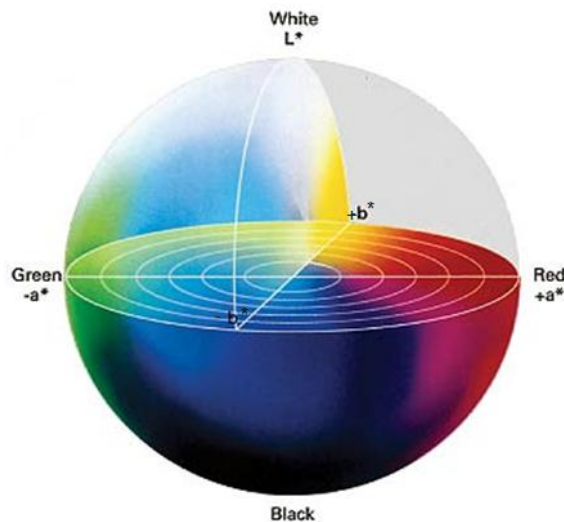
Οι παράμετροι χρώματος L^* , a^* και b^* τοποθετούν το χρώμα σε ένα τρισδιάστατο ορθογώνιο σύστημα συντεταγμένων, όπου το L^* είναι κάθετο στο επίπεδο που σχηματίζουν τα a^* και b^* . Η παράμετρος φωτεινότητας L^* κυμαίνεται από μαύρο $L^*=0$ έως λευκό $L^*=100$. Το a^* τοποθετείται στον οριζόντιο άξονα και το b^* στον κατακόρυφο. Το χρώμα στο σημείο $a^*=0$, $b^*=0$ είναι άχρωμο (γκρι). Στον οριζόντιο άξονα, αν $a^*>0$ δείχνει κόκκινη-μωβ απόχρωση και αν $a^*<0$ μπλε-πράσινη απόχρωση. Στον κατακόρυφο άξονα, αν $b^*>0$ δείχνει κίτρινη απόχρωση και αν $b^*<0$ δείχνει μπλε απόχρωση (Εικ. 2.1). Σε συνδυασμό οι παράμετροι C^* και Hue δίνουν το ακριβές, πραγματικό χρώμα στους έγχρωμους καρπούς. Ο υπολογισμός των παραμέτρων αυτών γίνεται από τις παρακάτω εξισώσεις.

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$\text{Hue} = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$

Το C^* είναι μία παράμετρος ανάλογη με την ένταση του χρώματος από το γκρι έως το έγχρωμο. Όσο μεγαλύτερο είναι το C^* , τόσο πιο καθαρό χρώμα έχει ο καρπός.

Η γωνία Hue εκφράζει την απόχρωση (Hue=0° εκφράζει το κόκκινο-μωβ, Hue=90° εκφράζει το κίτρινο, Hue=180° το μπλε-πράσινο και Hue=270° το μπλε) (McGuire 1992).



Εικόνα 2.1: Ο τρισδιάστατος ομοιόμορφος χρωματικός χώρος CIELAB

Σκληρότητα σάρκας καρπού

Η σκληρότητα σάρκας του καρπού, η οποία έχει άμεση σχέση με την τραγανότητα των φρούτων, μετρήθηκε με ηλεκτρονικό πενετρόμετρο Turoi (53205 Digital Fruit Pressure Tester, Turoi Srl., Forli, Italy), αφού πρώτα είχε αφαιρεθεί ο φλοιός και στις δύο πλευρές

του καρπού. Για τα αγκάδια το έμβολο που χρησιμοποιήθηκε ήταν διαμέτρου 8,9 mm και για τα μήλα διαμέτρου 11 mm. Οι ενδείξεις που καταγράφηκαν από το όργανο αντιστοιχούσαν σε kg.

Περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά του χυμού, ΔΣΣ (%)

Από κάθε καρπό της επανάληψης, λήφθηκαν δύο αντιδιαμετρικά τμήματα καρπού (φλοιός και σάρκα), από τον ποδίσκο ως τη βάση του καρπού και αφού χυμοποιήθηκαν, μετρήθηκε η περιεκτικότητά τους σε διαλυτά στερεά συστατικά, ΔΣΣ (%) με επιτραπέζιο ηλεκτρονικό διαθλασίμετρο ATAGO (Pocket Refractometer Pal-1, Tokyo, Japan).

Οξύτητα και pH χυμού

Η οξύτητα του χυμού μετρήθηκε με τιτλοδότηση αραιωμένου χυμού (1:10) με 0,1 N NaOH μέχρι το pH να είναι ίσο με 8,2 και εκφράστηκε, με χρήση κατάλληλου συντελεστή, σε ποσοστό (%) περιεκτικότητας μηλικού οξέος.

Η μέτρηση του pH πραγματοποιήθηκε στον πυκνό χυμό με πεχάμετρο Hanna Instruments (HI 9024 pH meter, Woonsocket, RI, USA).

Λόγος της περιεκτικότητας σε διαλυτά στερεά συστατικά προς οξύτητα του χυμού

Ο λόγος της περιεκτικότητας σε διαλυτά στερεά συστατικά του χυμού προς οξύτητα, (ΔΣΣ/οξύτητα), υπολογίστηκε αφού μετρήθηκαν τα ΔΣΣ (%) και η οξύτητα του χυμού των καρπών. Τόσο η περιεκτικότητα σε ΔΣΣ, όσο και η οξύτητα, αλλά και ο λόγος αυτών, σχετίζονται με τη γεύση των φρούτων, δηλαδή κατά πόσο γλυκά ή ξινά είναι. Με άλλα λόγια η σκληρότητα σάρκας και η σχέση ΔΣΣ/οξύτητα είναι άμεσα συνδεδεμένα με την οργανοληπτική αίσθηση στον καταναλωτή, και, επομένως, άμεσα συνδεδεμένα με την ποιότητα.

Ξηρά ουσία (%)

Για τη μέτρηση του ποσοστού % της ξηράς ουσίας των καρπών, ζυγίστηκε το νωπό βάρος έξι τεμαχίων καρπών από τους έξι καρπούς της κάθε επανάληψης. Έπειτα τοποθετήθηκαν στο φούρνο στους 80 °C και, αφού ξηράθηκαν, ζυγίστηκε το ξηρό βάρος. Στη συνέχεια υπολογίστηκε το ποσοστό % της ξηράς ουσίας. Αυτή η παράμετρος σχετίζεται με τον τρόπο καλλιέργειας, την ωριμότητα στη συγκομιδή, και, έμμεσα, με την οργανοληπτική ποιότητα.

Μέτρηση της περιεκτικότητας των καρπών σε ολικά φαινολικά συστατικά

Για τον ποσοτικό προσδιορισμό της περιεκτικότητας των καρπών σε ολικά φαινολικά συστατικά χρειάστηκε προετοιμασία των δειγμάτων. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις επαναλήψεις των έξι καρπών, από τους οποίους λήφθηκαν 5 g σάρκας και φλοιού και ομογενοποιήθηκαν με 25 mL μεθανόλης. Στη συνέχεια τα δείγματα φυγοκεντρήθηκαν στις 4000g για 10 min και στο υπερκείμενο μέρος έγινε ποσοτικός προσδιορισμός της περιεκτικότητας των καρπών σε ολικά φαινολικά συστατικά και της αντιοξειδωτικής τους ικανότητας.

Ο προσδιορισμός των ολικών φαινολικών των καρπών έγινε με κάποιες μετατροπές της μεθόδου που περιγράφηκε αρχικά από τους Swain and Hillis (1959) και βασίζεται στο γεγονός ότι τα ολικά φαινολικά, υπό συγκεκριμένες συνθήκες ανάλυσης, αντιδρούν με το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu και σχηματίζουν ένα έγχρωμο, κυανό, σύμπλοκο με μέγιστο απορρόφηση στα 760 nm. Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών έγινε σε 2 mL εκχυλίσματος (όπως αναφέρθηκε πιο πάνω). Σε δοκιμαστικό σωλήνα προστέθηκαν τα 2 mL του εκχυλίσματος, 2 mL απιονισμένου νερού και 10 mL από αραιωμένο με νερό (1:10) διάλυμα Folin-Ciocalteu συγκέντρωσης 2 N. Ακολούθησε ανακίνηση με Vortex για μερικά δευτερόλεπτα. Στη συνέχεια, σε χρονικό διάστημα 30 δευτερολέπτων έως 8 λεπτών προστέθηκαν 1 N Na₂CO₃, έγινε ανακίνηση με το Vortex και τα δείγματα παρέμειναν για μία ώρα στους 30 °C στο σκοτάδι. Ακολούθως, μετρήθηκε η απορρόφηση φωτός στα 760 nm σε φασματοφωτόμετρο OPTIZEN POP (UV/VIS Spectrophotometer, Mecasys Co. Ltd, Daejeon, S. Korea). Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις μετρήσεις εκφράστηκαν σε mg γαλλικού οξέος ανά 100 g ν.β. καρπού. Η πρότυπη καμπύλη αναφοράς έγινε με μέτρηση της απορρόφησης διαλυμάτων γνωστής συγκέντρωσης γαλλικού οξέος που προέκυψαν από αραιώσεις πυκνού διαλύματος γαλλικού οξέος (5 mg mL⁻¹).

Μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας των καρπών

Η μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας των καρπών (σάρκας και φλοιού) πραγματοποιήθηκε με δύο μεθοδολογίες α) με τη μέθοδο της ελεύθερης ρίζας DPPH και β) με τη δοκιμή FRAP.

α) Η μέθοδος της ελεύθερης ρίζας DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)

Η μέθοδος της ελεύθερης ρίζας DPPH βασίζεται στην τροποποιημένη μέθοδο του Brand-Williams et al. (1995) και στηρίζεται στην ικανότητα αλληλεπίδρασης των αντιοξειδωτικών

μορίων με τη ρίζα DPPH. Η ρίζα DPPH είναι μία σταθερή ρίζα, έχει μωβ χρώμα και απορροφά στα 517 nm. Αν στη ρίζα DPPH προστεθεί μια ουσία με αντιοξειδωτική δράση, τότε το χρώμα του διαλύματος μεταβάλλεται, από μωβ σε κίτρινο, λόγω της αναγωγής της ρίζας. Η μεταβολή αυτή είναι ανάλογη της συγκέντρωσης της αντιοξειδωτικής ουσίας και την αντίστοιχη μείωση της οπτικής απορρόφησης στα 517 nm και προσδιορίζεται φασματοφωτομετρικά. Για τη μέτρηση τοποθετήθηκαν σε δοκιμαστικό σωλήνα 100 μL από το μεθανολικό εκχύλισμα και 2900 μL DPPH συγκέντρωσης 100 μM . Κατόπιν ανακίνησης των δειγμάτων με vortex, τα δείγματα τοποθετήθηκαν στο σκοτάδι για 30 min ακριβώς και αμέσως μετά μετρήθηκε η απορρόφησή τους στα 517 nm με το φασματοφωτόμετρο OPTIZEN POP έναντι μάρτυρα (100 μL μεθανόλη και 2900 μL DPPH). Η αντιοξειδωτική ικανότητα του εκχυλίσματος εκτιμήθηκε με βάση την πρότυπη καμπύλη αναφοράς του L-ασκορβικού οξέος και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως ισοδύναμα μmol L-ασκορβικού οξέος ανά g v.β. καρπού.

β) Δοκιμή αναγωγής του τρισθενούς σιδήρου (Ferric ion Reducing Antioxidant Power, FRAP)

Η αντιοξειδωτική ικανότητα (Ferric Reducing Antioxidant Power, FRAP) του εκχυλίσματος σάρκας και φλοιού των καρπών πραγματοποιήθηκε σύμφωνα τη μέθοδο αναγωγής του τρισθενούς σιδήρου (Benzie και Strain, 1996). Σε όξινες συνθήκες τα εκχυλίσματα έχουν την ικανότητα να ανάγουν τον Fe^{+3} σε Fe^{+2} παρουσία 2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ), με αποτέλεσμα να σχηματίζεται το έγχρωμο σύμπλοκο Fe^{+2} -TPTZ μπλε χρώματος που απορροφά στα 593 nm. Για τη μέτρηση, 2950 μL φρέσκου διαλύματος εργασίας FRAP (300 mM ρυθμιστικού διαλύματος οξικού οξέος pH=3,6, 10 mM 2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine σε 40 mM HCl και 20 mM τριχλωριούχου σιδήρου σε αναλογία 10:1:1) αναμείχθηκαν με 50 μL εκχυλίσματος, επώαστηκαν στους 37 $^{\circ}\text{C}$ για 4 min σε υδατόλουτρο και κατόπιν μετρήθηκε η απορρόφηση του μίγματος στα 593 nm με το φασματοφωτόμετρο OPTIZEN POP. Η αντιοξειδωτική ικανότητα του εκχυλίσματος εκτιμήθηκε με βάση την πρότυπη καμπύλη του L-ασκορβικού οξέος και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως ισοδύναμα μmol L-ασκορβικού οξέος ανά g v.β. καρπού.

2.4) Στατιστική ανάλυση μετρήσεων

Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων έγινε με ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA (Analysis of Variance) με δύο (λιπαντική αγωγή, διάρκεια συντήρησης) ή τρεις παράγοντες (λιπαντική αγωγή, υποκαπνισμός ή όχι με 1-MCP, διάρκεια συντήρησης) με χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS (SPSS Statistics for Windows, Version 26.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA).

Ο διαχωρισμός των μέσων όρων έγινε με post – hoc ελέγχους με εφαρμογή της μεθόδου Duncan και πιθανότητα λάθους 5%.

3) Αποτελέσματα

3.1) Οπωρώνας με αχλάδια ΛΕΩ

Στον αχλαδεώνα ΛΕΩ, η τιμή της παραμέτρου χρώματος φλοιού L^* των αχλαδιών παρέμεινε σταθερή από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες συντήρησης, αλλά αυξήθηκε μέχρι τους 5 μήνες συντήρησης, με διαφορές να παρατηρούνται μεταξύ των μεταχειρίσεων (Πίν. 3.1). Τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης που μετά τη συγκομιδή είχαν δεχθεί υποκαπνισμό με 1 – MCP είχαν υψηλότερη τιμή χρώματος L^* σε σύγκριση με τα αχλάδια του μάρτυρα που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό, καθώς και από τα πειραματικά που δεν είχαν δεχθεί υποκαπνισμό. Τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό με 1 – MCP είχαν τη χαμηλότερη τιμή χρώματος L^* . Αυτό παρατηρήθηκε σχεδόν σε όλες τις χρονικές περιόδους μετρήσεων.

Η τιμή της παραμέτρου χρώματος φλοιού a^* των αχλαδιών του αχλαδεώνα ΛΕΩ αυξήθηκε σταδιακά από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες συντήρησης και έως τους 5 μήνες συντήρησης, κάτι που βρέθηκε και για τις δύο πειραματικές μεταχειρίσεις (Πίν. 3.1). Τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης που είχαν υποκαπνιστεί με 1 – MCP μετά τη συγκομιδή είχαν χαμηλότερη τιμή χρώματος a^* σε σύγκριση με τα αχλάδια των υπόλοιπων μεταχειρίσεων. Αυτό όμως ίσχυε μόνο κατά τη συγκομιδή. Στους 2,5 μήνες συντήρησης τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης, με ή χωρίς υποκαπνισμό, είχαν χαμηλότερη τιμή χρώματος a^* σε σύγκριση με τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό και ακόμα χαμηλότερη από εκείνα του μάρτυρα με υποκαπνισμό. Στους 5 μήνες συντήρησης τα αχλάδια που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό είχαν χαμηλότερες τιμές χρώματος a^* σε σύγκριση με τα αχλάδια που δεν είχαν δεχθεί υποκαπνισμό. Και στις δύο περιπτώσεις χαμηλότερη ήταν η τιμή εκείνων της εναλλακτικής λίπανσης.

Η τιμή της παραμέτρου χρώματος φλοιού b^* των αχλαδιών του αχλαδεώνα ΛΕΩ μειώθηκε από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες συντήρησης, ενώ στους 5 μήνες συντήρησης η τιμή είτε παρέμεινε ίδια με τους 2,5 μήνες, είτε αυξήθηκε τόσο που έφτασε να είναι ίση με εκείνη της συγκομιδής (Πίν. 3.1). Συγκεκριμένα, για τα αχλάδια που συντηρήθηκαν σε κοινή ψύξη η τιμή της παραμέτρου χρώματος φλοιού b^* ήταν ίδια ή σχεδόν ίδια και για τις 3 χρονικές περιόδους μετρήσεων. Αντιθέτως, για τα αχλάδια του μάρτυρα που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό η τιμή της παραμέτρου χρώματος φλοιού b^* ήταν ίδια για τους 2,5 και 5 μήνες συντήρησης, αλλά μικρότερη από εκείνη της συγκομιδής, ενώ για τα αντίστοιχα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης η τιμή μειώθηκε ή παρέμεινε σταθερή από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες και στους 5 μήνες αυξήθηκε τόσο που ξεπέρασε ή ήταν παρόμοια με την τιμή στη συγκομιδή. Τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό με 1 – MCP είχαν

χαμηλότερη ή ίση τιμή της παραμέτρου χρώματος φλοιού b* με τα αντίστοιχα αχλάδια του μάρτυρα, τα οποία είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή με τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό, τα οποία με τη σειρά τους είχαν χαμηλότερη τιμή από τα αντίστοιχα αχλάδια του μάρτυρα. Συγκεκριμένα, κατά τη συγκομιδή η αύξουσα σειρά της τιμής της παραμέτρου χρώματος φλοιού b* ξεκινούσε με χαμηλότερη την τιμή των αχλαδιών της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό και ακολουθούσαν τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό, τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό και τα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό, με την τιμή να είναι πάντα μεγαλύτερη ή ίση για κάθε μεταχείριση. Κατά τους 2,5 μήνες συντήρησης χαμηλότερη τιμή της παραμέτρου χρώματος φλοιού b* είχαν τα αχλάδια που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό, ενώ ακολουθούσαν με μεγαλύτερη ή ίση τιμή τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό και με μεγαλύτερη τιμή τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό. Τέλος, στους 5 μήνες συντήρησης, χαμηλότερες τιμές της παραμέτρου χρώματος φλοιού b* είχαν τα αχλάδια που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό με εκείνα της εναλλακτικής λίπανσης να έχουν υψηλότερη, και να ακολουθούν τα αχλάδια της διατήρησης στην κοινή ψύξη με όμοια τιμή.

Πίνακας 3.1 Επίδραση του χρόνου συντήρησης στις παραμέτρους χρώματος του φλοιού αχλαδιών Κρυστάλλια του αχλαδεώνα ΛΕΩ, όπως αυτά διαμορφώθηκαν με βάση τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν (Ψύξη: διατήρηση σε κοινή ψύξη, 1-MCP : υποκαπνισμός με 1-MCP πριν τη συντήρηση σε κοινή ψύξη, Μάρτ: λίπανση παραγωγού, Εναλ. Λίπ.: εναλλακτική λίπανση). Ανά στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P=0,05).

Χρόνος	Μεταχείριση	Χρώμα L*	Χρώμα a*	Χρώμα b*	
Συγκομιδή	Ψύξη	Μάρτ.	67,0 cd	-14,5 f	37,0 ab
		Εναλ.Λίπ.	66,8 cd	-14,2 f	36,8 b
	1 - MCP	Μάρτ.	67,6 c	-13,9 ef	37,7 a
		Εναλ.Λίπ.	68,4 bc	-14,7 f	36,3 bc
2,5 μήνες	Ψύξη	Μάρτ.	66,6 d	-11,1 cd	37,8 a
		Εναλ.Λίπ.	68,2 bc	-11,6 d	36,1 bc
	1 - MCP	Μάρτ.	68,0 bc	-10,9 c	35,6 c
		Εναλ.Λίπ.	68,0 bc	-12,2 d	35,7 c
5 μήνες	Ψύξη	Μάρτ.	67,4 cd	-9,2 a	37,0 ab
		Εναλ.Λίπ.	68,3 bc	-9,9 b	37,4 ab
	1 - MCP	Μάρτ.	68,8 b	-11,2 cd	35,7 c
		Εναλ.Λίπ.	71,2 a	-13,7 e	36,7 b
Σημαντικ.	Χρόνος	***	***	**	
	Μεταχείριση	***	***	***	

*** 1% σημαντικότητα, ** 1% σημαντικότητα κατά Duncan

Η τιμή της σκληρότητας σάρκας του καρπού των αχλαδιών του αχλαδεώνα ΛΕΩ μειώθηκε από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες συντήρησης και στη συνέχεια παρέμεινε σταθερή

μέχρι και τους 5 μήνες συντήρησης (Πίν. 3.2). Συγκεκριμένα, τα αχλάδια που δεν είχαν δεχθεί υποκαπνισμό με 1 – MCP παρουσίασαν μείωση της τιμής της σκληρότητάς τους τους πρώτους 2,5 μήνες συντήρησης, η οποία στους 5 μήνες αυξήθηκε, αλλά όχι αρκετά για να φτάσει την τιμή που είχαν κατά τη συγκομιδή. Τα αχλάδια του μάρτυρα που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό με 1 – MCP είχαν σταθερή τιμή σκληρότητας σάρκας από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες συντήρησης και στους 5 μήνες αυτή μειώθηκε, ενώ τα αντίστοιχα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης είχαν μείωση της σκληρότητας σάρκας από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες και μετά παρέμεινε αμετάβλητη στους 5 μήνες συντήρησης. Τα αχλάδια του μάρτυρα που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό με 1 – MCP είχαν την υψηλότερη τιμή σκληρότητας σάρκας, ενώ ακολουθούσαν τα αντίστοιχα μήλα της εναλλακτικής λίπανσης και έπειτα με παρόμοια τιμή τα αχλάδια που είχαν διατηρηθεί στην κοινή ψύξη των μεταχειρίσεων χωρίς υποκαπνισμό με 1 – MCP. Συγκεκριμένα, για την περίοδο της συγκομιδής χαμηλότερη τιμή είχαν τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό μαζί με τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό, ακολουθούσαν με μεγαλύτερη ή ίση τιμή εκείνα της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό και τέλος με μεγαλύτερη ή ίση τιμή τα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό. Στους 5 μήνες συντήρηση τα αχλάδια χωρίς υποκαπνισμό είχαν χαμηλότερες τιμές σκληρότητας σάρκας από τα αχλάδια που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό.

Η περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ) του χυμού των αχλαδιών αυξήθηκε από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες συντήρησης, αλλά στους 5 μήνες μειώθηκε (Πίν. 3.2). Εξάιρεση αποτελούσαν τα αχλάδια του μάρτυρα και για τους δύο τύπους συντήρησης, όπου η αύξηση των ΔΣΣ διατηρήθηκε και στους 5 μήνες συντήρησης. Τα αχλάδια του μάρτυρα που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό με 1 – MCP είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε ΔΣΣ συγκριτικά με όλα τα υπόλοιπα αχλάδια. Συγκεκριμένα, κατά τη συγκομιδή τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης είχαν χαμηλότερη τιμή από τα αχλάδια του μάρτυρα και για τις δύο περιπτώσεις συντήρησης, ενώ κατά τους 2,5 μήνες συντήρησης τη χαμηλότερη τιμή είχαν μόνο τα αχλάδια του μάρτυρα που συντηρήθηκαν στην κοινή ψύξη. Όλα τα υπόλοιπα αχλάδια είχαν ίδια τιμή για εκείνο τα χρονικό διάστημα.

Η οξύτητα του χυμού των αχλαδιών μειώθηκε σταδιακά από τη συγκομιδή μέχρι και τους 5 μήνες συντήρησης, κάτι που ίσχυε για όλες τις μεταχειρίσεις (Πίν. 3.2). Τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης είχαν χαμηλότερες τιμές οξύτητας σε σχέση με τα αχλάδια του μάρτυρα και για τους δύο τρόπους συντήρησης. Εξάιρεση αποτελεί η περίοδος της συγκομιδής, όπου χαμηλότερη οξύτητα είχαν τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό με 1 - MCP, ακολουθούσαν τα αντίστοιχα του μάρτυρα, και την

υψηλότερη τιμή είχαν τα αχλάδια που είχαν συντηρηθεί σε κοινή ψύξη προερχόμενα και από τους δύο τρόπους λιπάνσεων.

Η τιμή του λόγου της περιεκτικότητας σε ΔΣΣ προς την οξύτητα του χυμού των αχλαδιών αυξήθηκε σταδιακά από τη συγκομιδή μέχρι και τους 5 μήνες συντήρησης, κάτι που ίσχυε για όλες τις μεταχειρίσεις (Πίν. 3.2). Τα αχλάδια του μάρτυρα, ανεξάρτητα από τον τρόπο συντήρησής τους, είχαν χαμηλότερη τιμή ΔΣΣ/οξύτητα από τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό με 1 – MCP, ενώ την υψηλότερη τιμή είχαν τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό. Συγκεκριμένα, κατά τη συγκομιδή χαμηλότερη τιμή ΔΣΣ/οξύτητας είχαν τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης που είχαν διατηρηθεί στην κοινή ψύξη, ακολουθούσαν με μεγαλύτερη ή ίση τιμή τα αχλάδια των μαρτύρων ανεξάρτητα από τον τρόπο συντήρησής τους, και έπειτα μεγαλύτερη ή ίση τιμή είχαν τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό με 1 – MCP. Στους 2,5 μήνες τα αχλάδια των μαρτύρων είχαν χαμηλότερη τιμή ΔΣΣ/οξύτητα από εκείνα των εναλλακτικών λιπάνσεων, ανεξάρτητα από τον τρόπο συντήρησής τους. Τέλος, στους 5 μήνες συντήρησης τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης που είχαν διατηρηθεί στην κοινή ψύξη είχαν υψηλότερη τιμή ΔΣΣ/οξύτητα σε σύγκριση με όλα τα υπόλοιπα αχλάδια.

Πίνακας 3.2 Επίδραση του χρόνου συντήρησης στις παραμέτρους οργανοληπτικής ποιότητας των αχλαδιών ποικιλίας Κρυστάλλια του αχλαδεώνα ΛΕΩ, όπως αυτά διαμορφώθηκαν με βάση τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν (Ψύξη: διατήρηση σε κοινή ψύξη, 1-MCP: υποκαπνισμός με 1-MCP πριν τη συντήρηση σε κοινή ψύξη, Μάρτ.: λίπανση παραγωγού, Εναλ.Λίπ.: εναλλακτική λίπανση). ΣΣ: σκληρότητα σάρκας, ΔΣΣ: διαλυτά στερεά συστατικά χυμού, ΞΟ: ποσοστό % ξηράς ουσίας εδώδιμου. Ανά στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P=0,05).

Χρόνος	Μεταχείριση	ΣΣ (kgF)	ΔΣΣ (%)	Οξύτητα (%)	ΔΣΣ/Οξύτ.	ΞΟ (%)	
Συγκομιδή	Ψύξη	Μάρτ.	6,8 b	14,6 c	0,519 a	28,5 ef	19,4 cd
		Εναλ.Λίπ.	7,2 ab	13,8 d	0,519a	26,9 f	19,8 c
	1 - MCP	Μάρτ.	7,3 a	14,7 c	0,482 b	30,9 ef	19,9 c
		Εναλ.Λίπ.	6,9 b	14,0 d	0,440 c	32,1 e	19,0 d
2,5 μήνες	Ψύξη	Μάρτ.	1,6 e	16,0 b	0,424 c	37,9 d	21,7 b
		Εναλ.Λίπ.	1,3 e	17,0 a	0,346 d	49,5 c	21,8 b
	1 - MCP	Μάρτ.	7,2 ab	16,8 a	0,423 c	40,0 d	22,8 a
		Εναλ.Λίπ.	6,2 c	16,8 a	0,346 d	48,5 c	21,4 b
5 μήνες	Ψύξη	Μάρτ.	2,6 d	16,0 b	0,200 e	81,7 b	18,1 e
		Εναλ.Λίπ.	2,5 d	16,0 b	0,157 f	103,7 a	18,3 e
	1 - MCP	Μάρτ.	6,0 c	16,7 a	0,203 e	79,9 b	18,8 d
		Εναλ.Λίπ.	5,9 c	16,0 b	0,193 ef	83,3 b	18,0 e
Σημαντικ.	Χρόνος	***	***	***	***	***	
	Μεταχείριση	***	*	***	***	***	

*** 1%ο σημαντικότητα, ** 1%ο σημαντικότητα, * 5%ο σημαντικότητα κατά Duncan

Το ποσοστό % ξηράς ουσίας καρπού αυξήθηκε στους 2,5 μήνες σε σχέση με την τιμή στη συγκομιδή, και μειώθηκε κατόπιν στους 5 μήνες σημαντικά και έφτασε σε επίπεδα κάτω αυτών στη συγκομιδή (Πίν. 3.2). Αυτές οι αλλαγές βρέθηκαν με τις δύο μεθόδους συντήρησης και στις δύο μεταχειρίσεις. Οι καρποί της εναλλακτικής λίπανσης είχαν χαμηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας από τους καρπούς του μάρτυρα. Αυτές οι διαφορές στο ποσοστό % ξηράς ουσίας βρέθηκαν στη συγκομιδή και στα μήλα που δέχθηκαν υποκαπνισμό με 1 – MCP στη συγκομιδή και μετά από 2,5 και 5 μήνες συντήρηση. Αντίθετα, οι καρποί των δύο μεταχειρίσεων είχαν παρόμοιες τιμές ποσοστού % ξηράς ουσίας στην κοινή ψύξη χωρίς υποκαπνισμό με 1 – MCP.

Η τιμή της περιεκτικότητας σε ολικά φαινολικά συστατικά των καρπών των αχλαδιών του αχλαδεώνα ΛΕΩ μειώθηκε από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες συντήρησης και παρέμεινε σταθερή μέχρι και τους 5 μήνες συντήρησης (Πίν. 3.3). Αυτό βρέθηκε για όλες τις μεταχειρίσεις. Τα αχλάδια που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό με 1 – MCP, ανεξαρτήτως λίπανσης, είχαν χαμηλότερες τιμές περιεκτικότητας σε ολικά φαινολικά συστατικά σε σχέση με τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης που είχαν διατηρηθεί στην κοινή ψύξη, τα οποία είχαν χαμηλότερη τιμή από τα αντίστοιχα αχλάδια του μάρτυρα. Συγκεκριμένα, κατά τους 2,5 μήνες συντήρησης χαμηλότερη τιμή περιεκτικότητας ολικών φαινολικών είχαν τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης που είχαν διατηρηθεί στην κοινή ψύξη και ακολουθούσαν με αύξουσα τιμή περιεκτικότητας τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό, τα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό και τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό. Στους 5 μήνες συντήρησης, τα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση ολικών φαινολικών από τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό και υψηλότερη αλλά ίση μεταξύ τους τιμή είχαν τα αχλάδια και των δύο λιπάνσεων που συντηρήθηκαν στην κοινή ψύξη.

Η τιμή της αντιοξειδωτικής ικανότητας των καρπών με τη μέθοδο της ελεύθερης ρίζας DPPH μειώθηκε ή παρέμεινε σταθερή από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες συντήρησης, ενώ στους 5 μήνες συντήρησης αυξήθηκε ή παρέμεινε σταθερή σε σχέση με την τιμή που είχαν κατά τη συγκομιδή (Πίν. 3.3). Συγκεκριμένα, τα αχλάδια του μάρτυρα που συντηρήθηκαν στην κοινή ψύξη είχαν τιμή αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH που στους 2,5 μήνες μειώθηκε συγκριτικά με τη συγκομιδή και στους 5 μήνες παρέμεινε σταθερή. Τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης που συντηρήθηκαν στην κοινή ψύξη είχαν τιμή αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH που στους 2,5 μήνες μειώθηκε σε σχέση με αυτή της συγκομιδής, αλλά στους 5 μήνες αυξήθηκε και ήταν παρόμοια με αυτή της συγκομιδής. Τα αχλάδια του μάρτυρα που δέχθηκαν υποκαπνισμό με 1 – MCP είχαν τιμή αντιοξειδωτικής ικανότητας

DPPH που παρέμεινε σταθερή από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες, αλλά στους 5 μήνες μειώθηκε. Η τιμή αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH των αχλάδιών της εναλλακτικής λίπανσης που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό ήταν ακριβώς όπως περιγράφηκε αρχικά. Τα αχλάδια του μάρτυρα που συντηρήθηκαν στην κοινή ψύξη είχαν γενικά τιμή αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH υψηλότερη σε σχέση με όλα τα υπόλοιπα αχλάδια, τα οποία είχαν παρόμοιες τιμές μεταξύ τους. Συγκεκριμένα, κατά τη συγκομιδή, τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH σε σχέση με τα αχλάδια και των δύο λιπάνσεων που δεν είχαν δεχθεί υποκαπνισμό, τα οποία είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή με τα αχλάδια του μάρτυρα που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό. Κατά τους 2,5 μήνες συντήρησης τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό είχαν τη χαμηλότερη τιμή αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH και ακολουθούσαν με αύξουσα σειρά, τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό, τα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό και τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό. Στους 5 μήνες, χαμηλότερη τιμή αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH είχαν τα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό, ακολουθούσαν τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με ή χωρίς υποκαπνισμό και την υψηλότερη τιμή αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH είχαν τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό.

Η τιμή της αντιοξειδωτικής ικανότητας των καρπών με τη δοκιμή αναγωγής του τρισθενούς σιδήρου (FRAP) από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες συντήρησης μειώθηκε και στους 5 μήνες συντήρησης αυξήθηκε, χωρίς όμως να φτάσει την αρχική τιμή (Πίν. 3.3). Συγκεκριμένα, στα αχλάδια του μάρτυρα που συντηρήθηκαν στην κοινή ψύξη η τιμή αντιοξειδωτικής ικανότητας FRAP μειώθηκε σταδιακά από τη συγκομιδή μέχρι και τους 5 μήνες συντήρησης, ενώ στα αχλάδια του μάρτυρα που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό η τιμή αντιοξειδωτικής ικανότητας FRAP μειώθηκε από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες και στη συνέχεια παρέμεινε σταθερή μέχρι και τους 5 μήνες συντήρησης. Τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης που συντηρήθηκαν στην κοινή ψύξη και τα αχλάδια του μάρτυρα που δέχθηκαν υποκαπνισμό με 1 – MCP είχαν τις χαμηλότερες τιμές αντιοξειδωτικής ικανότητας FRAP καρπών, ενώ ακολουθούσαν τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό και την υψηλότερη τιμή είχαν τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό. Κατά τη συγκομιδή όλα τα αχλάδια φαίνεται να είχαν την ίδια τιμή αντιοξειδωτικής ικανότητας FRAP, ενώ κατά τους 2,5 μήνες συντήρησης τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή με τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό, τα οποία είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή με εκείνα του μάρτυρα με υποκαπνισμό, που είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή με τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό. Τέλος,

στους 5 μήνες συντήρησης, χαμηλότερη τιμή αντιοξειδωτικής ικανότητας FRAP είχαν τα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό, ακολουθούσαν τα αχλάδια που συντηρήθηκαν στην κοινή ψύξη ανεξαρτήτως λίπανσης και υψηλότερη τιμή είχαν τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό με 1 – MCP.

Πίνακας 3.3 Επίδραση του χρόνου συντήρησης στη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά και στην αντιοξειδωτική ικανότητα των αχλαδιών ποικιλίας Κρυστάλλια του αχλαδεώνα ΛΕΩ, όπως αυτά διαμορφώθηκαν με βάση τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν (Ψύξη: διατήρηση σε κοινή ψύξη, 1-MCP: υποκαπνισμός με 1-MCP πριν τη συντήρηση σε κοινή ψύξη Μάρτ.: λίπανση παραγωγού, Εναλ.Λίπ.: εναλλακτική λίπανση). Ανά στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P=0,05).

Χρόνος	Μεταχείριση	ΟλΦαιν	DPPH	FRAP	
Συγκομιδή	Ψύξη	Μάρτ.	0,661 a	2,44 b	3,3 a
		Εναλ.Λίπ.	0,663 a	2,45 b	3,3 a
	1 - MCP	Μάρτ.	0,618 b	2,63 ab	3,2 a
		Εναλ.Λίπ.	0,600 bc	2,38 bc	3,3 a
2,5 μήνες	Ψύξη	Μάρτ.	0,641 ab	2,84 a	2,7 b
		Εναλ.Λίπ.	0,449 f	1,93 d	1,9 e
	1 - MCP	Μάρτ.	0,520 d	2,49 b	2,2 d
		Εναλ.Λίπ.	0,478 e	2,21 c	2,0 de
5 μήνες	Ψύξη	Μάρτ.	0,579 c	2,77 a	2,4 c
		Εναλ.Λίπ.	0,587 c	2,58 b	2,4 c
	1 - MCP	Μάρτ.	0,441 f	2,15 cd	2,1 d
		Εναλ.Λίπ.	0,509 d	2,51 b	2,7 b
Σημαντικ.	Χρόνος	***	*	***	
	Μεταχείριση	***	***	***	

*** 1% σημαντικότητα, * 5% σημαντικότητα κατά Duncan

3.2) Οπωρώνας με αχλάδια ΠΑΠ

Στον αχλαδεώνα ΠΑΠ, η τιμή της παραμέτρου χρώματος φλοιού L* των αχλαδιών μειώθηκε σταδιακά ή παρέμεινε σταθερή από τη συγκομιδή μέχρι και τους 5 μήνες συντήρησης (Πίν. 3.4). Συγκεκριμένα, τα αχλάδια του μάρτυρα και της εναλλακτικής λίπανσης που δεν είχαν δεχθεί υποκαπνισμό με 1 – MCP είχαν τιμή της παραμέτρου χρώματος φλοιού L* σταθερή από τη συγκομιδή μέχρι και τους 2,5 μήνες, ενώ στους 5 μήνες η τιμή αυξήθηκε. Όσον αφορά τα αχλάδια που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό με 1 – MCP, εκείνα του μάρτυρα είχαν τιμή της παραμέτρου χρώματος φλοιού L* που αυξήθηκε σταδιακά από τη συγκομιδή μέχρι και τους 5 μήνες, ενώ εκείνα της εναλλακτικής λίπανσης παρουσίασαν μειωμένη ή σταθερή τιμή από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες συντήρησης, που στη συνέχεια αυξήθηκε πέραν του αρχικού επιπέδου κατά τους 5 μήνες συντήρησης. Τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό είχαν υψηλότερη τιμή παραμέτρου χρώματος φλοιού L* από εκείνα του

αντίστοιχου μάρτυρα, αλλά χαμηλότερη τιμή από τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης και του μάρτυρα όσων είχαν δεχθεί υποκαπνισμό. Κατά τη συγκομιδή όλα τα αχλάδια είχαν παρόμοιες τιμές, ενώ κατά τους 2,5 μήνες συντήρησης τα αχλάδια χωρίς υποκαπνισμό και εκείνα της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό είχαν χαμηλότερη τιμή από τα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό.

Η τιμή της παραμέτρου χρώματος φλοιού a^* των αχλαδιών του αχλαδεώνα ΠΑΠ αυξήθηκε σταδιακά από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες συντήρησης και έως τους 5 μήνες συντήρησης (Πίν. 3.4). Απόκλιση από αυτό εμφάνισαν τα μήλα που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό με 1 – MCP, εκ των οποίων εκείνα του μάρτυρα είχαν αυξημένη τιμή της παραμέτρου χρώματος φλοιού a^* από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες συντήρησης, και στους 5 μήνες μειώθηκε, ενώ εκείνα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν την ίδια εικόνα με τη διαφορά ότι κάποιες τιμές στους 2,5 και 5 μήνες συντήρησης ήταν παρόμοιες. Τα αχλάδια που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό με 1 – MCP είχαν χαμηλότερες τιμές παραμέτρου χρώματος φλοιού a^* σε σχέση με εκείνα που συντηρήθηκαν σε κοινή ψύξη, με εκείνα του συγκεκριμένου μάρτυρα να έχουν την υψηλότερη τιμή. Κατά τη συγκομιδή τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό είχαν την υψηλότερη τιμή της παραμέτρου χρώματος φλοιού a^* σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Κατά τους 2,5 μήνες συντήρησης τα αχλάδια που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό είχαν υψηλότερες τιμές της παραμέτρου χρώματος φλοιού a^* από εκείνα που είχαν διατηρηθεί στην κοινή ψύξη, ενώ κατά τους 5 μήνες συντήρησης τα αχλάδια είχαν την εικόνα που περιγράφηκε στη συγκομιδή.

Η τιμή της παραμέτρου χρώματος φλοιού b^* των αχλαδιών του αχλαδεώνα ΠΑΠ παρέμεινε σταθερή από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες συντήρησης και στη συνέχεια στους 5 μήνες συντήρησης μειώθηκε (Πίν. 3.4). Εξάιρεση αποτελεί η περίπτωση των αχλαδιών του μάρτυρα που είχαν συντηρηθεί στην κοινή ψύξη, όπου από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες η τιμή της παραμέτρου χρώματος φλοιού b^* αυξήθηκε, ενώ μετέπειτα στους 5 μήνες η τιμή μειώθηκε σε ακόμα χαμηλότερο επίπεδο από εκείνο της συγκομιδής. Τα αχλάδια που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό είχαν υψηλότερη ή ίση τιμή της παραμέτρου χρώματος φλοιού b^* σε σύγκριση με τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό, τα οποία είχαν υψηλότερη ή ίση τιμή με εκείνα του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό. Κατά τη συγκομιδή, όλα τα αχλάδια είχαν παρόμοιες τιμές της παραμέτρου χρώματος φλοιού b^* , ενώ στους 2,5 μήνες συντήρησης υψηλότερη τιμή είχαν τα αχλάδια του μάρτυρα που είχαν συντηρηθεί στην κοινή ψύξη, ακολουθούσαν εκείνα τα εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό μαζί με τα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό και τέλος τη χαμηλότερη τιμή είχαν τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό. Κατά τους 5 μήνες συντήρησης χαμηλότερη τιμή

της παραμέτρου χρώματος φλοιού b* είχαν τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό, ενώ ακολουθούσαν με αύξουσα σειρά τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό, τα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό και τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό.

Πίνακας 3.4 Επίδραση του χρόνου συντήρησης στις παραμέτρους χρώματος του φλοιού αχλαδιών Κρυστάλλια του αχλαδεώνα ΠΑΠ, όπως αυτά διαμορφώθηκαν με βάση τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν (Ψύξη: διατήρηση σε κοινή ψύξη, 1-MCP: υποκαπνισμός με 1-MCP πριν τη συντήρηση σε κοινή ψύξη, Μάρτ: λίπανση παραγωγού, Εναλ. Λίπ.: εναλλακτική λίπανση). Ανά στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν στατιστικά σημαντικά (P=0,05).

Χρόνος	Μεταχείριση		Χρώμα L*	Χρώμα a*	Χρώμα b*
Συγκομιδή	Ψύξη	Μάρτ.	65,4 c	-15,4 f	35,0 b
		Εναλ.Λίπ.	65,3 c	-15,3 f	35,0 b
	1 - MCP	Μάρτ.	65,6 c	-15,7 f	34,9 b
		Εναλ.Λίπ.	66,1 bc	-14,9 e	34,8 b
2,5 μήνες	Ψύξη	Μάρτ.	64,8 c	-14,1 d	35,6 a
		Εναλ.Λίπ.	65,6 c	-13,8 cd	35,3 ab
	1 - MCP	Μάρτ.	66,9 b	-13,3 c	35,2 ab
		Εναλ.Λίπ.	64,6 c	-13,4 c	34,6 bc
5 μήνες	Ψύξη	Μάρτ.	61,1 e	-6,2 a	31,3 f
		Εναλ.Λίπ.	63,3 d	-8,1 b	32,3 e
	1 - MCP	Μάρτ.	67,6 ab	-14,4 d	33,4 d
		Εναλ.Λίπ.	68,0 a	-14,0 cd	34,2 c
Σημαντικ.	Χρόνος		*	***	***
	Μεταχείριση		***	***	*

*** 1%ο σημαντικότητα, * 5%ο σημαντικότητα κατά Duncan

Η τιμή της σκληρότητας σάρκας του καρπού των αχλαδιών του αχλαδεώνα ΠΑΠ παρέμεινε σταθερή από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες συντήρησης και στους 5 μήνες συντήρησης μειώθηκε (Πίν. 3.5). Συγκεκριμένα, τα αχλάδια του μάρτυρα που δέχθηκαν υποκαπνισμό είχαν τιμή σκληρότητας σάρκας που από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες συντήρησης μειώθηκε και μετά μέχρι τους 5 μήνες παρέμεινε σταθερή. Τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό είχαν τιμή σκληρότητας σάρκας που από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες μειώθηκε και στους 5 μήνες είτε μειώθηκε περαιτέρω είτε παρέμεινε η ίδια. Τα αχλάδια που συντηρήθηκαν στην κοινή ψύξη, ανεξαρτήτως της λίπανσης που δέχθηκαν είχαν χαμηλότερες τιμές σκληρότητας σάρκας από τα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό, τα οποία είχαν χαμηλότερη τιμή από τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό. Εξαίρεση στην παραπάνω εικόνα αποτελεί η περίοδος της συγκομιδής, όπου τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή σκληρότητας σάρκας με τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό, τα οποία είχαν χαμηλότερη ή ίση

τιμή με τα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό που είχαν χαμηλότερη τιμή από εκείνα της εναλλακτικής με υποκαπνισμό με 1-MCP.

Η περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ) του χυμού των αχλαδιών μειώθηκε από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες συντήρησης και έπειτα έμεινε σταθερή μέχρι τους 5 μήνες συντήρησης (Πίν. 3.5). Αυτό βρέθηκε και για τους 4 τύπους μεταχειρίσεων. Τα αχλάδια του μάρτυρα που συντηρήθηκαν στην κοινή ψύξη είχαν χαμηλότερη τιμή ΔΣΣ από τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης που συντηρήθηκαν στην κοινή ψύξη, τα οποία είχαν παρόμοια τιμή με τα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό, που είχαν χαμηλότερη τιμή από τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό. Συγκεκριμένα, στους 2,5 μήνες συντήρησης χαμηλότερη τιμή ΔΣΣ είχαν τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό, ακολουθούσαν τα αχλάδια με υποκαπνισμό και των δύο λιπάνσεων, τα οποία είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή με τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης που συντηρήθηκαν στην κοινή ψύξη. Στους 5 μήνες συντήρησης, τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό είχαν χαμηλότερη τιμή ΔΣΣ από τα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό, τα οποία είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή με τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό, που είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή με τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό.

Η τιμή της οξύτητας του χυμού των αχλαδιών μειώθηκε σταδιακά από τη συγκομιδή μέχρι τους 5 μήνες συντήρησης (Πίν. 3.5). Τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό και τα αχλάδια χωρίς υποκαπνισμό και των δύο λιπάνσεων είχαν τιμή οξύτητας χυμού που από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες συντήρησης παρέμεινε σταθερή και στους 5 μήνες μειώθηκε. Τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό και τα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό είχαν χαμηλότερες τιμές οξύτητας χυμού από τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό και τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό. Συγκεκριμένα, κατά τη συγκομιδή τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή οξύτητας χυμού με τα αχλάδια που δέχθηκαν υποκαπνισμό με 1 – MCP και των δύο λιπάνσεων, τα οποία είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή με τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό. Στους 2,5 μήνες συντήρησης τα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό είχαν χαμηλότερη τιμή οξύτητας χυμού σε σχέση με τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό, τα οποία είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή με τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό και εκείνα της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό. Στους 5 μήνες συντήρησης η τιμή οξύτητας χυμού των αχλαδιών όλων των μεταχειρίσεων ήταν παρόμοια.

Η τιμή του λόγου της περιεκτικότητας σε ΔΣΣ προς την οξύτητα αυξήθηκε σταδιακά από τη συγκομιδή μέχρι και τους 5 μήνες συντήρησης (Πίν. 3.5). Αυτό ίσχυε σχεδόν και για τις 4 μεταχειρίσεις. Τα αχλάδια του μάρτυρα που είχαν συντηρηθεί στην κοινή ψύξη είχαν χαμηλότερη τιμή ΔΣΣ/οξύτητα από τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό, τα οποία είχαν χαμηλότερη τιμή από τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό και τα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό. Συγκεκριμένα, κατά τη συγκομιδή τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό είχαν χαμηλότερη τιμή ΔΣΣ/οξύτητα από τα αχλάδια με υποκαπνισμό και των δύο λιπάνσεων, τα οποία είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή με τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης που συντηρήθηκαν στην κοινή ψύξη. Στους 2,5 μήνες συντήρησης τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή ΔΣΣ/οξύτητας με τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό, τα οποία είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή με τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό που είχαν χαμηλότερη τιμή από τα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό. Στους 5 μήνες συντήρησης τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό είχαν χαμηλότερη τιμή ΔΣΣ/οξύτητας με τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό, που είχαν χαμηλότερη τιμή από τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό και από τα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό, ενώ τα αχλάδια των δύο τελευταίων μεταχειρίσεων είχαν παρόμοια τιμή ΔΣΣ/οξύτητας.

Το ποσοστό % ξηράς ουσίας (ΞΟ) των καρπών των αχλαδιών από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες συντήρησης αυξήθηκε, ενώ μετά μέχρι τους 5 μήνες συντήρησης μειώθηκε σε χαμηλότερα από τα αρχικά επίπεδα (Πίν. 3.5). Εξαιρέση αποτελούν τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης που δέχτηκαν υποκαπνισμό με 1 – MCP, στα οποία η τιμή του ποσοστού % ΞΟ παρέμεινε σταθερή από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες και στους 5 μήνες μειώθηκε. Τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή του ποσοστού % ΞΟ με τα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό, τα οποία είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή με τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης και των δύο τρόπων συντήρησης. Συγκεκριμένα, κατά τη συγκομιδή τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης είχαν υψηλότερη τιμή του ποσοστού % ΞΟ από όλα τα υπόλοιπα αχλάδια. Στους 2,5 μήνες συντήρησης τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή του ποσοστού % ΞΟ με τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό, τα οποία είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή με τα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό που είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή με τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό. Στους 5 μήνες συντήρησης τα αχλάδια του μάρτυρα, με ή χωρίς υποκαπνισμό, είχαν χαμηλότερες ή ίσες

τιμές του ποσοστού % ΞΟ με τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό, που είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή με τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό.

Πίνακας 3.5 Επίδραση του χρόνου συντήρησης στις παραμέτρους οργανοληπτικής ποιότητας των αχλαδιών ποικιλίας Κρυστάλλια του αχλαδεώνα ΠΑΠ, όπως αυτά διαμορφώθηκαν με βάση τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν (Ψύξη: διατήρηση σε κοινή ψύξη, 1-MCP: υποκαπνισμός με 1-MCP πριν τη συντήρηση σε κοινή ψύξη, Μάρτ.: λίπανση παραγωγού, Εναλ.Λίπ.: εναλλακτική λίπανση). ΣΣ: σκληρότητα σάρκας, ΔΣΣ: διαλυτά στερεά συστατικά χυμού, ΞΟ: ποσοστό % ξηράς ουσίας εδώδιμου. Ανά στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P=0,05).

Χρόνος	Μεταχείριση		ΣΣ (kgF)	ΔΣΣ (%)	Οξύτητα (%)	ΔΣΣ/ Οξύτ.	ΞΟ (%)
Συγκομιδή	Ψύξη	Μάρτ.	5,6 bc	12,6 d	0,413 a	30,2 g	19,1 c
		Εναλ.Λίπ.	5,4 c	13,1 c	0,366 b	37,4 ef	19,2 c
	1 - MCP	Μάρτ.	5,7 b	12,9 c	0,382 ab	34,3 f	19,1 c
		Εναλ.Λίπ.	6,1 a	13,4 bc	0,389 ab	34,3 f	20,3 b
2,5 μήνες	Ψύξη	Μάρτ.	1,0 f	13,1 c	0,390 ab	33,9 f	19,5 bc
		Εναλ.Λίπ.	1,2 f	14,5 a	0,367 b	39,6 e	21,6 a
	1 - MCP	Μάρτ.	4,3 d	14,5 ab	0,313 c	46,4 d	20,7 ab
		Εναλ.Λίπ.	5,6 bc	14,4 ab	0,391 ab	37,3 ef	20,3 b
5 μήνες	Ψύξη	Μάρτ.	2,1 e	13,0 c	0,219 d	63,5 c	16,1 e
		Εναλ.Λίπ.	2,2 e	13,7 ab	0,182 d	76,4 a	16,3 de
	1 - MCP	Μάρτ.	4,5 d	13,9 b	0,193 d	72,6 a	16,3 e
		Εναλ.Λίπ.	5,2 c	14,8 a	0,216 d	68,0 b	17,3 d
Σημαντικ.	Χρόνος		***	***	***	***	***
	Μεταχείριση		***	***	**	***	**

*** 1% σημαντικότητα, ** 1% σημαντικότητα κατά Duncan

Η τιμή της περιεκτικότητας σε ολικά φαινολικά συστατικά των καρπών των αχλαδιών του αχλαδεώνα ΠΑΠ αυξήθηκε σταδιακά ή παρέμεινε σταθερή από τη συγκομιδή μέχρι και τους 5 μήνες συντήρησης (Πίν. 3.6). Συγκεκριμένα, στα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό η τιμή συγκέντρωσης ολικών φαινολικών μειώθηκε ή παρέμεινε σταθερή από τη συγκομιδή μέχρι και τους 5 μήνες συντήρησης, ενώ στα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό η τιμή παρέμεινε σταθερή από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες συντήρησης και έπειτα στους 5 μήνες αυξήθηκε. Στα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό η τιμή συγκέντρωσης ολικών φαινολικών αυξήθηκε από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες και στους 5 μήνες επέστρεψε στα αρχικά επίπεδα, ενώ στα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό η τιμή κυμάνθηκε όπως περιγράφηκε αρχικά. Τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό είχαν χαμηλότερη τιμή συγκέντρωσης ολικών φαινολικών από τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό, τα οποία είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή από τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό που αντίστοιχα είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή με τα αχλάδια του μάρτυρα που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό με 1 - MCP. Συγκεκριμένα,

κατά τη συγκομιδή τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή συγκέντρωσης ολικών φαινολικών με τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό, τα οποία είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή με τα αχλάδια που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό και των δύο λιπάνσεων. Κατά τους 2,5 μήνες συντήρησης, τα αχλάδια χωρίς υποκαπνισμό και των δύο λιπάνσεων είχαν χαμηλότερες τιμές συγκέντρωσης ολικών φαινολικών από τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό, τα οποία είχαν χαμηλότερη τιμή από τα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό. Τέλος, κατά τους 5 μήνες συντήρησης τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό είχαν χαμηλότερη τιμή συγκέντρωσης ολικών φαινολικών από τα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό, τα οποία είχαν χαμηλότερη τιμή από εκείνα της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό που είχαν χαμηλότερη τιμή από τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό.

Η τιμή της αντιοξειδωτικής ικανότητας των καρπών με τη μέθοδο της ελεύθερης ρίζας DPPH μειώθηκε από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες και έπειτα παρέμεινε σταθερή μέχρι τους 5 μήνες συντήρησης (Πίν. 3.6). Συγκεκριμένα, η τιμή αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH των αχλαδιών του μάρτυρα με υποκαπνισμό με 1 – MCP μειώθηκε σταδιακά από τη συγκομιδή μέχρι και τους 5 μήνες συντήρησης, ενώ η τιμή των αχλαδιών της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό μειώθηκε από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες συντήρησης, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε, χωρίς όμως να φτάσει στα αρχικά επίπεδα. Τα αχλάδια που συντηρήθηκαν στην κοινή ψύξη και των δύο λιπάνσεων είχαν χαμηλότερες τιμές αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH από τα αχλάδια που δέχτηκαν υποκαπνισμό και των δύο λιπάνσεων. Κατά τους 2,5 μήνες συντήρησης τα αχλάδια χωρίς υποκαπνισμό και των δύο λιπάνσεων είχαν χαμηλότερη τιμή αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH από τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό που είχαν χαμηλότερη τιμή από τα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό. Κατά τους 5 μήνες συντήρησης τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH με τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό, τα οποία είχαν χαμηλότερη ή ίση τιμή με τα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό που είχαν χαμηλότερη τιμή από τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό.

Η τιμή της αντιοξειδωτικής ικανότητας των καρπών με τη δοκιμή αναγωγής του τρισθενούς σιδήρου (FRAP) από τη συγκομιδή μέχρι τους 2,5 μήνες συντήρησης μειώθηκε, όμως στη συνέχεια στους 5 μήνες συντήρησης αυξήθηκε, υπερβαίνοντας την αρχική τιμή (Πίν. 3.6). Μόνο στα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό η αύξηση της τιμής αντιοξειδωτικής ικανότητας FRAP στους 5 μήνες συντήρησης δεν έφτασε την αρχική της συγκομιδής. Τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό είχαν χαμηλότερη τιμή αντιοξειδωτικής ικανότητας

FRAP καρπών από τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό, τα οποία είχαν χαμηλότερη τιμή από τα αχλάδια που δέχθηκαν υποκαπνισμό με 1 – MCP και των δύο λιπάνσεων. Συγκεκριμένα, κατά τη συγκομιδή και κατά τους 2,5 μήνες συντήρησης τα αχλάδια χωρίς υποκαπνισμό είχαν χαμηλότερες τιμές αντιοξειδωτικής ικανότητας FRAP από τα αχλάδια με υποκαπνισμό και για τους δύο τύπους λιπάνσεων. Τέλος, κατά τους 5 μήνες συντήρησης τα αχλάδια του μάρτυρα χωρίς υποκαπνισμό είχαν χαμηλότερη τιμή αντιοξειδωτικής ικανότητας FRAP από τα αχλάδια της εναλλακτικής λίπανσης χωρίς υποκαπνισμό, τα οποία είχαν χαμηλότερη τιμή από τα αχλάδια του μάρτυρα με υποκαπνισμό, τα οποία είχαν χαμηλότερη τιμή από εκείνα της εναλλακτικής λίπανσης με υποκαπνισμό.

Πίνακας 3.6 Επίδραση του χρόνου συντήρησης στη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά και στην αντιοξειδωτική ικανότητα των αχλαδιών ποικιλίας Κρυστάλλια του αχλαδεώνα ΠΑΠ, όπως αυτά διαμορφώθηκαν με βάση τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν (Ψύξη: διατήρηση σε κοινή ψύξη, 1-MCP: υποκαπνισμός με 1-MCP πριν τη συντήρηση σε κοινή ψύξη Μάρτ.: λίπανση παραγωγού, Εναλ.Λίπ.: εναλλακτική λίπανση). Ανά στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν στατιστικά σημαντικά (P=0,05).

Χρόνος	Μεταχείριση	ΟλΦαιν	DPPH	FRAP	
Συγκομιδή	Ψύξη	Μάρτ.	0,432 cd	2,84 b	2,3 d
		Εναλ.Λίπ.	0,423 d	2,83 b	2,3 d
	1 - MCP	Μάρτ.	0,460 c	3,08 a	2,5 c
		Εναλ.Λίπ.	0,458 c	3,03 a	2,5 c
2,5 μήνες	Ψύξη	Μάρτ.	0,420 d	1,70 e	1,9 f
		Εναλ.Λίπ.	0,419 d	1,82 e	1,9 f
	1 - MCP	Μάρτ.	0,523 a	2,34 c	2,4 d
		Εναλ.Λίπ.	0,471 bc	2,00 de	2,4 d
5 μήνες	Ψύξη	Μάρτ.	0,401 d	1,73 e	2,1 e
		Εναλ.Λίπ.	0,524 a	1,96 de	2,6 c
	1 - MCP	Μάρτ.	0,451 c	2,07 d	2,7 b
		Εναλ.Λίπ.	0,489 b	2,30 c	3,0 a
Σημαντικ.	Χρόνος	*	***	***	
	Μεταχείριση	***	***	***	

*** 1%ο σημαντικότητα, * 5%ο σημαντικότητα κατά Duncan

3.3) Οπωρώνας με μήλα ΦΟΥΚ1

Η τιμή της παραμέτρου χρώματος φλοιού L* των μήλων του μηλεώνα ΦΟΥΚ1 αυξήθηκε σταδιακά από τη συγκομιδή μέχρι και τους 6 μήνες συντήρησης (Πίν. 3.7). Συγκεκριμένα, στο μάρτυρα το χρώμα φλοιού L* αυξήθηκε από τη συγκομιδή μέχρι τους 3 μήνες συντήρησης χωρίς να αυξηθεί περαιτέρω έως τους 6 μήνες συντήρησης. Στην εναλλακτική λίπανση το χρώμα φλοιού L* παρέμεινε αμετάβλητο από τη συγκομιδή μέχρι και τους 3 μήνες συντήρησης και αυξήθηκε μόνο μετά από 6 μήνες συντήρησης. Τα μήλα της

εναλλακτικής λίπανσης είχαν χαμηλότερη τιμή χρώματος φλοιού L* από τα μήλα του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε και στις 3 χρονικές περιόδους μετρήσεων.

Επίσης, η τιμή της παραμέτρου χρώματος φλοιού chroma των μήλων μειώθηκε έπειτα από 3 μήνες συντήρησης, ενώ έπειτα από 6 μήνες συντήρησης αυξήθηκε, όχι όμως αρκετά για να φτάσει στα αρχικά επίπεδα που είχε κατά τη συγκομιδή (Πίν. 3.7). Για την παράμετρο αυτή, οι μεταβολές της ήταν όμοιες και για τη λίπανση του παραγωγού αλλά και για την εναλλακτική λίπανση, με μόνη εξαίρεση στους 3 μήνες, όπου τα μήλα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν χαμηλότερες τιμές χρώματος φλοιού chroma από εκείνες του μάρτυρα.

Ακόμα, η τιμή της παραμέτρου χρώματος φλοιού hue των μήλων αυξήθηκε σταδιακά μέχρι και τους 6 μήνες συντήρησης (Πίν. 3.7). Συγκεκριμένα στον μάρτυρα, η τιμή του χρώματος φλοιού hue αυξήθηκε από τη συγκομιδή μέχρι τους 3 μήνες, καθώς και από τους 3 έως τους 6 μήνες συντήρησης. Στην εναλλακτική λίπανση το χρώμα του φλοιού hue μειώθηκε από τη συγκομιδή μέχρι και τους 3 μήνες συντήρησης και στη συνέχεια αυξήθηκε μέχρι τους 6 μήνες συντήρησης, υπερβαίνοντας την τιμή που είχε κατά τη συγκομιδή. Τα μήλα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν χαμηλότερη τιμή χρώματος hue από τα μήλα του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε και στις 3 χρονικές περιόδους μετρήσεων.

Πίνακας 3.7 Επίδραση του χρόνου συντήρησης στις παραμέτρους χρώματος του φλοιού μήλων Super Chief του μηλεώνα ΦΟΥΚ1, όπως αυτά διαμορφώθηκαν με βάση τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν (Μάρτ.: λίπανση παραγωγού, Εναλ.Λίπ.: εναλλακτική λίπανση). Ανά στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P=0,05).

Χρόνος	Μεταχ/ση	Χρώμα L*	Chroma	Hue (°)
Συγκομιδή	Μάρτ.	44,8 c	33,1 a	38,0 c
	Εναλ.Λίπ.	42,9 d	33,5 a	35,6 d
3 μήνες	Μάρτ.	51,1 a	31,2 c	41,8 b
	Εναλ.Λίπ.	44,0 cd	30,1 d	32,9 e
6 μήνες	Μάρτ.	51,3 a	32,1 b	45,4 a
	Εναλ.Λίπ.	47,1 b	32,1 b	37,7 c
Σημαντικ.	Χρόνος	***	***	***
	Μεταχ/ση	***	NS	***

*** 1%ο σημαντικότητα, NS μη σημαντική διαφορά κατά Duncan

Η τιμή της σκληρότητας σάρκας του καρπού των μήλων του μηλεώνα ΦΟΥΚ1 μειώθηκε σταδιακά από τη συγκομιδή μέχρι και τους 6 μήνες συντήρησης (Πίν. 3.8). Οι μεταβολές της τιμής της σκληρότητας σάρκας των καρπών ήταν παρόμοιες και για τη λίπανση του παραγωγού και για την εναλλακτική λίπανση. Τα μήλα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν

παρόμοια σκληρότητα σάρκας με τα μήλα του μάρτυρα, κάτι που ίσχυε και για τις 3 χρονικές περιόδους μετρήσεων.

Επιπλέον, η περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ) του χυμού των μήλων αυξήθηκε από τη συγκομιδή μέχρι τους 3 μήνες συντήρησης, αλλά στη συνέχεια μέχρι τους 6 μήνες συντήρησης μειώθηκε χωρίς όμως να φτάσει στα επίπεδα που βρέθηκαν κατά τη συγκομιδή (Πίν. 3.8). Συγκεκριμένα, στον μάρτυρα η περιεκτικότητα σε ΔΣΣ ήταν όπως περιγράφηκε παραπάνω, ενώ στην εναλλακτική λίπανση η περιεκτικότητα σε ΔΣΣ μετά τους 6 μήνες συντήρησης μειώθηκε τόσο που έφτασε στα ίδια επίπεδα με την περιεκτικότητα που είχαν τα μήλα κατά τη συγκομιδή. Τα μήλα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ΔΣΣ από τα μήλα του μάρτυρα κατά τους 3 μήνες συντήρησης, ενώ κατά τη συγκομιδή και στους 6 μήνες συντήρησης η περιεκτικότητα τους ήταν παρόμοια στις δύο μεταχειρίσεις.

Ακόμα, η οξύτητα του χυμού των μήλων μειώθηκε σταδιακά από τη συγκομιδή έως και τους 6 μήνες συγκομιδής (Πίν. 3.8). Αυτό ίσχυε και για τις δύο μεταχειρίσεις. Τα μήλα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν παρόμοια οξύτητα χυμού με τα μήλα του μάρτυρα, κάτι που ίσχυε και για τις 3 χρονικές περιόδους μετρήσεων.

Επίσης, η τιμή του λόγου της περιεκτικότητας σε ΔΣΣ προς την οξύτητα αυξήθηκε σταδιακά από τη συγκομιδή μέχρι και τους 6 μήνες συντήρησης (Πίν. 3.8). Αυτό ίσχυε και για τις δύο μεταχειρίσεις. Τα μήλα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν υψηλότερη τιμή ΔΣΣ/οξύτητα από τα μήλα του μάρτυρα κατά τους 3 μήνες συντήρησης, ενώ στη συγκομιδή και στους 6 μήνες συντήρησης η τιμή ήταν παρόμοια και για τις δύο μεταχειρίσεις.

Πίνακας 3.8 Επίδραση του χρόνου συντήρησης στις παραμέτρους οργανοληπτικής ποιότητας των μήλων Super Chief του μηλεώνα ΦΟΥΚ1, όπως αυτά διαμορφώθηκαν με βάση τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν (Μάρτ.: λίπανση παραγωγού, Εναλ.Λίπ.: εναλλακτική λίπανση). ΣΣ: σκληρότητα σάρκας, ΔΣΣ: διαλυτά στερεά συστατικά χυμού, ΞΟ: ποσοστό % ξηράς ουσίας εδώδιμου. Ανά στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P=0,05).

Χρόνος	Μεταχ/ση	ΣΣ (kgF)	ΔΣΣ (%)	Οξύτητα (%)	ΔΣΣ/ Οξύτ.	ΞΟ (%)
Συγκομιδή	Μάρτ.	7,1 a	14,2 c	0,322 a	44,2 d	18,3 a
	Εναλ.Λίπ.	6,9 a	14,4 bc	0,347 a	42,2 d	18,3 a
3 μήνες	Μάρτ.	4,5 b	16,6 a	0,163 b	104,5 b	17,7 b
	Εναλ.Λίπ.	4,6 b	13,6 d	0,153 b	90,7 c	17,6 b
6 μήνες	Μάρτ.	4,2 c	14,9 b	0,116 c	129,5 a	16,2 c
	Εναλ.Λίπ.	4,3 c	14,7 bc	0,120 c	123,1 a	15,8 c
Σημαντικ.	Χρόνος	***	***	***	***	***
	Μεταχ/ση	NS	***	NS	**	*

*** 1%ο σημαντικότητα, ** 1% σημαντικότητα, * 5% σημαντικότητα, NS μη σημαντική διαφορά κατά Duncan

Τέλος, το ποσοστό % ξηράς ουσίας των καρπών των μήλων μειώθηκε σταδιακά από τη συγκομιδή μέχρι και τους 6 μήνες συντήρησης (Πίν. 3.8). Αυτό βρέθηκε και στις δύο μεταχειρίσεις. Τα μήλα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν παρόμοιο ποσοστό % ξηράς ουσίας συγκριτικά με τα μήλα του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε και για τις 3 χρονικές περιόδους μετρήσεων.

Η τιμή της περιεκτικότητας σε ολικά φαινορικά συστατικά των καρπών των μήλων του μηλεώνα ΦΟΥΚ1 μειώθηκε από τη συγκομιδή μέχρι τους 3 μήνες συντήρησης, αλλά στη συνέχεια μέχρι τους 6 μήνες συντήρησης αυξήθηκε, χωρίς όμως να φτάσει στα επίπεδα που βρέθηκαν κατά τη συγκομιδή (Πίν. 3.9). Αυτό βρέθηκε και στις δύο μεταχειρίσεις. Τα μήλα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν χαμηλότερες τιμές περιεκτικότητας σε ολικά φαινορικά συστατικά από τα μήλα του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε και στις 3 χρονικές περιόδους μετρήσεων.

Επιπλέον, η τιμή της αντιοξειδωτικής ικανότητας των καρπών με τη μέθοδο της ελεύθερης ρίζας DPPH αυξήθηκε σταδιακά από τη συγκομιδή μέχρι και τους 6 μήνες συντήρησης (Πίν. 3.9). Αυτό βρέθηκε και στις δύο μεταχειρίσεις. Τα μήλα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν χαμηλότερες τιμές αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH καρπών σε σχέση με τα μήλα του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε και στις 3 χρονικές περιόδους μετρήσεων.

Πίνακας 3.9 Επίδραση του χρόνου συντήρησης στη περιεκτικότητα σε ολικά φαινορικά συστατικά και στην αντιοξειδωτική ικανότητα των μήλων Super Chief του μηλεώνα ΦΟΥΚ1, όπως αυτά διαμορφώθηκαν με βάση τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν (Μάρτ.: λίπανση παραγωγού, Εναλ.Λίπ.: εναλλακτική λίπανση). Ανά στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P=0,05).

Χρόνος	Μεταχ/ση	ΟλΦαν	DPPH	FRAP
Συγκομιδή	Μάρτ.	0,852 a	5,0 c	4,4 a
	Εναλ.Λίπ.	0,768 b	4,5 d	4,1 b
3 μήνες	Μάρτ.	0,690 c	5,6 b	4,4 a
	Εναλ.Λίπ.	0,585 d	5,0 c	4,0 b
6 μήνες	Μάρτ.	0,770 b	6,2 a	4,6 a
	Εναλ.Λίπ.	0,694 c	5,6 b	4,1 b
Σημαντικ.	Χρόνος	***	***	NS
	Μεταχ/ση	***	***	***

*** 1%ο σημαντικότητα, NS μη σημαντική διαφορά κατά Duncan

Ακόμη, η τιμή της αντιοξειδωτικής ικανότητας των καρπών με τη δοκιμή αναγωγής του τρισθενούς σιδήρου (FRAP) παρέμεινε σταθερή από τη συγκομιδή μέχρι και τους 6 μήνες συντήρησης, κάτι που ίσχυε και για τις δύο μεταχειρίσεις (Πίν. 3.9). Τα μήλα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν χαμηλότερες τιμές αντιοξειδωτικής ικανότητας FRAP από τα μήλα του μάρτυρα και στις 3 χρονικές περιόδους μετρήσεων.

3.4) Οπωρώνας με μήλα ΦΟΥΚ2

Η τιμή της παραμέτρου χρώματος φλοιού L* των μήλων του μηλεώνα ΦΟΥΚ2 αυξήθηκε σταδιακά από τη συγκομιδή μέχρι και τους 6 μήνες συντήρησης (Πίν. 3.10). Συγκεκριμένα, στον μάρτυρα το χρώμα φλοιού L* αυξήθηκε από τη συγκομιδή μέχρι τους 3 μήνες συντήρησης, όπου έφτασε στη μέγιστη τιμή του, ενώ στη συνέχεια μέχρι τους 6 μήνες συντήρησης η τιμή μειώθηκε. Στην εναλλακτική λίπανση το χρώμα φλοιού L* παρέμεινε αμετάβλητο από τη συγκομιδή μέχρι τους 3 μήνες συντήρησης και αυξήθηκε μετά τους 6 μήνες συντήρησης. Τα μήλα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν χαμηλότερη τιμή παραμέτρου χρώματος φλοιού L* από τα μήλα του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε και στις 3 χρονικές περιόδους μετρήσεων.

Επιπλέον, η τιμή της παραμέτρου χρώματος φλοιού chroma των μήλων μειώθηκε έπειτα από 3 μήνες συντήρησης, ενώ έπειτα από 6 μήνες συντήρησης αυξήθηκε, όχι όμως αρκετά για να φτάσει στα αρχικά επίπεδα που είχε κατά τη συγκομιδή (Πίν. 3.10). Για την παράμετρο αυτή, οι μεταβολές της τιμής ήταν σχεδόν ίδιες και για τη λίπανση του παραγωγού αλλά και για την εναλλακτική λίπανση. Τα μήλα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν υψηλότερη τιμή της παραμέτρου χρώματος φλοιού chroma από τα μήλα του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε και στις 3 χρονικές περιόδους μετρήσεων.

Πίνακας 3.10 Επίδραση του χρόνου συντήρησης στις παραμέτρους χρώματος του φλοιού μήλων Super Chief του μηλεώνα ΦΟΥΚ2, όπως αυτά διαμορφώθηκαν με βάση τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν (Μάρτ.: λίπανση παραγωγού, Εναλ.Λίπ.: εναλλακτική λίπανση). Ανά στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P=0,05).

Χρόνος	Μεταχ/ση	Χρώμα L*	Chroma	Hue (ο)
Συγκομιδή	Μάρτ.	46,7 c	32,2 b	44,6 b
	Εναλ.Λίπ.	43,5 d	33,1 a	37,1 d
3 μήνες	Μάρτ.	51,2 a	31,0 d	48,9 a
	Εναλ.Λίπ.	44,5 d	31,9 bc	35,1 d
6 μήνες	Μάρτ.	50,1 b	31,6 bc	44,6 b
	Εναλ.Λίπ.	47,6 c	32,2 b	40,7 c
Σημαντικ.	Χρόνος	***	***	NS
	Μεταχ/ση	***	***	***

*** 1% σημαντικότητα, NS μη σημαντική διαφορά κατά Duncan

Ακόμα, η τιμή της παραμέτρου χρώματος φλοιού hue των μήλων ήταν αμετάβλητη από τη συγκομιδή μέχρι και τους 6 μήνες συντήρησης (Πίν. 3.10). Συγκεκριμένα στον μάρτυρα, η τιμή της παραμέτρου χρώματος φλοιού hue αυξήθηκε από τη συγκομιδή μέχρι τους 3 μήνες συντήρησης, αλλά μέχρι τους 6 μήνες συντήρησης μειώθηκε φτάνοντας σε παρόμοια επίπεδα

με αυτά της συγκομιδής. Στην εναλλακτική λίπανση, το χρώμα του φλοιού hue παρέμεινε σταθερό από τη συγκομιδή μέχρι τους 3 μήνες συντήρησης, ενώ αυξήθηκε μέχρι τους 6 μήνες συντήρησης. Τα μήλα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν χαμηλότερη τιμή της παραμέτρου χρώματος hue από τα μήλα του μάρτυρα. Αυτό βρέθηκε και στις 3 χρονικές περιόδους μετρήσεων.

Η τιμή της σκληρότητας σάρκας του καρπού των μήλων του μηλεώνα ΦΟΥΚ2 μειώθηκε από τη συγκομιδή μέχρι τους 3 μήνες συντήρησης, παραμένοντας στη συνέχεια σταθερή μέχρι και τους 6 μήνες συντήρησης (Πίν. 3.11). Αυτό ίσχυε και για τις δύο μεταχειρίσεις. Τα μήλα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν παρόμοια σκληρότητα σάρκας με τα μήλα του μάρτυρα για τις χρονικές περιόδους των 3 και 6 μηνών συντήρησης, ενώ κατά τη συγκομιδή τα μήλα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν χαμηλότερη τιμή σκληρότητας σάρκας από τα μήλα του μάρτυρα.

Ακόμη, η περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ) του χυμού των μήλων μειώθηκε από τη συγκομιδή μέχρι τους 3 μήνες συντήρησης, αλλά στη συνέχεια μέχρι τους 6 μήνες συντήρησης αυξήθηκε, χωρίς όμως να φτάσει στα επίπεδα που ήταν κατά τη συγκομιδή (Πίν. 3.11). Συγκεκριμένα, στον μάρτυρα η αύξηση της περιεκτικότητας σε ΔΣΣ των μήλων στους 6 μήνες συντήρησης έφτασε στο ίδιο επίπεδο που είχαν τα μήλα κατά τη συγκομιδή. Αντιθέτως, στην εναλλακτική λίπανση η περιεκτικότητα σε ΔΣΣ στους 6 μήνες συντήρησης δεν αυξήθηκε, αλλά παρέμεινε στο ίδιο επίπεδο με τους 3 μήνες συντήρησης, το οποίο ήταν χαμηλότερο σε σχέση με εκείνο της συγκομιδής. Συνήθως, τα μήλα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ΔΣΣ από τα μήλα του μάρτυρα. Εξάιρεση αποτέλεσε η περιεκτικότητα τους κατά τη συγκομιδή, όπου τα ΔΣΣ ήταν παρόμοια και στις δύο μεταχειρίσεις.

Επίσης, η οξύτητα του χυμού των μήλων μειώθηκε από τη συγκομιδή μέχρι τους 3 μήνες συντήρησης και παρέμεινε σταθερή μέχρι τους 6 μήνες συντήρησης (Πίν. 3.11). Αυτό βρέθηκε και στις δύο μεταχειρίσεις. Τα μήλα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν χαμηλότερη τιμή οξύτητας σε σχέση με τα μήλα του μάρτυρα. Κατά τις χρονικές περιόδους όμως των 3 και 6 μηνών συντήρησης οι τιμές οξύτητας των μήλων της εναλλακτικής λίπανσης ήταν παρόμοιες με αυτές της συγκομιδής.

Επιπροσθέτως, η τιμή του λόγου της σχέσης ΔΣΣ προς οξύτητα αυξήθηκε σταδιακά από τη συγκομιδή μέχρι και τους 6 μήνες συντήρησης (Πίν. 3.11). Συγκεκριμένα, στον μάρτυρα βρέθηκε αυτή η σταδιακή αύξηση της τιμής ΔΣΣ/οξύτητα, όμως στην εναλλακτική λίπανση βρέθηκε αύξηση μόνο κατά τους πρώτους 3 μήνες συντήρησης με την τιμή να παραμένει

σταθερή μέχρι τους 6 μήνες συντήρησης. Τα μήλα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν υψηλότερες τιμές ΔΣΣ/οξύτητας από τα μήλα του μάρτυρα κατά τη χρονική περίοδο των 3 μηνών συντήρησης, ενώ κατά τη συγκομιδή και τους 6 μήνες συντήρησης οι τιμές ήταν παρόμοιες για τα μήλα των δύο μεταχειρίσεων.

Τέλος, το ποσοστό % ξηράς ουσίας των καρπών των μήλων παρέμεινε σταθερό από τη συγκομιδή μέχρι τους 3 μήνες συντήρησης και μειώθηκε στους 6 μήνες συντήρησης (Πίν. 3.11). Αυτό ίσχυε και για τις δύο μεταχειρίσεις. Τα μήλα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν παρόμοια ποσοστά % ξηράς ουσίας με τα μήλα του μάρτυρα. Αυτό ίσχυε και στις 3 χρονικές περιόδους μετρήσεων.

Πίνακας 3.11 Επίδραση του χρόνου συντήρησης στις παραμέτρους οργανοληπτικής ποιότητας των μήλων Super Chief του μηλεώνα ΦΟΥΚ2, όπως αυτά διαμορφώθηκαν με βάση τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν (Μάρτ.: λίπανση παραγωγού, Εναλ.Λίπ.: εναλλακτική λίπανση). ΣΣ: σκληρότητα σάρκας, ΔΣΣ: διαλυτά στερεά συστατικά χυμού, ΞΟ: ποσοστό % ξηράς ουσίας εδώδιμου. Ανά στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P=0,05).

Χρόνος	Μεταχ/ση	ΣΣ (kgF)	ΔΣΣ (%)	Οξύτητα (%)	ΔΣΣ/ Οξύτ.	ΞΟ (%)
Συγκομιδή	Μάρτ.	5,95 a	15,0 a	0,335 a	44,9 c	17,6 a
	Εναλ.Λίπ.	5,2 b	14,2 a	0,297 b	48,7 c	17,7 a
3 μήνες	Μάρτ.	3,9 c	13,1 b	0,113 c	115,6 b	18,0 a
	Εναλ.Λίπ.	3,8 c	11,8 c	0,096 c	126,9 a	17,6 a
6 μήνες	Μάρτ.	4,0 c	14,2 a	0,112 c	128,8 a	15,4 b
	Εναλ.Λίπ.	4,0 c	12,6 bc	0,097 c	131,3 a	15,5 b
Σημαντικ.	Χρόνος	***	***	***	***	***
	Μεταχ/ση	*	***	***	**	NS

*** 1%ο σημαντικότητα, ** 1%ο σημαντικότητα, * 5%ο σημαντικότητα, NS μη σημαντική διαφορά κατά Duncan

Η τιμή της περιεκτικότητας σε ολικά φαινολικά συστατικά των καρπών των μήλων του μηλεώνα ΦΟΥΚ2 αυξήθηκε σταδιακά από τη συγκομιδή μέχρι και τους 6 μήνες συντήρησης (Πίν. 3.12). Συγκεκριμένα, στον μάρτυρα υπήρχε αυτή η σταδιακή αύξηση των ολικών φαινολικών συστατικών, ενώ στην εναλλακτική λίπανση η τιμή αυξήθηκε μόνο μέχρι τους 3 μήνες συντήρησης και στη συνέχεια παρέμεινε σταθερή μέχρι και τους 6 μήνες συντήρησης. Τα μήλα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν παρόμοιες τιμές περιεκτικότητας σε ολικά φαινολικά συστατικά με τα μήλα του μάρτυρα. Όμως, κατά τους 3 μήνες συντήρησης τα μήλα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν υψηλότερες τιμές περιεκτικότητας σε ολικά φαινολικά συστατικά από τα μήλα του μάρτυρα, ενώ κατά τους 6 μήνες συντήρησης είχαν χαμηλότερες τιμές σε σύγκριση με τα μήλα του μάρτυρα.

Ακόμη, η τιμή της αντιοξειδωτικής ικανότητας των καρπών με τη μέθοδο της ελεύθερης ρίζας DPPH αυξήθηκε από τη συγκομιδή μέχρι τους 3 μήνες συντήρησης, ενώ στη συνέχεια παρέμεινε σταθερή μέχρι τους 6 μήνες συντήρησης (Πίν. 3.12). Συγκεκριμένα, στον μάρτυρα βρέθηκε μια σταδιακή αύξηση της τιμής αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH από τη συγκομιδή μέχρι και τους 6 μήνες συντήρησης, ενώ στην εναλλακτική λίπανση βρέθηκε αύξηση από τη συγκομιδή μέχρι τους 3 μήνες συντήρησης και έπειτα μερική μείωση μέχρι τους 6 μήνες συντήρησης. Τα μήλα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν παρόμοιες τιμές αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH με τα μήλα του μάρτυρα. Όμως, στους 3 μήνες συντήρησης τα μήλα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν υψηλότερες τιμές αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH από τα μήλα του μάρτυρα, ενώ κατά τους 6 μήνες συντήρησης είχαν χαμηλότερες τιμές σε σύγκριση με τα μήλα του μάρτυρα.

Τέλος, η τιμή της αντιοξειδωτικής ικανότητας των καρπών με τη δοκιμή αναγωγής του τρισθενούς σιδήρου (FRAP) αυξήθηκε από τη συγκομιδή μέχρι τους 3 μήνες συντήρησης, ενώ στη συνέχεια στους 6 μήνες συντήρησης μειώθηκε τόσο που η τιμή ήταν χαμηλότερη και από την τιμή κατά τη συγκομιδή (Πίν. 3.12). Αυτό ίσχυε και για τις δύο μεταχειρίσεις. Τα μήλα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν παρόμοιες τιμές αντιοξειδωτικής ικανότητας FRAP με τα μήλα του μάρτυρα. Στους 3 μήνες συντήρησης όμως, τα μήλα της εναλλακτικής λίπανσης είχαν υψηλότερες τιμές αντιοξειδωτικής ικανότητας FRAP από τα μήλα του μάρτυρα.

Πίνακας 3.12 Επίδραση του χρόνου συντήρησης στη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά και στην αντιοξειδωτική ικανότητα των μήλων Super Chief του μηλεώνα ΦΟΥΚ1, όπως αυτά διαμορφώθηκαν με βάση τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν (Μάρτ.: λίπανση παραγωγού, Εναλ.Λίπ.: εναλλακτική λίπανση). Ανά στήλη οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P=0,05).

Χρόνος	Μεταχ/ση	ΟλΦαιν.	DPPH	FRAP
Συγκομιδή	Μάρτ.	0,690 d	4,1 c	3,6 c
	Εναλ.Λίπ.	0,708 cd	4,3 c	3,6 c
3 μήνες	Μάρτ.	0,738 c	4,8 b	3,9 b
	Εναλ.Λίπ.	0,805 b	5,3 a	4,2 a
6 μήνες	Μάρτ.	0,921 a	5,4 a	3,0 d
	Εναλ.Λίπ.	0,828 b	4,7 b	2,8 d
Σημαντικ.	Χρόνος	***	***	***
	Μεταχ/ση	NS	NS	NS

*** 1%ο σημαντικότητα, NS μη σημαντική διαφορά κατά Duncan

4) Συζήτηση

Η γεύση και η διατροφική αξία των μήλων και των αχλαδιών είναι δύο από τους λόγους που οδήγησαν στο να καταναλώνονται ευρέως παγκοσμίως. Η ομάδα ποικιλιών μήλων Red Delicious και η ποικιλία αχλαδιών Κρυστάλλι είναι από τις κύριες καλλιεργούμενες ποικιλίες των ειδών αυτών στην Ελλάδα, γι' αυτό και επιλέχθηκαν ως αντιπροσωπευτικές για τη διεξαγωγή του συγκεκριμένου πειράματος. Η ποιότητα και η διατροφική αξία των μηλοειδών επηρεάζονται έντονα από τη λιπαντική αγωγή που έχουν δεχθεί, αλλά και από τον τρόπο συντήρησής τους μετασυλλεκτικά. Στόχος λοιπόν της παρούσας διατριβής ήταν η μελέτη της επίδρασης της ορθολογικής λίπανσης (μειωμένη αζωτούχο και φωσφορική λίπανση) στα ποιοτικά και διατροφικά χαρακτηριστικά των φρούτων σε σύγκριση με την περίσσεια του εφαρμοζόμενου N και P του παραγωγού, αλλά και από τον χρόνο συντήρησης. Τα μήλα συντηρήθηκαν σε κοινή ψύξη για 3 και 6 μήνες και οι οργανοληπτικές μετρήσεις έγιναν έπειτα από 5 ημέρες διατήρησης στους 20 – 22 °C (ζωή στο ράφι). Τα αχλάδια δέχθηκαν ή όχι υποκαπνισμό με 1 – MCP και συντηρήθηκαν σε κοινή ψύξη για 2,5 και 5 μήνες και οι οργανοληπτικές μετρήσεις έγιναν έπειτα από 4 ημέρες διατήρησης στους 20 – 22 °C.

4.1) Οπωρώνες με αχλάδια

Ανάμεσα στους δύο αχλαδεώνες δεν έγινε στατιστική ανάλυση για σύγκριση των μετρήσεων, φαίνεται όμως ότι τα αχλάδια από τον αχλαδεώνα ΛΕΩ ήταν ελαφρώς πιο ανώριμα από τα αχλάδια του αχλαδεώνα ΠΑΠ στη συγκομιδή, βάσει των μετρήσεων της σκληρότητας σάρκας και της οξύτητας που είχαν. Το χρώμα των αχλαδιών των δύο αχλαδεώνων ήταν παρόμοιο, όπως και η περιεκτικότητα σε ξ.ο.. Διαφορές όμως παρουσίασαν στην περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά και ολικά φαινολικά και στην αντιοξειδωτική ικανότητα, όπου οι τιμές των αχλαδιών του αχλαδεώνα ΛΕΩ ήταν μεγαλύτερες από αυτές των αχλαδιών του αχλαδεώνα ΠΑΠ. Κάτι τέτοιο μπορεί να οφείλεται στο διαφορετικό γενετικό υλικό (εφόσον υπάρχει γενετική ποικιλότητα εντός της ποικιλίας – αναμενόμενη μετά από πολλές δεκαετίες καλλιέργειας σε όλη την Ελλάδα) και στο μικροκλίμα ή στα διαφορετικά χαρακτηριστικά εδάφους του κάθε οπωρώνα. Αναφορικά με το μικροκλίμα, οι αχλαδεώνες δεν είχαν μεγάλη διαφορά στην πυκνότητα φύτευσης, μπορεί όμως να διέφεραν στη διαμόρφωση της κόμης, οπότε οι καρποί να δέχονταν διαφορετικά ποσοστά ηλιακής ακτινοβολίας. Συγκεκριμένα έχει βρεθεί ότι μεγαλύτερα ποσοστά ηλιακής ακτινοβολίας αυξάνουν την περιεκτικότητα σε ΔΣΣ (Zhang *et al.*, 2016), αλλά επηρεάζουν και το χρώμα, κάτι που στην παρούσα έρευνα δεν βρέθηκε. Ένας ακόμα παράγοντας που μπορεί να επηρεάσει το μικροκλίμα, είναι το υψόμετρο στο οποίο βρίσκεται ο οπωρώνας, αφού έχει

βρεθεί πώς σε χαμηλότερο υψόμετρο η περιεκτικότητα σε ΔΣΣ και ασκορβικό οξύ ήταν υψηλότερη (Türk and Memişoğlu, 1994). Επίσης, αιτία αύξησης της αντιοξειδωτικής ικανότητας και της περιεκτικότητας σε ολικά φαινολικά είναι η έκθεση σε κάποιο στρεσογόνο για το φυτό παράγοντα, όπως η προσβολή από κάποιο μικροοργανισμό, που όμως δεν υπήρχαν μακροσκοπικές ενδείξεις στα πειραματικά δέντρα (Veberic, 2016), ή όπως η περιορισμένη άρδευση, στοιχεία για την οποία δεν ήταν δυνατό να συλλεχθούν για τους δύο αγλαδεώνες.

Κατά τη διάρκεια της συντήρησης ο παράγοντας χρώματος a^* αυξήθηκε ελαφρώς, μειώνοντας ελάχιστα το πράσινο χρώμα των καρπών, ενώ οι παράγοντες L^* και b^* παρέμειναν σχετικά σταθεροί, με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν έντονες διαφορές στο χρώμα μετά τη συντήρηση. Αντιθέτως, βάσει της βιβλιογραφίας, με την ωρίμανση των καρπών αναμενόταν να μειωθούν τα επίπεδα χλωροφύλλης και να αυξηθούν τα επίπεδα καροτενοειδών και ξανθοφυλλών, οπότε το χρώμα από πράσινο να γίνει πιο λευκό έως κίτρινο (Saquet, 2019). Σχετικό πείραμα στο παρελθόν είχε δείξει πώς το χρώμα κατά τον πρώτο μήνα συντήρησης δε μεταβλήθηκε, κατά την ωρίμανση όμως στους 20 °C μετά από 1,5 μήνα συντήρησης ο παράγοντας χρώματος hue μειώθηκε απότομα, και τα φρούτα κιτρίνισαν εμφανώς (Kurubaş and Erkan, 2018). Η ΣΣ μειώθηκε ραγδαία κατά τους πρώτους 2,5 μήνες συντήρησης και στη συνέχεια αυξήθηκε ελαφρώς ή παρέμεινε σταθερή μέχρι τους 5 μήνες συντήρησης. Η αρχική μείωση της σκληρότητας ήταν αναμενόμενη, λόγω της έναρξης ωρίμανσης των καρπών που ξεκινάει αμέσως μετά τη συγκομιδή (Antoniolli and Czermainski, 2012). Η απώλεια σκληρότητας συνδέεται άμεσα με την απώλεια βάρους, κατά την οποία οι καρποί χάνουν κυρίως νερό λόγω της διαπνοής, οπότε θα μπορούσε η μικρή αύξηση ή η σταθεροποίηση της σκληρότητας σάρκας να οφείλεται στη μη περαιτέρω απώλεια υγρασίας, όπως βρέθηκε και σε μύρτιλα όπου κατά τη μικρή απώλεια βάρους υπήρξε αύξηση της σκληρότητας (Paniagua *et al.*, 2013). Η οξύτητα των αγλαδιών κατά τη διάρκεια της συντήρησης μειώθηκε, όπως έχει βρεθεί επανειλημμένως σε μετρήσεις που έχουν γίνει σε αγλάδια και διάφορα άλλα φρούτα (Hosseini *et al.*, 2017). Κατά την ωρίμανση τα περισσότερα οργανικά οξέα χρησιμοποιούνται στην αναπνοή των καρπών και κάποια μεταβάλλονται σε σάκχαρα, αυξάνοντας έτσι τη γλυκύτητα των καρπών (Batista-Silva *et al.*, 2018). Όπως προκύπτει από τα προηγούμενα, αλλά και όπως έχει αποδειχτεί από παλαιότερες έρευνες, η περιεκτικότητα σε ΔΣΣ κατά τη διάρκεια της συντήρησης αυξήθηκε και ειδικά κατά τους πρώτους 2,5 μήνες και μετά σταθεροποιήθηκε, αφού πιθανότατα είχε υδρολυθεί το μεγαλύτερο μέρος του αμύλου σε σάκχαρα τους πρώτους μήνες συντήρησης (Kaur and Dhillon, 2015). Φυσικά, όπως προκύπτει από τα παραπάνω, ο λόγος ΔΣΣ προς οξύτητα

αυξήθηκε κατά τη διάρκεια της συντήρησης, δίνοντας έτσι πολύ πιο γλυκά αχλάδια σε σχέση με τη συγκομιδή. Επίσης, λόγω της διαπνοής των καρπών και απώλεια νερού από τον ποδίσκο με άμεση συνέπεια την απώλεια νερού, το ποσοστό περιεκτικότητας σε ξ.ο. αυξήθηκε ταχύτατα κατά τους πρώτους 2,5 μήνες συντήρησης, ενώ στους 5 μήνες το ποσοστό αυτό μειώθηκε ή παρέμεινε σταθερό, αφού αρκετά από τα συστατικά της ξηράς ουσίας καταναλώθηκαν μέσω της αναπνοής. Η περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά δεν παρουσίασε σταθερή μεταβολή κατά τη συντήρηση, παρότι αναμενόταν να είναι μειωμένη με το πέρας της συντήρησης (Jo *et al.*, 2010). Όπως αναφέρεται από τους Jo *et al.* (2010), σύμφωνα με τους Seo *et al.* (2001), η μείωση των ολικών φαινολικών οφείλεται στην αυξημένη δραστηριότητα της πολυφαινολοξειδάσης ως μηχανισμός πρόληψης ανάπτυξης ασθενειών ή φυσιολογικών ανωμαλιών κατά τη συντήρηση. Τέλος, η αντιοξειδωτική ικανότητα παρουσίασε μείωση κατά τους πρώτους 2,5 μήνες συντήρησης, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε ή παρέμεινε σταθερή μέχρι τους 5 μήνες συντήρησης. Η αρχική πτώση και μικρή άνοδος αργότερα έχει καταγραφεί ξανά σε προηγούμενη έρευνα για διάφορους δείκτες αντιοξειδωτικής ικανότητας (Chiriboga *et al.*, 2013). Παρόμοια αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας έχει καταγραφεί σε ροδάκινα μετά από μακρά συντήρηση σε χαμηλές θερμοκρασίες, όπου μετά από 1-2 μέρες στους 20 °C, η αντιοξειδωτική ικανότητα αυξήθηκε, πιθανότατα ως επακόλουθο ζημιάς από χαμηλές θερμοκρασίες (chilling) των καρπών κατά τη συντήρηση (Tsantili *et al.*, 2010).

Η χορήγηση της ορθολογικής λίπανσης – μείωση του εφαρμοζόμενου N και P - δεν φαίνεται να επηρέασε το χρώμα του φλοιού και τη σκληρότητα σάρκας των αχλαδιών, συγκριτικά με τα αχλάδια που δέχθηκαν την υψηλή αζωτούχο λίπανση του παραγωγού. Σχετικά με το χρώμα του φλοιού, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας συμφωνούν με προηγούμενες έρευνες, αφού δεν έχει αναφερθεί κάπου επιρροή του χρώματος από την αζωτούχο λίπανση. Η σκληρότητα σάρκας όμως φαίνεται να αυξήθηκε σε περιπτώσεις όπου χορηγήθηκε επιπλέον Ca (Raese and Drake, 1993) ή λιγότερο N και μάλιστα σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο (Raese, 1997). Η οξύτητα των αχλαδιών της ορθολογικής λίπανσης ήταν μειωμένη σε σχέση με τα αχλάδια του μάρτυρα, με άμεση συνέπεια να αυξηθεί και ο λόγος ΔΣΣ προς οξύτητα. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η μείωση της οξύτητας είναι αναμενόμενο αποτέλεσμα σε περιπτώσεις χορήγησης βιολογικών και οργανικών λιπασμάτων με μειωμένη περιεκτικότητα σε άζωτο (Fawzi *et al.*, 2010; Jo *et al.*, 2010). Τα ΔΣΣ, η περιεκτικότητα σε ξ.ο. και ολικά φαινολικά, καθώς και η αντιοξειδωτική ικανότητα, είχαν διάφορες μεταβολές ανάλογα τον πειραματικό αγρό. Συγκεκριμένα, τα ΔΣΣ του αχλαδεώνα ΠΑΠ φαίνεται να ήταν περισσότερα με τη χορήγηση της ορθολογικής λίπανσης όπως αναφέρεται και σε

διάφορες άλλες έρευνες που σχετίζονται με την ορθολογική λίπανση (Fawzi *et al.*, 2010; Jo *et al.*, 2010). Μείωση των ΔΣΣ, όπως στην περίπτωση του αχλαδεώνα ΛΕΩ, έχει αναφερθεί μόνο έπειτα από αυξημένους διαφυλλικούς ψεκασμούς με Ca (Raese and Drake, 1993). Τα ολικά φαινολικά δε φαίνεται να επηρεάστηκαν ιδιαίτερα από τη χορήγηση ορθολογικής λίπανσης κατά τη συγκομιδή, όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο πείραμα, με το πέρας της συντήρησης όμως διατηρήθηκαν σε υψηλότερα επίπεδα σε σχέση με τα αχλάδια του μάρτυρα κάτι το οποίο συμφωνεί με το ίδιο πείραμα (Jo *et al.*, 2010). Παρόμοια εικόνα παρουσίασε και η αντιοξειδωτική ικανότητα των αχλαδιών της ορθολογικής λίπανσης κατά τη συγκομιδή, στη συνέχεια όμως κατά τη διάρκεια της συντήρησης υπήρχαν διαφορές ανάμεσα στους δύο αγρούς, αφού μόνο στα αχλάδια του αχλαδεώνα ΠΑΠ η αντιοξειδωτική ικανότητα ήταν ελαφρώς μεγαλύτερη από εκείνη των αχλαδιών της λίπανσης του παραγωγού, αποτέλεσμα που συμφωνεί με προηγούμενη έρευνα (Jo *et al.*, 2010). Γενικά οι διαφορές που προέκυψαν ανάμεσα στα αχλάδια της ορθολογικής λίπανσης και στα αχλάδια της λίπανσης του παραγωγού, όσον αφορά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και τη διατροφική αξία των φρούτων ήταν ελάχιστες, κάτι που συμφωνεί με το γενικό αποτέλεσμα της έρευνας που αναφέρθηκε προηγουμένως.

Τα αχλάδια που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό με 1 – MCP ήταν πιο ανοιχτόχρωμα και πιο πράσινα μετά τη συντήρηση, συγκριτικά με τα αχλάδια της κοινής ψύξης. Παρόμοια μεταβολή χρώματος είχε βρεθεί και σε αχλάδια ποικιλίας Conference, όπου κατά τη διάρκεια της συντήρησης τα αχλάδια κιτρίνισαν, αλλά πάντα εκείνα που είχαν δεχθεί υποκαπνισμό με 1 – MCP ήταν πιο πράσινα σε σχέση με τα αχλάδια του μάρτυρα (Rizzolo *et al.*, 2005). Η σκληρότητα σάρκας και περιεκτικότητα σε ΔΣΣ των αχλαδιών με 1 – MCP διατηρήθηκε γενικά σε υψηλότερα επίπεδα από τα αχλάδια που δεν είχαν δεχθεί υποκαπνισμό μετά το πέρας της συντήρησης. Αντίστοιχη εικόνα για τη σκληρότητα σάρκας και τα ΔΣΣ υπήρχε και σε αχλάδια που είχαν δεχθεί 1000 ppm 1 – MCP και συντηρήθηκαν για 7 μήνες, όπου το 1 – MCP καθυστέρησε ουσιαστικά την ωρίμανσή τους, σε σχέση με τα αχλάδια του μάρτυρα (Liu *et al.*, 2013). Η εξέλιξη της οξύτητας του χυμού, του λόγου ΔΣΣ προς οξύτητα και του ποσοστού περιεκτικότητας σε ξ.ο. των πειραματικών αχλαδιών δεν είχε διαφορά σε σχέση με αυτή των αχλαδιών του μάρτυρα. Ειδικά για την οξύτητα αναμενόταν η πτώση της να είναι πιο αργή, όπως έχει βρεθεί και σε προηγούμενες έρευνες (Mahajan *et al.*, 2010; Liu *et al.*, 2013). Η αντιοξειδωτική ικανότητα και τα ολικά φαινολικά των πειραματικών αχλαδιών στον αχλαδεώνα ΠΑΠ αυξήθηκαν κατά τη συντήρηση, ενώ του αχλαδεώνα ΛΕΩ μειώθηκαν σε σχέση με του μάρτυρα. Για τα ολικά φαινολικά υπάρχει αντίστοιχη περίπτωση που αυξήθηκαν, αλλά λιγότερο από του μάρτυρα (Cheng *et al.*, 2019), ενώ για την αντιοξειδωτική

ικανότητα υπήρχε μείωση της και ειδικά τον πρώτο 1,5 μήνα της συντήρησης, η οποία όμως ήταν μικρότερη από εκείνη του μάρτυρα (Chiriboga *et al.*, 2013). Γενικά σε όλα τα πειραματικά αγλάδια, ανεξάρτητα από τον πειραματικό αγρό, είχαμε καθυστέρηση στην απώλεια χλωροφύλλης, ΣΣ και ΔΣΣ, αλλά όχι στην απώλεια οξύτητας, όπως αναμενόταν από τη βιβλιογραφία (Dong *et al.*, 2018).

4.2) Οπωρώνες με μήλα

Από μια γενική εικόνα των μετρήσεων για τους μηλεώνες, και χωρίς να γίνει στατιστική ανάλυση, φαίνεται πώς η χρήση αντιχαλαζικού δίχτυου επηρέασε μερικώς αρνητικά την ποιότητα των καρπών. Συγκεκριμένα το χρώμα και η περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά δεν επηρεάστηκαν, αλλά η σκληρότητα σάρκας (ΣΣ), τα διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ), η οξύτητα, η αντιοξειδωτική ικανότητα και ελαφρώς το ποσοστό % ξ.ο. φαίνεται πώς είχαν μειωμένες τιμές στο μηλεώνα ΦΟΥΚ2, εκείνον δηλαδή που είχε εγκατεστημένο αντιχαλαζικό δίχτυ προστασίας. Αναφορικά με το χρώμα, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία αναμενόταν να είναι μειωμένο παρουσία αντιχαλαζικού, αφού συμβάλει στη σκίαση του οπωρώνα, οπότε περιορίζει τη διαθεσιμότητα του φωτός (Iglesias and Alegre, 2006). Η ΣΣ ήταν αναμενόμενο να είναι μειωμένη (do Amarante *et al.*, 2011), κάτι που σύμφωνα με τους Campbell and Marini (1992) μπορεί να οφείλεται στον «φτωχό» σχηματισμό των κυτταρικών τοιχωμάτων. Επίσης, αναμενόμενη ήταν η μείωση των ΔΣΣ, της οξύτητας και του ποσοστού % ξ.ο. (Bosco *et al.*, 2015) λόγω της αύξησης της σκίασης των δέντρων άρα και της φυτοσυνθετικής δραστηριότητας. Από την άλλη μεριά, λόγω της σκίασης σε σχετικά θερμά κλίματα για την μηλιά, όπως την Αγιά Λάρισας, θα περίμενε κάποιος τη μείωση της θερμικής καταπόνησης και την καλύτερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα των φύλλων, άρα και την παραγωγικότητα των δέντρων. Αυτό όμως γενικότερα δεν βρίσκεται στη βιβλιογραφία, παρότι συνήθως η καλλιέργεια μηλιάς έχει επεκταθεί σε δροσερότερα της Αγιάς περιβάλλοντα.

Κατά τη διάρκεια της συντήρησης το χρώμα των μήλων έγινε πιο φωτεινό (αύξηση της παραμέτρου L*), αλλά και λιγότερο καθαρό (μείωση της παραμέτρου Chroma), χωρίς όμως να αλλάξει το πραγματικό κόκκινο κάτι που συμφωνεί αρκετά με προηγούμενη έρευνα (Ganaí *et al.*, 2015). Η ΣΣ, η οξύτητα και το ποσοστό ξ.ο. μειώθηκαν και ειδικά κατά τους πρώτους 3 μήνες συντήρησης, όπως ήταν αναμενόμενο λόγω της ωρίμανσης των καρπών και της απώλειας υγρασίας που υφίστανται (Konopacka and Plochanski, 2004). Τα ΔΣΣ των μήλων του μηλεώνα ΦΟΥΚ1 αυξήθηκαν κατά τη συντήρηση, ενώ του μηλεώνα ΦΟΥΚ2 με το αντιχαλαζικό δίχτυ προστασίας μειώθηκαν. Όπως προκύπτει από τη βιβλιογραφία κάτι τέτοιο ήταν αναμενόμενο, αφού παρουσία αντιχαλαζικού τα μήλα μπορεί να έχουν μειωμένη

περιεκτικότητα σε άμυλο, όποτε και λιγότερο άμυλο για να υδρολύσουν σε σάκχαρα μετασυλλεκτικά (Solomakhin and Blanke, 2010). Η αντιοξειδωτική ικανότητα των μήλων δεν είχε σταθερή πορεία κατά τη συντήρηση, παρά μόνο οι μετρήσεις που προέκυψαν από τη μέθοδο της ελεύθερης ρίζας DPPH, οι οποίες ήταν συνεχώς αυξανόμενες. Από τη βιβλιογραφία αναμενόταν η αντιοξειδωτική ικανότητα να μειωθεί απότομα κατά τους πρώτους μήνες συντήρησης και στη συνέχεια να σταθεροποιηθεί (Tarozzi *et al.*, 2004; Kevers *et al.*, 2011). Η περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά των μήλων του μηλεώνα ΦΟΥΚ1 μειώθηκε σταδιακά κατά τη συντήρηση, ενώ παρόμοια εικόνα είχε παρουσιαστεί και σε προηγούμενες έρευνες (Tarozzi *et al.*, 2004; Hoang *et al.*, 2011). Αντίθετα στα μήλα του μηλεώνα με το αντιχαλαζικό δίχτυ τα ολικά φαινολικά αυξήθηκαν κατά τη συντήρηση, το οποίο μπορεί να οφείλεται στην παρουσία του αιθυλενίου το οποίο διεγείρει τη δραστηριότητα της phenylalanine ammonia lyase, ένα ένζυμο που συμβάλει στη σύνθεση φαινολικών συμπλόκων (Ritenour *et al.*, 1995). Μια ακόμη πιθανή αιτία είναι η χαμηλή δραστηριότητα της πολυφαινολοξειδάσης, με άμεση συνέπεια τη μείωση της οξείδωσης των φαινολικών υποστρωμάτων σε κουινόνη (Leja *et al.*, 2003). Όπως και να 'χει, παραμένει άγνωστο το πώς μπορεί να συνδέεται αυτό με την παρουσία αντιχαλαζικού δικτύου κατά την ανάπτυξη των καρπών.

Από τη χορήγηση ορθολογικής λίπανσης (μείωση του χορηγούμενου N και αύξηση του χορηγούμενου K) το χρώμα των μήλων ήταν πιο σκούρο και πιο κόκκινο συγκριτικά με τα μήλα που είχαν δεχθεί τη λίπανση του παραγωγού. Το πιο σκούρο κόκκινο χρώμα, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία μπορεί να οφείλεται στη αυξημένη διαθεσιμότητα καλίου, ενώ η μείωση του πράσινου χρώματος στο βασικό χρώμα οφείλεται στη μείωση της περιττής αζωτούχου λίπανσης (Marsh *et al.*, 1996; Vicente *et al.*, 2009). Οι μετρήσεις της σκληρότητας σάρκας, της οξύτητας, των ολικών φαινολικών και της αντιοξειδωτικής ικανότητας των μήλων που δέχθηκαν την ορθολογική λίπανση ήταν παρόμοιες ή μικρότερες σε σχέση με τα μήλα του μάρτυρα. Όσον αφορά τη ΣΣ και την οξύτητα αναμενόταν το αντίθετο αποτέλεσμα, δηλαδή οι τιμές τους για τα μήλα της ορθολογικής λίπανσης να είναι ελαφρώς μεγαλύτερες από τις τιμές των μήλων του μάρτυρα, αφού η μείωση του αζώτου μπορεί να αυξήσει τις τιμές των συγκεκριμένων παραμέτρων (Prange and DeEll, 1997). Βέβαια, οι μειωμένες τιμές μπορεί να οφείλονται σε έλλειψη Ca, για το οποίο έχει βρεθεί ότι διαφυλλικοί ψεκασμοί μπορούν να αυξήσουν την ΣΣ και την οξύτητα (Raese and Drake, 1993). Αντίστοιχα, ούτε για την περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά και για την αντιοξειδωτική ικανότητα τα αποτελέσματα ήταν τα αναμενόμενα, αφού και για αυτές τις παραμέτρους η βιβλιογραφία αναφέρει πώς η αυξημένη χορήγηση αζώτου είναι αυτή που μειώνει τις παραμέτρους αυτές (Awad and de

Jager, 2002). Τα ΔΣΣ και το ποσοστό % ξ.ο. μειώθηκαν στα μήλα που είχαν δεχθεί την ορθολογική λίπανση, συγκριτικά με τις τιμές των μήλων του μάρτυρα. Και εδώ τα αποτελέσματα είναι αντίθετα από τα αναμενόμενα, αφού λόγω της μείωσης της αζωτούχου λίπανσης θα περιμέναμε μικρότερους καρπούς με μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ξ.ο. (Dris *et al.*, 1998), και για τον ίδιο λόγο αυξημένα ΔΣΣ (Fallahi *et al.*, 1985). Βέβαια, η ίδια πηγή αναφέρει ότι για τα μειωμένα ΔΣΣ, μπορεί να οφείλονται και η περίσσεια P και Ca, οι ποσότητες των οποίων στην ορθολογική λίπανση δε διέφεραν και πολύ με τη λίπανση του παραγωγού.

5) Συμπεράσματα

- Η ορθολογική λίπανση των αχλαδεώνων μείωσε σημαντικά τις εφαρμοζόμενες ποσότητες N και P, οπότε μειώθηκε το καλλιεργητικό κόστος, αλλά και το περιβαλλοντικό λόγω των προβλημάτων που δημιουργεί η περίσσια N.
- Η ποιότητα των αχλαδιών διέφερε σημαντικά ανάμεσα στους δύο αχλαδεώνες, αποτέλεσμα που μπορεί να οφείλεται σε γενετικούς, κλιματικούς, ή και καλλιεργητικούς παράγοντες.
- Στην αχλαδιά η ορθολογική λίπανση δε βελτίωσε ουσιαστικά την ποιότητα των καρπών, ενώ υπήρχαν και διαφορές ανάμεσα στους δύο αχλαδεώνες. Βέβαια η μείωση της αζωτούχου λίπανσης μελετήθηκε μόνο για ένα χρόνο και πιθανόν με επανάληψη στα επόμενα έτη της μειωμένης αζωτούχου λίπανσης το δέντρο να αντιδρούσε περισσότερο.
- Φυσικά θα πρέπει να μελετηθεί και η θρέψη των φυτών για τα επόμενα έτη, καθώς υπάρχει πιθανότητα να τροποποιηθεί η θρεπτική κατάσταση των φύλλων και φυτού.
- Κατά τη συντήρηση των αχλαδιών παρατηρήθηκαν μεταβολές, αναμενόμενες βάσει βιβλιογραφίας, στην ποιότητα και διατροφική αξία, η οποία δεν μειώθηκε σημαντικά μετά από 5 μήνες συντήρησης + 5 ημέρες ζωής στο ράφι. Επομένως, επιβεβαιώνεται η δυνατότητα της ποικιλίας Κρυστάλλι για μακρά συντήρηση.
- Η εφαρμογή 1 – MCP καθυστέρησε την ωρίμανση των αχλαδιών ποικ. Κρυστάλλι, όπως έχει βρεθεί και σε άλλες ποικιλίες αχλαδιών. Εξάιρεση αποτελεί η μη απώλεια της οξύτητας που έχει βρεθεί επανειλημμένως μετά τη χρήση 1 – MCP, η οποία δεν βρέθηκε στα αχλάδια ποικιλίας Κρυστάλλι.
- Η παρουσία αντιχαλαζικού δικτύου στους μηλεώνες επηρέασε αρνητικά πολλές από τις παραμέτρους οργανοληπτικής ποιότητας και διατροφικής αξίας των μήλων.
- Κατά τη συντήρηση των μήλων βρέθηκαν οι αναμενόμενες, βάσει βιβλιογραφίας, αλλαγές στην οργανοληπτική ποιότητα και διατροφική αξία των καρπών.
- Η μειωμένη αζωτούχος και αυξημένη καλιούχος λίπανση στην πειραματική ορθολογική λίπανση, όχι μόνο δεν βελτίωσε την ποιότητα των μήλων, αλλά αντιθέτως χειροτέρευσε πολλά από τα χαρακτηριστικά της.

6) Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Alvarez-Parrilla E., de La Rosa P.L., Laura A., Saenz L., Rodrigo-García J. and González-Aguilar G.A. 2010. Daily consumption of apple, pear and orange juice differently affects plasma lipids and antioxidant capacity of smoking and non-smoking adults. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 61(4), 369–380.

do Amarante C.V.T., Steffens C.A. and Argenta, L.C. 2011. Yield and fruit quality of “Gala” and “Fuji” apple trees protected by white anti-hail net. *Scientia Horticulturae* 129(1), 79–85.

Antoniolli L.R. and Czermainski A.B.C. 2012. Maturity index and cold storage effects on postharvest quality of “Packham’s Triumph” and “Rocha” pears. *Acta Horticulturae*, 934(934), 865–870.

Awad M.A. and de Jager A. 2002. Relationships between fruit nutrients and concentrations of flavonoids and chlorogenic acid in “Elstar” apple skin. *Scientia Horticulturae*, 92(3–4), 265–276.

Batista-Silva W., Nascimento V.L., Madeiros D.B., Nunes-Nesil A., Ribeiro D.M., Zsögön A. and Araújo W.L. 2018. Modifications in organic acid profiles during fruit development and ripening: correlation or causation?. *Frontiers in Plant Science*, 9(Nov.), 1–20.

Biedrzycka E. and Amarowicz R. 2008. Diet and Health: Apple polyphenols as antioxidants. *Food Reviews International*, 24(2), 235–251.

Blankenship S.M. and Dole J.M. 2003. 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biology and Technology*, 28(1), 1–25.

Blanpied G.D. 1990. Controlled atmosphere storage of apples and pears. In: *Food Preservation by Modified Atmospheres*. M. Calderon & R. Barkai-Golan. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 265–300.

Boonyakiat D., Chen P.M., Spotts R.A. and Richardson D.G. 1987. Effect of harvest maturity on decay and post-harvest life of 'd'Anjou' pear. *Scientia Horticulturae*, 31, 131-139

Bosco L.C., Bergamaschi H., Cardoso L.S., de Paula V.A., Marodin G.A.B. and Nachtigall G. R. 2015. Apple production and quality when cultivated under anti-hail cover in Southern Brazil. *International Journal of Biometeorology*, 59(7),773–782.

Boyer J. and Liu R.H. 2004. Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutrition Journal*, 3(1), 5.

Brunetto G., de Melo G.W.B., Toselli M., Quartier M. and Tagliavin M. 2015. The role of mineral nutrition on yields and fruit quality in grapevine, pear and apple. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 37(4), 1089–1104.

Calvo G., Salvador M.E. and Sanchez E. 2002. Control of superficial scald in Beurré d’Anjou pears with low oxygen levels. *Acta Horticulturae*, 596, 879–882.

Calvo G. and Sozzi G.O. 2004. Improvement of postharvest storage quality of “Red Clapp’s”

- pears by treatment with 1-methylcyclopropene at low temperature. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 79(6), 930–934.
- Campbell R.J. and Marini R.P. 1992. Light environment and time of harvest affect 'Delicious' apple fruit quality characteristics. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 117(4), 551–557.
- Cheng Y., Liua L., Fenga Y., Donga Y. and Guan J.. 2019. Effects of 1-MCP on fruit quality and core browning in "Yali" pear during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 243, 350–356.
- Chiriboga M.-A. Chiriboga, Maria-Angeles, Giné Bordonaba J., Schotsmans W.C., Larrigaudière C. and Recasens I. 2013. Antioxidant potential of "Conference" pears during cold storage and shelf life in response to 1-methylcyclopropene. *LWT - Food Science and Technology*, 51(1), 170–176.
- Conceição de Oliveira M., Sichieri R. and Sanchez Moura A. 2003. Weight loss associated with a daily intake of three apples or three pears among overweight women. *Nutrition*, 19(3), 253–256.
- Curtis D., Righetti T.L., Mielke E. and Facteau T. 1990. Mineral analysis from corkspotted and normal 'd'Anjou' pear fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 115(6), 969–974.
- DeEll J.R., Murr D.P., Porteous M.D. and Vasantha Rupasinghe, H.P. 2002. Influence of temperature and duration of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment on apple quality. *Postharvest Biology and Technology*, 24(3), 349–353.
- Dobrzański B., Rybczyński R., Dobrzańska A. and Wójcik W. 2020. Some physical and nutritional quality parameters of storage apple. *International Agrophysics*, 15(1), 13–18.
- Dong Y., Wang Y. and Einhorn T.C. 2018. Postharvest physiology, storage quality and physiological disorders of "Gem" pear (*Pyrus communis* L.) treated with 1-methylcyclopropene. *Scientia Horticulturae*, 240(May), 631–637.
- Dris R., Niskanen R. and Fallahi E. 1998. Nitrogen and calcium nutrition and fruit quality of commercial apple cultivars grown in Finland. *Journal of Plant Nutrition*, 21(11), 2389–2402.
- Drzyzga O. 2003. Diphenylamine and derivatives in the environment: a review. *Chemosphere*, 53(8), 809–818.
- Duggan M.B. 1967. Identification of the plant material by its phenolic content. *Journal Association Official Analytical Chemists*, 50, 727
- Ekman J.H., Clayton M., Biasi, W.V and Mitcham E.J. 2004. Interactions between 1-MCP concentration, treatment interval and storage time for "Bartlett" pears. *Postharvest Biology and Technology*, 31(2), 127–136.
- Elgar H. J., Watkins C.B., Murray S.H. and Gunson F.A. 1997. Quality of "Buerre Bosc" and "Doyenne du Comice" pears in relation to harvest date and storage period. *Postharvest Biology and Technology*, 10(1), 29–37.
- Fallahi E., Richardson D.G., Westwood M.N. and Chaplin M.H. 1985. Relationships among mineral nutrition, ethylene and post-harvest physiology in apples on six rootstocks. *Scientia Horticulturae*, 25, 163-175.

- Fan X. and Mattheis J. P. 1999. Impact of 1-Methylcyclopropene and methyl jasmonate on apple volatile production. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(7), 2847–2853.
- Fawzi M.I.F., Shahin F.M., Daood E.A. and Kandil E.A.. 2010. Effect of organic and biofertilizers and magnesium sulphate on growth yield, chemical composition and fruit quality of "Le-Conte" pear trees. *Nature and Science*, 8(12), 273-280.
- Feskanich D. 2000. Prospective study of fruit and vegetable consumption and risk of lung cancer among men and women. *Journal of the National Cancer Institute*, 92(22), 1812–1823.
- Flores-López, M.L., Cerqueira M.A., de Rodríguez D.J. and Vicente A.A. 2016. Perspectives on utilization of edible coatings and nano-laminate coatings for extension of postharvest storage of fruits and vegetables. *Food Engineering Reviews*, 8(3), 292–305.
- Fonseca S.C., Oliveira F.A.R. and Brecht J.K. 2002. Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. *Journal of Food Engineering*, 52(2), 99–119.
- Food and Agriculture Organisation. FAOSTAT [online] Available at <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>> [Accessed 29.Nov.20]
- Ganai S.A., Ahsan H., Wani I.A., Lone A.A., Mir S.A. and Wani S.M. 2015. Colour changes during storage of apple cv. Red Delicious- influence of harvest dates, precooling, calcium chloride and waxing. *International Food Research Journal*, 22(1), 196–201.
- Guo X. fei, Yang B., Tang J., Jiang J.J. and Li D. 2017. Apple and pear consumption and type 2 diabetes mellitus risk: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Food and Function*, 8(3), 927–934.
- Harwood R.R.. 1990. A history of sustainable agriculture. In *Sustainable Agricultural Systems*. C.A. Edwards. St. Lucie Press. Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Iowa, pp. 3-19.
- He X. and Liu R.H. 2007. Triterpenoids isolated from apple peels have potent antiproliferative activity and may be partially responsible for apple's anticancer activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(11), 4366–4370.
- Hoang N.T.T., Golding J.B. and Wilkes M.A. 2011. The effect of postharvest 1-MCP treatment and storage atmosphere on "Cripps' Pink" apple phenolics and antioxidant activity. *Food Chemistry*, 127(3), 1249–1256.
- Hosseini M.S., Fakhar Z., Babalar M. and Askari M.A. 2017. Effect of pre-harvest putrescine treatment on quality and postharvest life of pear cv. Spadona. *Advances in Horticultural Science*, 31(1), 11–17.
- Iglesias I. and Alegre S. 2006. The effect of anti-hail nets on fruit protection, radiation, temperature, quality and probability of 'Mondial Gala' apples. *Journal of Applied Horticulture*, 08(02), 91–100.
- Jayas D.S. and Jeyamkondan S. 2002. PH—Postharvest Technology. *Biosystems Engineering*, 82(3), 235–251.
- Jo J.A., Kim W.S. and Choi H.S. 2010. Fruit Quality, Total phenol content, and antioxidant activity of fruit obtained from a sustainably managed vs conventionally managed asian pear

(*Pyrus pyrifolia* nakai) orchard. 유기농과 관행재배 된 배의 과실품질과 페놀함량 및 항산화 활성 비교, 169–173.

Jung S.K. and Watkins C.B. 2008. Superficial scald control after delayed treatment of apple fruit with diphenylamine (DPA) and 1-methylcyclopropene (1-MCP). *Postharvest Biology and Technology*, 50(1), 45–52.

Kader A.A. and Rolle R.S.. 2004. The role of post-harvest management in assuring the quality and safety of horticultural produce. In *FAO Agricultural services bulletin 152*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, pp. 1-51

Kader A.A., Zagory D., Kerbel E.L. and Wang C.Y. 1989. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 28(1), 1–30.

Kaur K. and Dhillon W.S. 2015. Influence of maturity and storage period on physical and biochemical characteristics of pear during post cold storage at ambient conditions. *Journal of Food Science and Technology*, 52(8), 5352–5356.

Kevers C. Pincemail J., Tabart J., Defraigne J.O. and Dommes J. 2011. Influence of cultivar, harvest time, storage conditions, and peeling on the antioxidant capacity and phenolic and ascorbic acid contents of apples and pears. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(11), 6165–6171.

Konopacka D. and Plochanski W.J. 2004. Effect of storage conditions on the relationship between apple firmness and texture acceptability. *Postharvest Biology and Technology*, 32(2), 205–211.

Kunwar A. and Priyadarsini K.I.. 2011. Free radicals, oxidative stress and importance of antioxidants in human health. *Journal Medical & Allied Sciences*, 1(2), 53-60

Kurubaş M.S. and Erkan M. 2018. Impacts of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on postharvest quality of “Ankara” pears during long-term storage. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 42(2), 88–96.

Leja M., Marezek A. and Ben J. 2003. Antioxidant properties of two apple cultivars during long-term storage. *Food Chemistry*, 80(3), 303–307.

Li X., Wang T., Zhou B., Gao W., Cao J. and Huang L. 2014. Chemical composition and antioxidant and anti-inflammatory potential of peels and flesh from 10 different pear varieties (*Pyrus* spp.). *Food Chemistry*, 152, 531–538.

Lidster P.D. 1990. Storage humidity influences fruit quality and permeability to ethane in 'mcintosh' apples stored in diverse controlled atmospheres. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 115(1), 94–96.

Lin D. and Zhao Y. 2007. Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 6(3), 60–75.

Lin L.Z. and Harnly J.M. 2008. Phenolic compounds and chromatographic profiles of pear skins (*Pyrus* spp.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(19), 9094–9101.

Liu R., Lai T. fei, Xu Y. and Tian S. 2013. Changes in physiology and quality of 'Laiyang' pear in long time storage. *Scientia Horticulturae*, 150, 31–36.

- Liu R.H., Liu J. and Chen B. 2005. Apples prevent mammary tumors in rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 2341–2343.
- Mahajan B.V.C., Singh K. and Dhillon W.S. 2010. Effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on storage life and quality of pear fruits. *Journal of Food Science and Technology*, 47(3), 351–354.
- Manach C., Mazur A. and Scalbert A. 2005. Polyphenols and prevention of cardiovascular diseases. *Current Opinion in Lipidology*, 16(1), 77–84.
- Marsh K.B., Volz R.K., Cashmore W. and Reay P. 1996. Fruit colour, leaf nitrogen level, and tree vigour in “Fuji” apples. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 24(4), 393–399.
- Mditshwa A., Fawole O.A. and Opara U.L. 2018. Recent developments on dynamic controlled atmosphere storage of apples—a review. *Food Packaging and Shelf Life*, 16(Oct. 2017), 59–68.
- Mitcham B., Mattheis J. and Bower J. 2001. Responses of european pears to 1-MCP. *Perishables Handling Quarterly*, (108), 16–19.
- Musacchi S. and Serra S. 2018. Apple fruit quality: Overview on pre-harvest factors. *Scientia Horticulturae*. 234(Dec. 2017), 409–430.
- Naczki M. and Shahidi F. 2004. Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*, 1054(1–2), 95–111.
- Navaei N., *et al.* 2019. Influence of daily fresh pear consumption on biomarkers of cardiometabolic health in middle-aged/older adults with metabolic syndrome: a randomized controlled trial. *Food & Function*, 10(2), 1062–1072.
- O’Neil E.C. and Nicklas A.T. 2015. Fresh pear consumption is associated with better nutrient intake, diet quality, and weight parameters in adults: national health and nutrition examination survey 2001-2010. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 5(4), 4–11.
- Paniagua A.C., East A.R., Hindmarsh J.P. and Heyes J.A. 2013. Moisture loss is the major cause of firmness change during postharvest storage of blueberry. *Postharvest Biology and Technology*, 79, 13–19.
- Paull R. 1999. Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. *Postharvest Biology and Technology*, 15(3), 263–277.
- Phillips C.A. 1996. Review: Modified atmosphere packaging and its effects on the microbiological quality and safety of produce. *International Journal of Food Science and Technology*, 31(6), 463–479.
- Porritt S.W.. 1964. The effect of temperature on postharvest physiology and storage life of pears. *Canadian Journal of Plant Science*. 44, 568-579
- Prange R.K. and de Eil J.R.. 1997. Preharvest factors affecting postharvest quality of berry crops. *HortScience* 32(5), 824-830.
- Raese J.T.. 1989. Physiological disorders and maladies of pear fruit. In *Horticultural Reviews Vol. 11*. J.A. Bardeu, R.A. Larsou & L. RapΠΑΠort. Timber Press Inc., Portland, Oregon, pp. 357-411.

- Raese J.T. 1997. Cold tolerance, yield, and fruit quality of “d’Anjou” pears influenced by nitrogen fertilizer rates and time of application. *Journal of Plant Nutrition*, 20(7–8), 1007–1025.
- Raese J.T. and Drake S.R. 1993. Effects of preharvest calcium sprays on apple and pear quality. *Journal of Plant Nutrition*, 16(9), 1807–1819.
- Ratnam D.V., Ankola D.D., Bhardwaj V., Sahana D.K. and Kumar M.N.V.R. 2006. Role of antioxidants in prophylaxis and therapy: A pharmaceutical perspective. *Journal of Controlled Release*, 113(3), 189–207.
- Reiland H. and Slavin J. 2015. Systematic review of pears and health. *Nutrition Today*, 50(6), 301–305.
- Ritenour M.A., Ahrens M.J. and Saltveit M.E. 1995. Effects of temperature on ethylene-induced phenylalanine ammonia lyase activity and russet spotting in harvested iceberg lettuce. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 120(1), 84–87.
- Rizzolo A., Cambiaghi P., Grassi M. and Zerbini P.E. 2005. Influence of 1-methylcyclopropene and storage atmosphere on changes in volatile compounds and fruit quality of Conference pears. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(25), 9781–9789.
- Saquet A.A. 2018. Storability of “Conference” pear under various controlled atmospheres. *Erwerbs-Obstbau*, 60(4), 275–280.
- Saquet A.A. 2019. Storage of pears. *Scientia Horticulturae*, 246(Mar. 2018), 1009–1016.
- Sardesai V.M. 1995. Role of antioxidants in health maintenance. *Nutrition in Clinical Practice*, 10(1), 19–25.
- Seo J.H, Hwang Y.S. Chun J.P. and Lee J.C. 2001. Changes of phenolic compounds and occurrence of skin browning and characterization of partially purified polyphenol oxidase in oriental pear fruits. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science* 42, 184-188
- Sisler E.C. and Blankenship S.M. 1996. United States Patent: 5518988’, (19).
- Sisler E.C. and Serek M. 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: Recent developments. *Physiologia Plantarum*, 100(3), 577–582.
- Solomakhin A. and Blanke M. M. 2010. Can coloured hailnets improve taste (sugar, sugar: acid ratio), consumer appeal (colouration) and nutritional value (anthocyanin, vitamin C) of apple fruit?. *LWT - Food Science and Technology*, 43(8), 1277–1284.
- Souza B.W.S., Cerqueira M.A., Teixeira J.A. and Vicente A.A. 2010. The use of electric fields for edible coatings and films development and production: A review. *Food Engineering Reviews*, 2(4), 244–255.
- Spanos G.A. and Wrolstad R.E. 1992. Phenolics of apple, pear, and white grape juices and their changes with processing and storage. A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40(9), 1478–1487.
- Stiles W.C. 1999. Effects of nutritional factors on regular cropping of apple. *HortTechnology*, 9(3), 328–331.

- Sugar D., Righetti T.L., Sanchez E.E. and Khemira H. 1992. Management of nitrogen and calcium in pear trees for enhancement of fruit resistance to postharvest decay. *HortTechnology*, 2(3), 382–387.
- Tagliavini M., Quartieri M. and Millard P. 1997. Remobilised nitrogen and root uptake of nitrate for spring leaf growth, flowers and developing fruits of pear (*Pyrus communis* L.) trees. *Plant and Soil*, 195(1), 137–142.
- Tarozzi A., Marchesi A., Cantelli-Forti G. and Hrelia P. 2004. Cold-storage affects antioxidant properties of apples in Caco-2 cells. *The Journal of Nutrition*, 134(5), 1105–1109.
- Tenore G.C., *et al.* 2017. Annurca (*Malus pumila* Miller cv. Annurca) apple as a functional food for the contribution to a healthy balance of plasma cholesterol levels: results of a randomized clinical trial. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(7), 2107–2115.
- Tsantili, E., Gapper N.E., Arquiza J.M.R.A., Whitaker B.D. and Watkins C.B. 2007. Ethylene and α -farnesene metabolism in green and red skin of three apple cultivars in response to 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(13), 5267–5276.
- Tsantili, E., Shin Y., Nock J.F. and Watkins C.B. 2010. Antioxidant concentrations during chilling injury development in peaches. *Postharvest Biology and Technology*, 57(1), 27–34.
- Türk R. and Memiçoğlu M.. 1994. the effects of different localities and harvest time on the storage period of quince. *Acta Horticulturae*, 368, 840-849
- U.S. Department of Agriculture. 2008. Composition of Foods, Raw, Processed, Prepared. USDA national nutrient database for standard reference, release 20. USDA-ARS, Beltsville Human Nutrition Research Center, Nutrient Data Laboratory, Beltsville, Maryland.
- Veberic R. 2016. The impact of production technology on plant phenolics. *Horticulturae*, 2(3), 1-8.
- Vicente A.R., Manganaris G.A., Sozzi G.O. and Crisosto C.H. 2009. Nutritional quality of fruits and vegetables. In *Postharvest Handling: A Systems Approach Edition: Second* Editors: W.J. Florkowski, R. L. Shewfelt, B. Brueckner, S. E. Prussia Elsevier-Academic Press, pp.58-106
- Watkins C.B. 2006. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. *Biotechnology Advances*, 24(4), 389–409.
- Wojcik P. and Wojcik M. 2003. Effects of boron fertilization on “Conference” pear tree vigor, nutrition, and fruit yield and storability. *Plant and Soil*, 256(2), 413–421.
- Woods R.K., Walters E.H., Raven J.M., Wolfe R., Ireland P.D., Thien F.C.K. and Abramson M.J. 2003. Food and nutrient intakes and asthma risk in young adults. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 78(3), 414–421.
- Wright A.H., Delong J.M., Arul J. and Prange R.K. 2015. The trend toward lower oxygen levels during apple (*Malus × domestica* Borkh) storage. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 90(1), 1–13.
- Yim S.H. and Nam S.H.. 2015. Antioxidant and whitening activities of five unripe pear cultivars. *Journal of Applied Botany & Food Quality* 88, 186-191.

Zhang J., Serra S., Leisso S.R. and Musacchi S. 2016. Effect of light microclimate on the quality of “d’Anjou” pears in mature open-centre tree architecture. *Biosystems Engineering*. Elsevier Ltd, 141, 1–11.

Zuo W., Zhang T., Xu H., Wang C., Lu M. and Chen X. 2019. Effect of fermentation time on nutritional components of red-fleshed apple cider. *Food and Bioproducts Processing*, 114, 276–285.

Ελληνική Βιβλιογραφία

Βασιλακάκης Μ.. 2004. Γενική και Ειδική Δενδροκομία. Γαρταγάνης Δ., Θεσσαλονίκη, Ελλάδα.

Ειδικές εκδόσεις ISO fruit 2021. Αχλάδια – Γενικές πληροφορίες. Διαθέσιμο στο <<http://isofruit.gr/achladia-genikes-plirofories/>> [Πρόσβαση στις 5.Ιαν.2021]

Ευρωπαϊκή Ένωση, 2004. Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 86/2004 της επιτροπής της 15^{ης} Ιανουαρίου 2004 για τον καθορισμό της εμπορικής προδιαγραφής που εφαρμόζεται στα αχλάδια. Επίσημη Εφημερίδα της ΕΕ, Βρυξέλλες, Βέλγιο.

Πάσσαμ Χ., Τσαντίλη Ε., Χριστόπουλος Μ., Καυκαλέτου Μ., Αλεξόπουλος Α. και Καραπάνος Ι. 2015. Μετασυλλεκτική φυσιολογία και μετασυλλεκτικοί χειρισμοί καρπών δενδροκομικών ειδών. Στο Μετασυλλεκτική Μεταχείριση Καρπών και Λαχανικών [ηλεκτρ. βιβλ.] Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, Αθήνα, Ελλάδα, σ. 113-147.