

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΠΡΟΣΥΛΛΕΚΤΙΚΩΝ ΧΕΙΡΙΣΜΩΝ ΜΕ
ΑΣΒΕΣΤΙΟ, ΜΑΓΝΗΣΙΟ, ΤΙΤΑΝΙΟ ΕΠΙ ΤΗΣ
ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ, ΤΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΗΣ
ΚΑΙ ΤΩΝ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΚΑΡΠΩΝ ΔΥΟ
ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΒΕΡΙΚΟΚΙΑΣ (*Prunus armeniaca* L.)**

ΡΟΥΣΑΛΗΣ Η. ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

ΑΘΗΝΑ 2011

ΡΟΥΣΑΛΗΣ Η. ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΠΡΟΣΥΛΛΕΚΤΙΚΩΝ ΧΕΙΡΙΣΜΩΝ ΜΕ
ΑΣΒΕΣΤΙΟ, ΜΑΓΝΗΣΙΟ, ΤΙΤΑΝΙΟ ΕΠΙ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ,
ΤΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ
ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΚΑΡΠΩΝ ΔΥΟ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ
ΒΕΡΙΚΟΚΙΑΣ (*Prunus armeniaca* L.)**

Τριμελής εξεταστική επιτροπή

Επιβλέπων:

Τζουτζούκου Χ. Λέκτορας Γ.Π.Α.

Μέλη:

Βέμμος Σ. Αναπληρωτής Καθηγητής Γ.Π.Α.

Ρούσσοι Π. Επίκουρος Καθηγητής Γ.Π.Α.

Στους γονείς μου Ηλία και Ελεονώρα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για τη παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή που εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών κατά τα έτη 2009 έως 2011 αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στους ανθρώπους που συνέβαλαν για να διεκπεραιωθεί. Θέλω να ευχαριστήσω θερμά τη καθηγήτρια μου κ. Τζουτζούκου Χρυσούλα για την ανάθεση του θέματος, τη συνεχή καθοδήγησή της και την αμέριστη συμπαράστασή της όλα τα χρόνια της παρουσίας μου στο εργαστήριο Δενδροκομίας. Επίσης τους καθηγητές κ. Βέμμο Σταύρο για τις παρατηρήσεις του και τις διορθώσεις της παρούσας εργασίας και τον κ. Ρούσσο Πέτρο για τη πολύτιμη βοήθειά του στο τμήμα των φαινολικών και αντιοξειδωτικών ουσιών και τις υποδείξεις του κατά τη κριτική ανάγνωση του κειμένου. Ευχαριστώ θερμά τον κ. Κοδέλλα Παναγιώτη για τη παραχώρηση των δένδρων του πειράματος και τον κ. Γραμματικάκη Νικόλαο της Intrachem Ελλάς για τη δωρεά του σκευάσματος τιτανίου. Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τον λέκτορα κ. Συμιλλίδη Γεράσιμο και τον κ. Κατσιλέρο Αναστάσιο για τη βοήθειά τους στη στατιστική ανάλυση των δεδομένων, τον κ. Πομώνη Θεόδωρο για τη δυνατότητα που μου παρείχε να χρησιμοποιήσω τον εργαστηριακό εξοπλισμό του τμήματος μετάλλων του Γενικού Χημείου του Κράτους. Επιθυμώ ακόμα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στους υποψήφιους διδάκτορες Δεναζά Νικολέττα, Καυκαλέτου Μίνα και Χριστόπουλο Μιλτιάδη για τη βοήθεια που μου προσέφεραν.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η καλλιέργεια της βερικοκιάς (*Prunus armeniaca* L.) θεωρείται μία από τις σπουδαιότερες δενδρώδεις ελληνικές καλλιέργειες. Οι καρποί της διακρίνονται για την ιδιαίτερη θρεπτική τους αξία και τη ταχεία απώλεια των ποιοτικών τους χαρακτηριστικών αμέσως μετά τη συγκομιδή. Συνεπώς κρίνεται απαραίτητη η εφαρμογή καλλιεργητικών τεχνικών για την άμβλυση των δυσμενών μετασυλλεκτικών επιπτώσεων. Σκοπό της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής αποτέλεσε η μελέτη της επίδρασης των προσυλλεκτικών χειρισμών ασβεστίου, μαγνησίου και τιτανίου σε ποιοτικά χαρακτηριστικά, αντιοξειδωτική δράση και φαινολικές ουσίες δύο ποικιλιών βερικοκιάς της Tomcot και της Orange Red κατά το στάδιο της εμπορικής τους ωριμότητας και μετά τη διατήρησή τους σε θερμοκρασία δωματίου για 4 ημέρες.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος οι καρποί της Orange Red είχαν μεγαλύτερη συνεκτικότητα και μεγαλύτερο λόγο Δ.Σ.Σ./Ο.Ο. τόσο κατά τη συγκομιδή όσο και κατά τη shelf life χαρακτηριστικά που θεωρούνται ιδιαίτερα επιθυμητά από τον καταναλωτή. Οι επεμβάσεις έδειξαν να καθυστερούν την υποβάθμιση των ποιοτικών χαρακτηριστικών της Orange Red και μεγαλύτερη επίδραση σε αυτά είχε η επέμβαση με Ca+Mg+Ti. Οι διάφορες ομάδες των φαινολικών ουσιών και η αντιοξειδωτική δράση των καρπών της Orange Red μεταβλήθηκαν σημαντικά μετασυλλεκτικά. Συγκεκριμένα οι ολικές φαινολικές ενώσεις και οι ορθοδιφαινόλες μειώθηκαν ενώ τα ολικά φλαβονοειδή, οι ολικές φλαβανόλες και η αντιοξειδωτική ικανότητα κατέγραψαν άνοδο. Αντίθετα οι καρποί της ποικιλίας Tomcot υπερέχουν αυτών της Orange Red στο μέγεθος, το βάρος, τα διαλυτά στερεά συστατικά και την ογκομετρούμενη οξύτητα. Επιπλέον στους καρπούς της Tomcot όλες οι ομάδες των φαινολικών ουσιών και η αντιοξειδωτική ικανότητα βρίσκονταν σε υψηλότερα επίπεδα τα οποία διατηρήθηκαν κατά τη συντήρησή τους. Ωστόσο οι καρποί της Tomcot δεν επηρεάστηκαν σημαντικά από τις επεμβάσεις. Τέλος οι διαφυλλικοί ψεκασμοί αύξησαν τις συγκεντρώσεις των χλωροφυλλών και στις δύο ποικιλίες, όπως και στις περισσότερες περιπτώσεις τα ενδογενή επίπεδα των θρεπτικών στοιχείων σε καρπούς και φύλλα.

ABSTRACT

The apricot tree (*Prunus armeniaca* L.) is regarded as one the most important fruit tree in the Mediterranean region. Apricot as a climacteric fruit is characterized by its quick ripening, flesh softening and rapid loss of flavour. Therefore, it is essential that cultural practices should be done to improve postharvest fruit quality. The effects of preharvest sprays containing calcium, magnesium and titanium on apricot fruit quality-determining parameters, phenolics and antioxidant capacity were investigated. The attributes of the fruits assessed at harvest and after subsequent ripening for 4 days at room temperature (20° C).

Fruits of Orange Red had better characteristics related to consumer acceptance such as pulp firmness and SSC/TA ratio at commercial maturity stage as well as during shelf life. Treatments seem to delay the ripening status and postharvest decay in Orange Red fruits. The combination of Ca+Mg+Ti exercised the biggest impact on the pulp firmness. Phenolics and antioxidant capacity of Orange Red fruits changed significantly during shelf life. More specifically, total phenol and total orthodiphenol concentrations decreased, whereas total flavonoids, total flavanols and antioxidant capacity determined by DPPH and FRAP method increased.

On the other hand, Tomcot fruits were heavier, had higher soluble solid content and titratable acidity. Not only were Tomcot fruits' phenolics and antioxidant capacity higher than those of Orange Red, but they also remained at high levels during shelf life. However, Tomcot fruits seem to be unaffected by the treatments.

All the treatments enhanced chlorophyll leaf content in both cultivars. Finally, in most cases calcium, magnesium and titanium applications increased significantly the endogenous levels in fruits and leaves.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ABSTRACT	6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
1.1 Προέλευση και ιστορία	10
1.2 Βοτανική περιγραφή	10
1.3 Οικονομική σημασία	11
1.4 Καλλιεργητικές συνθήκες	12
1.5 Χαρακτηριστικά ποικιλιών	13
1.5.1 Tomcot	13
1.5.2 Orange Red	14
1.6 Παράγοντες που καθορίζουν την ποιότητα των καρπών	14
1.6.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά	16
1.6.1.1 Σχήμα μέγεθος και συνεκτικότητα	16
1.6.1.2 Χρώμα	16
1.6.1.3 Οργανικά οξέα και σάκχαρα	17
1.6.1.4 Διαλυτά στερεά συστατικά	18
1.6.1.5 Ογκομετρούμενη οξύτητα και pH	18
1.6.1.6 Αναλογία διαλυτών στερεών συστατικών προς οξύτητα	18
1.6.2 Φαινολικές ουσίες	19
1.6.2.1 Φαινόλες	19
1.6.2.2 Φλαβονοειδή	20
1.6.2.3 Όρθο-διφαινόλες	21
1.6.2.4 Φλαβανόλες	21
1.6.3 Αντιοξειδωτική δράση	22
1.6.3.1 Ενεργές μορφές οξυγόνου	22
1.6.3.2 Αντιοξειδωτικοί μηχανισμοί	23
1.6.3.3 Εκτίμηση αντιοξειδωτικής ικανότητας	23
1.7 Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των καρπών	24
1.8 Ρόλος Ασβεστίου	25
1.8.1 Συνεκτικότητα καρπών	27
1.9 Ρόλος Μαγνησίου	28
1.10 Ρόλος Τιτανίου	29
1.10.1 Χρήσεις τιτανίου	31
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	33
2.1 Φυτικό υλικό	33
2.2 Καλλιεργητικές τεχνικές	33
2.3 Πειραματικές επεμβάσεις	33
2.4 Συγκομιδή καρπών	34
2.5 Κατασκευή σιγμοειδούς καμπύλης ανάπτυξης	35
2.6 Διαστάσεις καρπών	35
2.7 Βάρος καρπών	35
2.8 Χρώμα φλοιού και σάρκας	35
2.9 Συνεκτικότητα καρπών	36
2.10 Περιεκτικότητα καρπών σε διαλυτά στερεά συστατικά	37
2.11 pH χυμού	37
2.12 Συνολική ογκομετρούμενη οξύτητα	37
2.13 Συλλογή φύλλων	38

2.14	Χλωροφύλλη	38
2.15	Λόγος ξηρού προς φρέσκου βάρους φύλλων και σάρκας καρπών	39
2.16	Περιεκτικότητα καρπών και φύλλων σε ασβέστιο, μαγνήσιο και τιτάνιο	39
2.16.1	Ανάλυση των αποτεφρωμένων δειγμάτων	39
2.17	Ολικές φαινολικές ουσίες	40
2.18	Ολικές ορθοδιφαινόλες	40
2.19	Ολικά φλαβονοειδή	41
2.20	Ολικές φλαβανόλες	41
2.21	Εκτίμηση αντιοξειδωτικής ικανότητας με τη μέθοδο DPPH	41
2.22	Εκτίμηση αντιοξειδωτικής ικανότητας με τη μέθοδο FRAP	42
2.23	Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων	42
3.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	43
3.1	Διαστάσεις καρπών	43
3.1.1	Καμπύλη ανάπτυξης καρπών	43
3.1.2	Μήκος καρπών	44
3.1.3	Πλάτος καρπών	45
3.1.4	Λόγος μήκους προς πλάτους καρπών	47
3.2	Βάρος	48
3.2.1	Βάρος καρπών	48
3.2.2	Βάρος πυρήνων	50
3.2.3	Ποσοστό ξηρού βάρους σάρκας καρπών	50
3.2.4	Ποσοστό ξηρού βάρους φύλλων	52
3.3	Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά	53
3.4	Ογκομετρούμενη οξύτητα	54
3.5	Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά προς ογκομετρούμενη οξύτητα	55
3.6	pH	57
3.7	Χρωματομετρικά χαρακτηριστικά	58
3.7.1	Χρωματομετρικά χαρακτηριστικά φλοιού	58
3.7.2	Χρωματομετρικά χαρακτηριστικά σάρκας	62
3.8	Συνεκτικότητα σάρκας	67
3.9	Φαινολικές ουσίες	68
3.9.1	Ολικές φαινολικές ενώσεις	68
3.9.2	Ολικές ορθοδιφαινόλες	70
3.9.3	Ολικά φλαβονοειδή	71
3.9.4	Ολικές φλαβανόλες	72
3.10	Αντιοξειδωτική δράση	74
3.10.1	Αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο DPPH	74
3.10.2	Αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο FRAP	75
3.11	Συγκεντρώσεις στοιχείων	77
3.11.1	Ασβέστιο φύλλων	77
3.11.2	Ασβέστιο καρπών	78
3.11.3	Μαγνήσιο φύλλων	79
3.11.4	Μαγνήσιο καρπών	80
3.11.5	Τιτάνιο φύλλων	81
3.11.6	Τιτάνιο καρπών	82
3.12	Χλωροφύλλες	84
3.13	Συσχετίσεις	86
4.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ	87
4.1	Διαστάσεις καρπών	87
4.2	Βάρος καρπών	88

4.2.1 Βάρος πυρήνων	88
4.2.2 Ποσοστό ξηρής ουσίας	89
4.3 Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά	90
4.4 Ογκομετρούμενη οξύτητα	91
4.5 Λόγος διαλυτών στερεών συστατικών προς την ογκομετρούμενη οξύτητα	92
4.6 pH	92
4.7 Χρωματομετρικά χαρακτηριστικά καρπών	93
4.8 Συνεκτικότητα	94
4.9 Φαινολικές ουσίες	95
4.9.1 Ολικές φαινολικές ενώσεις	95
4.9.2 Ολικά φλαβονοειδή	97
4.9.3 Ολικές ορθοδιφαινόλες	97
4.9.4 Ολικές φλαβανόλες	98
4.10 Αντιοξειδωτική δράση	98
4.11 Συγκεντρώσεις στοιχείων	100
4.11.1 Ασβέστιο	100
4.11.2 Μαγνήσιο	103
4.11.3 Τιτάνιο	104
4.12 Χλωροφύλλες	104
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	106
5.1 Ξένη βιβλιογραφία	106
5.2 Ελληνική βιβλιογραφία	128

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Προέλευση και ιστορία

Η καλλιέργεια της βερικοκιάς αρχικά εφαρμόστηκε στην Κίνα τουλάχιστον 3000 χρόνια πριν και εξαπλώθηκε στην Κεντρική Ασία πριν από τα χρόνια του Μεγάλου Αλεξάνδρου (Hormaza et al. 2007). Στην Ελλάδα είναι γνωστή η καλλιέργειά της από τον 4ο αιώνα π.Χ. (Manolopoulou et al. 1999). Η εισαγωγή της στη περιοχή της Μεσογείου πραγματοποιήθηκε γύρω στον 1^ο αιώνα μ.Χ. από το Ιράν ή την Αρμενία (Zohary et al. 1993) αν και οι πιο πρόσφατες εισαγωγές πραγματοποιήθηκαν από τη Μέση Ανατολή ιδίως στην Νότια Ευρώπη (Faust et al. 1998). Οι Ισπανικές ποικιλίες πιθανόν προήλθαν από γονότυπους της Βορείου Αφρικής και μεταφέρθηκαν με τους Άραβες (Hagen et al. 2002). Η βερικοκιά μεταφέρθηκε στην Αγγλία και στις ΗΠΑ (Βιρτζίνια) ως αποτέλεσμα εμπορικών συναλλαγών τον 17^ο αιώνα (Ogawa et al. 1995) και στην Καλιφόρνια τον 18^ο αιώνα από Ισπανούς (Faust et al. 1998).

1.2 Βοτανική περιγραφή

Η βερικοκιά είναι πολυετές φυλλοβόλο καρποφόρο δένδρο και ανήκει στην οικογένεια των Ροδιδών (Ροδανθών) (*Rosaceae*), υποοικογένεια Προυνοειδών (*Prunoideae*), γένος *Prunus* L., υπογένος *Prunophora* (Neck) Focke και τμήμα *Armeniaca* (Lam.) Koch (Rehder 1940). Υπό τον όρο βερικοκιά εκτός από τη κοινή βερικοκιά *Prunus armeniaca* L. περιλαμβάνονται διάφορα είδη τα: *P. armeniaca* var. *ansu* Komar, *Prunus brigantina* Vill., *Prunus holosericea* Batal., *Prunus mandshurica* (Maxim.) Koehne, *Prunus mume* (Sieb.) Sieb. Et Zucc., *Prunus sibirica* L., αλλά και το φυσικό υβρίδιο *P. cerasifera* Ehrh. (*Prunus* X *dasycarpa* Ehrh.) (Mehlenbacher et al. 1990, Layne et al. 1996, Faust et al. 1998, Hormaza et al. 2007). Τα χαρακτηριστικά της αυτοσυμβατότητας, της ομοζυγωτίας και η ευκολία λήψης διαφόρων υβριδίων έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη ενός πλούσιου γενετικού υλικού το οποίο χρησιμοποιείται με τη μορφή εμβολίων ή υποκειμένων (Bassi et al. 1998).

Όλα τα είδη βερικοκιάς είναι διασταυρούμενα διπλοειδή είδη με 8 ζεύγη χρωμοσωμάτων ($2n = 16$). Τα περισσότερα είδη καλλιεργούμενης βερικοκιάς ανήκουν στο είδος *Prunus armeniaca* με προέλευση την Κεντρική Ασία. Το γονιδιώμά της θεωρείται μικρό ($5,9 \times 10^8$ bp) είναι περίπου το διπλάσιο σε σχέση με αυτό της *Arabidopsis thaliana* ενώ τα άλλα δύο σημαντικά είδη του γένους *Prunus* με $n = 16$, η ροδακινιά και η κερασιά έχουν μήκος γονιδιώματος ($5,4 \times 10^8$ bp) και ($6,8 \times 10^8$ bp) αντίστοιχα (Arumuganathan et al. 1991). Η κοινή βερικοκιά αναπτύσσεται σε ποικιλία γεωγραφικών περιοχών από τους κρύους χειμώνες της Σιβηρίας έως το υποτροπικό κλίμα της Βορείου Αφρικής και από τις ερήμους της Κεντρικής Ασίας στις υγρές περιοχές της Ιαπωνίας και της Ανατολικής Κίνας. Ωστόσο οι περιοχές με εμπορική παραγωγή εξακολουθούν να είναι πολύ περιορισμένες (Mehlenbacher et al. 1990, Hormaza et al. 2007).

Κάποιες ποικιλίες βερικοκιάς είναι επιρρεπείς σε ακανόνιστη παραγωγή και έχουν μικρό βαθμό προσαρμοστικότητας (Hormaza et al. 2007). Η καλλιέργεια της κάθε ποικιλίας βερικοκιάς περιορίζεται σε συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές με

ορισμένες περιβαλλοντικές συνθήκες (Layne et al. 1996) ενώ επιτυγχάνει πιο εύκολα σε ήπια μεσογειακά κλίματα. Η βροχόπτωση και η υψηλή υγρασία κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου και ιδίως κατά την άνθιση και τη συγκομιδή αποτελεί τον πλέον περιοριστικό παράγοντα εξαιτίας των μυκητολογικών ασθενειών σε άνθη, βλαστούς και καρπούς (Ogawa et al. 1995, Hormaza et al. 2007).

Τα φύλλα της βερικοκιάς είναι ελλειπτικά και καρδιόσχημα με οδοντωτές άκρες. Τα άνθη είναι τέλεια, περίγυνα (τα πέταλα, τα σέπαλα και οι στήμονες εκφύονται από το μέσο περίπου της ωοθήκης), λευκά προς ροζ, μονά ή διπλά ανά κόμβο, αποτελούνται από 5 σέπαλα, 5 πέταλα, περίπου 30 στήμονες και έναν ύπερο με ένα καρπόφυλλο. Στην βερικοκιά όπως και στα άλλα είδη του γένους η ωοθήκη είναι μονόχωρη με δύο σπερματικές βλάστες αν και συνήθως σχηματίζεται ένα μόνο σπέρμα (Rodrigo et al. 2002). Σε πολλές περιπτώσεις αναφέρεται στειρότητα της γύρης αν και οι περισσότερες εμπορικές ποικιλίες είναι αυτογόνιμες, υπάρχουν αυτοασυμβίβαστες ποικιλίες (Ruiz et al. 2008 a) γι αυτό είναι σημαντικό να υπάρχει σε ορισμένες περιπτώσεις επικάλυψη της περιόδου άνθισης από διαφορετικές ποικιλίες (Burgos et al. 2004). Οι οφθαλμοί διακρίνονται σε ξυλοφόρους και απλούς ανθοφόρους, οι ανθοφόροι έχουν σχήμα σφαιρικό και μέγεθος μεγαλύτερο των ξυλοφόρων οι οποίοι έχουν σχήμα κωνικό. Οι ανάγκες ψύχους κάτω από τους 7° C στις ποικιλίες βερικοκιάς ποικίλουν από 600 έως 1300 μονάδες, με τις ανάγκες των περισσότερων ποικιλιών να κυμαίνονται μεταξύ 800 έως 1200 μονάδων για την έναρξη της ανθοφορίας τους, ενώ η περίοδος θέρμανσης που ακολουθεί αυτή του ψύχους για την πρόκληση της άνθισης είναι πολύ σύντομη στις περισσότερες περιοχές καθώς απαιτούνται 4000 με 5900 μονάδες θερμότητας (Ruiz et al. 2007). Οι περισσότερες ποικιλίες βερικοκιάς με εξαίρεση κάποιες που παρουσιάζουν αρρενοστειρότητα παράγουν 2000 έως 4000 κόκκους γύρης ανά ανθήρα δηλαδή περισσότερους από 90000 κόκκους γύρης ανά άνθος (Burgos et al. 2004). Ο καρπός της βερικοκιάς είναι δρύπη με ξυλοποιημένο ενδοκάρπιο που περιβάλλει τον σπόρο, το σαρκώδες μεσοκάρπιο και το περικάρπιο (Aubert et al. 2007). Οι καρποί της κοινής βερικοκιάς διακρίνονται σε επιτραπέζιους ή συμπύρηνους με στρογγυλό προς ωοειδές σχήμα και λίγο ή καθόλου τρίχωμα στο φλοιό (Hormaza et al. 2007). Η ανάπτυξη του καρπού ακολουθεί την διπλή σιγμοειδή καμπύλη (δύο κύκλοι ταχείας αύξησης διαχωρίζονται από ένα βραδείας αύξησης) (Torrecillas et al. 2000).

1.3 Οικονομική σημασία

Το κοινό βερικόκο είναι εδώδιμος καρπός που καλλιεργείται κυρίως σε Μεσογειακά κλίματα. Η καλλιέργεια της βερικοκιάς είναι ευρέως διαδεδομένη σε 60 χώρες με συνολική έκταση πάνω από 395,000 ha. Η παγκόσμια παραγωγή ξεπερνάει τα 3,1 εκατομμύρια τόνους/έτος αν και οι κύριες παραγωγικές χώρες (Τουρκία, Ιράν, Ιταλία, Γαλλία, Πακιστάν και Ισπανία) παράγουν περισσότερο από το 50% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής (FAOstat 2009). Η μέση απόδοση είναι 6 t/ha με εύρος από 2 έως 15 t/ha για κάποιες Ευρωπαϊκές χώρες (Πίνακας 1).

Παραδοσιακά η βερικοκιά είναι ένα από τα λίγα δένδρα της εύκρατης ζώνης που δεν επηρεάζεται η τιμή του σε περίπτωση υπερβολικά μεγάλης παραγωγής και συχνά πολύ καλές τιμές αναφέρονται τόσο σε νωπούς όσο και σε μεταποιημένους καρπούς (Hormaza et al. 2007). Ωστόσο η καλλιέργειά της δοκιμάζεται από διάφορα προβλήματα: οι αποδόσεις της υπόκεινται σε ετήσια διακύμανση λόγω παγετών και μικρής προσαρμοστικότητας σε πολλές ποικιλίες, ενώ διάφοροι εντομολογικοί εχθροί

και ασθένειες απειλούν την καλλιέργεια και τη διάδοση αποδοτικών αλλά άγευστων ποικιλιών οι οποίες προκαλούν τη δυσαρέσκεια των καταναλωτών (Bassi 1999, Hormaza et al. 2007).

Πίνακας 1: Παραγωγή Βερικόκων (t), Εκτάσεις (ha), Απόδοση (t/ha). Μέσοι όροι 2000-2004. (Faostat 2005)

Χώρα	Παραγωγή (%)	Έκταση (%)	Απόδοση
Παγκοσμίως	2.595.871 (100)	395,250 (100)	6.57
Τουρκία	448.800 (17)	63,665 (16)	7.05
Ιράν	278.664 (11)	30,929 (8)	9.01
Ιταλία	182.570 (7)	16,044 (4)	11.48
Γαλλία	138.548 (5)	15,431 (4)	9.01
Ισπανία	132.893 (5)	22,630 (6)	5.87
Πακιστάν	130.113 (5)	12,985 (3)	10.02
Μαρόκο	101.200 (4)	13,056 (3)	7.74
Συρία	89.340 (3)	12,549 (3)	7.11
Ουκρανία	84.862 (3)	10,740 (3)	8.01
ΗΠΑ	82.274 (3)	7,645 (2)	10.76
Κίνα	81.873 (3)	17,680 (4)	4.65
Ελλάδα	72.389 (3)	4,700 (1)	15.40
Ρωσία	70.400 (3)	19,400 (5)	3.63
Αίγυπτος	69.714 (3)	5,620 (1)	12.41
Αλγερία	67.562 (3)	25,378 (6)	2.66
Νότιος Αφρική	64.322 (2)	5,960 (2)	10.79

Η Ελλάδα κατέχει τη 15^η θέση στην παγκόσμια παραγωγή με 77.400 t (FAOstat 2008).

1.4 Καλλιεργητικές συνθήκες

Η βερικοκιά παρουσιάζει συχνή αστάθεια στις αποδόσεις (Albuquerque, 2004, Ruiz et al. 2007, Rodrigo et al. 2009, Julian et al. 2010). Η δυσκολία προσαρμογής των διαφόρων ποικιλιών με διαφορετική προέλευση (Bassi et al. 2006) έγκειται κυρίως στη ανάγκη κάλυψης των αναγκών σε ψύχος για το σπάσιμο του ληθάργου (Viti et al. 2010). Παγετοί (Gunes 2006, Julian et al. 2007), μη επαρκής κάλυψη των αναγκών σε ψύχος (Guerriero et al. 2002, Ruiz et al. 2007), υδατική καταπόνηση (Albuquerque et al. 2003) και διάφορες ανθικές ανωμαλίες που προκαλούν προβλήματα ασυμβιβαστότητας (Burgos et al. 2004, Ruiz et al. 2007, Ruiz et al. 2008 a, Rodrigo et al. 2009) έχουν ως συνέπεια τις μειωμένες αποδόσεις.

Το 80% της παγκόσμιας παραγωγής βασίζεται σε λιγότερες από 30 ποικιλίες εξαιτίας των εντομολογικών εχθρών (Follett et al. 2006), των ανθικών ανωμαλιών και προβλημάτων που συνδέονται με την ίωση της ευλογιάς της δαμασκηνιάς (Sharka) (που προκαλείται από τον *Plum Pox Virus, PPV*). Για αυτό στη Μεσόγειο εισάγονται νέες ποικιλίες από τη Βόρεια Αμερική και θεσπίζονται Ευρωπαϊκά προγράμματα βελτίωσης (Badenes et al. 2003). Σε πολλές περιοχές υπάρχει τεράστια παραλλακτικότητα εξαιτίας της καλλιέργειας σποροφύτων για πολλούς αιώνες. Η παραγωγή σε οπωρώνες σποροφύτων εξακολουθεί να θεωρείται πολύ σημαντική σε

πολλές χώρες όπως η Τουρκία, το Ιράν, το Ιράκ, το Αφγανιστάν, το Πακιστάν ή η Συρία ενώ σε άλλες χώρες το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής βασίζεται σε λίγες ποικιλίες που έχουν πολλαπλασιαστεί κλωνικά και είναι καλά προσαρμοσμένες στις τοπικές συνθήκες (Hormaza et al. 2007).

Οι βερικοκίες εμβολιάζονται με ασπιδιωτό ή <<T>> ενοφθαλμισμό σε υποκείμενα συνήθως κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (Ιούνιο) ή του φθινοπώρου. Τα σπορόφυτα βερικοκιάς είναι τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα υποκείμενα παγκοσμίως (Hormaza et al. 2007) διότι είναι συμβατά με όλες τις ποικιλίες ωστόσο παρουσιάζουν ευαισθησία στους μύκητες *Phytophthora* και *Armillaria* σε συνθήκες υγρασίας και για αυτό καταγράφεται μία τάση αντικατάστασής τους από άλλα κλωνικά υποκείμενα από μοσχεύματα ή σπορόφυτα μυροβάλανου (*Prunus cerasifera*), ριζοβολημένες παραφυάδες *Prunus insititia* (Hormaza et al. 2007) και άλλα εμπορικά (Hernandez et al. 2010). Περιοριστικός εδαφικός παράγοντας θεωρείται το υπερβολικά βαρύ και ασβεστώδες έδαφος με υψηλό pH που προκαλεί ασφυξία των ριζών και τροφοπενία σιδήρου (Moreno et al. 2008).

1.5 Χαρακτηριστικά ποικιλιών

1.5.1 Tomcot

Η Tomcot (συνώνυμη Toyaco) έχει προέλευση τις ΗΠΑ και προήλθε από την διασταύρωση (Rival x PA 63-265) (Pedryc et al. 2009). Είναι μία σύγχρονη πρώιμη ποικιλία βερικοκιάς και μία από τις καλύτερα προσαρμοζόμενες ποικιλίες σε εύκρατα κλίματα. Σχηματίζει πλήθος ανθέων και είναι πολύ παραγωγική. Θεωρείται αυτογόνιμη (Burgos et al. 2004) αλλά είναι πιο παραγωγική εάν σταυρεπικονιαστεί. Ο καρπός της θεωρείται συνεκτικός, έχει καλό ωοειδές κυλινδρικό σχήμα, καλό μέγεθος (Kerek et al. 2006) και ικανοποιητική γεύση. Ο καρπός είναι ώριμος όταν ο πορτοκαλί καρπός αναπτύξει μία κόκκινη όψη στην πλευρά που τον χτυπάει ο ήλιος. Σε ορισμένες περιπτώσεις έχει παρατηρηθεί ο σχηματισμός καφέ κηλίδων στην επιφάνεια των καρπών αμέσως μετά τη συγκομιδή τους, φαινόμενο που τους καθιστά μη εμπορικούς. Τα άνθη της είναι ευαίσθητα στους ανοιξιάτικους παγετούς. Το ενδοκάρπιο είναι μεσαίου προς μεγάλου μεγέθους και ελεύθερο από την ίωση <<ευλογία της δαμασκηνιάς>> (Sharka). Αν και το ύψος του δένδρου καθορίζεται από το υποκείμενο και το κλάδεμα, θεωρείται μέτριας ζωηρότητας και πλαγιόκλαδης βλάστησης. Ωστόσο τα ώριμα δένδρα έχουν ύψος περίπου 3 μέτρα (ημινάνα) με ελάχιστο ύψος τα 2m και πλάτος τα 3,6m. Στην Αγγλία η συγκομιδή πραγματοποιείται κατά τα μέσα Ιουλίου. Κατάλληλα υποκείμενα θεωρούνται τα Marianna 2624, St. Julien A και Torinel. Πρέπει να βρίσκεται σε ηλιόλουστες τοποθεσίες απαλλαγμένες από όψιμους παγετούς. Οι αποστάσεις φύτευσης κυμαίνονται από 4,6 έως 5,5m. Χρειάζεται καλά αποστραγγιζόμενο και μέσης γονιμότητας έδαφος με ουδέτερο ή ελαφρώς αλκαλικό pH δίχως βελτιωτικά εδάφους όπως τύρφη. Η παραγωγικότητα διατηρείται σταθερή και υψηλή εφόσον πραγματοποιούνται οι κατάλληλες καλλιεργητικές εργασίες. Μειονέκτημα της θεωρείται η ευαισθησία της επιδερμίδας στους χειρισμούς. Η εφαρμογή τακτικών ποτισμάτων φαίνεται πως την ωφελεί. Η ελάχιστη δυνατή θερμοκρασία καλλιέργειάς της είναι 0° C. Η φύτευση μπορεί να έχει νότιο ή δυτικό προσανατολισμό. Η

ωρίμανση των καρπών της πραγματοποιείται το πρώτο δεκαήμερο του Ιουνίου στην περιοχή της Αργολίδας.

1.5.2 Orange Red

Η Orange Red (συνώνυμη της Barth) κυκλοφόρησε στις ΗΠΑ με κωδικό Orangered[®] NJA32, αποτελεί το υβρίδιο της διασταύρωσης της Ιρανικής ποικιλίας ‘Lasgerdi Mashhad’ με την ‘NJA2’ (Goffreda et al. 1999). Θεωρείται πρώιμη (Lichou et al. 2003) ή μεσοπρώιμη (Egea et al. 2004) και αυτοασυμβίβαστη ποικιλία (Donoso et al. 2009). Το κύριο μειονέκτημά της είναι οι ακανόνιστες αποδόσεις, τα προβλήματα προσαρμογής της στο κλιματικό περιβάλλον και η ανάπτυξη των ανθέων, ιδιαίτερα όταν δεν καλύπτονται οι ανάγκες σε ψύχος παρατηρείται μεγάλο ποσοστό πτώσης ανθοφόρων οφθαλμών (πάνω από 70%) (Guerriero et al. 2002, Egea et al. 2004, Ruiz et al. 2008 a) καθώς έχει υψηλές απαιτήσεις (γύρω στις 1300 μονάδες ψύχους) (Ruiz et al. 2007). Χαρακτηρίζεται από πολύ καλής ποιότητας καρπούς τόσο για νωπή κατανάλωση όσο και βιομηχανική μεταποίηση, σχετικά μεγάλου μεγέθους, με σκούρο πορτοκαλί χρώμα, κυλινδρικού σχήματος, μέσης συνεκτικότητας με γλυκό πυρήνα (Lichou et al. 2003, Maghuly et al. 2005). Η ποικιλία αυτή έχει γίνει ευρέως αποδεκτή στην Ευρώπη και ιδιαίτερα στην Γαλλία. Ωστόσο η παραγωγή της χαρακτηρίζεται από αστάθεια στις κλιματικές συνθήκες της Μεσογείου. Κάτω από τις ίδιες συνθήκες καλλιέργειας ωριμάζει 4 με 7 ημέρες μετά την Tomcot. Η Orange Red εμβολιασμένη σε υποκείμενο δαμασκηνιάς ‘GF31’ Myrobolan άνθισε ελαφρώς αργότερα σε σχέση με την περίπτωση που το υποκείμενο ήταν βερικοκιά ‘Manicot’ στη Μούρθια της Ισπανίας (Egea et al. 2004). Ωστόσο οι διαφορές στην ημερομηνία ωρίμανσης ήταν μικρές. Από την άλλη μεριά η Orange Red που είχε εμβολιαστεί σε ‘GF31’ Myrobolan είχε μεγαλύτερο ποσοστό ανθέων με αποτέλεσμα υψηλότερες αποδόσεις και μικρότερο βάρος καρπών. Σε δοκιμασία ELISA για την ανίχνευση του ιού PPV σε δείγματα φύλλων η Orange Red παρουσίασε ανθεκτικότητα στην ίωση <<ευλογία της δαμασκηνιάς>> (Sharka) (Karayiannis et al. 1999, Karayiannis et al. 2008). Η Orange Red έχει διασταυρωθεί με την Μπεμπέκου για την ανάπτυξη ανθεκτικών, αυτοσυμβατών, υψηλής ποιότητας και παραγωγικών επιλογών με προσαρμοστικότητα στις τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες (Karayiannis 2006 a, b).

1.6 Παράγοντες που καθορίζουν την ποιότητα των καρπών

Οι καρποί των διαφόρων οπωροφόρων δένδρων αποτελούν σημαντικές πηγές βιταμινών, θρεπτικών στοιχείων, φυτικών ινών και αντιοξειδωτικών. Πτητικά και μη πτητικά συστατικά συνεισφέρουν στη γεύση και στο άρωμα των καρπών όπως αυτά γίνονται αντιληπτά από τον καταναλωτή (Kader 2008). Ο σχηματισμός των πτητικών ουσιών στους καρπούς βερικοκιάς αποτελεί μία δυναμική διαδικασία καθώς η σύνθεσή τους συνεχίζεται κατά την ωρίμανση (Aubert et al. 2007, Kader 2008, Aubert et al. 2010). Μάλιστα έχει βρεθεί πως τα επίπεδα των πτητικών ενώσεων στα βερικόκα αυξάνουν σημαντικά μετασυλλεκτικά σε σύγκριση με τις τροποποιήσεις που υφίστανται τα λοιπά φυσικοχημικά χαρακτηριστικά (Aubert et al. 2007, Aubert et al. 2010). Οι πτητικές ουσίες είναι σε μεγάλο βαθμό εστέρες, αλκοόλες, αλδεΐδες και

κετόνες (ενώσεις μικρού μοριακού βάρους). Η απώλεια των σακχάρων, οξέων, πτητικών συστατικών (ειδικότερα των εστέρων), τα προϊόντα ζυμωτικών αντιδράσεων (συσσώρευση ακεταλδεΐδης, αιθανόλης και οξικού αιθυλεστέρα) και η μεταφορά ανεπιθύμητων οσμών απόθειώδεις ενώσεις ή μύκητες προκαλούν την απώλεια των ποιοτικών χαρακτηριστικών (Kader 2008). Στα βερίκοκα έχουν βρεθεί περισσότερες από 200 πτητικές ενώσεις στις οποίες περιλαμβάνονται εστέρες, αλκοόλες και αλδεΐδες (Greger et al. 2007).

Στην ανάπτυξη των καρπών συμμετέχουν ένα περίπλοκο δίκτυο αλληλεπιδρώντων γονιδίων και διάφορα βιοχημικά μονοπάτια (Bouzayen et al. 2010). Η διαδικασία της ωρίμανσης συνοδεύεται από βιοχημικές και φυσιολογικές μεταβολές οι οποίες επηρεάζουν την εμφάνιση, την υφή, τη γεύση και το άρωμα των καρπών (Giovannoni et al. 2004). Η ωρίμανση των καρπών τόσο της Tomcot όσο και της Orange Red γίνεται από μέσα προς τα έξω (Τζουτζούκου προσωπική επικοινωνία).

Το βερίκοκο έχει πολύ μικρή διάρκεια ζωής μετασυλλεκτικά εξαιτίας του υψηλού ρυθμού αναπνοής και της ταχείας διαδικασίας ωρίμανσης. Τα βερίκοκα μπορούν να διατηρηθούν από μία έως τέσσερις εβδομάδες μετά τη συγκομιδή τους σε θερμοκρασία $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ έως $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ και σε σχετική υγρασία $90 \pm 5\%$ (Fan et al. 2000). Δεδομένου μάλιστα πως τα βερίκοκα δεν έχουν κάποια κηρώδη επιδερμίδα για τη ελάττωση των απωλειών υγρασίας θεωρούνται ιδιαίτερα επιρρεπή στην αφυδάτωση και στη ξήρανση (Manolopoulou et al. 1999). Κατά τη διάρκεια αποθήκευσης οι καρποί της βερικοκιάς αναπτύσσουν δύο είδη εσωτερικών διαταραχών: του καφετιάσματος της σάρκας (internal browning) και της εσωτερικής κατάρρευσης (internal breakdown) (Manolopoulou et al. 1999). Εμπορικοί λόγοι (διακίνηση, αποθήκευση, μεταφορά σε μεγάλες αποστάσεις μερικοί από αυτούς) αναγκάζουν να πραγματοποιείται η συλλογή τους στο στάδιο της εμπορικής ωριμότητας κατά το οποίο δεν προορίζονται για άμεση κατανάλωση (Infante et al. 2008) προκειμένου να διατηρηθούν μία με δύο εβδομάδες στους 0°C (González-Agüero et al. 2009).

Οι σαρκώδεις καρποί όταν συγκομίζονται από τα καρποφόρα δένδρα υφίστανται σημαντικές μετασυλλεκτικές μεταβολές σχετικές με την υφή, το χρώμα και τη γεύση (White 2002). Ο όρος shelf-life ή τα συνώνυμα storage life και storability ορίζονται ως οι χρονικοί περίοδοι όπου ο καρπός αναμένεται να διατηρήσει κάποια προκαθορισμένα επίπεδα ποιότητας κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες αποθήκευσης (Serrano et al. 2004 b). Για την επίτευξη του σκοπού της επέκτασης της διάρκειας αποθήκευσης των καρπών ένα μεγάλο μέρος της έρευνας έχει επικεντρωθεί στην εύρεση και εφαρμογή προσυλλεκτικά ή μετασυλλεκτικά αποτελεσματικών χημικών ουσιών φυσικής προέλευσης όπως το ασβέστιο (Serrano et al. 2004 b).

Η shelf life των καρπών και η ποιότητα της γεύσης τους πρέπει να αξιολογούνται σε συνάρτηση με άλλους παράγοντες όπως το στάδιο ωριμότητας κατά τη συγκομιδή, οι προσυλλεκτικοί και μετασυλλεκτικοί χειρισμοί που δέχονται οι καρποί, η θερμοκρασία αποθήκευσης και η διάρκειά της (Baldwin et al. 2007). Η συγκομιδή πιο ώριμων καρπών βερικοκιάς παρέχει περισσότερα αρωματικά συστατικά αλλά έχουν πολύ μικρή shelf life εάν δεν διατηρηθούν σε χαμηλή θερμοκρασία ή στους 18°C με $1\% \text{O}_2$ (Botondi et al. 2003).

1.6.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά

1.6.1.1 Σχήμα μέγεθος και συνεκτικότητα

Η επίτευξη συγκεκριμένου μεγέθους σε καρπό είναι ένας πιθανός δείκτης ωρίμανσης αλλά δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί από μόνος του διότι το μέγεθος των καρπών οποιασδήποτε ποικιλίας μπορεί να επηρεαστεί από το φορτίο, τις κλιματικές συνθήκες και τις καλλιεργητικές τεχνικές. Ενδείξεις ωριμότητας αποτελούν το σχήμα δηλαδή το μήκος και η διάμετρος (η απόσταση των παρειών) των καρπών καθώς και οι καλοσχηματισμένες παρειές και ραφή τους (Crisosto et al. 1994). Για να θεωρηθεί αξιόπιστο αυτό το κριτήριο του σχήματος ή του μεγέθους πρέπει να συνδυαστεί με κάποιο άλλο όπως το χρώμα του φλοιού (Crisosto et al. 1994). Η συνεκτικότητα αποτελεί ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό των καρπών και ασκεί μεγάλη επίδραση στην αποδοχή των διαφόρων ειδών από το καταναλωτικό κοινό. Διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν τη συνεκτικότητα μεταξύ των οποίων η σύσταση του κυτταρικού τοιχώματος (Sozzi 2004).

1.6.1.2 Χρώμα

Κατά την ωρίμανση των καρπών η μετατροπή του χρώματος στα βερίκοκα από πράσινο σε κόκκινο συνοδεύεται από τη σύνθεση ανθοκυανών και καροτενοειδών και την αποικοδόμηση της χλωροφύλλης (Bureau et al. 2009). Τα βερίκοκα παρουσιάζουν μία μεγάλη ποικιλία χρωμάτων που κυμαίνονται από λευκό (ποικιλία 'Monique') και πορτοκαλί (ποικιλία 'Goldrich') έως κατακόκκινα όπως το υβρίδιο 'A1710' (Bureau et al. 2009). Οι διαφορές μεταξύ των ποικιλιών στη σύνθεση καροτενοειδών και ανθοκυανών είναι αποτέλεσμα γονιδιακής έκφρασης (Marty et al. 2005), εδαφοκλιματικών συνθηκών (Dragovic-Uzelac et al. 2007, Bureau et al. 2009) και καλλιεργητικών τεχνικών (Leccese et al. 2010).

Τα βερίκοκα περιέχουν ως κύριο καροτενοειδές το β-καροτένιο (πάνω από 50%) που τους προσδίδει το πορτοκαλί χρώμα (Marty et al. 2005, Ruiz et al. 2005, Sass-Kiss et al. 2005, Ruiz et al. 2008). Άλλα καροτενοειδή που βρίσκονται σε μικρό ποσοστό είναι τα φυτοένιο, φυτοφλουένιο, γ-καροτένιο, λυκοπένιο, β-κρυπτοξανθίνη, λουτεΐνη (Ruiz et al. 2005, Ruiz et al. 2008 b) και α-καροτένιο (Leccese et al. 2010). Η ποικιλία Tomcot διακρίνεται για το υψηλό της περιεχόμενο σε καροτένια (Drogoudi et al. 2008).

Οι ανθοκυάνες είναι γλυκοζυλιωμένες ανθοκυανιδίνες (αποτελούνται από ανθοκυανιδίνες και σάκχαρο) που ανήκουν στην οικογένεια των φλαβονοειδών και προσδίδουν το κόκκινο, μπλε και μοβ χρώμα (Bureau et al. 2009) ενώ έχουν και αντιοξειδωτική δράση (Tarpiero et al. 2002, Bureau et al. 2009). Οι δύο κύριες ανθοκυανιδίνες που απαντώνται στα βερίκοκα είναι η κυανιδίνη-3-γλυκοσίδιο σε μεγαλύτερο ποσοστό, η κυανιδίνη-3-ρουτινοσίδη (Ruiz et al. 2005, Bureau et al. 2009) και η πεονιδίνη-3-ρουτινοσίδη (Bureau et al. 2009). Οι ουσίες αυτές σε κάποιες ποικιλίες βερικοκιάς συσσωρεύονται μόνο στο φλοιό ενώ σε άλλες τόσο στο φλοιό όσο και στη σάρκα (Bureau et al. 2009).

Οι εδαφοκλιματικοί παράγοντες (τα θρεπτικά στοιχεία, η θερμοκρασία και οι συνθήκες φωτισμού), οι καλλιεργητικές τεχνικές (το κλάδεμα, το αραίωμα, η λίπανση) και γενετικοί παράγοντες επηρεάζουν τα επίπεδα των ανθοκυανών. Επιπρόσθετα η τοποθεσία, το έτος και ο γονότυπος επηρεάζουν όχι μόνο το σύνολο των καροτενοειδών αλλά και την αναλογία των α και β καροτενίων (Ruiz et al. 2005, Bureau et al. 2009). Κάποια καροτενοειδή θεωρούνται πρόδρομες ουσίες της βιταμίνης Α και ως αντιοξειδωτικά αποτρέπουν εκφυλιστικές νόσους και μειώνουν το κίνδυνο καρκίνου (Giovannucci 1999, Marty et al. 2005). Η ποσότητα του β-καροτενίου αποτελεί αξιόπιστη ένδειξη της τιμής της βιταμίνης Α και συνεπώς οι μετρήσεις του χρώματος προσφέρουν μία ταχεία εκτίμηση της περιεκτικότητας σε καροτενοειδή (Ameny et al. 1997, Ruiz et al. 2005). Συνεπώς το χρώμα δεν αποτελεί μόνο κριτήριο προτίμησης από το καταναλωτή αλλά και κριτήριο διατροφικής αξίας λόγω της παρουσίας της βιταμίνης Α (Ruiz et al. 2005). Τα καροτενοειδή συντίθενται σε πλαστίδια όπως χλωροπλάστες ή χρωμοπλάστες (Pizarro et al. 2009). Ο ανθοκύανος στα *Rosaceae* συντίθενται κυρίως στις επιδερμικές στρώσεις του καρπού και βρίσκονται στο κενότοπιο (Lin-Wang et al. 2010).

Οι παράμετροι του χρώματος a^* , b^* , χροιά (h°) και χρώμα (C^*) συσχετίζονται με τα επιμέρους και τα ολικά καροτενοειδή τόσο στη σάρκα όσο και στο φλοιό. Ωστόσο για τη σάρκα η καλύτερη συσχέτιση παρατηρείται μεταξύ ολικών καροτενοειδών και τιμής a^* και για τον φλοιό μεταξύ ολικών καροτενοειδών και χροιάς. Κρίνεται πως η μείωση της χροιάς του χρώματος σχετίζεται άμεσα με το περιεχόμενο των καροτενοειδών και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κριτήριο ποιότητας για την επιλογή νέων ποικιλιών με υψηλότερα επίπεδα καροτενοειδών. Η μείωση της παραμέτρου L^* που αντικατοπτρίζει την μείωση της φωτεινότητας στα βερίκοκα συνοδεύεται από την συσσώρευση καροτενοειδών (Ruiz et al. 2005).

1.6.1.3 Οργανικά οξέα και σάκχαρα

Τα κυριότερα οργανικά οξέα στα βερίκοκα είναι δύο αλειφατικά οξέα (έχουν δομή ευθείας αλυσίδας) το μηλικό κατά πρώτο λόγο και το κιτρικό κατά δεύτερο (del Campo et al. 2006, Akin et al. 2008) σε μικρότερες ποσότητες υπάρχει το ασκορβικό (Akin et al. 2008). Άλλα οργανικά οξέα που έχουν ανιχνευθεί είναι το κινικό (Hasib et al. 2002, Chinnici et al. 2005), το γαλακτουρονικό, το ταρταρικό ενώ μικροποσότητες έχουν βρεθεί από ηλεκτρικό, φουμαρικό, οξαλικό (Hasib et al. 2002) και ισοκιτρικό (Voi et al. 1995). Η αναλογία μηλικού προς κιτρικού οξέος έχει αποδειχθεί χρήσιμος χημικός δείκτης διαχωρισμού των διαφόρων ποικιλιών βερίκοκας. Γενικά παρατηρείται μείωση των οργανικών οξέων κατά την αποθήκευση των καρπών (Vicente et al. 2009).

Τα σάκχαρα που περιέχονται σε βερίκοκα είναι σουκρόζη, γλυκόζη, φρουκτόζη, σορβιτόλη (Akin et al. 2008, Drogoudi et al. 2008), σακχαρόζη (Aubert et al. 2007) και ραφινόζη (Voi et al. 1995, Ledbetter et al. 2006). Άλλα σάκχαρα που έχουν βρεθεί σε βερίκοκα είναι η ξυλόζη, η μαννόζη και η μαλτόζη (Femenia et al. 1998).

Τα διαλυτά σάκχαρα και τα οργανικά οξέα συμβάλλουν έμμεσα στον μεταβολισμό των φαινολικών ενώσεων μεταβάλλοντας το pH και λειτουργώντας ως δομικές μονάδες φαινολικών ενώσεων (Perkins-Veazie et al. 2001, Kader 2008). Οι διαφορές σακχάρων και οργανικών οξέων σε καρπούς ποικιλιών μπορούν να

χρησιμοποιηθούν σε προγράμματα βελτίωσης ποιοτικών χαρακτηριστικών (Gurrleri et al. 2001).

1.6.1.4 Διαλυτά στερεά συστατικά

Τα ολικά διαλυτά στερεά περιλαμβάνουν σάκχαρα, οργανικά οξέα, διαλυτές πηκτίνες, ασκορβικό οξύ, ανθοκυάνες και άλλα φαινολικά συστατικά (Kader 2008). Αυτή είναι η αιτία που πολλές φορές υπάρχει χαμηλή συσχέτιση Δ.Σ.Σ. και γλυκύτητας (Kader 2008). Η αποδοχή από τον καταναλωτή συνδέεται με υψηλή συγκέντρωση διαλυτών στερεών συστατικών (Crisosto et al. 1999, Crisosto et al. 2005). Ως ελάχιστη τιμή διαλυτών στερεών συστατικών στα βερίκοκα θεωρείται το 10% (Kader et al. 2002), ωστόσο τα επίπεδα που προσφέρουν τη μεγαλύτερη αποδοχή από τον καταναλωτή σχετίζονται με την οξύτητα και τη περίοδο ωρίμανσης της κάθε ποικιλίας (Crisosto et al. 2005). Έχει βρεθεί καλή συσχέτιση μεταξύ των σακχάρων και του δείκτη διάθλασης. Συνεπώς η αύξηση της περιεκτικότητας των διαλυτών στερεών υποδηλώνει αύξηση της σύστασης των αναγόντων σακχάρων και της σουκρόζης σε καρπούς βερίκοκιάς. Από πρακτικής άποψης ο δείκτης διάθλασης μπορεί να βοηθήσει στην επιλογή γονοτύπων βάση φαινοτυπικών τιμών με υψηλό ποσοστό επιτυχίας (Gurrleri et al. 2001). Μάλιστα έχει βρεθεί πως είναι δυνατός ο συνδυασμός των χαρακτηριστικών διαλυτών στερεών και καλού μεγέθους στη βελτίωση ποικιλιών πυρηνοκάρπων (Byrne 2005).

1.6.1.5 Ογκομετρούμενη οξύτητα και pH

Η ογκομετρούμενη οξύτητα χρησιμοποιείται ως μία κατ' εκτίμηση έκφραση της ολικής οξύτητας καθώς υπολογίζονται τα ελεύθερα πρωτόνια. Το pH αποτελεί έκφραση τόσο των ελεύθερων πρωτονίων όσο και των συζυγή βάσεων.

Η ογκομετρούμενη οξύτητα στους καρπούς των οπωροφόρων δένδρα καθορίζεται από διάφορους παράγοντες όπως την ποικιλία, τις περιβαλλοντικές συνθήκες, τον προσανατολισμό, το φορτίο, το στάδιο ωριμότητας (Crisosto et al. 2003 b) και το υποκείμενο (DeJong et al. 2002). Στα πυρηνόκαρπα μειώνεται η οξύτητα κατά την διάρκεια της ωριμότητας και της ωρίμανσης. Αυτό το χαρακτηριστικό προσδιορισμού ωριμότητας επηρεάζεται από την ποικιλία και την εποχιακή διακύμανση (Crisosto 1994). Το pH επηρεάζει την έκφραση των ανθοκυανών και κατά συνέπεια το χρώμα των καρπών (Holcroft et al. 1999).

1.6.1.6 Αναλογία διαλυτών στερεών συστατικών προς οξύτητα

Η αναλογία των διαλυτών στερεών συστατικών προς την οξύτητα αποτελεί έναν ευρέως χρησιμοποιούμενο δείκτη ποιότητας σε πολλά είδη καρπών και θεωρείται καλύτερος δείκτης ωρίμανσης από το εάν ληφθούν υπόψη μόνο η οξύτητα ή τα ολικά διαλυτά στερεά (Nielsen 2010). Υψηλός λόγος αποτελεί ένδειξη υψηλότερης και περισσότερο αποδεκτής ποιότητας καρπών (Ledbetter et al. 2006). Κατά την ωρίμανση τα οξέα μειώνονται ενώ τα σάκχαρα αυξάνουν (Nielsen 2010).

Συνεπώς καρποί με υψηλά στερεά διαλυτά συστατικά (>10%) και μέτρια οξύτητα (0,7 έως 1%) θεωρούνται ιδιαίτερα επιθυμητοί από τους καταναλωτές (Crisosto et al. 1999). Η μέτρια οξύτητα στα βερίκοκα είναι επιθυμητή από τους καταναλωτές (Crisosto et al. 1999) με μέγιστη τιμή 0,8% (Kader et al. 2002). Ωστόσο και αυτός ο δείκτης επηρεάζεται από τις κλιματολογικές συνθήκες, την ποικιλία και τις καλλιεργητικές τεχνικές (Nielsen 2010).

1.6.2 Φαινολικές ουσίες

1.6.2.1 Φαινόλες

Οι φυσικές φαινόλες βιοσυνθέτονται μέσω του μονοπατιού του σικιμικού οξέος. Το γαλλικό οξύ και κάποια πολυμερή του (βενζοϊκά οξέα) σχηματίζονται άμεσα από το σικιμικό οξύ. Ως ενδιάμεσο προϊόν του μονοπατιού συντίθεται η φαινυλαλανίνη, πρόδρομη ένωση φαινυλοπροπανοειδών και των περαιτέρω φαινολικών ενώσεων, η οποία με τη βοήθεια του ενζύμου φαινύλ-αλανίνη αμμωνία λυάση (PAL) σχηματίζει το κινναμικό οξύ (Treutter 2010).

Πολυφαινόλες

Οι πολυφαινόλες συνεισφέρουν στο μεγαλύτερο ποσοστό αντιοξειδωτικών στη διατροφή του ανθρώπου (Han et al. 2010). Η ομάδα των ενώσεων αυτών είναι δευτερογενείς μεταβολίτες των φυτών με περισσότερους από 8000 διακριτούς δομικούς τύπους αποτελούμενοι από έναν ή περισσότερους αρωματικούς δακτυλίους με μία ή περισσότερες ομάδες υδροξυλίων (Han et al. 2010, Dai et al. 2010). Οι πολυφαινόλες υποδιαιρούνται στις παρακάτω ομάδες βάση του αριθμού των δακτυλίων και των ατόμων άνθρακα που τις συνθέτουν: στα φαινολικά οξέα (τα οποία με τη σειρά τους διακρίνονται σε αυτά που προέρχονται από τα υδροξυβενζοϊκά οξέα όπως το γαλλικό οξύ και σε αυτά που προέρχονται από τα υδροξυκινναμονικά οξέα και περιλαμβάνουν το καφεϊκό, το φερουλικό και το κουμαρικό οξύ), στη μεγάλη υποομάδα φλαβονοειδών, στα στιλβένια, στις λιγνίνες και στις ταννίνες (πολυμερή λιγνίνης) (Butterfield et al. 2002, Han et al. 2010).

Οι πολυφαινόλες παρουσιάζουν ισχυρές αντιοξειδωτικές δράσεις σε *in vitro* κυτταρικά μοντέλα ενάντια στις ενεργές μορφές οξυγόνου, παρέχουν προστασία από καρδιαγγειακά και ηπατικά νοσήματα και έχουν αντικαρκινικές, αντιμικροβιακές, αντιαλλεργικές και αντιφλεγμονώδεις δράσεις (Martin et al. 2010). Οι φαινολικές ουσίες συμμετέχουν στον αμυντικό μηχανισμό του φυτού, στη δομή του κυτταρικού τοιχώματος, στη γεύση και στο χρώμα των καρπών (Boudet 2007, Treutter 2010). Τη συγκέντρωση των πολυφαινολών στα φυτικά είδη καθορίζουν πολλοί παράγοντες όπως από η ποικιλία, το υποκείμενο (Scalzo et al. 2005), το καλλιεργητικό σύστημα (συμβατικό ή βιολογικό), οι κλιματικές συνθήκες και άλλοι μετασυστασιακοί παράγοντες (Amarowicz et al. 2009).

1.6.2.2 Φλαβονοειδή

Τα φλαβονοειδή είναι φαινυλπροπανοϊδικά παράγωγα (C_6-C_3) αποτελούνται από δύο βενζοϊκούς δακτυλίους οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με δακτύλιο πυρενίου που περιέχει οξυγόνο (Martin et al. 2010). Τα φλαβονοειδή καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος των πολυφαινολών στη διατροφή και διακρίνονται στις ανθοκυάνες που είναι γλυκοζυλιωμένα παράγωγα ανθοκυανιδινών και στις ανθοξανθίνες που είναι ομάδα άχρωμων ενώσεων και διακρίνονται σε φλαβονόλες, φλαβόνες, ισοφλαβόνες, φλαβανόνες, φλαβανόλες και στους γλυκοζίτες τους (Engler et al. 2006, Han et al. 2010). Τα φλαβονοειδή απαντώνται στα φυτά συνήθως με τη μορφή γλυκοζιτών (ενώσεις που προκύπτουν από την ένωση αναγόντων απλών σακχάρων με άλλα διαφορετικής φύσεως σώματα) (Erlund 2004, Martin et al. 2010). Τα φαινολικά φλαβονοειδή βρίσκονται στο χυμοτόπιο των κυττάρων σε πολύ χαμηλό pH περιβάλλοντος και καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος του κυτταρικού όγκου (όπως και το μεγαλύτερο μέρος της βιταμίνης C σε καρπούς υψηλού ασκορβικού περιεχομένου) (Kalt et al. 1999).

Τα φλαβονοειδή αποτελούν μία μεγάλη ομάδα των φαινολικών συστατικών των φυτών. Αν και έχουν ταυτοποιηθεί περισσότερες από 6000 ενώσεις (Harborne et al. 2000) ένα πολύ μικρό ποσοστό αυτών των ουσιών είναι σημαντικό από διατροφικής αξίας (Engler et al. 2006). Τα φλαβονοειδή είναι ισχυρά αντιοξειδωτικά *in vitro* και ως εκ τούτου από τις πιο σημαντικές ενώσεις ενάντια στις καρδιαγγειακές παθήσεις. Τα φλαβονοειδή χωρίζονται σε διάφορες υποομάδες βάση βιολογικών και χημικών ιδιοτήτων (Erlund 2004). Τα φλαβονοειδή προστατεύουν τα φυτά από διάφορους βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες, επηρεάζουν τη μεταφορά αυξινών σε αυτά και τη γονιμότητά τους (Schwinn et al. 2004). Η παρουσία τους στην διατροφή του ανθρώπου συμβάλλει στην πρόληψη διαφόρων καρδιακών παθήσεων και καρκίνου (Dilis et al 2007). Οι βιολογικοί ρόλοι των φλαβονοειδών αποδίδονται στην κυτταροτοξικότητα και στις αντιοξειδωτικές τους ιδιότητες. Η οξείδωση των φλαβονοειδών συνεισφέρει στις χημικές και βιολογικές τους ιδιότητες και μπορεί να οδηγήσει στον σχηματισμό καφέ χρωστικών ουσιών σε διάφορους φυτικούς ιστούς. Η οξείδωση των φλαβονοειδών στα φυτά καταλύεται κυρίως από τις πολυφαινολικές οξειδάσες (οξειδάσες της κατεχόλης και λακκάσες) και τις υπεροξειδάσες. Αυτές οι αντιδράσεις προκαλούνται κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του σπόρου και των φυτών από περιβαλλοντικές πιέσεις όπως τις επιθέσεις παθογόνων. Ο περίπλοκος τρόπος δράσης τους ρυθμίζεται σε διάφορα στάδια που περιλαμβάνουν μηχανισμούς μεταγραφής και υστερο-μετάφρασης γονιδίων σε συνδυασμό με μεταβολές ενζύμων και υποστρωμάτων (Pourcel et al. 2007).

Εκτός από την άμεση και την έμμεση αναστολή των οξειδασών, οι αντιοξειδωτικές ικανότητες των φλαβονοειδών οφείλονται στην ικανότητά τους να δεσμεύουν τις ελεύθερες ρίζες, να αντιδρούν με μη δραστικές μορφές οξυγόνου και να σχηματίζουν σύμπλοκα σιδήρου (De Groot et al. 1997).

Οι κυριότερες μορφές φλαβονοειδών που έχουν ανιχνευτεί σε βερίκοκα είναι ορισμένοι τύποι κουερσετίνης (Miguel et al. 2008). Η ενζυματική οξείδωση των πολυφαινολών και ιδιαίτερα των φλαβονοειδών πραγματοποιείται όταν επηρεάζεται η ακεραιότητα των κυττάρων με αποτέλεσμα το καφέτιασμα των φυτικών προϊόντων και την απώλεια ποιότητας (Pourcel et al. 2007).

1.6.2.3 Όρθο-διφαινόλες

Οι ορθοδιφαινόλες θεωρούνται ιδιαίτερα ευοξειδωτές ενώσεις καθώς πολυφαινολοξειδάσες και υπεροξειδάσες καταλύουν την οξείδωση των όρθο-διφαινολών στις αντίστοιχες όρθο-κινόνες: ημικινόνες και κινόνες (κινόνες: ενώσεις οι οποίες προέρχονται από δύο αρωματικούς υδρογονάνθρακες με αντικατάσταση δύο υδρογόνων από δύο οξυγόνα). Οι ημικινόνες και οι κινόνες αποτελούν υψηλής ενεργότητας μόρια τα οποία αντιδρούν μη ενζυμικά με φαινόλες, αμινοξέα ή πρωτεΐνες προκαλώντας το καφέτιασμα στα προϊόντα (Pourcel et al. 2007).

Μία μεγάλη ποικιλία όρθο-διφαινολών (o-diphenols) λειτουργούν ως υποστρώματα της πρωτεολυτικής αναστολής (Sullivan et al. 2006). Το σκοτεινό χρώμα στα νεκταρίνια και η οξειδωμένη γεύση που αποτελούν αρνητικά χαρακτηριστικά αποδοχής από τον καταναλωτή διότι συνδέονται με την ενεργότητα της πολυφαινολοξειδάσης (PPO), τη μείωση των φαινολικών ουσιών και τη λύση των κυττάρων. Το χλωρογενικό και το νεοχλωρογενικό οξύ αποτελούν τις δύο κύριες ενώσεις όρθο-διφαινολών και ανήκουν στη τάξη του υδροξυκινναμικού οξέος (Blanda et al. 2008). Το καφέτιασμα του φλοιού στα ροδάκινα σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με την αφθονία όρθο-διφαινολών και χλωρογενικού οξέος ενώ αντίθετα η καφέ επιφάνειά τους περιορίζεται όταν οι αντίστοιχες ποσότητες είναι αμελητέες (Chengl et al. 1995). Αντίστοιχη θετική συσχέτιση έχει παρατηρηθεί μεταξύ συγκέντρωσης όρθο-διφαινολών και μαυρίσματος της σάρκας καρπών σε διάφορα είδη πυρηνοκάρπων και γιγαρτόκαρπων (Chengl et al. 1995).

1.6.2.4 Φλαβανόλες

Οι φλαβαν-3-όλες (Flavan-3-ols) (καλούνται φλαβανόλες και κατεχίνες) ανήκουν στην κατηγορία των φλαβονοειδών (Dilis et al. 2007) με χαρακτηριστική δομή τη 2-φαινυλο-3,4-δίδυδρο-2H-χρώμεν-3-όλη (2-phenyl-3,4-dihydro-2H-chromen-3-ol) ή C₆-C₃-C₆ με μία υδροξυλιομάδα στον 3^ο C του δακτυλίου (de Pascual-Teresa et al. 2010). Οι φλαβανόλες παρουσιάζουν ευεργετικά αποτελέσματα στην καρδιαγγειακή λειτουργία (Engler et al. 2006) και αποτελούν ισχυρά αντιοξειδωτικά δεσμεύοντας τις ελεύθερες ρίζες *in vivo* και *in vitro* (Hackman et al. 2008, de Pascual-Teresa et al. 2010). Οι φλαβανόλες αποτελούν πρόδρομες ουσίες προανθοκυανιδών (συμπυκνωμένων ταννινών) (Ferreira et al. 1999, Slade et al. 2005, de Pascual-Teresa et al. 2010). Οι φλαβανόλες βρίσκονται στη φύση συνήθως σε αγλύκονη μορφή ως μονομερή. Οι μορφές των φλαβανολών που συναντώνται σε φρέσκα βερίκοκα είναι αυτές των μονομερών της κατεχίνης ή της επικατεχίνης ή εστεροποιημένες με γαλλικό οξύ σχηματίζοντας επιγαλλοκατεχίνη (EGC), γαλλική επικατεχίνη (ECG), κατεχίνη γαλλικού εστέρα (EGCG) (USDA Database 2007, Hackman et al. 2008, de Pascual-Teresa et al. 2010). Αντίθετα σε φυτικής προέλευσης προϊόντα συναντώνται ως ολιγομερή (προκυανιδίνες) (2 έως 5 δομικών μονάδων) ή πολυμερή (6 και άνω δομικών μονάδων). Τα στερεοχημικά χαρακτηριστικά και ο βαθμός ολιγομερισμού όπως και η υδροξυλίωση του φλαβανικού δακτυλίου είναι αυτοί που προσδίδουν τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες (Lotito et al. 2000, Sekher Pannala et al. 2001, Hackman et al. 2008).

Φλαβανόλες έχουν μετρηθεί τόσο σε βερίκοκα όσο και σε άλλα είδη του γένους *Prunus* (ροδάκινα, δαμάσκηνα, κεράσια) (Hollman 2000, de Pascual-Teresa et al. 2000, Madrau et al. 2009). Η περιεκτικότητα των τροφών σε φλαβαν-3-όλες μπορεί να επηρεαστεί από πολλούς παράγοντες όπως την επεξεργασία τους, τις συνθήκες αποθήκευσης και τις περιβαλλοντικές συνθήκες (Slade et al 2005, Hackman et al. 2008, de Pascual-Teresa 2010) καθώς όπως είναι γνωστό πως κατά την αποθήκευση και την επεξεργασία των τροφίμων συμβαίνει διάσπαση, αποδόμηση και αποπολυμερισμός ολιγομερών και πολυμερών (Aron et al. 2008).

1.6.3 Αντιοξειδωτική δράση

1.6.3.1 Ενεργές μορφές οξυγόνου

Η μεγαλύτερη απειλή της οξείδωσης των βιομορίων προέρχεται από τις ενεργές μορφές οξυγόνου (ROS). Ο όρος αυτός καλύπτει τόσο τις ελεύθερες ρίζες δηλαδή μόρια ή ιόντα που στις εξωτερικές τους τροχιές φέρουν ένα ή περισσότερα ασύζευκτα ηλεκτρόνια όσο και τα οξειδωτικά που δεν έχουν ελεύθερα ηλεκτρόνια (Monaghan et al. 2009). Μεταξύ των πλέον ισχυρών και σημαντικών ελεύθερων ριζών σε βιολογικά πλαίσια περιλαμβάνονται το άτομο του υδρογόνου (H^{\bullet}), οι υπεροξυλικές ρίζες (RO_2^{\bullet}), οι αλκοξυλικές ρίζες (RO^{\bullet}), ηθειλική ρίζα (RS^{\bullet}) (Ferreri et al. 2005), τα ανιόντα υπεροξειδίου ($O_2^{\bullet-}$), οι ρίζες υδροξυλίου (OH^{\bullet}) και το μονοξειδίο του αζώτου (NO^{\bullet}) (Finkel et al. 2000). Οι ελεύθερες ρίζες είναι εξαιρετικά ασταθείς και αντιδρούν πολύ γρήγορα σε μsec ή nsec (Surai 2002) με οργανικά υποστρώματα όπως λιπίδια, πρωτεΐνες και DNA διαταράσσοντας την κανονική λειτουργία τους (Somogyi et al. 2007). Ενώσεις που ανήκουν στις ROS όπως το υπεροξειδίου του υδρογόνου (H_2O_2), το υποχλωριώδες οξύ ($HClO$) και το οξυγόνο απλής διεγερμένης κατάστασης (O_2^{\bullet}) έχουν σχετικά μεγαλύτερη διάρκεια ζωής (όπως το H_2O_2) και δύνανται να προκαλέσουν οξειδωτική βλάβη σε βιομόρια (Surai et al. 2002). Λιγότερο βλαβερές θεωρούνται οι ενεργές μορφές αζώτου (RNS) (Monaghan et al. 2009).

Η ζωή υπό αερόβιες συνθήκες είναι απόλυτα συνδεδεμένη με την παραγωγή ROS. Οι ROS παράγονται ως υποπροϊόντα των βασικών ενεργειακών διεργασιών της φωτοσύνθεσης και της αναπνοής. Υπεύθυνοι για την παραγωγή των ROS είναι μία μεγάλη ομάδα οξειδασών μαζί με τους χλωροπλάστες, τα υπεροξεισώματα και τα μιτοχόνδρια (Van Breusegem et al. 2006). Η αυξημένη παραγωγή ROS από το φυτό και η προκαλούμενη ανισορροπία με τα αντιοξειδωτικά (τα κύτταρα σε υγιή κατάσταση έχουν ισορροπία) προκαλεί την οξειδωτική καταπόνηση του οργανισμού (Monaghan et al. 2009). Τα φυτά είναι εφοδιασμένα με μηχανισμούς για την αντιμετώπιση των αυξημένων επιπέδων ROS σε συνθήκες αβιοτικής καταπόνησης. Ανάλογα με τη φύση τους κάποιες μορφές ROS είναι ιδιαίτερα τοξικές και αντιδρούν με ενζυμικούς και μη ενζυμικούς μηχανισμούς (Apel et al. 2004). Στο φυτικό κύτταρο οι ROS μπορεί να προκαλέσουν ενίσχυση των κυτταρικών τοιχωμάτων του ξενιστή μέσω της σύνδεσής τους με γλυκοπρωτεΐνες, υπεροξείδωση των λιπιδίων και καταστροφή των μεμβρανών (Montillet et al. 2005).

Όσο πιο κάτω από άλλες συνθήκες τα φυτά εμφανίζονται να παράγουν σκοπίμως ταχύτατα μοριακά σήματα ROS μεσολαβώντας στην επαγωγή ομάδας γονιδίων που συνδέονται με την άμυνα του φυτού (Torres et al. 2006), την αντίδραση υπερευαισθησίας (δηλαδή την αυξημένη παραγωγή ROS στη περίπτωση προσβολής

και τη δημιουργία νεκρωτικής περιοχής), την ενεργοποίηση της διαδικασίας του προγραμματισμένου κυτταρικού θανάτου και στη λειτουργία των στομάτων (Apel et al. 2004). Ένζυμο κλειδί στη παραγωγή ROS αποτελεί η οξειδάση του NADPH (Sagi et al. 2006). Οι ρυθμιστικές λειτουργίες των ROS εμφανίζονται σε συνδυασμό με άλλα μοριακά σήματα του φυτού όπως το σαλικυλικό οξύ (SA) και το μονοξειδίο του αζώτου (Torres et al. 2006).

1.6.3.2 Αντιοξειδωτικοί μηχανισμοί

Η παραγωγή των ROS αντισταθμίζεται κατά μεγάλο ποσοστό από ένα πολύπλοκο αμυντικό σύστημα αποτελούμενο από δύο αμυντικούς μηχανισμούς τον ενζυμικό και τον μη ενζυμικό, οι οποίοι μπορούν να δράσουν και συνεργιστικά.

Ο ενζυμικός αμυντικός μηχανισμός των φυτών περιλαμβάνει ένζυμα που δεσμεύουν τα οξειδωτικά κυριότερα των οποίων είναι: η υπεροξειδική δεσμουτάση (SOD), η ασκορβική υπεροξειδάση (APX) και η καταλάση (CAT). Αντιοξειδωτικά όπως το ασκορβικό οξύ και η γλουταθειόνη τα οποία βρίσκονται σε σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις στους χλωροπλάστες και στα λοιπά κυτταρικά μέρη έχουν ιδιαίτερη σημασία στον αμυντικό μηχανισμό των φυτών. Σημαντικά ένζυμα στη διατήρηση των λόγων της ανηγμένης προς την οξειδωμένη μορφή ασκορβικού οξέος και γλουταθειόνης σε υψηλά επίπεδα προκειμένου να επιτευχθεί η επιτυχής αντιμετώπιση των ROS, είναι η αναγωγή της γλουταθειόνης (GR), η μονοαφυδροασκορβική αναγωγή (MDAR) και η αφυδροασκορβική αναγωγή (DHAR) χρησιμοποιώντας την αναγωγική ισχύ του NADPH (Mittler 2005).

Ο μη ενζυμικός αντιοξειδωτικός μηχανισμός των φυτών περιλαμβάνει το β-καροτένιο (Penuelas 2005), τη γλουταθειόνη, το ασκορβικό οξύ, την α-τοκοφερόλη και τα φαινολικά αντιοξειδωτικά (Blokina et al. 2003).

1.6.3.3 Εκτίμηση αντιοξειδωτικής ικανότητας

Μέθοδος FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power): Ικανότητα αναγωγής του σιδηρο-κατιόντος

Οι ενεργές μορφές οξυγόνου μεταφέρονται ή αδρανοποιούνται *in vivo* από μία ομάδα αντιοξειδωτικών (Halliwell et al. 1995). Μεμονωμένα μέλη του αμυντικού μηχανισμού αναπτύσσονται για να αποτρέψουν την δημιουργία των επιβλαβών ριζών, να καταστρέψουν τα δυνητικά οξειδωτικά και να δεσμεύσουν τις επιβλαβείς ρίζες οξυγόνου (ROS). Με τον τρόπο αυτό ελαχιστοποιείται το οξειδωτικό στρες που προκαλείται στον ιστό (Benzie et al. 1996).

Ως βιολογικό αντιοξειδωτικό ορίζεται κάθε ουσία, που όταν βρίσκεται σε πολύ μικρή συγκέντρωση σε σύγκριση με υπόστρωμα που μπορεί να οξειδωθεί, καθυστερεί ή παρεμποδίζει την οξείδωσή του υποστρώματος (Halliwell et al. 1995). Ωστόσο ακόμα και αν το αντιοξειδωτικό δεν αποτρέπει την δημιουργία νέων δραστικών μορφών οξυγόνου (ROS), πραγματοποιείται μία οξειδοαναγωγική αντίδραση. Η διαφορά στη δεύτερη περίπτωση είναι πως η οξειδωτική μορφή αντιδρά με το αντιοξειδωτικό αντί με το υπόστρωμα δηλαδή το αντιοξειδωτικό ανάγει το οξειδωτικό μέσο. Πιο απλά, τα μη ενζυμικά αντιοξειδωτικά όπως το

ασκορβικό οξύ μπορεί να χαρακτηριστούν ως αναγωγικά μέσα και αδρανοποιητές οξειδωτικών παραγόντων σε βάρος της οξείδωσης κάποιου άλλου. Πάνω σε αυτό το πλαίσιο η αντιοξειδωτική δύναμη μπορεί να αναφέρεται ως αναγωγική ικανότητα (Benzie et al. 1996).

Μέθοδος DPPH: Ικανότητα δέσμευσης της ρίζας 2,2-διφαινυλο-1-πικρυλ-υδραζυλίου

Η οξείδωση των λιπιδίων στα τρόφιμα είναι υπεύθυνη για τον σχηματισμό χημικών ενώσεων υπεύθυνων για την γεύση αλλά και άλλων επικίνδυνων για την υγεία. Στην βιομηχανία τροφίμων χρησιμοποιούνται αντιοξειδωτικά για την καθυστέρηση της διαδικασίας οξείδωσης. Η αυτοοξείδωση είναι μία αργή διαδικασία των ριζών στην οποία διενεργούνται τα βήματα της επαγωγής, της διάδοσης και του τερματισμού. Κατά τη διάρκεια της περιόδου επαγωγής σχηματίζονται ρίζες αλκυλίων οι οποίες αντιδρούν με μόρια οξυγόνου για να σχηματίσουν διυδροϋπεροξειδία και ρίζες υπεροξειδίων κατά την διάρκεια της φάσης διάδοσης. Ο τερματισμός πραγματοποιείται μέσω της ένωσης δύο ριζών και τον σχηματισμό ενός σταθερού συμπλόκου (Brand-Williams et al. 1995).

Η αλληλεπίδραση ενός αντιοξειδωτικού με την DPPH[•] εξαρτάται από την δομική κατασκευή του μορίου. Ορισμένες ενώσεις αντιδρούν πολύ γρήγορα με την DPPH[•] μειώνοντας τον αριθμό των μορίων DPPH[•] που αντιστοιχούν στον αριθμό των διαθέσιμων υδροξυλιομάδων. Ωστόσο στην πλειονότητα των μορίων που έχουν δοκιμαστεί ο μηχανισμός είναι πιο πολύπλοκος, Για την καλύτερη κατανόηση των μηχανισμών που αφορούν την DPPH[•] πρέπει να διαχωριστούν και να ταυτοποιηθούν τα ενδιάμεσα και τελικά προϊόντα της αντίδρασης με χρωματογραφία (Brand-Williams et al. 1995).

Η ικανότητα δέσμευσης της ρίζας από την ουσία που μελετάται εκφράζεται ως ποσοστό αναστολής. Πρέπει να σημειωθεί πως τα οργανικά οξέα παρουσιάζουν κάποια δράση τόσο στη μείωση των ενεργών μορφών οξυγόνου (van den Berg et al. 2003) όσο και στην ενίσχυση της βιοδιαθεσιμότητας των πολυφαινόλων (Yamashita et al. 2002). Επιπλέον έχει βρεθεί πως γενικά τα οργανικά οξέα ενισχύουν την ικανότητα δέσμευσης της ρίζας DPPH[•] από το ασκορβικό οξύ ωστόσο το κιτρικό και το μηλικό οξύ που περιέχονται στα βερίκοκα επιβραδύνουν την αντίδραση από το πρώτο λεπτό (Scalzo 2008).

1.7 Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των καρπών

Πλήθος γενετικών (επιλογή εμβολίου και υποκειμένου), προσυλλεκτικών και μετασυλλεκτικών παραγόντων επηρεάζουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών (Kader 2002, Kader 2008). Ιδιαίτερο ρόλο διαδραματίζουν οι εφαρμοζόμενες καλλιεργητικές τεχνικές (πυκνότητα φύτευσης, κλάδεμα, αραίωμα, άρδευση, λίπανση, ζιζανιοκτονία και φυτοπροστασία) οι οποίες αν και επιτυγχάνουν αύξηση της παραγωγής, συχνά έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση της γευστικής αξίας (Kader 2008). Ο χρόνος (μερικώς ώριμοι) και ο τρόπος συλλογής των καρπών (με τα χέρια για τα βερίκοκα ή μηχανικά για άλλους καρπούς) επηρεάζουν τη γεύση των καρπών (Kader 2002). Οι εδαφοκλιματικές συνθήκες (θερμοκρασία, φωτισμός, βροχοπτώσεις, άνεμοι) καθορίζουν την περίοδο ανάπτυξης και ωρίμανσης των καρπών αλλά και

διαμορφώνουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους (εμφάνιση, υφή, γεύση, άρωμα) (Kader 2002, Kader 2008).

Τα βερίκοκα είναι κλιμακτηριακοί καρποί και ως εκ τούτου υφίστανται ταχεία απώλεια στη ποιότητά τους από αισθητικής και θρεπτικής πλευράς αμέσως μετά τη συγκομιδή τους εξαιτίας της πολύ έντονης παραγωγής αιθυλενίου στο σύντομο κλιμακτηριακό στάδιο (Egea et al. 2007). Μετασυλλεκτικά είναι πολύ σημαντικό να καθοριστούν οι κατάλληλοι μετασυλλεκτικοί χειρισμοί (διάρκεια αποθήκευσης και shelf life, θερμοκρασία, σχετική υγρασία, σύσταση ατμόσφαιρας, υλικά συσκευασίας) για την διατήρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών (Kader 2008). Τα βερίκοκα συγκομίζονται σε προκλιμακτηριακό στάδιο προκειμένου να εξασφαλιστεί η ανθεκτικότητά τους σε καταπονήσεις που υφίστανται κατά τους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς (Defilippi et al. 2009), καθώς είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα σε μωλωπισμούς και υδατικές απώλειες (Manolopoulou et al. 1999). Οι ώριμοι καρποί είναι μαλακοί στην αφή τους και ευαίσθητοι στην φθορά που τους προκαλούν μικροοργανισμοί (Palou et al. 2003). Για τον περιορισμό των αρνητικών συνεπειών μετασυλλεκτικά σε πυρηνόκαρπα εφαρμόζονται διαφυλλικοί ψεκασμοί με ασβέστιο, μαγνήσιο και τιτάνιο (Alcaraz-Lopez et al. 2004 a, b, Serrano et al. 2004 a).

Κατά τους προσυλλεκτικούς χειρισμούς με θρεπτικά στοιχεία, αυτά εισέρχονται στα φυτικά κύτταρα αφού διαπεράσουν την εφυμενίδα μεταφέρονται στα υπόλοιπα μέρη μέσω των πλασμοδεσμών. Η ηλικία του φύλλου και το pH του ψεκαστικού διαλύματος αποτελούν σημαντικούς παράγοντες απορρόφησης του ψεκαστικού υγρού (Kannan 2010). Η διείσδυση του διαφυλλικού λιπάσματος εντός της φυλλικής επιφάνειας μπορεί να επιτευχθεί μέσω της επιδερμίδας, ορισμένων δομών της εφυμενίδας όπως των στομάτων, των φακιδίων, των καταφρακτικών κυττάρων, των τριχιδίων ή άλλων εξειδικευμένων επιδερμικών κυττάρων (Blanco et al. 2010). Τα στόματα των φύλλων συνεισφέρουν σημαντικά στην ικανότητα πρόσληψης των θρεπτικών στοιχείων (Eichert et al. 2008). Οι πόροι της επιδερμίδας είναι διαπερατοί στα ιόντα των θρεπτικών στοιχείων που βρίσκονται σε υδατική μορφή και διευκολύνουν την είσοδο των θρεπτικών στοιχείων στα φυτικά κύτταρα ενώ τα τριχίδια αυξάνουν την επιφάνεια απορρόφησης του ψεκαστικού υγρού. Επιπλέον οι δύο τύποι λιπόφιλων ουσιών της εφυμενίδας η κουτίνη (υμενίνη) και ο επιδερμικός κηρός επηρεάζουν τη διαπερατότητα των ιόντων των θρεπτικών στοιχείων σε διαφορετικό βαθμό. Στοιχεία που παρουσιάζουν χαμηλή κινητικότητα όπως το ασβέστιο πρέπει να πραγματοποιείται άμεση εφαρμογή τους στους καρπούς κατά τη διενέργεια διαφυλλικών ψεκασμών (Kannan 2010).

1.8 Ρόλος Ασβεστίου

Η πρόσληψη ασβεστίου (Ca) είναι απαραίτητη για τον σχηματισμό των οστών, των δοντιών και τη πρόληψη της οστεοπόρωσης (Straub 2007), για τη διαμεσολάβησή του μέσω του συστήματος φωσφοϊνοσιτόλης στην επίδραση των ορμονών σε όργανα στόχους καθώς και για τη σύνδεση της υπέρτασης σε περιπτώσεις έλλειψής του από τον ανθρώπινο οργανισμό (Mc Carron et al. 2001).

Το ασβέστιο διαδραματίζει σημαντικό δομικό και φυσιολογικό ρόλο στον μεταβολισμό των φυτών (White et al. 2003). Ο δομικός ρόλος του ασβεστίου συνδέεται με τη διατήρηση της συνεκτικότητας των φυτικών ιστών (Liu et al. 2009) ενώ ο φυσιολογικός με τη μεταφορά μηνυμάτων (δευτερογενής ενδοκυτταρικός αγγελιοφόρος) για το συντονισμό των κυτταρικών αντιδράσεων σε πληθώρα

θρεπτικών και περιβαλλοντικών ερεθισμάτων (Ng et al. 2003, White et al. 2003, Lecourieux et al. 2006). Το ασβέστιο διακινείται μέσω των πλασμοδεσμών των κυττάρων (συμπλαστικό) είτε διαμέσου των μεσοκυττάρων χώρων (αποπλαστικό) (White et al. 2003). Το συμπλαστικό ασβέστιο απαντάται σε πολύ μικρότερες συγκεντρώσεις (επίπεδα μM) από το αποπλαστικό (επίπεδα mM) (Ng et al. 2003). Το ασβέστιο διαχωρίζεται σε ολικό, κυτταρικού τοιχώματος, πηκτινικό και στα πηκτινικά (υδατοδιαλυτό και αδιάλυτο) κλάσματα (Μαγγανάρης 2004). Επιπλέον το ασβέστιο σχηματίζει σύμπλοκο με την πρωτεΐνη καλμοδουλίνη και άλλες συγγενικές της (White et al. 2009). Το σύμπλοκο ασβεστίου καλμοδουλίνης αλληλεπιδρά με άλλες πρωτεΐνες στόχους στις οποίες ρυθμίζει την ενεργότητά τους, επεμβαίνοντας σε φυσιολογικές, δομικές λειτουργίες και στην έκφραση των γονιδίων του φυτικού κυττάρου (White et al. 2003).

Το ασβέστιο δεν εμφανίζει κινητικότητα εντός του ηθμού (White et al. 2009, Montanaro et al. 2010). Συνεπώς το ποσό ασβεστίου που φθάνει στο καρπό εξαρτάται κυρίως από το διαπνευστικό ρεύμα του ξύλου (Montanaro et al. 2006, White et al. 2009) και μεταφέρεται είτε με τη μορφή δισθενούς κατιόντος είτε ως σύμπλοκο με οργανικά οξέα (White et al. 2009). Στη βερικοκιά περίπου το 55 % του ασβεστίου εισέρχεται στους καρπούς μέσω του διαπνευστικού ρεύματος και το 45 % μέσω των υπόλοιπων δίοδων. Το μεγαλύτερο ποσοστό ασβεστίου (περίπου 80 %) συγκεντρώνεται στους καρπούς κατά τις 4 πρώτες εβδομάδες μετά τη καρπόδεση και η είσοδος του στοιχείου διακόπτεται ως συνέπεια της μείωσης της διαπνοής (Montanaro et al. 2010). Καρποί βερικοκιάς παρουσιάζουν χαμηλά επίπεδα ή ακόμα και τροφопενία ασβεστίου σε εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα στο στοιχείο αυτό (Alcaraz-Lopez et al. 2003, Montanaro et al. 2010). Ο λόγος αυτός καταδεικνύει την αναγκαιότητα προσθήκης ασβεστίου εξωγενώς ιδιαίτερα σε εδάφη φτωχά σε ασβέστιο (Montanaro et al. 2010).

Οι εφαρμογές ασβεστίου προσυλλεκτικά και μετασυλλεκτικά πραγματοποιούνται με στόχο την παράταση του χρόνου ζωής των καρπών στο ράφι (shelf life), την ενίσχυση της θρεπτικής τους αξίας (Martin-Diana et al. 2007) και την ελαχιστοποίηση της φυτοπροστασίας από μυκητολογικές προσβολές (Elmer et al. 2007). Οι επεμβάσεις με ασβέστιο μπορεί να εφαρμοστούν προσυλλεκτικά με διαφυλλικό ψεκασμό ή μετασυλλεκτικά με εμβάπτιση των καρπών (Ferguson et al. 2001) και ως στόχο έχουν την αύξηση της συνεκτικότητας των καρπών ή την καθυστέρηση απώλειάς της (Serrano et al. 2004 b). Οι επεμβάσεις προσυλλεκτικά είναι πιο αποτελεσματικές όταν το ασβέστιο εφαρμόζεται σε ολόκληρη την επιφάνεια του καρπού (Serrano et al. 2004 b). Επιπλέον έχει παρατηρηθεί η επίδραση του ασβεστίου στη μείωση του καφετιάσματος δηλαδή της οξειδωσης των φωσφολιπιδίων της μεμβράνης (Picchioni et al. 1998, Serrano et al. 2004 b), της ο-υδροξυλίωσης των μονοφαινολών και της οξειδωσης των ο-δифαινολών από τη πολυφαινολοξειδάση (Soliva-Fortuny et al. 2003) και άλλων φυσιολογικών ανωμαλιών όπως της εσωτερικής κατάρρευσης (Manganaris et al. 2006).

Οι ψεκασμοί με χηλικές (Lester et al. 2004) και ανόργανες μορφές ασβεστίου θεωρείται πως συμπληρώνουν το ενδογενές ασβέστιο σε μεγάλη ποικιλία νωπών καρπών (Tzoutzoukou et al. 1997, Raese et al. 2000 a, b) παρόλο που η διαδικασία διάχυσης του ασβεστίου εντός του καρπού δεν έχει πλήρως αποσαφηνιστεί και έχουν βρεθεί αντιφατικά αποτελέσματα όσον αφορά την αύξηση του περιεχόμενου ασβεστίου σε καρπούς ροδακινιάς (Crisosto et al. 2000, Serrano et al. 2004 a). Σημαντικό ρόλο στην διείσδυση του ασβεστίου φαίνεται πως παίζουν οι πόροι, η ασυνέχεια της επιφάνειας και τα σπασίματά της τα οποία είναι πιο εμφανή κατά τα τελικά στάδια ανάπτυξης του καρπού φαίνεται πως προσφέρουν χώρους για την

διείσδυση του ασβεστίου (Glenn et al. 1985). Η χημική μορφή του ασβεστίου (το νιτρικό παρουσιάζει καλύτερα αποτελέσματα από το χλωριούχο και αυτό από τη χηλική μορφή), η συγκέντρωσή του, ο αριθμός των ψεκασμών όπως και οι συνθήκες του αγρού παίζουν καθοριστικό ρόλο κατά την εφαρμογή του (Crisosto et al. 2000, Manganaris et al. 2005 c).

1.8.1 Συνεκτικότητα καρπών

Η συνεκτικότητα των καρπών αποτελεί σημαντικό παράγοντα προτίμησης από τον καταναλωτή και κύριο χαρακτηριστικό αποθήκευσης των καρπών. Για τον λόγο αυτό είναι πολύ σημαντικό να διατηρηθεί η υφή των καρπών προκειμένου να παραταθεί η διάρκεια ζωής τους (shelf life) και να διατηρηθεί η καλή τους γεύση (Liu et al. 2009). Η απώλεια της συνεκτικότητας αποτελεί μία γενετικά προγραμματισμένη διαδικασία της ωρίμανσης η οποία συνδέεται με τις υδρολυτικές αντιδράσεις του κυτταρικού τοιχώματος που έχουν αποτέλεσμα τον μη αντιστρεπτό αποπολυμερισμό των δομικών του συστατικών (Brummell et al. 2004, Vicente et al. 2005, Payasi et al. 2009, Liu et al. 2009).

Το κυτταρικό τοίχωμα αποτελείται κυρίως από πολυσακχαρίτες (πηκτίνη, ημικυτταρίνη και κυτταρίνη) και σε μικρότερη αναλογία από γλυκοπρωτεΐνες (Fry 2004). Οι πηκτίνες θεωρούνται το σημαντικότερο συστατικό του πρωτογενούς κυτταρικού τοιχώματος, είναι όξινοι πολυσακχαρίτες γαλακτουρονικών οξέων συνδεδεμένοι με γλυκοσιδικούς δεσμούς στους οποίους είναι προσδεδεμένα ελεύθερα σάκχαρα (Fry 2004, Prasanna et al. 2007) και προέρχονται από τη μέση πλάκα (Thomas et al. 2002, Prasanna et al. 2007). Οι ημικυτταρίνες είναι ουδέτεροι ή ελαφρώς όξινοι πολυσακχαρίτες ελεύθεροι γαλακτουρονικών οξέων και οι κυτταρίνες αποτελούνται από ουδέτερες αλυσίδες β-D-γλυκόζης συνδεδεμένες με β(1→4) γλυκοσιδικούς δεσμούς (Fry 2004). Τα κύρια δομικά συστατικά (πολυσακχαρίτες και γλυκοπρωτεΐνες) ενώνονται με ομοιοπολικούς και μη ομοιοπολικούς δεσμούς μεταξύ τους σχηματίζοντας σταυρωτές ενώσεις (crosslinks) με πιο χαρακτηριστική τη σταυρωτή ένωση ασβεστίου γαλακτουρονικών (η οποία σχηματίζει μη ομοιοπολικό δεσμό) (Fry 2004).

Στις περίπλοκες μετατροπές που υφίστανται τα πολυμερή του κυτταρικού τοιχώματος συμμετέχει και συντονίζεται ένα ευρύ φάσμα ενζύμων και πρωτεϊνών με κυρίαρχα ένζυμα τη πολυγαλακτουρονάση (PG, EC 3.2.1.15) και τη πηκτινομεθυλεστεράση (PME, EC 3.1.1.11) (Payasi et al. 2009) οι οποίες συντίθενται *de novo* κατά την ωρίμανση (Hadfield et al. 1998, Micheli 2001). Άλλα ένζυμα που συμμετέχουν στην απώλεια της συνεκτικότητας είναι η β-γαλακτοσιδάση (β-GAL, EC 3.2.1.23) και η ενδοτρανσγλυκοσιδάση της ξυλογλυκάνης (XET, EC 2.4.1.207) (Vicente et al. 2007). Επιπλέον πολύ σημαντικός θεωρείται ο ρόλος της πρωτεΐνης εξπανσίνης (Brummell et al. 2001, Payasi et al. 2009) στη χαλάρωση του κυτταρικού τοιχώματος συμβάλλοντας στη διαστολή των κυττάρων (Cosgrove et al. 2005) ενώ μπορεί να δράσει και συνεργιστικά με την πολυγαλακτουρονάση αυξάνοντας το βαθμό αποδόμησης της πηκτίνης (Vicente et al. 2007). Η διαταραχή της δομής του κυτταρικού τοιχώματος μπορεί να πραγματοποιηθεί ωστόσο και μη ενζυμικά, καθώς οι πολυσακχαρίτες του κυτταρικού τοιχώματος αντιδρούν *in vivo* με ρίζες OH (Fry 2004). Πιθανό ρόλο στη συνεκτικότητα της επιδερμίδας ασκεί η μείωση της σπαργής των κυττάρων που συνοδεύεται από συσσώρευση διαλυτών στερεών στον

αποπλάστη, εξαγωγή κυτταρικών τμημάτων και διαπνευστικές απώλειες νερού (Vicente et al. 2007).

Το ασβέστιο ως δομικό συστατικό του κυτταρικού τοιχώματος διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στον σχηματισμό του σταυρωτών γεφυρών (cross-bridges, crosslinks) επηρεάζοντας την αντοχή του κυτταρικού τοιχώματος και θεωρείται το τελευταίο εμπόδιο πριν τον κυτταρικό διαχωρισμό (Chardonnet et al. 2003, Fry 2004). Η παρουσία του ασβεστίου συνεισφέρει στη σταθερή δομή με τη σύνδεση των πηκτινικών πολυμερών (μη εστεροποιημένων γαλακτουρονικών οξέων από υπολείμματα πηκτινικών αλυσίδων) του κυτταρικού τοιχώματος και της μέσης πλάκας (η οποία αποτελεί την ενδιάμεση φάση μεταξύ των κυτταρικών τοιχωμάτων γειτονικών κυττάρων) (Fry 2004). Επαρκείς ποσότητες ασβεστίου διατηρούν υψηλά επίπεδα ιοντικά ενωμένων πηκτινών και επιβραδύνουν την απώλεια της συνεκτικότητας και την αποικοδόμηση της υφής σε καρπούς βερικοκιάς και άλλων πυρηνοκάρπων (Chira et al. 2006, Manganaris et al. 2007, Vicente et al. 2007, Liu et al. 2009). Επιπλέον η δράση του ασβεστίου έγκειται στην ενίσχυση των δεσμών των πολυσακχαριτών του κυτταρικού τοιχώματος (White et al. 2003), στην αύξηση της κυτταρικής σπαργής (Vicente et al. 2007) και στη πιθανή ενεργοποίηση σύνθεσης μη κυτταρινικών πολυσακχαριτών του κυτταρικού τοιχώματος όπως λιγνίνης (Serrano et al. 2004 b). Τα κατιόντα ασβεστίου μπορεί να έχουν και αντίθετο αποτέλεσμα καταλύοντας αντιδράσεις β-απόσπασης αυξάνοντας την απώλεια συνεκτικότητας των ιστών (Van Buggenhout et al. 2009).

Η συνεκτικότητα των καρπών της βερικοκιάς (*cv* Boccuccia spinosa) μειώνεται μετά την συγκομιδή και η μείωση αυτή είναι πιο εντυπωσιακή μετά την πέμπτη ημέρα ενώ η αύξηση του αιθυλενίου δεν είναι τόσο έντονη (Cardarelli et al. 2002). Το μαλάκωμα των καρπών ξεκινάει όταν η παραγωγή αιθυλενίου είναι μη ανιχνεύσιμη γεγονός που δείχνει πως η ευαισθησία των ιστών στην ορμόνη είναι πολύ υψηλή (Mencarelli et al. 2001, Cardarelli et al. 2002). Έρευνες σε βερίκοκα έδειξαν πως οι ενεργότητες των γλυκοσιδασών αυξήθηκαν ταυτόχρονα με την απώλεια της συνεκτικότητας ενώ η αντίστοιχη της πηκτινομεθυλεστεράσης κατέγραψε πτώση. Επιπλέον τα ένζυμα πολυγαλακτουρονάση και ενδογλουκανάση (CX, EC 3.2.1.4) δεν παρουσίασαν κάποια δράση (Cardarelli et al. 2002). Η ενεργότητα της πηκτινομεθυλεστεράσης εξαρτάται πιθανώς από τον γονότυπο καθώς σε θερμοκρασία 20 °C ακολούθησε πτωτική πορεία σε βερίκοκα της ποικιλίας 'Ceccona' ενώ αντίθετα στη 'San Castrese' κατέγραψε άνοδο (Botondi et al. 2003).

1.9 Ρόλος Μαγνησίου

Το μαγνήσιο (Mg) είναι απαραίτητο στην απελευθέρωση ενέργειας από τους μυς, στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος, στη διακλάδωση του νευρικού συστήματος, στη μυϊκή συστολή, στην έκκριση ορμονών, στο σχηματισμό των οστών και στην ενεργοποίηση πολλών ενζύμων του ανθρώπινου οργανισμού (Laires et al. 2004). Έλλειψή του μπορεί να προκαλέσει υπέρταση, καρδιαγγειακά προβλήματα παχυσαρκία ή σακχαρώδη διαβήτη (Champagne 2008).

Το μαγνήσιο κατέχει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην λειτουργία της φωτοσύνθεσης καθώς είναι το κεντρικό άτομο του μορίου της χλωροφύλλης (Wilkinson et al. 1990, Hörtensteiner 2009) και οι διακυμάνσεις των επιπέδων του στους χλωροπλάστες ρυθμίζουν τη δραστηριότητα βασικών ενζύμων της φωτοσύνθεσης (Shaul 2002). Το μαγνήσιο συναντάται με τη μορφή δισθενούς

κατιόντος στο έδαφος και εισέρχεται εντός των ριζών μέσω μίας οικογένειας πρωτεϊνών (Shaul 2002, Gardner 2003) οι οποίες λειτουργούν ως κανάλια μεταφοράς (White 2000, White et al. 2003). Το μεγαλύτερο μέρος του κυτταρικού μαγνησίου είναι συνδεδεμένο με τις πρωτεΐνες και εντός του κυτταρολύματος βρίσκεται σε συγκεντρώσεις mM (White et al. 2009). Ο κύριος χώρος αποθήκευσής του στοιχείου είναι το χυμοτόπιο, εξέρχεται από αυτό μέσω των καναλιών μεταφοράς (SV) (White 2000, Pottosin et al. 2007) και εισέρχεται σε αυτό με πρωτεΐνες που αναφέρονται ως αντλίες πρωτονίων καθορίζοντας πιθανόν την κατανομή του στα διάφορα φυτικά όργανα (Shaul 2002).

Είναι πιθανό οι ATPάσες να καταλύουν την εκροή του μαγνησίου από τα κύτταρα της ρίζας σε αυτά του ξύλου όπου μεταφέρεται είτε μόνο του είτε ως σύμπλοκο με οργανικά οξέα (White et al. 2009). Το μιτοχονδριακό RNA (MRS2) διευκολύνει την είσοδο του μαγνησίου στους χλωροπλάστες των φύλλων (Drummond et al. 2006). Περίπου το 10 % του μαγνησίου των φύλλων βρίσκεται συνδεδεμένο στα μόρια των χλωροφυλλών α και β, το 75 % συμμετέχει στη δομή και τη λειτουργία των ριβοσωμάτων με τη σύνθεση των πρωτεϊνών (Shaul 2002), ενώ το υπόλοιπο 15 % είτε βρίσκεται ελεύθερο ως δισθενές ιόν είτε συνδεδεμένο με ένζυμα ή ιονισμένες κυτταρικές περιοχές (Wilkinson et al. 1990). Η υψηλή κινητικότητα του μαγνησίου εντός του ηθμού καθιστά εύκολη τη μεταφορά του στους καρπούς (Wilkinson et al. 1990, White et al. 2009).

Γενικά στους βλαστούς των φυτών υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της ικανότητας συσσώρευσης ασβεστίου και της αντίστοιχη μαγνησίου από αυτά (White 2001, Broadley et al. 2004, White 2005). Η εφαρμογή λιπασμάτων μαγνησίου αυξάνει τη συγκέντρωση του στοιχείου στους φυτικούς ιστούς, ενώ το θειικό μαγνήσιο είναι η μορφή που χρησιμοποιείται ευρέως σε διαφυλλικούς ψεκασμούς (White et al. 2009). Χαμηλές συγκεντρώσεις μαγνησίου περιέχονται στα εδάδιμα μέρη των φυτών που καλλιεργούνται σε αμμώδη, ασβεστώδη ή ισχυρώς όξινα εδάφη (Wilkinson et al. 1990, White et al. 2010). Η μείωση των σακχάρων στα φύλλα αποτελεί ένδειξη της έλλειψης μαγνησίου και προάγγελο της επακόλουθης μείωσης της χλωροφύλλης σε αυτά (Hermans et al. 2010).

Τα δισθενή κατιόντα μαγνησίου αν και έχουν σχετικά μικρή σχέση με τη πηκτινική αλυσίδα εάν βρεθούν σε υψηλές συγκεντρώσεις στα μόρια πηκτίνης του κυτταρικού τοιχώματος μπορεί να λειτουργήσουν ως σταυροδεσμοί (cross-linking agents) (Morris et al. 2003). Συγκεκριμένα υπολογίζεται πως μικρό ποσοστό μαγνησίου είναι προσδεμένο στις πηκτίνες και λειτουργεί ως δομικό στοιχείο των κυτταρικών τοιχωμάτων (Bybordí et al. 2010).

1.10 Ρόλος Τιτανίου

Το τιτάνιο (Ti) θεωρείτο για μεγάλο χρονικό διάστημα ένα αδρανές στοιχείο. Ωστόσο από το 1930 έχει παρατηρηθεί η θετική του επίδραση στον μεταβολισμό των φυτών (Carvajal et al. 1998). Η επίδραση αυτή μπορεί να είναι ευεργετική όταν προσφέρεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις και τοξική όταν οι συγκεντρώσεις είναι υψηλές (Kuzel et al. 2003, Cigler et al. 2010). Έχει αποδειχθεί πως η προσθήκη τιτανίου είτε με διαφυλλικό ψεκασμό είτε με την μορφή λιπάσματος μέσω του εδάφους προωθεί την ανάπτυξη στα φυτά ενώ το μέγεθος αυτής της επίδρασης διαφέρει μεταξύ των φυτικών ειδών (Dumon et al. 1988). Επιπλέον η επίδραση του τιτανίου όταν αυτό εφαρμόζεται στα φύλλα είναι πολύ ασθενέστερη από την

περίπτωση που προσφέρεται με τη μορφή θρεπτικού διαλύματος σε υδροπονική καλλιέργεια (Kuzel et al. 2003, Cigler et al. 2010). Εάν ληφθούν υπόψη οι διάφοροι τρόποι εισόδου του τιτανίου στο φυτό και η γενικά χαμηλή κινητικότητά σε αυτό μπορεί να εξαχθούν διάφορα αποτελέσματα που αφορούν τις φυσιολογικές παραμέτρους και τις λειτουργίες των οργάνων ενός φυτού. Το τιτάριο βελτιώνει την ανάπτυξη, τη βιομάζα, την παραγωγικότητα και τη ποιότητα των καρπών που λαμβάνονται σε πολλά είδη φυτών αλλά και τις συγκεντρώσεις ορισμένων στοιχείων όπως του αζώτου, του φωσφόρου, του ασβεστίου και του μαγνησίου (Pais 1983, Carvajal et al. 1998, Alcaraz-Lopez et al. 2003, Alcaraz-Lopez et al. 2004 a, b). Η ταυτόχρονη προσφορά μαγνησίου και τιτανίου αυξάνει την ευεργετική επίδραση του τιτανίου των χαμηλών συγκεντρώσεων και βελτιώνει τα φυτοτοξικά αποτελέσματα των υψηλών συγκεντρώσεων (Kuzel et al. 2007). Το τιτάριο και ο σίδηρος αλληλεπιδρούν μεταξύ τους καθώς το τιτάριο επηρεάζει τις αλυσίδες μεταφοράς ηλεκτρονίων που περιέχουν σίδηρο στη δομή τους (ιδιαίτερα του φωτοσυστήματος I, PS I) και μειώνει την απόδοση του φωτοσυστήματος II (PS II) (Cigler et al. 2010). Η θετική επίδραση του τιτανίου και του μαγνησίου οφείλονται στην εντατικοποίηση της δραστηριότητας του σιδήρου στους χλωροπλάστες των φύλλων και στους χρωμοπλάστες των καρπών και κατά συνέπεια στην αυξημένη μεταβολική δραστηριότητα και απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων (Carvajal et al. 1995, Carvajal et al. 1998).

Σύμφωνα με τον μηχανισμό αλληλεπίδρασης τιτανίου-φυτού, αρχικά το τιτάριο αντικαθιστά κάποια βασικά στοιχεία από τις περιοχές πρόσδεσής τους προκαλώντας εμφανείς τροφοπενίες των στοιχείων αυτών (κυρίως σιδήρου, μαγνησίου) στο φυτό (Hruby et al. 2002). Αυτό οδηγεί σε ένα πιο περίπλοκο μηχανισμό άμυνας του φυτού ο οποίος ενισχύει την κατάσταση υγείας του και η ενίσχυση αυτή είναι μεγαλύτερη από την εξασθένηση που προκαλεί η τοξικότητά του. Συγκεκριμένα προκαλείται αυξημένη απορρόφηση στοιχείων μέσω του δισθενή μεταφορέα ιόντων (ο οποίος ενεργοποιείται μετά από έλλειψη σιδήρου), απελευθέρωση του συμπλόκου οργανικών οξέων και επακόλουθη αύξηση της κινητικότητας και διαθεσιμότητας άλλων στοιχείων, ενεργοποίηση ενζύμων κτλ. (Kuzel et al. 2007). Το εάν η επίδραση τιτανίου είναι θετική ή αρνητική εξαρτάται από τη ποσότητα που προσφέρεται και την ισχύ του αμυντικού μηχανισμού του φυτού έναντι της τοξικής επίδρασης του τιτανίου (Hruby et al. 2002, Kuzel et al. 2003). Συγκεκριμένα σε μικρές δόσεις το τιτάριο δρα ευεργετικά στην απόδοση της βιομάζας (Pais 1983), σε βασικά θρεπτικά στοιχεία όπως στο μαγνήσιο, το σίδηρο, τον ψευδάργυρο και το μαγγάνιο (Gimenez et al. 1990), στη περιεκτικότητα της χλωροφύλλης (Carvajal 1994), ενώ σε μεγάλες ποσότητες προκαλεί χλόρωση και επιβράδυνση της ανάπτυξης (Hruby et al. 2002). Ο σύνθετος αυτός αμυντικός μηχανισμός καταλήγει σε μία εξισορρόπηση της επίδρασης του τιτανίου στο περιεχόμενο των θρεπτικών στοιχείων του φυτού, δηλαδή εάν το επίπεδο του στοιχείου είναι χαμηλό παρατηρείται αύξηση της συγκέντρωσής του από το τιτάριο και το αντίστροφο (Kuzel et al. 2007) ιδιότητα που το καθιστά επωφελές στις περιπτώσεις τοξικότητας βαρέων μετάλλων (Lesko et al. 2002). Το τιτάριο πρέπει να εφαρμόζεται με την μορφή συμπλόκου διαφορετικά υπόκειται σε υδρόλυση κάτω από τις συνήθεις συνθήκες οξειδωσης, ενώ και η τριθενής του μορφή θεωρείται ασταθής λόγω της οξειδωσής της από το οξυγόνο του αέρα και συνεπώς ακατάλληλη για διαφυλλικούς ψεκασμούς (Kuzel et al. 2003). Αντίθετα η απορρόφηση του μαγνησίου μειώνεται όταν αυτό παρέχεται υπό τη μορφή συμπλόκου (Cigler et al. 1999).

Η θετική επίδραση σε ψεκασμούς με ασκορβικό τιτάριο σε συνδυασμό με ασβέστιο και μαγνήσιο έχει παρατηρηθεί σε δένδρα δαμασκηλιάς (Alcaraz-Lopez et

al. 2003), βανίλιας (Alcaraz-Lopez et al. 2004 a) και ροδακινιάς (Alcaraz-Lopez et al. 2004 b). Κατά την συγκομιδή οι καρποί παρουσίασαν αυξημένη αντοχή στην συμπίεση και στην συνεκτικότητα αλλά και μειωμένες απώλειες βάρους μετασυλλεκτικά. Ροδακινιές και νεκταρινιές στις οποίες έγινε ψεκάσμος με σκεύασμα που περιείχε τον συνδυασμό ασβεστίου, μαγνησίου και τιτανίου οι καρποί είχαν μεγαλύτερο βάρος και καλύτερη συνεκτικότητα σάρκας. Αντίθετα καμία επίδραση δεν παρατηρήθηκε στο χρώμα, τα διαλυτά στερεά συστατικά, την ογκομετρούμενη οξύτητα και στον χρόνο ωρίμανσης (Serrano et al. 2004 a). Έχει πραγματοποιηθεί η υπόθεση πως τα κύτταρα καρπών που έχουν υποστεί επέμβαση με τιτάνιο παρουσιάζουν υψηλότερη αντοχή στην απώλεια νερού και κατά συνέπεια βάρους των καρπών μετασυλλεκτικά δίχως αυτή η επίδραση να οφείλεται στην μειωμένη δραστηριότητα αναπνοής του καρπού (καθώς η απόχρωση του κόκκινου χρώματος των δαμάσκηνων δείχνει πως την περίοδο αυτή οι καρποί έχουν την υψηλότερη φυσιολογική δραστηριότητά τους) (Alcaraz-Lopez et al. 2004 a). Η εφαρμογή του τιτανίου ως καλλιεργητική τεχνική στη φράουλα τόνωσε την καρποφορία των φυτών και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών (Skurpien et al. 2007). Σε δένδρα μηλιάς που πραγματοποιήθηκε εφαρμογή χηλικού τιτανίου βρέθηκε πως οι καρποί είχαν υψηλότερα διαλυτά στερεά, σάκχαρα και οξύτητα (Pais 1983). Ακόμα έχει παρατηρηθεί πως επέμβαση με τιτάνιο σε σταφύλια εμφάνισε υψηλότερο επίπεδο σακχάρων σε σχέση με τον μάρτυρα (Alcaraz-Lopez et al. 2005). Δενδρύλλια βυσσινιάς και μηλιάς που δέχθηκαν επέμβαση τιτανίου παρήγαγαν περισσότερους καρπούς ανώτερης ποιότητας και λιγότερους ελαττωματικούς. Ομοίως ροδάκινα, βερίκοκα και ριβήσια (gooseberries και black currants) παρουσίασαν υψηλότερες αποδόσεις υπό την επίδραση τιτανίου (Skurpien et al. 2007). Η εφαρμογή ασκορβικού τιτανίου βελτίωσε την παραγωγή της πάπρικας, την ποιότητα των καρπών και μείωσε την ευαισθησία στο φως κατά την αποθήκευση (Reverte et al. 2000). Επιπλέον η θετική επίδραση των επεμβάσεων τιτανίου έχει βρεθεί στην ανάπτυξη του φυτού της ελαιοκράμβης (αύξηση της χλωροφύλλης και της έντασης της φωτοσύνθεσης), στην απόδοση και στο βάρος χιλίων σπόρων χειμερινού σιταριού καθώς και στην απόδοση και περιεκτικότητα σε σάκχαρα στα σακχαρότευτλα (Grenda 2003).

1.10.1 Χρήσεις τιτανίου

Τα κράματα τιτανίου χρησιμοποιούνται ευρέως σε χειρουργικές επεμβάσεις όπως σε οδοντικά εμφυτεύματα, βίδες και σε άλλες αντίστοιχες περιπτώσεις εξαιτίας των μηχανικών ιδιοτήτων του και της βιοσυμβατότητάς του. Η τελευταία έχει αποδειχθεί σε πολλές έρευνες *in vivo* με κλινικές δοκιμές σε ζώα για πάνω από 40 χρόνια (Carinci et al. 2003). Η εισπνοή καθημερινώς σωματιδίων διοξειδίου του τιτανίου (TiO_2) συμβάλλουν στην συσσώρευσή τους στο αίμα, στον πνεύμονα, στον σπλήνα, στο ήπαρ και στην καρδιά (Caruso et al. 2005, Suwalsky et al. 2005). Η ανθρώπινη πρωτεΐνη μεταφοράς σιδήρου (τρανσφερίνη ορού HsTf) συνδέεται πολύ πιο ισχυρά με το τιτάνιο σε σχέση τον σίδηρο (Tinoco et al. 2005, Tinoco et al. 2008, Siburt et al. 2010). Αυτή η πρωτεΐνη (τρανσφερίνη) μπορεί να λειτουργεί ως φυσικός φορέας αντικαρκινικών φαρμάκων δεδομένου πως οι επιφάνειες καρκινικών κυττάρων περιέχουν υψηλά επίπεδα υποδοχέων τρανφερίνης (Vavere et al. 2005). Ελπιδοφόρα αποτελέσματα έχουν δείξει ενώσεις τιτανίου που μελετώνται ως αντικαρκινικοί παράγοντες (Caruso et al. 2004), καθώς ενώσεις όπως η Cr_2TiCl_2 που έχουν χρησιμοποιηθεί σε δοκιμές αντικαρκινικών φαρμάκων (Guo et al. 2000,

Hernandez et al. 2008, Kostova 2009). Ορισμένες ενώσεις τιτανίου θεωρείται πως παρουσιάζουν σημαντική δραστηριότητα απέναντι σε όγκους του γαστρεντερικού σωλήνα και ενάντια σε μορφές καρκίνου του δέρματος, του μαστού και του πνεύμονα και στην απουσία παρενεργειών κυτταροστατικών παραγόντων (Caruso et al. 2005, Suwalsky et al. 2005). Σε πειράματα που πραγματοποιήθηκαν σε ποντίκια στα οποία χορηγήθηκε χλωριούχο τιτάνιο έδειξαν πως το τιτάνιο επιδρά στο μεταβολισμό των λιπιδίων παρεμβαίνοντας στη δραστηριότητα της λιποπρωτεϊνικής λιπάσης. Η μεταβολή αυτή μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη και εξέλιξη της αθηροσκλήρωσης. (Ani et al. 2010). Όταν χορηγήθηκε τιτάνιο με πόσιμο νερό σε ποντίκια διαπιστώθηκε πως βελτιώνει την ανάπτυξη των ζώων δίχως να αυξάνει τη διάρκεια ζωής τους και για αυτό το λόγο θεωρήθηκε ένας αυξητικός παράγοντας (Yaghoubi et al. 2000). Η επίδραση του συμπλόκου του ασκορβικού τιτανίου δεν περιορίζεται μόνο στα ποντίκια, άλλα ανάλογα αποτελέσματα βρέθηκαν σε νεαρούς χοίρους. Αν και το διοξείδιο του τιτανίου θεωρείται αδρανές, η θετική του επίδραση έχει βρεθεί ακόμα και στο ανθρώπινο γάλα ενώ ο μηχανισμός στον οποίο εμπλέκεται καταστρέφει την τοξικότητα ορισμένων εντερικών βακτηρίων (και σε κάποιο βαθμό των ιών) (Schwietert et al. 2001).

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Φυτικό υλικό

Για την διεξαγωγή του πειράματος επιλέχθηκαν εμπορικοί καρποί και φύλλα βερικοκιάς (*Prunus armeniaca* L.) από δύο ποικιλίες: την 'Tomcot' και την 'Orange Red'. Οι ποικιλίες ήταν εμβολιασμένες με <<T>> ενοφθαλμισμό σε υποκείμενο σποροφύτων βερικοκιάς. Τα δένδρα ηλικίας 9 ετών βρίσκονται σε οπωρώνα στην περιοχή Μύλων του Νομού Αργολίδας (γεωγραφικό μήκος 22°40', γεωγραφικό πλάτος 37°31' και υψόμετρο 150 m). Οι αποστάσεις φύτευσης των δένδρων ήταν 5m επί της γραμμής και 5m μεταξύ των γραμμών. Το έδαφος ήταν μέσης σύστασης.

2.2 Καλλιεργητικές τεχνικές

Το σύστημα ποτίσματος ήταν καταιονισμού με σωλήνες πάχους 25Φ. Η συχνότητα ποτίσματος ήταν κάθε 4 ημέρες. Πραγματοποιήθηκε λίπανση με υδατοδιαλυτά λιπάσματα (Fitofil 20-20-20+TE, Farma-chem SA, Θεσσαλονίκη). Επιπλέον χρησιμοποιήθηκε ένα εδαφικό εμβόλιο με βιολογική σταθεροποίηση αζώτου το σκεύασμα E-MicroZyme (της εταιρείας BPR Agro Inc., Dallas TX 75201, USA με αντιπρόσωπο εισαγωγέα Togias & Togias Ltd, Ναύπλιο, Ελλάδα).

Πραγματοποιήθηκε φυτοπροστασία των φυτών για μονίλια με Neotopsin 70 WG (thiophanate methyl 70% β/β, K+N Ευθυμιάδη ΑΕΒΕ) και Chorus (cyprodinil 50% β/β, Syngenta Hellas ΑΕΒΕ), για κορύνεο και σκωρίαση με Captan 83 WP (captan 83% β/β, K+N Ευθυμιάδη ΑΕΒΕ) και Dithane 77 WG (mancozeb 77% β/β, Dow AgroSciences, United Kingdom μέσω Basf Hellas ΑΒΕΕ) για ωίδιο με Nimrod 25 EC (bupirimate 25% β/ο, Makhteshim Chemical Works Ltd Israel μέσω Άλφα Γεωργικά Εφόδια ΑΕΒΕ) και Topas 10 EC (penconazole 10% β/ο, Syngenta Hellas ΑΕΒΕ) και για φυλλοδέτη με Decis 2,5 EC (deltamethrine 2,5% β/ο, Bayer Ελλάς ΑΒΕΕ). Ακόμα πραγματοποιήθηκε ζιζανιοκτονία τέλη Φεβρουαρίου χρησιμοποιώντας Basta 20 SL (glufosinate ammonium 20% β/ο, Bayer Ελλάς ΑΒΕΕ) και Reglone 20 SL (diquat 20% β/ο, Syngenta Hellas ΑΕΒΕ).

Το κλάδεμα πραγματοποιήθηκε τον Νοέμβριο του 2008. Πλήρης άνθιση για την Tomcot καταγράφηκε στις 24 Μαρτίου ενώ για την Orange Red στις 6 Απριλίου. Το αραίωμα πραγματοποιήθηκε στις 20 Απριλίου (έγινε μόνο στη Tomcot, δεν πραγματοποιήθηκε στην Orange Red λόγω του μικρού φορτίου) και η αποκοπή των λαίμαργων στις 2 Μαΐου.

2.3 Πειραματικές επεμβάσεις

Ο σκοπός του πειράματος ήταν να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα των στοιχείων ασβεστίου (Ca^{2+}), μαγνησίου (Mg^{2+}) και τιτανίου (Ti^{4+}) σε διάφορες παραμέτρους ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών της βερικοκιάς. Πραγματοποιήθηκαν ψεκασμοί μέχρι πλήρους απορροής σε τρεις διαφορετικές

χρονικές περιόδους (15 Απριλίου, 10 Μαΐου και 26 Μαΐου). Κάθε δένδρο ψεκάστηκε με 4 l ψεκαστικού διαλύματος. Το σκεύασμα ασβεστίου που χρησιμοποιήθηκε ήταν $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (καθαρότητα 99% β/β, Μοριακό Βάρος 236.15, Merck μέσω Technobiochem). Ως πηγή μαγνησίου χρησιμοποιήθηκε $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (καθαρότητα 99% β/β, Μοριακό Βάρος 256.41, Merck μέσω Technobiochem). Το σκεύασμα τιτανίου που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Tytanit[®] (Intermag, Olkusz, Poland προμήθεια μέσω Intrachem Ελλάς ΕΠΕ, Αθήνα, Ελλάδα) το οποίο ως κύριο θρεπτικό στοιχείο περιέχει τιτάνιο (Ti) σε συγκέντρωση 8,5 g/l ενώ περιέχει επιπλέον υδατοδιαλυτό οξείδιο του μαγνησίου (MgO) 5% και υδατοδιαλυτό τριοξείδιο του θείου (SO₃) 10%. Σε κάθε ψεκασμό χρησιμοποιήθηκε προσκολλητικό (Tween[®] 20) (Polysorbate 20, Merck, Darmstadt, Germany μέσω Technobiochem ΕΠΕ, Πειραιάς, Ελλάδα) 40 σταγόνες ανά δένδρο. Οι επεμβάσεις αποτελούνταν από δένδρα που ψεκάστηκαν:

1. Μάρτυρες: αποκλειστικά με απιονισμένο νερό
2. Ca: μόνο με $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (28,80 g/4 l ψεκαστικού υγρού) και τις τρεις φορές
3. Mg+Ti: $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (34,58 g/4 l ψεκαστικού υγρού) κατά τον πρώτο ψεκασμό και Tytanit[®] (1,6 ml/ 4 l ψεκαστικού υγρού) κατά τον δεύτερο και τον τρίτο
4. Ca+Mg+Ti: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ και $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ κατά τον πρώτο ψεκασμό και κατά τον δεύτερο και τον τρίτο δέχθηκαν επέμβαση με $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ και Tytanit[®] με τις συγκεντρώσεις των επεμβάσεων 2 και 3.

2.4 Συγκομιδή καρπών

Στην συλλογή των καρπών επιλέχθηκαν υγιείς και αντιπροσωπευτικοί των δύο ποικιλιών. Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στο στάδιο της εμπορικής ωριμότητας πρωινές ώρες και συγκεκριμένα στις 2/6/2009 για την Tomcot και στις 5/6/2009 για την Orange Red. Η συλλογή περιελάμβανε καρπούς από όλο το δένδρο. Ακολούθως οι καρποί αυτοί μεταφέρονταν προσεκτικά μέσα σε πλαστικά κιβώτια (καφάσια) τοποθετημένοι σε στρώσεις με εφημερίδες ενδιάμεσα. Η μεταφορά γινόταν την ίδια ημέρα από το χωράφι στο εργαστήριο εντός 3 ωρών.

Την ημέρα της συγκομιδής μετά την άφιξη των καρπών στο εργαστήριο ακολούθησαν οι μετρήσεις του νωπού βάρους, των διαστάσεων, του χρώματος και της συνεκτικότητας ενώ την επόμενη μετρήθηκαν η περιεκτικότητα των καρπών σε στερεά διαλυτά συστατικά, το pH και η συνολική ογκομετρούμενη οξύτητα του χυμού σε καρπούς που αποθηκεύθηκαν εντός πλαστικών σακούλων στο ψυγείο για μία ημέρα. Οι ίδιες μετρήσεις εφαρμόστηκαν σε καρπούς και των δύο ποικιλιών που είχαν παραμείνει για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (shelf life) στους 20° C (στις 6/6/2009 και 9/6/2009 για την Tomcot και την Orange Red αντίστοιχα).

Επιπλέον την ημέρα της συγκομιδής (στις 2/6/2009 για την Tomcot και στις 5/6/2009 για την Orange Red) και την ημέρα κατά την οποία οι καρποί είχαν παραμείνει εκτός ψυγείου για χρονικό διάστημα 4 ημερών (στις 6/6/2009 και 9/6/2009 για την Tomcot και την Orange Red αντίστοιχα) τοποθετήθηκαν 8 με 9 καρποί από κάθε επανάληψη της κάθε επέμβασης (κάθε επέμβαση αποτελείται από 4 επαναλήψεις) μέσα σε πλαστικές σακούλες εντός του καταψύκτη στους -25°C για τις μετρήσεις των ολικών φαινολικών ουσιών, των ολικών ορθοδιφαινολών, των ολικών φλαβονοειδών, των ολικών φλαβονολών και των αντιοξειδωτικών με τις μεθόδους FRAP και DPPH.

Σε καρπούς που είχαν παραμείνει στον καταψύκτη και σε φύλλα που είχε αφαιρεθεί η υγρασία και συντηρούνταν σε ξηραντήρα με αφυδατικό υλικό μετρήθηκαν τα θρεπτικά στοιχεία.

2.5 Κατασκευή σιγμοειδούς καμπύλης ανάπτυξης

Ο ρυθμός ανάπτυξης των καρπών βερικοκιάς ακολουθεί την διπλή σιγμοειδή καμπύλη. Για την κατασκευή της πάρθηκαν μετρήσεις χρησιμοποιώντας ψηφιακό παχύμετρο (Starrett, 727 Series, Athol, New England, USA) ακρίβειας δευτέρου δεκαδικού mm από 5 καρπούς από τις 4 επαναλήψεις της κάθε επέμβασης. Οι μετρήσεις παίρνονταν κατά μέσο όρο με συχνότητα περίπου 10 ημερών. Οι ημερομηνίες των μετρήσεων ήταν οι ακόλουθες: 4/4/2009 (μόνο για τη Tomcot καθώς η Orange Red βρισκόταν στο στάδιο της άνθισης), 15/4/2009, 24/4/2009, 2/5/2009, 10/5/2009, 26/5/2009, καθώς και την ημέρα της συγκομιδής της κάθε ποικιλίας δηλαδή στις 2/6/2009 (Tomcot) και στις 5/6/2009 (Orange Red).

2.6 Διαστάσεις καρπών

Ο προσδιορισμός της διαμέτρου των καρπών (της απόστασης των δύο παρειών) και του μήκους των καρπών (της απόστασης του σημείου πρόσφυσης του καρπού με αυτό του ποδίσκου και της βάσης του καρπού) υπολογίστηκε με την χρήση του ψηφιακού παχύμετρου που κατασκευάστηκε η διπλή σιγμοειδής καμπύλη. Για τις μετρήσεις των διαστάσεων (μήκους, πλάτους) επιλέχθηκαν αντιπροσωπευτικά 8 υγιή βερίκοκα από κάθε επανάληψη της κάθε επέμβασης.

2.7 Βάρος καρπών

Ο προσδιορισμός του βάρους των καρπών πραγματοποιήθηκε σε βαθμονομημένο ζυγό (ακρίβειας δευτέρου δεκαδικού του g) (Kern 470, Kern and Sohn, GmbH, Germany). Οι τιμές του βάρους αποτελούνται από τους μέσους 8 καρπών που επιλέχθηκαν αντιπροσωπευτικά από κάθε επανάληψη της κάθε επέμβασης. Κακοσχηματισμένοι ή ασθενικοί καρποί δεν περιλήφθηκαν στην μέτρηση.

2.8 Χρώμα φλοιού και σάρκας

Η μέτρηση του χρώματος των καρπών τόσο στον φλοιό (στην περιοχή των δύο παρειών) όσο και στην σάρκα (στην περιοχή των τομών στις παρειές) πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της χρωματομετρίας χρησιμοποιώντας το διαφορικό χρωματόμετρο ανάκλασης Minolta CR-300 (Minolta, Osaka, Japan). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή ο καρπός φωτίζεται με λευκό φως για μικρά χρονικά διαστήματα και το

φως αντανακλάται από την επιφάνεια του καρπού αναλύεται από ειδικά φωτοκύτταρα ώστε να προκύψουν οι τιμές των ακόλουθων συνιστωσών.

Η αρχή λειτουργίας του χρωματόμετρου βασίζεται στον υπολογισμό τριών συνιστωσών βάση του χρωματικού μοντέλου της CIE (Commission Internationale De L' Eclairage) L^* , a^* και b^* . Το L^* αποτελεί την έκφραση της φωτεινότητας (φωτεινό σκοτεινό), το a^* της απόχρωσης του κόκκινου πράσινο και το b^* της απόχρωσης του κίτρινου μπλε. Πιο συγκεκριμένα οι θετικές τιμές του a^* εκφράζουν το κόκκινο ενώ οι αρνητικές το πράσινο και αντιστοίχως οι θετικές του b^* το κίτρινο και οι αρνητικές το μπλε χρώμα.

Η χρωματική πυκνότητα C^* (Chroma) προσδιορίζει την συγκέντρωση δηλαδή την ένταση ή την καθαρότητα του χρώματος ή διαφορετικά τη σχέση μεταξύ της έντασης και της φωτεινότητας της απόχρωσης που μελετάται και υπολογίζεται από τον τύπο: $C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$.

Η χροιά (h°) (Hue angle) προσδιορίζει την απόχρωση βάση του κυρίαρχου χρώματος. Η χροιά μετριέται σε μοίρες παίρνοντας τιμές $0^\circ - 90^\circ$ για το κίτρινο, $90^\circ - 180^\circ$ για το πράσινο, $180^\circ - 270^\circ$ για το μπλε και $270^\circ - 360^\circ$ για το κόκκινο.

Για τον υπολογισμό του παράγοντα h° διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις:

$h^\circ = \arctangent (b^* a^{*-1})$ όταν $a^* > 0$ και $b^* \geq 0$

$h^\circ = 0^\circ$ όταν $a^* = 0$ και $b^* = 0$

$h^\circ = 90^\circ$ όταν $a^* = 0$ και $b^* > 0$

$h^\circ = 180^\circ + \arctangent (b^* a^{*-1})$ όταν $a^* < 0$

$h^\circ = 270^\circ$ όταν $a^* = 0$ και $b^* < 0$

$h^\circ = 360^\circ + \arctangent (b^* a^{*-1})$ όταν $a^* > 0$ και $b^* < 0$.

Για την μέτρηση των παραμέτρων του χρώματος λαμβάνονταν 2 μετρήσεις στις περιοχές των παρειών από 8 αντιπροσωπευτικά βερίκοκα για τη κάθε επανάληψη της κάθε επέμβασης (Mc Guire 1992).

2.9 Συνεκτικότητα καρπών

Ο προσδιορισμός της συνεκτικότητας της σάρκας του βερίκοκου πραγματοποιήθηκε με βάση τη δύναμη που απαιτείται για τη διάτρηση του καρπού ενώ έχει προηγηθεί αφαίρεση φλοιού στις δύο παρειές με μαχαίρι κουζίνας με εγκάρσιες παράλληλες τομές διαμέτρου 1 με 1,5 cm (Crisosto et al. 2003). Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονικό πενετρόμετρο (53205 Fruit Pressure tester, TR Turoni S.r.l., Forli, Italy) με διάμετρο βελόνας 0,8 cm. Οι τιμές της δύναμης διάτρησης της σάρκας εκφράζονταν σε lb. Κατά την εκτέλεση των μετρήσεων ο καρπός τοποθετούνταν στο επίπεδο βάθρο του οργάνου έτσι ώστε η είσοδος της βελόνας να γίνεται κατακόρυφα στις δύο παρειές του βερίκοκου. Η είσοδος της βελόνας διακοπτόταν όταν αυτή είχε εισέλθει στον καρπό από την παρειά σε βάθος μέχρι την χαραγή του οργάνου (0,7 cm). Την στιγμή εκείνη σημειωνόταν η τιμή που έδειχνε το όργανο, στην συνέχεια επέστρεφε η βελόνα στην αρχική της θέση και μηδενιζόταν το όργανο για να ακολουθήσει η επόμενη μέτρηση. Από κάθε καρπό λαμβάνονταν δύο τιμές στις δύο παρειές και από αυτές προέκυπτε ο μέσος όρος της συνεκτικότητας του κάθε καρπού. Οι τιμές της συνεκτικότητας αποτελούνται από τους μέσους 8 καρπών που επιλέχθηκαν αντιπροσωπευτικά από κάθε επανάληψη της κάθε επέμβασης.

2.10 Περιεκτικότητα καρπών σε διαλυτά στερεά συστατικά

Η περιεκτικότητα των καρπών σε ολικά διαλυτά στερεά υπολογίστηκε με διαθλασίμετρο χειρός (Atago hand refractometer 8469, Atago Co. Ltd., Tokyo, Japan) και εκφράστηκαν ως °Brix (Crisosto et al. 2003). Κατά τη διαδικασία αυτή στιβόταν ένας καρπός και παίρνοντας τη δεύτερη σταγόνα χρησιμοποιώντας τουλουπάνι ώστε να πέσει πάνω στο διαθλασίμετρο, διαβάζονταν η αντίστοιχη ένδειξη του οργάνου στους 20°C ενώ όπου χρειαζόταν γινόταν η απαραίτητη διόρθωση της τιμής (προστίθονταν ή αφαιρούνταν 0,2 °Brix για κάθε βαθμό °C πάνω ή κάτω από τους 20°C αντίστοιχα). Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε 5 φορές σε κάθε επανάληψη της κάθε επέμβασης.

2.11 pH χυμού

Το pH ή ενεργός οξύτητα εκφράζει την συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου σε ένα υδατικό διάλυμα (στη συγκεκριμένη περίπτωση στο διάλυμα αραιωμένου χυμού 1:1). Για την μέτρηση του pH απαιτήθηκε η χυμοποίηση 4 βερικόκων από κάθε επέμβαση με τη βοήθεια απλού ηλεκτρικού αποχυμωτή. Με τη βοήθεια πιπέτας 20 ml χυμού μεταφέρονταν σε ένα ποτήρι ζέσεως όπου αραιωνόταν με νερό σε αναλογία 1:1. Κατά την απλή ανάδευση του αραιωμένου χυμού με τη χρήση μαγνήτη υπολογιζόταν το pH του χυμού με το πεχάμετρο (pH meter 3310, Jenway, Essex, England).

2.12 Συνολική ογκομετρούμενη οξύτητα

Η ογκομετρούμενη οξύτητα αποτελεί δείκτη της έντασης της όξινης γεύσης. Ο προσδιορισμός της γίνεται με τιτλοδότηση σε αλκαλικό διάλυμα μέχρι την εξουδετέρωση των ελεύθερων καρβοξυλομάδων (COO⁻).

Στην ποσότητα του αραιωμένου χυμού που μετρήθηκε το pH μετρήθηκε και η οξύτητα του χυμού πραγματοποιώντας τιτλοδότηση με πρότυπο διάλυμα NaOH 0,1N (Panreac, Barcelona Spain) έως ότου το pH του διαλύματος να φτάσει το 8,2. Η οξύτητα εκφράστηκε με τη περιεκτικότητα του χυμού σε μηλικό οξύ και υπολογίστηκε από τον τύπο (Nielsen 2010):

$$\% \text{ μηλικό οξύ (wt/vol)} = \frac{[\text{Normality (NaOH)} \times V (\text{NaOH}) \times \text{Eq wt (μηλικού οξέος)} \times 100]}{[W (\text{Δείγματος}) \times 1000]}$$

ο οποίος συνήθως στις τιτλοδοτήσεις χυμών καρπών μετατρέπεται συνήθως στους παρακάτω τύπους (αντί για το βάρος (W) χρησιμοποιείται ο όγκος (V) του δείγματος) όπου ανάλογα με τα διαλυτά στερεά των χυμών οι τιμές των οξέων που προκύπτουν μπορεί να είναι υψηλότερες κατά 1 έως 6%:

$$\% \text{ μηλικό οξύ (wt/vol)} = \frac{[\text{Normality (NaOH)} \times V (\text{NaOH}) \times \text{Eq wt (μηλικού οξέος)} \times 100]}{[V (\text{Δείγματος}) \times 1000]} = \frac{[\text{Normality (NaOH)} \times V (\text{NaOH}) \times \text{Eq wt}]}{[V (\text{Δείγματος}) \times 10]}$$

Όπου

Normality (NaOH): η κανονικότητα NaOH (mEq/ml ή Eq/L)

V(NaOH): το NaOH 0,1N που καταναλώθηκε (ml)

$Eq \text{ wt}$: γραμμοϊσοδύναμα μηλικού οξέος (Μοριακό Βάρος/Ισοδύναμα ανά mole=134,09/2=67,05) (mg/mEq)

V (Δείγματος): ο χυμός που χρησιμοποιήθηκε (ml)

και διαιρούμε με 1000 για να μετατρέψουμε τα mg σε g (mg/g)
οπότε το % μηλικού οξέος (wt/vol) εκφράζεται σε (g/100 ml).

2.13 Συλλογή φύλλων

Αρχικά συλλέχθηκαν φύλλα (στις 17/7/2009) και τα οποία μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο με πλαστικές σακούλες εντός φορητού ψυγείου ενσωματωμένο με παγοκύστες για την παρεμπόδιση της αφυδάτωσης εντός 24 ωρών (στις 18/7/2009). Τα φύλλα αυτά προορίστηκαν για τον προσδιορισμό της χλωροφύλλης, της αναλογίας ξηρού προς φρέσκου βάρους φύλλων και των θρεπτικών στοιχείων των φύλλων.

2.14 Χλωροφύλλη

Για την μέτρηση της χλωροφύλλης χρησιμοποιήθηκε η συσκευή CCM-200 (Opti-Sciences, Inc). Οι μετρήσεις βασίστηκαν στην αρχική κατασκευή δύο καμπυλών αναφοράς, μία για κάθε ποικιλία (Tomcot και Orange Red) με μεταβλητές την ένδειξη της συσκευής κατά την μέτρηση πάνω στο φύλλο του δένδρου και την συγκέντρωση της χλωροφύλλης των αντίστοιχων φύλλων όπως προσδιορίστηκε στο εργαστήριο.

Από τα φύλλα κόπηκαν δισκία συνολικού βάρους 40 με 50mg με τρυπητήρι χαρτιών και τοποθετήθηκαν σε σωλήνα φάλκον (χωρητικότητας 50ml) και πραγματοποιήθηκε εκχύλιση 2 φορές με 5 ml 80% v/v ακετόνη στο Ultra Turrax (T25 Basic, IKA Labordecknik, Germany) ώστε να μην υπάρχουν τμήματα φυτικού ιστού. Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε φυγοκέντριση για 5 min στις 4000 στροφές/min. Ακολούθως λήφθηκε το υπερκείμενο και η μέτρηση της απορρόφησης πραγματοποιήθηκε σε φωτόμετρο UV-Visible (Helios Gamma & Delta, Spectronic Unicam, Mercers Row, Cambridge, United Kingdom) στα 663nm και 645nm. Για τον υπολογισμό της χλωροφύλλης (Lichtenthaler et al. 1983) χρησιμοποιήθηκαν οι τύποι:

Χλωροφύλλη α (Chl a) (μg/ml Φ.Β.) = 11,64 x Απορρόφηση (Abs)₆₆₃ - 2,16 x Απορρόφηση (Abs)₆₄₅

Χλωροφύλλη β (Chl b) (μg/ml Φ.Β.) = 20,97 x Απορρόφηση (Abs)₆₄₅ - 3,94 x Απορρόφηση (Abs)₆₆₃

Χλωροφύλλη ολική (Chl a+b) (μg/ml Φ.Β.) = 18,81 x Απορρόφηση (Abs)₆₄₅ + 7,7 x Απορρόφηση (Abs)₆₆₃

2.15 Λόγος ξηρού προς φρέσκου βάρους φύλλων και σάρκας καρπών

Η αναλογία ξηρού προς φρέσκου βάρους φύλλων και καρπών δημιουργήθηκε μετά τις μετρήσεις του φρέσκου και του ξηρού βάρους φύλλων και καρπών αντίστοιχα. Συγκεκριμένα τα φύλλα μετά την συλλογή τους πλύθηκαν σε λεκάνη με νερό, στεγνώθηκαν με χαρτί κουζίνας και απλώθηκαν σε δίσκους προκειμένου να στεγνώσουν πλήρως κατόπιν αφαιρέθηκε ο μίσχος τους και μετρήθηκε το φρέσκο βάρος σε βαθμονομημένο ζυγό (ακρίβειας δευτέρου δεκαδικού του g) (Kern 470, Kern and Sohn, GmbH, Germany). Αντίστοιχα μετρήθηκε και το φρέσκο βάρος των καρπών μετά από πλύσιμο και στέγνωμα. Το ξηρό βάρος τόσο των καρπών όσο και των φύλλων μετρήθηκε μετά την παραμονή τους στον φούρνο για την απομάκρυνση της περιεχόμενης υγρασίας. Η διάρκεια παραμονής φύλλων και καρπών στο φούρνο (Memmert GmbH and Co. KG, Schwabach, Germany) στους 65 °C ήταν 7 ημέρες.

2.16 Περιεκτικότητα καρπών και φύλλων σε ασβέστιο, μαγνήσιο και τιτάνιο

Η μέτρηση της περιεκτικότητας καρπών και φύλλων σε ασβέστιο, μαγνήσιο και τιτάνιο πραγματοποιήθηκε σε διαλύματα που προέκυψαν από την διαδικασία της υγρής καύσης με την χρήση του ICP. Συγκεκριμένα ζυγίστηκε 1 g κονιορτοποιημένου αποξηραμένου ιστού και τοποθετήθηκε σε ποτήρι ζέσεως. Στην συνέχεια εντός απαγωγού εστίας προστέθηκαν 5 ml πυκνού HNO₃ 65% (Merck, Pro Analysis) καλύφθηκαν με υάλινο τριβλίο και παρέμειναν για ένα βράδυ (περίπου 12 με 14 ώρες). Μετά την πάροδο του χρονικού αυτού διαστήματος τα ποτήρια με τα δείγματα και το HNO₃ μεταφέρθηκαν σε απαγωγό εστία με θερμαντική εστία παραμένοντας στην θερμαντική πλάκα για 1 ώρα στους 60 °C. Ακολούθως προστέθηκαν 5 ml HClO₄ 70% (Ferak GmbH, Berlin, Germany) και παρέμειναν για άλλες 3 ώρες στους 60 °C ενώ ενδιάμεσα σε αυτό το χρονικό διάστημα προσθέτονταν άλλα 5 ml HClO₄ προκειμένου να μην μείνουν τα ποτήρια χωρίς διάλυμα οξέος. Ακολούθως απομακρύνονταν τα τριβλία για να κρυσώσουν και προσθέτονταν 10 ml απεσταγμένο νερό. Στην συνέχεια ακολουθούσε διήθηση του διαλύματος με φίλτρα (Rundfilter ø90mm MN615) (Macherey-Nagel GmbH & Co. KG, Postfach, Germany) σε πλαστικά μπουκαλάκια και αραιώση μέχρι τα 25 ml. Τα διηθήματα αυτά μεταγγίστηκαν σε κατάλληλους υποδοχείς του ICP από όπου και μετρήθηκαν τα στοιχεία. Χρησιμοποιήθηκε απεσταγμένο νερό με οξίνιση 5% HNO₃ (Merck). Τα αποτελέσματα των δειγμάτων δόθηκαν σε ppb.

2.16.1 Ανάλυση των αποτεφρωμένων δειγμάτων

Η ανάλυση των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε με φασματοφωτομετρία ατομικής εκπομπής με υψηλής διασποράς επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα αργού (Ar) χρησιμοποιώντας το Prodigy High Dispersion (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry, ICP-AES) εξοπλισμένο με ακτινωτό πυρσό (radial torch) και με αυτόματο δειγματολήπτη 88 θέσεων (Teledyne Leeman Labs, 6 Wentworth Drive Hudson, NH 03051 U.S.A.). Ουσιαστικά πρόκειται για μία σύγχρονη μέθοδο στοιχειακής ανάλυσης που βασίζεται στην εκπομπή στοιχειακής ακτινοβολίας από

άτομα ή ιόντα που δημιουργούνται από το δείγμα, το οποίο βρίσκεται υπό μορφή διαλύματος, με τη βοήθεια πλάσματος αργού υψηλής ενέργειας.

Η δημιουργία του πλάσματος βασίζεται στην εφαρμογή ενός ισχυρού ηλεκτρομαγνητικού πεδίου υψηλής ραδιοσυχνότητας σε πηνίο χαλκού. Εν συντομία τα πλεονεκτήματα που παρέχει το ICP είναι: πληρέστερη ατομοποίηση, απουσία χημικών ή ιοντικών παρεμποδιστών, ομοιόμορφη κατανομή θερμοκρασιών και γραμμικές καμπύλες βαθμονόμησης.

2.17 Ολικές φαινολικές ουσίες

Ο προσδιορισμός των ολικών φαινολικών ουσιών στους καρπούς πραγματοποιήθηκε ακολουθώντας τη μέθοδο Folin-Ciocalteu σύμφωνα με τους Roussos et al. (2001). Κατεψυγμένος ιστός βερίκοκων που είχε προηγουμένως τριφθεί με την βοήθεια τρίφτη μαγειρικής και τοποθετηθεί σε κυλινδρικούς σωλήνες φάλκον (χωρητικότητας 50ml) και εκχυλίστηκε με μεθανόλη (αναλυτικής καθαρότητας Merck) 80%. Συγκεκριμένα ζυγίστηκε 1g ιστού και προστέθηκαν 10ml μεθανόλη 80% σε σωλήνες φυγοκέντρισης. Ακολούθησε φυγοκέντρωση στις 4000 στροφές για 6 min και το υπερκείμενο μεταφέρθηκε σε πλαστικούς σωλήνες (χωρητικότητας 10ml) το οποίο χρησιμοποιήθηκε στις μετρήσεις ολικών φαινολικών, ορθοδιφαινολών, φλαβονοειδών και φλαβονολών.

Σε 3,95ml απεσταγμένου νερού προστέθηκαν 50μl του υπερκείμενου και ακολούθησε ανάδευση με συσκευή vortex. Στην συνέχεια προστέθηκαν 0,25ml αντιδραστήριου Folin-Ciocalteu (Merck), πραγματοποιήθηκε ανάδευση και μετά από 1min προστέθηκαν 0,75ml άνυδρου διαλύματος Na_2CO_3 (20g/100ml) (Merck) και έγινε για άλλη μια φορά ανάδευση. Μετά από 2 ώρες μετρήθηκε η απορρόφηση στο φωτόμετρο UV-Visible (Helios Gamma & Delta, Spectronic Unicam, Mercers Row, Cambridge, United Kingdom) στα 760nm. Η καμπύλη αναφοράς δημιουργήθηκε με πρότυπη ένωση γαλλικού οξέος (gallic acid, 3,4,5-Trihydroxybenzoic acid) (Sigma) συγκεντρώσεων 0 έως 600 ppm.

2.18 Ολικές όρθοδιφαινόλες

Για τον προσδιορισμό των ολικών ορθοδιφαινολών εφαρμόστηκε η μέθοδος των Roussos et al. (2001). Σε 900μl απεσταγμένου νερού προστέθηκαν 100μl υπερκείμενου και αναδεύτηκαν. Στην συνέχεια προστέθηκαν 1ml phosphate buffer 0,1M pH 5,8 (δημιουργήθηκε με προσθήκη 2,50 g KH_2PO_4 (BDH, Analar) και 0,2786 g K_2HPO_4 (BDH, Analar) σε 200ml απεσταγμένου νερού) και ακολούθησε ανάδευση. Στην συνέχεια προστέθηκαν 2ml Na_2MoO_4 (5% w/v) (BDH, Analar) και αναδεύτηκαν. Μετά από 15min μετρήθηκε η απορρόφηση στο φωτόμετρο UV-Visible (Helios Gamma & Delta, Spectronic Unicam, Mercers Row, Cambridge, United Kingdom) στα 370nm. Για την καμπύλη αναφοράς χρησιμοποιήθηκε καφεϊκό οξύ (caffaic acid, 3,4Dihydroxycinnamic acid) (Sigma) συγκεντρώσεων 0 έως 400 ppm.

2.19 Ολικά φλαβονοειδή

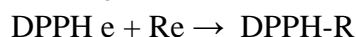
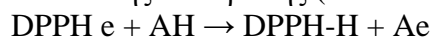
Τα ολικά φλαβονοειδή υπολογίστηκαν σύμφωνα με τη μέθοδο των Meyers et al. (2003). Αρχικά ελήφθησαν 500ml υπερκείμενου και 2ml απεσταγμένου νερού τα οποία αναδεύτηκαν. Στην συνέχεια προστέθηκαν 0,15ml NaNO₂ (5g/100 ml H₂O) (Merck pro Analyti) και αναδεύτηκαν. Μετά από την πάροδο 5min προστέθηκαν 0,15ml AlCl₃ (10g/100 ml H₂O) (BDH, Limited Poole England GPR) και ακολούθησε vortex. Μετά από 6min προστέθηκε 1ml NaOH 1N (BDH, Analar) το μίγμα αναδεύτηκε και προστέθηκε 1,2ml απεσταγμένου H₂O ακολούθησε ανάδευση με vortex και μετρήθηκε η απορρόφηση στα 510nm. Για την δημιουργία της καμπύλης αναφοράς χρησιμοποιήθηκε κατεχίνη (+catechin, Hydrate Min 98%) (Sigma) συγκεντρώσεων 37,5 έως 600 ppm.

2.20 Ολικές φλαβανόλες

Ο προσδιορισμός των ολικών φλαβονολών στηρίχθηκε στη μέθοδο των Arnous et al. (2002). Σε 200ml υπερκείμενου προστέθηκαν 4ml αντιδραστήριο chromogen και ακολούθησε ανάδευση με vortex. Για την παρασκευή του chromogen χρησιμοποιήθηκαν 25mg 4-dimethylaminocinnamaldehyde (Kochlight Laboratories, Coinbrook Bucks, England) σε 25 % v/v πυκνού HCl (BDH, Analar) σε μεθανόλη 80% (Fischer Scientific). Μετά από 10min μετρήθηκε η απορρόφηση στα 640nm χρησιμοποιώντας κατεχίνη (+catechin, Hydrate Min 98%) (Sigma) για την δημιουργία της καμπύλης αναφοράς και για μάρτυρα απεσταγμένο H₂O.

2.21 Εκτίμηση αντιοξειδωτικής ικανότητας με τη μέθοδο DPPH

Η χρήση της DPPH[•] παρέχει έναν εύκολο και γρήγορο τρόπο εκτίμησης της δράσης των αντιοξειδωτικών απέναντι στις ελεύθερες ρίζες. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή για να εκτιμηθεί η αντιοξειδωτική ικανότητα εκχυλισμάτων, αυτά αφήνονται να αντιδράσουν με την σταθερή οργανική ρίζα αζώτου 2,2-διφαινυλο-1-πικρυλ-υδραζυλιο (2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl, DPPH[•]) σε διάλυμα μεθανόλης. Η μείωση του DPPH[•] παρακολουθείται κατά την διάρκεια της αντίδρασης από αντίστοιχη μείωση της απορρόφησης στο σταθερό μήκος κύματος των 515nm βάση της ακόλουθης αντίδρασης (Brand-Williams et al. 1995):



Για τον προσδιορισμό των αντιοξειδωτικών με την μέθοδο DPPH (Ferreira et al. 2007) αρχικά παρασκευάστηκε το διάλυμα DPPH 0,1mM. Συγκεκριμένα για την παρασκευή του διαλύματος DPPH 0,1mM διαλύθηκαν 19,7g DPPH (2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl) (Sigma Aldrich) σε 5ml μεθανόλης και ακολούθως 1ml από το διάλυμα που δημιουργήθηκε αραιώθηκε σε 100ml μεθανόλης. Ακολούθως 0,3ml υπερκείμενου αναμειχθηκαν με vortex με 2ml διαλύματος DPPH 0,1mM. Μετά την ανάδευση το διάλυμα παρέμεινε σε σκοτεινό χώρο σε θερμοκρασία δωματίου για 30min και ακολούθως μετρήθηκε η απορρόφηση στα 517nm. Για μάρτυρας χρησιμοποιήθηκε μεθανόλη 100% και για το control πραγματοποιήθηκε ανάμειξη 0,3ml μεθανόλη 80% και 2ml διαλύματος DPPH 0,1mM.

Ο συντελεστής απόσβεσης υπολογίστηκε με βάση τον παρακάτω τύπο: (Cheel et al. 2007):

Αναστολή (%) = [(1-απορρόφηση δείγματος)/απορρόφηση control] x 100

2.22 Εκτίμηση αντιοξειδωτικής ικανότητας με τη μέθοδο FRAP

Η δοκιμή FRAP αποτελεί μια γρήγορη και άμεση φασματοφωτομετρική μέθοδο υπολογισμού της συνολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας ενός εκχυλίσματος. Σε συνθήκες χαμηλού pH χρησιμοποιείται σε στοιχειομετρική περίσσεια το σύμπλοκο Fe^{+3} -τριπυρίδυλο-τριαζίνη (ferric2,4,6Tri(2pyridil)-1,3,5triazine, Fe^{+3} -TPTZ) που ανάγεται εύκολα σε δισθενή μορφή (Fe^{+2}) με επακόλουθη μετατροπή του χρώματος του διαλύματος από άχρωμο σε έντονο μπλε και μέγιστο απορρόφησης στα 593nm (Benzie et al. 1996).

Σύμφωνα με την μέθοδο FRAP (Ferreira et al. 2007) που ακολουθήθηκε πάρθηκαν 50ml αραιωμένου δείγματος και 1,5ml φρέσκο διάλυμα FRAP (που είχε παρασκευαστεί την ίδια ημέρα), παρέμειναν στο υδατόλουτρο στους 37° C για 4 με 5 min και μετρήθηκε η απορρόφηση στα 593nm. Για την παρασκευή του διαλύματος FRAP ελήφθησαν τα παρακάτω αντιδραστήρια (a, b και c) σε αναλογία 10:1:1. Τα αντιδραστήρια ήταν:

a. 0,3M acetate buffer. Δημιουργήθηκε με διάλυση 3,1g οξικού νατρίου (Sodium acetate Na-acetate) σε 16ml παγωμένου οξικού οξέος (CH_3COOH , ACOOH , Panreac, Barcelona, Spain) και αραιώση σε τελικό όγκο 100ml νερού.

b. 10ml TPTZ. Δημιουργήθηκε με διάλυση 0,312g TPTZ (2,4,6Tri(2pyridil)-1,3,5triazine 98%, Alfa Aesar, Ward Hill, Massachusetts, USA) σε 100ml HCl 40mM (96 ml απεσταγμένου H_2O σε 4ml HCl 1M, BDH, Analar).

c. 20mM $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Merck) (0,54g FeCl_3 σε 100ml νερού).

Για την καμπύλη αναφοράς χρησιμοποιήθηκε Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8 tetramethylchromane-2-carboxylic acid 97%, Aldrich). Για τα 1000μM Trolox διαλύθηκαν 12,9mg Trolox σε 2-3ml μεθανόλης και αραιώθηκαν σε τελικό όγκο 50ml με απεσταγμένο νερό.

2.23 Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων

Οι μετρήσεις των καρπών του πειράματος αρχικά αναλύθηκαν ως μονοπαραγοντικό για την κάθε ποικιλία και το κάθε στάδιο ωρίμανσης των καρπών ξεχωριστά. Κατόπιν ακολούθησε επεξεργασία των δεδομένων ακολουθώντας την ιεραρχική ανάλυση της διασποράς τόσο ως προς τις δύο ποικιλίες όσο και ως προς τα δύο στάδια ωρίμανσης. Τα δεδομένα των αποτελεσμάτων αποτυπώθηκαν σε ραβδογράμματα και πίνακες. Η ανάλυση της πολλαπλής παλινδρόμησης πραγματοποιήθηκε για να διαπιστωθούν πιθανές σχέσεις. Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος Portable JMP 8 (Statpoint Inc., USA).

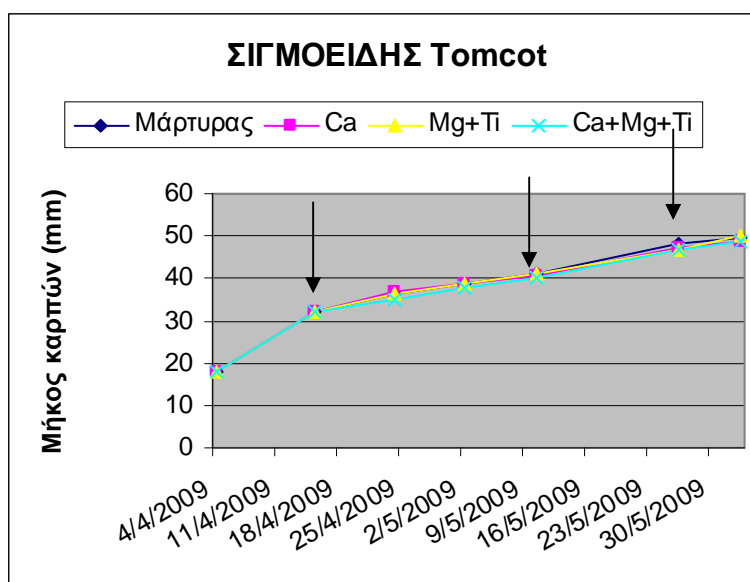
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Διαστάσεις καρπών

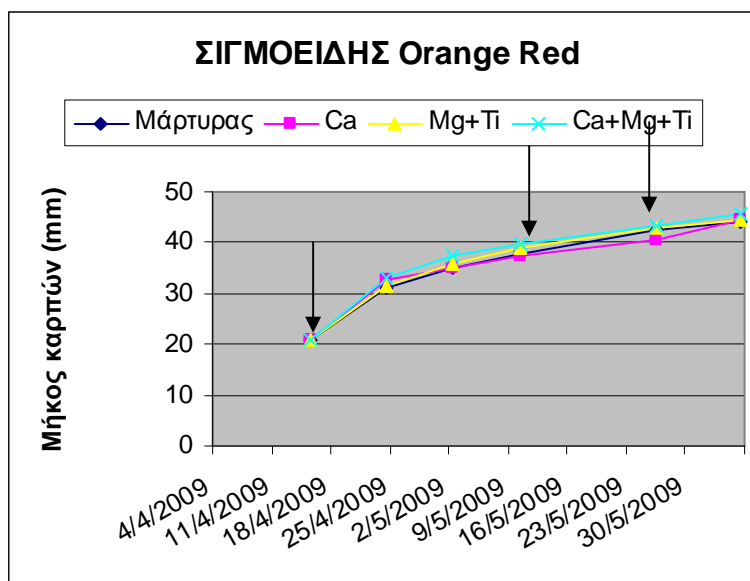
3.1.1 Καμπύλη ανάπτυξης καρπών

Η ανάπτυξη των καρπών των δύο ποικιλιών βερικοκιάς ακολούθησε τη διπλή σιγμοειδή καμπύλη (Σχεδιαγράμματα 1 και 2). Μετρήσεις στο μήκος των καρπών πάρθηκαν τόσο πριν την έναρξη των ψεκασμών (15 Απριλίου) όσο και μετά από αυτή έως την ημέρα της συγκομιδής.

Στη ποικιλία Tomcot δεν καταγράφηκαν διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και του μάρτυρα. Αντίθετα στη ποικιλία Orange Red υπήρξαν κάποιες διαφορές μεταξύ μάρτυρα και επεμβάσεων. Συγκεκριμένα στις 24/4/2009 η επέμβαση με Ca+Mg+Ti είχε μεγαλύτερο μήκος καρπών από τον αντίστοιχο μάρτυρα δίχως η διαφορά αυτή να είναι σημαντική. Στην επόμενη μέτρηση στις 2/5/2009 η επέμβαση με Ca+Mg+Ti είχε στατιστικά σημαντικά υψηλότερη τιμή μήκους καρπών από τον αντίστοιχο μάρτυρα και την επέμβαση με Ca δίχως να διαφέρει σημαντικά από την επέμβαση με Mg+Ti. Ακολούθως βέβαια οι διαφορές αυτές εξομαλύνθηκαν και σε αυτή τη ποικιλία με τη πάροδο του χρόνου προς τη συγκομιδή.



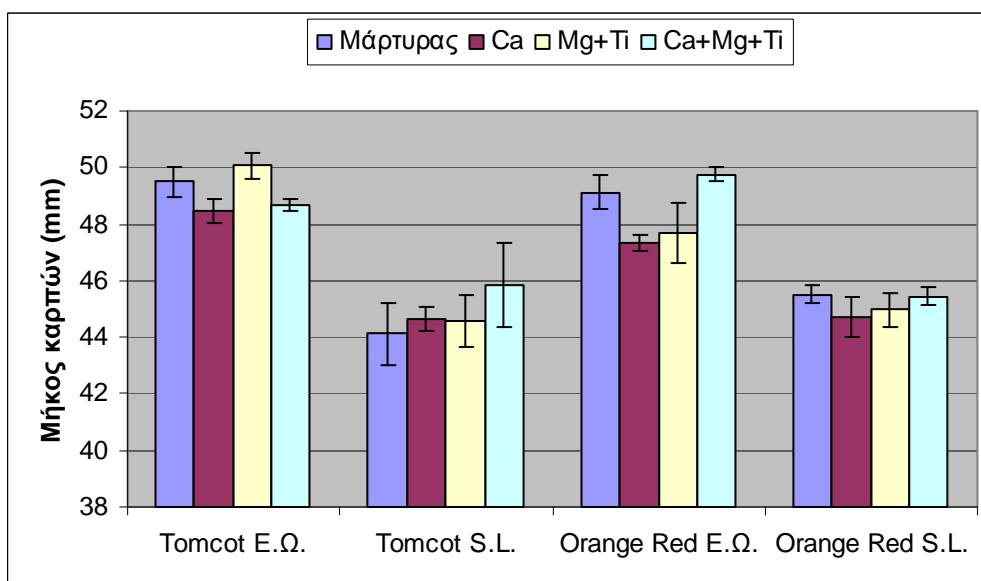
Σχεδιάγραμμα 1: Παρουσίαση σιγμοειδούς καμπύλης ανάπτυξης καρπών ποικιλίας Tomcot. Τα βέλη δείχνουν τις ημερομηνίες ψεκασμού.



Σχεδιάγραμμα 2: Παρουσίαση σιγμοειδούς καμπύλης ανάπτυξης καρπών ποικιλίας Orange Red. Τα βέλη δείχνουν τις ημερομηνίες ψεκασμού.

3.1.2 Μήκος καρπών

Το μήκος των καρπών και στις δύο ποικιλίες ανεξάρτητα με την επέμβαση ήταν μεγαλύτερο στο στάδιο της εμπορικής ωριμότητας από το αντίστοιχο της S.L.. Τη μεγαλύτερη τιμή μήκους παρουσίασε η Tomcot στην επέμβαση με Mg+Ti κατά την E.Ω. (50,06 mm) ενώ τη μικρότερη ο μάρτυρας της ίδιας ποικιλίας κατά τη S.L. (44,12 mm). Οι επεμβάσεις για την ίδια ποικιλία στο ίδιο στάδιο ωριμότητας δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους ούτε σε σχέση με τους αντίστοιχους μάρτυρες.



Σχεδιάγραμμα 3: Επίδραση των επεμβάσεων στο μήκος των καρπών των δύο ποικιλιών κατά το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας (E.Ω.) και ύστερα από τη διατήρησή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (S.L.). Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 4: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η Shelf Life στο μήκος των καρπών της κάθε ποικιλίας ξεχωριστά.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Tomcot	Orange Red
Επεμβάσεις	ns	ns
Ε.Ω.-S.L.	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x Ε.Ω.-S.L.	ns	ns

Επεξηγήσεις: Ε.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Σύμφωνα με την ανάλυση της διασποράς (πίνακας 4) η παραμονή των καρπών σε θερμοκρασία δωματίου για 4 ημέρες προκάλεσε σημαντική μείωση στο μήκος των καρπών και στις δύο ποικιλίες.

Πίνακας 5: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στο μήκος των καρπών κατά την εμπορική ωρίμανση και τη Shelf Life αντίστοιχα.

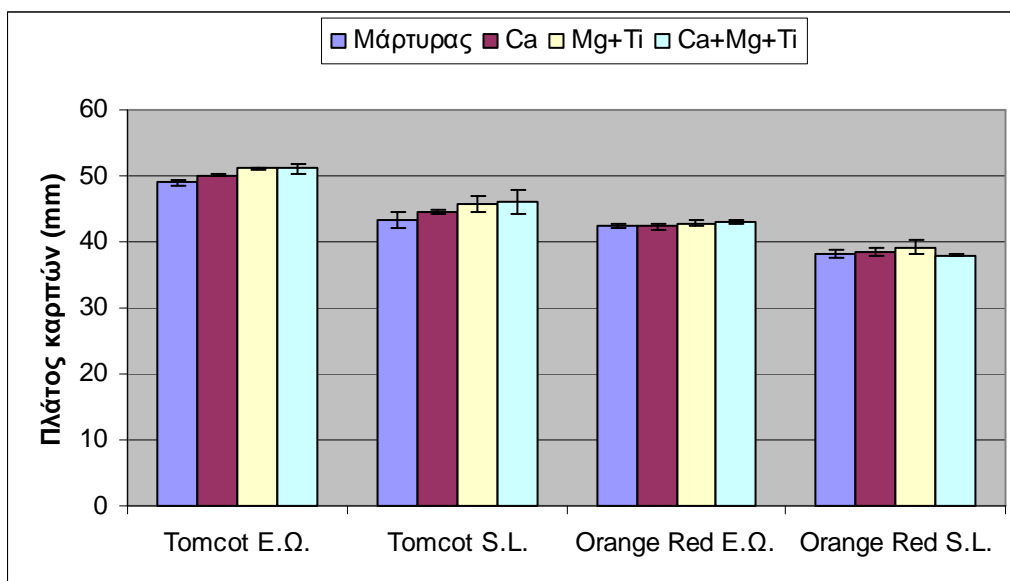
Πηγή Παραλλακτικότητας	Ε.Ω.	S.L.
Επεμβάσεις	ns	ns
Ποικιλία	ns	ns
Επεμβάσεις x Ποικιλία	p<0,05	ns

Επεξηγήσεις: Ε.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Στο στάδιο της συγκομιδής των καρπών υπήρξε αλληλεπίδραση επεμβάσεων και ποικιλίας και συγκεκριμένα η επέμβαση Mg+Ti της Tomcot διέφερε σημαντικά από την επέμβαση Ca της Orange Red. Αντίθετα κανένας παράγοντας δεν επέδρασε σημαντικά κατά τη S.L. (Πίνακας 5).

3.1.3 Πλάτος καρπών

Το πλάτος των καρπών και για τις δύο ποικιλίες ήταν υψηλότερο κατά την Ε.Ω. σε σύγκριση με τη S.L. ενώ οι καρποί της Tomcot παρουσίασαν υψηλότερες τιμές από αυτούς της Orange Red. Την υψηλότερη τιμή πλάτους παρουσίασε η Tomcot στην επέμβαση με Ca+Mg+Ti κατά την Ε.Ω. (51,09mm) ενώ τη χαμηλότερη η Orange Red στην ίδια επέμβαση κατά τη S.L. (37,99 mm). Οι καρποί των επεμβάσεων Mg+Ti και Ca+Mg+Ti είχαν μεγαλύτερο πλάτος σε σχέση με το μάρτυρα της Tomcot κατά την Ε.Ω..



Σχεδιάγραμμα 4: Επίδραση των επεμβάσεων στο πλάτος των καρπών των δύο ποικιλιών κατά το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας (E.Ω.) και ύστερα από τη διατήρησή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (S.L.). Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 6: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η Shelf Life στο πλάτος των καρπών της κάθε ποικιλίας ξεχωριστά.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Tomcot	Orange Red
Επεμβάσεις	ns	ns
E.Ω.-S.L.	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x E.Ω.-S.L.	ns	ns

Επεξηγήσεις: E.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Η ανάλυση της διασποράς έδειξε πως η shelf life μείωσε στατιστικά σημαντικά το πλάτος των καρπών και στις δύο ποικιλίες (Πίνακας 6).

Πίνακας 7: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στο πλάτος των καρπών κατά την εμπορική ωρίμανση και τη Shelf Life αντίστοιχα.

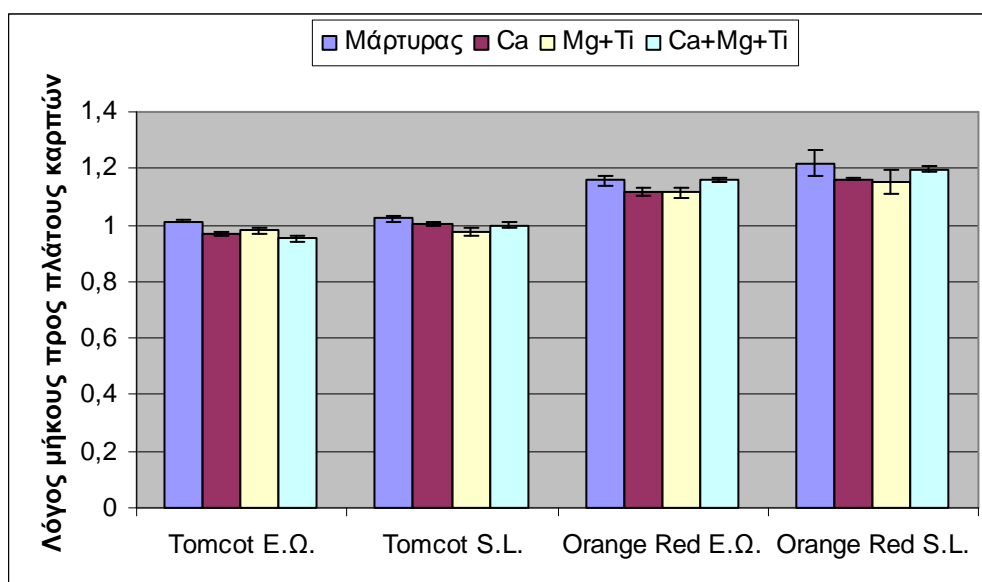
Πηγή Παραλλακτικότητας	E.Ω.	S.L.
Επεμβάσεις	ns	p<0,05
Ποικιλία	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x Ποικιλία	ns	ns

Επεξηγήσεις: E.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Στο στάδιο της εμπορικής ωριμότητας και σε αυτό της S.L. οι καρποί της ποικιλίας Tomcot είχαν σημαντικά μεγαλύτερο πλάτος καρπών από αυτούς της Orange Red. Μετά από παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου για 4 ημέρες οι επεμβάσεις ανεξαρτήτως ποικιλίας είχαν σημαντικά μεγαλύτερο πλάτος καρπών έναντι του μάρτυρα και η επέμβαση με Mg+Ti παρουσίασε σημαντικά υψηλότερο πλάτος καρπών έναντι της επέμβασης με Ca (Πίνακας 7).

3.1.4 Λόγος μήκους προς πλάτους καρπών

Ο λόγος μήκους προς πλάτους καρπών ήταν χαμηλότερος κατά την Ε.Ω. σε σύγκριση με τη S.L. και για τις δύο ποικιλίες σε κάθε επέμβαση. Η υψηλότερη τιμή του λόγου εμφανίστηκε στο μάρτυρα της Orange Red κατά τη S.L. (1,22) ενώ η χαμηλότερη στην επέμβαση με Ca+Mg+Ti κατά την Ε.Ω. της Tomcot (0,95). Όλες οι επεμβάσεις της Tomcot κατά την Ε.Ω. είχαν μειωμένο λόγο μήκους προς πλάτους καρπών σε σύγκριση με το μάρτυρα.



Σχεδιάγραμμα 5: Επίδραση των επεμβάσεων στο λόγο μήκους προς πλάτους των καρπών των δύο ποικιλιών κατά το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας (E.Ω.) και ύστερα από τη διατήρησή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (S.L.). Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 8: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η Shelf Life στο λόγο μήκους προς πλάτους των καρπών της κάθε ποικιλίας ξεχωριστά.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Tomcot	Orange Red
Επεμβάσεις	p<0,05	ns
E.Ω.-S.L.	p<0,01	p<0,05
Επεμβάσεις x E.Ω.-S.L.	p<0,05	ns

Επεξηγήσεις: E.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Όλες οι επεμβάσεις της Tomcot ανεξάρτητα με το στάδιο ωριμότητας των καρπών της είχαν σημαντικά μικρότερο λόγο μήκους προς πλάτους σε σχέση με το μάρτυρα, δίχως να παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ τους. Κατά τη shelf life της ίδιας ποικιλίας ο λόγος μήκους προς πλάτους ήταν σημαντικά υψηλότερος από αυτόν του σταδίου συγκομιδής. Από τις αλληλεπιδράσεις επεμβάσεων-σταδίου ωριμότητας της Tomcot ξεχωρίζουν η σημαντικά υψηλότερη τιμή του μάρτυρα κατά τη S.L. έναντι της επέμβασης Mg+Ti του ίδιου σταδίου ωριμότητας και οι σημαντικά υψηλότερες τιμές του μάρτυρα της E.Ω. έναντι των επεμβάσεων Ca και Ca+Mg+Ti του σταδίου της συγκομιδής. Ο αντίστοιχος λόγος της Orange Red αυξήθηκε σημαντικά κατά τη παραμονή των καρπών σε θερμοκρασία δωματίου (Πίνακας 8).

Πίνακας 9: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στο λόγο μήκους προς πλάτους των καρπών κατά την εμπορική ωρίμανση και τη Shelf Life αντίστοιχα.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Ε.Ω.	S.L.
Επεμβάσεις	ns	ns
Ποικιλία	p<,001	p<,001
Επεμβάσεις x Ποικιλία	p<,05	ns

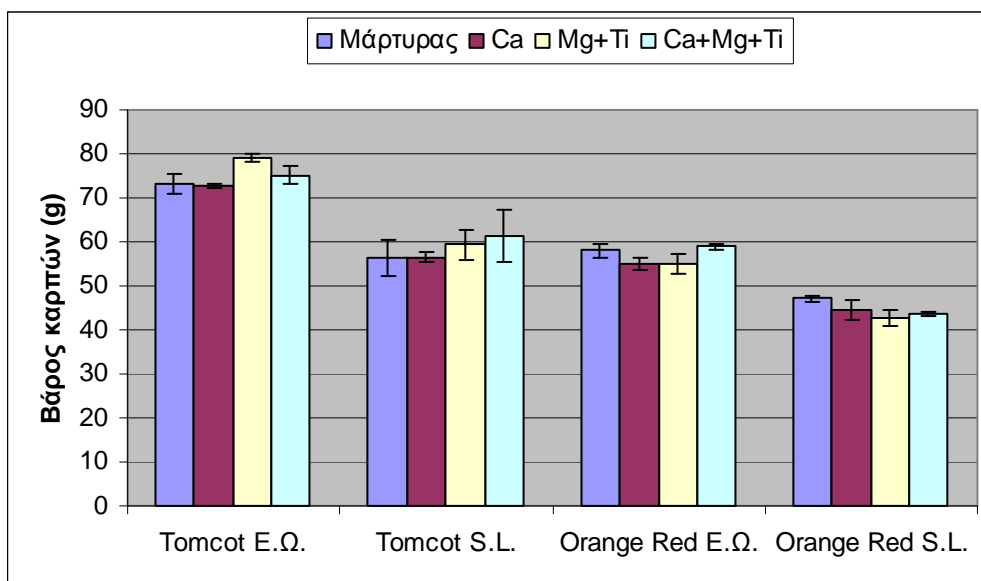
Επεξηγήσεις: Ε.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Κατά την εμπορική ωρίμανση και κατά τη shelf life η Orange Red είχε σημαντικά μεγαλύτερο λόγο μήκους προς πλάτους καρπών από αυτόν της Tomcot. Επιπλέον από τις αλληλεπιδράσεις επεμβάσεων-ποικιλίας του σταδίου της Ε.Ω. στο λόγο μήκους προς πλάτους των καρπών προκύπτει ο σημαντικά μικρότερος λόγος της επέμβασης Ca+Mg+Ti στη Tomcot έναντι αυτής του μάρτυρα της ίδιας ποικιλίας (Πίνακας 9).

3.2 Βάρος

3.2.1 Βάρος καρπών

Το μεγαλύτερο βάρος καρπών του πειράματος σημείωσε η επέμβαση με Mg+Ti της Tomcot κατά την Ε.Ω. (79,07g) ενώ το μικρότερο η ίδια επέμβαση κατά τη S.L. της Orange Red (42,79g). Το βάρος των καρπών μειώθηκε κατά την πορεία από την Ε.Ω. προς τη S.L. και για τις δύο ποικιλίες ανεξαρτήτως επέμβασης. Στη Tomcot το βάρος ήταν μεγαλύτερο από της Orange Red και στα δύο στάδια ωριμότητας. Το βάρος της επέμβασης με Mg+Ti της Tomcot κατά την Ε.Ω. διέφερε σε σχέση με τον αντίστοιχο μάρτυρα αλλά η διαφορά αυτή δεν ήταν σημαντική.



Σχεδιάγραμμα 6: Επίδραση των επεμβάσεων στο μήκος των καρπών των δύο ποικιλιών κατά το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας (E.Ω.) και ύστερα από τη διατήρησή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (S.L.). Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 10: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η Shelf Life στο βάρος των καρπών της κάθε ποικιλίας ξεχωριστά.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Tomcot	Orange Red
Επεμβάσεις	ns	ns
E.Ω.-S.L.	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x E.Ω.-S.L.	ns	ns

Επεξηγήσεις: E.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Η παραμονή των καρπών για διάστημα 4 ημερών σε θερμοκρασία δωματίου μείωσε σημαντικά το βάρος των καρπών και στις δύο ποικιλίες (Πίνακας 10).

Πίνακας 11: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στο βάρος των καρπών κατά την εμπορική ωρίμανση και τη Shelf Life αντίστοιχα.

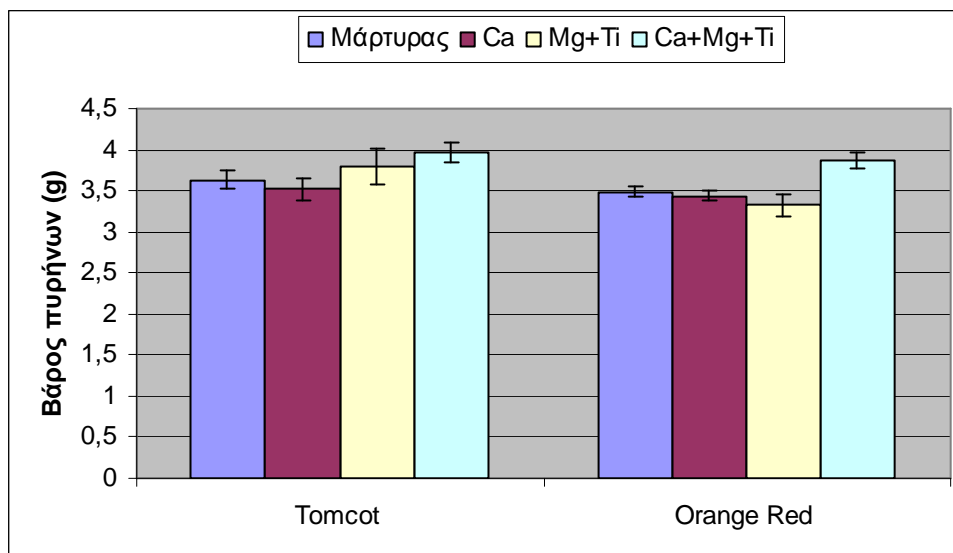
Πηγή Παραλλακτικότητας	E.Ω.	S.L.
Επεμβάσεις	ns	ns
Ποικιλία	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x Ποικιλία	ns	ns

Επεξηγήσεις: E.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Η ποικιλία Tomcot είχε σημαντικά μεγαλύτερο βάρος καρπών σε σύγκριση με την Orange Red ανεξαρτήτως επέμβασης και στα δύο στάδια ωριμότητας (Πίνακας 11).

3.2.2 Βάρος πυρήνων

Το βάρος των πυρήνων των καρπών της ποικιλίας Tomcot ήταν ελαφρώς υψηλότερο από των αντίστοιχων επεμβάσεων της Orange Red. Το βάρος των πυρήνων των καρπών της Orange Red που δέχθηκαν επέμβαση με Ca+Mg+Ti ήταν υψηλότερο από του μάρτυρα και των λοιπών επεμβάσεων.



Σχεδιάγραμμα 7: Επίδραση των επεμβάσεων στο βάρος των πυρήνων των καρπών στις δύο ποικιλίες. Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 12: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στο βάρος των πυρήνων των καρπών.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Σημαντικότητα
Επεμβάσεις	p<0,01
Ποικιλία	p<0,05
Επεμβάσεις x Ποικιλία	ns

Επεξηγήσεις: p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

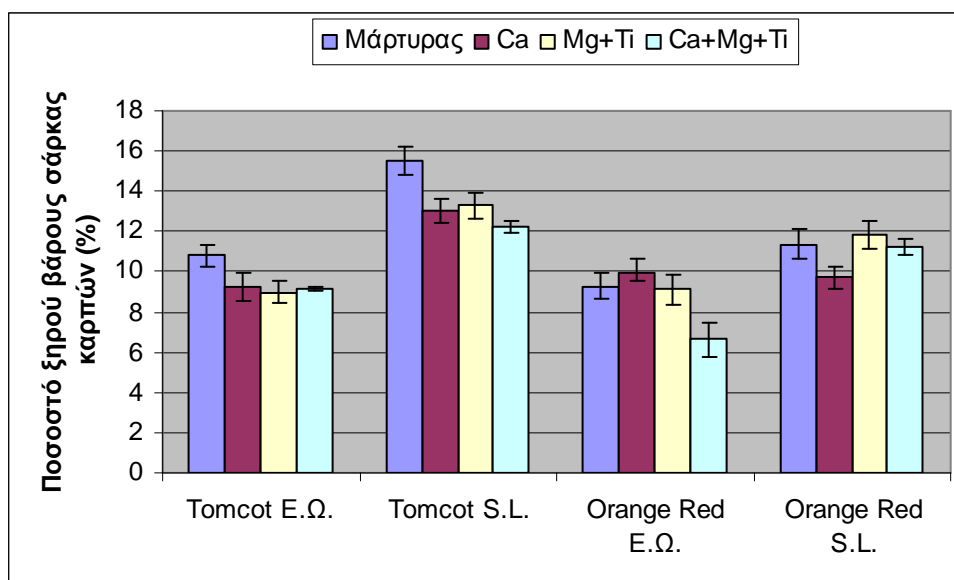
Η επέμβαση με Ca+Mg+Ti αύξησε σημαντικά το βάρος των πυρήνων των καρπών ανεξάρτητα με τη ποικιλία. Η ποικιλία Tomcot είχε σημαντικά μεγαλύτερο βάρος πυρήνων από την Orange Red (Πίνακας 12).

3.2.3 Ποσοστό ξηρού βάρους σάρκας καρπών

Το ποσοστό του ξηρού βάρους της σάρκας βρέθηκε σε υψηλότερα επίπεδα κατά τη S.L. και για τις δύο ποικιλίες. Η S.L. της Tomcot παρουσίασε τις υψηλότερες τιμές ανεξαρτήτως επέμβασης. Η μεγαλύτερη τιμή ξηρού βάρους εμφανίστηκε στον μάρτυρα της Tomcot κατά τη S.L. (15,5%) ενώ η μικρότερη στην επέμβαση με Ca+Mg+Ti της Orange Red κατά την Ε.Ω. (6,75%).

Κατά την Ε.Ω. της Tomcot οι επεμβάσεις Mg+Ti και Ca+Mg+Ti διέφεραν αλλά όχι σημαντικά από τον αντίστοιχο μάρτυρα. Στη S.L. της ίδιας ποικιλίας όπως

και στην Ε.Ω. της Orange Red η επέμβαση με Ca+Mg+Ti διέφερε από τον αντίστοιχο μάρτυρα και τις υπόλοιπες επεμβάσεις.



Σχεδιάγραμμα 8: Επίδραση των επεμβάσεων στο ποσοστό ξηρού βάρους της σάρκας των καρπών των δύο ποικιλιών κατά το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας (Ε.Ω.) και ύστερα από τη διατήρησή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (S.L.). Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 13: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η Shelf Life στο ποσοστό ξηρού βάρους καρπών της κάθε ποικιλίας ξεχωριστά.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Tomcot	Orange Red
Επεμβάσεις	ns	ns
Ε.Ω.-S.L.	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x Ε.Ω.-S.L.	ns	p<0,05

Επεξηγήσεις: Ε.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Ο πίνακας της ανάλυσης της διασποράς δείχνει πως κατά τη S.L. καταγράφεται σημαντική άνοδος του ποσοστού ξηρού βάρους της σάρκας των καρπών της Tomcot όπως και της Orange Red. Επιπλέον διακρίνονται διάφορες αλληλεπιδράσεις επεμβάσεων σταδίου ωριμότητας στην Orange Red από όπου δεν προκύπτει επιπλέον πληροφορία (Πίνακας 13).

Πίνακας 14: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στο ποσοστό ξηρού βάρους καρπών κατά την εμπορική ωρίμανση και τη Shelf Life αντίστοιχα.

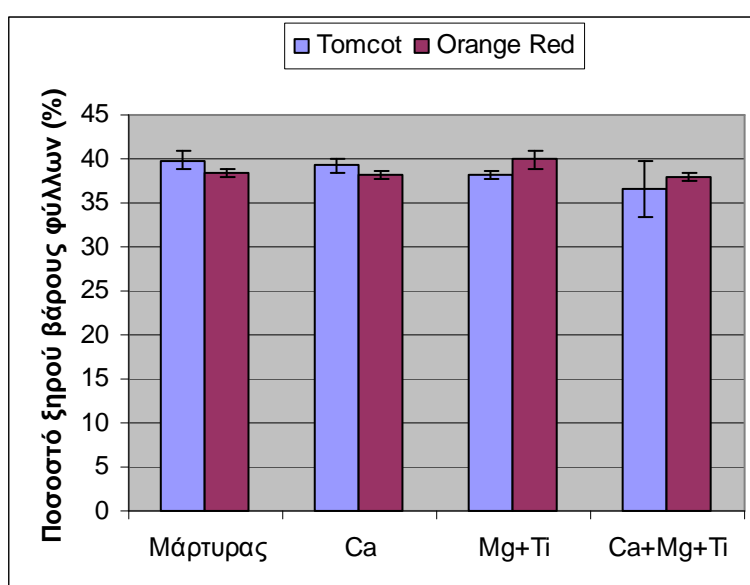
Πηγή Παραλλακτικότητας	Ε.Ω.	S.L.
Επεμβάσεις	ns	ns
Ποικιλία	ns	p<0,001
Επεμβάσεις x Ποικιλία	ns	ns

Επεξηγήσεις: Ε.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Ο γονότυπικός παράγοντας επέδρασε σημαντικά στη S.L. καθώς οι καρποί της ποικιλίας Tomcot παρουσίασαν σημαντικά υψηλότερο ποσοστό ξηρού βάρους από αυτούς της Orange Red ενώ η Ε.Ω. δεν επηρεάστηκε σημαντικά από κάποια πηγή παραλλακτικότητας (Πίνακας 14).

3.2.4 Ποσοστό ξηρού βάρους φύλλων

Στο ποσοστό ξηρού βάρους φύλλων δεν σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Η υψηλότερη τιμή (39,9 %) καταγράφηκε στην επέμβαση με Mg+Ti της Orange Red ενώ η μικρότερη (38,02 %) στην επέμβαση με Ca+Mg+Ti της ίδιας ποικιλίας.



Σχεδιάγραμμα 9: Επίδραση των επεμβάσεων στο ποσοστό ξηρού βάρους των φύλλων στις δύο ποικιλίες. Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 15: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στο ποσοστό του ξηρού βάρους των φύλλων.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Σημαντικότητα
Επεμβάσεις	ns
Ποικιλία	ns
Επεμβάσεις x Ποικιλία	ns

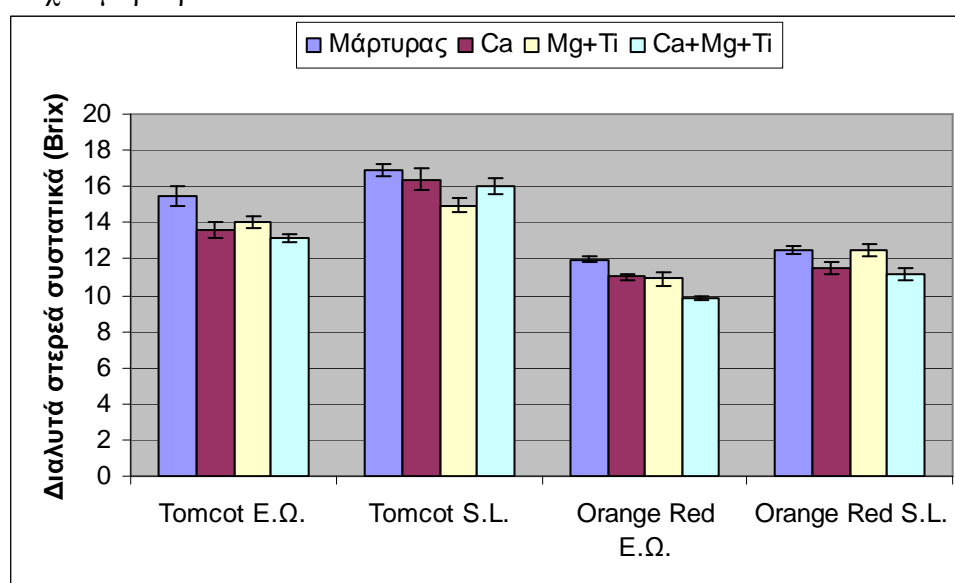
Επεξηγήσεις: p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Στο ποσοστό ξηρού βάρους των φύλλων δεν επιδρά κάποια πηγή παραλλακτικότητας σημαντικά (Πίνακας 15).

3.3 Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά

Τα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά (Δ.Σ.Σ.) της ποικιλίας Tomcot παρουσιάστηκαν σε υψηλότερα επίπεδα από της Orange Red τόσο κατά το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας όσο και κατά τη S.L.. Την υψηλότερη τιμή στα Δ.Σ.Σ. εμφάνισε ο μάρτυρας της Tomcot κατά τη S.L. (15,45 °Brix) ενώ τη χαμηλότερη η επέμβαση με Ca+Mg+Ti της Orange Red κατά την εμπορική ωριμότητα (9,81 °Brix).

Όλες οι επεμβάσεις είχαν μικρότερες τιμές διαλυτών στερεών σε σχέση με τους αντίστοιχους μάρτυρες κατά την Ε.Ω. και στις δύο ποικιλίες. Τα διαλυτά στερεά συστατικά παρουσιάστηκαν στην επέμβαση με Mg+Ti της Tomcot κατά τη shelf life χαμηλότερα έναντι του μάρτυρα, ενώ κατά τη shelf life της Orange Red η επέμβαση με Ca+Mg+Ti έδωσε μικρότερη τιμή στερεών διαλυτών συστατικών έναντι του αντίστοιχου μάρτυρα.



Σχεδιάγραμμα 10: Επίδραση των επεμβάσεων στα στερεά διαλυτά συστατικά των καρπών των δύο ποικιλιών κατά το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας (Ε.Ω.) και ύστερα από τη διατήρησή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (S.L.). Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 16: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η Shelf Life στα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά της κάθε ποικιλίας ξεχωριστά.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Tomcot	Orange Red
Επεμβάσεις	ns	p<0,05
Ε.Ω.-S.L.	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x Ε.Ω.-S.L.	p<0,05	ns

Επεξηγήσεις: Ε.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Σύμφωνα με το πίνακα της ανάλυσης της διασποράς η παραμονή των καρπών σε θερμοκρασία δωματίου αύξησε τα διαλυτά στερεά συστατικά και των δύο ποικιλιών. Οι επεμβάσεις με Ca και Ca+Mg+Ti στη ποικιλία Orange Red κατέγραψαν σημαντικά μικρότερες τιμές ολικών διαλυτών στερεών σε σχέση με το μάρτυρα ανεξαρτήτως σταδίου ωριμότητας των καρπών. Επιπλέον από την αλληλεπίδραση

επεμβάσεων-σταδίου ωριμότητας που υπήρξε στη ποικιλία Tomcot εντοπίζεται η σημαντικά υψηλότερη τιμή του μάρτυρα της Ε.Ω. έναντι των επεμβάσεων Ca και Ca+Mg+Ti του αντίστοιχου σταδίου ωριμότητας. Η ίδια αλληλεπίδραση έδειξε σημαντικά υψηλότερη τιμή του μάρτυρα της S.L. έναντι της επέμβασης με Mg+Ti του ίδιου σταδίου ωριμότητας (Πίνακας 16).

Πίνακας 17: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά κατά την εμπορική ωρίμανση και τη Shelf Life αντίστοιχα.

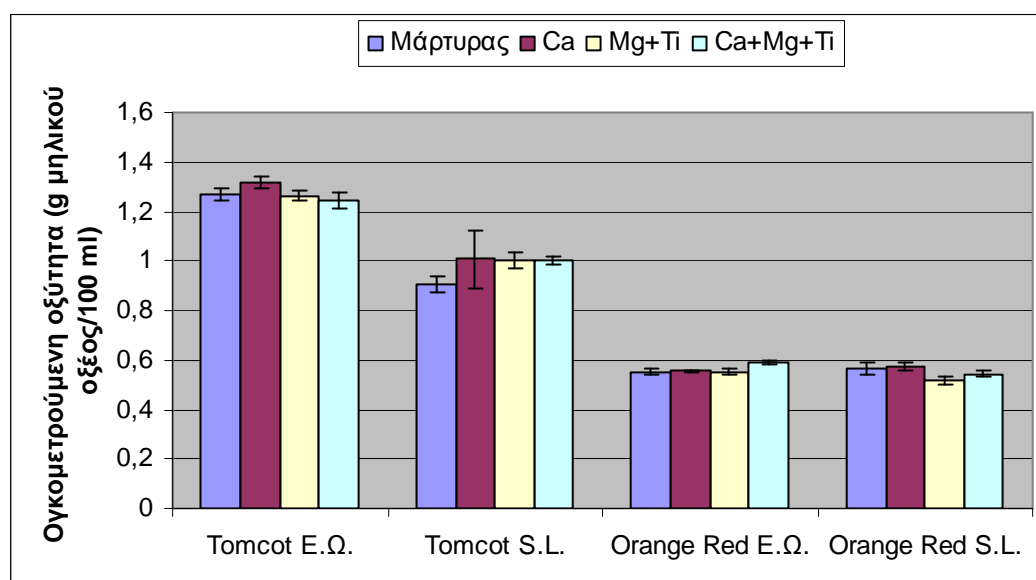
Πηγή Παραλλακτικότητας	Ε.Ω.	S.L.
Επεμβάσεις	ns	ns
Ποικιλία	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x Ποικιλία	ns	p<0,01

Επεξηγήσεις: Ε.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Η ποικιλία Tomcot εμφάνισε σημαντικά υψηλότερες τιμές ολικών διαλυτών στερεών σε σχέση με την Orange Red ανεξαρτήτως επέμβασης και στα δύο στάδια ωριμότητας των καρπών. Στη S.L. υπήρξε σημαντική αλληλεπίδραση επεμβάσεων-γονοτύπου από όπου δεν προέκυψε επιπλέον πληροφορία (Πίνακας 17).

3.4 Ογκομετρούμενη οξύτητα

Η υψηλότερη τιμή παρουσιάστηκε στην επέμβαση με Ca κατά την Ε.Ω. της Tomcot (1,32 g μηλικού οξέος/100 ml χυμού) ενώ η χαμηλότερη στην επέμβαση με Mg+Ti κατά τη S.L. της Orange Red (0,52 g μηλικού οξέος/100 ml χυμού). Η οξύτητα στην επέμβαση με Ca+Mg+Ti της Orange Red κατά την Ε.Ω. ήταν υψηλότερη έναντι των υπολοίπων επεμβάσεων.



Σχεδιάγραμμα 11: Επίδραση των επεμβάσεων στην ογκομετρούμενη οξύτητα των καρπών των δύο ποικιλιών κατά το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας (Ε.Ω.) και ύστερα από τη διατήρησή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (S.L.). Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 18: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η Shelf Life στην ογκομετρούμενη οξύτητα της κάθε ποικιλίας ξεχωριστά.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Tomcot	Orange Red
Επεμβάσεις	ns	ns
Ε.Ω.-S.L.	p<0,001	ns
Επεμβάσεις x Ε.Ω.-S.L.	ns	ns

Επεξηγήσεις: Ε.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Σύμφωνα με το πίνακα της ανάλυσης της διασποράς η ογκομετρούμενη οξύτητα στη ποικιλία Tomcot μειώνεται στατιστικά σημαντικά κατά τη παραμονή των καρπών σε θερμοκρασία δωματίου για 4 ημέρες. Αντίθετα στη ποικιλία Orange Red δεν επέδρασε στατιστικά σημαντικά κάποια πηγή παραλλακτικότητας (Πίνακας 18).

Πίνακας 19: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στην ογκομετρούμενη οξύτητα κατά την εμπορική ωρίμανση και τη Shelf Life αντίστοιχα.

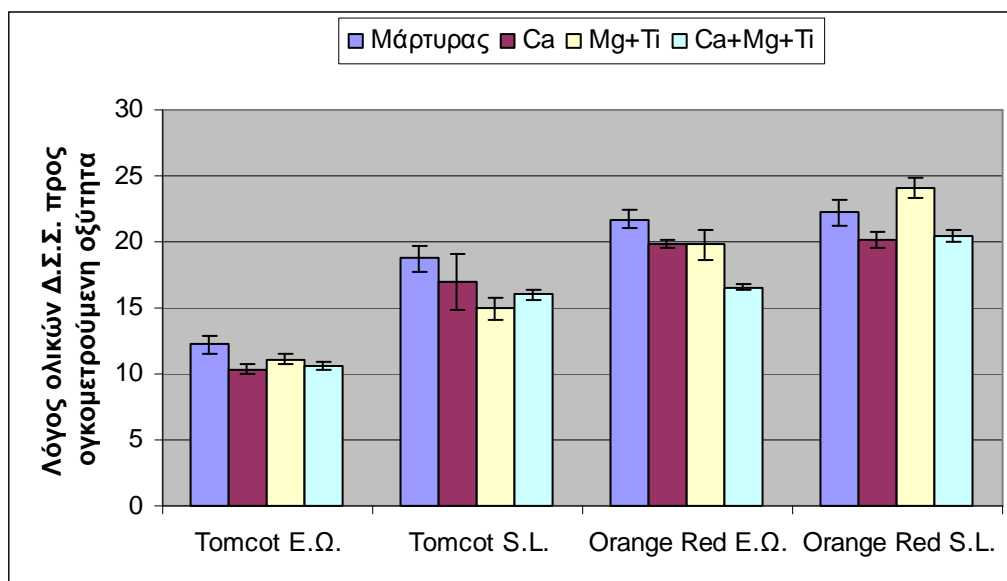
Πηγή Παραλλακτικότητας	Ε.Ω.	S.L.
Επεμβάσεις	p<0,05	ns
Ποικιλία	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x Ποικιλία	ns	ns

Επεξηγήσεις: Ε.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Κατά τη συλλογή των καρπών οι επεμβάσεις επέδρασαν στατιστικά σημαντικά στην ογκομετρούμενη οξύτητα καθώς ανεξαρτήτως ποικιλίας η επέμβαση με Ca παρουσίασε σημαντικά υψηλότερη τιμή ογκομετρούμενης οξύτητας έναντι των υπολοίπων επεμβάσεων και του μάρτυρα που δεν διέφεραν μεταξύ τους. Επιπλέον τόσο κατά τη συγκομιδή των καρπών όσο και κατά τη S.L. αυτών η ποικιλία Tomcot παρουσίασε σημαντικά υψηλότερη οξύτητα έναντι της Orange Red (Πίνακας 19).

3.5 Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά προς ογκομετρούμενη οξύτητα

Ο λόγος των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών προς την ογκομετρούμενη οξύτητα αυξήθηκε κατά τη shelf life και στις δύο ποικιλίες ανεξαρτήτως επέμβασης. Ο λόγος αυτός ήταν πάντα υψηλότερος για τη ποικιλία Orange Red. Η υψηλότερη τιμή του λόγου παρουσιάστηκε στην Orange Red κατά τη S.L. στην επέμβαση με Mg+Ti (24,08) ενώ η μικρότερη εμφανίστηκε στη Tomcot στην επέμβαση με Ca κατά την εμπορική ωρίμανση (10,33). Ο λόγος της επέμβασης με Ca+Mg+Ti της Orange Red κατά την Ε.Ω. ήταν μικρότερος έναντι του μάρτυρα και των άλλων επεμβάσεων.



Σχεδιάγραμμα 12: Επίδραση των επεμβάσεων στο λόγο των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών προς την ογκομετρούμενη οξύτητα των δύο ποικιλιών κατά το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας (E.Ω.) και ύστερα από τη διατήρησή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (S.L.). Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 20: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η Shelf Life στον λόγο των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών προς την ογκομετρούμενη οξύτητα της κάθε ποικιλίας ξεχωριστά.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Tomcot	Orange Red
Επεμβάσεις	ns	p<0,01
E.Ω.-S.L.	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x E.Ω.-S.L.	ns	p<0,05

Επεξηγήσεις: E.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Η παραμονή των καρπών σε θερμοκρασία δωματίου για 4 ημέρες αύξησε σημαντικά το λόγο Δ.Σ.Σ./Ο.Ο. των καρπών και στις δύο ποικιλίες. Ανεξαρτήτως σταδίου ωριμότητας στη ποικιλία Orange Red ο μάρτυρας και η επέμβαση με Mg+Ti είχαν τις υψηλότερες τιμές του λόγου Δ.Σ.Σ./Ο.Ο. διαφέροντας σημαντικά από τις επέμβαση με Ca και Ca+Mg+Ti οι οποίες επίσης διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους (τη μικρότερη τιμή είχε η επέμβαση Ca+Mg+Ti). Επιπλέον στη ποικιλία Orange Red υπήρξε σημαντική αλληλεπίδραση επεμβάσεων-σταδίου ωριμότητας των καρπών και προέκυψε σημαντική διαφορά μεταξύ του μάρτυρα της E.Ω. και της επέμβασης Ca+Mg+Ti του ίδιου σταδίου. Άλλη σημαντική διαφορά που προέκυψε από την αλληλεπίδραση ήταν η σημαντικά μεγαλύτερη τιμή του λόγου Δ.Σ.Σ./Ο.Ο. της επέμβασης Mg+Ti της S.L. έναντι της επέμβασης Ca του ίδιου σταδίου ωριμότητας (Πίνακας 20).

Πίνακας 21: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στον λόγο των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών προς την ογκομετρούμενη οξύτητα κατά την εμπορική ωρίμανση και τη Shelf Life αντίστοιχα.

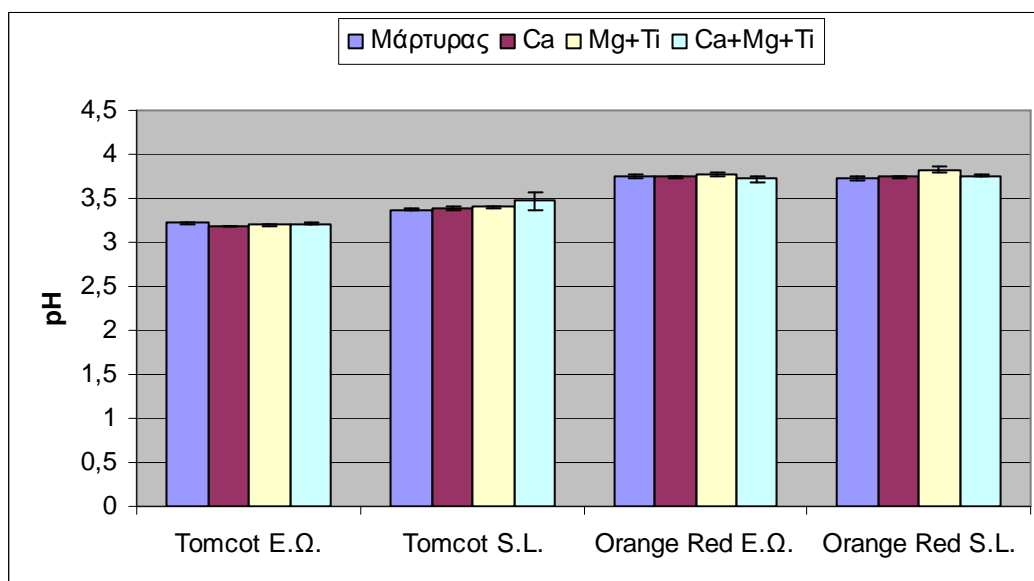
Πηγή Παραλλακτικότητας	E.Ω.	S.L.
Επεμβάσεις	p<0,05	ns
Ποικιλία	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x Ποικιλία	p<0,05	p<0,05

Επεξηγήσεις: E.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Οι επεμβάσεις με Ca και Ca+Mg+Ti επέδρασαν στατιστικά σημαντικά κατά τη συγκομιδή των καρπών καθώς ανεξαρτήτως ποικιλίας είχαν σημαντικά μικρότερες τιμές λόγου από το μάρτυρα. Η Orange Red είχε σημαντικά υψηλότερες τιμές λόγου από την Tomcot και στα δύο στάδια ωριμότητας. Από τις αλληλεπιδράσεις επεμβάσεων-γονοτύπου του σταδίου της E.Ω. που καταγράφηκαν στο λόγο Δ.Σ.Σ./O.O. των καρπών η επέμβαση Ca+Mg+Ti της Orange Red είχε το μικρότερο λόγο Δ.Σ.Σ./O.O. από τις υπόλοιπες επεμβάσεις του ίδιου σταδίου ωριμότητας. Από τις αντίστοιχες αλληλεπιδράσεις στη S.L. δεν λαμβάνεται επιπλέον πληροφορία (Πίνακας 21).

3.6 pH

Η υψηλότερη τιμή pH παρατηρήθηκε στην επέμβαση με Mg+Ti (3,83) της Orange Red κατά τη S.L. η οποία ήταν σημαντικά υψηλότερη έναντι του αντίστοιχου μάρτυρα ενώ η χαμηλότερη (3,17) στην επέμβαση με Mg+Ti της Tomcot κατά τη E.Ω.. Η επέμβαση με Ca της Tomcot κατά τη E.Ω. ήταν μικρότερη του μάρτυρα αλλά όχι στατιστικά σημαντικά.



Σχεδιάγραμμα 13: Επίδραση των επεμβάσεων στο pH των καρπών των δύο ποικιλιών κατά το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας (E.Ω.) και ύστερα από τη διατήρησή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (S.L.). Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 22: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η Shelf Life στο pH της κάθε ποικιλίας ξεχωριστά.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Tomcot	Orange Red
Επεμβάσεις	ns	ns
Ε.Ω.-S.L.	p<0,001	ns
Επεμβάσεις x Ε.Ω.-S.L.	ns	ns

Επεξηγήσεις: Ε.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Βάση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης της διασποράς η παραμονή των καρπών σε θερμοκρασία δωματίου για 4 ημέρες αυξάνει σημαντικά το pH του χυμού των καρπών στη ποικιλία Tomcot. Αντίθετα η Orange Red δεν δέχεται κάποια στατιστικά σημαντική επίδραση από κάποια πηγή παραλλακτικότητας (Πίνακας 22).

Πίνακας 23: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στο pH κατά την εμπορική ωρίμανση και τη Shelf Life αντίστοιχα.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Ε.Ω.	S.L.
Επεμβάσεις	ns	ns
Ποικιλία	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x Ποικιλία	ns	ns

Επεξηγήσεις: Ε.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

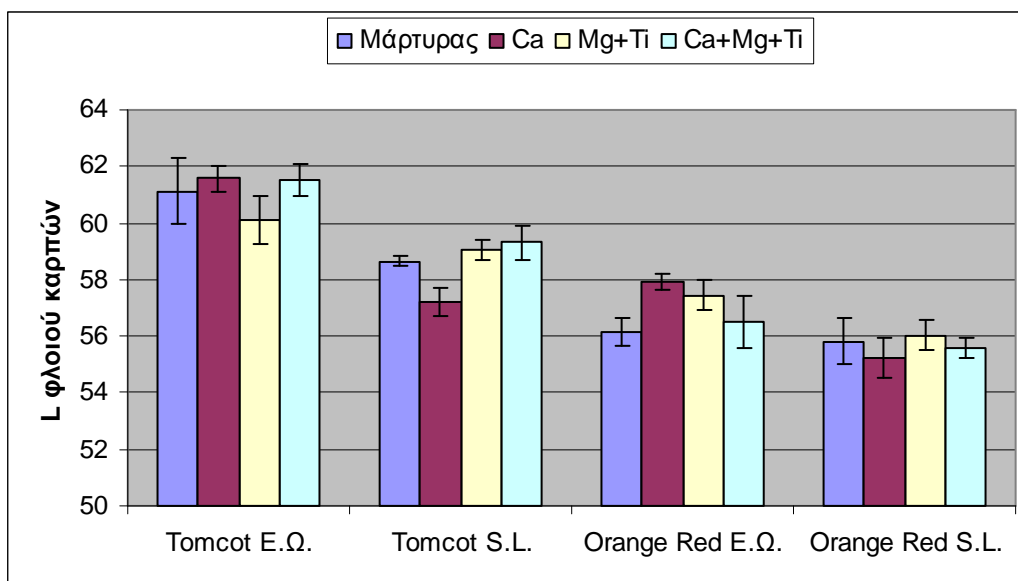
Η ποικιλία Orange Red παρουσίασε σημαντικά υψηλότερη τιμή pH από τη ποικιλία Tomcot τόσο κατά το στάδιο εμπορικής ωριμότητας των καρπών όσο και κατά τη S.L. αυτών (Πίνακας 23).

3.7 Χρωματομετρικά χαρακτηριστικά

3.7.1 Χρωματομετρικά χαρακτηριστικά φλοιού

L* φλοιού

Η φωτεινότητα L* του φλοιού μειώθηκε και τις δύο ποικιλίες κατά τη S.L. σε όλες τις επεμβάσεις. Την υψηλότερη τιμή L* στο φλοιό εμφάνισαν οι επεμβάσεις Ca και Ca+Mg+Ti της Tomcot (61,56 και 61,52 αντίστοιχα) κατά την Ε.Ω.. Την χαμηλότερη τιμή στη παράμετρο L* του φλοιού σημείωσε η επέμβαση με Ca (55,22) της Orange Red κατά τη S.L.. Κατά τη S.L. της Tomcot η επέμβαση με Ca είχε σημαντικά μικρότερη τιμή από τον αντίστοιχο μάρτυρα και τις υπόλοιπες επεμβάσεις.



Σχεδιάγραμμα 14: Επίδραση των επεμβάσεων στη τιμή L* του φλοιού των καρπών των δύο ποικιλιών κατά το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας (E.Ω.) και ύστερα από τη διατήρησή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (S.L.). Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 24: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η Shelf Life στη τιμή L* του φλοιού της κάθε ποικιλίας ξεχωριστά.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Tomcot	Orange Red
Επεμβάσεις	ns	ns
E.Ω.-S.L.	p<0,001	p<0,01
Επεμβάσεις x E.Ω.-S.L.	ns	ns

Επεξηγήσεις: E.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Η S.L. επιδρά στη τιμή L* του φλοιού μειώνοντας την και στις δύο ποικιλίες του πειράματος (Πίνακας 24).

Πίνακας 25: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στη τιμή L* του φλοιού κατά την εμπορική ωρίμανση και τη Shelf Life αντίστοιχα.

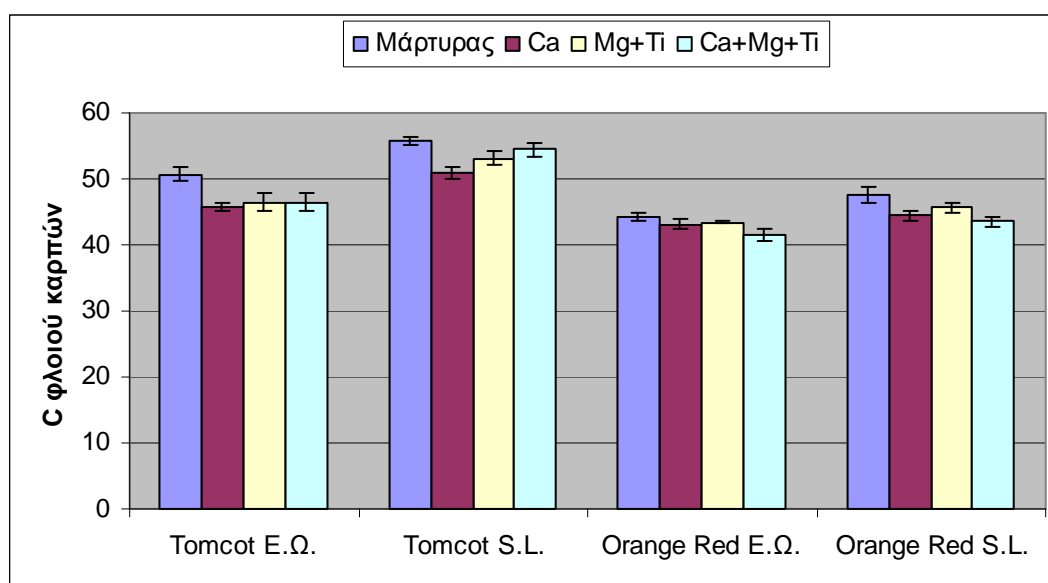
Πηγή Παραλλακτικότητας	E.Ω.	S.L.
Επεμβάσεις	ns	ns
Ποικιλία	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x Ποικιλία	ns	ns

Επεξηγήσεις: E.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Η ανάλυση της διασποράς δείχνει πως η ποικιλία Tomcot έχει σημαντικά υψηλότερη τιμή L* από τη ποικιλία Orange Red και στα δύο στάδια ωριμότητας των καρπών ανεξαρτήτως επεμβάσεων (Πίνακας 25).

C* φλοιού

Το χρώμα C* του φλοιού αυξήθηκε κατά την S.L. και για τις δύο ποικιλίες ανεξαρτήτως επέμβασης. Η υψηλότερη τιμή C* του φλοιού βρέθηκε στο μάρτυρα της Tomcot κατά τη S.L. (55,79) ενώ η μικρότερη στην επέμβαση με Ca+Mg+Ti της Orange Red κατά την E.Ω. (41,50). Όλες οι επεμβάσεις της Tomcot κατά την E.Ω. είχαν μικρότερες τιμές χρώματος C* φλοιού από τον αντίστοιχο μάρτυρα. Στη S.L. της ίδιας ποικιλίας η επέμβαση με Ca είχε μικρότερη τιμή σε σύγκριση με τον αντίστοιχο μάρτυρα. Κατά τη μέτρηση της ίδιας παραμέτρου στην Orange Red κατά τη S.L. οι επεμβάσεις με Ca και Ca+Mg+Ti είχαν μικρότερη τιμή παραμέτρου σε σύγκριση με τον αντίστοιχο μάρτυρα, ενώ η παράμετρος στην επέμβαση Ca+Mg+Ti της ίδιας ποικιλίας κατά την E.Ω. ήταν μικρότερη μη σημαντικά από τον μάρτυρά της.



Σχεδιάγραμμα 15: Επίδραση των επεμβάσεων στη τιμή C* του φλοιού των καρπών των δύο ποικιλιών κατά το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας (E.Ω.) και ύστερα από τη διατήρησή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (S.L.). Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 26: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η Shelf Life στη τιμή C* του φλοιού της κάθε ποικιλίας ξεχωριστά.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Tomcot	Orange Red
Επεμβάσεις	ns	ns
E.Ω.-S.L.	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x E.Ω.-S.L.	ns	ns

Επεξηγήσεις: E.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Η τιμή C* του φλοιού είναι σημαντικά μεγαλύτερη κατά το στάδιο της S.L. σε σχέση με αυτό της E.Ω. και στις δύο ποικιλίες (Πίνακας 26).

Πίνακας 27: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στη τιμή C* του φλοιού κατά την εμπορική ωρίμανση και τη Shelf Life αντίστοιχα.

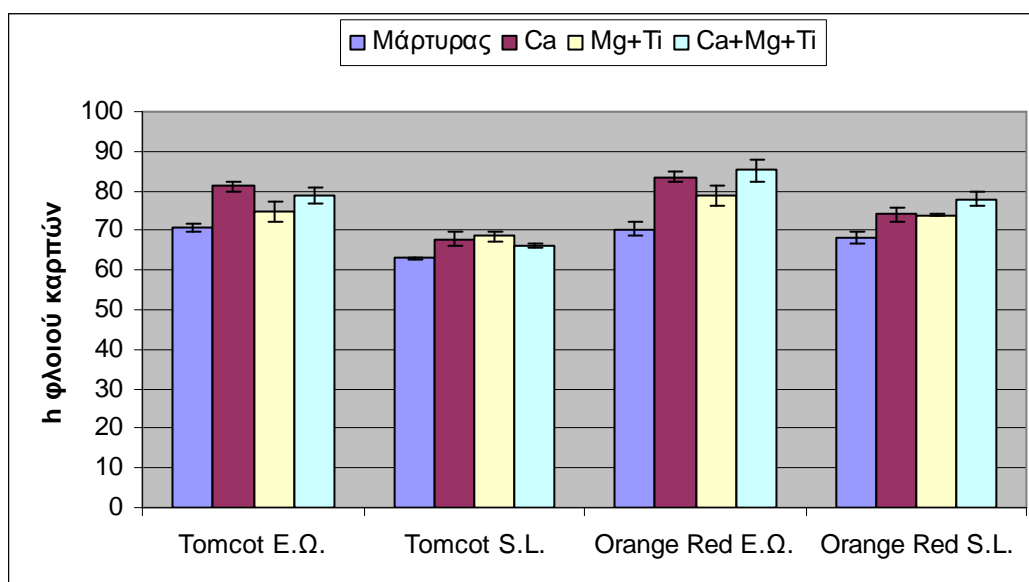
Πηγή Παραλλακτικότητας	E.Ω.	S.L.
Επεμβάσεις	ns	ns
Ποικιλία	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x Ποικιλία	ns	ns

Επεξηγήσεις: E.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Η ανάλυση της διασποράς δείχνει πως οι φλοιοί των καρπών της ποικιλίας Tomcot είχαν σημαντικά μεγαλύτερες τιμές στη παράμετρο C* σε σύγκριση με αυτούς της Orange Red και στα δύο στάδια ωριμότητας των καρπών (Πίνακας 27).

h° φλοιού

Η χροιά h° του φλοιού μειώθηκε κατά τη S.L. και στις δύο ποικιλίες σε όλες σχεδόν τις επεμβάσεις με εξαίρεση αυτή του μάρτυρα της Orange Red. Η υψηλότερη τιμή h παρουσιάστηκε στην επέμβαση με Ca+Mg+Ti της Orange Red κατά την E.Ω. (85,13) ενώ η μικρότερη στο μάρτυρα της Tomcot κατά τη S.L. (62,94). Η τιμή της παραμέτρου h° του φλοιού των επεμβάσεων Ca και Ca+Mg+Ti κατά την E.Ω. της Tomcot ήταν μεγαλύτερη από αυτή του μάρτυρά τους, ενώ οι επεμβάσεις Ca και Mg+Ti της ίδιας ποικιλίας κατά τη S.L. είχαν μεγαλύτερες τιμές από τον αντίστοιχο μάρτυρα. Στη ποικιλία Orange Red όλες οι επεμβάσεις τόσο κατά την E.Ω. όσο και κατά τη S.L. είχαν υψηλότερες τιμές χροιάς h° στο φλοιό από τους αντίστοιχους μάρτυρες.



Σχεδιάγραμμα 16: Επίδραση των επεμβάσεων στη τιμή h° του φλοιού των καρπών των δύο ποικιλιών κατά το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας (E.Ω.) και ύστερα από τη διατήρησή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (S.L.). Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 28: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η Shelf Life στη τιμή h^0 του φλοιού της κάθε ποικιλίας ξεχωριστά.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Tomcot	Orange Red
Επεμβάσεις	ns	p<0,01
Ε.Ω.-S.L.	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x Ε.Ω.-S.L.	ns	ns

Επεξηγήσεις: Ε.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Η S.L. μείωσε σημαντικά την τιμή της παραμέτρου h^0 στο φλοιό των καρπών και των δύο ποικιλιών. Όσον αφορά την Orange Red οι διαφυλλικοί ψεκασμοί με τα στοιχεία είχαν σημαντικά μεγαλύτερη τιμή από το μάρτυρα στη παράμετρο h^0 του φλοιού των καρπών ανεξάρτητα με το στάδιο ωριμότητας, ενώ σημαντικά μεγαλύτερη ήταν η τιμή της παραμέτρου της επέμβασης Ca+Mg+Ti από αυτή της Mg+Ti (Πίνακας 28).

Πίνακας 29: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στη τιμή h^0 του φλοιού κατά την εμπορική ωρίμανση και τη Shelf Life αντίστοιχα.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Ε.Ω.	S.L.
Επεμβάσεις	ns	p<0,05
Ποικιλία	p<0,05	p<0,001
Επεμβάσεις x Ποικιλία	ns	ns

Επεξηγήσεις: Ε.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

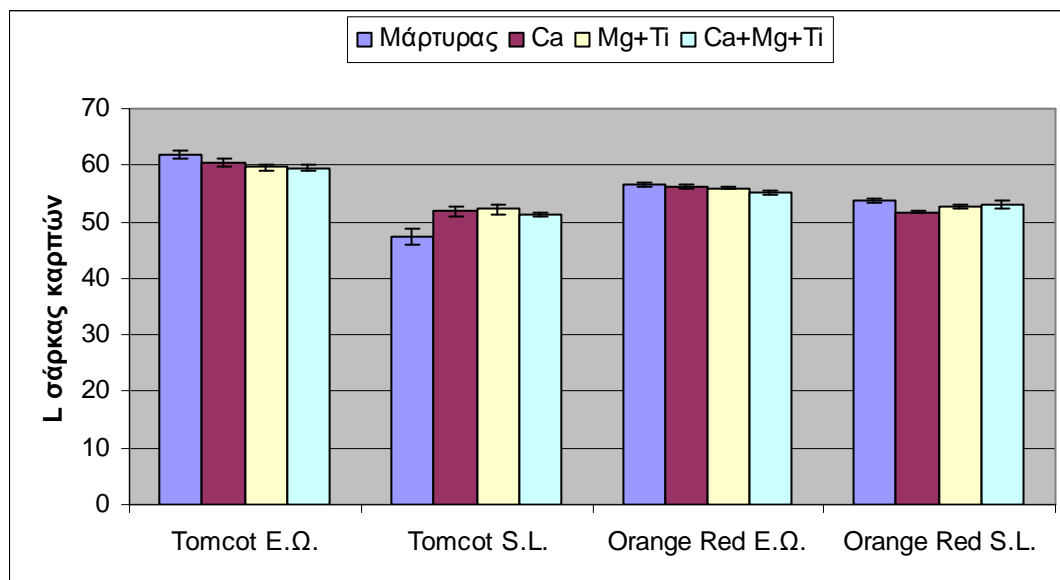
Ο παράγοντας ποικιλία επιδρά σημαντικά στη παράμετρο h^0 του φλοιού των καρπών και στα δύο στάδια ωρίμανσής τους, καθώς η ποικιλία Tomcot έχει σημαντικά μικρότερες τιμές από τις αντίστοιχες της Orange Red ανεξάρτητα από τις επεμβάσεις. Επιπλέον κατά τη S.L. φαίνεται η σημαντική επίδραση των επεμβάσεων καθώς όλες τους παρουσιάζουν σημαντικά υψηλότερες τιμές στη συγκεκριμένη παράμετρο σε σύγκριση με το μάρτυρα δίχως να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους (Πίνακας 29).

3.7.2 Χρωματομετρικά χαρακτηριστικά σάρκας

L* σάρκας

Η φωτεινότητα L* της σάρκας μειώθηκε και τις δύο ποικιλίες κατά τη S.L. σε όλες τις επεμβάσεις. Την υψηλότερη τιμή L* στη σάρκα των καρπών σημείωσε ο μάρτυρας της Tomcot κατά την Ε.Ω. (61,77) ενώ κατέγραψε και τη χαμηλότερη τιμή κατά τη S.L. της ίδιας ποικιλίας (47,42). Όλες οι επεμβάσεις της Tomcot κατά την S.L. είχαν υψηλότερες τιμές φωτεινότητας L* στη σάρκα από τον αντίστοιχο μάρτυρα, ενώ οι επεμβάσεις με Mg+Ti και Ca+Mg+Ti της ίδιας ποικιλίας στην Ε.Ω. είχαν ελαφρώς μικρότερες τιμές φωτεινότητας από αυτή του μάρτυρα δίχως να διαφέρουν σημαντικά. Η τιμή L* της σάρκας στην επέμβαση με Ca+Mg+Ti κατά την

Ε.Ω. της Orange Red ήταν μικρότερη από αυτή του αντίστοιχου μάρτυρα όπως και η τιμή της επέμβασης με Ca της ίδιας ποικιλίας από τον μάρτυρά της.



Σχεδιάγραμμα 17: Επίδραση των επεμβάσεων στη τιμή L* της σάρκας των καρπών των δύο ποικιλιών κατά το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας (Ε.Ω.) και ύστερα από τη διατήρησή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (S.L.). Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 30: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η Shelf Life στη τιμή L* της σάρκας της κάθε ποικιλίας ξεχωριστά.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Tomcot	Orange Red
Επεμβάσεις	ns	ns
Ε.Ω.-S.L.	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x Ε.Ω.-S.L.	p<0,01	p<0,05

Επεξηγήσεις: Ε.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Η τιμή L* της σάρκας και των δύο ποικιλιών παρουσιάζει σημαντική μείωση κατά τη S.L.. Από τις αλληλεπιδράσεις της Tomcot προέκυψαν οι σημαντικά υψηλότερες τιμές των επεμβάσεων Ca και Mg+Ti έναντι του μάρτυρα στη S.L.. Από τις αλληλεπιδράσεις της Orange Red προέκυψε η σημαντικά μεγαλύτερη τιμή του μάρτυρα έναντι της επέμβασης Ca στο στάδιο της S.L. (Πίνακας 30).

Πίνακας 31: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στη τιμή L* της σάρκας κατά την εμπορική ωρίμανση και τη Shelf Life αντίστοιχα.

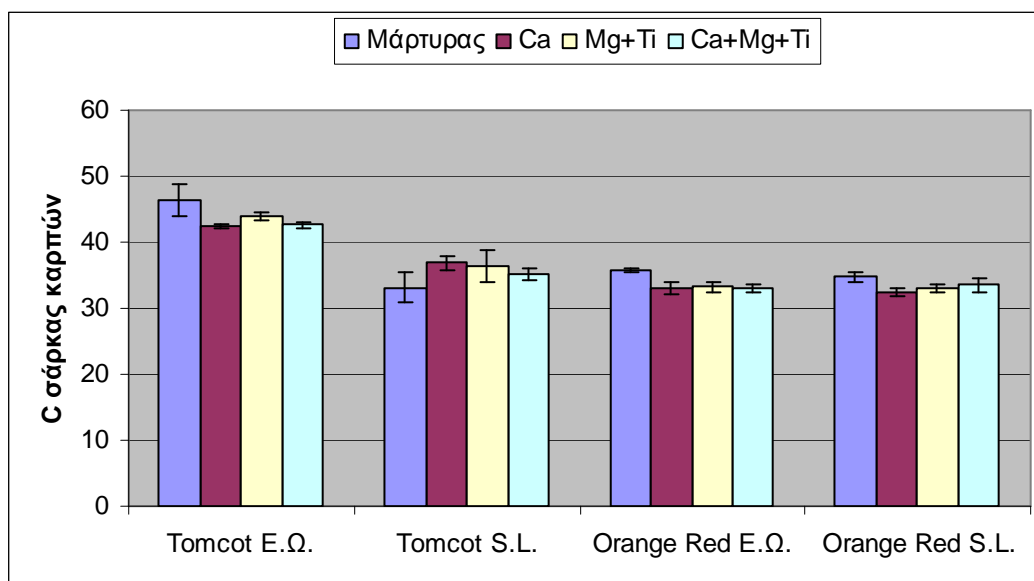
Πηγή Παραλλακτικότητας	Ε.Ω.	S.L.
Επεμβάσεις	ns	ns
Ποικιλία	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x Ποικιλία	ns	p<0,01

Επεξηγήσεις: Ε.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Ο παράγοντας ποικιλία επιδρά σημαντικά στη παράμετρο L* της σάρκας κατά τα δύο στάδια ωριμότητας των καρπών με διαφορετικό τρόπο. Κατά την Ε.Ω. η ποικιλία Tomcot εμφανίζει σημαντικά υψηλότερες τιμές φωτεινότητας L* στη σάρκα των καρπών της ενώ κατά τη S.L. η ποικιλία Orange Red είναι αυτή που εμφανίζει τις υψηλότερες τιμές της ίδιας παραμέτρου. Από τις αλληλεπιδράσεις της S.L. προέκυψε πως ο μάρτυρας της Tomcot έχει σημαντικά μικρότερη τιμή από τις λοιπές επεμβάσεις του ίδιου σταδίου ωριμότητας (Πίνακας 31).

C* σάρκας

Το χρώμα C* της σάρκας μειώθηκε κατά την S.L. της Tomcot ενώ παρέμεινε στα ίδια επίπεδα στην Orange Red. Η υψηλότερη τιμή C* της σάρκας βρέθηκε στο μάρτυρα της Tomcot κατά την Ε.Ω. (46,34) όπως και η μικρότερη κατά τη S.L. (33,12). Οι τιμές χρώματος C* της σάρκας όλων των επεμβάσεων στη ποικιλία Orange Red κατά την Ε.Ω. ήταν μικρότερες από αυτές του μάρτυρά τους ενώ κατά τη S.L. η επέμβαση με Ca διέφερε από το μάρτυρα αλλά όχι σημαντικά. Αντίθετα στη ποικιλία Tomcot δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ επεμβάσεων και μάρτυρα στην Ε.Ω. αλλά ούτε και στην S.L..



Σχεδιάγραμμα 18: Επίδραση των επεμβάσεων στη τιμή C* της σάρκας των καρπών των δύο ποικιλιών κατά το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας (E.Ω.) και ύστερα από τη διατήρησή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (S.L.). Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 32: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η Shelf Life στη τιμή C* της σάρκας της κάθε ποικιλίας ξεχωριστά.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Tomcot	Orange Red
Επεμβάσεις	ns	ns
Ε.Ω.-S.L.	p<0,001	ns
Επεμβάσεις x Ε.Ω.-S.L.	ns	ns

Επεξηγήσεις: Ε.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Κατά τη S.L. μειώθηκε σημαντικά τη τιμή C* της σάρκας των καρπών της ποικιλίας Tomcot. Αντίθετα η ποικιλία Orange Red δεν επηρεάστηκε σημαντικά από κάποια πηγή παραλλακτικότητας καθώς παρατηρείται κάποια σταθερότητα στις τιμές της παραμέτρου τόσο μεταξύ των επεμβάσεων όσο και κατά τα στάδια ωριμότητας των καρπών (Πίνακας 32).

Πίνακας 33: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στη τιμή C* της σάρκας κατά την εμπορική ωρίμανση και τη Shelf Life αντίστοιχα.

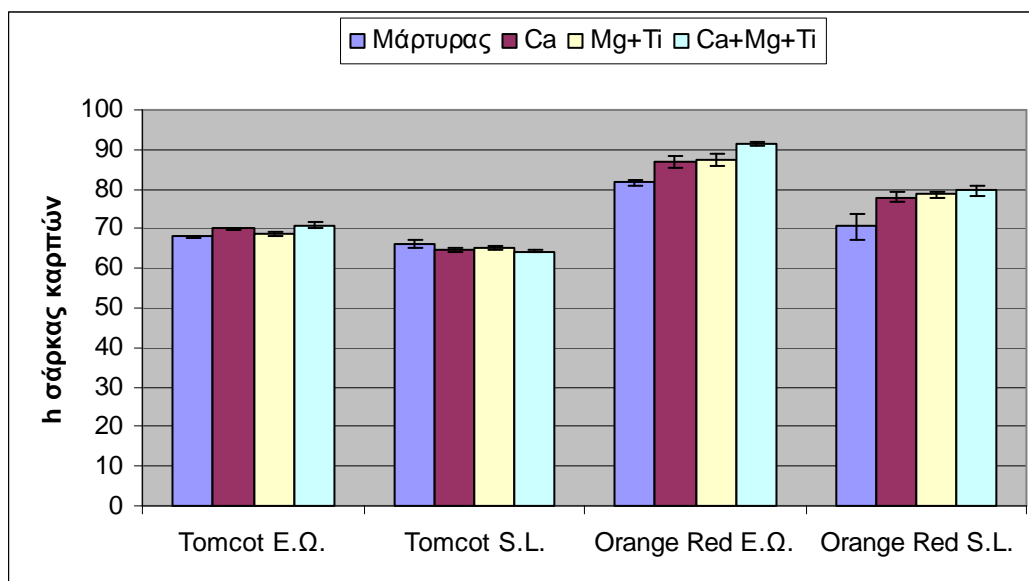
Πηγή Παραλλακτικότητας	Ε.Ω.	S.L.
Επεμβάσεις	ns	ns
Ποικιλία	p<0,001	ns
Επεμβάσεις x Ποικιλία	ns	ns

Επεξηγήσεις: Ε.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Η ποικιλία Tomcot είχε σημαντικά υψηλότερες τιμές C* στη σάρκα των καρπών της κατά τη συγκομιδή των καρπών, ωστόσο αυτές οι διαφορές εξομαλύνονται κατά τη παραμονή των καρπών σε θερμοκρασία δωματίου (Πίνακας 33).

h^o σάρκας

Η χροιά h^o της σάρκας μειώθηκε ελαφρώς κατά τη S.L. της Tomcot ενώ σημείωσε σχετικά μεγάλη πτώση κατά τη S.L. της Orange Red. Η υψηλότερη τιμή h^o της σάρκας βρέθηκε στην επέμβαση με Ca+Mg+Ti της Orange Red κατά την Ε.Ω. (91,39) ενώ η χαμηλότερη στην επέμβαση με Ca+Mg+Ti της Tomcot κατά τη S.L. (64,30). Οι επεμβάσεις Ca και Ca+Mg+Ti της Tomcot κατά την Ε.Ω. είχαν σημαντικά υψηλότερη τιμή από αυτή του μάρτυρά τους. Στη ποικιλία Orange Red όλες οι επεμβάσεις κατέγραψαν υψηλότερες τιμές από τους αντίστοιχους μάρτυρες τόσο κατά την Ε.Ω. όσο και κατά τη S.L., ενώ η παράμετρος στην επέμβαση Ca+Mg+Ti της ποικιλίας αυτής κατά την Ε.Ω. ήταν υψηλότερη σε σχέση με τις υπόλοιπες επεμβάσεις.



Σχεδιάγραμμα 19: Επίδραση των επεμβάσεων στη τιμή h° της σάρκας των καρπών των δύο ποικιλιών κατά το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας (E.Ω.) και ύστερα από τη διατήρησή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (S.L.). Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 34: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η Shelf Life στη τιμή h° της σάρκας της κάθε ποικιλίας ξεχωριστά.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Tomcot	Orange Red
Επεμβάσεις	ns	p<0,05
E.Ω.-S.L.	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x E.Ω.-S.L.	p<0,01	ns

Επεξηγήσεις: E.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Η τιμή h° της σάρκας και των δύο ποικιλιών μειώνεται σημαντικά κατά τη S.L.. Οι επεμβάσεις της ποικιλίας Orange Red είχαν σημαντικά υψηλότερες τιμές παραμέτρου h° στη σάρκα τους από το μάρτυρα ανεξαρτήτως σταδίου ωριμότητας των καρπών τους. Σημαντική ήταν η αλληλεπίδραση επεμβάσεων και σταδίου ωριμότητας στη ποικιλία Tomcot από όπου δεν προκύπτει επιπλέον πληροφορία (Πίνακας 34).

Πίνακας 35: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στη τιμή h° της σάρκας κατά την εμπορική ωρίμανση και τη Shelf Life αντίστοιχα.

Πηγή Παραλλακτικότητας	E.Ω.	S.L.
Επεμβάσεις	p<0,05	ns
Ποικιλία	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x Ποικιλία	p<0,05	p<0,01

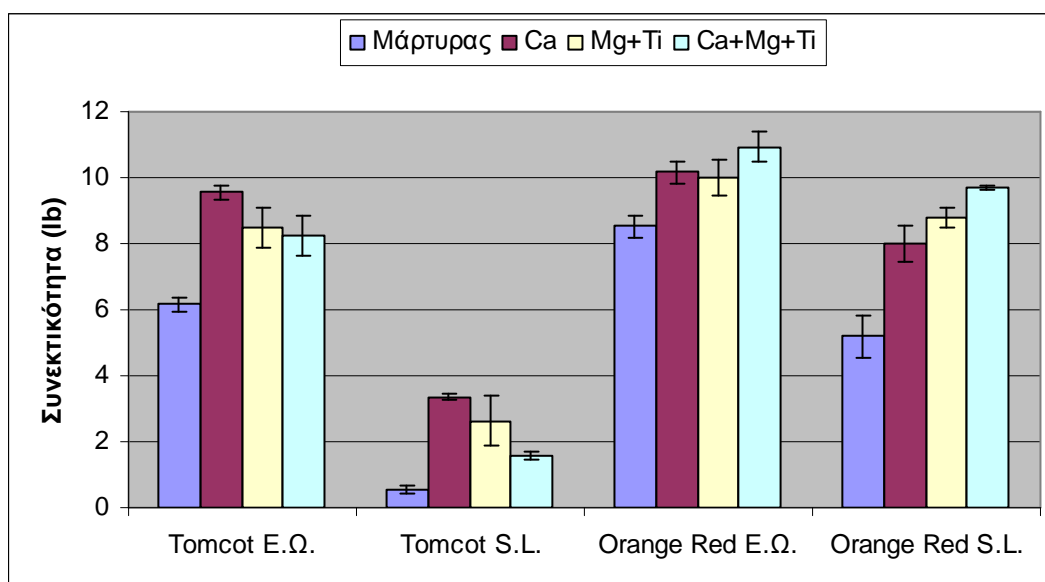
Επεξηγήσεις: E.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Όλες οι επεμβάσεις κατά τη συγκομιδή των καρπών ανεξαρτήτως ποικιλίας είχαν σημαντικά υψηλότερες τιμές h° στη σάρκα των καρπών τους έναντι του μάρτυρα, ενώ η επέμβαση με Ca+Mg+Ti είχε σημαντικά μεγαλύτερη τιμή από τις

άλλες δύο. Η ποικιλία Orange Red είχε σημαντικά υψηλότερες τιμές παραμέτρου από τη ποικιλία Tomcot και στα δύο στάδια ωριμότητας των καρπών. Από τις αλληλεπιδράσεις επεμβάσεων -γονοτύπου στην Ε.Ω. προκύπτει πως ο μάρτυρας της Orange Red έχει σημαντικά μικρότερη τιμή από τις λοιπές επεμβάσεις. Επιπλέον από τις αλληλεπιδράσεις στη S.L. προκύπτει πως οι επεμβάσεις της Orange Red έχουν σημαντικά υψηλότερη τιμή παραμέτρου από το μάρτυρά τους (Πίνακας 35).

3.8 Συνεκτικότητα σάρκας

Η συνεκτικότητα της σάρκας μειώθηκε εντυπωσιακά κατά τη S.L. (ανεξαρτήτως επεμβάσεων) για την ποικιλία Tomcot (75,1%) ενώ στην Orange Red η μείωση αυτή ήταν αναλογικά μικρότερη (20,2%). Η ποικιλία Orange Red παρουσίασε υψηλότερη συνεκτικότητα από την Tomcot τόσο κατά την Ε.Ω. όσο και κατά τη S.L.. Η υψηλότερη τιμή συνεκτικότητας εμφάνισε η επέμβαση με Ca+Mg+Ti της ποικιλίας Orange Red κατά την Ε.Ω. (10,93 lb) ενώ τη χαμηλότερη ο μάρτυρας της Tomcot κατά τη S.L. (0,55 lb). Η συνεκτικότητα της ποικιλίας Tomcot στην επέμβαση με Ca ήταν υψηλότερη από αυτή του μάρτυρά της στο στάδιο της συγκομιδής των καρπών. Ομοίως οι επεμβάσεις Ca και Mg+Ti της ίδιας ποικιλίας κατά τη S.L. είχαν υψηλότερη συνεκτικότητα από αυτή του αντίστοιχου μάρτυρα. Στη ποικιλία Orange Red όλες οι επεμβάσεις τόσο κατά την Ε.Ω. όσο και κατά τη S.L. είχαν υψηλότερη συνεκτικότητα από τους αντίστοιχους μάρτυρες. Η επέμβαση με Ca+Mg+Ti της ποικιλίας Orange Red κατά τη S.L. είχε υψηλότερη συνεκτικότητα σε σχέση με την επέμβαση με Ca.



Σχεδιάγραμμα 20: Επίδραση των επεμβάσεων στη συνεκτικότητα της σάρκας των καρπών των δύο ποικιλιών κατά το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας (E.Ω.) και ύστερα από τη διατήρησή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (S.L.). Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 36: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η Shelf Life στη συνεκτικότητα της σάρκας της κάθε ποικιλίας ξεχωριστά.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Tomcot	Orange Red
Επεμβάσεις	p<0,05	p<0,01
Ε.Ω.-S.L.	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x Ε.Ω.-S.L.	ns	ns

Επεξηγήσεις: Ε.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Η ανάλυση της διασποράς δείχνει πως η S.L. επιδρά σημαντικά μειώνοντας τη συνεκτικότητα και των δύο ποικιλιών. Στην ποικιλία Tomcot οι επεμβάσεις έχουν σημαντικά υψηλότερη συνεκτικότητα από αυτή του μάρτυρα και η επέμβαση Ca έχει σημαντικά μεγαλύτερη τιμή από την επέμβαση Ca+Mg+Ti. Επιπλέον οι επεμβάσεις της Orange Red παρουσιάζουν σημαντικά υψηλότερη συνεκτικότητα έναντι του μάρτυρα ενώ και η επέμβαση Ca+Mg+Ti έχει μεγαλύτερη συνεκτικότητα από την επέμβαση Ca ανεξαρτήτως σταδίου ωριμότητας των καρπών (Πίνακας 36).

Πίνακας 37: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στη συνεκτικότητα της σάρκας κατά την εμπορική ωρίμανση και τη Shelf Life αντίστοιχα.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Ε.Ω.	S.L.
Επεμβάσεις	p<0,05	p<0,05
Ποικιλία	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x Ποικιλία	ns	p<0,01

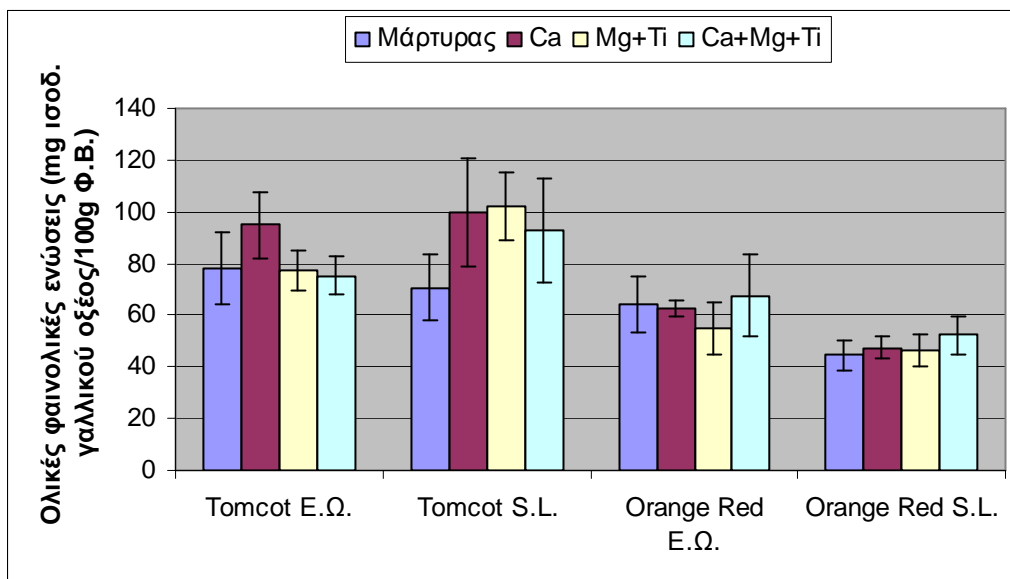
Επεξηγήσεις: Ε.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Η ποικιλία Orange Red έχει σημαντικά μεγαλύτερη συνεκτικότητα από τη ποικιλία Tomcot και στα δύο στάδια ωριμότητας. Όλες οι επεμβάσεις παρουσιάζουν σημαντικά μεγαλύτερη συνεκτικότητα σε σχέση με το μάρτυρα τόσο κατά την Ε.Ω. όσο και κατά τη S.L.. Από τις αλληλεπιδράσεις-επεμβάσεων γονοτύπου προκύπτει πως η επέμβαση Ca της Tomcot διαφέρει από το μάρτυρά της. Από την αλληλεπίδραση της S.L. προκύπτει ακόμα πως η επέμβαση Ca της Tomcot έχει σημαντικά μεγαλύτερη συνεκτικότητα από την επέμβαση με Ca+Mg+Ti της ίδιας ποικιλίας (Πίνακας 37).

3.9 Φαινολικές ουσίες

3.9.1 Ολικές φαινολικές ενώσεις

Οι ολικές φαινολικές ενώσεις σημείωσαν αύξηση κατά τη S.L. της Tomcot ενώ αντίθετα παρατηρήθηκε πτώση τους κατά τη S.L. της Orange Red. Η υψηλότερη τιμή ολικών φαινολικών ενώσεων παρατηρήθηκε στην επέμβαση με Mg+Ti της ποικιλίας Tomcot κατά τη S.L. (102,02 mg ισοδ. γαλλικού οξέος/ 100 g Φ.Β.) και η χαμηλότερη στο μάρτυρα της Orange Red κατά την Ε.Ω. (44,75 mg ισοδ. γαλλικού οξέος/ 100 g Φ.Β.).



Σχεδιάγραμμα 21: Επίδραση των επεμβάσεων στις ολικές φαινολικές ουσίες των καρπών των δύο ποικιλιών κατά το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας (E.Ω.) και ύστερα από τη διατήρησή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (S.L.). Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 38: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η Shelf Life στις ολικές φαινολικές ενώσεις της κάθε ποικιλίας ξεχωριστά.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Tomcot	Orange Red
Επεμβάσεις	ns	ns
E.Ω.-S.L.	ns	p<0,05
Επεμβάσεις x E.Ω.-S.L.	ns	ns

Επεξηγήσεις: E.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Κατά τη S.L. της Orange Red καταγράφεται σημαντική πτώση των ολικών φαινολικών ουσιών (Πίνακας 38).

Πίνακας 39: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στις ολικές φαινολικές ενώσεις κατά την εμπορική ωρίμανση και τη Shelf Life αντίστοιχα.

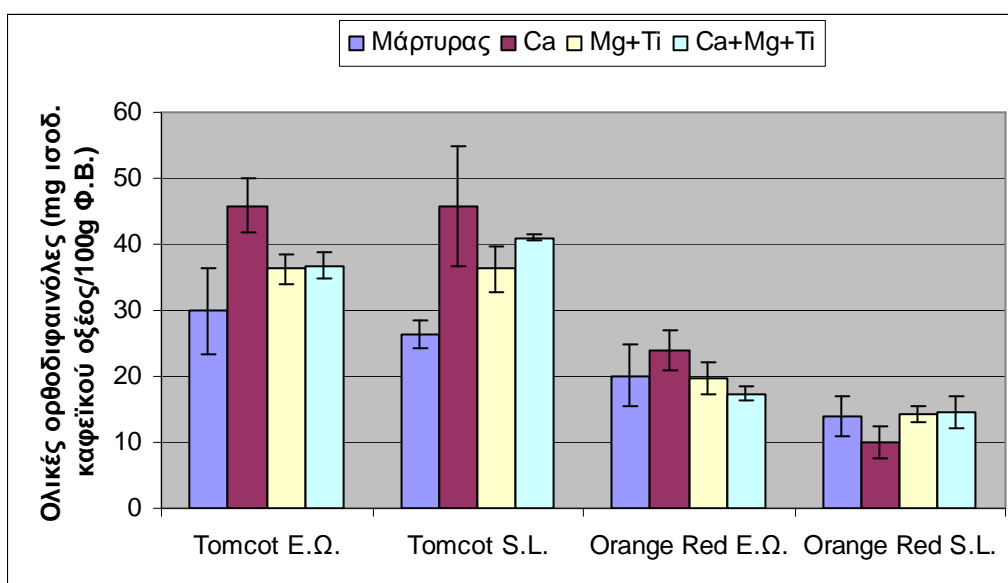
Πηγή Παραλλακτικότητας	E.Ω.	S.L.
Επεμβάσεις	ns	ns
Ποικιλία	p<0,05	p<0,001
Επεμβάσεις x Ποικιλία	ns	ns

Επεξηγήσεις: E.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Η ποικιλία Tomcot κατέγραψε σημαντικά υψηλότερες τιμές ολικών φαινολικών ουσιών και στα δύο στάδια ωριμότητας των καρπών (Πίνακας 39).

3.9.2 Ολικές ορθοδιφαινόλες

Οι ολικές ορθοδιφαινόλες στην Tomcot παρέμειναν στα ίδια επίπεδα κατά τη S.L. σε όλες τις επεμβάσεις με εξαίρεση το μάρτυρα που σημείωσε ελαφρά πτώση ενώ αντίθετα στην Orange Red σημειώθηκε πτωτική τάση κατά τη S.L.. Οι υψηλότερες τιμές ολικών ορθοδιφαινολών παρατηρήθηκαν στην επέμβαση με Ca (45,88 και 45,65 mg ισοδ. καφεϊκού οξέος/ 100g Φ.Β.) κατά την E.Ω. και τη S.L. αντίστοιχα και η χαμηλότερη στην ίδια επέμβαση της Orange Red (10,05 mg ισοδ. Καφεϊκού οξέος/ 100 g Φ.Β.). Οι ολικές ορθοδιφαινόλες της ποικιλίας Tomcot στην επέμβαση με Ca κατά την E.Ω. ήταν υψηλότερες σε σχέση με τον αντίστοιχο μάρτυρα ενώ το ίδιο συνέβη και στη S.L. της ίδιας ποικιλίας.



Σχεδιάγραμμα 22: Επίδραση των επεμβάσεων στις ολικές ορθοδιφαινόλες των καρπών των δύο ποικιλιών κατά το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας (E.Ω.) και ύστερα από τη διατήρησή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (S.L.). Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 40: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η Shelf Life στις ολικές ορθοδιφαινόλες της κάθε ποικιλίας ξεχωριστά.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Tomcot	Orange Red
Επεμβάσεις	ns	ns
E.Ω.-S.L.	ns	p<0,01
Επεμβάσεις x E.Ω.-S.L.	ns	ns

Επεξηγήσεις: E.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Βάση του πίνακα της ανάλυσης της διασποράς η S.L. μείωσε σημαντικά τις ολικές ορθοδιφαινόλες στην Orange Red (Πίνακας 40).

Πίνακας 41: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πώς επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στις ολικές ορθοδιφαινόλες κατά την εμπορική ωρίμανση και τη Shelf Life αντίστοιχα.

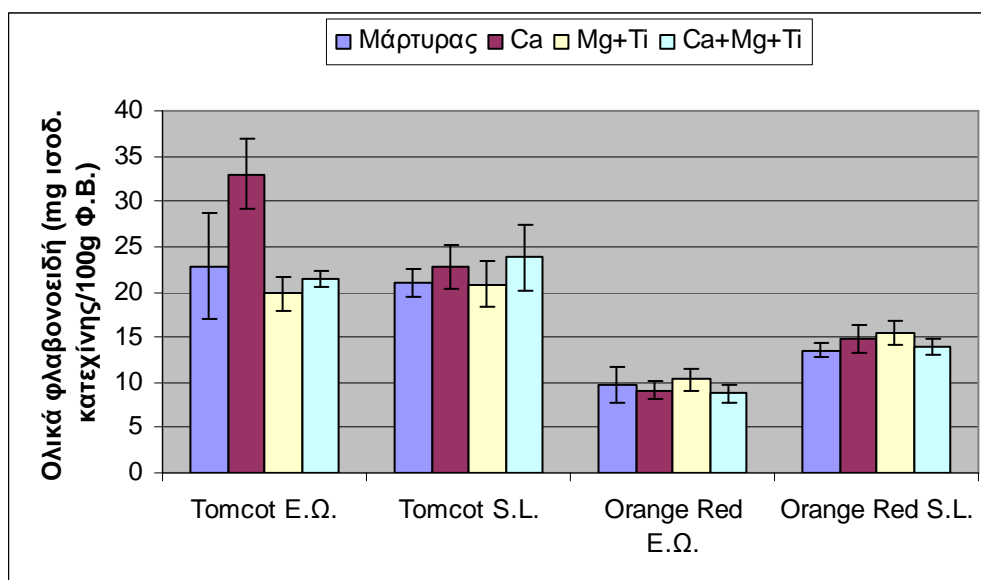
Πηγή Παραλλακτικότητας	E.Ω.	S.L.
Επεμβάσεις	ns	ns
Ποικιλία	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x Ποικιλία	ns	p<0,05

Επεξηγήσεις: E.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Οι καρποί της ποικιλίας Tomcot είχαν σημαντικά υψηλότερες συγκεντρώσεις ολικών ορθοδιφαινολών από αυτούς της Orange Red τόσο κατά την εμπορική τους ωρίμανση όσο και κατά τη S.L. τους. Επιπλέον από τις αλληλεπιδράσεις επεμβάσεων και ποικιλίας της S.L. προέκυψε πως η επέμβαση με Ca της Tomcot είχε υψηλότερο περιεχόμενο ολικών ορθοδιφαινολών από τον μάρτυρά της (Πίνακας 41).

3.9.3 Ολικά φλαβονοειδή

Τα ολικά φλαβονοειδή παρέμειναν στα ίδια επίπεδα για την Tomcot κατά τη S.L. (με εξαίρεση την επέμβαση με Ca όπου παρατηρήθηκε πτώση) ενώ αντίστοιχα στην Orange Red σημείωσαν άνοδο κατά τη S.L.. Η υψηλότερη τιμή ολικών φαινολικών ενώσεων παρατηρήθηκε στην επέμβαση με Ca της Tomcot κατά την E.Ω. (32,96 mg ισοδ. κατεχίνης/ 100 g Φ.Β.) και η χαμηλότερη στην επέμβαση με Ca+Mg+Ti της ποικιλίας Orange Red κατά την E.Ω. (8,8 mg ισοδ. κατεχίνης/ 100 g Φ.Β.).



Σχεδιάγραμμα 23: Επίδραση των επεμβάσεων στα ολικά φλαβονοειδή των καρπών των δύο ποικιλιών κατά το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας (E.Ω.) και ύστερα από τη διατήρησή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (S.L.). Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 42: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η Shelf Life στα ολικά φλαβονοειδή της κάθε ποικιλίας ξεχωριστά.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Tomcot	Orange Red
Επεμβάσεις	ns	ns
Ε.Ω.-S.L.	ns	p<0,001
Επεμβάσεις x Ε.Ω.-S.L.	ns	ns

Επεξηγήσεις: Ε.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Ο πίνακας της ανάλυσης της διασποράς δείχνει πως κατά τη S.L. σημειώνεται σημαντική άνοδος των ολικών φλαβονοειδών στη ποικιλία Orange Red (Πίνακας 42).

Πίνακας 43: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στα ολικά φλαβονοειδή κατά την εμπορική ωρίμανση και τη Shelf Life αντίστοιχα.

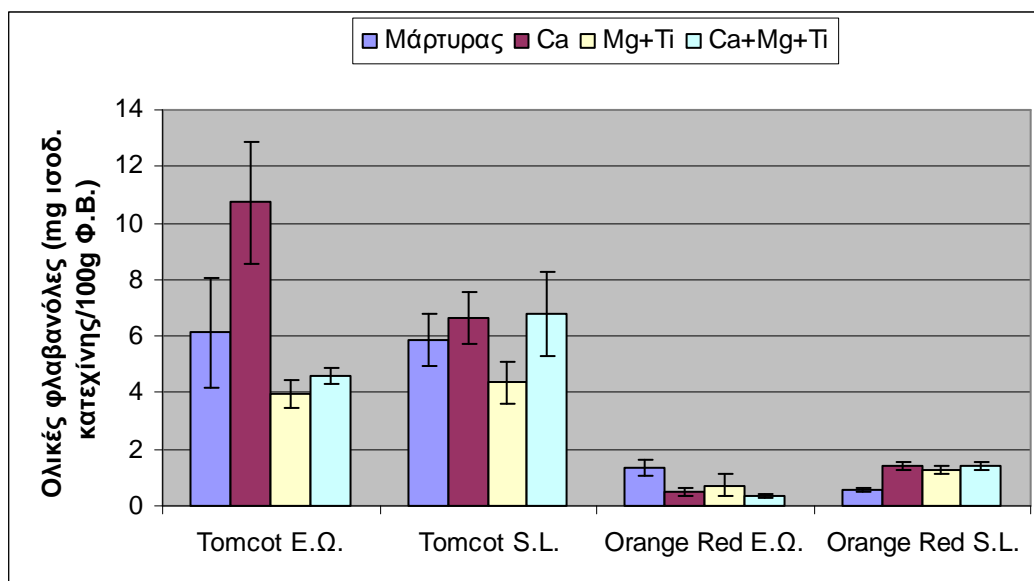
Πηγή Παραλλακτικότητας	Ε.Ω.	S.L.
Επεμβάσεις	ns	ns
Ποικιλία	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x Ποικιλία	p<0,05	ns

Επεξηγήσεις: Ε.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Στο στάδιο της εμπορικής ωριμότητας των καρπών όπως και σε αυτό της S.L. τα ολικά φλαβονοειδή των καρπών της ποικιλίας Tomcot είναι σημαντικά υψηλότερα από αυτά της Orange Red. Από τις αλληλεπιδράσεις επεμβάσεων γονοτύπου κατά τη συγκομιδή των καρπών προέκυψε πως η επέμβαση Ca της Tomcot είχε σημαντικά υψηλότερα ολικά φλαβονοειδή από τις επεμβάσεις Ca+Mg+Ti και Mg+Ti της ίδιας ποικιλίας (Πίνακας 43).

3.9.4 Ολικές φλαβανόλες

Οι ολικές φλαβανόλες παρουσιάστηκαν σε πολύ υψηλότερα επίπεδα στην Tomcot σε σύγκριση με την Orange Red. Οι ολικές φλαβανόλες παρουσίασαν άνοδο στην Tomcot κατά τη S.L. στις επεμβάσεις με Mg+Ti και Ca+Mg+Ti ενώ στην Orange Red παρουσίασαν ελαφρώς ανοδική τάση. Η υψηλότερη τιμή ολικών φλαβονολών παρατηρήθηκε στην επέμβαση με Ca της Tomcot κατά την Ε.Ω. (10,73 mg ισοδ. κατεχίνης/ 100 g Φ.Β.) ενώ η μικρότερη στην επέμβαση με Ca+Mg+Ti της Orange Red κατά την Ε.Ω. (0,35 mg ισοδ. κατεχίνης/ 100 g Φ.Β.).



Σχεδιάγραμμα 24: Επίδραση των επεμβάσεων στις ολικές φλαβονόλες των καρπών των δύο ποικιλιών κατά το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας (E.Ω.) και ύστερα από τη διατήρησή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (S.L.). Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 44: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η Shelf Life στις ολικές φλαβονόλες της κάθε ποικιλίας ξεχωριστά.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Tomcot	Orange Red
Επεμβάσεις	ns	ns
E.Ω.-S.L.	ns	p<0,01
Επεμβάσεις x E.Ω.-S.L.	ns	p<0,001

Επεξηγήσεις: E.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Ο πίνακας της ανάλυσης της διασποράς δείχνει πως κατά τη S.L. των καρπών καταγράφεται άνοδος στα επίπεδα των ολικών φλαβονολών της ποικιλίας Orange Red. Επιπλέον στην ίδια ποικιλία υπάρχει και σημαντική αλληλεπίδραση επεμβάσεων-σταδίου ωριμότητας των καρπών από όπου προκύπτει πως η επέμβαση Ca+Mg+Ti της E.Ω. έχει μικρότερο περιεχόμενο φλαβονολών από τον μάρτυρά της (Πίνακας 44).

Πίνακας 45: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στις ολικές φλαβονόλες κατά την εμπορική ωρίμανση και τη Shelf Life αντίστοιχα.

Πηγή Παραλλακτικότητας	E.Ω.	S.L.
Επεμβάσεις	ns	ns
Ποικιλία	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x Ποικιλία	p<0,05	ns

Επεξηγήσεις: E.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

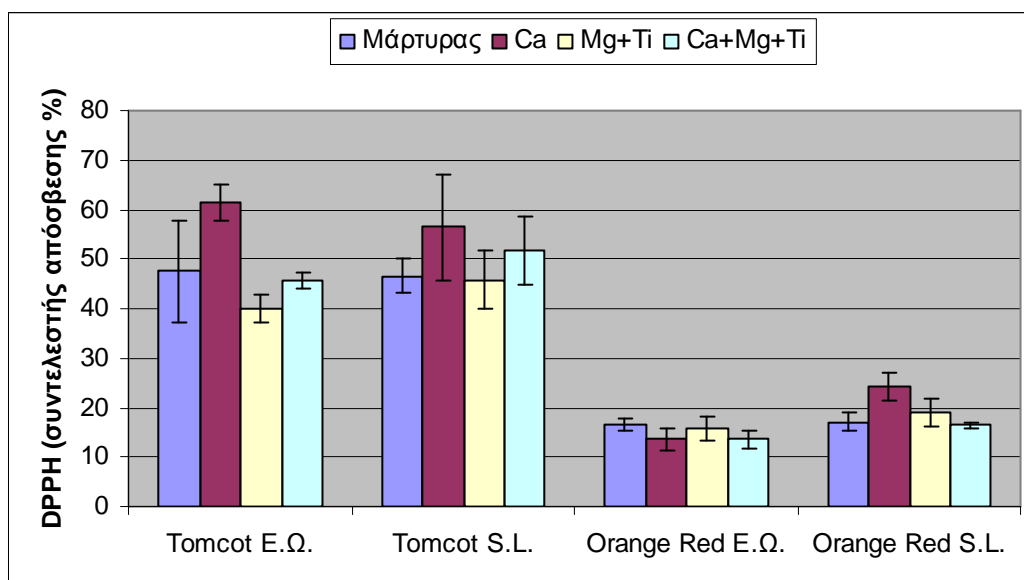
Η ποικιλία Tomcot είχε σημαντικά υψηλότερα επίπεδα ολικών φλαβονολών από τη ποικιλία Orange Red και στα δύο στάδια ωριμότητας των καρπών. Από την αλληλεπίδραση επεμβάσεων γονοτύπου στο στάδιο της εμπορικής ωριμότητας των καρπών προέκυψε πως η επέμβαση Ca της Tomcot είχε περισσότερες φλαβονόλες από τις επεμβάσεις Ca+Mg+Ti και Mg+Ti της ίδιας ποικιλίας (Πίνακας 45).

3.10 Αντιοξειδωτική δράση

3.10.1 Αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο DPPH

Στη παρούσα εργασία η αντιοξειδωτική δράση DPPH κυμάνθηκε από 40,06% (επέμβαση με Mg+Ti στην Ε.Ω.) έως 61,37% (επέμβαση με Ca στην Ε.Ω.) για την Tomcot και από 13,58% (επέμβαση με Ca+Mg+Ti στην Ε.Ω.) έως 19,09% (επέμβαση με Ca στη S.L.) για τη ποικιλία Orange Red.

Οι τιμές των αντιοξειδωτικών DPPH στην Tomcot ήταν σε υψηλότερα επίπεδα από την Orange Red τόσο κατά την Ε.Ω. όσο και κατά τη S.L.. Η υψηλότερη τιμή DPPH παρουσιάστηκε στην επέμβαση με Ca κατά την Ε.Ω. της Tomcot (61,37%) ενώ η χαμηλότερη στην επέμβαση με Ca+Mg+Ti της Orange Red κατά την Ε.Ω. (13,59%). Οι τιμές της αντιοξειδωτικής δράσης DPPH της ποικιλίας Orange Red στην επέμβαση με Ca κατά τη S.L. ήταν υψηλότερη από του αντίστοιχου μάρτυρα δίχως οι διαφορές αυτές να είναι στατιστικά σημαντικές.



Σχεδιάγραμμα 25: Επίδραση των επεμβάσεων στην αντιοξειδωτική ικανότητα DPPH των καρπών των δύο ποικιλιών κατά το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας (Ε.Ω.) και ύστερα από τη διατήρησή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (S.L.). Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 46: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η Shelf Life στην αντιοξειδωτική ικανότητα DPPH της κάθε ποικιλίας ξεχωριστά.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Tomcot	Orange Red
Επεμβάσεις	ns	ns
Ε.Ω.-S.L.	ns	p<0,05
Επεμβάσεις x Ε.Ω.-S.L.	ns	ns

Επεξηγήσεις: Ε.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Ο πίνακας της ανάλυσης της διασποράς δείχνει πως τα αντιοξειδωτικά της μεθόδου DPPH των καρπών της ποικιλίας Orange Red είναι σημαντικά αυξημένα στο στάδιο της S.L. έναντι αυτού της Ε.Ω. (Πίνακας 46).

Πίνακας 47: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στην αντιοξειδωτική ικανότητα DPPH κατά την εμπορική ωρίμανση και τη Shelf Life αντίστοιχα.

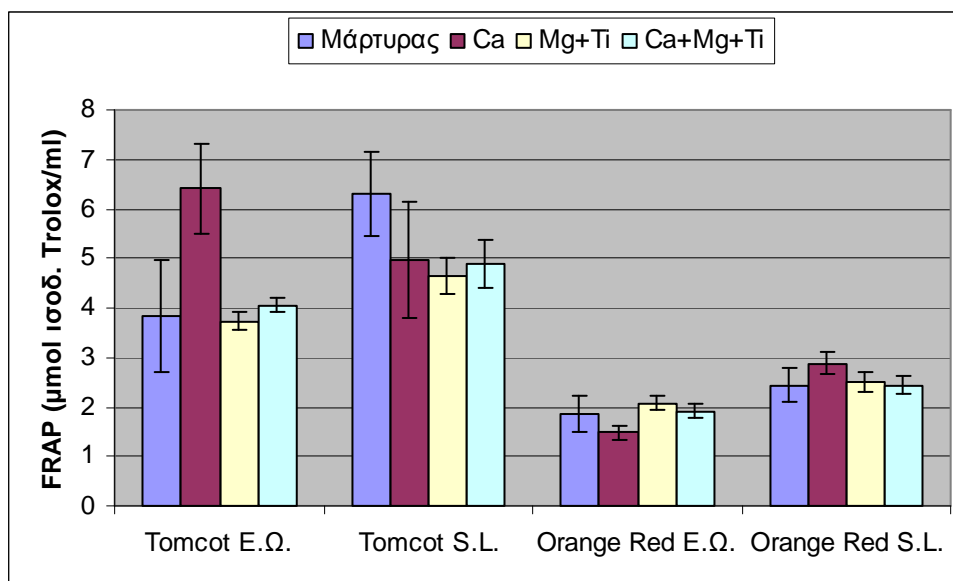
Πηγή Παραλλακτικότητας	Ε.Ω.	S.L.
Επεμβάσεις	ns	ns
Ποικιλία	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x Ποικιλία	p<0,05	ns

Επεξηγήσεις: Ε.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Τα αντιοξειδωτικά DPPH των καρπών της ποικιλίας Tomcot βρίσκονται σε σημαντικά υψηλότερα έναντι αυτών της Orange Red και στα δύο στάδια ωριμότητας των καρπών. Επιπλέον στο στάδιο της συγκομιδής υπάρχει και σημαντική αλληλεπίδραση επεμβάσεων-γονοτύπου από όπου προκύπτει πως η τιμή της επέμβασης Ca της Tomcot είναι σημαντικά μεγαλύτερη από της επέμβασης Mg+Ti της ίδιας ποικιλίας (Πίνακας 47).

3.10.2 Αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο FRAP

Οι τιμές των αντιοξειδωτικών FRAP βρέθηκαν σε υψηλότερα επίπεδα στην Tomcot σε σύγκριση με τα αντίστοιχα της Orange Red τόσο κατά την Ε.Ω. όσο και κατά τη S.L.. Η μεγαλύτερη τιμή FRAP παρουσιάστηκε στην επέμβαση με Ca κατά την Ε.Ω. της Tomcot (6,41 ισοδύναμα Trolox / ml) η οποία διέφερε από τις υπόλοιπες επεμβάσεις και τον αντίστοιχο μάρτυρα. Η χαμηλότερη μετρήθηκε στην επέμβαση με Ca της Orange Red κατά την Ε.Ω. (1,48 ισοδύναμα Trolox / ml).



Σχεδιάγραμμα 26: Επίδραση των επεμβάσεων στην αντιοξειδωτική ικανότητα FRAP των καρπών των δύο ποικιλιών κατά το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας (E.Ω.) και ύστερα από τη διατήρησή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (S.L.). Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 48: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η Shelf Life στην αντιοξειδωτική ικανότητα FRAP της κάθε ποικιλίας ξεχωριστά.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Tomcot	Orange Red
Επεμβάσεις	ns	ns
E.Ω.-S.L.	ns	p<0,001
Επεμβάσεις x E.Ω.-S.L.	ns	ns

Επεξηγήσεις: E.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Ο πίνακας της ανάλυσης της διασποράς δείχνει πως τα αντιοξειδωτικά της μεθόδου FRAP είναι σημαντικά αυξημένα κατά τη S.L. της ποικιλίας Orange Red έναντι του σταδίου της E.Ω. (Πίνακας 48).

Πίνακας 49: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στην αντιοξειδωτική ικανότητα FRAP κατά την εμπορική ωρίμανση και τη Shelf Life αντίστοιχα.

Πηγή Παραλλακτικότητας	E.Ω.	S.L.
Επεμβάσεις	ns	ns
Ποικιλία	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x Ποικιλία	p<0,01	ns

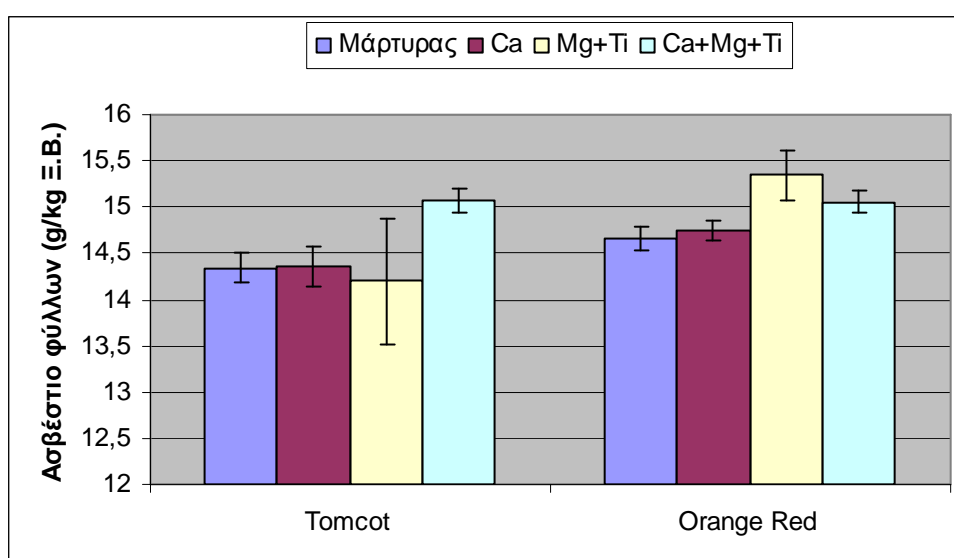
Επεξηγήσεις: E.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Η ποικιλία Tomcot παρουσιάζει σημαντικώς υψηλότερα επίπεδα αντιοξειδωτικών FRAP από τη ποικιλία Orange Red και στα δύο στάδια ωριμότητας των καρπών. Ακόμα παρατηρήθηκε σημαντική αλληλεπίδραση επεμβάσεων-γονοτύπου κατά την E.Ω. των καρπών και προκύπτει πως η τιμή της επέμβασης Ca της Tomcot είναι σημαντικά μεγαλύτερη από τις υπόλοιπες επεμβάσεις της ίδιας ποικιλίας (Πίνακας 49).

3.11 Συγκεντρώσεις στοιχείων

3.11.1 Ασβέστιο φύλλων

Η περιεκτικότητα των φύλλων σε ασβέστιο κυμάνθηκε σε υψηλότερα επίπεδα στη ποικιλία Orange Red σε σχέση με τη Tomcot. Η μεγαλύτερη τιμή περιεκτικότητας ασβεστίου στα φύλλα βρέθηκε στη ποικιλία Orange Red στην επέμβαση με Mg+Ti (15,34 g/kg Ξ.Β.) η οποία αν και διέφερε από τον αντίστοιχο μάρτυρα η διαφορά τους δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Η μικρότερη τιμή περιεκτικότητας ασβεστίου σε φύλλα βρέθηκε στην ίδια επέμβαση (Mg+Ti) της ποικιλίας Tomcot (14,2 g/kg Ξ.Β.).



Σχεδιάγραμμα 27: Επίδραση των επεμβάσεων στη συγκέντρωση ασβεστίου των φύλλων των δύο ποικιλιών. Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 50: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στο περιεχόμενο ασβέστιο των φύλλων.

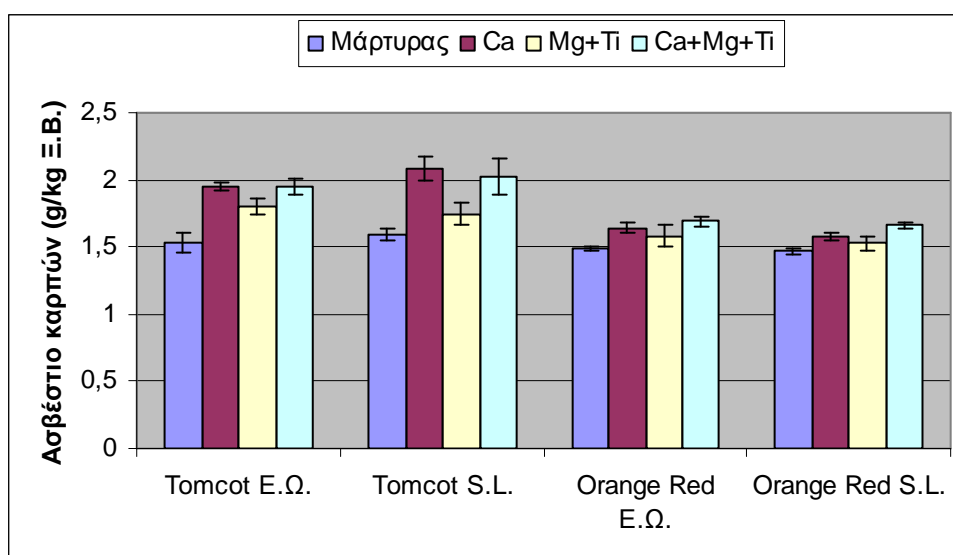
Πηγή Παραλλακτικότητας	Σημαντικότητα
Επεμβάσεις	ns
Ποικιλία	p<0,05
Επεμβάσεις x Ποικιλία	ns

Επεξηγήσεις: p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Τα φύλλα της ποικιλίας Orange Red είχαν σημαντικά μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ασβέστιο ανεξαρτήτως επεμβάσεων (Πίνακας 50).

3.11.2 Ασβέστιο καρπών

Το ασβέστιο των καρπών της ποικιλίας Tomcot κυμάνθηκε σε ελαφρώς υψηλότερα επίπεδα από αυτό της ποικιλίας Orange Red τόσο κατά την Ε.Ω. όσο και κατά τη S.L.. Η υψηλότερη τιμή ασβεστίου στους καρπούς παρουσιάστηκε στην επέμβαση με Ca της Tomcot κατά τη S.L. (2,08 g/kg Ξ.Β.) και η χαμηλότερη στο μάρτυρα της Orange Red κατά τη S.L. (1,47 g/kg Ξ.Β.). Γενικά σε όλες τις επεμβάσεις καταγράφηκαν μεγαλύτερες τιμές στο περιεχόμενο ασβέστιο των καρπών από τους αντίστοιχους μάρτυρες. Οι επεμβάσεις της ποικιλίας Tomcot κατά την Ε.Ω. αύξησαν τη συγκέντρωση ασβεστίου, ενώ κατά τη S.L. οι επεμβάσεις με Ca και Ca+Mg+Ti της ίδιας ποικιλίας διέφεραν στατιστικά σημαντικά από τον αντίστοιχο μάρτυρα. Επιπλέον οι επεμβάσεις με Ca και Ca+Mg+Ti αύξησαν το περιεχόμενο ασβέστιο στους καρπούς της ποικιλίας Orange Red κατά τη S.L., αντίθετα στην Ε.Ω. της ίδιας ποικιλίας η επέμβαση με Ca+Mg+Ti διέφερε από τον αντίστοιχο μάρτυρα όχι όμως στατιστικά σημαντικά.



Σχεδιάγραμμα 28: Επίδραση των επεμβάσεων στη συγκέντρωση ασβεστίου των καρπών των δύο ποικιλιών κατά το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας (Ε.Ω.) και ύστερα από τη διατήρησή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (S.L.). Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 51: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η Shelf Life στο περιεχόμενο ασβέστιο των καρπών της κάθε ποικιλίας ξεχωριστά.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Tomcot	Orange Red
Επεμβάσεις	p<0,05	p<0,05
Ε.Ω.-S.L.	ns	ns
Επεμβάσεις x Ε.Ω.-S.L.	ns	ns

Επεξηγήσεις: Ε.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Τόσο στη Tomcot όσο και στην Orange Red οι καρποί των επεμβάσεων Ca και Ca+Mg+Ti παρουσίασαν σημαντικά μεγαλύτερη περιεκτικότητα ασβεστίου από αυτούς των μαρτύρων ανεξαρτήτως σταδίου ωριμότητας των καρπών. Επιπλέον και στις δύο ποικιλίες οι καρποί που δέχθηκαν την επέμβαση Ca+Mg+Ti είχαν σημαντικά μεγαλύτερη περιεκτικότητα ασβεστίου από αυτούς της επέμβασης με Mg+Ti οι οποίοι με τη σειρά τους δεν διέφεραν από το μάρτυρα (Πίνακας 51).

Πίνακας 52: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στο περιεχόμενο ασβέστιο των καρπών κατά την εμπορική ωρίμανση και τη Shelf Life αντίστοιχα.

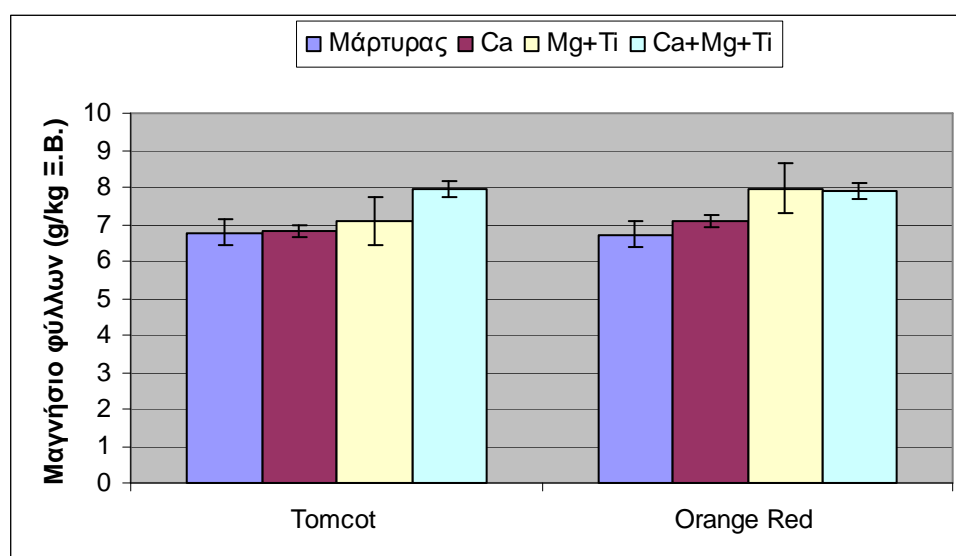
Πηγή Παραλλακτικότητας	E.Ω.	S.L.
Επεμβάσεις	p<0,05	p<0,05
Ποικιλία	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x Ποικιλία	ns	ns

Επεξηγήσεις: E.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Στο στάδιο της εμπορικής ωριμότητας των καρπών όλων οι επεμβάσεις ανεξαρτήτως ποικιλίας είχαν σημαντικά μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ασβέστιο σε σύγκριση με το μάρτυρα και δεν διέφεραν μεταξύ τους. Καρποί επεμβάσεων Ca και Ca+Mg+Ti που παρέμειναν σε θερμοκρασία δωματίου είχαν σημαντικά υψηλότερα ποσά ασβεστίου από αυτούς του μάρτυρα. Επιπλέον η ποικιλία Tomcot παρουσίασε μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ασβέστιο στους καρπούς της σε σύγκριση με την Orange Red ανεξαρτήτως επεμβάσεων και στα δύο στάδια ωριμότητας (Πίνακας 52).

3.11.3 Μαγνήσιο φύλλων

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των φύλλων έδειξαν πως οι επεμβάσεις που περιείχαν μαγνήσιο αύξησαν το περιεχόμενο του στοιχείου στα φύλλα. Η υψηλότερη περιεκτικότητα μαγνησίου εντοπίστηκε στην επέμβαση με Mg+Ti της Orange Red (7,96 g/kg Ξ.Β.) ενώ η μικρότερη στο μάρτυρα της ίδιας ποικιλίας (6,73 g/kg Ξ.Β.).



Σχεδιάγραμμα 29: Επίδραση των επεμβάσεων στη συγκέντρωση μαγνησίου των φύλλων των δύο ποικιλιών. Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 53: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στο περιεχόμενο μαγνήσιο των φύλλων.

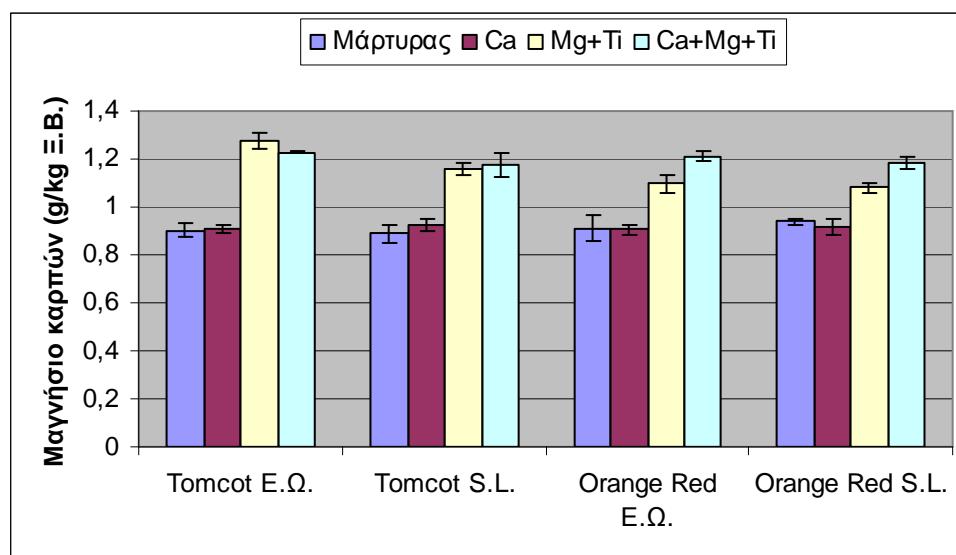
Πηγή Παραλλακτικότητας	Σημαντικότητα
Επεμβάσεις	p<0,01
Ποικιλία	ns
Επεμβάσεις x Ποικιλία	ns

Επεξηγήσεις: p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Τα φύλλα της των επεμβάσεων Ca+Mg+Ti και Mg+Ti είχαν σημαντικά μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε μαγνήσιο σε σύγκριση με το μάρτυρα ανεξαρτήτως ποικιλίας (Πίνακας 53).

3.11.4 Μαγνήσιο καρπών

Το μαγνήσιο των καρπών κυμάνθηκε από 0,89 g/kg για τον μάρτυρα της Tomcot κατά τη S.L. έως 1,27 g/kg για την επέμβαση με Mg+Ti της Tomcot κατά την E.Ω.. Οι επεμβάσεις με Mg+Ti και Ca+Mg+Ti παρουσίασαν στατιστικά σημαντικά υψηλότερες περιεκτικότητες Mg τόσο κατά την E.Ω. όσο και κατά τη S.L. σε σύγκριση με την επέμβαση με Ca και τους αντίστοιχους μάρτυρες. Στη ποικιλία Orange Red τόσο κατά την E.Ω. όσο και κατά τη S.L. οι καρποί της επέμβασης με Ca+Mg+Ti περιείχαν σημαντικά υψηλότερα ποσά μαγνησίου από αυτούς της επέμβασης με Mg+Ti.



Σχεδιάγραμμα 30: Επίδραση των επεμβάσεων στη συγκέντρωση μαγνησίου των καρπών των δύο ποικιλιών κατά το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας (E.Ω.) και ύστερα από τη διατήρησή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (S.L.). Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 54: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η Shelf Life στο περιεχόμενο μαγνήσιο των καρπών της κάθε ποικιλίας ξεχωριστά.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Tomcot	Orange Red
Επεμβάσεις	p<0,01	p<0,01
Ε.Ω.-S.L.	ns	ns
Επεμβάσεις x Ε.Ω.-S.L.	ns	ns

Επεξηγήσεις: Ε.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Οι καρποί των επεμβάσεων Mg+Ti και Ca+Mg+Ti περιείχαν σημαντικά μεγαλύτερη συγκέντρωση μαγνησίου σε σύγκριση με το μάρτυρα και την επέμβαση με Ca και στις δύο ποικιλίες του πειράματος. Στη ποικιλία Orange Red η επέμβαση με Ca+Mg+Ti εμφάνισε σημαντικά μεγαλύτερη περιεκτικότητα μαγνησίου στους καρπούς της από την επέμβαση με Mg+Ti ωστόσο στη ποικιλία Tomcot οι επεμβάσεις αυτές δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους (Πίνακας 54).

Πίνακας 55: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στο περιεχόμενο μαγνήσιο των καρπών κατά την εμπορική ωρίμανση και τη Shelf Life αντίστοιχα.

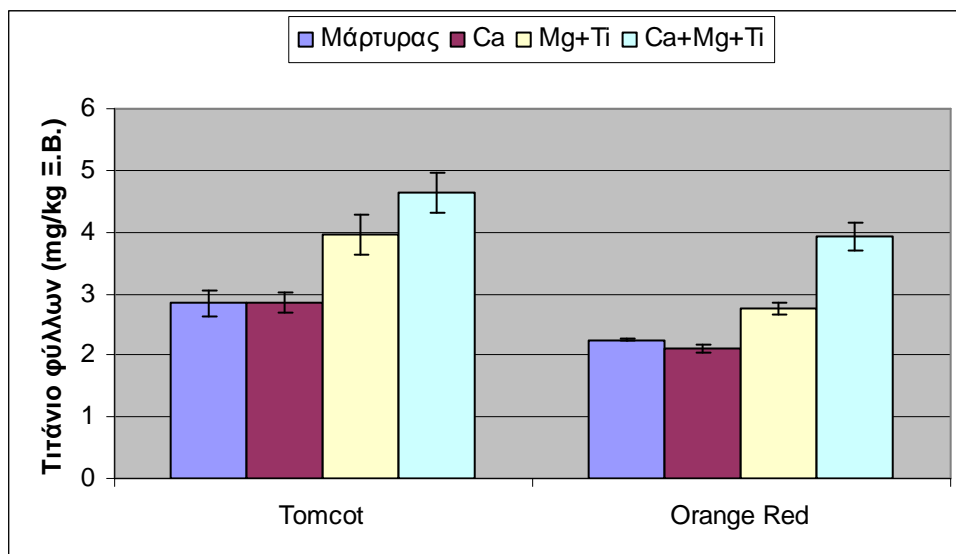
Πηγή Παραλλακτικότητας	Ε.Ω.	S.L.
Επεμβάσεις	p<0,01	p<0,05
Ποικιλία	p<0,05	ns
Επεμβάσεις x Ποικιλία	p<0,05	ns

Επεξηγήσεις: Ε.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Ο πίνακας δείχνει πως οι καρποί στις επεμβάσεις με Mg+Ti και Ca+Mg+Ti και στα δύο στάδια ωριμότητας είχαν σημαντικά μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε μαγνήσιο από την επέμβαση Ca και το μάρτυρα ανεξάρτητα με τη ποικιλία. Επιπλέον στην Ε.Ω. η ποικιλία Tomcot είχε σημαντικά μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε μαγνήσιο από τους καρπούς της ποικιλίας Orange Red. Από τις σημαντικές αλληλεπιδράσεις επεμβάσεων-γονοτύπου κατά τη συγκομιδή των καρπών προκύπτει πως η επέμβαση Mg+Ti της Tomcot είναι σημαντικά υψηλότερη από την αντίστοιχη της Orange Red (Πίνακας 55).

3.11.5 Τιτάσιο φύλλον

Οι επεμβάσεις της ποικιλίας Tomcot που περιείχαν τιτάσιο (Mg+Ti και Ca+Mg+Ti) είχαν στατιστικά σημαντικά υψηλότερη περιεκτικότητα τιτανίου στα φύλλα τους από το μάρτυρα και την επέμβαση με Ca. Ομοίως το ίδιο συνέβη και στη ποικιλία Orange Red με την επέμβαση με Ca+Mg+Ti να είναι στατιστικώς σημαντικά υψηλότερη της Mg+Ti. Η μεγαλύτερη τιμή περιεχόμενου τιτανίου παρουσιάστηκε στην επέμβαση με Ca+Mg+Ti της Tomcot (4,64 mg/kg Ξ.Β.) και η μικρότερη στην επέμβαση Ca της Orange Red (2,12 mg/kg Ξ.Β.).



Σχεδιάγραμμα 31: Επίδραση των επεμβάσεων στη συγκέντρωση τιτανίου των φύλλων των δύο ποικιλιών. Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 56: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στο περιεχόμενο μαγνήσιο των φύλλων.

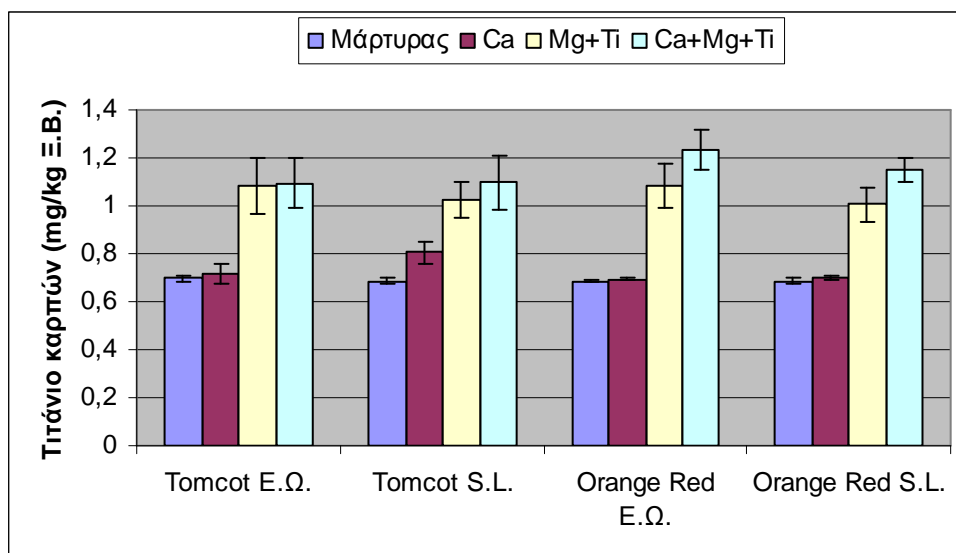
Πηγή Παραλλακτικότητας	Σημαντικότητα
Επεμβάσεις	p<0,001
Ποικιλία	p<0,001
Επεμβάσεις x Ποικιλία	ns

Επεξηγήσεις: p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Η επέμβαση με Ca+Mg+Ti είχε σημαντικά μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε τιτάνιο σε σχέση με την επέμβαση Mg+Ti ενώ και οι δύο επεμβάσεις είχαν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη περιεκτικότητα τιτανίου σε σύγκριση με το μάρτυρα και την επέμβαση με Ca. Επιπλέον τα φύλλα της ποικιλίας Tomcot είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση τιτανίου από αυτά της Orange Red (Πίνακας 56).

3.11.6 Τιτάνιο καρπών

Η υψηλότερη περιεκτικότητα τιτανίου σε καρπούς εμφανίστηκε στην επέμβαση με Ca+Mg+Ti της Orange Red κατά την Ε.Ω. (1,23 mg/kg Ξ.Β.) ενώ η μικρότερη στο μάρτυρα της ίδιας ποικιλίας κατά τη S.L. (0,68 mg/kg Ξ.Β.).



Σχεδιάγραμμα 32: Επίδραση των επεμβάσεων στη συγκέντρωση τιτανίου των καρπών των δύο ποικιλιών κατά το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας (E.Ω.) και ύστερα από τη διατήρησή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (S.L.). Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

Πίνακας 57: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η Shelf Life στο περιεχόμενο τιτανίου των καρπών της κάθε ποικιλίας ξεχωριστά.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Tomcot	Orange Red
Επεμβάσεις	p<0,01	p<0,01
E.Ω.-S.L.	ns	ns
Επεμβάσεις x E.Ω.-S.L.	ns	ns

Επεξηγήσεις: E.Ω., στάδιο εμπορικής ωριμότητας – S.L., 4 ημέρες shelf life – p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.

Η ανάλυση της διασποράς δείχνει πως οι καρποί των επεμβάσεων με Mg+Ti και Ca+Mg+Ti και στα δύο στάδια ωριμότητας είχαν σημαντικά μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε τιτάνιο από την επέμβαση με Ca και το μάρτυρα και στις δύο ποικιλίες ανεξάρτητα με το στάδιο ωριμότητας (Πίνακας 57).

Πίνακας 58: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στο περιεχόμενο τιτανίου των καρπών κατά την εμπορική ωρίμανση και τη Shelf Life αντίστοιχα.

Πηγή Παραλλακτικότητας	E.Ω.	S.L.
Επεμβάσεις	ns	p<0,01
Ποικιλία	ns	ns
Επεμβάσεις x Ποικιλία	ns	ns

Επεξηγήσεις: p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση

Οι επεμβάσεις με Mg+Ti και Ca+Mg+Ti είχαν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη περιεκτικότητα τιτανίου στους καρπούς τους κατά τη S.L. σε σύγκριση με την επέμβαση με Ca και τον μάρτυρα ανεξαρτήτως ποικιλίας (Πίνακας 58).

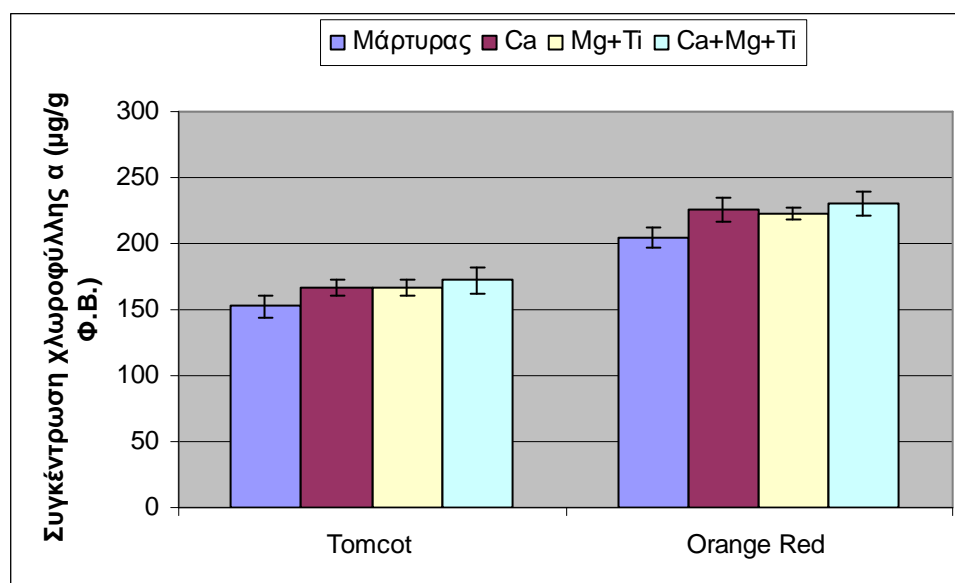
3.12 Χλωροφύλλες

Οι επεμβάσεις και ο γονότυπος ως ανεξάρτητοι παράγοντες επέδρασαν σημαντικά στις συγκεντρώσεις των χλωροφυλλών. Όλες οι επεμβάσεις ανεξάρτητα με τη ποικιλία εμφάνισαν σημαντικά υψηλότερες συγκεντρώσεις χλωροφύλλης α, β και ολικών χλωροφυλλών στα φύλλα τους σε σύγκριση με το μάρτυρα, ωστόσο μεταξύ των επεμβάσεων δεν σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές. Η ποικιλία Orange Red είχε σημαντικά υψηλότερες συγκεντρώσεις α, β και ολικών χλωροφυλλών σε σύγκριση με τη ποικιλία Tomcot ανεξαρτήτως επεμβάσεων (Πίνακας 59).

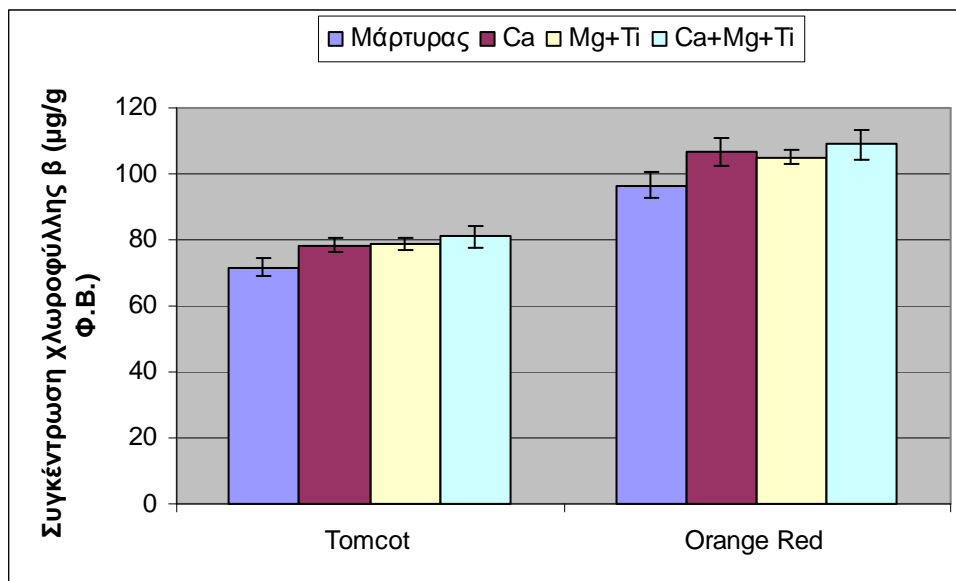
Πίνακας 59: Ανάλυση της διασποράς του παραγοντικού πειράματος. Η σύγκριση αναφέρεται στο πως επιδρούν οι επεμβάσεις και η ποικιλία στις συγκεντρώσεις των χλωροφυλλών α, β και ολικών των φύλλων.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Χλωροφύλλη α	Χλωροφύλλη β	Ολικές Χλωροφύλλες
Επεμβάσεις	p<0,05	p<0,05	p<0,05
Ποικιλία	p<0,001	p<0,001	p<0,001
Επεμβάσεις x Ποικιλία	ns	ns	ns

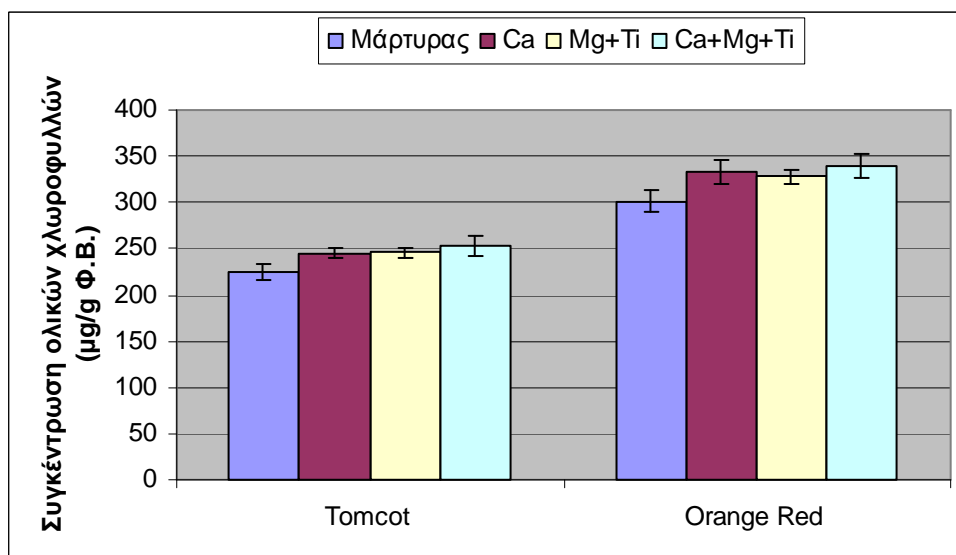
Επεξηγήσεις: p, πιθανότητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – x, υποδηλώνει αλληλεπίδραση.



Σχεδιάγραμμα 33: Επίδραση των επεμβάσεων στη συγκέντρωση χλωροφύλλης α των φύλλων των δύο ποικιλιών. Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.



Σχεδιάγραμμα 34: Επίδραση των επεμβάσεων στη συγκέντρωση χλωροφύλλης β των φύλλων των δύο ποικιλιών. Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.



Σχεδιάγραμμα 35: Επίδραση των επεμβάσεων στη συγκέντρωση των ολικών χλωροφυλλών των φύλλων των δύο ποικιλιών. Οι κάθετες μπάρες δείχνουν το τυπικό σφάλμα.

3.13 Συσχετίσεις

Πίνακας 60: Συντελεστές συσχέτισης φυσιολογικών και βιοχημικών χαρακτηριστικών των καρπών.

	Βάρος	Δ.Σ.Σ.	Ο.Ο.	Δ.Σ.Σ. /Ο.Ο.	pH καρπών	ολικά φαινολικά	ο- διφαινόλες	φλαβονοειδή	φλαβανόλες	DPPH	FRAP	Συνεκτικότητα
Βάρος	1											
Δ.Σ.Σ.	0,32	1										
Ο.Ο.	0,79	0,61	1									
Δ.Σ.Σ. /Ο.Ο.	-0,81	-0,29	-0,90	1								
pH καρπών	-0,80	-0,64	-0,95	0,85	1							
ολικά φαινολικά	0,37	0,42	0,47	-0,43	-0,51	1						
ο-διφαινόλες	0,56	0,54	0,70	-0,62	-0,69	0,66	1					
φλαβονοειδή	0,43	0,57	0,69	-0,54	-0,70	0,65	0,74	1				
φλαβανόλες	0,47	0,62	0,72	-0,58	-0,71	0,64	0,78	0,91	1			
DPPH	0,51	0,70	0,77	-0,62	-0,79	0,70	0,85	0,92	0,90	1		
FRAP	0,38	0,64	0,59	-0,43	-0,65	0,58	0,72	0,83	0,78	0,88	1	
Συνεκτικότητα	ns	-0,81	-0,29	ns	0,33	-0,29	-0,33	-0,35	-0,39	-0,50	-0,53	1

Επεξηγήσεις: Δ.Σ.Σ., ολικά διαλυτά στερεά συστατικά – Ο.Ο., ογκομετρούμενη οξύτητα – ns, μη στατιστικά σημαντική επίδραση – οι συντελεστές με έντονη γράμματα υποδηλώνουν πιθανότητα $P < 0,01$ – οι συντελεστές με κανονικά γράμματα υποδηλώνουν πιθανότητα $P < 0,05$.

Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ όλων σχεδόν των φυσιολογικών και βιοχημικών χαρακτηριστικών των καρπών. Οι μόνες συσχετίσεις που έδειξαν να μην είναι σημαντικές ήταν μεταξύ της συνεκτικότητας-βάρους και συνεκτικότητας-λόγου διαλυτών στερεών συστατικών προς οξύτητα.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων προέκυψε πως κατά τη σύγκριση των δύο ποικιλιών του πειράματος οι καρποί της Orange Red είχαν μεγαλύτερο λόγο Δ.Σ.Σ./Ο.Ο., pH, ήταν πιο μακρόστενοι και η συνεκτικότητά τους ήταν μεγαλύτερη χαρακτηριστικό που θεωρείται ιδιαίτερα επιθυμητό από τον καταναλωτή. Οι επεμβάσεις έδειξαν να καθυστερούν την απώλεια των ποιοτικών χαρακτηριστικών της Orange Red και μεγαλύτερη επίδραση σε αυτά είχε η επέμβαση με Ca+Mg+Ti. Τα επίπεδα των μετρήσεων αυτών παρέμειναν σχετικά υψηλά και κατά την παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου για 4 ημέρες. Οι ομάδες των φαινολικών ουσιών και η αντιοξειδωτική δράση των καρπών της Orange Red μεταβλήθηκαν σημαντικά μετασυλλεκτικά με διαφορετικό τρόπο καθώς οι ολικές φαινολικές ενώσεις και οι ολικές ορθοδιφαινόλες μειώθηκαν ενώ τα ολικά φλαβονοειδή, οι ολικές φλαβονόλες και η αντιοξειδωτική ικανότητα κατέγραψαν άνοδο. Αντίθετα οι καρποί της ποικιλίας Tomcot υπερέιχαν στο βάρος, τα διαλυτά στερεά συστατικά, την ογκομετρούμενη οξύτητα, τη φωτεινότητα φλοιού και είχαν υψηλότερα επίπεδα φαινολικών ουσιών και αντιοξειδωτικής ικανότητας τα οποία διατηρήθηκαν κατά τη συντήρησή τους. Ωστόσο οι επεμβάσεις δεν παρουσίασαν σημαντικές επιδράσεις στη ποικιλία Tomcot.

4.1 Διαστάσεις καρπών

Οι διαστάσεις των καρπών καθορίζουν το μέγεθος και το σχήμα του καρπού τα οποία αποτελούν κριτήρια προτίμησης από τον καταναλωτή (Kader 1999). Στο παρόν πείραμα η shelf life επέδρασε στατιστικά σημαντικά στις διαστάσεις των καρπών στις δύο ποικιλίες μειώνοντας το μήκος και το πλάτος των καρπών γεγονός που εξηγείται από την απώλεια της υγρασίας τους. Αντίθετα οι επεμβάσεις δεν επέδρασαν στατιστικά στις διαστάσεις του μήκους και του πλάτους παρά μόνο στον λόγο μήκος προς πλάτος της Tomcot εκεί όπου σημαντική επίδραση είχε η shelf life και η αλληλεπίδραση των επεμβάσεων με αυτή. Ομοίως επεμβάσεις με Ca και Ti σε δαμασκηνιές αύξησαν ελαφρώς τη διάμετρο των καρπών δίχως να υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση (Alcaraz-Lopez et al. 2004 a). Ωστόσο σε άλλο πείραμα επεμβάσεις με Ti σε δαμασκηνιές (*Prunus domestica* L. cv Red Beaut) αλλά και σε ροδακινιές αύξησαν στατιστικώς σημαντικά τη διάμετρο των καρπών (Alcaraz-Lopez et al. 2003, 2004 b). Αξίζει να σημειωθεί πως κατά την εμπορική ωρίμανση η επέμβαση με Mg+Ti είχε μεγαλύτερο μήκος καρπών σε σύγκριση με το μάρτυρα στην Tomcot ενώ το ίδιο αποτέλεσμα υπήρξε και κατά την επέμβαση με Ca+Mg+Ti στην Orange Red του ίδιου σταδίου ωριμότητας. Επιπλέον η επέμβαση με Ca+Mg+Ti εμφάνισε τις υψηλότερες τιμές πλάτους των καρπών κατά την εμπορική ωρίμανση και στις δύο ποικιλίες. Η ίδια επέμβαση σε ροδακινιές προκάλεσε την υψηλότερη τιμή επιμήκυνσης των καρπών που ήταν σημαντική σε σχέση με το μάρτυρα (Alcaraz-Lopez et al. 2004 b). Εφαρμογή του Tytanit (0,02%) σε μηλιά (cv

Golden delicious) αύξησε το πλήθος των μήλων με εμπορικό μέγεθος αυξάνοντας τη διάμετρό τους (Basak et al. 2008).

Κατά την εμπορική ωρίμανση σημαντικές διαφορές παρατηρούνται στο μήκος των καρπών που οφείλονται στην αλληλεπίδραση επεμβάσεων-γονοτύπου, στη διάμετρο εξαιτίας της επίδρασης γενετικού υλικού και στον λόγο μήκος προς πλάτος εξαιτίας της διαφορετικής ποικιλίας και της αλληλεπίδρασης ποικιλίας-επεμβάσεων. Ομοίως κατά τη shelf life διαφορές καταγράφηκαν από τη μεμονωμένη επίδραση της ποικιλίας και των επεμβάσεων στο πλάτος των καρπών και στο λόγο μήκος προς πλάτος των καρπών εξαιτίας της επίδρασης της ποικιλίας.

4.2 Βάρος καρπών

Το βάρος των καρπών για κάθε ποικιλία επηρεάστηκε σημαντικά από την shelf life αποτέλεσμα που οφείλεται στην απώλεια υγρασίας λόγω των φαινομένων αναπνοής και διαπνοής των καρπών. Αντίθετα οι επεμβάσεις δεν επέδρασαν στατιστικά σημαντικά στη συγκεκριμένη παράμετρο του πειράματος. Η επέμβαση με Ca+Mg+Ti παρουσίασε ελαφρώς μεγαλύτερο βάρος καρπών στο στάδιο της συγκομιδής στις ποικιλίες του πειράματος, ωστόσο σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε ροδακινιές και νεκταρινιές αντίστοιχη επέμβαση με το συνδυασμό αυτών των στοιχείων προκάλεσε σημαντική αύξηση στο βάρος των καρπών (Serrano et al. 2004 a).

Οι καρποί της ποικιλίας Orange Red που δέχθηκαν επεμβάσεις με τα στοιχεία είχαν μικρότερο βάρος σε σχέση με το μάρτυρα (με εξαίρεση την επέμβαση με Ca+Mg+Ti στο στάδιο της συγκομιδής) αποτέλεσμα ανάλογο με αυτό που έχει καταγραφεί σε επεμβάσεις με Ca, Ti και Ca+Ti σε δαμασκηνιές (Alcaraz-Lopez et al. 2003). Η εφαρμογή Ti σε ροδακινιές και δαμασκηνιές αύξησε στατιστικά σημαντικά το βάρος (Alcaraz-Lopez et al. 2004 a, b). Επιπλέον το Tytanit αύξησε το βάρος καρπών φράουλας της ποικιλίας 'Vikat' ενώ μείωσε αυτό της 'Salut' (Sas-Paszt et al. 2008), αύξησε το βάρος των σμέουρων κατά 10% κατά τη περίοδο έναρξης της συγκομιδής (Ochmian et al. 2008), δεν μετέβαλε σημαντικά το βάρος μήλων 'Golden delicious', αχλαδιών 'Conference' και μείωσε σημαντικά αυτό των μήλων 'Elstar' (Basak et al. 2008).

Οι καρποί της Tomcot ήταν σημαντικά βαρύτεροι από αυτούς της Orange Red και στα δύο στάδια ωριμότητας. Τα βάρη των καρπών των μαρτύρων των ποικιλιών του πειράματος στη συγκομιδή (Tomcot 73,17 g και Orange Red 58,04 g) είναι παρόμοια με αποτελέσματα άλλων ερευνητών (Tomcot 70,9 g και Orange Red 60 g αντίστοιχα) (Drogoudi et al. 2008). Το βάρος των καρπών του πειράματος συσχετίστηκε σημαντικά με τα Δ.Σ.Σ., την οξύτητα και τον λόγο τους σε αντίθεση με άλλη έρευνα που δεν υπήρχε συσχέτιση βάρους με Δ.Σ.Σ. ή οξύτητα (Ruiz et al. 2008 c).

4.2.1 Βάρος πυρήνων

Στις τουρκικές ποικιλίες που προορίζονται για αποξήρανση οι πυρήνες των καρπών βερικοκιάς διαχωρίζονται από τη σάρκα και χρησιμοποιούνται στη παραγωγή ελαίων, καλλυντικών, αρωμάτων και άλλων υλικών (Hacisferogullari et al. 2007)

ωστόσο δεν αποτελεί επιθυμητό χαρακτηριστικό από τους καταναλωτές το σχετικά μεγάλο μέγεθος πυρήνα σε σχέση με τη σάρκα. Η επέμβαση με Ca+Mg+Ti παρουσίασε σημαντικά μεγαλύτερο βάρος των πυρήνων στους καρπούς του πειράματος και κυρίως στην ποικιλία Orange Red. Το βάρος των πυρήνων της ποικιλίας Tomcot ήταν σημαντικά μεγαλύτερο από αυτό της Orange Red. Το βάρος των πυρήνων των καρπών κυμάνθηκε από 3,32 g (επέμβαση με Mg+Ti της ποικιλίας Orange Red) έως 3,96 g (επέμβαση με Ca+Mg+Ti της ποικιλίας Tomcot), ενώ σε τούρκικες ποικιλίες κυμάνθηκαν από 1,44 έως 2,94 g (Hacisefrogullari et al. 2007).

4.2.2 Ποσοστό ξηρής ουσίας

Κατά τη shelf life καταγράφηκε σημαντική άνοδος του ποσοστού της ξηρής ουσίας της σάρκας των καρπών των δύο ποικιλιών του πειράματος ως συνέπεια της απώλειας βάρους που υπέστησαν οι καρποί λόγω των φαινομένων αναπνοής και διαπνοής (Manolopoulou et al. 1999). Αν και κατά το στάδιο της Ε.Ω. δεν σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ποικιλιών στο ποσοστό ξηρού βάρους των καρπών, σημαντικά υψηλότερο ήταν το ποσοστό της ποικιλίας Tomcot κατά τη S.L. των καρπών, αποτέλεσμα που δείχνει πως η ποικιλία αυτή παρουσιάζει ταχύτερο ρυθμό απώλειας βάρους στη χρονική αυτή περίοδο.

Η επέμβαση με Ca+Mg+Ti στους καρπούς της ποικιλίας Orange Red κατά την Ε.Ω. και Tomcot κατά τη S.L. κατέγραψαν μικρότερο ποσοστό ξηρού βάρους σε σύγκριση με τους αντίστοιχους μάρτυρες, αν και το νωπό βάρος της επέμβασης ήταν ελαφρώς μεγαλύτερο. Ροδάκινα που υπέστησαν προσυλλεκτικά ψεκασμούς με Ca, Mg και Ti δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές στο συνολικό ξηρό βάρος των καρπών εξαιτίας του μεγάλου ποσοστού συμμετοχής του πυρήνα αλλά όλες οι επεμβάσεις αύξησαν τη ξηρή ουσία του φλοιού και οι επεμβάσεις με Ca+Mg και Ca+Mg+Ti άσκησαν παρόμοια επίδραση στο ξηρό βάρος της σάρκας των καρπών (Alcaraz-Lopez et al. 2004 b).

Το ποσοστό ξηρής ουσίας που κατέγραψαν οι μάρτυρες της Tomcot και της Orange Red ήταν 10,75% και 9,5% αντίστοιχα. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από άλλους ερευνητές μεταξύ 42 διαφορετικών γονότυπων βερικοκιάς όπου οι περισσότερες ποικιλίες αφορούσαν βερίκοκα για ξηρή κατανάλωση (όπου το ποσοστό ξηρής ουσίας αποτελεί σημαντικό ποιοτικό χαρακτηριστικό) το ποσοστό ξηρής ουσίας κυμάνθηκε μεταξύ 13 και 19% ενώ το ποσοστό ξηρής ουσίας της Orange Red μετρήθηκε 17% (Ruiz et al. 2008 c). Στο ίδιο πείραμα βρέθηκε πως ο γονοτυπικός παράγοντας και η αλληλεπίδραση γονοτύπου κλιματικών συνθηκών επέδρασαν σημαντικά στη διαμόρφωση των τιμών (Ruiz et al. 2008 c). Αποτελέσματα άλλης έρευνας όπου επίσης μελετήθηκε η ξηρή ουσία καρπών από 11 ποικιλίες βερικοκιάς που προορίζονται για ξηρή κατανάλωση το ποσοστό κυμάνθηκε από 11,83% έως 25,81% (Akin et al. 2008). Τα ποσοστά υγρασίας πολτού και χυμού καρπών βερικοκιάς (cv Charmagz) ήταν 83,25 % και 84,5 % αντίστοιχα (Chauhan et al. 2001).

Στα ποσοστά ξηράς ουσίας των φύλλων δεν καταγράφηκαν διαφορές ούτε μεταξύ των ποικιλιών ούτε μεταξύ των επεμβάσεων.

4.3 Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά

Τα σάκχαρα κατά κύριο λόγο και κατά δεύτερο τα οργανικά οξέα, οι διαλυτές πηκτίνες, το ασκορβικό οξύ, οι ανθοκυάνες και άλλα φαινολικά συστατικά συνιστούν τα διαλυτά στερεά συστατικά (Ledbetter et al. 2006, Kader 2008). Γενικά το στάδιο ωριμότητας επηρεάζει τη τιμή των Δ.Σ.Σ. (Aubert et al. 2007, 2010).

Η shelf life των 4 ημερών του πειράματος αύξησε στατιστικώς σημαντικά τα στερεά διαλυτά συστατικά και στις δύο ποικιλίες βερικοκιάς. Η αύξηση αυτή πιθανώς είναι φαινομενική εξαιτίας του μειωμένου νεαπού βάρους των καρπών. Αύξημένες τιμές ολικών διαλυτών στερεών σημειώθηκαν και κατά την παραμονή καρπών νεκταρινιάς και ροδακινιάς για 5 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (Manganaris et al. 2005 b, c).

Στο παρόν πείραμα όλες οι επεμβάσεις και στις δύο ποικιλίες είχαν μικρότερα στα όρια της σημαντικότητας επίπεδα ολικών στερεών συστατικών κατά την Ε.Ω. Επίσης ψεκασμοί με ασβεστόχυα σκευάσματα (Crisosto et al. 2000, Manganaris et al. 2005 c, Sotiropoulos et al. 2010) ή με το συνδυασμό Ca+Mg+Ti (Serrano et al. 2004 a) σε ροδακινίες και νεκταρινιές δεν μετέβαλαν σημαντικά τα διαλυτά στερεά συστατικά κατά τη συγκομιδή, ενώ το ίδιο αποτέλεσμα σημειώθηκε και σε σταφύλια (*Vitis vinifera* L. cv Crimson) (Alcaraz-Lopez et al. 2005). Ωστόσο κάποιες ποικιλίες σμέουρων (*Rubus idaeus* L.) που δέχθηκαν επίδραση από ψεκασμούς με Tytanit παρουσίασαν σημαντική αύξηση ολικών στερεών συστατικών (Ochmian et al. 2008), όπως και τα μήλα (cv Golden delicious και cv Elstar) όταν εφαρμόστηκε σε υψηλή συγκέντρωση 0,04% (Basak et al. 2008).

Κατά τη S.L. οι επεμβάσεις δεν έδειξαν να επιδρούν σημαντικά ανεξαρτήτως ποικιλίας. Ωστόσο από την αλληλεπίδραση προέκυψε πως η επέμβαση με Mg+Ti στη ποικιλία Tomcot είχε σημαντικά μειωμένα Δ.Σ.Σ. έναντι του μάρτυρά της. Οι επεμβάσεις με ασβέστιο δεν επέδρασαν στα Δ.Σ.Σ. σημαντικά κατά τη S.L. όπως και σε άλλη εργασία σε νεκταρίνια και ροδάκινα (Μαγγανάρης 2004).

Οι καρποί της Tomcot βρέθηκε να έχουν περισσότερα ολικά διαλυτά στερεά από αυτούς της Orange Red τόσο κατά την Ε.Ω. όσο και κατά τη shelf life. Στην παρούσα εργασία τα ολικά διαλυτά στερεά της Tomcot και της Orange Red του μάρτυρα στο στάδιο της εμπορικής ωριμότητας μετρήθηκαν 15,45 και 11,98 ° Brix αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα αυτά πλησιάζουν αυτά άλλων ερευνών για τις ίδιες ποικιλίες (14 και 12,5 ° Brix αντίστοιχα) (Drogoudi et al. 2008). Παρόμοια τιμή στα ολικά διαλυτά στερεά της Orange Red (11,3 ° Brix) κατά το στάδιο οπωροκομικής ωριμότητας έχει βρεθεί και από άλλους ερευνητές (Gurrleri et al. 2001). Ωστόσο σε μελέτη γενετικού υλικού βερικοκιάς για ποιοτικά χαρακτηριστικά τα ολικά στερεά της Orange Red στο στάδιο της εμπορικής ωριμότητας μετρήθηκαν σε υψηλή τιμή (14,3 ° Brix) (Ruiz et al. 2008 c). Στην ίδια εργασία υπογραμμίζεται πως τα ολικά διαλυτά στερεά δεν επηρεάζονται μόνο από τον γονότυπο αλλά επιπλέον από τις κλιματολογικές συνθήκες που προηγήθηκαν του σταδίου συλλογής των καρπών και την αλληλεπίδραση των δύο αυτών παραγόντων (Ruiz et al. 2008 c).

4.4 Ογκομετρούμενη οξύτητα

Η ογκομετρούμενη οξύτητα εκφράζει τη συγκέντρωση των ολικών οξέων των καρπών (Sadler et al. 2010). Τα δεδομένα της πειραματικής εργασίας έδειξαν πως η shelf life μειώνει σημαντικά την οξύτητα της Tomcot, ενώ αντίθετα η τιμή της οξύτητας της ποικιλίας Orange Red δεν επηρεάζεται από κάποιο παράγοντα. Παρόμοια συμπεριφορά με τα βερίκοκα της Tomcot παρουσίασαν καρποί ροδακινιάς και νεκταρινιάς καθώς η οξύτητα των καρπών παρουσίασε πτώση μετά από παραμονή τους για 5 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (Μαγγανάρης 2004). Η μείωση της οξύτητας κατά τη S.L. της Tomcot είναι πιθανώς αποτέλεσμα της μείωσης των οργανικών οξέων των καρπών που παρατηρείται γενικά σε καρπούς κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους (κύκλος κιτρικού οξέος, κύκλος του Krebs), ενώ η σταθερότητα της οξύτητας της ποικιλίας Orange Red εξηγείται από την πιθανώς μικρότερη μείωση του κιτρικού οξέος που αντισταθμίστηκε από τη μείωση του ωπού βάρους των καρπών (Vicente et al. 2009).

Η επέμβαση με Ca+Mg+Ti της ποικιλίας Orange Red κατά την Ε.Ω. είχε την υψηλότερη τιμή ογκομετρούμενης οξύτητας. Ψεκασμοί με τον ίδιο συνδυασμό στοιχείων δεν αύξησε την ογκομετρούμενη οξύτητα σε καρπούς ροδακινιάς και νεκταρινιάς (Serrano et al. 2004 a). Ψεκασμοί με Tytanit αύξησαν σημαντικά την οξύτητα σε ποικιλία σμέουρων (Grajkowski et al. 2007, Ochmian et al. 2008).

Η εφαρμογή μόνο νιτρικού ασβεστίου αύξησε την ογκομετρούμενη οξύτητα των καρπών ανεξαρτήτως ποικιλίας κατά τη συγκομιδή. Ωστόσο κατά τη S.L. δεν φαίνεται να υπάρχουν σημαντικές διαφορές. Ανάλογο αποτέλεσμα υψηλότερης οξύτητας σε σχέση με το μάρτυρα βρέθηκε σε νεκταρίνια στα οποία είχε χρησιμοποιηθεί χηλικό ασβέστιο μία ημέρα μετά τη συγκομιδή ωστόσο κατά τη shelf life 5 ημερών δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ μάρτυρα και επεμβάσεων (Μαγγανάρης 2004). Αντίθετα η ογκομετρούμενη οξύτητα δεν επηρεάστηκε σημαντικά σε ροδάκινα κατά την Ε.Ω. (Sotiropoulos et al. 2010) και κατά τη S.L. όταν αυτά δέχθηκαν την επίδραση διαφόρων σκευασμάτων ασβεστίου (Μαγγανάρης 2004).

Γενικά η Tomcot παρουσιάζει σημαντικά υψηλότερα επίπεδα οξύτητας από την Orange Red τόσο κατά την συγκομιδή όσο και κατά τη shelf life. Τη στιγμή της συγκομιδής η τιμή της οξύτητας στους μάρτυρες ήταν 1,27 και 0,55 % μηλικό οξύ για Tomcot και Orange Red αντίστοιχα. Οι αντίστοιχες τιμές άλλων ερευνητών για τις ίδιες ποικιλίες ήταν 2,75 και 0,9 % μηλικό οξύ (Drogoudi et al. 2008) δεδομένο που ενισχύει την σχέση της οξύτητας που βρέθηκε στις δύο ποικιλίες. Η οξύτητα της Orange Red έχει μετρηθεί 9,4 meq/100g φρέσκου ιστού (Gurreri et al. 2001). Άλλες έρευνες παρουσιάζουν την οξύτητα της Orange Red 14,4 για τους ανώριμους καρπούς και 14,9 meq/100g φρέσκου ιστού (Aubert et al. 2007) ενώ άλλοι τη μέτρησαν 1,24 % μηλικό οξύ (Ruiz et al. 2008 c). Από τους τελευταίους βρέθηκε πως στη διαμόρφωση των τιμών της ογκομετρούμενης οξύτητας σημαντική επίδραση ασκούν ο γονοτυπικός παράγοντας, οι κλιματολογικές συνθήκες καθώς και η αλληλεπίδραση καιρικών συνθηκών πριν τη συγκομιδή και γονοτύπου (Ruiz et al. 2008 c).

4.5 Λόγος διαλυτών στερεών συστατικών προς την ογκομετρούμενη οξύτητα

Οι υψηλοί λόγοι διαλυτών στερεών προς ογκομετρούμενη οξύτητα αποτελούν ένδειξη μεγαλύτερης προτίμησης των καρπών βερικοκιάς από τους καταναλωτές (Ledbetter et al. 2006). Ο λόγος των ολικών διαλυτών στερεών (Δ.Σ.Σ.) προς την ογκομετρούμενη οξύτητα (Ο.Ο.) της Tomcot επηρεάζεται σημαντικά από τη shelf life ενώ αυτός της Orange Red επηρεάζεται από τις επεμβάσεις, τη shelf life και από την αλληλεπίδρασή τους. Γενικά η τάση που παρατηρείται στις τιμές του λόγου είναι ανοδική κατά τη shelf life ανεξαρτήτως ποικιλίας και επέμβασης όπως έχει παρατηρηθεί σε ροδάκινα και νεκταρίνια (Serrano et al. 2004 a).

Κατά την Ε.Ω. των δύο ποικιλιών οι επεμβάσεις Ca και Ca+Mg+Ti μείωσαν (αν και όχι σημαντικά) το λόγο Δ.Σ.Σ./Ο.Ο. της Tomcot, ενώ η επέμβαση με Ca+Mg+Ti της Orange Red είχε μικρότερο λόγο σε σύγκριση με το μάρτυρα και τις λοιπές επεμβάσεις. Εφαρμογή ασβεστούχων σκευασμάτων δεν μετέβαλλαν σημαντικά το λόγο Δ.Σ.Σ./Ο.Ο. σε ροδάκινα και νεκταρίνια (Μαγγανάρης 2004) ενώ τον μείωσαν σε ακτινίδια (Gerasopoulos et al. 1996) και μήλα (Raese et al. 2000 b). Η επέμβαση με Ca+Mg+Ti αύξησε τον λόγο σε σύγκριση με το μάρτυρα στα ροδάκινα ενώ τον μείωσαν στα νεκταρίνια κατά τη συγκομιδή (Serrano et al. 2004 a). Ωστόσο και στα δύο αυτά είδη κατά τη shelf life 4 ημερών η αύξηση του λόγου ήταν μεγαλύτερη στο μάρτυρα σε σύγκριση με την επέμβαση Ca+Mg+Ti (Serrano et al. 2004 a), αποτέλεσμα που συμφωνεί με αυτά του παρόντος πειράματος.

Τα αποτελέσματα του παρόντος πειράματος έδειξαν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών, της ογκομετρούμενης οξύτητας, και του λόγου τους. Σημαντική συσχέτιση μεταξύ Δ.Σ.Σ. και οξύτητας έχει βρεθεί και σε τούρκικες ποικιλίες βερικοκιάς (Asma et al. 2005) ενώ σε άλλες έρευνες δεν καταγράφηκε ανάλογη συσχέτιση (Badenes et al. 1998, Ruiz et al. 2008 c). Η διαφορά αυτή αποδόθηκε στην επίδραση των εδαφοκλιματικών συνθηκών στη καλλιέργεια (Ruiz et al. 2008 c).

4.6 pH

Στην παρούσα εργασία η shelf life αύξησε σημαντικά το pH της ποικιλίας Tomcot, αντίθετα με αυτό της Orange Red που παρέμεινε στα ίδια επίπεδα. Η άνοδος του pH της ποικιλίας Tomcot πιθανώς να οφείλεται στη μείωση των οργανικών οξέων που καταγράφεται κατά την αποθήκευση καρπών (Vicente et al. 2009), ενώ η μείωση αυτή στην Orange Red πιθανώς είναι μικρότερη και αντισταθμίζεται από τη μείωση του νωπού βάρους που έχει αποτέλεσμα τη μη σημαντική μεταβολή του pH. Η ποικιλία Orange Red σημείωσε σημαντικά υψηλότερα επίπεδα pH από την Tomcot τόσο κατά τη συγκομιδή όσο και κατά την ωρίμανση των καρπών, καθώς η περιεκτικότητα των οργανικών οξέων και η αναλογία τους διαφέρουν ποικιλιακά (Gurrieri et al. 2001).

Γενικά οι επεμβάσεις δεν επέδρασαν στο pH με εξαίρεση την επέμβαση με Mg+Ti στην ποικιλία Orange Red κατά τη S.L. που είχε υψηλότερη τιμή pH σε σύγκριση με το μάρτυρά της και την επέμβαση με Ca. Το pH που παρουσίασαν οι μάρτυρες των δύο ποικιλιών κατά τη συγκομιδή στη παρούσα εργασία βρέθηκε σε χαμηλότερα επίπεδα (3,2 και 3,8 για Tomcot και Orange Red) από τις αντίστοιχες τιμές για τις ίδιες ποικιλίες (3,6 και 4,12) άλλων ερευνητών (Drogoudi et al. 2008).

Πιθανώς η διαφορά αυτή να οφείλεται στο διαφορετικό στάδιο ωριμότητας των καρπών των ποικιλιών (Aubert et al. 2007). Το pH των καρπών του πειράματος συσχετίστηκε αρνητικά με την ογκομετρούμενη οξύτητα, το οποίο είναι και φυσιολογικό καθώς όσο αυξάνεται η μία μεταβλητή μειώνεται η άλλη.

4.7 Χρωματομετρικά χαρακτηριστικά καρπών

Οι μεταβολές στις χρωματικές παραμέτρους κατά τη διαδικασία ωρίμανσης συνδέονται με την αποικοδόμηση της χλωροφύλλης και τη σύνθεση καροτενοειδών (κυρίως του β καροτένιου) και ανθοκυανών στους φυτικούς ιστούς των καρπών βερικοκιάς (Bureau et al. 2009). Πιθανώς με αυτό τον τρόπο εξηγείται η μείωση των L^* και h^0 φλοιού και σάρκας. Η αύξηση των καροτενοειδών πιθανόν είναι αποτέλεσμα της απώλειας υγρασίας, όπως ερμηνεύεται από άλλους ερευνητές κατά τη συντήρηση των καρπών βερικοκιάς σε θερμοκρασία 4°C για περίοδο δύο εβδομάδων (Leccese et al. 2010). Η σημαντικά υψηλότερη τιμή φωτεινότητας L^* του φλοιού και της σάρκας της ποικιλίας Tomcot έναντι της Orange Red τόσο κατά την Ε.Ω. όσο κατά τη Σ.Λ. των καρπών υποδεικνύει πως η Tomcot είναι πιο ανοικτόχρωμη και η Orange Red πιο σκουρόχρωμη ποικιλία. Η σημαντικά υψηλότερη τιμή φωτεινότητας L^* της σάρκας της ποικιλίας Tomcot στο στάδιο της εμπορικής ωριμότητας και η σημαντικά μικρότερη τιμή της ίδιας παραμέτρου κατά τη Σ.Λ. 4 ημερών έναντι της Orange Red δείχνει πως υποβαθμίζεται η ποιότητα των καρπών της Tomcot με πιο ταχύ ρυθμό το οποίο επαληθεύεται και από τη γρηγορότερη απώλεια της συνεκτικότητάς της. Είναι μάλιστα πιθανό η σημαντική μείωση της φωτεινότητας L^* και της χροιάς h^0 στο φλοιό και στη σάρκα των καρπών των δύο ποικιλιών να συνοδεύεται από συσσώρευση καροτενοειδών (Ruiz et al. 2005) και ανθοκυανών (Bureau et al. 2009). Σε άλλη έρευνα έχει βρεθεί πως η φωτεινότητα L^* του φλοιού είναι ελαφρώς υψηλότερη από αυτή της σάρκας για την ίδια ποικιλία (Ruiz et al. 2005), ωστόσο στη παρούσα εργασία αυτή η διαπίστωση επαληθεύτηκε μόνο στους καρπούς και των δύο ποικιλιών που είχαν παραμείνει σε θερμοκρασία δωματίου για 4 ημέρες. Η τιμή του χρώματος C^* κατέγραψε σημαντική άνοδο στο φλοιό των δύο ποικιλιών κατά τη Σ.Λ., ωστόσο παρατηρήθηκε σημαντική πτώση του στη σάρκα της Tomcot και παρέμεινε σχετικά αμετάβλητη στην Orange Red. Επιπλέον η σημαντικά χαμηλότερη τιμή χροιάς h^0 στη σάρκα και στο φλοιό της ποικιλίας Tomcot υποδεικνύει πως αυτή είναι πιο κοκκινωπή ενώ η Orange Red πιο κιτρινωπή, καθώς η τιμή της συγκεκριμένης παραμέτρου μειώνεται από τις λευκόσαρκες προς τις πορτοκαλί χρώματος σάρκας ποικιλίες (Ruiz et al. 2005) και πως η ποσότητα των καροτενοειδών στη ποικιλία Tomcot είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη της Orange Red καθώς έχει βρεθεί ισχυρή αρνητική συσχέτιση μεταξύ των δύο παραμέτρων (Ruiz et al. 2005).

Όλες οι επεμβάσεις του πειράματος της ποικιλίας Orange Red φαίνεται να καθυστερούν την ωρίμανση των καρπών καθώς ο φλοιός και η σάρκα παρουσιάζουν σημαντικά υψηλότερη τιμή χροιάς h^0 από τους αντίστοιχους μάρτυρες. Όσον αφορά τη ποικιλία Tomcot οι επεμβάσεις που περιείχαν ασβέστιο (Ca και Ca+Mg+Ti) είχαν σημαντικά υψηλότερη τιμή από το μάρτυρα στο φλοιό και στη σάρκα για τη συγκεκριμένη παράμετρο μόνο κατά το στάδιο της Ε.Ω.. Επέμβαση με Ca+Mg+Ti δεν επέδρασε σημαντικά ούτε στο στάδιο της συγκομιδής ούτε μετασυλλεκτικά στις παραμέτρους L^* , a και b καρπών ροδακινιάς και νεκταρινιάς (Serrano et al. 2004 a). Άλλοι ερευνητές λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα διαφυλλικών ψεκασμών με

τιτάνιο στον χρωματισμό του φλοιού καρπών δαμασκηνιάς (Alcaraz-Lopez et al. 2003), βανίλιας (Alcaraz-Lopez et al. 2004 a), ροδακινιάς (Alcaraz-Lopez et al. 2004 b) και κόκκινης πάπρικας (*Capsicum annuum* L.) (Cervajal et al. 1998) συμπέραναν πως Ti και Mg πιθανώς προκαλούν αυξημένη σύνθεση καροτενοειδών (Alcaraz-Lopez et al. 2004 a,b) στους καρπούς και κατά συνέπεια την απόχρωση του κόκκινου δίχως να επιταχύνεται η διαδικασία ωρίμανσης (Alcaraz-Lopez et al. 2004 a,b).

4.8 Συνεκτικότητα

Η μείωση της συνεκτικότητας αποτελεί πολύ κοινό και έντονο χαρακτηριστικό ωρίμανσης των καρπών (Manganaris et al. 2005 c) ενώ η μείωσή της σε μεγάλο βαθμό αποτελεί κύριο παράγοντα περιορισμού της διάρκειας ζωής των καρπών στο ράφι (shelf life). Η απώλεια της συνεκτικότητας αποτελεί μία εξελικτικά προγραμματισμένη διαδικασία η οποία είναι αλληλένδετη με βιοχημικές μεταβολές στα κλάσματα του κυτταρικού τοιχώματος, που περιλαμβάνουν διαδικασίες υδρόλυσης με αποτέλεσμα τη διάσπαση των κύριων κυτταρικών πολυμερών: της κυτταρίνης, της ημικυτταρίνης και της πηκτίνης (Payasi et al. 2009). Διάφορες υδρολυτικές αντιδράσεις από ένζυμα όπως η πολυγαλακτουρονάση, η πηκτιμεθυλεστεράση, η πηκτική λυάση, η ραμνογαλακτουρονάση, η σελλουλάση και η β-γαλακτοσιδάση αλλά και ένζυμα όπως η εξπανσίνη παίζουν σημαντικό ρόλο στην απώλεια της συνεκτικότητας καθορίζοντας τη S.L. των καρπών (Payasi et al. 2009).

Σημαντική ήταν η επίδραση της S.L. και στις δύο ποικιλίες του πειράματος εξαιτίας του αποπολυμερισμού των δομικών συστατικών (Liu et al. 2009) που οφείλονται στη δράση των ενζύμων (Micheli 2001), οι επεμβάσεις επέδρασαν στατιστικά σημαντικά και στις δύο ποικιλίες του πειράματος. Οι απώλειες της συνεκτικότητας κατά τη S.L. ήταν θεαματικά μεγαλύτερες στην ποικιλία Tomcot από αυτές της Orange Red (75,1% έναντι 20,2%), γεγονός που δείχνει πως η μία ποικιλία χάνει απότομα (Tomcot) τη συνεκτικότητά της ενώ η άλλη (Orange Red) με πιο αργό ρυθμό. Οι διαφορές στο ρυθμό απώλειας της συνεκτικότητας, ως αποτέλεσμα του διαφορετικού τρόπου ωρίμανσης, κατατάσσουν τις ροδακινιές σε διαφορετικούς γενότυπους MF (melting flesh) και NMF (non melting flesh) (Peace et al. 2009). Μεταξύ γενότυπων ροδακινιάς (Caldesi 2000 και Andross) παρουσιάστηκαν διαφορές στη συνεκτικότητά τους μετά από τη παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου για 5 ημέρες (Μαγγανάρης 2004). Ως κριτήριο διαφοροποίησης των γονοτύπων θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η σχέση της συνεκτικότητας της σάρκας κατά το στάδιο της συγκομιδής και κατά τη shelf life και όχι οι απόλυτες τιμές της (Μαγγανάρης 2004).

Η συνεκτικότητα της σάρκας όλων των επεμβάσεων και στις δύο ποικιλίες ήταν μεγαλύτερη από αυτή των αντίστοιχων μαρτύρων τόσο τη στιγμή της συγκομιδής (στάδιο εμπορικής ωριμότητας) όσο και μετά τη παραμονή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (shelf life). Τις υψηλότερες τιμές συνεκτικότητας (τόσο κατά τη συγκομιδή των καρπών όσο κατά την ωρίμανσή τους) για την ποικιλία Tomcot παρουσίασαν καρποί που είχαν δεχθεί ψεκασμούς με Ca, ενώ στην ποικιλία Orange Red καρποί επεμβάσεων που είχαν δεχθεί τη συνδυασμένη επίδραση Ca+Mg+Ti.

Αποτελέσματα αυξημένης συνεκτικότητας σε σχέση με το μάρτυρα στο στάδιο της συγκομιδής έχουν επιτύχει επεμβάσεις με Ca, Mg και Ti σε καρπούς ροδακινιάς (*Prunus persica* L. cv Sevilla-II) (Alcaraz-Lopez et al. 2004 a, Serrano et

al. 2004 a), δαμασκηνιάς (*Prunus domestica* L cv. Red Beaut) (Alcaraz-Lopez et al. 2003), βανίλιας (*Prunus salicina* L cv Black diamond) (Alcaraz-Lopez et al. 2004 b) και νεκταρινιάς (*Prunus persica* L cv Silver King) (Serrano et al. 2004 a).

Επέμβαση με Ca+Mg+Ti εμφάνισε υψηλότερες τιμές συνεκτικότητας σε σύγκριση με το μάρτυρα σε ροδάκινα και νεκταρίνια μετά από 4 ημέρες συντήρησης των καρπών σε θερμοκρασία 20 °C (Serrano et al. 2004 a). Σημαντικά υψηλότερη συνεκτικότητα κατέγραψαν ροδάκινα που είχαν δεχθεί επεμβάσεις με Ti, Mg+Ti και Ca+Mg+Ti μετά από διάστημα 48 ωρών και 5 ημερών παραμονής τους σε θερμοκρασία δωματίου ενώ αμελητέες ήταν οι διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων με Ca, Mg και του μάρτυρα στα δύο αυτά χρονικά διαστήματα (Alcaraz-Lopez et al. 2004 b). Κατά τη shelf life η συνεκτικότητα μειώθηκε σε όλες τις επεμβάσεις του παρόντος πειράματος ωστόσο η μείωση της συνεκτικότητας στον μάρτυρα της Orange Red είναι μεγαλύτερη από την μείωση που παρατηρήθηκε στις επεμβάσεις, το οποίο επαληθεύει αντίστοιχα αποτελέσματα επέμβασης Ca+Mg+Ti σε ροδάκινα και νεκταρίνια (Serrano et al. 2004 a). Η επίδραση του Tytanit στη συνεκτικότητα των καρπών διαφέρει από είδος σε είδος, συγκεκριμένα αύξησε τη συνεκτικότητα φράουλας (ποικιλιών 'Vikat' και 'Salut') (Sas-Paszt 2008) και ορισμένων ποικιλιών σμέουρων (Ochmian et al. 2008), ενώ δεν επέδρασε στη συνεκτικότητα μήλων (cv Golden delicious) (Basak et al. 2008).

Η συνεκτικότητα παρουσίασε σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ποικιλιών τόσο τη στιγμή της συγκομιδής όσο και κατά το διάστημα παραμονής τους (4 ημέρες) σε θερμοκρασία δωματίου, εκεί όπου πέραν του γονοτυπικού παράγοντα σημαντική επίδραση είχαν οι επεμβάσεις και η αλληλεπίδραση επεμβάσεων και ποικιλίας. Η επίδραση του γενετικού υλικού (Bassi et al. 1996, Aubert et al. 2007) καθώς και η αλληλεπίδραση γονοτύπου περιβαλλοντικών συνθηκών (Asma et al. 2007, Ruiz et al. 2008 c) στη συνεκτικότητα των καρπών της βερικοκιάς έχει μελετηθεί από πολλούς ερευνητές. Συγκεκριμένα οι τελευταίοι βρήκαν πως στη συνεκτικότητα στατιστικά σημαντική επίδραση ασκούν ο γονότυπος, οι περιβαλλοντικές συνθήκες καθώς και η αλληλεπίδρασή τους (Ruiz et al. 2008 c).

4.9 Φαινολικές ουσίες

4.9.1 Ολικές φαινολικές ενώσεις

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος η shelf life μείωσε στατιστικά σημαντικά το περιεχόμενο των ολικών φαινολικών ουσιών στην Orange Red ενώ δεν μετέβαλε αυτό της Tomcot διατηρώντας το στα ίδια επίπεδα. Αντίστοιχη συμπεριφορά με την Tomcot παρουσίασαν καρποί βερικοκιάς (με περιεχόμενο ολικών φαινολικών 117 mg CAE /100 g ΦΒ) κατά την αποθήκευσή τους σε θερμοκρασία δωματίου τόσο στις 4 όσο και στις 7 ημέρες (Kevers et al. 2007). Η επίδραση της αποθήκευσης στους καρπούς διαφέρει μεταξύ των ειδών (Kevers et al. 2007).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος οι ολικές φαινολικές ουσίες των καρπών της Tomcot παρουσιάστηκαν σε σημαντικά υψηλότερα επίπεδα από αυτές των καρπών της Orange Red και στα δύο στάδια ωριμότητας των καρπών. Τα ολικά φαινολικά στην παρούσα εργασία κυμάνθηκαν από 44,7 έως 102 mg GAE/ 100 g ΦΒ. Σε άλλη μελέτη οι δύο ποικιλίες του πειράματος βρέθηκαν να έχουν

αντίστροφη σχέση ως προς τα ολικά φαινολικά των καρπών τους, επιπλέον τα επίπεδα των ολικών φαινολικών ήταν υψηλότερα από αυτά της παρούσας έρευνας (η Tomcot είχε 204,6 έναντι 78,19 mg GAE/100 g ΦΒ του παρόντος πειράματος και η Orange Red 356,3 έναντι 64,57 mg GAE/100 g ΦΒ), ενώ επί συνόλου 29 ποικιλιών τα ολικά φαινολικά κυμάνθηκαν μεταξύ 30 και 740 (mg GAE/100 g ΦΒ) (Drogoudi et al. 2008). Ακόμα σε μελέτη επιλογής γενετικού υλικού τα ολικά φαινολικά κυμάνθηκαν από 32,6 έως 160 mg/100 g ΦΒ (Ruiz. et al. 2005) και σε έρευνα 7 γονοτύπων από 20,78 (cv Amabile Vecchioni) έως 75,76 mg GAE/100 g ΦΒ (cv Pisana) (Leccese et al. 2007). Σε μετρήσεις 22 τούρκικων ποικιλιών βερικοκιάς τα ολικά φαινολικά κυμάνθηκαν από 58,4 έως 309,5 mg GAE/100 g ΦΒ (Kalyoncu et al. 2009). Άλλοι ερευνητές μέτρησαν τα ολικά φαινολικά σε καρπούς βερικοκιάς (cv Madjarska najbolja) 50,6 mg GAE/ 100 g ΦΒ (Dragovic Uzelac et al. 2009). Τα ολικά φαινολικά (4 ιταλικών και μίας ελληνικής ποικιλίας) σε άλλη εργασία μετρήθηκαν από 31 έως 72 mg GAE/100 g ΦΒ, ενώ τα αποτελέσματα έδειξαν την στατιστικά σημαντική επίδραση γονότυπου και αλληλεπίδρασης γονότυπου καλλιεργητικού συστήματος (βιολογικό, ολοκληρωμένης διαχείρισης) (Leccese et al. 2007). Επίδραση στο περιεχόμενο των φαινολικών ουσιών για την ίδια ποικιλία ασκούν διάφοροι παράγοντες όπως το υποκείμενο (Scalzo et al. 2005), ο γονότυπος, οι καλλιεργητικές τεχνικές και οι προσυλλεκτικές και μετασυλλεκτικές επεμβάσεις (Imeh et al. 2002). Πειράματα σε σμέουρα (*Rubus idaeus* Michx.), έδειξαν πως τα φαινολικά αυξήθηκαν 1,5 φορά μετά την αποθήκευσή τους σε θερμοκρασία 20 °C για 8 ημέρες. Η αύξηση των φαινολικών ουσιών συνοδεύτηκε από σχεδόν διπλασιασμό της αντιοξειδωτικής δράσης (ORAC). Αντίθετα τόσο η διάρκεια αποθήκευσης όσο και οι θερμοκρασίες δεν επέδρασαν στατιστικά σημαντικά στο περιεχόμενο των ολικών φαινολικών ουσιών της φράουλας (*Fragaria x ananassa* Duch.), των μύρτιλλων (highbush blueberries, *Vaccinium corymbosum* L. και lowbush blueberries, *Vaccinium angustifolium* Aiton) (Kalt et al. 1999). Στην ίδια εργασία όλα τα προηγούμενα είδη παρουσίασαν υψηλό βαθμό συσχέτισης φαινολικών ουσιών και αντιοξειδωτικής δράσης (ORAC) (0,83). Επιπλέον διατυπώθηκε η υπόθεση πως η μείωση της ογκομετρούμενης οξύτητας στα σμέουρα κατά την αποθήκευση και η αμφίδρομη αντίδρασή τους με υδατάνθρακες πιθανώς παρέχουν ανθρακικές αλυσίδες για τη σύνθεση φαινολικών συμπεριλαμβανομένων ανθοκυανικών και μη ανθοκυανικών φαινολικών (π.χ. υδροξυκιναμονικά οξέα και μη ανθοκυανικά φλαβονοειδή) (Kalt et al. 1999). Η εικασία αυτή δεν φαίνεται να επαληθεύεται στα βερίκοκα του πειράματος καθώς η shelf life επέδρασε στατιστικά σημαντικά στη μείωση της ογκομετρούμενης οξύτητας της Tomcot αλλά δεν επηρέασε σημαντικά την αύξηση των ολικών φαινολικών της ουσίων.

Η επίδραση των διαφυλλικών ψεκασμών δεν μετέβαλε σημαντικά τις ολικές φαινολικές ουσίες των καρπών σε καμία περίπτωση. Ωστόσο οι τιμές των ολικών φαινολικών κατά τη S.L. των καρπών και των δύο ποικιλιών ήταν ελαφρώς υψηλότερες από τους αντίστοιχους μάρτυρες.

Οι ψεκασμοί με ασβέστιο σε κεράσια επέδρασαν σημαντικά στο περιεχόμενο των φαινολικών ουσιών (Nagy et al. 2008). Θετική συσχέτιση μεταξύ συγκέντρωσης Ca και ολικών φαινολικών ουσιών έχει βρεθεί σε μήλα (cv Starking) όπου οι ολικές φαινολικές ουσίες, η επικατεχίνη και το χλωρογενικό οξύ βρέθηκαν σε υψηλότερα επίπεδα σε καρπούς που δέχθηκαν επίδραση Ca από τον μάρτυρα (Sannomaru et al. 1998). Άλλη έρευνα κατέληξε στο συμπέρασμα πως η αντίδραση φυτών φράουλας ως προς το περιεχόμενο των φαινολικών τους ουσιών σε επεμβάσεις τιτανίου (Tytanit) είναι γονοτυπικά εξαρτώμενη (Skurpien et al. 2007). Πειράματα με Tytanit σε

σμέουρα κατέγραψαν υψηλότερη τιμή πολυφαινόλων ουσιών έναντι του μάρτυρα δίχως να υπάρχουν σημαντικές διαφορές (Ochmian et al. 2008).

4.9.2 Ολικά φλαβονοειδή

Γενικά όταν επηρεάζεται η ακεραιότητα των κυττάρων λαμβάνει χώρα η ενζυματική οξείδωση των πολυφαινόλων με αποτέλεσμα το χαρακτηριστικό καφέτιασμα των καρπών που αποτελεί μία από τις κύριες αιτίες της απώλειας ποιότητας (Pourcel et al. 2007). Τα ολικά φλαβονοειδή της ποικιλίας Orange Red σημείωσαν στατιστικά σημαντική άνοδο κατά τη παραμονή των καρπών σε θερμοκρασία δωματίου για 4 ημέρες, σε αντίθεση με αυτά της Tomcot που παρέμειναν περίπου στα ίδια επίπεδα. Τα ολικά φλαβονοειδή καρπών βερικοκιάς ποικιλίας (cv Galta Roja) κατέγραψαν αυξητική πορεία όταν αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία δωματίου (Kevers et al. 2007). Σταθερότητα στα φλαβονοειδή παρόμοια με αυτή της Tomcot κατά τη shelf life έχει βρεθεί σε μήλα (Awad et al. 2003).

Στο παρόν πείραμα οι επεμβάσεις ο ψεκασμός με νιτρικό ασβέστιο παρουσίασε υψηλή τιμή φλαβονοειδών στους καρπούς της Tomcot κατά την Ε.Ω.. Ψεκασμοί με ασβέστιο σε κεράσια μείωσαν τα ολικά φλαβονοειδή (Thurzo et al. 2008). Σε ποικιλία μηλιάς ψεκασμοί με ασβέστιο έδειξαν πως η συγκέντρωση ασβεστίου των καρπών συσχετίστηκε θετικά με αυτή των ολικών φλαβονοειδών. Ωστόσο οι ερευνητές θεώρησαν πως μέρος αυτής της συσχέτισης μπορεί να οφείλεται στον φωτισμό που δέχονται οι καρποί σε διαφορετικές θέσεις πάνω στο δένδρο (Awad et al. 2002). Στη παρούσα εργασία υπήρξε σημαντική συσχέτιση μεταξύ της περιεκτικότητας ασβεστίου των καρπών και των ολικών φλαβονοειδών τους ($r=0,47$ το δεδομένο δεν παρουσιάζεται στα αποτελέσματα).

Τα ολικά φλαβονοειδή της ποικιλίας Tomcot βρέθηκαν σε σημαντικά υψηλότερα επίπεδα από τα αντίστοιχα της ποικιλίας Orange Red και στα δύο στάδια ωριμότητας των καρπών. Τα ολικά φλαβονοειδή των μαρτύρων στο παρόν πείραμα ήταν στο στάδιο της Ε.Ω. 22,87 και 9,81 mg ισοδ. κατεχίνης/100 g ΦΒ για Tomcot και Orange Red αντίστοιχα. Σε άλλη ποικιλία (cv Madjarska najbolja) τα ολικά φλαβονοειδή μετρήθηκαν 26 mg GAE/100 g ΦΒ (Dragovic Uzelac et al. 2009). Εκτός του γονοτύπου επηρεάζουν και άλλοι παράγοντες τη συγκέντρωση των ολικών φλαβονοειδών όπως η θέση των καρπών πάνω στο δένδρο εξαιτίας της διαφορετικής ποσότητας φωτός που δέχονται αυτοί (Awad et al. 2001), ενώ έχει βρεθεί πως τα φλαβονοειδή που απομονώνονται από αυτόρριζα δένδρα είναι σε χαμηλότερα πάντα επίπεδα από αυτά των εμβολιασμένων (Usenik et al. 2006).

4.9.3 Ολικές ορθοδιφαινόλες

Οι ολικές ορθοδιφαινόλες θεωρούνται ιδιαίτερα ευοξειδωτές (Pourcel et al. 2007). Πιθανώς σε αυτό οφείλεται η σημαντική πτώση τους στην ποικιλία Orange Red κατά τη S.L.. Αντίθετα οι ολικές ορθοδιφαινόλες της ποικιλίας Tomcot διατηρήθηκαν στα ίδια επίπεδα κατά το διάστημα παραμονής τους σε θερμοκρασία δωματίου. Πτώση ολικών ο-διφαινόλων έχει παρατηρηθεί σε μήλα ποικιλίας 'Grand Alexander' σε χαμηλές θερμοκρασίες συντήρησης (Harel et al. 1966).

Οι επεμβάσεις με τα θρεπτικά στοιχεία δεν επέδρασαν σημαντικά στις ολικές φαινολικές ουσίες των καρπών σε καμία περίπτωση. Στη ποικιλία Tomcot οι επεμβάσεις που περιείχαν ασβέστιο κατέγραψαν τις υψηλότερες τιμές παρουσίασαν τις υψηλότερες τιμές ολικών ο-διφαινολών, ενώ η επέμβαση αποκλειστικά με ασβέστιο διέφερε από τους αντίστοιχους μάρτυρες αν και οι διαφορές δεν ήταν σημαντικές.

Οι ολικές ορθοδιφαινόλες στη παρούσα εργασία μετρήθηκαν από 10 έως 45,9 mg CAE/100 g ΦΒ. Οι καρποί της Tomcot παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερα επίπεδα ολικών ο-διφαινολών από αυτούς της Orange Red τόσο κατά τη συγκομιδή τους όσο και κατά τη shelf life τους. Στη shelf life σημαντική ήταν και η αλληλεπίδραση γενετικού υλικού και επεμβάσεων στη διαμόρφωση των τιμών των ολικών ορθοδιφαινολών των καρπών.

4.9.4 Ολικές φλαβανόλες

Στην παρούσα έρευνα οι ολικές φλαβανόλες της Orange Red αυξήθηκαν σημαντικά κατά την παραμονή των καρπών σε θερμοκρασία δωματίου. Αντίθετα η Tomcot δεν παρουσίασε σημαντικές μεταβολές στην αντίστοιχη χρονική περίοδο. Στα δύο στάδια ωριμότητας των καρπών οι ολικές φλαβανόλες της Tomcot ήταν σημαντικά υψηλότερες από αυτές της Orange Red.

Κατά τη S.L. της Orange Red όλες οι επεμβάσεις παρουσίασαν υψηλότερες τιμές ολικών φλαβανολών από τον αντίστοιχο μάρτυρα. Επιπλέον η επέμβαση με Ca κατά την E.Ω. της Tomcot διέφερε από τις επεμβάσεις Mg+Ti και Ca+ Mg+Ti.

Οι ολικές φλαβανόλες του πειράματος κυμάνθηκαν από 0,3 έως 10,7 mg ισοδ. κατεχίνης/100 g ΦΒ. Οι τιμές αυτές βρίσκονται μέσα στα όρια που έχουν δώσει άλλοι ερευνητές για καρπούς βερικοκιάς (0,3 έως 11 mg ισοδ. κατεχίνης /100 g ΦΒ) (de Pascual-Teresa et al. 2010). Η κατεχίνη στα βερίκοκα με τη μέθοδο της υγρής χρωματογραφίας έχει μετρηθεί 2,6 mg/100 g ΦΒ έως 5,7 mg/100 g ΦΒ (Hollman et al. 2000). Επιπλέον υπάρχουν αναφορές πως οι φλαβανόλες πιθανώς να υπερβαίνουν τα 100 mg/100 g ΦΒ (Kielhorn et al. 1999). Μήλα που συγκομίσθηκαν στο στάδιο της εμπορικής ωριμότητας και παρέμειναν στο ψυγείο για πάνω από 6 μήνες παρουσίασαν πολύ μικρές μεταβολές στην περιεκτικότητα κατεχίνης και επικατεχίνης (Burda et al. 1990, Hollman et al. 2000).

4.10 Αντιοξειδωτική δράση

Σε γενικές γραμμές παρατηρείται μία σταθερότητα στην αντιοξειδωτική δράση των καρπών κατά την αποθήκευσή τους αν και τις περισσότερες φορές παρουσιάζουν μία τάση αύξησης των πολυφαινολών τους, προτού υποστούν κάποια οπτική απώλεια ποιότητας (Kevers et al. 2007). Στη παρούσα μελέτη όλες οι ομάδες των φαινολικών ενώσεων συσχετίστηκαν σημαντικά με τις δύο μεθόδους αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH και FRAP υποδεικνύοντας πως οι φαινολικές ενώσεις συνεισφέρουν στην αντιοξειδωτική ικανότητα στα βερίκοκα. Σημαντική συσχέτιση φαινολικών και αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH ($r=0,954$) βρέθηκε και σε άλλη έρευνα με καρπούς βερικοκιάς (Drogoudi et al. 2008), ενώ αναντιστοιχία υπάρχει με τα δεδομένα άλλων ερευνητών όπου δεν βρέθηκε συσχέτιση των δύο

παραμέτρων (Scalzo et al. 2005). Επιπλέον ισχυρή συσχέτιση καταγράφηκε μεταξύ των δύο μεθόδων εκτίμησης της αντιοξειδωτικής ικανότητας DPPH και FRAP των καρπών του πειράματος ($r=0,88$).

Στη παρούσα εργασία η S.L. αύξησε στατιστικά σημαντικά την αντιοξειδωτική δράση (DPPH και FRAP) της Orange Red, ενώ αυτά της Tomcot παρέμειναν στα ίδια επίπεδα. Αντίθετα σε άλλη έρευνα τα αντιοξειδωτικά της μεθόδου DPPH καρπών βερικοκιάς (cv Galta Roja) σημείωσαν πτώση κατά 25% μετά από S.L. 7 ημερών (Kevers et al. 2007) όπως και βερίκοκα μετά από συντήρησή τους στο ψυγείο (Bartolini et al. 2006). Η μέτρηση των αντιοξειδωτικών FRAP στο παρόν πείραμα κυμάνθηκε μεταξύ 1,48 και 6,41 μmol ισοδ. Trolox/ml. Άλλες έρευνες έδειξαν πως η αντιοξειδωτική ικανότητα FRAP του φλοιού καρπών βερικοκιάς ήταν μεγαλύτερη από την αντίστοιχη της σάρκας (Guo et al. 2003).

Οι μεταβολές στην αντιοξειδωτική δράση FRAP πιθανώς σημειώνονται εξαιτίας των μεταβολών στη σύνθεση των φαινολικών και των ανθοκυανών καθώς η δομή τους συνδέεται με την αντιοξειδωτική δράση (Chaovanalikit et al. 2004). Μία πιθανή εξήγηση που μπορεί να δοθεί για την αύξηση της αντιοξειδωτικής δράσης και τη πτώση των φαινολικών ουσιών είναι αυτή που έχει καταγραφεί σε αποξηραμένα βερίκοκα κατά τη ξήρανσή τους ακόμα και σε θερμοκρασία δωματίου όπου πραγματοποιείται ο σχηματισμός των προϊόντων της αντίδρασης Maillard τα οποία διακρίνονται για τη δράση τους σε αντιοξειδωτικούς μηχανισμούς όπως η DPPH (Madrau et al. 2009). Ομοίως τα αντιοξειδωτικά με τη μέθοδο FRAP αυξήθηκαν σε κονσερβοποιημένα κεράσια κατά την αποθήκευσή τους σε θερμοκρασία $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ και $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ πιθανώς λόγω του σχηματισμού των προϊόντων της αντίδρασης Maillard μεταξύ αναγωγικών σακχάρων και αμινοξέων καθώς πολλοί ερευνητές θεωρούν πως η αντίδραση αυτή προκαλεί αύξηση της αντιοξειδωτικής δράσης (Chaovanalikit et al. 2004).

Ακόμα η αύξηση της αντιοξειδωτικής δράσης στην ποικιλία Orange Red κατά τη S.L. πιθανόν είναι αποτέλεσμα αυξημένης αντιοξειδωτικής δράσης των πολυφαινολών σε ένα ενδιάμεσο στάδιο οξείδωσης (Madrau et al. 2009) είτε είναι φαινομενική καθώς η αντιοξειδωτική ικανότητα εκφράστηκε σε νωπό βάρος ωστόσο οι καρποί είχαν υποστεί απώλεια βάρους εξαιτίας των φαινομένων αναπνοής και διαπνοής. Το δείγμα από τους ιστούς των καρπών δηλαδή ήταν πυκνότερο μετά την απώλεια υγρασίας που είχαν υποστεί κατά τη shelf life.

Η αντιοξειδωτική ικανότητα FRAP σε καρπούς μάνγκο (*Mangifera indica* cv Irwin) διατηρήθηκε σε χαμηλή θερμοκρασία αποθήκευσης ($5\text{ }^{\circ}\text{C}$) έως 20 ημέρες και ακολούθως μειώθηκε (Shivashankara et al. 2004). Στα μύρτιλλα (*Vaccinium* L. sp.) δεν παρατηρήθηκε πτώση της αντιοξειδωτικής δράσης στους $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ κατά την αποθήκευσή τους για 3 έως 5 εβδομάδες (Connor et al. 2002). Επιπλέον η αύξηση στην αντιοξειδωτική δράση των καρπών έχει αποδοθεί από άλλους ερευνητές στην αναλογικά μεγαλύτερη συνεισφορά των φαινολικών σε αυτήν σε σχέση με το ασκορβικό οξύ (Shivashankara et al. 2004), ωστόσο στην Orange Red καταγράφεται πτώση των ολικών φαινολικών. Ακτινίδια (*Actinidia deliciosa* cv Hayward) που είχαν καταψυχθεί αν και παρουσίασαν μειωμένη τιμή FRAP μετά τη ψύξη σε σχέση με τη συγκομιδή, μετά από παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου για περίοδο μίας εβδομάδας παρουσίασαν αύξηση της αντιοξειδωτικής δράσης FRAP με μικρότερη ωστόσο τιμή από αυτή της συγκομιδής (Tavarini et al. 2008).

Αύξηση της αντιοξειδωτικής δράσης έχει παρατηρηθεί σε φράουλες και σμέουρα κατά την αποθήκευσή τους σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 0°C . Οι μεταβολές αυτές συνοδεύτηκαν από την αύξηση των ανθοκυανών στις φράουλες και από αύξηση ανθοκυανών και ολικών φαινολικών στα σμέουρα. Η ερμηνεία που

δόθηκε σε αυτό το αποτέλεσμα ήταν πως η μείωση της οξύτητας κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης συνδέθηκε με τη μετατροπή των οργανικών οξέων σε υδατάνθρακες παρέχοντας ανθρακοαλυσίδες για τη σύνθεση ανθοκυανικών (φράουλες, σμέουρα) και μη ανθοκυανικών φαινολικών (όπως του ασκορβικού οξέος) (σμέουρα) (Kalt et al. 1999). Στα ίδια αιτία απέδωσαν και άλλοι ερευνητές την αύξηση των αντιοξειδωτικών κατά την αποθήκευση των κράνμπερις (Wang et al. 2001) και σε άλλους μικρούς καρπούς (*Myrica rubra* Sieb. And Zucc.) (Zhang et al. 2008). Ωστόσο το γεγονός πως δεν καταγράφηκε μείωση της οξύτητας στην Orange Red κατά τη S.L. δεν ενισχύει αυτή την άποψη.

Η χορήγηση των τριών θρεπτικών στοιχείων (Ca, Mg και Ti) με τη μορφή των διαφυλλικών ψεκασμών δεν είχε ιδιαίτερα σημαντική επίδραση στην αντιοξειδωτική δράση (DPPH, FRAP) των καρπών των δύο ποικιλιών βερικοκιάς. Εξαίρεση αποτελούν οι υψηλές τιμές αντιοξειδωτικών (DPPH και FRAP) της επέμβασης Ca στη Tomcot και των δύο σταδίων ωριμότητας των καρπών.

Οι επεμβάσεις στις οποίες χρησιμοποιήθηκε Tytanit δεν παρουσίασαν κάποια σημαντική μεταβολή της αντιοξειδωτικής τους ικανότητας DPPH στις δύο ποικιλίες βερικοκιάς. Έρευνες σε διάφορες ποικιλίες φράουλας παρουσίασαν αντιφατικά αποτελέσματα σχετικά με την εφαρμογή του σκευάσματος Tytanit στην αντιοξειδωτική ικανότητα DPPH των καρπών τους καθότι κάποιες εξ αυτών αύξησαν, άλλες μείωσαν ενώ ορισμένες έμειναν σημαντικά ανεπηρέαστες. Τα αποτελέσματα αυτά έδειξαν πως η επίδραση του τιτανίου επηρεάζεται από τον γονότυπο (Skurien et al. 2007). Σε άλλη έρευνα σμέουρα (cv Polka) που δέχθηκαν την επίδραση τιτανίου εμφάνισαν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερο συντελεστή παρεμπόδισης DPPH από τον μάρτυρα (Ochmian et al. 2008).

Τέλος η επίδραση του γονοτυπικού παράγοντα φαίνεται καθαρά στη μέτρηση της αντιοξειδωτικής δράσης και στα δύο στάδια ωριμότητας των καρπών, καθώς τόσο η DPPH όσο και η FRAP παρουσιάστηκαν σε σημαντικά υψηλότερα επίπεδα στην ποικιλία Tomcot έναντι της Orange Red.

4.11 Συγκεντρώσεις στοιχείων

4.11.1 Ασβέστιο

Ασβέστιο φύλλων

Η συγκέντρωση ασβεστίου στα φύλλα των δύο ποικιλιών βερικοκιάς δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από την εφαρμογή των διαφυλλικών ψεκασμών. Αντίστοιχο αποτέλεσμα βρέθηκε σε προσυλλεκτικούς χειρισμούς με ασβέστιο σε πρώιμες και μέσης ωρίμανσης ποικιλίες ροδακινιάς (Crisosto et al. 2000, Manganaris et al. 2005 c) και νεκταρινιάς (Μαγγανάρης 2004), ενώ αύξηση σημειώθηκε μόνο ύστερα από την εφαρμογή 10 ψεκασμών με χλωριούχο ασβέστιο (Manganaris et al. 2005 c). Η ερμηνεία που δόθηκε ήταν πως πιθανώς τα υψηλά επίπεδα ενδογενούς ασβεστίου των φύλλων δεν επηρεάστηκαν από τις σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις ασβεστίου του ψεκαστικού διαλύματος (Manganaris et al. 2005 c). Τα υψηλά επίπεδα ασβεστίου των φύλλων των μαρτύρων του πειράματος (14,34 g Ca/kg Ξ.Ο. και 14,66 g Ca/kg Ξ.Ο. οι μάρτυρες των Tomcot και Orange Red αντίστοιχα) υποδεικνύουν μία ανάλογη υπόθεση ενώ η απουσία σημαντικών διαφορών πιθανώς να σχετίζεται με τη

διενέργεια μικρού αριθμού (3) επαναλήψεων των ψεκασμών. Αντίθετα ψεκασμοί σε βανίλιες (*Prunus salicina* L. cv Black diamond) με ασβέστιο, εκχύλισμα από θαλάσσια άλγη και τιτάνιο αύξησαν σημαντικά τις συγκεντρώσεις του ασβεστίου στα φύλλα (Alcaraz-Lopez et al. 2004 a).

Οι επεμβάσεις με τιτάνιο αύξησαν (αν και όχι σημαντικά) στην ποικιλία Orange Red όπως και η επέμβαση Ca+Mg+Ti στη Tomcot το περιεχόμενο ασβέστιο των φύλλων τους. Οι υψηλότερες τιμές ασβεστίου σε φύλλα βανίλιας όπως και των ακόλουθων στοιχείων N, P, K, Mg, Fe, Zn και Cu βρέθηκαν όταν το ιόν τιτανίου ήταν ένα από τα συστατικά του ψεκαστικού υγρού (Alcaraz-Lopez et al. 2004 a). Τα αποτελέσματα αυτά συνηγορούν πως το τιτάνιο δρα ως ενεργοποιητής του συστήματος απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά (Alcaraz-Lopez et al. 2004 a, b).

Η αποτελεσματικότητα των διαφυλλικών ψεκασμών ποικίλει από χρονιά σε χρονιά εξαιτίας της επίδρασης των κλιματικών συνθηκών στη θρεπτική κατάσταση δένδρων ροδακινιάς (Sotiropoulos et al. 2010). Έρευνες στην ποικιλία βερικοκιάς 'Hungarian Best' έδειξαν πως το περιεχόμενο ασβέστιο των φύλλων μεταβάλλεται εποχιακά ακολουθώντας αυξητική τάση από το Μάιο προς το Σεπτέμβριο (Bojic et al. 1986). Επιπλέον η ποικιλία βερικοκιάς 'Moopark' παρουσίασε μεγάλο εύρος στη περιεκτικότητα των φύλλων της σε ασβέστιο (μεταξύ 13,8 και 49,2 g Ca/kg Ξ.Ο.) σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε για το καφέτιασμα των καρπών της σε τρεις διαδοχικές καλλιεργητικές περιόδους (Rettke et al. 2001).

Η ποικιλία Orange Red παρουσίασε σημαντικά υψηλότερα επίπεδα ασβεστίου στα φύλλα της από αυτά της Tomcot. Η επίδραση του γονοτύπου στα επίπεδα ασβεστίου των φύλλων βερικοκιάς διαφαίνεται σε αποτελέσματα άλλων εργασιών όπου μάρτυρες κυμαίνονται από 9,7 g/kg Ξ.Ο. (Arzani et al. 2004) έως 24,9 g/kg Ξ.Ο. (η τούρκικη ποικιλία 'Hacihaliloglu') (Esitken et al. 2003).

Ωστόσο θεωρείται πως τα αποτελέσματα της φυλλοδιαγνωστικής σχετίζονται σε πολύ μικρό ποσοστό έως καθόλου με αυτά των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των καρπών (Μαγγανάρης 2004).

Ασβέστιο καρπών

Οι διαφυλλικοί ψεκασμοί που περιείχαν Ca αύξησαν σημαντικά τη συγκέντρωση των καρπών σε ασβέστιο σε σύγκριση με τους μάρτυρες και στις δύο ποικιλίες του πειράματος.

Η επέμβαση που αποτελείτο αποκλειστικά από ασβέστιο αύξησε τη συγκέντρωση του στοιχείου στους καρπούς και των δύο ποικιλιών σε κάθε περίπτωση. Ομοίως ψεκασμοί με ασβέστιο σε βερικοκιάς (*Prunus armeniaca* cv Bebekou) αύξησαν στατιστικώς σημαντικά το περιεχόμενο ασβέστιο των καρπών 83 και 89 ημέρες μετά την άνθηση κατά την πρώτη χρονιά του πειράματος ενώ το ίδιο αποτέλεσμα παρατηρήθηκε και την δεύτερη χρονιά 78 και 84 ημέρες μετά την πλήρη άνθιση. Οι ίδιες επεμβάσεις ασβεστίου αύξησαν επίσης την περιεκτικότητα των καρπών σε Mg κατά τη συγκομιδή (84 ημέρες μετά την πλήρη άνθιση) του δεύτερου έτους (Tzoutzoukou et al. 1997). Χειρισμοί με ασβέστιο αύξησαν σε ορισμένες περιπτώσεις τη συγκέντρωση ασβεστίου στο φλοιό και στη σάρκα καρπών ροδακινιάς (Conway et al. 1987, Alcaraz-Lopez et al. 2004 b, Manganaris et al. 2005 c) και βανίλιας (Alcaraz-Lopez et al. 2004 a), ενώ σε άλλες περιπτώσεις καρπών ροδακινιάς (Crisosto et al. 2000) και δαμασκηνιάς (Alcaraz-Lopez et al. 2003) δεν είχαν επιτυχή αποτελέσματα ή κατάφεραν να αυξήσουν τη συγκέντρωση του

στοιχείου μόνο στο φλοιό (Crisosto et al. 2000). Πιθανώς οι όψιμοι ψεκασμοί να είναι πιο αποτελεσματικοί εξαιτίας της μεγαλύτερης επιφάνειας που δέχεται το ψεκαστικό υγρό από αυτή των πρώιμων καθώς αυτό εισέρχεται μέσω των καναλιών και των ανοιγμάτων της επιφάνειας των καρπών (Benavides et al. 2001). Σε κάθε περίπτωση το ασβέστιο στο φλοιό των καρπών ήταν σημαντικά υψηλότερο σε σχέση με τη σάρκα (Crisosto et al. 2000, Alcaraz-Lopez et al. 2003, Alcaraz-Lopez et al. 2004 b, Manganaris et al. 2005 c), ενώ κατά τη διάρκεια αποθήκευσης καρπών ροδακινιάς μειώθηκε στο φλοιό και αυξήθηκε στη σάρκα δείχνοντας φορά κίνησης από το φλοιό προς τη σάρκα (Manganaris et al. 2005 c). Αντίθετα ανασταλτικοί παράγοντες της εισόδου του ψεκαστικού διαλύματος στο εσωτερικό των καρπών αποτελούν τόσο οι κηρώδεις ουσίες της εφυμενίδας των καρπών (Glenn et al. 1985) όσο και οι μηχανισμοί αντοχής τους στην έλλειψη νερού (Μαγγανάρης 2004).

Η επέμβαση με Mg+Ti αύξησε το περιεχόμενο ασβέστιο των καρπών στην ποικιλία Tomcot στο στάδιο της συγκομιδής. Η ίδια επέμβαση είχε αυξήσει σημαντικά το περιεχόμενο ασβέστιο στο φλοιό και στη σάρκα καρπών δαμασκηνιάς (Alcaraz-Lopez et al. 2003), ενώ αντίθετα όταν εφαρμόστηκε στη ροδακινιά αύξησε το περιεχόμενο ασβέστιο μόνο του φλοιού και όχι της σάρκας (Alcaraz-Lopez et al. 2004 b).

Η επέμβαση με το συνδυασμό Ca+Mg+Ti στο παρόν πείραμα εμφάνισε τα υψηλότερα αποτελέσματα περιεχόμενου ασβεστίου στους καρπούς, ενώ ο ίδιος συνδυασμός στοιχείων παρουσίασε στατιστικά σημαντική επίδραση στην αύξηση της περιεκτικότητας σε ασβέστιο επί του συνόλου των καρπών σε ροδακινιά (*Prunus persica* L. cv Sevilla-II) και νεκταρινιά (*Prunus persica* L. cv Silver King) (Serrano et al. 2004 a) όσο και επί μέρους στο φλοιό και τη σάρκας καρπών, ροδακινιάς (*Prunus persica* L. cv Sevilla-II) (Alcaraz-Lopez et al. 2004 b) και βανίλιας (Alcaraz-Lopez et al. 2004 a). Επιπλέον η επέμβαση με Ca+Ti αύξησε το περιεχόμενο ασβέστιο φλοιού και σάρκας καρπών δαμασκηνιάς (*Prunus domestica* L. cv Red Beaut) (Alcaraz-Lopez et al. 2003).

Τα αντιφατικά αποτελέσματα που παρουσιάζονται στην επίδραση των διαφόρων ασβεστούχων σκευασμάτων είναι συνάρτηση πολλών παραμέτρων όπως η χημική μορφή του σκευάσματος (Manganaris et al. 2007), η συγκέντρωσή του, ο αριθμός των επεμβάσεων, τα ειδικά χαρακτηριστικά της εξωτερικής επιφάνειας του είδους του καρπού, η περίοδος εφαρμογής και το στάδιο ωριμότητας του καρπού (Μαγγανάρης 2004).

Στο παρόν πείραμα δεν υπήρξε σημαντική επίδραση της S.L. στο περιεχόμενο ασβέστιο των καρπών. Ωστόσο νεκταρινία και ροδάκινα που δέχθηκαν την επίδραση ψυχρής συντήρησης και S.L. χαρακτηρίστηκαν από αυξημένα επίπεδα ολικού ασβεστίου (εξαιτίας κυρίως του υδατοδιαλυτού κλάσματος της πηκτίνης) στο κυτταρικό τοίχωμα σε σχέση με αυτά της συγκομιδής (Manganaris et al. 2005 a). Αντίστοιχη αύξηση του ασβεστίου του κυτταρικού τοιχώματος κατά την αποθήκευση σημειώθηκε και σε μήλα θεωρώντας πως πραγματοποιείται μία κίνηση και ενσωμάτωση του διαλυμένου ασβεστίου στο κυτταρικό τοίχωμα (Chardonnet et al. 2003). Ωστόσο βρέθηκε πως η αύξηση του ασβεστίου στο κυτταρικό τοίχωμα είναι αποτέλεσμα της δράσης των υδρολυτικών ενζύμων της πηκτίνης (Manganaris et al. 2007).

Οι επεμβάσεις και ο γονότυπος επέδρασαν σημαντικά στη διαμόρφωση των τιμών του ασβεστίου στους καρπούς κατά την E.Ω. και τη S.L..

Οι καρποί του μάρτυρα της Tomcot βρέθηκε στο πείραμα να περιέχουν ελαφρώς υψηλότερο ασβέστιο (1,53 g/kg Ξ.B.) από τους καρπούς της Orange Red. (1,49 g/kg Ξ.B.). Σε άλλη έρευνα οι δύο αυτές ποικιλίες βρέθηκε να έχουν αντίστοιχη

σχέση με χαμηλότερα όμως επίπεδα ασβεστίου (1,30 g/kg Ξ.Β. Tomcot και 0,65 g/kg Ξ.Β. Orange Red) (Drogoudi et al. 2008). Βέβαια στο περιεχόμενο ασβέστιο των καρπών σημαντική επίδραση ασκούν πολλοί παράγοντες (εκτός του γονοτυπικού) όπως οι εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής και το υποκείμενο. Ακόμα οι διαδοχικές λιπάνσεις με ασβέστιο που είχαν διενεργηθεί τα προηγούμενα έτη ίσως έχουν επηρεάσει τα ενδογενή επίπεδα ασβεστίου των δένδρων.

Το περιεχόμενο ασβέστιο των καρπών κυμαίνεται εντός του εύρους τιμών άλλων ερευνητών (Haciseferogullari et al. 2007, Akin et al. 2008, Drogoudi et al. 2008).

4.11.2 Μαγνήσιο

Μαγνήσιο φύλλων

Όλες οι επεμβάσεις Mg+Ti και Ca+Mg+Ti ανεξαρτήτως ποικιλίας αύξησαν το περιεχόμενο μαγνήσιο των φύλλων σημαντικά. Η εφαρμογή Mg+Ti στο ψεκαστικό διάλυμα επέφερε τη μεγαλύτερη τιμή περιεχόμενου μαγνήσιου στα φύλλα της Orange Red διαφέροντας από τον μάρτυρα ενώ αύξηση σημείωσε και σε αυτά της Tomcot αν και δεν διέφερε από τις λοιπές επεμβάσεις. Ο συνδυασμός Ca+Mg+Ti επέφερε τη μεγαλύτερη αύξηση στο περιεχόμενο μαγνήσιο των φύλλων της Tomcot ενώ το ίδιο αποτέλεσμα επετεύχθη με την επέμβαση Ca+Ti σε βανίλιες (Alcaraz-Lopez et al. 2004 a).

Μαγνήσιο καρπών

Οι επεμβάσεις Mg+Ti και Ca+Mg+Ti αύξησαν στατιστικά σημαντικά τη συγκέντρωση μαγνησίου των καρπών και των δύο ποικιλιών βερικοκιάς του πειράματος τόσο κατά τη συγκομιδή όσο και κατά τη διατήρησή τους σε θερμοκρασία δωματίου για 4 ημέρες. Καρποί ροδακινιάς που δέχθηκαν το συνδυασμό της επέμβασης Ca+Mg+Ti αύξησαν στατιστικά σημαντικά το περιεχόμενο μαγνήσιο (Serrano et al. 2004 a). Ωστόσο έχουν καταγραφεί περιπτώσεις με ροδακινιές (Alcaraz-Lopez et al. 2004 b) και δαμασκηνιές (Alcaraz-Lopez et al. 2004 a) όπου μόνο εφαρμογή μαγνησίου ή Ca+Mg+Ti ή συνδυασμός Ca+Ti στη περίπτωση καρπών βανίλιας (Alcaraz-Lopez et al. 2004 a) δεν αύξησαν σημαντικά το περιεχόμενο μαγνήσιο της σάρκας και του φλοιού. Στο παρόν πείραμα οι ψεκασμοί με νιτρικό ασβέστιο δεν αύξησαν το περιεχόμενο μαγνήσιο των καρπών. Σε άλλη εργασία επεμβάσεις με χλωριούχο ασβέστιο σε βερικοκιάς (cv Bebekou) αύξησαν σημαντικά το περιεχόμενο μαγνήσιο τη δεύτερη μόνο χρονιά του πειράματος στο στάδιο της συγκομιδής των καρπών (Tzoutzoukou et al. 1997).

Τα επίπεδα μαγνησίου των καρπών του πειράματος διατηρήθηκαν στα ίδια περίπου επίπεδα ακόμα και μετά τη παραμονή τους για 4 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου, καθώς η S.L. δεν επέδρασε στατιστικά σημαντικά για καμία από τις δύο ποικιλίες. Η S.L. 5 ημερών σε νεκταρίνια δεν μετέβαλλε σημαντικά τα επίπεδα μαγνησίου του κυτταρικού τοιχώματος (Μαγγανάρης 2004).

Το μαγνήσιο των καρπών στους μάρτυρες του πειράματος βρέθηκε σε συγκεντρώσεις 0,90 και 0,91 g/kg Ξ.Β. για Tomcot και Orange Red αντίστοιχα. Σε άλλη έρευνα το μαγνήσιο των καρπών και των δύο ποικιλιών μετρήθηκε 0,50 g/kg

Ξ.Β. (Drogoudi et al. 2008). Το περιεχόμενο μαγνήσιο των καρπών κυμαίνεται εντός του εύρους τιμών άλλων ερευνητών (Akin et al. 2008).

4.11.3 Τιτάνιο

Τιτάνιο φύλλων

Επεμβάσεις με Mg+Ti ή Ca+Mg+Ti αύξησαν σημαντικά το περιεχόμενο τιτάνιο στα φύλλα των δύο ποικιλιών του πειράματος. Όταν χρησιμοποιήθηκε το τιτάνιο μόνο του ή σε συνδυασμό με ασβέστιο ή άλγη αύξησε θεαματικά (πάνω από 10 φορές) και στατιστικώς σημαντικά τη συγκέντρωσή του στα φύλλα βανίλιας 10 ημέρες μετά το πέρας των ψεκασμών και κατά τη περίοδο συγκομιδής (Alcaraz-Lopez et al. 2004 a). Επιπλέον η εφαρμογή αποκλειστικά ασβεστίου δεν κατάφερε να αυξήσει τη περιεκτικότητα των φύλλων των δύο ποικιλιών βερικοκιάς σε τιτάνιο, αποτέλεσμα που παρατηρήθηκε και στη περίπτωση της βανίλιας (Alcaraz-Lopez et al. 2004 a).

Η περιεκτικότητα των καρπών σε τιτάνιο στο παρόν πείραμα κυμάνθηκε μεταξύ 2,12 mg/kg Ξ.Β. για την επέμβαση με Ca της Orange Red και 4,63 mg/kg Ξ.Β. στην επέμβαση με Ca+Mg+Ti της Tomcot. Το τιτάνιο σε φύλλα βανίλιας κυμάνθηκε περίπου μεταξύ 1 mg/kg Ξ.Β. (για τους μάρτυρες) και 11 mg/kg Ξ.Β. (για τις επεμβάσεις με τιτάνιο) (Alcaraz-Lopez et al. 2004 a).

Τιτάνιο καρπών

Οι επεμβάσεις που περιείχαν ως συστατικό τους το συνδυασμό μαγνησίου και τιτανίου αύξησαν σε κάθε περίπτωση την περιεκτικότητα του στοιχείου στους καρπούς και των δύο ποικιλιών βερικοκιάς του πειράματος. Αντίθετα σε άλλες έρευνες με δαμασκηνιές (Alcaraz-Lopez et al. 2003), βανίλιες (Alcaraz-Lopez et al. 2004 a) και ροδακινιές (Alcaraz-Lopez et al. 2004 b) δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές ούτε στο φλοιό ούτε στη σάρκα των καρπών μεταξύ του μάρτυρα και των διαφόρων επεμβάσεων.

Επιπλέον κατά τη S.L. η επίδραση των επεμβάσεων δεν ήταν στατιστικά σημαντική, καθότι οι καρποί επεμβάσεων με Mg+Ti διατήρησαν τα υψηλά επίπεδα τιτανίου που είχαν και στη περίοδο της συγκομιδής.

4.12 Χλωροφύλλες

Στο παρόν πείραμα τα φύλλα των δένδρων που δέχθηκαν ψεκασμούς με τα θρεπτικά στοιχεία παρουσίασαν σημαντικά υψηλότερες τιμές συγκεντρώσεων α, β και ολικών χλωροφυλλών σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Επιπλέον η ποικιλία Orange Red παρουσίασε σημαντικά υψηλότερες συγκεντρώσεις α, β και ολικών χλωροφυλλών σε σχέση με την ποικιλία Tomcot. Η συνδυαστική επέμβαση με Ca+Mg+Ti παρουσίασε τις υψηλότερες συγκεντρώσεις α, β και ολικών χλωροφυλλών και στις δύο ποικιλίες βερικοκιάς.

Το μαγνήσιο κατέχει τον σημαντικότερο ρόλο στο μόριο της χλωροφύλλης. Εφαρμογή μαγνησίου στα φύλλα αμπελιού αύξησε την περιεχόμενη χλωροφύλλη, και ως εκ τούτου τα επίπεδα της φωτοσύνθεσης (Bybordi et al. 2010). Σε περιπτώσεις εδαφών με τροφοπενία μαγνησίου, διαφυλλικός ψεκασμός με το στοιχείο αυτό είναι πιθανό να πραγματοποιείται αυξημένη μετακίνηση φωτοσυνθετικών προϊόντων από τα φύλλα σε καρπούς (Malakouti 2006). Επεμβάσεις με ασβεστόχα σκευάσματα αύξησαν τις χλωροφύλλες α και β σε κεράσια (*Prunus avium L.*) (Thurzo et al. 2008). Ψεκασμοί με Tytanit σε σμέουρα εμφάνισαν μεγαλύτερες τιμές του δείκτη χλωροφύλλης SPAD (Soil Plant Analysis Development) (Ochmian et al. 2008). Η θετική επίδραση του τιτανίου και του μαγνησίου οφείλονται στην εντατικοποίηση της δραστηριότητας του σιδήρου στους χλωροπλάστες των φύλλων και στους χρωμοπλάστες των καρπών και κατά συνέπεια στην αυξημένη μεταβολική δραστηριότητα και απορρόφηση των θρεπτικών (Carvajal et al. 1995, Carvajal et al. 1998, Alcaraz-Lopez et al. 2004 a, b).

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

5.1 Ξένη βιβλιογραφία

Akin EB, Karabulut I and Topcu A (2008). Some compositional properties of main Malatya apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties. *Food Chemistry*, 107, 939–948.

Alburquerque N, Burgos L and Egea J (2003). Apricot flower bud development and abscission related to chilling, irrigation and type of shoots. *Scientia Horticulturae*, 98, 265–276.

Alburquerque N, Burgos L and Egea J (2004). Influence of flower bud density, flower bud drop and fruit set on apricot productivity. *Scientia Horticulturae*, 102, 397–406.

Alcaraz-Lopez C, Botia M, Alcaraz CF and Riquelme F (2003). Effects of foliar sprays containing calcium, magnesium and titanium on plum (*Prunus domestica* L.) fruit quality. *Journal of Plant Physiology*, 160, 1441–446.

Alcaraz-López C, Botía M, Alcaraz CF and Riquelme F (2004 a). Effects of Calcium-Containing Foliar Sprays Combined with Titanium and Algae Extract on Plum Fruit Quality. *Journal of Plant Nutrition*, 27, 713–729.

Alcaraz-López C, Botía M, Alcaraz CF and Riquelme F (2004 b). Effect of foliar sprays containing calcium, magnesium and titanium on peach (*Prunus persica* L.) fruit quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, 949–954.

Alcaraz-López C, Botía M, Alcaraz CF and Riquelme F (2005). Induction of fruit calcium assimilation and its influence on the quality of table grapes. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 3, 335–343.

Amarowicz R, Carle R, Dongowski G, Durazzo A, Galensa R, Kammerer D, Maiani G and Piskula MK (2009). Influence of postharvest processing and storage on the content of phenolic acids and flavonoids in foods. *Molecular Nutrition & Food Research*, 53, 151–183.

Ameny MA and Wilson PW (1997). Relationship between hunter color values and β -carotene contents in white-fleshed African sweetpotatoes (*Ipomoea batatas* Lam). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 73, 301–306.

Ani A, Ani M, Moshtaghie AA and Ahmadvand H (2010). Effect of titanium on lipoprotein lipase activity in vivo and in vitro. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 24, 95–98.

Apel K and Hirt H (2004). Reactive Oxygen Species: Metabolism, Oxidative Stress, and Signal Transduction. *Annual Review of Plant Biology*, 55, 373–399.

- Arnous A, Makris DP and Kefalas P (2002). Correlation of pigment and flavanol content with antioxidant properties in selected aged regional wines from Greece. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15, 655–665.
- Aron PM and Kennedy JA (2008). Flavan-3-ols: Nature, occurrence and biological activity. *Molecular Nutrition & Food Research*, 52, 79–104.
- Arumuganathan K and Earle E (1991). Nuclear DNA content of some important plant species. *Plant Molecular Biology Reporter*, 9, 208–218.
- Arzani K and Roosta HR (2004). Effects of Paclobutrazol on Vegetative and Reproductive Growth and Leaf Mineral Content of Mature Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Trees. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 6, 43-55.
- Asma BM and Ozturk K (2005). Analysis of morphological, pomological and yield characteristics of some apricot germplasm in Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 52, 305–313.
- Asma BM, Kan T and Birhanlı O (2007). Characterization of promising apricot (*Prunus armeniaca* L.) genetic resources in Malatya, Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54, 205–212.
- Aubert C and Chanforan C (2007). Postharvest changes in physicochemical properties and volatile constituents of apricot (*Prunus armeniaca* L.). Characterization of 28 cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 3074–3082.
- Aubert C, Bony P, Chalot G and Hero V (2010). Changes in physicochemical characteristics and volatile compounds of apricot (*Prunus armeniaca* L. cv Bergeron) during storage and post-harvest maturation. *Food Chemistry*, 119, 1386–1398.
- Awad MA, Wagenmakers PS and de Jager A (2001). Effects of light on flavonoid and chlorogenic acid levels in the skin of ‘Jonagold’ apples. *Scientia Horticulturae*, 88, 4, 289–298.
- Awad MA and de Jager A (2002). Relationships between fruit nutrients and concentrations of flavonoids and chlorogenic acid in ‘Elstar’ apple skin. *Scientia Horticulturae*, 92, 265–276.
- Awad MA and de Jager A (2003). Influences of air and controlled atmosphere storage on the concentration of potentially healthful phenolics in apples and other fruits. *Postharvest Biology and Technology*, 27, 53–58.
- Badenes ML, Martinez-Calvo J and Llacer (1998). Analysis of apricot germplasm from the European ecogeographical group. *Euphytica*, 102, 93–99
- Badenes ML, Martinez-Calvo J and Llacer G (2003). Seopa-1 and Golgi-2 apricot seedlings are resistant to Plum Pox Virus. *HortScience*, 38, 135–137.

- Baldwin EA, Plotto A and Goodner K (2007). Shelf-life versus flavour-life for fruits and vegetables: how to evaluate this complex trait. *Stewart Postharvest Review*, 3, 1–10.
- Bartolini S, Viti R and Zanol GC (2006). Apricot cultivars and cold storage affect the total antioxidant capacity and glutathione content in fruit. *Acta Horticulturae*, 717, 359–362.
- Basak A and Mikos-Bielak M (2008). The use of some biostimulators on apple and pear trees. In: Dabrowski A (Ed). Biostimulators in modern agriculture. *Fruit crops*, 7–17.
- Bassi D and Pirazzoli C (1998). The stone fruit industry in the Mediterranean region: agronomic and commercial overview. In: Options Méditerranéennes, Sér. B/n°19 - Stone fruit viruses and certification in the Mediterranean countries: problems and prospects, 3–38.
- Bassi D (1999). Apricot culture: present and future. *Acta Horticulturae*, 488, 35–40
- Bassi D, Bartolini S and Viti R (2006). Recent advances on environmental and physiological challenges in apricot growing. *Acta Horticulturae*, 717, 23–31.
- Benavides A, Recasens I, Casero T and Puy J (2001). Chemometric analyses of ‘Golden Smoothie’ apples treated with two preharvest calcium spray strategies in the growing season. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81, 943–952.
- Benavides A, Recasens I, Casero T, Soria Y and Puy J (2002). Multivariate Analysis of Quality and Mineral Parameters on Golden Smoothie Apples Treated Before Harvest with Calcium and Stored in Controlled Atmosphere. *Food Science and Technology International*, 8, 139–146.
- Benzie IFF and Strain JJ (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. *Analytical biochemistry*, 239, 70–76.
- Blanco A, Fernández V and Val J (2010). Improving the performance of calcium-containing spray formulations to limit the incidence of bitter pit in apple (*Malus x domestica* Borkh.). *Scientia Horticulturae*, 127, 23–28.
- Blanda G, Cerretani L, Bendini A, Cardinali A and Lercker G (2008). Phenolic content and antioxidant capacity versus consumer acceptance of soaked and vacuum impregnated frozen nectarines. *European Food Research and Technology*, 227, 191–197.
- Blokhina O, Virolainen E and Fagerstedt KV (2003). Antioxidants, Oxidative Damage and Oxygen Deprivation Stress: a Review. *Annals of botany*, 91, 179–194.

- Bojic M and Paunovic SA (1986). The effect of the inter-rootstocks on the content and seasonal changes of major elements N, P, K, Ca and Mg in the leaves of apricot cv. Hungarian Best. ISHS: II International Workshop on Apricot Culture and decline II, IHC. *Acta Horticulturae*, 209, 131–140.
- Botondi R, De Santis D, Bellincontro A, Vizovitis K and Mencarelli F (2003). Influence of ethylene inhibition by 1-methylcyclopropene on apricot quality, volatile production, and glycosidase activity of low- and high-aroma varieties of apricots. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 1189–1200.
- Boudet AM (2007). Review Evolution and current status of research in phenolic compounds. *Phytochemistry*, 68, 2722–2735.
- Bouzayen M, Latche A, Nath P and Pech JC (2010). Mechanism of Fruit Ripening. Plant Developmental Biology. *Biotechnological perspectives*, 1, 319–339.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME and Berset C (1995). Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Food Science and Technology*, 28, 25–30.
- Brummell DA and Harpster MH (2001). Cell wall metabolism in fruit softening and quality and its manipulation in transgenic plants. *Plant Molecular Biology*, 47, 311–339.
- Brummell DA, Dal Cin V, Crisosto CH and Labavitch JM (2004). Cell wall metabolism during maturation, ripening and senescence of peach fruit. *Journal of Experimental Botany*, 55, 2029–2039.
- Burda S, Oleszek W and Lee CY (1990). Phenolic compounds and their changes in apples during maturation and cold storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38, 945–948.
- Bureau S, Renard CMGC, Reich M, Ginies C and Audergon JM (2009). Change in anthocyanin concentrations in red apricot fruits during ripening. *LWT - Food Science and Technology*, 42, 372–377.
- Burgos L, Albuquerque N and Egea J (2004). Review. Flower biology in apricot and its implications for breeding. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2, 227–241.
- Butterfield DA, Castegna A, Pocernich CB, Drake J, Scapagninib G and Calabrese V (2002). Nutritional approaches to combat oxidative stress in Alzheimer's disease. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 13, 444–461.
- Bybordi A and Shabanov JA (2010). Effects of the Foliar Application of Magnesium and Zinc on the Yield and Quality of Three Grape Cultivars Grown in the Calcareous Soils of Iran. *Notulae Scientia Biologicae*, 2, 81–86.
- Byrne DH (2005). Trends in stone fruit cultivar development. *HortTechnology*, 15, 494–500.

- Cardarelli M, Botondi R, Vizovitis K and Mencarelli F (2002). Effects of Exogenous Propylene on Softening, Glycosidase, and Pectinmethylesterase Activity during Postharvest Ripening of Apricots. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 1441–1446.
- Carinci F, Volinia S, Pezzetti F, Francioso F, Tosi L and Piattelli A (2003). Titanium–cell interaction: Analysis of gene expression profiling. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 66, 341–346.
- Caruso F, Rossi M, Opazo C and Pettinari C (2005). Structural Features of Antitumor Titanium Agents and Related Compounds. *Bioinorganic Chemistry and Applications*, 3, 317–329.
- Caruso F and Rossi M (2004). Antitumor Titanium Compounds. Mini Reviews in Medicinal Chemistry, 4, 49–60.
- Carvajal M and Alcaraz CF (1995). Effect of Ti(IV) on Fe activity in *Capsicum annum*. *Phytochemistry*, 39, 977–980.
- Carvajal M and Alcaraz CF (1998). Why titanium is a beneficial element for plants. *Journal of Plant Nutrition*, 21, 655–664.
- Champagne CM (2008). Magnesium in Hypertension, Cardiovascular Disease, Metabolic Syndrome, and Other Conditions: A Review. *Nutrition in Clinical Practice*, 23, 142–151.
- Chaovanalikit A and Wrolstad RE (2004). Total Anthocyanins and Total Phenolics of Fresh and Processed Cherries and Their Antioxidant Properties. *Journal of Food Science*, 69, 67–72.
- Chardonnet CO, Charron CS, Sams CE and Conway WS (2003). Chemical changes in the cortical tissue and cell walls of calcium-infiltrated 'Golden Delicious' apples during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 28, 97–111.
- Chauhan SK, Tyagi SM and Singh D (2001). Pectinolytic liquefaction of apricot, pupm and mango pulps for juice extraction. *International Journal of Food Properties*, 4, 103–109.
- Cheel J, Theoduloz C, Rodriguez JA, Caligari DS and Schmeda-Hirschmann G (2007). Free radical scavenging activity and phenolic content in achenes and thalamus from *Fragaria chiloensis ssp. chiloensis*, *F. vesca* and *F. x ananassa* cv. Chandler. *Food Chemistry*, 102, 36–44.
- Chengl GW and Crisosto CH (1995). Browning Potential, Phenolic Composition, and Polyphenoloxidase Activity of Buffer Extracts of Peach and Nectarine Skin Tissue. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 120, 835–838.
- Chinnici F, Spinabelli U, Riponi C and Amati A (2005). Optimization of the determination of organic acids and sugars in fruit juices by ion-exclusion liquid chromatography. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18, 121–130.

- Chira A, Chira L and Balan V (2001). Influence of the post-harvest treatment with calcium salts upon the quality of apricot fruit. *Acta Horticulturae*, 701, 571–574.
- Cigler P, Olejnickova J, Hruby M, Csefalvay L, Peterka J and Kuzel S (2010). Interactions between iron and titanium metabolism in spinach: A chlorophyll fluorescence study in hydropony. *Journal of Plant Physiology*, 167, 1592–1597.
- Connor AM, Luby JJ, Hancock JF, Berkheimer S and Hanson EJ (2002). Changes in Fruit Antioxidant Activity among Blueberry Cultivars during Cold-Temperature Storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 893–898.
- Conway WS, Greene GM and Hickey KD (1987). Effects of preharvest and postharvest calcium treatments of peaches on decay caused by *Monilinia fructicola*. *Plant disease*, 71, 1084–1086.
- Cosgrove DJ (2005). Growth of the plant cell wall. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 6, 850–861.
- Crisosto CH (1994). Stone fruit maturity indices: a descriptive review. Review article. *Postharvest News and Information*, 5, 65–68.
- Crisosto CH and Kader AA (1999). Apricots postharvest quality Maintenance Guidelines California Department of Pomology, University of California, Davis, CA, 1–5.
- Crisosto CH, Day KR, Johnson RN and Garner D (2000). Influence of in season foliar calcium sprays on fruit quality and surface discoloration incidence of peach and nectarines. *Journal American Pomological Society*, 54, 118–122.
- Crisosto CH, Crisosto GM and Metheney P (2003 a). Consumer acceptance of ‘Brooks’ and ‘Bing’ cherries is mainly dependent on fruit SSC and visual skin color. *Postharvest Biology and Technology*, 28, 159–167.
- Crisosto CH, Crisosto GM and Bowerman E (2003 b). Understanding Consumer Acceptance of Peach, Nectarine, and Plum Cultivars. *Acta Horticulturae*, 604, 115–119.
- Crisosto CH and Crisosto GM (2005). Relationship between ripe soluble solids concentration (RSSC) and consumer acceptance of high and low acid melting flesh peach and nectarine (*Prunus persica* (L.) Batsch) cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, 38, 239–246.
- Dai J and Mumper RJ (2010). Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties. *Molecules*, 15, 7313–7352.
- De Groot H and Rauen U (1997). Tissue injury by reactive oxygen species and the protective effects of flavonoids Review. *Fundamental & clinical pharmacology*, 12, 249-255.

- de Pascual-Teresa S, Santos-Buelga C and Rivas-Gonzalo JC (2000). Quantitative analysis of flavan-3-ols in Spanish foodstuffs and beverages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 5331–5337.
- de Pascual-Teresa S, Moreno DA and García-Viguera C (2010). Review Flavanols and Anthocyanins in Cardiovascular Health: A Review of Current Evidence. *International Journal of Molecular Sciences*, 11, 1679–1703.
- Defilippi BG, San Juan W, Valdes H, Moya-Leon MA, Infante R and Campos-Vargas R (2009). The aroma development during storage of Castlebrite apricots as evaluated by gas chromatography, electronic nose, and sensory analysis. *Postharvest Biology and Technology*, 51, 212–219.
- DeJong TM, Johnson RS, Bryla D, Doyle JF and Ramming D (2002). Evaluation of size controlling rootstocks for California peach production. 2001 Research Report to the California Tree Fruit Agreement, 113–120.
- del Campo G, Berregi I, Caracena R and Santos JI (2006). Quantitative analysis of malic and citric acids in fruit juices using proton nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Analytica Chimica Acta*, 556, 462–468.
- Dilis V, Vasilopoulou E and Trichopoulou A (2007). The flavone, flavonol and flavan-3-ol content of the Greek traditional diet. *Food Chemistry*, 105, 812–821.
- Donoso JM, Aros D, Meneses C and Infante R (2009). Identification of S-alleles associated with self-incompatibility in apricots (*Prunus armeniaca* L.) using molecular markers. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7, 270–273.
- Dragovic-Uzelac V, Levaj B, Mrkic V, Bursac D and Boras M (2007). The content of polyphenols and carotenoids in three apricot cultivars depending on stage of maturity and geographical region. *Food Chemistry*, 102, 966–975.
- Dragović-Uzelac V, Kovačević DB, Levaj B, Pedisić S, Mezak M and Tomljenović A (2009). Polyphenols and Antioxidant Capacity in Fruits and Vegetables Common in the Croatian Diet. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 74, 175–179.
- Drogoudi PD, Vemmos S, Pantelidis G, Petri E, Tzoutzoukou C and Karayiannis I (2008). Physical Characters and Antioxidant, Sugar, and Mineral Nutrient Contents in Fruit from 29 Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Cultivars and Hybrids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 10754–10760.
- Dumon JC and Ernst WHO (1988). Titanium in plants. *Journal of Plant Physiology*, 133, 203–209.
- Egea J, Ruiz D and Martinez-Gomez P (2004). Influence of rootstock on the productive behaviour of ‘Orange Red’ apricot under Mediterranean conditions. *Fruits*, 59, 367–373.

- Eichert T, Kurtz A, Steiner U and Goldbach HE (2008). Size exclusion limits and lateral heterogeneity of the stomatal foliar uptake pathway for aqueous solutes and water suspended nanoparticles. *Physiologia Plantarum*, 134, 151–160.
- Elmer PAG, Spiers TM and Wood PN (2007). Effects of pre-harvest foliar calcium sprays on fruit calcium levels and brown rot of peaches. *Crop Protection*, 26, 11–18.
- Engler MB and Engler MM (2006). The Emerging Role of Flavonoid-Rich Cocoa and Chocolate in Cardiovascular Health and Disease. *Nutrition Reviews*, 64, 109–118.
- Erlund I (2004). Review of the flavonoids quercetin, hesperetin, and naringenin. Dietary sources, bioactivities, bioavailability, and epidemiology. *Nutrition Research*, 24, 851–874.
- Esitken A, Karlidag H, Ercisli S, Turan M and Sahin F (2003). The effect of spraying a growth promoting bacterium on the yield, growth and nutrient element composition of leaves of apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. Hacihaliloglu). *Australian Journal of Agricultural Research*, 54, 377–380.
- Fan X, Argenta L and Mattheis JP (2000). Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene prolongs storage life of apricots. *Postharvest Biology and Technology*, 20, 135–142.
- FAOstat (2005). Statistical database of the Food and Agricultural Organization of the United Nations.
- FAOstat (2008). Statistical database of the Food and Agricultural Organization of the United Nations.
- FAOstat (2009). Statistical database of the Food and Agricultural Organization of the United Nations.
- Faust M, Suranyi D and Nyujto F (1998). Origin and dissemination of apricot. *Horticultural Reviews*, 22, 225–266.
- Femenia A, Sanchez ES, Simal S and Rossello C (1998). Developmental and Ripening-Related Effects on the Cell Wall of Apricot (*Prunus armeniaca*) Fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 77, 487–493.
- Ferguson IB and Boyd LM (2001). Inorganic nutrients and fruit quality, In M. Knee (Ed.), *Fruit quality and its biological basis*. Academic Press, Sheffield, 17–45.
- Ferreira D, Nel RJJ and Bekker R (1999). Condensed tannins. In: Pinto, B.M. (Ed.), *Comprehensive Natural Products Chemistry*, vol. 3. Elsevier, New York, 747–797.
- Ferreira D, Marais JPJ, Slade D and Walker LA (2004). Circular dichroic properties of flavan-3,4-diols. *Journal of Natural Products*, 67, 174–178.

- Ferreira RM, Vina SZ, Mudridge A and Chaves AR (2007). Growth and ripening season effects on antioxidant capacity of strawberry cultivar Selva. *Scientia Horticulturae*, 112, 27–32.
- Finkel T and Holbrook NJ (2000). Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *Nature*, 408, 239–247.
- Follett PA and Neven LG (2006). Current Trends in Quarantine entomology. *Annual Review of Entomology*, 51, 359–385.
- Fry SC (2004). Primary cell wall metabolism: tracking the careers of wall polymers in living plant cells. *New Phytologist*, 161, 641–675.
- Gardner RC (2003). Genes for magnesium transport. *Current Opinion in Plant Biology*, 6, 263–267.
- Gerasopoulos D, Chouliaras V and Lionakis S (1996). Effects of preharvest calcium chloride sprays on maturity and storability of Hayward kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, 7, 65–72.
- Giovannoni JJ (2004). Genetic Regulation of Fruit Development and Ripening. *The Plant Cell*, 16, 170–180.
- Giovannucci E (1999). Tomatoes, tomato-based products, lycopene, and cancer: review of the epidemiological literature. *Journal Nature Cancer Institute*, 91, 317–331.
- Glenn GM, Poovaiah BW and Rasmussen HP (1985). Pathways of calcium penetration through isolated cuticles of Golden Delicious apple fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 110, 166–171.
- Goffreda JC (1999). White-Fleshed Peach and Apricot Breeding. Proceedings of the 42nd Annual International IDFTA Conference, Hamilton, Ontario, Canada.
- González-Agüero M, Troncoso S, Gudenschwager O, Campos-Vargas R, Moya-Leon MA and Defilippi BG (2009). Differential expression levels of aroma-related genes during ripening of apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Plant Physiology and Biochemistry*, 47, 435–440.
- Grajkowski J and Ochmian I (2007). Influence of three biostimulants on yielding and fruit quality of three primocane raspberry cultivars. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*, 6, 29–36.
- Greger V and Schieberle P (2007). Characterization of the Key Aroma Compounds in Apricots (*Prunus armeniaca*) by Application of the Molecular Sensory Science Concept. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 5221–5228.
- Grenda A (2003). Tytanit – aktywator procesów metabolicznych [Tytanit – an activator of metabolic processes]. In: Chemicals in sustainable agriculture. Czech Republic, 4, 263–269 [in Polish].

- Guerriero R, Viti R, Monteleone P and Gentili M (2002). La valutazione della dormienza nell'albicocco: tre metodi a confronto. *Frutticoltura*, 3, 73–77.
- Guo M, Sun H, McArdle HJ, Gambling L and Sadler PJ (2000). TiIV Uptake and Release by Human Serum Transferrin and Recognition of TiIV-Transferrin by Cancer Cells: Understanding the Mechanism of Action of the Anticancer Drug Titanocene Dichloride. *Biochemistry*, 39, 10023–10033.
- Guo C, Yang J, Wei J, Li Y, Xu J and Jiang Y (2003). Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. *Nutrition Research*, 23, 1719–1726.
- Gunes NT (2006). Frost hardiness of some Turkish apricot cultivars during the bloom period. *Hortscience*, 41, 310–312.
- Gurrieri F, Audergon JM, Albagnac G and Reich M (2001). Soluble sugars and carboxylic acids in ripe apricot fruit as parameters for distinguishing different cultivars. *Euphytica*, 117, 183–189.
- Hackman RM, Polagruto JA, Zhu QY, Sun B, Fujii H and Keen CL (2008). Flavanols: digestion, absorption and bioactivity. *Phytochemistry Review*, 7, 195–208.
- Hagen LS, Khadari B, Lambert P and Audergon JM (2002). Genetic diversity in apricot revealed by AFLP markers: species and cultivar comparisons. *Theoretical and Applied Genetics*, 105, 298–305.
- Halliwell B and Gutteridge JMC (1995). *Free Radical Biology and Medicine*, 18, 125–126.
- Han X, Shen T and Lou H (2007). Dietary Polyphenols and Their Biological Significance. *International Journal of Molecular Sciences*, 8, 950–988.
- Haciseferogullari H, Gezer I, Ozcan MM and Muratasma B (2007). Post harvest chemical and physical-mechanical properties of some apricot varieties cultivated in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 79, 364 – 373.
- Hadfield KA and Bennett AB (1998). Polygalacturonases: Many Genes in Search of a Function. *Plant Physiology*, 117, 337–343.
- Harborne JB and Williams CA (2000). Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, 55, 481–504.
- Harel E, Mayer AM and Shain Y (1966). Catechol oxidases, endogenous substrates and browning in developing apples. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 17, 389–392.
- Hasib A, Jaouad A, Mahrouz M and Khouili M (2002). HPLC determination of organic acids in Moroccan apricot. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 3, 207–211.

- Hermans C, Vuylsteke M, Coppens F, Cristescu SM, Harren FJM, Inze D and Verbruggen N (2010). Systems analysis of the responses to long-term magnesium deficiency and restoration in *Arabidopsis thaliana*. *New Phytologist*, 187, 132–144.
- Hernandez F, Pinochet J, Moreno MA, Martinez JJ and Legua P (2010). Performance of *Prunus* rootstocks for apricot in Mediterranean conditions. *Scientia Horticulturae*, 124, 354–359.
- Hernández R, Lamboy J, Gao LM, Matta J, Roman FR and Melendez E (2008). Structure–activity studies of Ti(IV) complexes: aqueous stability and cytotoxic properties in colon cancer HT-29 cells. *Journal of Biological inorganic Chemistry*, 13, 685–692.
- Holcroft DM and Kader AA (1999). Controlled atmosphere-induced changes in pH and organic acid metabolism may affect color of stored strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 37, 19–32.
- Hollman PC and Arts IC (2000). Flavonols, flavones and flavanols—nature, occurrence and dietary burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 1081–1093.
- Hormaza JJ, Yamane H and Rodrigo J (2007). Apricot (Chapter 7) In: Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants (*Fruits and Nuts*) (Kole C, Ed.). Springer-Verlag, Berlin, 4, 171–187.
- Hörtensteiner S (2009). Stay-green regulates chlorophyll and chlorophyll binding protein degradation during senescence. *Trends in Plant Science*, 14, 155–162.
- Hruby M, Cigler P and Kuzel S (2002). Titanium in plant nutrition. The contribution to understanding the mechanism of titanium action in plants. *Journal of Plant Nutrition*, 25, 577–598.
- Imeh U and Khokhar S (2002). Distribution of Conjugated and Free Phenols in Fruits: Antioxidant Activity and Cultivar Variations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 6301–6306.
- Infante R, Meneses C and Defilippi BG (2008). Effect of harvest maturity stage on the sensory quality of ‘Palsteyn’ apricot (*Prunus armeniaca* L.) after cold storage. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 83, 828–832.
- Jones Jr JB and Case VW (1990). Sampling, handling and analyzing plant tissue samples. In: Westerman RL (Ed). Soil Testing and Plant Analysis. *Soil Science Society of America, Inc.*, Madison, Wisconsin, USA, 389–427.
- Julian C, Herrero M and Rodrigo J (2007). Flower bud drop and pre-blossom frost damage in apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 81, 21–25.
- Julian C, Herrero M and Rodrigo J (2010). Flower bud differentiation and development in fruiting and non-fruiting shoots in relation to fruit set in apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Trees*, 24, 833–841.

- Kader AA (1999). Fruit maturity, ripening, and quality relationships. In: Symposium on Effect of Pre and Post Harvest Factors on Storage of Fruit. *Acta Horticulturae*, 485, 203–208.
- Kader AA (2002). Postharvest biology and technology: an overview. In: Kader AA (Ed.), *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. Regents of the University of California, Division of Agricultural and Natural Resources, Oakland, CA, 39–48.
- Kader AA (2008). Flavor quality of fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88, 1863–1868.
- Kalt W, Forney CF, Martin A and Prior RL (1999). Antioxidant Capacity, Vitamin C, Phenolics, and Anthocyanins after Fresh Storage of Small Fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 4638–4644.
- Kalyoncu IH, Akbulut M and Coklar H (2009). Antioxidant capacity, total phenolics and some chemical properties of semi-matured apricot cultivars grown in Malatya, Turkey. *World Applied Sciences Journal*, 6, 519–523.
- Kannan S (2010). Foliar Fertilization for Sustainable Crop Production. *Genetic Engineering, Biofertilisation, Soil Quality and Organic Farming*. Sustainable Agriculture Reviews, 4, 371–402.
- Karayiannis I, Audergon JM and Di Terlizzi B (1999). Susceptibility of apricot cultivars to Plum pox virus disease. *Acta Horticulturae*, 488, 752–759.
- Karayiannis I (2006 a). Breeding for resistance: conventional breeding for Plum pox virus resistant apricots (*Prunus armeniaca* L.) in Greece. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 36, 319–322.
- Karayiannis I (2006 b). Progress in Apricot Breeding for Resistance to Sharka Disease (*Plum Pox Virus*, PPV) in Greece. ISHS: XIII International Symposium on Apricot Breeding and Culture. *Acta Horticulturae*, 717, 93–96.
- Karayiannis I, Thomidis T and Tsaftaris A (2008). Inheritance of resistance to Plum pox virus in apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Tree Genetics & Genomes*, 4, 143–148.
- Kerek MM, Erdos Z, Fazekas I, Nyeki J and Szabo Z (2006). The investigation of suitability to various purposes of industrial processing in stone fruit varieties and variety candidates. *International Journal of Horticultural Science*, 12, 93–101.
- Kevers C, Falkowski M, Tabart J, Defraigne JO, Dommes J and Pincemail (2007). Evolution of Antioxidant Capacity during Storage of Selected Fruits and Vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 8596–8603.
- Kielhorn S and Thorngate JH (1999). Oral sensations associated with the flavan-3-ols (+)-catechin and (-)epicatechin. *Food Quality and Preference*, 10, 109–116.

- Kostova I (2009). Titanium and Vanadium Complexes as Anticancer Agents. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry (Formerly Current Medicinal Chemistry)*, 9, 827–842.
- Kuzel S, Hruby M, Cigler P, Tlustos P and Nguyen PV (2003). Mechanism of Physiological Effects of Titanium Leaf Sprays on Plants Grown on Soil. *Biological trace element research*, 91, 179–189.
- Kuzel S, Cigler P, Hruby M, Vydra J, Pavlíková D and Tlustos P (2007). The effect of simultaneous magnesium application on the biological effects of titanium. *Plant, Soil and Environment*, 53, 16–23.
- Laires MJ, Monteiro CP and Bicho M (2004). Role of cellular magnesium in health and human disease. *Frontiers in Bioscience*, 1, 262–276.
- Layne REC, Bailey CH and Hough LF (1996). Apricots. In: Janick J, Moore JN (eds) *Fruit Breeding, Tree and Tropical Fruits*. JohnWiley & Sons, New York, USA, 79–111.
- Leccese A, Bartolini S and Viti R (2007). Total Antioxidant Capacity and Phenolics Content in Apricot Fruits, *International Journal of Fruit Science*, 7, 3–16.
- Leccese A, Bureau S, Reich M, Renard MGCC, Audergon JM, Mennone C, Bartolini S and Viti R (2010). Pomological and Nutraceutical Properties in Apricot Fruit: Cultivation Systems and Cold Storage Fruit Management. *Plant Foods for Human Nutrition*, 65, 112–120.
- Lecourieux D, Ranjeva R and Pugin A (2006). Calcium in plant defence-signalling pathways. *New Phytologist*, 171, 249–269.
- Ledbetter C, Peterson S and Jenner J (2006). Modification of sugar profiles in California adapted apricots (*Prunus armeniaca* L.) through breeding with Central Asian germplasm. *Euphytica*, 148, 251–259.
- Lesko K, Stefanovits-Banyai E, Pais I and Simon-Sarkadi L (2002). Effect of cadmium and titanium-ascorbate stress on biological active compounds in wheat seedlings. *Journal of Plant Nutrition*, 25, 2571–2581.
- Lester GE and Grusak MA (2004). Field application of chelated calcium: postharvest effects on cantaloupe and honeydew fruit quality. *HortTechnology*, 14, 29–38.
- Lichtenthaler HK and Wellburn AR (1983). Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemical Society Transactions*, 11, 591–592.
- Lichou J, Jay M, Vaysse P and Lespinasse N (2003). Recognizing apricot varieties. Ctifl, Paris, France, 32–89.

- Lin-Wang K, Bolitho K, Grafton K, Kortstee A, Karunairetnam S, McGhie TK, Espley RV, Hellens RP and Allan AC (2010). An R2R3 MYB transcription factor associated with regulation of the anthocyanin biosynthetic pathway in *Rosaceae*. *BMC Plant Biology*, 10, 1–17.
- Liu H, Chen F, Yang H, Yao Y, Gong X, Xin Y and Ding C (2009). Effect of calcium treatment on nanostructure of chelate-soluble pectin and physicochemical and textural properties of apricot fruits. *Food Research International*, 42, 1131–1140.
- Lotito SB, Actis-Goretta L, Renart ML, Caligiuri M, Rein D, Schmitz HH, Steinberg FM, Keen CL and Fraga CG (2000). Influence of oligomer chain length on the antioxidant activity of procyanidins. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 276, 945–951.
- Madrau MA, Piscopo A, Sanguinetti AM, Del Caro A, Poiana M, Romeo FV and Piga A (2009). Effect of drying temperature on polyphenolic content and antioxidant activity of apricots. *European Food Research and Technology*, 228, 441–448.
- Maghuly F, Fernandez EB, Ruthner S, Pedryc A and Laimer M (2005). Microsatellite variability in apricots (*Prunus armeniaca* L.) reflects their geographic origin and breeding history. *Tree Genetics and Genomes*, 1, 151–165.
- Malakouti MJ (2006). Nutritional disorders in fruit trees on the calcareous soils of Iran. Proceedings of the 18th World Congress of Soil Science: Frontiers of Soil science Technology and the Information Age. Philadelphia, Pennsylvania, USA,
- Manganaris GA, Vasilakakis M, Diamantidis G and Mignani I (2005 a). Cell wall cation composition and distribution in chilling-injured nectarine fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 37, 72–80.
- Manganaris GA, Vasilakakis M, Diamantidis G and Mignani I (2005 b). Effect of calcium additives on physicochemical aspects of cell wall pectin and sensory attributes of canned peach (*Prunus persica* (L) Batsch cv Andross). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 1773–1778.
- Manganaris GA, Vasilakakis M, Mignani I, Diamantidis G and Tzavella-Klonari K (2005 c). The effect of preharvest calcium sprays on quality attributes, physicochemical aspects of cell wall components and susceptibility to brown rot of peach fruits (*Prunus persica* L. cv. Andross). *Scientia Horticulturae*, 107, 43-50.
- Manganaris GA, Vasilakakis M, Diamantidis G and Mignani I (2006). Cell wall physicochemical aspects of peach fruit related to internal breakdown symptoms. *Postharvest Biology and Technology*, 39, 69–74.
- Manganaris GA, Vasilakakis M, Diamantidis G and Mignani I (2007). The effect of postharvest calcium application on tissue calcium concentration, quality attributes, incidence of flesh browning and cell wall physicochemical aspects of peach fruits. *Food Chemistry*, 100, 1385–1392.

- Manolopoulou H and Mallidis C (1999). Storage and processing of apricots. *Acta Horticulturae*, 488, 567–576.
- Martin KR and Appel CL (2010). Polyphenols as dietary supplements: A double-edged sword. *Nutrition and Dietary Supplements*, 2, 1–12.
- Martin-Diana AB, Rico D, Frias JM, Barat JM, Henehan GTM and Barry-Ryan C (2007). Calcium for extending the shelf life of fresh whole and minimally processed fruits and vegetables: a review. *Trends in Food Science and Technology*, 18, 210–218.
- Marty I, Bureau S, Sarkissian G, Gouble B, Audergon JM and Albagnac G (2005). Ethylene regulation of carotenoid accumulation and carotenogenic gene expression in colour-contrasted apricot varieties (*Prunus armeniaca*). *Journal of Experimental Botany*, 56, 1877–1886.
- Mc Carron DA and Reusser ME (2001). Are low intakes of calcium and potassium important causes of cardiovascular disease? *American journal of hypertension*, 14, 206–212.
- Mc Guire RG (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27, 1254-1255.
- Mehlenbacher SA, Cociu V and Hough LF (1990). Apricots (*Prunus*). In: Moorem JN and Ballington JR (eds.). Genetic resources of temperate fruit and nut crops. *Acta Horticulturae*, 290, 65–107.
- Mencarelli F, Botondi R, De Santis D and Vizovitis K (2001). Post-harvest Quality Maintenance of Fresh Apricots. XII International Symposium on Apricot Culture and Decline. *Acta Horticulturae*, 701, 503–509.
- Meyers KJ, Watkins CB, Pritts MP and Liu RH (2003). Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 6887–6892.
- Micheli F (2001). Pectin methylesterases: cell wall enzymes with important roles in plant physiology. *Trends in Plant Science*, 6, 414–419.
- Miguel G, Dandlen S, Neves A and Antunes D (2008). Flavonoids Content of Different Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Cultivars. 4th IASME/WSEAS International Conference on energy, environment, ecosystems and sustainable development. Algarve, Portugal, 537–539.
- Mittler P (2005). Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Science*, 7, 405–410.
- Monaghan P, Metcalfe NB and Torres R (2009). Oxidative stress as a mediator of life history trade-offs: mechanisms, measurements and interpretation. *Ecology Letters*, 12, 75–92.

- Montanaro G, Dichio B and Xiloyannis C (2010). Significance of fruit transpiration on calcium nutrition in developing apricot fruit. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 173, 618–622.
- Montillet JL, Chamnongpol S, Rusterucci C, Dat J, van de Cotte B, Agnel JP, Battesti C, Inze D, Van Breusegem F and Triantaphylides C (2005). Fatty acid hydroperoxides and H₂O₂ in the execution of hypersensitive cell death in tobacco leaves. *Plant Physiology*, 138, 1516–1526.
- Moreno MA, Gogorcena Y and Pinochet J (2008). Mejora y seleccion de patrones *Prunus* tolerantes a estreses abioticos. In: La adaptacion al ambiente y los estreses abioticos en la mejora vegetal, Junta de Andalucia, Sevilla, 449– 475.
- Morris VJ, Ring SG, Macdougall AJ and Wilson RH (2003). Ionic cross-linking of the pectic polysaccharide network. In: Rose JKC (Ed). *The Plant Cell Wall*. Blackwell Publishing, CRC Press, 81.
- Nagy PT, Thurzó S, Kincses I, Szabó Z and Nyéki J (2008). Effect of foliar fertilization on leaf mineral composition, sugar and organic acid contents of sweet cherry. *International Journal of Horticultural Science*, 14, 45–48.
- Ng CK, Carr K and McAinsh MR (2003). Encoding Specificity in Plant Calcium Signalling: Hot–spotting the Ups and Downs and Waves. *Annals of Botany*, 92, 477–485.
- Nielsen SS (2010). *Food Analysis* (4th Ed.). Chemical properties and characteristics of food, 232–233.
- Ochmian I, Katarzyna G and Skupien K (2008). Influence of three biostimulators on growth, yield and fruit chemical composition on ‘Polka’ raspberry. In: Dabrowski A (Ed). *Biostimulators in modern agriculture. Fruit crops*, 68–75.
- Ogawa JM, Southwick SM (1995). Apricot. In: Ogawa JM, Zehr EI, Bird GW, Ritchie DF, Uriu K, Uyemoto JK (eds), *Compendium of Stone Fruit Diseases*. APS Press, American Phytopathological Society, St. Paul, MN, USA.
- Pais I (1983). The biological importance of titanium. *Journal of Plant Nutrition*, 6, 3–131.
- Palou L and Crisosto CH (2003). Postharvest Treatments to Reduce the Harmful Effects of Ethylene on Apricots. *Acta Horticulturae*, 599, 31–38.
- Payasi A, Mishra NN, Soares Chaves AL and Singh R (2009). Biochemistry of fruit softening : an overview. *Physiology and molecular biology of plants*, 15, 103–113.
- Peace C and Norelli JL (2009). Genomics Approaches to Crop Improvement in the Rosaceae. *Genetics and genomics of Rosaceae. Plant Genetics and Genomics: Crops and Models*, 6, 19–53.

- Pedryc A, Ruthner S, Herman R, Krska B, Hegedus A and Halasz J (2009). Genetic diversity of apricot revealed by a set of SSR markers from linkage group G1. *Scientia Horticulturae*, 121, 19–26.
- Peñuelas J and Munne - Bosch S (2005). Isoprenoids: an evolutionary pool for Photoprotection. *Trends in Plant Science*, 10, 166–169.
- Perkins-Veazie P and Collins JK (2001). Contributions of non-volatile phytochemicals to nutrition and flavor. *HortTechnology*, 11, 539–546.
- Picchioni GA, Watada AE, Conway WS, Whitaker BD and Sams CE (1998). Postharvest calcium infiltration delays membrane lipid catabolism in apple fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 2452–2457.
- Pizarro L and Stange C (2009). Light-dependent regulation of carotenoid biosynthesis in plants. *Ciencia e investigación agraria*, 36, 143–162.
- Pottosin II and Schönknecht G (2007). Vacuolar calcium channels. *Journal of Experimental Botany*, 58, 1559–1569.
- Pourcel L, Routaboul JM, Cheynier V, Lepiniec L and Debeaujon I (2007). Review Flavonoid oxidation in plants: from biochemical properties to physiological functions. *Trends in Plant Science*, 12, 29–36.
- Prasanna V, Prabha TN and Tharanathan RN (2007). Fruit Ripening Phenomena-An Overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47, 1–19.
- Radi M, Mahrouz M, Jaouad A and Amiot MJ (2004). Characterization and identification of some phenolic compounds in apricot fruit (*Prunus armeniaca* L.). *Sciences des aliments*, 24, 173–184.
- Raese JT and Drake SR (2000 a). Effect of calcium sprays, lime of harvest, cold storage, and ripeness on fruit quality of ‘Anjou’ pears. *Journal of Plant Nutrition*, 23, 843–853.
- Raese JT and Drake SR (2000 b). Effect of calcium spray materials, rate, time of spray application, and rootstocks on fruit quality of ‘Red’ and ‘Golden delicious’ apples. *Journal of Plant Nutrition*, 23, 1435–1447.
- Rehder A (1940). *Manual of cultivated trees and shrubs hardy in North America exclusive of the subtropical and warmer temperate regions*, 2nd ed. Macmillan, New York, USA.
- Rettke MA, Maier NA, Dahlenburg AP and Partington DL (2001). Relationships between darkening of dried apricots and nutrient concentrations in fresh fruit and mid-shoot leaves. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41, 573–577.
- Reverte S, Carbnell-Barrachina AA, Gimenez JL and Carvajal M (2000). Colour content and stability in red pepper as affected by variety, harvest time, and titanium spray. *Acta Alimentaria*, 29, 9–23.

- Rodrigo J and Herrero M (2002) The onset of fruiting in apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Journal of Applied Botany*, 76, 13–19.
- Rodrigo J, Herrero M and Hormaza JI (2009). Pistil traits and flower fate in apricot (*Prunus armeniaca*). *Annals of Applied Biology*, 154, 365–375.
- Roussos PA and Pontikis CA (2001). Oxidative browning in ‘Koroneiki’ olive explants as influenced by oxidative enzyme activities and endogenous phenolic compounds. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76, 441–446.
- Ruiz D, Egea J, Tomas-Barberan FA and Gil MI (2005). Carotenoids from New Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Varieties and Their Relationship with Flesh and Skin Color. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 6368–6374.
- Ruiz D, Campoy JA and Egea J (2007). Chilling and heat requirements of apricot cultivars for flowering. Chilling and heat requirements of apricot cultivars for flowering. *Environmental and Experimental Botany*, 61, 254–263.
- Ruiz D and Egea J (2008 a). Analysis of the variability and correlations of floral biology factors affecting fruit set in apricot in a Mediterranean climate. *Scientia Horticulturae*, 115, 154–163.
- Ruiz D, Reich M, Bureau S, Renard MGCC and Audergon JM (2008 b). Application of Reflectance Colorimeter Measurements and Infrared Spectroscopy Methods to Rapid and Nondestructive Evaluation of Carotenoids Content in Apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 4916–4922.
- Ruiz D and Egea J (2008 c). Phenotypic diversity and relationships of fruit quality traits in apricot (*Prunus armeniaca* L.) germplasm. *Euphytica*, 163, 143–158.
- Sagi M and Fluhr R (2006). Production of Reactive Oxygen Species by Plant NADPH Oxidases. *Plant Physiology*, 141, 336–340.
- Sannomaru Y, Katayama O, Kashimur Y and Kaneko K (1998). Effects of polyphenol content and polyphenoloxidase activity on browning reaction of apple fruits. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, 45, 28–36.
- Sas-Paszt L, Zurawicz E, Masny A, Filipczak J, Pluta S, Lewandowski M and Basak A (2008). The use of biostimulators in small fruit growing. In: Dabrowski A (Ed). *Biostimulators in modern agriculture. Fruit crops*, 76–78.
- Sass-Kiss A, Kiss J, Milotay P, Kerek MM and Toth-Markus M (2005). Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. *Food Research International*, 38, 1023–1029.
- Scalzo J, Politi A, Pellegrini N, Mezzetti B and Battino M (2005). Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. *Nutrition*, 21, 207–213.

- Scalzo L (2008). Organic acids influence on DPPH[•] scavenging by ascorbic acid. *Food Chemistry*, 107, 40–43.
- Schwinn KE and Davies KM (2004). Plant pigments and their manipulation. *Annual Plant Reviews*, 14, 92–149.
- Schwietert CW, Yaghoubi S, Gerber NC, McSharry JJ and McCue JP (2001). Dietary Titanium and Infant Growth. *Biological Trace Element Research*, 83, 149–167.
- Serrano M, Martínez-Romero D, Castillo S, Guillén F and Valero D (2004 a). Effect of preharvest sprays containing calcium, magnesium and titanium on the quality of peaches and nectarines at harvest and during postharvest storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, 1270–1276.
- Serrano M, Martínez-Romero D, Zuzunaga M, Riquelme F and Valero D (2004 b). Calcium, Polyamine and Gibberellin Treatments to Improve Postharvest Fruit Quality. Dris R and Jain SM (eds.), *Production Practices and Quality Assessment of Food Crops*, “Postharvest Treatment and Technology”, 4, 55–68.
- Sekher Pannala A, Chan TS, O’Brien PJ and Rice-Evans CA (2001). Flavonoid B-ring chemistry and antioxidant activity: fast reaction kinetics. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 282, 1161–1168.
- Shaul O (2002). Magnesium transport and function in plants: the tip of the iceberg. *Biometals*, 15, 3307–321.
- Shivashankara KS, Isobe S, Al-Haq MI, Takenaka M and Shiina T (2004). Fruit Antioxidant Activity, Ascorbic Acid, Total Phenol, Quercetin, and Carotene of Irwin Mango Fruits Stored at Low Temperature after High Electric Field Pretreatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1281–1286.
- Siburt CJP, Lin EM, Brandt SJ, Tinoco AD, Valentine AM and Crumbliss AL (2010). Redox potentials of Ti(IV) and Fe(III) complexes provide insights into titanium biodistribution mechanisms. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 104, 1006–1009.
- Skupien K and Oszmianski J (2007). Influence of titanium treatment on antioxidants content and antioxidant activity of strawberries. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, 6, 83–94.
- Slade D, Ferreira D and Marais JPJ (2005). Review Circular dichroism, a powerful tool for the assessment of absolute configuration of flavonoids. *Phytochemistry*, 66, 2177–2215.
- Soliva-Fortuny RC and Martin-Belloso O (2003). New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 14, 341–353.
- Somogyi A, Rosta K, Pusztai P, Tulassay Z and Nagy G (2007). Antioxidant measurements. *Physiological Measurement*, 28, 41–55.

Sotiropoulos T, Therios I and Voulgarakis N (2010). The effect of various products applied as foliar sprays on some fruit quality attributes and leaf nutritional status of the peach cultivar 'Andross'. *Journal of Plant Nutrition*, 33, 471–484.

Sozzi GO (2004). Strategies for the Regulation of Postharvest Fruit Softening by Changing Cell Wall Enzyme Activity. *Production Practices and Quality Assessment of Food crops*, 4, 135–172.

Straub DA (2007). Calcium supplementation in clinical practice: a review of forms, doses, and indications. *Nutrition in Clinical Practice*, 22, 286–296.

Sullivan ML and Hatfield RD (2006). Polyphenol Oxidase and o-Diphenols Inhibit Postharvest Proteolysis in Red Clover and Alfalfa. *Crop science*, 46, 662–670.

Surai M and Fluhr R (2002). Production of Reactive Oxygen Species by Plant NADPH Oxidases. *Plant Physiology*, 141, 336–340.

Suwalsky M, Villena F, Norris B, Soto MA, Sotomayor CP, Messori L and Zatta P (2005). Structural effects of titanium citrate on the human erythrocyte membrane. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 99, 764–770.

Tapiero H, Tew KD, Nguyen-Ba G and Mathe G (2002). Polyphenols: do they play a role in the prevention of human pathologies? *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 56, 200–207.

Tavarini S, Degl'Innocenti E, Remorini D, Massai R and Guidi L (2008). Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage of Hayward kiwifruit. *Food Chemistry*, 107, 282–288.

Thomas M, and Thibault JF (2002). Cell wall polysaccharides in the fruits of Japanese quince (*Chaenomeles japonica*): extraction and preliminary characterization. *Carbohydrate Polymers*, 49, 345–355.

Thurzó S, Szabó Z, Nyéki J, Nagy PT, Silva AP and Gonçalves B (2008). Effect of Boron and Calcium Sprays on Photosynthetic Pigments, Total Phenols and Flavonoid Content of Sweet Cherry (*Prunus avium* L.). ISHS: VI International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops. *Acta Horticulturae*, 868, 457–462.

Tinoco AD and Valentine AM (2005). Ti(IV) Binds to Human Serum Transferrin More Tightly Than Does Fe(III). *Journal of the American Chemical Society*, 127, 11218–11219.

Tinoco AD, Eames EV and Valentine AM (2008). Reconsideration of Serum Ti(IV) Transport: Albumin and Transferrin Trafficking of Ti(IV) and Its Complexes. *Journal of the American Chemical Society*, 130, 2262–2270.

Tlustos P, Cigler P, Hruby M, Kuzel S, Szakova J and Balik J (2005). The role of titanium in biomass production and its influence on essential elements' contents in field growing crops. *Plant, Soil and Environment*, 51, 19–25.

- Torrecillas A, Domingo R, Galego R and Ruiz-Sanchez MC (2000). Apricot tree response to withholding irrigation at different phenological periods. *Scientia Horticulturae*, 85, 201–215.
- Torres MA, Jones JDG and Dang JL (2006). Reactive Oxygen Species Signaling in Response to Pathogens. *Plant Physiology*, 141, 373–378.
- Treutter D (2010). Managing Phenol Contents in Crop Plants by Phytochemical Farming and Breeding-Visions and Constraints *International Journal of Molecular Sciences*, 11, 807–857.
- Tzoutzoukou CG and Bouranis DL (1997). Effect of preharvest application of calcium on the postharvest physiology of apricot fruit. *Journal of Plant Nutrition*, 20, 295–309.
- USDA Database (2007). Flavonoid Content of Selected Foods, Release 2.1.
- Usenik V, Krska B, Vican M and Stampar R (2006). Early detection of graft incompatibility in apricot (*Prunus armeniaca* L.) using phenol analyses. *Scientia Horticulturae*, 109, 332–338.
- Van Breusegem F and Dat JF (2006). Reactive Oxygen Species in Plant Cell Death. *Plant Physiology* 141, 384–390.
- Van Buggenhout S, Sila D, Duvetter T, Van Loey A and Hendrickx M (2009). Pectins in Processed Fruits and Vegetables: Part III—Texture Engineering. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 8, 105–117.
- van den Berg AJ, Halkes SB, van Hufford HC, Hoekstra MJ and Beukelman CJ (2003). A novel formulation of metal ions and citric acid reduces reactive oxygen species in vitro. *Journal of Wound Care*, 12, 413–418.
- Vavere AL and Welch MJ (2005). Preparation, Biodistribution, and Small Animal PET of ⁴⁵Ti-Transferrin. *Journal of Nuclear Medicine*, 46, 683–690.
- Vicente AR, Costa ML, Martinez GA, Chaves AR and Civello PM (2005). Effect of heat treatments on cell wall degradation and softening in strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 38, 213–222.
- Vicente AR, Saladié M, Rose JK and Labavitch JM (2007). The linkage between cell wall metabolism and fruit softening: looking to the future. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 1435–1448.
- Vicente AR, Manganaris GA, Sozzi GO and Crisosto CH (2009). Nutritional quality of fruits and vegetables. Chapter 5, pp. 57-106. In: Florkowski, Shewfelt, Brueckner and Prussia (eds.), *Postharvest Handling: A Systems Approach*, Second Edition. Oxford: Academic Press, Elsevier.

- Viti R, Andreini L, Ruiz D, Egea J, Bartolini S, Iacona C and Campoy JA (2010). Effect of climatic conditions on the overcoming of dormancy in apricot flower buds in two Mediterranean areas: Murcia (Spain) and Tuscany (Italy). *Scientia Horticulturae*, 124, 217–224.
- Voi AL, Impembo M, Fasanaro G and Castaldo D (1995). Chemical Characterization of Apricot Puree. *Journal of Food Composition and Analysis*, 8, 78–85.
- Wang SY and Stretch AW (2001). Antioxidant Capacity in Cranberry Is Influenced by Cultivar and Storage Temperature. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 969–974.
- White PJ (2000). Calcium channels in higher plants. *Biochimica et Biophysica Acta - Biomembranes*, 1465, 171–189.
- White PJ (2001). The pathways of calcium movement to the xylem. *Journal of Experimental Botany*, 52, 891–899.
- White PJ (2002). Recent advances in fruit development and ripening: an overview. *Journal of Experimental Botany, Fruit Development and Ripening Special Issue*, 53, 1995–2000.
- White PJ and Broadley MR (2003). Calcium in Plants. *Annals of Botany*, 92, 487–511.
- White PJ and Broadley MR (2009). Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets – iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine. *New Phytologist*, 182, 49–84.
- White PJ and Brown PH (2010). Plant nutrition for sustainable development and global health. *Annals of Botany*, 105, 1073–1080.
- Wilkinson S, Welch R, Mayland H and Grunes D (1990). Magnesium in plants: uptake, distribution, function and utilization by man and animals. *Metal Ions Biological Systems*, 26, 33–56.
- Yaghoubi S, Schwieter CW and Mc Cue JP (2000). Biological Roles of Titanium. *Biological Trace Element Research*, 78, 205–217.
- Yamashita S, Sakane T, Harada M, Sugiura N, Koda H, Kiso Y and Sezaki H (2002). Absorption and metabolism of antioxidative polyphenolic compounds in red wine. *Annals of New York Academic Sciences*, 957, 325–328.
- Zhang WS, Li X, Zheng JT, Wang GY, De Sun C, Ferguson IB and Chen KS (2008). Bioactive components and antioxidant capacity of Chinese bayberry (*Myrica rubra* Sieb. and Zucc.) fruit in relation to fruit maturity and postharvest storage. *European Food Research and Technology*, 227, 1091–1097.
- Zohary D and Hopf M (1993). Domestication of Plants in the Old World. Clarendon Press, Oxford, UK.

5.2 Ελληνική βιβλιογραφία

Μαγγανάρης ΓΑ (2004). Η επίδραση του ασβεστίου σε φυσιολογικές, βιοχημικές και φυτοπαθολογικές παραμέτρους καρπών από διακριτούς γενότυπους Ροδακινιάς (*Prunus persica* L. Batsch). Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, Τομέας Οπωροκηπευτικών και Αμπέλου.