

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

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΟΜΕΙΣ ΑΙΧΜΗΣ ΚΑΙ ΚΑΝΟΤΟΜΕΣ ΕΦΑΡΓΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ
ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΓΗ ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ**

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Επίδραση της θερμοκρασίας συντήρησης σε ποιοτικά χαρακτηριστικά και αλλαγές καροτενοειδών ενώσεων βερίκοκων ποικιλιών Orange Ruby και Orange Red



Άννα Δ. Βέλλιου

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Ελένη Τσαντίλη, Καθηγήτρια, ΓΠΑ

ΑΘΗΝΑ

2021

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

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Επίδραση της θερμοκρασίας συντήρησης σε ποιοτικά χαρακτηριστικά και αλλαγές καροτενοειδών ενώσεων βερίκοκων ποικιλιών Orange Ruby και Orange Red

Effect of storage temperature on quality characteristics and changes of carotenoid compounds of apricot varieties Orange Ruby and Orange Red

Άννα Δ. Βέλλιου

Εξεταστική Επιτροπή:

Ελένη Τσαντίλη, Καθηγήτρια ΓΠΑ (επιβλέπουσα)

Γεωργία Ουζουνίδου, Διευθύντρια Ερευνών ΙΤΑΠ

Γεώργιος Καραμπουρνιώτης, Καθηγητής ΓΠΑ

Επίδραση της θερμοκρασίας συντήρησης σε ποιοτικά χαρακτηριστικά και αλλαγές καροτενοειδών ενώσεων βερίκοκων ποικιλιών Orange Ruby και Orange Red

Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής
Εργαστήριο Δενδροκομίας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το βερίκοκο (*Prunus armeniaca* L.) είναι ένα από τα πιο σημαντικά είδη φρούτων που καλλιεργούνται στον κόσμο με αυξανόμενο οικονομικό ενδιαφέρον και τάση καλλιέργειας, καθώς ο καρπός εκτιμάται ιδιαίτερα από τους καταναλωτές. Παρόλα αυτά είναι πολύ ευπαθή κατά την μετασυλλεκτική τους διαχείριση και για το λόγο αυτό χρειάζεται να βρεθούν τρόποι βελτίωσης της συντήρησής τους και διατήρησης της ποιότητάς τους μετά τη συγκομιδή. Η παρούσα εργασία έχει ως σκοπό τη συγκριτική μελέτη αλλαγών σε φυτοχημικές ενώσεις που σχετίζονται με τη διατροφική αξία του φρούτου, αλλά και σε άλλα χαρακτηριστικά ποιότητας που συνδέονται με την ποιοτική αντίληψη του καταναλωτή για τα βερίκοκα μετά από συντήρηση σε δύο θερμοκρασίες. Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν καρποί δύο νέων ποικιλιών Orange Red και Orange Ruby με καλά χαρακτηριστικά και οικονομικό ενδιαφέρον. Συγκεκριμένα, εξετάστηκε η επίδρασή της θερμοκρασίας στον 1 °C και στους 5 °C και της διάρκειας συντήρησης και στα χαρακτηριστικά των βερίκοκων σε 7, 14, 21 και 28 μέρες μετά τη συγκομιδή. Τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν ήταν η απώλεια βάρους, η συνεκτικότητα, οι παράμετροι C , h^o του χρώματος του φλοιού ως τα κύρια ποιοτικά χαρακτηριστικά αντίληψης του καταναλωτή. Μελετήθηκαν ακόμη τα ολικά φαινολικά (TP), η ολική αντιοξειδωτική δράση (TAC) εκτιμώμενη με τις μεθόδους DPPH, τα ολικά καροτενοειδή (TC) και τα αναλυτικά καροτενοειδή (AC) β-καροτένιο, β-κρυπτοξανθίνη και λουτεΐνη. Η θερμοκρασία φαίνεται να επηρεάζει τόσο τα TC με τη θερμοκρασία των 5 °C να συντελεί σε υψηλότερες τιμές σταδιακά κατά τη διάρκεια συντήρησης και στις δύο ποικιλίες. Ωστόσο είναι σημαντικό πως δεν υπήρξε μείωση στον 1 °C. Η θερμοκρασία των 5 °C όπως αναμενόταν σημείωσε σημαντική απώλεια βάρους εξίσου και στις 2 ποικιλίες και φαίνεται να μην επηρεάζει σημαντικά το σύνολο των υπολοίπων μορφολογικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών όσο ο γονότυπος. Η παρούσα μελέτη έδειξε ότι η ποιότητα κατά την συντήρηση των βερίκοκων επηρεάζεται πρωτίστως από το γονότυπο και δευτερευόντως θερμοκρασία και ημέρες συντήρησης.

Επιστημονική περιοχή: Μετασυλλεκτική βιολογία

Λέξεις κλειδιά: *Prunus armeniaca*, Orange Red, Orange Ruby, ολικά φαινολικά, ολική αντιοξειδωτική ικανότητα, ολικά καροτενοειδή, β-καροτένιο

Effect of storage temperature on quality characteristics and changes of carotenoid compounds of apricot varieties Orange Ruby and Orange Red

Department of Crop Science
Laboratory of Pomology

ABSTRACT

Apricot (*Prunus armeniaca* L.) is one of the most important stone fruits in the world with increasing economic interest and cultivation tendency, as the fruit is highly evaluated by consumers. However, apricots are very vulnerable during post-harvest management and for this reason there is a need to find ways to extend their lifespan and maintain their quality after harvest. The aim of the present work is the comparative study of changes in phytochemicals related to the nutritional value of the consumer, but also of other quality characteristics related to the consumer's quality perception of apricots after storage at two low temperatures. Two new cultivars, Orange Red and Orange Ruby, with good characteristics and financial interest were used. Specifically, the effect of temperature at 1 °C and 5 °C was evaluated on quality traits in apricots stored for 7, 14, 21 and 28 days and after temperature equilibration at 20 °C. The characteristics studied were the weight loss, firmness and peel color parameters C , and h^o as the main qualitative traits of consumer perception. Total phenolics (TP), total antioxidant activity (TAC) assessed by DPPH methods, total carotenoids (TC) and analytical carotenoids (AC) β -carotene, β -cryptoxanthin and lutein were also studied. The storage temperature affect both TC with the temperature of 5 °C resulting in relatively higher values in both varieties. However, it is important that there was no decrease of TC at 1 °C. The temperature of 5 °C as expected marked significant weight loss in both varieties and does not seem to significantly affect all other morphological and organoleptic characteristics as much as the genotype. The present study showed that the preservation quality of apricots is primarily affected by the genotype and secondarily by temperature and storage days.

Scientific area: Post-harvest biology

Key words: *Prunus armeniaca*, Orange Red, Orange Ruby, total phenolic concentration, total antioxidant capacity, total carotenoids, β -carotene

ΑΝΤΙ ΠΡΟΛΟΓΟΥ

Ευχαριστώ θερμά την Καθηγήτρια του Εργαστηρίου Δενδροκομίας κυρία Ελένη Τσαντίλη για την ανάθεση της μελέτης και την συνεχή επιστημονική καθοδήγηση και επίβλεψη κατά την εκπόνηση αυτής.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω το προσωπικό του εργαστηρίου Δενδροκομίας για την καλή συνεργασία κατά την διάρκεια του πειράματος.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους και συναδέλφους, για την πολύτιμη βοήθεια τους σε διάφορα στάδια της εργασίας και κυρίως τον Διδάκτορα του Εργαστηρίου Δενδροκομίας και ερευνητή βαθμίδας Γ' του Ινστιτούτου Τεχνολογίας Αγροτικών Προϊόντων κο. Μιλτιάδη Χριστόπουλο, όπου μέρος των πειραμάτων πραγματοποιήθηκαν στα εργαστήρια του Ινστιτούτου, καθώς επίσης και την Υποψήφια Διδάκτορα του Εργαστηρίου Δενδροκομίας κα. Αθανασία Καραντζή.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	9
1.1 Προέλευση και Ιστορία της Βερικοκιάς.....	9
1.2 Εξάπλωση και παγκόσμια παραγωγή.....	9
1.3. Βοτανική ταξινόμηση.....	11
1.4. Καλλιεργητικές συνθήκες και τεχνικές.....	12
1.5. Ωρίμανση – Συγκομιδή – Συντήρηση.....	13
1.6. Χρήσεις του καρπού και διατροφική αξία.....	14
1.7. Ποικιλίες.....	14
1.7.1. Orange Ruby.....	15
1.7.2. Orange Red.....	16
2. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΒΕΡΙΚΟΚΩΝ.....	17
2.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	18
2.2. Χρώμα.....	19
2.3. Βιοδραστικές ενώσεις.....	19
2.3.1. Αντιοξειδωτικές ενώσεις και αντιοξειδωτική ικανότητα.....	20
2.3.2. Φαινολικές ουσίες.....	22
2.3.3. Καροτενοειδείς ενώσεις.....	27
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	34
2.1. Απώλεια βάρους.....	35
2.2. Προσδιορισμός χρώματος των καρπών.....	35
2.3. Προσδιορισμός συνεκτικότητας σάρκας.....	36
2.4. Εκχύλιση για προσδιορισμό ολικών φαινολικών και ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας.....	38
2.5. Προσδιορισμός ολικών φαινολικών.....	38
2.6. Προσδιορισμός ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας – Μέθοδος DPPH.....	39
2.7. Εκχύλιση για τον προσδιορισμό ολικών καροτενοειδών.....	40
2.8. Εκχύλιση για τον προσδιορισμό αναλυτικών καροτενοειδών.....	40
2.9. Στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων.....	41
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	42
3.1. Ποσοστό Απώλεια βάρους %.....	42
3.2. Παράμετρος h° –σε περιοχή πράσινου χρώματος.....	44
3.3. Παράμετρος C - σε περιοχή πράσινου χρώματος.....	45
3.4. Παραμόρφωση καρπών.....	47

3.5. Προσδιορισμός των ολικών φαινολικών (TP).....	49
3.6. Προσδιορισμός ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας- Μέθοδος DPPH	51
3.7. Ολικά καροτενοειδή	53
3.8. Προσδιορισμός β-καροτενίου.....	54
3.9. Προσδιορισμός β-κρυπτοξανθίνης	56
3.10. Προσδιορισμός λουτεΐνης	57
4. Συζήτηση – Συμπεράσματα.....	59
Παράρτημα.....	68
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	75

1. Εισαγωγή

1.1 Προέλευση και Ιστορία της Βερικοκιάς

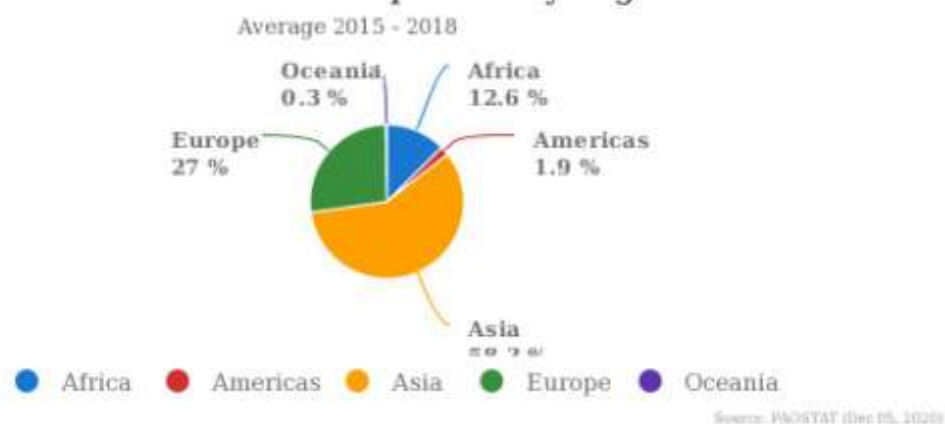
Η βερικοκιά έχει καταγωγή από την κεντρική Ασία και βόρεια Κίνα (Ποντίκης, 1996). Το δένδρο της βερικοκιάς ωστόσο, ήταν γνωστό στην Αρμενία από τους αρχαίους χρόνους και καλλιεργείτο επί μακρόν ώστε να θεωρείται γηγενής καλλιέργεια. Στη χώρα μας η εισαγωγή της αποδίδεται στον Μ. Αλέξανδρο (Θεριός & Δημάση- Θεριού, 2013).

Από την κεντρική Ασία η καλλιέργειά της εξαπλώθηκε μέσω του Ιράν προς τη δύση και την περιοχή της Τρανσκαυκασίας, και κατά την εκστρατεία του Μεγάλου Αλεξάνδρου τον 4^ο αιώνα π.Χ. οι Έλληνες διέδωσαν την καλλιέργειά της στο Τουρκεστάν και μέχρι την πεδιάδα Φεργκάνα. Στην Ευρώπη ήλθε μέσω της Ελλάδας και της Ιταλίας, κατά τη διάρκεια της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας κατά τον 1^ο π.Χ. αιώνα από Αρμένιους εμπόρους όπως μαρτυρεί και το όνομά της *armeniaca* (Ποντίκης, 1996).

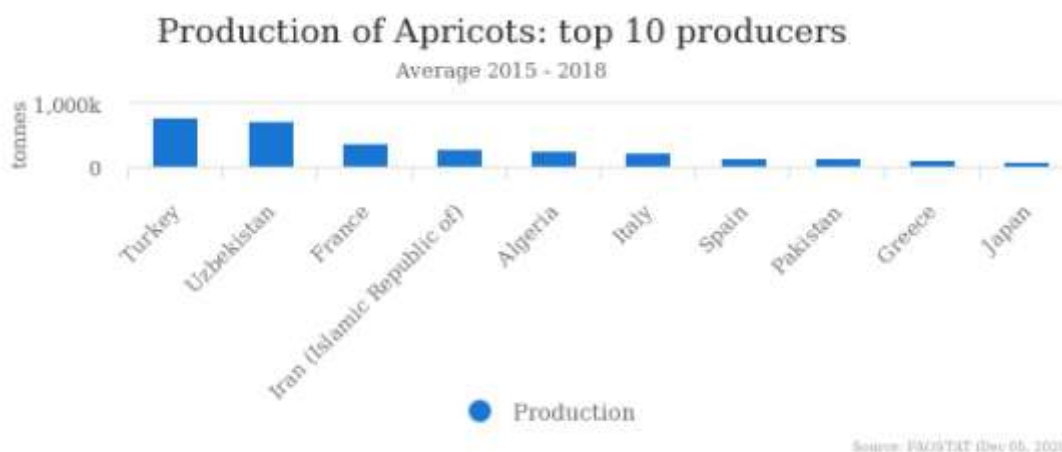
1.2 Εξάπλωση και παγκόσμια παραγωγή

Με μια παγκόσμια παραγωγή των 4,9 εκατομμυρίων τόνων το 2016 (FAOSTAT, 2020), καθιστά το βερίκοκο μία από τις μεγαλύτερες καλλιέργειές φρούτων παγκοσμίως. Το 2018 παρατηρήθηκε μια πτώση της παγκόσμιας παραγωγής σε 3.8 εκατομμύρια τόνους με το 58,3% της παγκόσμιας παραγωγής να προέρχεται από την Ασία, το 27% από την Ευρώπη και το 1,9% από την Αμερική. Χώρες όπως η Τουρκία, το Ουζμπεκιστάν, η Γαλλία, η Ισπανία, η Ιταλία και η Ελλάδα ανήκουν στις χώρες με την υψηλότερη παραγωγή βερίκοκων στον κόσμο με την Τουρκία να έχει κατά μέσο όρο παραγωγή 790.275 τόνους για τα έτη 2015-2018, τη Γαλλία με 383.091,5 τόνους, την Ιταλία με 237.495,5 τόνους και την Ελλάδα με 102.952,75 τόνους (FAOSTAT, 2020). Οι κύριες χώρες παραγωγής νωπού βερίκοκου είναι η Τουρκία, το Ιράν και η Ιταλία (Θεριός & Δημάση- Θεριού, 2013).

Production share of Apricots by region

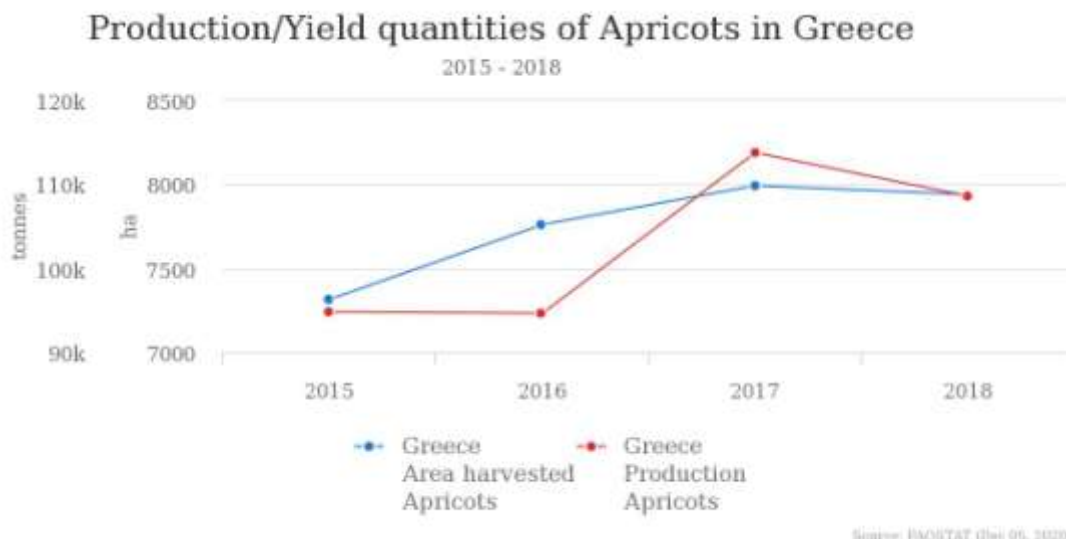


Σχήμα 1: Μέσο Ποσοστό παραγωγής βερίκοκου ανά ήπειρο (FAOSTAT, 2020).



Διάγραμμα 1.1. Κυριότερες χώρες παραγωγής βερίκοκου (χιλ. τόνοι) κατά τα έτη 2015 έως 2018 (FAOSTAT, 2020).

Η χώρα μας παράγει κατά μέσο όρο 70.000 τόνους βερίκοκα ετησίως. Από την ποσότητα αυτή 17.000 τόνοι εξάγονται, 8.000 τόνοι βιομηχανοποιούνται και 45.000 τόνοι διατίθενται στην εσωτερική αγορά. Τα κυριότερα ελληνικά κέντρα παραγωγής είναι η Πελοπόννησος (νομοί Αργολίδας, Κορινθίας και Ηλείας), η Θεσσαλία (νομός Μεσσηνίας), η Κρήτη (νομός Ηρακλείου), η Μακεδονία (νομοί Χαλκιδικής και Πέλλας) και η Χαλκίδα (νομός Εύβοιας) (Θερίος & Δημάση- Θεριού, 2013).



Διάγραμμα 1.2. Καλλιεργηθείσα έκταση και συνολική παραγωγή βερίκοκων στην Ελλάδα κατά τα έτη 2015 έως 2018 (FAOSTAT, 2020).

1.3. Βοτανική ταξινόμηση

Η βερικοκιά ανήκει στην οικογένεια Rosaceae (υποοικογένεια: Prunoideae), στο γένος *Prunus* L. και στο υπογένος *Prunophora* Foeke. Οι πιο πολλές καλλιεργούμενες ποικιλίες βερικοκιάς ανήκουν στο είδος *Prunus armeniaca* L (*Armeniaca vulgaris* Lam). Ωστόσο υπάρχουν συγγενή της είδη τα οποία είναι τα εξής: *P. brigantiana* (κν. Δαμασκηλιά των Άλπεων), *P. ansu* Komar, *P. mume* Sieb and Zucc (Ιαπωνική βερικοκιά), *P. sibirica* L. , *P. mandshurica* Koehne, *P. dasycarpa* Ehrh (μαύρο βερίκοκο) (Ποντίκης, 1996).

Η βερικοκιά είναι διπλοειδής ($2n=16$, $n=8$), αν και έχουν γίνει κάποιες αναφορές τετραπλοειδών μεταλλαγών. Είναι δένδρο φυλλοβόλο, μέσου έως μεγάλου μεγέθους με πλαγιόκλαδη συνήθως βλάστηση. Τα φύλλα είναι απλά, κατ' εναλλαγή, καρδιόσχημα, με πριονωτή περιφέρεια, μακρόμισχα, γυαλιστερά, βαθυπράσινα και αδενοφόρα. Οι οφθαλμοί διακρίνονται σε ξυλοφόρους και απλούς ανθοφόρους. Οι ανθοφόροι οφθαλμοί έχουν σχήμα σφαιρικό και συνήθως περικλείουν ένα άνθος (λευκό ή λευκορόδινο). Το μέγεθος τους είναι μεγαλύτερο από αυτό των ξυλοφόρων, οι οποίοι έχουν σχήμα κωνικό, και εκπτύσσονται νωρίτερα από αυτούς. (Ποντίκης, 1996).

Το κοινό βερίκοκο αναπτύσσεται σε γεωγραφικά ποικίλες περιοχές που κυμαίνονται από τους κρύους χειμώνες της Σιβηρίας έως το υποτροπικό κλίμα της Βόρειας Αφρικής και από τις ερήμους της Κεντρικής Ασίας έως τις υγρές περιοχές της Ιαπωνίας και της ανατολικής Κίνας. Ωστόσο, οι εμπορικές περιοχές παραγωγής είναι ακόμη πολύ περιορισμένες. Ορισμένες ποικιλίες βερίκοκων είναι ιδιαίτερα επιρρεπείς σε ακανόνιστες παραγωγές που έχουν συσχετιστεί με το στενό εύρος προσαρμοστικότητας του είδους. Πράγματι, ενώ σε άλλα είδη οπωροφόρων δένδρων καλλιεργούνται λίγες ποικιλίες σε όλο τον κόσμο, στο βερίκοκο κάθε ποικιλία συνήθως περιορίζεται σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή με ορισμένες οικολογικές συνθήκες και όπου η καλλιέργεια βερίκοκου είναι η πιο επιτυχής είναι ήπια, μεσογειακά κλίματα. Η βροχόπτωση και η υψηλή υγρασία κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, ιδιαίτερα κατά την άνθιση ή τη συγκομιδή, είναι ένας σοβαρός περιορισμός λόγω μυκητιακών ασθενειών, οι οποίες μπορούν να νεκρώσουν τα λουλούδια και τους βλαστούς ή να σαπίσουν τα φρούτα (Hormaza et al. 2007).

Ο καρπός είναι δρύπη με σχήμα σφαιρικό ή ωοειδές με χαρακτηριστική κοιλιακή ραφή. Ο φλοιός είναι λεπτός, λείος ή χνουδωτός. Ο καρπός έχει χρώμα κίτρινο, πορτοκαλί ή και ελαφρύ κόκκινο, εξαρτώμενο κάθε φορά από την ποικιλία, ενώ η σάρκα είναι πορτοκαλί, κιτρινωπή ή κίτρινο-πορτοκαλί, συνεκτική ή μαλακή και χυμώδης. Ο πυρήνας είναι πεπλατυσμένος, λείος, με χαρακτηριστική χονδρή κόψη με διπλή αύλακα στην κοιλιακή ραφή. Το σπέρμα είναι γλυκό ή πικρό ανάλογα με την ποικιλία. (Ποντίκης, 1996). Τα φρούτα είναι κλιμακτηρικά και απαιτούν 3-6 μήνες για ανάπτυξη, ανάλογα με την ποικιλία (Hormaza et al. 2007).

1.4. Καλλιεργητικές συνθήκες και τεχνικές

Η βερίκοκιά κατά τη ληθαργική περίοδο είναι ανθεκτική στο ψύχος (-30° έως -40oC). Οι οφθαλμοί της έχουν μέτριες ανάγκες σε ψύχος για να διακόψουν το λήθαργό τους (300 έως 900 ώρες κάτω από τους 7 oC) και ανθίζουν νωρίς την άνοιξη. Επομένως οι ανοιξιάτικοι παγετοί ενδέχεται να ζημιώσουν τα άνθη και τους καρπούς. Σε περιοχές με ήπιους χειμώνες, αν οι απαιτήσεις σε ψύχος των οφθαλμών δεν ικανοποιηθούν, οι ανθοφόροι οφθαλμοί πέφτουν πριν ανοίξουν, με αποτέλεσμα τη μείωση ή την απώλεια παραγωγής (Ποντίκης 1996).

Η βερικοκιά ευδοκίμει σε βαθιά, γόνιμα και καλά στραγγιζόμενα εδάφη ενώ πρέπει να αποφεύγονται τα αβαθή, συνεκτικά με υψηλή συγκέντρωση αλάτων εδάφη, γιατί το φυτό παρουσιάζει ευαισθησία (Ποντίκης 1996).

Στη χώρα μας συνήθως οι βερικοκκεώνες ποτίζονται. Η βερικοκιά ως επιπολαιόριζο δέντρο έχει αυξημένες ανάγκες σε νερό ιδιαίτερα αν βρίσκεται σε ανταγωνισμό για την εξοικονόμηση νερού με ζιζάνια. Αν δεν ποτίζονται καθ' όλη την περίοδο βλάστησης, όταν χρειάζεται, συνήθως παρενιαυτοφορούν ή δίνουν μειωμένη και υποβαθμισμένη παραγωγή (Ποντίκης 1996).

Το δέντρο της βερικοκιάς έχει την τάση να δένει πολλούς καρπούς, γι' αυτό το αραίωμα των καρπών κρίνεται αναγκαίο για την παραγωγή καρπών ικανοποιητικού εμπορικού μεγέθους και εκλεκτής ποιότητας.

1.5. Ωρίμανση – Συγκομιδή – Συντήρηση

Για νωπή κατανάλωση τα βερίκοκα πρέπει να ναι εύσαρκα και να έχουν ομοιόμορφο χρυσίζον χρώμα. Τα βερίκοκα που ωριμάζουν πάνω στο δέντρο, είναι εκλεκτής ποιότητας(αρωματικά), αλλά τα προοριζόμενα για νωπή κατανάλωση σε απομακρυσμένες αγορές συγκομίζονται λίγο νωρίτερα απ' το κανονικό, συνεπώς στερούνται αρώματος. Ο προσδιορισμός των διαλυτών στερεών, σαν κριτήριο ωριμότητας, δε θεωρείται από μόνο του ως αξιόπιστο κριτήριο ωριμότητας των βερίκοκων. Σαν ελάχιστη τιμή αυτών, κατά τη συγκομιδή, για την επίτευξη καλύτερης ποιότητας, θεωρείται το ποσοστό του 15%.

Η περίοδος συγκομιδής συνήθως διαρκεί 2 έως 3 εβδομάδες και οι καρποί συλλέγονται σε 2-3 χέρια. Η συλλογή για καρπούς νωπής κατανάλωσης γίνεται προσεκτικά με το χέρι. Οι καρποί κατά τον Ποντίκη (1996) μπορούν να συντηρηθούν 1 έως 2 εβδομάδες σε ψυκτικούς θαλάμους στους 0 °C και σχετική υγρασία 90%. Καταλληλότερη θερμοκρασία ωρίμανσης θεωρείται εκείνη των 21 °C.

Τα βερίκοκα είναι καρποί που έχουν τη δυνατότητα να ωριμάζουν και μετά τη συγκομιδή τους (κλιμακτηριακός καρπός), συνεπώς μπορούν να συγκομιστούν σε στάδιο πριν την πλήρη ωρίμανσή τους, και συνεπώς να αναπτύξουν πολλά από τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά στη συνέχεια (Πάσσαμ κ.α., 2015).

1.6. Χρήσεις του καρπού και διατροφική αξία

Υπάρχουν πολλές διαφορετικές χρήσεις των βερίκοκων. Απολαμβάνεται ως φρέσκο φρούτο, αλλά μεγάλο μέρος της παγκόσμιας παραγωγής διατηρείται κυρίως με ξήρανση (Faust et al. 1998). Όλοι οι καρποί βερίκοκου που προορίζονται για νωπή κατανάλωση συγκομίζονται με το χέρι. Οι μηχανικοί δονητές κορμών και τα πλαίσια σύλληψης που χρησιμοποιούνται για μεταποιημένους καρπούς μπορεί να αυξήσουν τους τραυματισμούς του κορμού και την εμφάνιση ασθενειών καρκίνου. Τα βερίκοκα χρησιμοποιούνται επίσης ως κονσέρβες, αποξηραμένα, κατεψυγμένα και παιδικές τροφές (Hormaza et al. 2007).

Η ποιότητα του βερίκοκου αποτελείται από μια ισορροπία ζάχαρης και οξύτητας καθώς και ένα έντονο άρωμα βερίκοκου. Οι ποικιλίες της Κεντρικής Ασίας και του Ιράν-Καυκάσου είναι χαμηλότερες σε οξύτητα από τις ευρωπαϊκές και ιαπωνικές ποικιλίες. Τα φρέσκα φρούτα έχουν και βρώσιμη μερίδα 94% και αποτελούν εξαιρετική πηγή βιταμίνης Α (β-καροτένιο) και βιταμίνης C (ασκορβικό οξύ)(Hormaza et al. 2007).

Η βερίκοκιά καλλιεργείται για τους καρπούς της οι οποίοι καταναλώνονται φρέσκοι, κονσερβοποιημένοι και αποξηραμένοι. Επίσης χρησιμοποιούνται σαν πρώτη ύλη για μαρμελάδες και χυμούς. Είναι καρποί ζουμεροί, πλούσιοι σε βιταμίνη Α και C και μεγάλης εμπορικής αξίας, λόγω της πρώιμης εμφάνισής τους στην αγορά. Είναι πλούσιοι σε β-καροτένιο και είναι καλό για αυτούς που πάσχουν από αναιμία αφού περιέχουν υψηλά ποσά σιδήρου. Από τον πυρήνα των καρπών βγαίνει λάδι το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως και έχει αντισπασμωδικές ιδιότητες. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν επουλωτικό πληγών και γενικά σαν τονωτικό. Έχει βρεθεί ότι ο χυμός των φύλλων της βερίκοκιάς δείχνει θετικά αποτελέσματα σε ασθένειες δέρματος όπως ψωριάσεις, εκζέματα και εγκαύματα από τον ήλιο. Γενικά χρησιμοποιείται στη φαρμακοβιομηχανία και για την παρασκευή καλλυντικών.

1.7. Ποικιλίες

Σε αυτή τη μελέτη θα ασχοληθούμε με την ανάλυση δυο σχετικά νέων ποικιλιών την Orange Ruby και την Orange Red

1.7.1. Orange Ruby

Η Δρογούδη (2014) αναφέρει πως, η ποικιλία Orange Ruby παράγει φρούτα που είναι εμπορικά ώριμα για συγκομιδή περίπου τη δεύτερη εβδομάδα του Ιουνίου, και διακρίνεται περαιτέρω ως προς το χαρακτηριστικό της, παράγοντας καρπούς που το κουκούτσι διαχωρίζεται από τη σάρκα πλήρως (freestone). Ο καρπός έχει μια γεύση ανώτερη ποιοτικά από εκείνη των υπαρχουσών εμπορικών ποικιλιών . Το χρώμα του καρπού αποτελείται από υψηλό ποσοστό κόκκινου με πιο έντονες κόκκινες περιοχές κατά διαστήματα και αυτό εμφανίζεται σε ένα διακριτικό ριγέ μοτίβο (Δρογούδη 2014). Οι καρποί αυτής της ποικιλίας είναι μεγάλοι, ωοειδείς, επιμήκεις, με ελκυστική πορτοκαλί επιδερμίδα με ερυθρό επίχρωμα σε ποσοστό 30-40%, πολύ καλή γεύση, αρκετά αρωματική, χαμηλή οξύτητα και υψηλή ° Brix. Το δέρμα του καρπού είναι λείο και ομαλό με μέτρια συνεκτικότητα σάρκας (Piagnani & Bassi, 2013; Zanzi, 2020).

Σε έρευνα της Δρογούδη (2014) αναφέρονται τα εξής χαρακτηριστικά για αυτή την ποικιλία, η ωρίμανση των καρπών ξεκίνησε στις 6/6/2016. Είχε πολύ καλή παραγωγή (15,1 kg/ δένδρο), το μέγεθος του καρπού μεγάλο (κατά μέσο όρο 91,7 g) και κάλυψή του στο 40% με κόκκινο επίχρωμα μέσης έντασης. Είχε γλυκιά γεύση λόγω της χαμηλής συγκέντρωσης οξέων (0,7%) ενώ η έρευνα καταλήγει πως δεν συντηρήθηκε καλά σε συνθήκες δωματίου για 3 ημέρες (Δρογούδη 2014).

Τα δέντρα αυτής της ποικιλίας είναι ζωηρά, αυτογόνιμα και έχουν υψηλή και σταθερή απόδοση στην παραγωγή και δίνει καρπούς σε όλους τους τύπους κλάδων. Μεσο-πρώιμη ποικιλία με δυνατότητα για υψηλή και σταθερή παραγωγή, καρπός με ιδιαίτερα καλή γεύση και ελκυστική εμφάνιση (Piagnani & Bassi, 2013) και εντυπωσιακή εμφάνιση, κατάλληλη για όλες τις περιοχές καλλιέργειας της βερικοκιάς (Zanzi, 2020).



Εικόνα 1. Ποικιλία Orange Ruby – Ημέρα 0

1.7.2. Orange Red

«Orange Red» είναι η ονομασία μιας ποικιλίας βερίκοκου που κυκλοφόρησε στο Νιου Τζέρσεϋ των Ηνωμένων Πολιτειών και κωδικοποιήθηκε αρχικά ως « NJA-32 ». Αυτή η νέα κυκλοφορία προέκυψε από τη διασταύρωση μεταξύ της ιρανικής ποικιλίας «Lasgerdi Mashhad» και «NJA2» (Egea, Ruiz, & Martínez-Gómez, 2004).

Η ποικιλία Orange Red χαρακτηρίζεται από μεγάλα φρούτα πολύ καλής ποιότητας τόσο για επιτραπέζια κατανάλωση όσο και για τη μεταποίηση και επεξεργασία. Για το λόγο αυτό, αυτή η ποικιλία εκτιμάται ιδιαίτερα και στην Ευρώπη. Ωστόσο, η παραγωγή του είναι ασταθής ανάλογα τις κλιματικές συνθήκες στη Μεσόγειο (Egea et al., 2004).

Τα βερίκοκα της ποικιλίας Orange Red είναι ίσως από τα πιο γλυκά βερίκοκα που υπάρχουν. Τρώγονται καλύτερα σε θερμοκρασία δωματίου, καθώς στη θερμοκρασία αυτή ο καρπός δίνει πιο γλυκιά γεύση. Το βερίκοκο της ποικιλίας μπορεί να φτάσει σε μέγεθος με 50-55mm μέση διάμετρο. Ο καρπός έχει σχήμα επίμηκες με τριγωνικό προφίλ και πεπιεσμένες άκρες. Στην επιφάνειά του δεν υπάρχουν πράσινα σημεία, αλλά αντίθετα έντονα κόκκινες περιοχές σε ποσοστό 0-75% με βασικό χρώμα το

πορτοκαλί. Για μέγιστη γλυκύτητα, πολύ ώριμο, θα πρέπει να είναι οριακά σκληρό στην πίεση. Έχει πορτοκαλί και χυμώδης, γλυκιά, με αρκετά υψηλούς βαθμούς Brix^o συγκριτικά με άλλες ποικιλίες και έντονα αρωματική σάρκα και υψηλές οργανοληπτικές ιδιότητες χαρακτηριστικά που εκτιμώνται πολύ από τους καταναλωτές (Egea et al., 2004).

Τα δέντρα της ποικιλίας είναι ζωνηρά, αυτογόνιμα και χαρακτηρίζονται από υψηλές απαιτήσεις ψύχους (Ruiz et al., 2005), οι οποίες οδηγούν σε προβλήματα καρποφορίας σε θερμά κλίματα, όπως συμβαίνει στα νοτιοανατολικά της Ισπανίας. Επιπλέον, ένα άλλο μειονέκτημα της ποικιλίας είναι το χαμηλό βάρος των καρπών (61.0g) και το μικρό τους μέγεθος (Egea et al., 2004).



Εικόνα 2. Ποικιλία Orange Red – Ημέρα 0

2. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΒΕΡΙΚΟΚΩΝ

Το βερίκοκο (*Prunus armeniaca* L.) είναι ένα από τα πιο σημαντικά είδη φρούτων που καλλιεργούνται στον κόσμο, καθώς ο καρπός εκτιμάται ιδιαίτερα από τους καταναλωτές. Οι καταναλωτές λατρεύουν τη γεύση και το άρωμα των βερίκοκων

υψηλής ποιότητας, με την περιεκτικότητα σε ζάχαρη να είναι ένα από τα πιο αξιόλογα ποιοτικά χαρακτηριστικά του (Roussos et al., 2011; Kafkaletou et al., 2019).

2.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Η έννοια της ποιότητας των καρπών περιλαμβάνει τόσο μορφολογικά όσο και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, όπως μέγεθος, ελαστικότητα, σάκχαρα, οξύτητα και τα επίπεδα αρωματικών ενώσεων. Επιπλέον, η εξέλιξη της ωρίμανσης, η ανεκτικότητα στους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς και ορισμένες αισθητικές πτυχές, όπως το χρώμα του δέρματος και της σάρκας, το εσωτερικό καφέτιασμα και η προσκόλληση του πυρήνα στη σάρκα, αντιπροσωπεύουν περαιτέρω παράγοντες ποιότητας που αυξάνουν την εμπορική αξία των καρπών του βερίκοκου (Leccese, Bartolini, & Viti, 2012). Εκτός από την επίδραση του γονότυπου, η επίδραση των περιβαλλοντικών συνθηκών και των τεχνικών αποθήκευσης, μπορούν να επηρεάσουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των φρούτων και να συμβάλουν στην επίτευξη των βέλτιστων χαρακτηριστικών ποιότητας των καρπών (Leccese et al., 2012). Την τελευταία δεκαετία, οι καταναλωτές ενδιαφέρονται έντονα για ελκυστικά, νόστιμα φρούτα, τα οποία όχι μόνο καλύπτουν τη βασική ανάγκη για παροχή θρεπτικών συστατικών, αλλά επίσης διαθέτουν ιδιότητες πρόληψης ασθενειών αλλά και προάγουν ένα ποιο υγιεινό διατροφικό πρότυπο (Roussos et al., 2011).

Όταν ο καρπός φτάσει σε ένα συγκεκριμένο μέγεθος, αυτό αποτελεί ένα πιθανό δείκτη ωρίμανσης. Ωστόσο δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνος του ως δείκτης ποιότητας καθώς το μέγεθος του καρπού επηρεάζεται τόσο από γενετικούς παράγοντες (ποικιλία), όσο και από καλλιεργητικές τεχνικές και κλιματικές συνθήκες. Θα πρέπει λοιπόν ο παράγοντας αυτός για να θεωρηθεί αξιόπιστο κριτήριο ποιότητας να συνδυαστεί με κάποιο από τα παραπάνω χαρακτηριστικά που αναφέρθηκαν (Crisosto, 1994).

Η συνεκτικότητα αποτελεί πολύ σημαντικό ποιοτικό χαρακτηριστικό των καρπών, καθώς αποτελεί κριτήριο επιλογής από τον καταναλωτή. Αποτελεί σημαντικό παράγοντα ως προς την αποθήκευση των καρπών, καθώς προκειμένου να παραταθεί η διάρκεια ζωής και να διατηρηθεί η καλή γεύση των καρπών, είναι απαραίτητο να

παραμένει η υφή των καρπών σε καλή κατάσταση. Η απώλεια της συνεκτικότητας αποτελεί μια καθορισμένη διαδικασία ως φυσική εξέλιξη της ωρίμανσης η οποία συμβαίνει με μη αναστρέψιμο αποπολυμερισμό των δομικών συστατικών του κυτταρικού τοιχώματος (Liu et al.2004).

2.2. Χρώμα

Κατά την ωρίμαση των καρπών η μετατροπή του χρώματος στα βερίκοκα από πράσινο σε κίτρινο και κόκκινο συνοδεύεται από τη σύνθεση ανθοκυανών, καροτενοειδών και την αποδόμηση της χλωροφύλλης (Bureau et al. 2009). Οι διάφορες ποικιλίες βερίκοκων παρουσιάζουν μια ποικιλία χρωμάτων που κυμαίνεται από λευκό έως κόκκινο (Ποντίκης 1996). Οι διαφορές μεταξύ των ποικιλιών στη σύνθεση καροτενοειδών και ανθοκυανών, και συνεπώς στην απόχρωση του καρπού, είναι αποτέλεσμα γονιδιακής έκφρασης, εδαφοκλιματικών συνθηκών και καλλιεργητικών τεχνικών (Leccese et al., 2010).

2.3. Βιοδρασικές ενώσεις

Ο σημαντικός ρόλος της διατροφής είτε στην αντιμετώπιση είτε στην πρόληψη ασθενειών αναγνωρίζεται εδώ και πολύ καιρό, και τα τελευταία χρόνια, η διατροφή και η ανθρώπινη ευημερία έχουν λάβει πρωτοφανή προσοχή. Σήμερα, υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για βιοδραστικές ενώσεις φρούτων και λαχανικών λόγω του ρόλου τους στην πρόληψη ασθενειών όπως ο διαβήτης, ο καρκίνος, το εγκεφαλικό επεισόδιο, η αρθρίτιδα και επίσης η γήρανση. Μια σαφής αντίστροφη σχέση μεταξύ της κατανάλωσης φρούτων και λαχανικών και της συχνότητας εμφάνισης καρδιο- και εγκεφαλοαγγειακές, εκφυλιστικές και πολλαπλασιαστικές ασθένειες και θνησιμότητα έχει αποδειχθεί σε μεγάλο βαθμό από επιδημιολογικές μελέτες (Cantín et al., 2009).

Τα φρούτα είναι γνωστό ότι έχουν σαφή ρόλο στην καταπολέμηση εκφυλιστικών ασθενειών λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς τους σε αντιοξειδωτικές ενώσεις όπως τα καροτενοειδή και οι πολυφαινόλες. Οι καρποί του βερίκοκου περιέχουν σημαντικά επίπεδα διαφόρων φυτοχημικών όπως βιταμίνες, καροτενοειδή και πολυφαινόλες, που

συμβάλλουν σημαντικά στη γεύση, το χρώμα και τις θρεπτικές τους αξίες. Υπάρχει σημαντικό ενδιαφέρον για τις πολυφαινόλες λόγω των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων τους και της ικανότητάς τους να ανακουφίζουν τις χρόνιες ασθένειες (Roussos et al., 2011). Ο καρπός βερίκοκου είναι μια σημαντική πηγή καροτενοειδών προβιταμίνης Α, καθώς 250 γραμμάρια φρέσκου ή 30 γραμμάρια αποξηραμένων φρούτων παρέχουν το 100% της συνιστώμενης ημερήσιας δόσης. Η κύρια ένωση καροτενοειδούς που βρίσκεται στα βερίκοκα είναι β-καροτένιο, που αποτελεί το 60-70% της συνολικής περιεκτικότητας σε καροτενοειδή. Οι κύριες φαινολικές ενώσεις στο βερίκοκο είναι το χλωρογενικό οξύ και τα νεοχλωρογενή οξέα, (+) - κατεχίνη, (-) - επικατεχίνη και ρουτίνη (Drogoudi et al., 2008), οι οποίες έχουν θετική και εξαιρετικά σημαντική σχέση με την αντιοξειδωτική ικανότητα των βερίκοκων (Dragovic -Uzelac et al., 2007).

Αν και αυτές οι φαινολικές ενώσεις είναι γνωστό ότι είναι ισχυρά αντιοξειδωτικά, ο Scalzo και οι συνεργάτες του (2005) διαπίστωσαν ότι η αντιοξειδωτική ικανότητα στα φρούτα βερίκοκου δεν συσχετίστηκε με το φαινολικό περιεχόμενο. Επιπλέον, οι φαινολικές ενώσεις είναι γνωστό ότι είναι υπεύθυνες για την πρόκληση ενζυματικής αμαύρωσης παρουσία οξυγόνου και του ενζύμου πολυφαινόλης οξειδάση (Drogoudi et al., 2008).

2.3.1. Αντιοξειδωτικές ενώσεις και αντιοξειδωτική ικανότητα

Στα τρόφιμα, τα αντιοξειδωτικά έχουν οριστεί ως «ουσίες που σε μικρές ποσότητες είναι σε θέση να αποτρέψουν ή να επιβραδύνουν σε μεγάλο βαθμό την οξείδωση εύκολα οξειδώσιμων υλικών όπως τα λίπη». Σε βιολογικά συστήματα ο ορισμός για τα αντιοξειδωτικά έχει επεκταθεί σε «οποιαδήποτε ουσία που, όταν βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις σε σύγκριση με εκείνες ενός οξειδώσιμου υποστρώματος, καθυστερεί σημαντικά ή αποτρέπει την οξείδωση αυτού του υποστρώματος. Στη βιολογία, όλες οι ενώσεις που μπορούν να επιβραδύνουν ή να αποτρέψουν τις επιπτώσεις της οξείδωσης θεωρούνται ως αντιοξειδωτικά, συμπεριλαμβανομένων ενώσεων που είτε αναστέλλουν συγκεκριμένα οξειδωτικά ένζυμα είτε αντιδρούν με οξειδωτικές ενώσεις πριν καταστρέψουν κρίσιμα βιολογικά μόρια (Frankel & Meyer, 2000).

Η κύρια βιολογική δράση των αντιοξειδωτικών ουσιών στα φυτά αλλά και στον ανθρώπινο οργανισμό αφορά την απορρόφηση των ελεύθερων ριζών οξυγόνου (reactive oxygen species – ROS), οι οποίες επιδρούν στην αποδόμηση των κυτταρικών μεμβρανών με συνέπεια την πρόωρη γήρανση των κυττάρων και των ιστών (Πασσαμ κ.α., 2015). Οι ενεργές μορφές οξυγόνου - ROS προέρχονται από τη μερική, μη πλήρη αναγωγή του μοριακού οξυγόνου, έχουν ισχυρότερη οξειδωτική δράση από το ίδιο το οξυγόνο και είναι τοξικές για τα κύτταρα (Διαμαντίδης, 2007).

Σε γενικές γραμμές όλα τα φυτά διαθέτουν αντιοξειδωτικά συστήματα για την προστασία τους από τη δράση των ελευθέρων ριζών και ενεργών μορφών οξυγόνου, στα οποία συμπεριλαμβάνονται λιποδιαλυτές αντιοξειδωτικές ενώσεις (τοκοφερόλες, καροτενοειδή), υδροδιαλυτές αντιοξειδωτικές ενώσεις (γλουταθειόνη, ασκορβικό οξύ), καθώς και διάφορα ένζυμα (δεσμουτάση του υπεροξειδίου, καταλάση, υπεροξειδάση του ασκορβικού) (Robards et al., 1999). Στις ουσίες αυτές συμπεριλαμβάνονται διάφορες κατηγορίες ουσιών όπως είναι οι φαινολικές ενώσεις (τα φλαβονοειδή και οι ανθοκυανίνες) τα καροτενοειδή, οι βιταμίνες A, B C και E (τοκοφερόλες) και τα ενώσεις που περιέχουν σουλφιδομάδες (Πασσαμ κ.α., 2015).

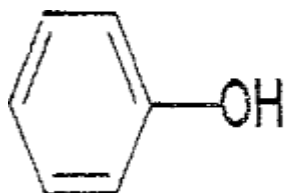
Οι αντιοξειδωτικές ουσίες των οπωροκηπευτικών μεταβάλλονται μετά τη συγκομιδή του προϊόντος ανάλογα με το φυτικό είδος, τη φύση του αντιοξειδωτικού και τους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς. Σημαντικοί μετασυλλεκτικοί παράγοντες που επηρεάζουν τις αλλαγές στα αντιοξειδωτικά είναι η θερμοκρασία, ο χρόνος και η ατμόσφαιρα συντήρησης (Πασσαμ κ.α., 2015). Οι αντιοξειδωτικές ενώσεις οι οποίες εμπλέκονται στο μηχανισμό άμυνας των φυτών, αποτελούν και χαρακτηριστικό ποιότητας των παραγόμενων φυτικών προϊόντων, αφού μεταβάλλουν την εξέλιξη ορισμένων φυσιολογικών ανωμαλιών των καρπών, επιμηκύνοντας τη μετασυλλεκτική τους ζωή και επιβραδύνοντας ή/και καταστέλλοντας τη μόλυνση από παθογόνα (Βασιλακάκης, 2006).

Τα φρούτα και τα λαχανικά είναι εξαιρετικά λειτουργικά τρόφιμα καθώς έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικές ενώσεις. Αυτές οι φυσικά απαντώμενες ουσίες όχι μόνο έχουν ρόλο στην οπτική εμφάνιση (καφέτιασμα και αμαύρωση) και τη γεύση (στυπτικότητα) των φρούτων και λαχανικών, αλλά έχουν επίσης ιδιότητες που προάγουν την υγεία, ενεργώντας ως αντιοξειδωτικά με την απομάκρυνση των

επιβλαβών ελεύθερων ριζών, οι οποίες εμπλέκονται στις περισσότερες εκφυλιστικές ασθένειες (Cantín et al., 2009). Οι επιδημιολογικές μελέτες δείχνουν ότι η υψηλότερη πρόσληψη πολυφαινόλης από φρούτα και λαχανικά σχετίζεται με μειωμένο κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων (Vita, 2005), του καρκίνου (Lambert et al., 2005), του διαβήτη (Tsuda et al., 2003). Τα τελευταία χρόνια επιζητούνται μεγάλες ποσότητες φυσικών αντιοξειδωτικών ενώσεων στη διατροφική αλυσίδα, προερχόμενα κυρίως από φυτικά προϊόντα, λόγω της ευεργετικής τους δράσης στον ανθρώπινο οργανισμό (Krishnaiah Bono, 2007). Τα βερίκοκα είναι πλούσια σε βιοδραστικές ενώσεις όπως οι πολυφαινόλες και τα καροτενοειδή και έχουν σημαντικές αντιοξειδωτικές ιδιότητες (Wani et al., 2020).

2.3.2. Φαινολικές ουσίες

Οι φαινόλες είναι ενώσεις που φέρουν μια ομάδα $-OH$ απευθείας συνδεδεμένη σε έναν αρωματικό δακτύλιο (βενζολικό δακτύλιο) (Mc Murry, 1996). Οι ενώσεις αυτές (Σχ. 2) σχηματίζουν μία από τις κύριες κατηγορίες δευτερογενών μεταβολιτών με ένα

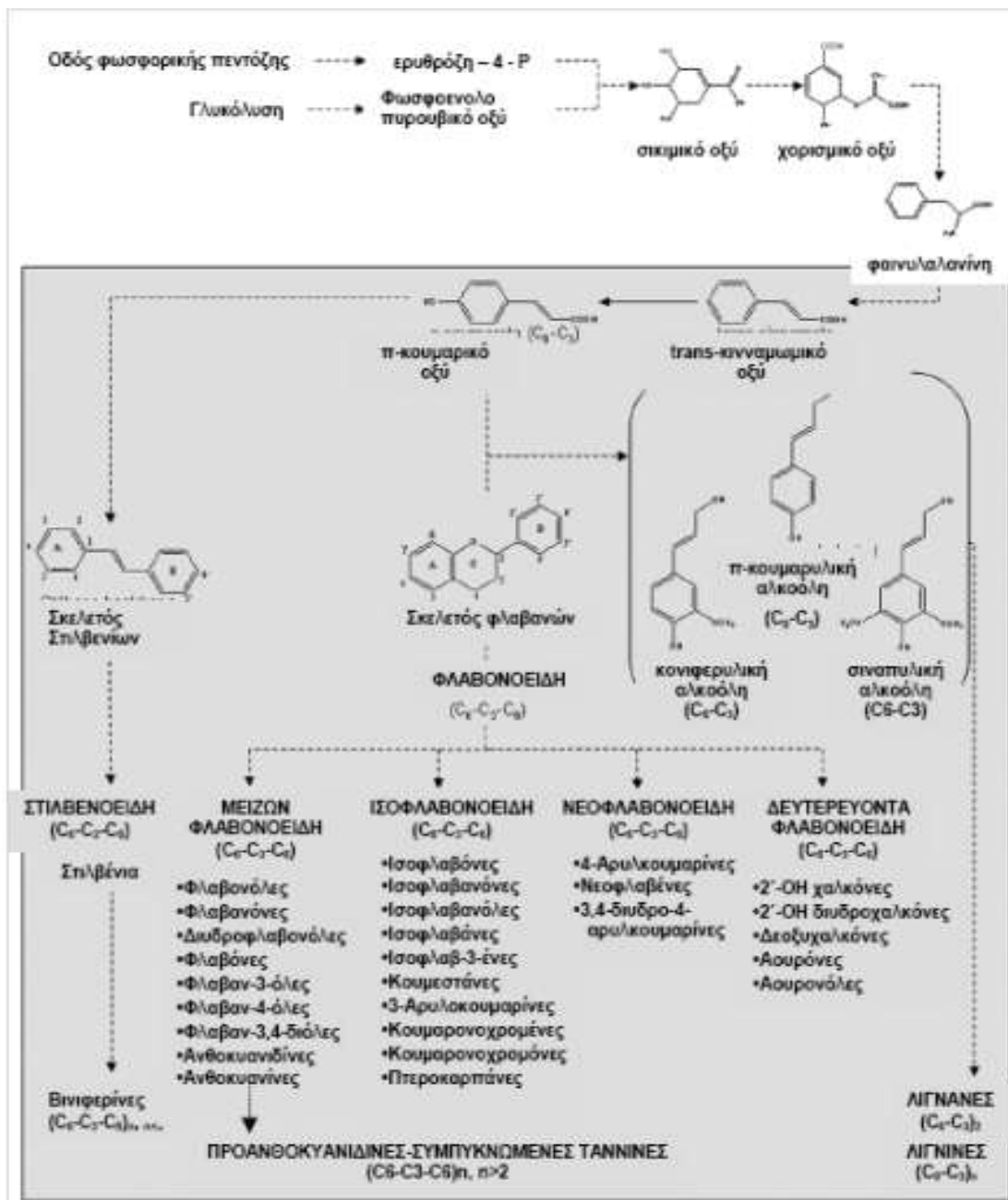


Σχήμα 2. Η ομάδα της φαινόλης (βενζόλιο), (κατά Bravo, 1998).

μεγάλο εύρος δομών και λειτουργιών και διαθέτουν έναν αρωματικό δακτύλιο που φέρει έναν ή περισσότερους υδροξυ-υποκαταστάτες.

Λόγω της παρουσίας του αρωματικού δακτυλίου, το υδρογόνο του φαινολικού υδροξυλίου είναι ασταθές καθιστώντας τις φαινόλες ασθενή οξέα (Robards et al., 1999). Οι δευτερογενείς αυτοί μεταβολίτες βιοσυντίθενται από το μονοπάτι του σικιμικού οξέος, με τη βοήθεια ενδιάμεσων μορίων του μεταβολισμού των υδατανθράκων. Στη συνέχεια συντίθεται το αρωματικό αμινοξύ φαινυλαλανίνη, που μετέπειτα απαμινώνεται από το ένζυμο λυάση της φαινυλαλανίνης-αμμωνίας

(PAL), οδηγώντας τελικά στο σχηματισμό του p-κουμαρικού οξέος, το οποίο χρησιμεύει σαν αρχικός μεταβολίτης για την διακλάδωση και το σχηματισμό διαφόρων ομάδων φαινολικών ενώσεων, όπως τα φλαβονοειδή, τα στυλβενοειδή, οι λιγνίνες, οι λιγνάνες κ.α (Σχ. 3). Πιστεύεται ότι ποσοστό 20% των σακχάρων που σχηματίζονται κατά τη φωτοσύνθεση, χρησιμοποιούνται στο μεταβολισμό των φαινυλπροπανοειδών, σχηματίζοντας την πλειοψηφία των φαινολικών συστατικών (Ververidis et al., 2007; Robards et al., 1999).



Σχήμα 3. Διάγραμμα των σχέσεων του μεταβολισμού των φαινυλπροπανοειδών (σκιασμένη περιοχή) με τον κύριο μεταβολισμό των φυτών (μη σκιασμένη

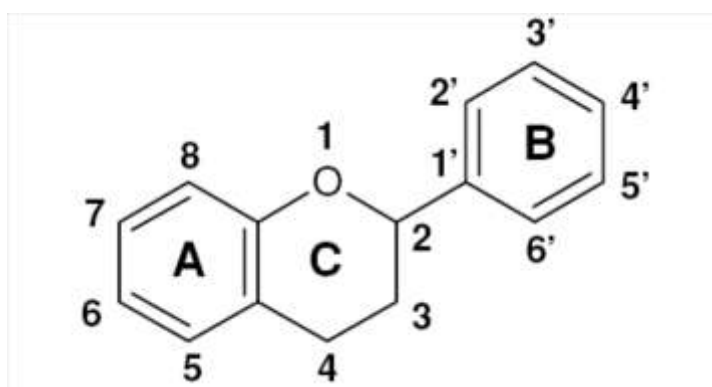
περιοχή) (κατά Ververidis et al., 2007). Τα μέλη των φλαβονοειδών και των στιλβενοειδών εμφανίζονται στο τέλος των μεταβολικών οδών. Οι διακεκομμένες γραμμές υποδηλώνουν την ύπαρξη ενδιάμεσων σταδίων που δεν περιλαμβάνονται. Οι μη διακεκομμένες γραμμές υποδηλώνουν διαδοχικά στάδια.

Πάνω από 8000 φαινολικές δομές έχουν αναφερθεί και είναι ευρέως διασκορπισμένες σε ολόκληρο το φυτικό βασίλειο εκ των οποίων πολλές εμφανίζονται στα τρόφιμα. Οι φαινολικές ενώσεις κυμαίνονται από απλές, μικρού μοριακού βάρους, ενώσεις μονού αρωματικού δακτυλίου έως τις μεγάλες και πολύπλοκες ταννίνες και τις συμπληρωματικές πολυφαινόλες. Οι πολυφαινόλες είναι δευτερογενείς μεταβολίτες των φυτών και είναι οι κύριες πηγές αντιοξειδωτικής ικανότητας στα ροδάκινα, αν και η βιταμίνη C και τα καροτενοειδή συμβάλλουν επίσης σε αυτό. Το βασικό χαρακτηριστικό όλων των πολυφαινολών είναι η παρουσία ενός ή περισσότερων υδροξυλιωμένων αρωματικών δακτυλίων (Cantín et al., 2009).

Γενικά οι φαινολικές ενώσεις μπορούν να ταξινομηθούν βάσει του αριθμού και της διάταξης των ατόμων άνθρακα και βρίσκονται συνήθως συζευγμένες με σάκχαρα και οργανικά οξέα. Τα φαινολικά που απαντώνται φυσικά σε υγιείς φυτικούς ιστούς μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες, τα φλαβονοειδή και τα μη φλαβονοειδή (Crozier, Jaganath, & Clifford, 2009).

Οι φυτικές φαινόλες έχουν ταξινομηθεί σε μεγάλες ομάδες που διακρίνονται από τον αριθμό των συστατικών ατόμων άνθρακα σε συνδυασμό με τη δομή του βασικού φαινολικού σκελετού. Η κατηγορία των φλαβονοειδών περιλαμβάνει ένα μεγάλο αριθμό φυτικών φαινολικών ενώσεων με βασικό τύπο $C_6-C_3-C_6$, ο οποίος αντιστοιχεί στη φλαβανόνη και κύριους εκπροσώπους τις ανθοκυανίνες και τις ταννίνες και στον οποίο η γέφυρα τριών ανθράκων μεταξύ των ομάδων φαινυλίου συνήθως κυκλοποιείται με οξυγόνο (Crozier et al., 2009; Robards et al., 1999). Αρκετές κατηγορίες φλαβονοειδών διαφοροποιούνται ως προς τον βαθμό ακορεσμού και τον βαθμό οξείδωσης του τμήματος τριών άνθρακα. (Robards et al., 1999). Η βασική τους δομή συνίσταται από δύο φαινολικούς δακτυλίους, που συνδέονται μέσω μιας αλειφατικής αλυσίδας 3 ατόμων άνθρακα, η οποία σχηματίζει ένα πυρανικό ετεροκυκλικό δακτύλιο (Σχήμα 1.6) (Yanishlieva - Maslarova, 2001). Κατά τους

Crozier, Jaganath, & Clifford, (2009), οι κυριότερες υποκατηγορίες αυτών των ενώσεων είναι οι φλαβονόλες, οι φλαβόνες, οι φλαβαν-3-όλες, οι ανθοκυανιδίνες, οι φλαβανόνες και οι ισοφλαβόνες, ενώ δευτερεύουσες υποκατηγορίες είναι οι διυδροφλαβονόλες, οι φλαβαν-3,4-διόλες, οι κουμαρίνες, οι χαλκόνες, οι διυδροχαλκόνες και οι αουρόνες. Τα φλαβονοειδή είναι μια μεγάλη κατηγορία φαινολικών ενώσεων, που υπάρχουν σε όλα τα φυτά (Cantín et al., 2009).



Σχήμα 4. Βασική δομή των φλαβονοειδών ενώσεων (κατά Francisco and Resurreccion, 2008).

Η κατηγορία των μη φλαβονοειδων περιλαμβάνει τα φαινολικά οξέα που διακρίνονται σε βενζοϊκά οξέα (C_6-C_1), με κύριο εκπρόσωπο το γαλλικό οξύ, το οποίο είναι η πρόδρομη ένωση στη βιοσύνθεση των υδρολυόμενων ταννινών και σε κινναμωμικά οξέα (C_6-C_3), τα στιλβένια ($C_6-C_2-C_6$) κ.α. (Crozier et al. , 2009, Goodwin and Mercer, 1983).

Η αντιοξειδωτική δράση των φαινολικών ενώσεων αποδίδεται στην ικανότητα τους να συμπλοκοποιούν τα ελεύθερα μέταλλα ώστε αυτά να μη συμμετέχουν στην αντίδραση Fenton, στη συμμετοχή τους ως υποστρώματα των υπεροξειδασών, ενζύμων που καταλύουν αντιδράσεις εξουδετέρωσης του υπεροξειδίου του υδρογόνου και στη δράση τους ως δεσμευτές των ROS και των ελευθέρων ριζών (Διαμαντίδης, 2007). Η ικανότητα τους να δεσμεύουν τις ελεύθερες ρίζες αναφέρεται

ως ο κυριότερος τρόπος δράσης, τόσο *in vitro* όσο και *in vivo*. Η ικανότητα αυτή εξαρτάται από την ευκολία απόδοσης ατόμου υδρογόνου/μονήρους ηλεκτρονίου στις ελεύθερες ρίζες και από τη σταθερότητα της παραγόμενης φαινολικής ρίζας. Καθοριστικό ρόλο κατέχουν τα δομικά χαρακτηριστικά των φαινολικών ενώσεων και επομένως η αντιοξειδωτική τους ικανότητα ποικίλλει και εξαρτάται από τον αριθμό των διαθέσιμων ομάδων υδροξυλίων, το βαθμό γλυκοζυλίωσής τους, την παρουσία μεθυλικών ομάδων και την παρουσία διπλών δεσμών. Μεταξύ των διαφόρων λειτουργικών ομάδων στη στερεοχημική τους δομή, το σημαντικότερο ρόλο αποτελεί ο αριθμός και η διάταξη των ομάδων υδροξυλίου (Cao, Sofic, & Prior, 1997; Fernandez-Panchon, Villano, Troncoso, & Garcia-Parrilla, 2008; Frankel & Meyer, 2000).

Ως προς την επίδραση των φαινολικών ενώσεων, έχουν καταγραφεί επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία ως αντιαλλεργικοί, αντιφλεγμονώδεις, αντιθρομβωτικοί και αντικαρκινικοί παράγοντες. Τα φλαβονοειδή και τα στιλβενοειδή φαίνεται επίσης να έχουν ισχυρή αντιοξειδωτική δράση, προσφέροντας έτσι αξιοσημείωτη προστασία έναντι παραγόντων που προκαλούν οξειδωτικό στρες και έναντι των βλαβών που προκαλούνται από τις ελεύθερες ρίζες (Ververidis et al., 2007).

Οι φαινολικές ενώσεις είναι ιδιαίτερα σημαντικές για την καλή λειτουργία των φυτικών οργανισμών. Επιτελούν πολλές και σημαντικές λειτουργίες μέσα στο φυτικό κύτταρο, από τις οποίες, η πιο βασική είναι ότι η προστασία που παρέχουν στο φυτικό κύτταρο από την οξειδωτική καταπόνηση. Η δράση αυτή συσχετίζεται με τις αντιοξειδωτικές τους ιδιότητες. (Solecka and Kasperska, 2003) Η φαινολική σύνθεση των φρούτων καθορίζεται από γενετικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες, αλλά μπορεί να τροποποιηθεί με οξειδωτικές αντιδράσεις κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας και της αποθήκευσης. Δύο από τις πιο σημαντικές διεργασίες περιλαμβάνουν την αντιοξειδωτική δράση των φαινολών και το οξειδωτικό καφέτιασμα. Πολλές φαινολικές ενώσεις (π.χ. εστέρες, κατεχίνες) είναι καλά υποστρώματα μαυρίσματος και καλά αντιοξειδωτικά. Είναι λειτουργικά ως αντιοξειδωτικά σε σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις, ενώ, σε υψηλότερες συγκεντρώσεις, καθώς τα ίδια είναι ευαίσθητα στην οξείδωση, μπορούν να συμπεριφέρονται ως προ-οξειδωτικά λόγω της εμπλοκής τους σε αντιδράσεις έναρξης (Robards et al., 1999).

Η φλούδα και η σάρκα του βερίκοκου περιέχουν 4 βασικές ομάδες φαινολικών ενώσεων : προκυανιδίνες, υδρόξυ-κινναμικό οξύ και παράγωγά του, φλαβονόλες και ανθοκυανίνες. Από οξέα το βερίκοκο περιέχει χλωρογενικό και νεοχλωρογενικό, από προκυανιδίνες B1, B2 και B4 και από φλαβονόλες παράγωγα κερσετίνης, καιμπερόλη και κυανιδίνης. Οι ενώσεις αυτές επίσης κατέχουν αντιμικροβιακές, αντιιολογικές, αντιφλεγμονώδεις και αντιγηραντικές ιδιότητες, βοηθούν στην ανανέωση και στον πολλαπλασιασμό των κυττάρων και προσφέρουν έμμεση προστασία στον ανθρώπινο οργανισμό ενεργοποιώντας διάφορα ενδογενή αμυντικά συστήματα (Lule and Xia, 2005; Han et al., 2007).

Περιβαλλοντικοί παράγοντες όπως η υψηλή θερμοκρασία μπορεί να επηρεάσει τη σύνθεση των φαινολικών συστατικών. Σε φυτά ντομάτας και καρπουζιού έχει αποδειχθεί ότι το θερμικό stress ενεργοποιεί τους μηχανισμούς βιοσύνθεσης φαινολικών και αναστέλλει την οξειδωση τους (Rivero et al., 2001). Όπως έχει αναφερθεί παραπάνω, τα φαινολικά συστατικά συμμετέχουν στους μηχανισμούς επαγόμενης άμυνας των φυτών βοηθώντας στην επιβίωση τους. Οι προσβολές από εχθρούς και ασθένειες καθώς και οι μηχανικές βλάβες μπορούν να αυξήσουν τα επίπεδα φαινολικών ενώσεων στα φυτά.

2.3.3. Καροτενοειδείς ενώσεις

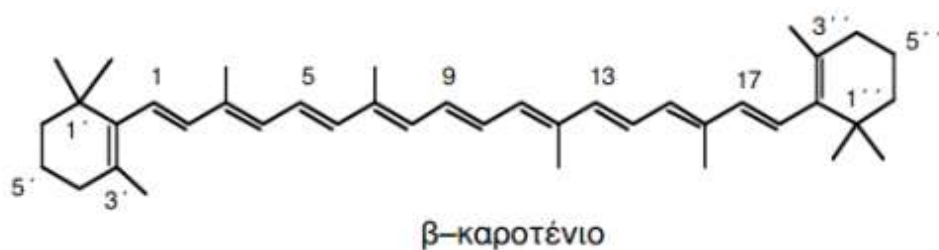
Τα καροτενοειδή, ως κύριες ομάδες χρωστικών ουσιών στη φύση, ευθύνονται για πολλά από τα κόκκινα, πορτοκαλί και κίτρινα χρώματα των φρούτων και των λαχανικών (Cinar, 2004). Απορροφούν το φως στην περιοχή των 400-500 nm του ορατού φάσματος. Αυτή η φυσική ιδιότητα προσδίδει το χαρακτηριστικό κόκκινο / κίτρινο χρώμα των χρωστικών ουσιών. Ωστόσο, στους πράσινους φυτικούς ιστούς, το χρώμα των καροτενοειδών καλύπτεται από την κυρίαρχη χρωστική ουσία, την χλωροφύλλη και καθίσταται εμφανές μόνο κατά την αποικοδόμηση της χλωροφύλλης. Αυτό το φαινόμενο μπορεί να παρατηρηθεί κατά την ωρίμανση των φρούτων καθώς και στα φύλλα του φθινοπώρου (Dutta et al., 2005).

Τα κύρια καροτενοειδή των τροφίμων είναι το β-καροτένιο, η β-κρυπτοξανθίνη, το λυκοπένιο, η λουτεΐνη και η βιολαξανθίνη (Kafkaletou et al., 2019). Εκτός από τη βιολαξανθίνη, αυτά είναι και τα κύρια καροτενοειδή που βρίσκονται στο ανθρώπινο

πλάσμα, και μαζί με τη ζεαξανθίνη είναι αυτά που μελετώνται περισσότερο από την άποψη της ανθρώπινης υγείας (Dutta et al., 2005).

2.3.3.1. Δομή καροτενοειδών ενώσεων.

Τα καροτενοειδή ανήκουν στα ισοπρενοειδή και στα λιποειδή και είναι πολυτερπένια με 40 άτομα C και 8 ισοπρενοειδείς ομάδες και περιλαμβάνουν υδρογονάνθρακες και οξυγονούχες ενώσεις. Τα καροτένια είναι τα καροτενοειδή που ανήκουν στην τάξη των υδρογονανθράκων και έχουν 11–13 συζυγιακούς διπλούς δεσμούς οι οποίοι προκαλούν βαθυχρωμική μετατόπιση με αποτέλεσμα να εμφανίζονται με ερυθρό ή πορτοκαλί χρώμα. Αποτελούν τις φυσικές χρωστικές πολλών φυτών και συμμετέχουν στην φωτοσύνθεση. Στα καροτένια, $C_{40}H_{56}$, ανήκουν 3 ισομερή τα α -, β -, και γ -καροτένια. Το β -καροτένιο είναι η κύρια χρωστική του καρότου και είναι πρόδρομη ένωση της βιταμίνης A1 και συνιστά την προβιταμίνη A1. Ο χημικός της τύπος συνίσταται από μια πολυενική αλυσίδα με 9 διπλούς δεσμούς (trans) ενωμένη στα δύο άκρα της με δύο δακτυλίους β -ιονόνης. Έχει χρώμα πορτοκαλί (Ανδρικόπουλος, N., 2015).



Σχήμα 5: Δομή β -καροτενίου (Ανδρικόπουλος, N., 2015)

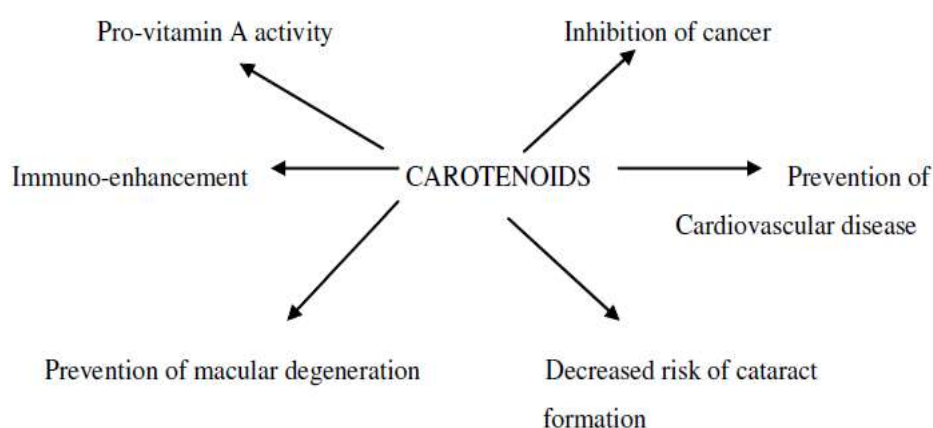
Το α -καροτένιο (κίτρινο) συναντάται όπως το β -καροτένιο αλλά με διπλό δεσμό στα $C3''-C4''$ αντί για $C2''-C3''$. Το γ -καροτένιο (πορτοκαλί) όπως το β -καροτένιο αλλά με επιπλέον διπλό δεσμό στα $C1''-C6''$ και διανοιγμένο τον δακτύλιο στους $C1''-C2''$. Το λυκοπένιο όπως το β -καροτένιο αλλά με 2 επιπλέον διπλούς δεσμούς στα $C1''-C6''$ και $C1''-C6''$ και διανοιγμένους τους δακτυλίους στα $C1'-C2'$ και $C1''-C2''$ και αποτελεί την κόκκινη χρωστική της ντομάτας. Από τα οξυγονούχα καροτενοειδή αναφέρεται η λουτεόλη ή φυλλο-ξανθοφύλλη: 5',5''-διϋδρόξυ- β -

καροτένιο (Ανδρικόπουλος, Ν., 2015).

Αυτός ο σκελετός μπορεί να τροποποιηθεί με κυκλοποίηση στο ένα άκρο ή και στα δύο άκρα του μορίου για να δώσει διαφορετικές τελικές ομάδες. Το συζευγμένο σύστημα στο οποίο τα π ηλεκτρόνια απομακρύνονται καθ 'όλο το μήκος της αλυσίδας πολυενίου είναι υπεύθυνο για το μοριακό σχήμα, τη χημική και φυσική δραστηριότητα και τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες των καροτενοειδών (Dutta et al.,2005).

2.3.3.2. Καροτενοειδείς ενώσεις και οφέλη στην ανθρώπινη υγεία.

Η σημασία των καροτενοειδών στα τρόφιμα υπερβαίνει το ρόλο τους ως φυσικών χρωστικών ουσιών. Πλήθος βιολογικών λειτουργιών και ενεργειών αποδίδονται όλο και περισσότερο σε αυτές τις ενώσεις. Το β-καροτένιο έχει σημαντικό ρόλο στη διατροφή ως κύριο πρόδρομο της βιταμίνης Α, η οποία εμπλέκεται στην όραση, τη διαφοροποίηση των κυττάρων, τη σύνθεση της γλυκοπρωτεΐνης, τις εκκρίσεις βλέννας από τους επιθηλιακούς ιστούς, την αναπαραγωγή, τη συνολική ανάπτυξη και την ανάπτυξη των οστών (Dutta et al.,2005).



Σχήμα 6: Οφέλη στην ανθρώπινη υγεία που αποδίδονται στα καροτενοειδή (Dutta et al.,2005).

Οι περισσότερες από τις εκφυλιστικές ασθένειες που πλήττουν την ανθρωπότητα έχουν την προέλευσή τους σε επιβλαβείς αντιδράσεις ελευθέρων ριζών. Τα

καροτενοειδή έχουν συνδεθεί με την ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος και τον μειωμένο κίνδυνο εκφυλιστικής νόσου όπως ο καρκίνος, οι καρδιαγγειακές παθήσεις, ο μυϊκός εκφυλισμός που σχετίζεται με τη γήρανση και ο σχηματισμός καταρράκτη (Σχήμα. 6). Τα καροτενοειδή έχουν επίσης αναγνωριστεί ως ένας πιθανός αναστολέας της νόσου του Alzheimer. Υπάρχουν επίσης ισχυρισμοί ότι το β-καροτένιο δρα ως κατασταλτικό του ιού της ανθρώπινης ανοσοανεπάρκειας (HIV) και βοηθά στην προστατευτική ανοσία έναντι μολυσματικών ασθενειών όπως η ιλαρά. Τα καροτενοειδή μπορεί να εμπλέκονται στη ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης ή να επηρεάζουν τις κυτταρικές λειτουργίες όπως η αναστολή της προσκόλλησης μονοκύτταρων και της ενεργοποίησης των αιμοπεταλίων (Dutta et al.,2005).

Αυτές οι βιολογικές επιδράσεις είναι ανεξάρτητες της δράσης της προ-βιταμίνης Α και έχουν αποδοθεί στην αντιοξειδωτική ιδιότητα των καροτενοειδών, με την απενεργοποίηση των ελεύθερων ριζών και του οξυγόνου (Dutta et al.,2005). Κανένα μέλος του ζωικού βασιλείου, συμπεριλαμβανομένων των ανθρώπων, δεν μπορεί να συνθέσει καροτενοειδή. Ακόμα και τα ζώα (πουλιά, ψάρια, ασπόνδυλα) που χρησιμοποιούν καροτενοειδή για χρωματισμό πρέπει να τα αποκτήσουν από τη διατροφή. Αν και ορισμένα καροτενοειδή προστίθενται σε παρασκευασμένα τρόφιμα ως χρωστικές ουσίες ή ως συμπληρώματα, τα περισσότερα καροτενοειδή λαμβάνονται απευθείας από τα φυσικά τρόφιμα, ειδικά τα λαχανικά και τα φρούτα (Britton & Khachik,2009).

Η βιταμίνη Α είναι απαραίτητη για την φυσιολογική ανάπτυξη, την αναπαραγωγή και την ανοχή στη μόλυνση. η σοβαρή ανεπάρκεια μπορεί να οδηγήσει σε μη αναστρέψιμη τύφλωση. Τα φυτικά υλικά δεν περιέχουν βιταμίνη Α, αλλά παρέχουν καροτενοειδή που μετατρέπονται σε βιταμίνη Α μετά την κατάποση. Τα καροτενοειδή προβιταμίνης Α που βρίσκονται σε σημαντικές ποσότητες στα φρούτα περιλαμβάνουν β-καροτένιο, β-κρυπτοξανθίνη και α-καροτένιο. Πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι αυτά και άλλα καροτενοειδή, όπως το λυκοπένιο, που υπάρχουν σε μερικά φρούτα, μπορεί να παίζουν ρόλο στην πρόληψη του καρκίνου, δρώντας στην απενεργοποίηση των ελεύθερων ριζών, ή αντιοξειδωτικά. Τα καροτενοειδή έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί για τη θεραπεία χρόνιων ασθενειών, όπως είναι οι φωτοευαισθησίες και μπορεί να έχουν κάποιο ρόλο στην πρόληψη καρδιαγγειακών παθήσεων. Αυτές οι επιπτώσεις στην υγεία φαίνεται ότι οφείλονται στην αντιοξειδωτική δράση των καροτενοειδών (Wright & Kader ,1997).

Τα πορτοκαλί φρούτα είναι η κύρια πηγή της β-κρυπτοξανθίνης. Λαμβάνοντας υπόψη τη θρεπτική αξία των φρούτων και των λαχανικών, με πλήθος θρεπτικών ουσιών και των βιοδραστικών ενώσεων με τα θεωρούμενα οφέλη για την υγεία, η σωστοί χειρισμοί κατά την ψύξη και την αποθήκευση των φρούτων και των λαχανικών, είναι ζωτικής σημασίας. Έτσι οι πρακτικές αυτές υποστηρίζουν όχι μόνο την αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων και αλλά και το εισόδημα των παραγωγών όταν δεν διατίθενται νωπά προϊόντα. Όλο και περισσότερο, η μακροπρόθεσμη αποθήκευση αποτελεί φυσιολογικό μέρος της συμπεριφοράς τόσο των καταναλωτών και όσο και των επιστημόνων στα εργαστήρια όπου καταψύχουν τα τρόφιμα πριν από την ανάλυση, και στις δύο περιπτώσεις για λόγους ευκολίας (Dias et. al., 2014).

Πίνακας 1.3. Καλές διατροφικές πηγές των διατροφικά σημαντικών καροτενοειδών της β-καροτίνης, β-κρυπτοξανθίνης, λουτεΐνης, του λυκοπενίου και της ζεαξανθίνης, δίνοντας μια ένδειξη της πιθανής περιεκτικότητας σε καροτενοειδή. Δεν παρέχονται ακριβείς τιμές, αλλά το περιεχόμενο υποδεικνύεται ως εύρος, ως εξής. Χαμηλή (Low): 0 - 0,1 mg / 100 g, Μέτρια (Moderate): 0,1 - 0,5 mg / 100 g, Υψηλή (High): 0,5 - 2 mg / 100 g και Πολύ υψηλό (Very high):> 2 mg / 100 g (Dutta et al., 2005).

Common name	Latin name	Content
β-Carotene		
Apricot	<i>Prunus armeniaca</i>	High - very high
Broccoli	<i>Brassica oleracea (Italiaca)</i>	Very high
Brussels sprouts	<i>Brassica oleracea (Gemmifera)</i>	High
'Buriiti'	<i>Mauritia vinifera</i>	Very high
Butter		Low
Carrot	<i>Daucus carota</i>	Very high
'Gac' oil	<i>Momordica cochinchinnensis</i>	Very high
Grapefruit	<i>Citrus paradisi</i>	Low - moderate
Green leafy vegetables		Moderate - very high
Guava	<i>Psidium guajava</i>	Moderate
Kale	<i>Brassica oleracea (Acephala)</i>	Very high
'Karat' banana	<i>Musa troglodytarum</i>	High
Lettuce	<i>Lactuca sativa</i>	Moderate - high
Loquat	<i>Eriobotrya japonica</i>	Moderate
Mango	<i>Mangifera indica</i>	High - very high

Η συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη είναι είτε 2 mg β-καροτένιο (συνιστάται από την Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Germany) ή 5 - 6 mg β-καροτένιο (συνιστάται από το Εθνικό Ινστιτούτο Καρκίνου, ΗΠΑ). Σύμφωνα με τον Muller, αυτή η ημερήσια πρόσληψη μπορεί να επιτευχθεί μόνο με την κατανάλωση φρούτων και λαχανικών (100 - 200g την ημέρα) με ιδιαίτερα υψηλή περιεκτικότητα σε καροτενοειδή. Τα βερίκοκα, με περιεκτικότητα σε καροτενοειδή κοντά στα 2 mg ανά 100g, ανήκουν στα πιο πλούσια σε καροτενοειδή φρούτα. Το β-καροτένιο, το γ-καροτένιο και το λυκοπένιο είναι τα κύρια καροτενοειδή στους καρπούς βερίκοκου, με το β-καροτένιο να αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 50% της συνολικής περιεκτικότητας σε καροτενοειδή (De Rigal et al. 2000).

2.3.3.3. Παράγοντες που επηρεάζουν τις καροτενοειδής ενώσεις.

Η επεξεργασία και η αποθήκευση φρούτων θα μπορούσαν να μεταβάλλουν σημαντικά την ποιοτική και ποσοτική σύνθεση, ιδιαίτερα τις βιταμίνες και τις προ-βιταμίνες, οι οποίες είναι χημικά ασταθείς. Η κύρια αιτία της απώλειας καροτενοειδών είναι η οξείδωση. Παράγοντες όπως η θερμοκρασία, το φως, η έκθεση στο οξυγόνο, η οξύτητα, η περιεκτικότητα σε νερό και τα ένζυμα καθώς και άλλα αντιοξειδωτικά και προ οξειδωτικά μπορούν να επηρεάσουν την οξείδωση. Η επιφανειακή προσρόφηση μπορεί επίσης να συμβάλει άμεσα στις απώλειες καροτενοειδών κατά την αποθήκευση και τους χειρισμούς (Dias et. al., 2014).

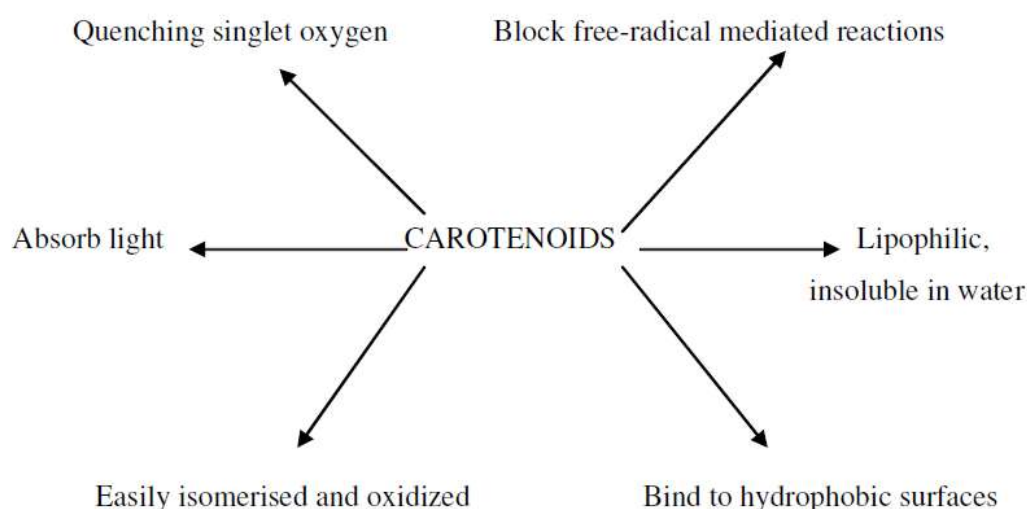
Τα καροτενοειδή μπορούν επίσης να καταστραφούν ή να τροποποιηθούν κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας και της αποθήκευσης, με ενζυμική ή μη ενζυμική οξείδωση και με γεωμετρικό ισομερισμό, αναδιάταξη ή άλλες αντιδράσεις. Αυτοί οι παράγοντες μπορούν να αντιμετωπιστούν και να παρακολουθηθούν κατά τη διάρκεια της βιομηχανικής επεξεργασίας, αλλά όχι κατά την παραμονή των τροφίμων στο σπίτι, όπου οι απώλειες μπορεί να είναι σημαντικές και πιο δύσκολο να ελεγχθούν (Britton & Khachik, 2009).

Το συζευγμένο σύστημα στο οποίο τα ηλεκτρόνια απομακρύνονται καθ'όλο το μήκος της αλυσίδας πολυενίου είναι υπεύθυνο για το μοριακό σχήμα, τη χημική και φυσική δραστηριότητα και τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες των καροτενοειδών. Είναι ευαίσθητο στη θερμότητα, το φως και το οξυγόνο. Η ενζυμική και μη ενζυμική οξείδωση είναι η κύρια αιτία καταστροφής του καροτενοειδούς κατά τη διάρκεια της

επεξεργασίας και της αποθήκευσης των τροφίμων (Dutta et al.,2005).

Η ωρίμανση των καρπών συνοδεύεται από αυξημένη βιοσύνθεση καροτενοειδών.(Dutta et al.,2005) Δεδομένου ότι οι καροτενοειδείς ενώσεις είναι πολυακόρεστα μόρια, οι χρωστικές ουσίες υπόκεινται σε ισομερισμό, πράγμα που προκαλεί απώλεια χρώματος και οξείδωση (Cinar,2004). Η οξείδωση, είτε ενζυμική είτε μη ενζυμική, είναι η κύρια αιτία καταστροφής των καροτενοειδών. Ο γεωμετρικός ισομερισμός, ο οποίος εμφανίζεται ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της θερμικής επεξεργασίας, αυξάνει την αναλογία των Z ισομερών και μπορεί να μεταβάλλει τη βιολογική δραστηριότητα, αλλά η συνολική περιεκτικότητα σε καροτενοειδή δεν μεταβάλλεται σημαντικά. Οι συνθήκες που συναντώνται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας και της αποθήκευσης ενδέχεται να προκαλέσουν μεγαλύτερη έκθεση στον αέρα και έτσι μπορούν να προκαλέσουν μεγαλύτερες απώλειες από αυτές που προκαλούνται από το μαγείρεμα. Επίσης ο τεμαχισμός ή το τρίψιμο μπορεί να φέρει τα καροτενοειδή σε επαφή με αποικοδομητικά ένζυμα (Britton & Khachik,2009).

Ο τραυματισμός, όπως η κοπή, προάγει επίσης την παραγωγή του τραυματικού αιθυλενίου, που επιταχύνει τη γήρανση, συμπεριλαμβανομένης της οξείδωσης των λιπαρών οξέων με λιποξυγενάση, κατά τη διάρκεια της οποίας τα καροτενοειδή μπορούν να αποικοδομηθούν με την οξείδωση (Wright & Kader ,1997).



Σχήμα 7: Σημαντικές φυσικές και χημικές ιδιότητες των καροτενοειδών (Dutta et al., 2005)

Εάν οι καροτενοειδείς χρωστικές ουσίες είναι αρκετά σταθερές στο φυσικό τους περιβάλλον, γίνονται πολύ πιο ευάλωτες όταν τα φρούτα υπόκεινται σε μετασυλλεκτική επεξεργασία ή βιομηχανική επεξεργασία. Τέτοιες βιομηχανικές λειτουργίες οδηγούν επίσης σε ενζυματική κασπάνωση που επηρεάζει έντονα τον χρωματισμό, τη θρεπτική και την ποιότητα γεύσης των προϊόντων. (De Rigal et al., 2000), Στα βερίκοκα, ο Ruiz και συνεργάτες του (2005) βρήκαν υψηλή θετική συσχέτιση μεταξύ της περιεκτικότητας σε καροτενοειδή και του χρώματος του δέρματος και της σάρκας. Οι πληροφορίες για τους συσχετισμούς που μπορεί να υπάρχουν μεταξύ φυσικών και χημικών χαρακτήρων φρούτων μπορεί να είναι ευεργετικές για τους καταναλωτές που ενδιαφέρονται για ένα πιο υγιεινό προϊόν (Drogoudi et al., 2008).

Αρκετές μελέτες έχουν συσχετίσει το χρώμα με την περιεκτικότητα σε χρωστικές ουσίες διαφορετικών φρούτων και λαχανικών. Η ένταση του χρώματος του β-καροτένιου έχει θεωρηθεί αξιόπιστη ένδειξη της βιταμίνης A, κι έτσι οι χρωματικές μετρήσεις θεωρούνται κατάλληλες για την ταχεία εκτίμηση της περιεκτικότητας σε καροτενοειδή (Ruiz et al., 2005).

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

ΠΡΩΤΗ ΥΛΗ

Δυο ποικιλίες βερίκοκων «ORANGE RUBY» και «ORANGE RED», επιλέχθηκαν στις 11/6/2019 από τυχαία δένδρα μέσα στο αγροτεμάχιο. Για κάθε ποικιλία, τα φρούτα συλλέχθηκαν τον Ιούνιο σε στάδιο εμπορικής ωριμότητας από πλήρως παραγωγικά δέντρα που καλλιεργήθηκαν στην περιοχή της Αργολίδας και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο εντός 2 ωρών. Τα φρούτα, χωρίς ορατά ελαττώματα και διαταραχές, χωρίστηκαν τυχαία, σε 15 παρτίδες για κάθε ποικιλία εκ των οποίων κάθε παρτίδα χωριζόταν σε 3 επαναλήψεις. Κάθε επανάληψη αποτελούνταν από 5 καρπούς στην ποικιλία «ORANGE RUBY» και 6 καρπούς στην ποικιλία «ORANGE RED». Οι καρποί τοποθετήθηκαν σε σταθερή πλαστική διάτρητη θήκη και σε κάθε περίπτωση 7 θήκες τοποθετήθηκαν σε θάλαμο συντήρησης με συνθήκες 1° C και 90% R.H. και οι υπόλοιπες σε θάλαμο συντήρησης με συνθήκες 5 ° C και 90% R.H., όπου παρέμειναν για χρονικό διάστημα 28 ημερών. Δειγματοληψίες

πραγματοποιήθηκαν την 7^η, 14^η, 21^η και 28^η ημέρα.

Οι μετρήσεις της συνεκτικότητας, του χρώματος και του βάρους διεξήχθησαν σε άθικτους καρπούς θερμοκρασίας 1 και 5 ° C ενώ οι μετρήσεις των ολικών και αναλυτικών καρροτενοειδών, ολικών αντιοξειδωτικών με τη μέθοδο DPPH, ολικών φαινολικών και ξηρού βάρους έγιναν σε κατεψυγμένο ιστό καρπού (-80 ° C).

Η διεξαγωγή της έρευνας πραγματοποιήθηκε σε συνεργασία του Εργαστηρίου Δενδροκομίας του Γ.Π.Α. με το εργαστήριο Μετασυλλεκτικής Φυσιολογίας Φρούτων και Λαχανικών του ΙΤΑΠ. Οι μετρήσεις έλαβαν χώρα στις εγκαταστάσεις του Γ.Π.Α.- Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και του ΙΤΑΠ - Ινστιτούτο Τεχνολογίας Αγροτικών Προϊόντων

2.1. Απώλεια βάρους

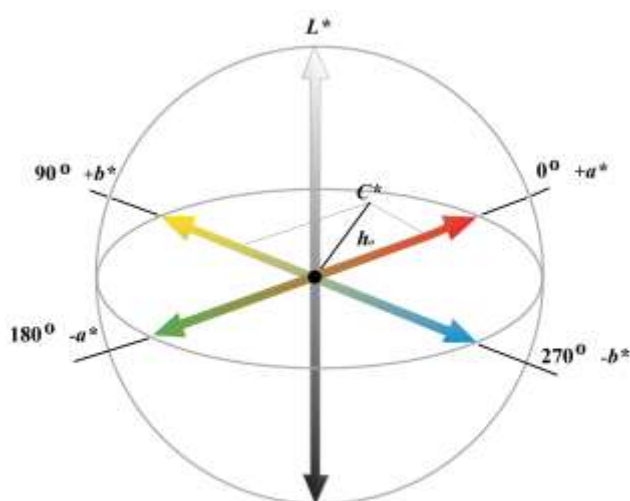
Όλα τα δείγματα (συσκευασίες) ζυγίστηκαν (μικτό και καθαρό βάρος) αμέσως πριν τη τοποθέτησή τους στον ψυκτικό θάλαμο. Σε κάθε δειγματοληψία 3 συσκευασίες ανά επέμβαση ζυγίζονταν (μικτό βάρος) αμέσως μετά την έξοδό τους. Υπολογίστηκε η διαφορά, βάρους εισαγωγής-βάρους εξαγωγής, αποτελεί την απώλεια βάρους του κάθε δείγματος για τον αντίστοιχο χρόνο συντήρησης και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως % απώλεια βάρους (w/w) .

2.2. Προσδιορισμός χρώματος των καρπών

Το χρώμα του φλοιού προσδιορίστηκε με τη χρήση διαφορικού χρωματόμετρου MINOLTA CHROMA METER CR- 300. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, το προϊόν φωτίζεται με λευκό φως για μικρά διαστήματα και το φως που ανακλάται από την επιφάνεια του προϊόντος αναλύεται από ειδικά φωτοκύτταρα, ώστε να εκφράζονται οι τιμές που αντιστοιχούν στις συντεταγμένες L^* , a^* και b^* (CIE 1976). Ο συντελεστής L^* αφορά την φωτεινότητα, κυμαίνεται από το μηδέν (μαύρο) μέχρι το 100 (λευκό) και είναι ανάλογος της κλίμακας του Munsell επί 10. Οι αρνητικές τιμές στον άξονα a^* αφορούν το βαθμό του πράσινου χρώματος, σε αντίθεση με τις θετικές τιμές στον ίδιο άξονα που προσδιορίζουν το βαθμό του κόκκινου. Στον άξονα b^* οι θετικές τιμές

αντιστοιχούν στο κίτρινο χρώμα, ενώ οι αρνητικές τιμές στο μπλε. Τα αποτελέσματα εκφράζονται κατευθείαν από τις τιμές των συντεταγμένων L^* , a^* και b^* , τις οποίες παίρνουμε από το όργανο (Mc Guire, 1992).

Σε κάθε καρπό, πραγματοποιήθηκαν 2 μετρήσεις: μια κοντά στη ραφή (περιοχή που παρέμενε ελαφρώς πρασινισμένη), και μια στο μάγουλο, όπου επικρατούσε ελαφρά κίτρινος ή πορτοκαλί χρωματισμός. Σημειώνεται ότι όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε τρεις επαναλήψεις. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε hue angle (h°) και C^* . Η παράμετρος C^* (Chroma) δείχνει τη χρωματική πυκνότητα δηλ. προσδιορίζει την ένταση ή την καθαρότητα του χρώματος, ενώ η παράμετρος h° μετράται σε μοίρες και προσδιορίζει την απόχρωση παίρνοντας τιμές 0° για το κόκκινο-πορφυρό, 90° για το κίτρινο, 180° για το γαλαζοπράσινο και 270° για το μπλε (Mc Guire, 1992).



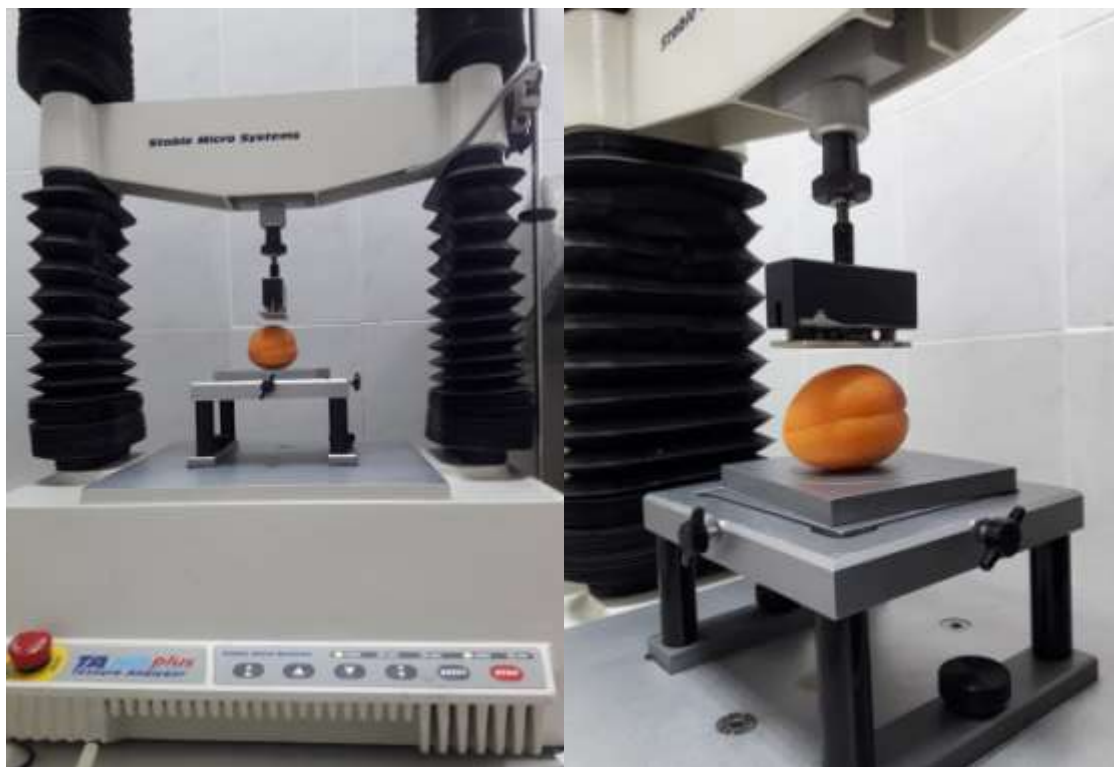
Σχήμα 9. Χρωματογραφικό διάγραμμα των παραμέτρων του L^* , a^* , b^* , h° και C^*

2.3. Προσδιορισμός συνεκτικότητας σάρκας

Η ανάλυση υφής πραγματοποιήθηκε από τον αναλυτή υφής HD-Plus Texture Analyser της εταιρείας Stable Micro Systems Ltd., UK (Εικόνα 3) και το λογισμικό Texture Expert Exceed για την ανάλυση δεδομένων. Ο προσδιορισμός των

χαρακτηριστικών υφής των καρπών πραγματοποιήθηκε με μια επίπεδη πλάκα συμπίεσης διαστάσεων 25x60 mm.

Κατά τη διάρκεια της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν ταχύτητες καθόδου της πλάκας συμπίεσης 1 mm / s, 5 mm / s για προ-δοκιμή και 1 mm / s για μετα-δοκιμή. Ο καρπός τοποθετούταν σταθερά στον αναλυτή, σε σημείο που η πλάκα να έρθει σε επαφή με τον καρπό οριζόντια ως προς την ισημερία (παράλληλα στη ραφή του καρπού).



Εικόνα 3. Αναλυτής Υφής

Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στους 25 ± 1 ° C και η συνεκτικότητα των καρπών προσδιορίστηκε και εκφράστηκε σε g της μέγιστης δύναμης που κατέγραψε το όργανο εντός των 5 mm κίνησης της πλάκας προς το βερίκοκο.

2.4. Εκχύλιση για προσδιορισμό ολικών φαινολικών και ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας

Για την εκχύλιση ανάλυσης των ολικών φαινολικών αλλά και για την ανάλυση της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας με μέθοδο DPPH χρησιμοποιήθηκε εργαστηριακός ομογενοποιητής. Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν 1g φρέσκου ιστού βερίκοκου, ο οποίος εκχυλίστηκε αρχικά με 3 ml 80% (v/v) ακετόνης (σε διπλά απεσταγμένο νερό DDW). Έπειτα, αφού ακολουθούμε ανάδευση με vortex, τοποθετούμε μέσα σε λουτρό υπερήχων για 15 min μέσα σε πάγο. Στην συνέχεια το εκχύλισμα φυγοκεντρήθηκε στα 4000 rpm για 5 min. Η υπερκείμενη φάση συλλέχθηκε και μεταφέρθηκε σε νέο falcon 15 ml και η διαδικασία επαναλήφθηκε για άλλες δύο φορές για κάθε δείγμα με 3 ml 80% (v/v) αντίστοιχα και μία τελευταία με 2 ml μέχρι ο τελικός όγκος να φθάσει στα 11ml.

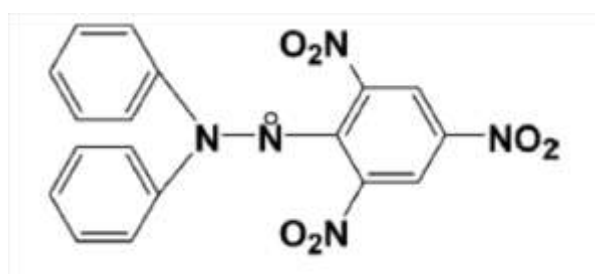
2.5. Προσδιορισμός ολικών φαινολικών

Τα ολικά φαινολικά εκτιμήθηκαν με κάποιες τροποποιήσεις της μεθόδου Folin-Ciocalteu (FCR), σύμφωνα με τους (Gunes, Liu, & Watkins, 2002) και Tsantili et al. (2010). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν εις τριπλούν για κάθε επανάληψη και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε mg γαλλικού οξέος ανά g νεπού βάρους καρπού (mg GAE/g βάρους καρπού)

Η διαδικασία ήταν η ακόλουθη. Εκχυλισμένο δείγμα όγκου 0,2 ml, αναμείχθηκε με 2.6 ml διπλά αποσταγμένου νερού και 0,2 ml αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu και τοποθετήθηκε σε falcon 15 ml. Στην συνέχεια ακολούθησε ανάδευση με vortex. Μετά από 6 λεπτά, προστέθηκαν 2 ml ανθρακικού νατρίου 7% (Na_2CO_2) και ακολούθησε ανάδευση με vortex. Τέλος μετά την πάροδο 90 λεπτών στο σκοτάδι μετρήθηκε η απορρόφηση του διαλύματος σε UV-Visible φωτόμετρο στα 750nm, ενώ παράλληλα μετρήθηκαν οι απορροφήσεις διαφόρων συγκεντρώσεων γαλλικού οξέος για την παρασκευή πρότυπης καμπύλης. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε mM ισοδύναμων γαλλικού οξέος.

2.6. Προσδιορισμός ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας – Μέθοδος DPPH

Η μέθοδος DPPH βασίζεται στη μείωση της απορρόφησης της DPPH' (2,2-διφαινύλ-1-πυκνιδραζύλ) όταν έρθει σε επαφή με αντιοξειδωτικές ουσίες. Η DPPH (Σχήμα 8) σημειώνει το μέγιστο της απορρόφησης της στα 515nm μήκος κύματος. Με την αλληλεπίδρασή της με μόρια με αντιοξειδωτική δράση η απορρόφηση της μειώνεται σταδιακά με το χρόνο έως ότου και μηδενίζεται. Μετρώντας τη μείωση της απορρόφησης κάθε δείγματος και με βάση την μέγιστη απορρόφηση του μάρτυρα (χωρίς φυτικό ιστό), υπολογίζεται η αντιοξειδωτική ικανότητα των δειγμάτων. Η μέθοδος DPPH βασίζεται στη μείωση της απορρόφησης της DPPH' (2,2-διφαινύλ-1-πυκνιδραζύλ) όταν έρθει σε επαφή με αντιοξειδωτικές ουσίες. Η DPPH' (Σχήμα 8) σημειώνει το μέγιστο της απορρόφησης της στα 515nm μήκος κύματος. Ο υπολογισμός της αντιοξειδωτικής ικανότητας με τη μέθοδο DPPH, πραγματοποιήθηκε βάση τροποποιήσεων της μεθόδου των Brand-Williams et al. (1995). Δείγμα όγκου 0,2 ml , κατάλληλα αραιωμένου, αναμείχθηκε με 3,9 ml διαλύματος DPPH (2,2-διφαινυλ-1-πικνυδραζυλ) σε μεθανόλη και τοποθετήθηκε σε falcon των 15 ml. Μετά την πάροδο 30 λεπτών, μετρήθηκε η μείωση της απορρόφησης στο φωτόμετρο στα 515 nm με την χρήση φασματόμετρου. Παράλληλα μετρήθηκαν και οι απορροφήσεις διαφόρων συγκεντρώσεων trolox για την παρασκευή πρότυπης καμπύλης. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε μM ισοδύναμων trolox, mg TAE.



Σχήμα 8. Η ρίζα DPPH (2,2-διφαινύλ-1-πυκνιδραζύλ) (Huang, Boxin, & Prior, 2005).

2.7. Εκχύλιση για τον προσδιορισμό ολικών καροτενοειδών.

Η εκχύλιση των ολικών καροτενοειδών πραγματοποιήθηκε τροποποιώντας με ομογενοποίηση 0,5 g κατεψυγμένου ιστού με 3 ml διάλυμα ακετόνης / εξανίου (4:6 v/v) (6 mL ιστού g⁻¹) σε Ultra-Turrax T25 (IKA Labortechnik, Staufen, Germany) στις 9500 rpm για 1 min. Το ομογενοποίημα αναδεύτηκε στις 450 rpm σ.α.λ. υπό σκοτάδι για 30 λεπτά χρησιμοποιώντας ένα τροχιακό αναδευτήρα και στη συνέχεια φυγοκεντρήθηκε στα 4000 × g για 5 λεπτά. Η υπερκείμενη φάση συλλέχθηκε και μεταφέρθηκε σε νέο falcon 15 ml και η διαδικασία επαναλήφθηκε τέσσερις φορές συνολικά, εκ των οποίων οι 3 επαναλήψεις με 3 ml διάλυμα ακετόνης / εξανίου (4:6 v/v) και η τέταρτη με 2 ml διάλυμα ακετόνης / εξανίου (4:6 v/v). Η απορρόφηση των συνδυασμένων υπερκείμενων μετρήθηκε στα 663, 645, 505 και 453 nm και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως mg β-καροτένιο 100 g⁻¹ FW ως μέσο τριών προσδιορισμών.

2.8. Εκχύλιση για τον προσδιορισμό αναλυτικών καροτενοειδών.

Η εκχύλιση και ο προσδιορισμός των καροτενοειδών ενώσεων διεξήχθησαν σύμφωνα με τους Ruiz (2005) και άλλων μετά από μερικές τροποποιήσεις. Εν συντομία, κατεψυγμένο υλικό φρούτου ομογενοποιήθηκε με διάλυμα μεθανόλης / εξανίου (1:1 v/v) (2 mL ιστού g⁻¹) σε Ultra-Turrax στις 9500 rpm για 2 λεπτά σε πάγο και έπειτα το ομογενοποιήθηκε και φυγοκεντρήθηκε στα 4000 × g για 5 λεπτά στους 4 °C. Το υπερκείμενο ανακτήθηκε και η διαδικασία εκχύλισης επαναλήφθηκε τρεις ακόμη φορές με 5 mL εξανίου κάθε φορά. Οι καροτενοειδείς ενώσεις εκχυλίστηκαν από τα συνδυασμένα υπερκείμενα χρησιμοποιώντας οξείκό αιθυλεστέρα με όγκο ίσο με το υπερκείμενο, και αυτή η διαδικασία επαναλήφθηκε τρεις φορές. Ο οργανικός διαλύτης εξατμίστηκε υπό ροή N₂ στους 37 ° C και το υπόλειμμα διαλύθηκε σε 1 mL ακετόνης (βαθμού HPLC), διηθήθηκε μέσω φίλτρου σύριγγας νάυλον (μέγεθος πόρων 0,2 μm) και αναλύθηκε με HPLC. Η όλη διαδικασία εκχύλισης διεξήχθη υπό αχνό φως και τα δείγματα αναλύθηκαν εντός 12 ωρών. Προκειμένου να εκτιμηθεί η απώλεια καροτενοειδών κατά τη διάρκεια της διαδικασίας εκχύλισης, προστέθηκε β-αρο-8'-καροτενάλη (0,3 mg 2,5 g⁻¹ ιστού) σε όλα τα δείγματα ως εσωτερικό πρότυπο (IS). Η απώλεια της ποσότητας IS ήταν 12%, κατά μέσο όρο. Οι ενώσεις

καροτενοειδών ταυτοποιήθηκαν και ποσοτικοποιήθηκαν με το σύστημα HPLC και χρησιμοποιώντας τον ίδιο εξοπλισμό που περιγράφεται για οργανικά οξέα. Ο διαχωρισμός επιτεύχθηκε στους 28 °C υπό ταχύτητα ροής min⁻¹ 1,5 mL χρησιμοποιώντας κινητή φάση ακετόνης (διαλύτης A) και νερού (διαλύτης B). Η βαθμιδωτή έκλυση ήταν ως ακολούθως: αρχικά 85% A, γραμμική κλίση έως 100% A σε 15 λεπτά, στη συνέχεια γραμμική πίσω στις αρχικές συνθήκες (85% A) για άλλα 7 λεπτά. Ο ανιχνευτής παρακολουθείται στα 450 nm. Η ταυτοποίηση των καροτενοειδών ενώσεων επιτεύχθηκε με σύγκριση των φασμάτων UV-vis (200 - 700 nm) δειγμάτων με αυθεντικά πρότυπα (λουτεΐνη, β-καροτένιο και β-κρυπτοξανθίνη). Κάθε ένωση ποσοτικοποιήθηκε σε σύγκριση με μια καμπύλη βαθμονόμησης πολλαπλών σημείων που ελήφθη από το αντίστοιχο πρότυπο (Extrasynthese, Genay, France) και εκφράστηκε σε $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1} \text{ FW}$.

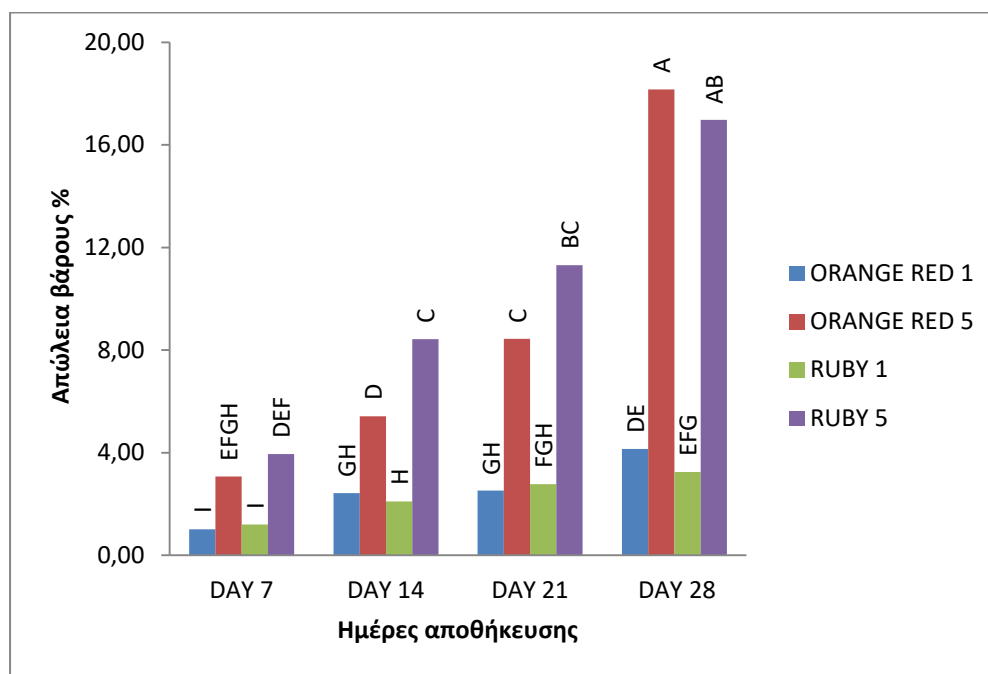
2.9. Στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων

Με σκοπό την εκτίμηση των διαφορών μεταξύ των ποικιλιών κατά τη συντήρηση και δύο διαφορετικές θερμοκρασίες, η επίδραση των τριών παραγόντων επί των χαρακτηριστικών που εξετάστηκαν εκτιμήθηκε με τρι-παραγοντική (ημέρα συντήρησης × ποικιλία × θερμοκρασία συντήρησης) ανάλυση της διασποράς (ANOVA) και τα μέσα συγκρίθηκαν με τη δοκιμή πολλαπλών τιμών Tuckey-HSD ($\alpha = 0,05$).

Οι μεταβλητές μετασχηματίστηκαν για καταγραφή για να ικανοποιηθούν οι υποθέσεις για παραμετρικές αναλύσεις, όπου ενδείκνυται με μετατροπές σε \log_{10} και $1/x$. Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας το Jump 7.0.1. λογισμικού (SAS, Cary Institute, NC, ΗΠΑ).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Ποσοστό Απώλεια βάρους %



Διάγραμμα 3.1. Ποσοστό απώλειας βάρους % για τις ποικιλίες Orange Red και Orange Ruby, για τις διάφορες ημέρες συντήρησης (7,14, 21, 28) σε θερμοκρασία 1 και 5 °C. Οι μπάρες που δε συνδέονται με το ίδιο γράμμα έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά κατά Tukey HSD ($\alpha=0.050$, $Q=3$, 78834)

Μετά τη συγκομιδή η απώλεια βάρους ανέρχεται για την ποικιλία Orange Red στο 1,02% -18,16% , ενώ στην ποικιλία Orange Ruby στο 1,21% - 16,97% (Διάγραμμα 3.1.). Τα αποτελέσματα δείχνουν και για τις δύο ποικιλίες και στις δύο θερμοκρασίες ανοδική τάση του ποσοστού απώλειας βάρους κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Η απώλεια στους 5°C φαίνεται να είναι στατιστικά σημαντική και στις δυο ποικιλίες έναντι της απώλειας στον 1°C. Οι ποικιλίες μεταξύ τους παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά στους 5°C από τις πρώτες 7 μέρες, καθώς και την 14^η μέρα με την απώλεια στην Orange Ruby να είναι μεγαλύτερη. Στην ποικιλία Orange Red υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά 7^{ης} ημέρας και 28^{ης} στον 1°C με τις λοιπές ημέρες αποθήκευσης και στους 5°C την 7^η ημέρα με τις λοιπές ημέρες. Η Orange Ruby την 7^η ημέρα διαφέρει στατιστικά και στις δύο θερμοκρασίες με τις λοιπές

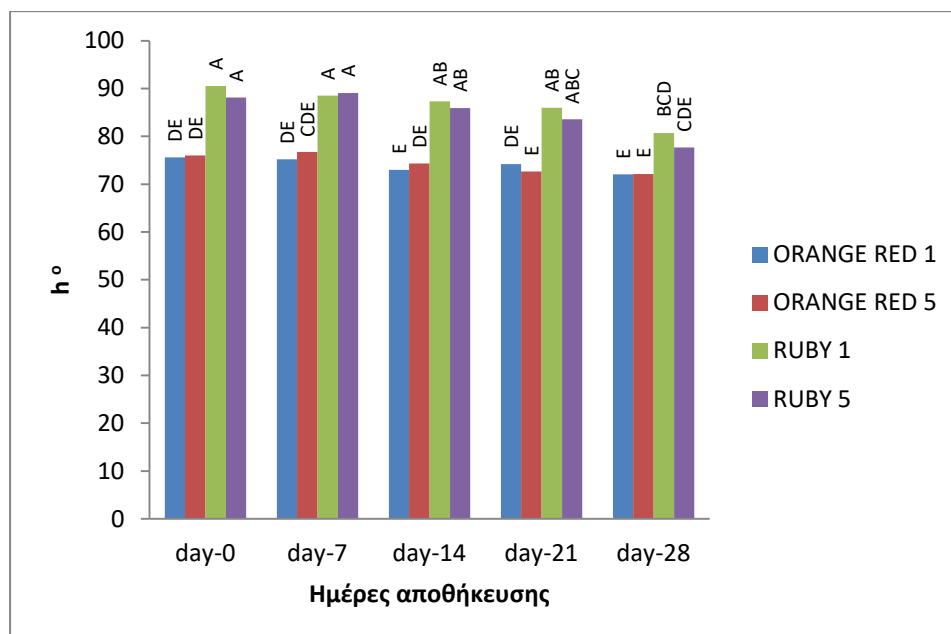
ημέρες αποθήκευσης. Οι παρατηρήσεις αυτές επιβεβαιώνονται και από την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων (Πίνακας 3.1.).

Πίνακας 3.1. Επίδραση της θερμοκρασίας (P θερμ.), της ημέρας συντήρησης (P ημέρα), της ποικιλίας (P ποικ.) και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων στη απώλεια βάρους %.

	P θερμ.	P ημέρας	P ποικ.	P θερμ. x ημέρα	P ποικ. x ημέρα	P θερμ. x ποικ	P θερμ x ποικ x ημέρα
Απώλεια βάρους %	***	***	*	***	*	**	ns

ns :μη σημαντικό, * σημαντικό $P < 0,05$, ** σημαντικό $P < 0,01$, *** σημαντικό $P < 0,001$.

3.2. Παράμετρος h° –σε περιοχή πράσινου χρώματος



Διάγραμμα 3.2. Παράμετρος h° χρώματος για τις ποικιλίες Orange Red και Orange Ruby, για τις διάφορες ημέρες συντήρησης (7,14, 21, 28) σε θερμοκρασία 1 και 5 °C. Οι μπάρες που δε συνδέονται με το ίδιο γράμμα έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά κατά Tukey HSD ($\alpha= 0.050$, $Q= 3, 78834$)

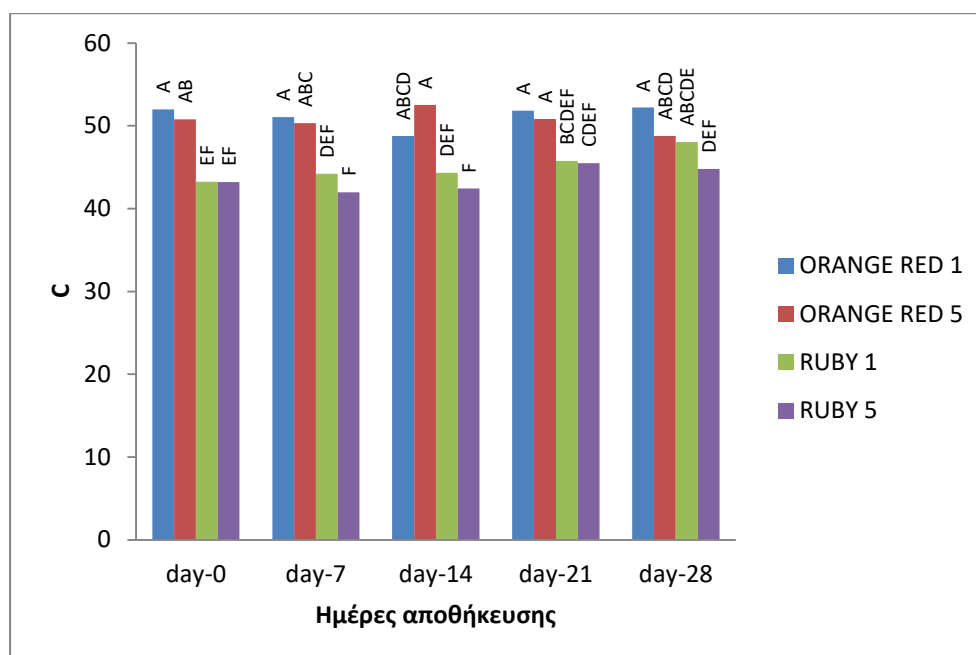
Την ημέρα της συγκομιδής η απόχρωση του πράσινου των καρπών σημειώνει τιμές για την ποικιλία Orange Red 75,6° για τον 1 °C και 76,0° για τους 5 °C, ενώ για την Orange Ruby για 90,50° τον 1°C και 88,14° στους 5°C (Διάγραμμα 3.2.). Το εύρος τιμών που συναντάμε κατά τη διάρκεια της συντήρησης είναι για την ποικιλία Orange Red 74°-76°, ενώ για την Orange Ruby για 77°- 90°. Η ανάλυση έδειξε πως εντός των ποικιλιών η θερμοκρασία δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Ωστόσο οι ποικιλίες μεταξύ τους διαφέρουν στατιστικά και στις δύο θερμοκρασίες σε όλες τις ημέρες εκτός της 28^η ημέρας στους 5°C. Στην ποικιλία Orange Ruby η 28^η στον 1°C διαφέρει στατιστικά από την ημέρα 0 και 7, ενώ στους 5 °C διαφέρει στατιστικά από όλες τις λοιπές ημέρες.

Πίνακας 3.2. . Επίδραση της θερμοκρασίας (P θερμ.), της ημέρας συντήρησης (P ημέρα), της ποικιλίας (P ποικ.) και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων στον παράγοντα του χρώματος h°.

	P θερμ.	P ημέρας	P ποικ.	P θερμ. x ημέρα	P ποικ. x ημέρα	P θερμ. x ποικ	P θερμ. x ποικ x ημέρα
h°	ns	***	***	ns	**	ns	ns

ns :μη σημαντικό, * σημαντικό $P < 0,05$, ** σημαντικό $P < 0,01$, *** σημαντικό $P < 0,001$.

3.3. Παράμετρος C - σε περιοχή πράσινου χρώματος



Διάγραμμα 3.3. Παράμετρος C χρώματος για τις ποικιλίες Orange Red και Orange Ruby, για τις διάφορες ημέρες συντήρησης (7,14, 21, 28) σε θερμοκρασία 1 και 5 °C. Οι μπάρες που δε συνδέονται με το ίδιο γράμμα έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά κατά Tukey HSD ($\alpha = 0.050$, $Q = 3, 78834$)

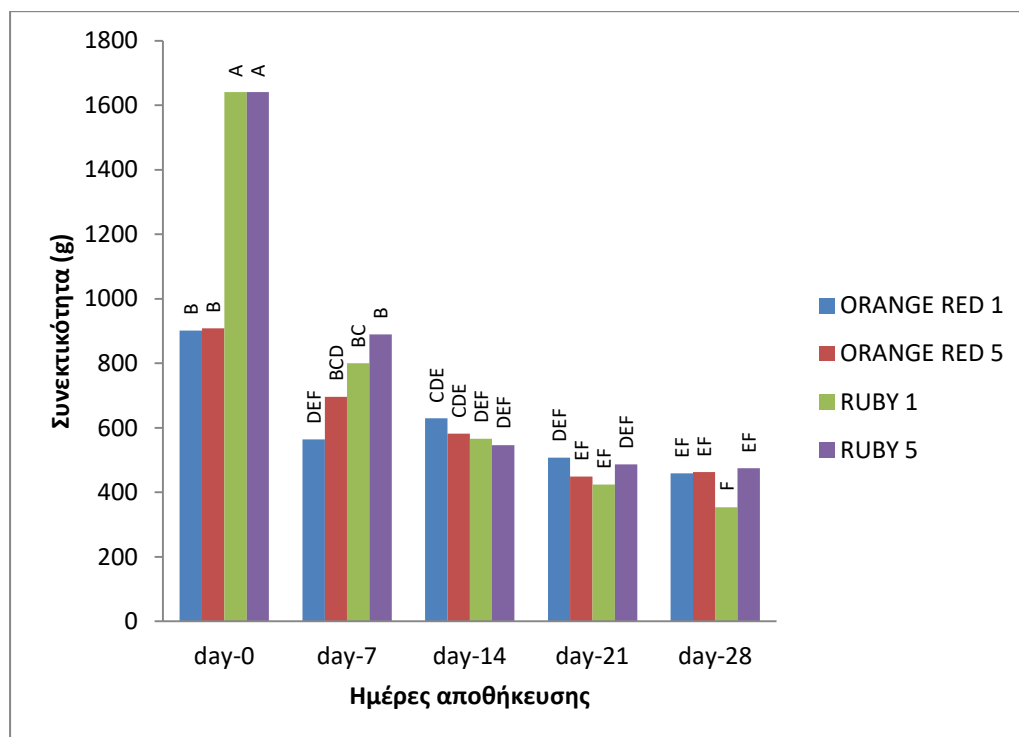
Κατά τη συγκομιδή των καρπών ο παράγοντας C του πράσινου χρώματος σημειώνει τιμές για την ποικιλία Orange Red 51,99 για τον 1°C και 50,79 στους 5°C, ενώ για την Orange Ruby 43,3 για τον 1 °C και 43,2 για τους 5 °C. Το εύρος τιμών που συναντάμε κατά τη διάρκεια της συντήρησης είναι για την ποικιλία Orange Red 43-52, ενώ για την Orange Ruby για 41-48. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης έδειξαν πως η θερμοκρασία είναι στατιστικά σημαντική μεταξύ των δύο ποικιλιών και στις δύο θερμοκρασίες, αλλά όχι εντός των ποικιλιών. Ως προς την ποικιλία οι ημέρες συντήρησης, αποτελούν στατιστικά σημαντικό παράγοντα, όπου διαφορές εμφανίζονται σε όλες τις ημέρες πλην της 14^{ης} και της 28^{ης} στον 1°C ενώ στους 5°C διαφέρουν στατιστικά όλες τις ημέρες πλην της 28^{ης}.

Πίνακας 3.3. . Επίδραση της θερμοκρασίας (P θερμ.), της ημέρας συντήρησης (P ημέρα), της ποικιλίας (P ποικ.) και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων στον παράγοντα του χρώματος C.

	P θερμ.	P ημέρας	P ποικ.	P θερμ. x ημέρα	P ποικ. x ημέρα	P θερμ. x ποικ	P θερμ x ποικ x ημέρα
C	*	*	***	*	*	ns	ns

ns :μη σημαντικό, * σημαντικό $P < 0,05$, ** σημαντικό $P < 0,01$, *** σημαντικό $P < 0,001$.

3.4. Παραμόρφωση καρπών



Διάγραμμα 3.4. Προσδιορισμός παραμόρφωσης (g) των βερίκοκων για τις ποικιλίες Orange Red και Orange Ruby, για τις διάφορες ημέρες συντήρησης (7,14, 21, 28) σε θερμοκρασία 1 και 5 °C. Οι μπάρες που δε συνδέονται με το ίδιο γράμμα έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά κατά Tukey HSD ($\alpha= 0.050$, $Q= 3$, 78834)

Η ελαστικότητα των καρπών εκφράστηκε σε δύναμη που ασκήθηκε στους καρπούς σε γραμμάρια. Την ημέρα της συγκομιδή των καρπών η δύναμη που ασκήθηκε σημειώνει τιμές για την ποικιλία Orange Red 901,11 για τον 1°C και 908,00 στους 5°C, ενώ για την Orange Ruby 1640,28 για τον 1°C και 1635 στους 5°C. Το εύρος τιμών που συναντάμε κατά τη διάρκεια της συντήρησης είναι για την ποικιλία Orange Red 460-908 g, ενώ για την Orange Ruby για 352-1640 g (Διάγραμμα 3.4.).Και στις δύο ποικιλίες παρατηρούμε να σημειώνεται μια πτωτική τάση των μέσων όρων και στις δύο θερμοκρασίες κατά την συντήρηση. Ωστόσο κατά τη συντήρηση δε φαίνεται η θερμοκρασία να αποτελεί παράγοντα σημαντικό. Οι ημέρες συντήρησης στην ποικιλία Orange Red φαίνεται να σημειώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά στους μέσους όρους για τον 1°C στην ημέρα συγκομιδής σε

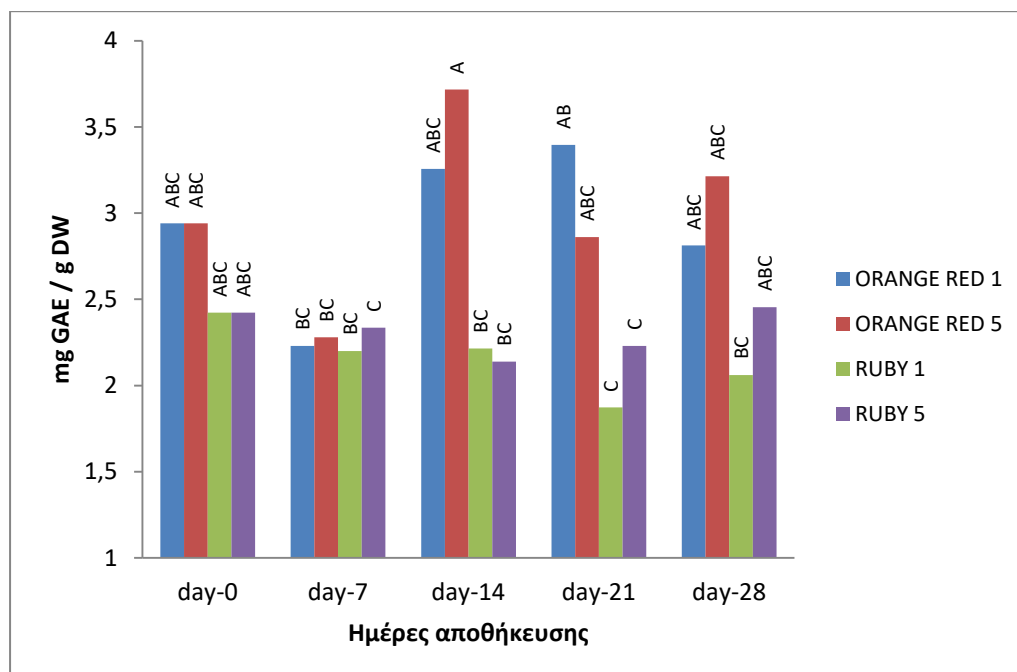
σχέση με τις λοιπές ημέρες δειγματοληψίας και στους 5°C την ημέρα συγκομιδής με τις λοιπές ημέρες πλην της 7^{ης}. Αντίστοιχα στην Orange Ruby οι ημέρες συντήρησης σημειώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά στους μέσους όρους για τον 1°C την ημέρα συγκομιδής σε σχέση με τις λοιπές ημέρες, αλλά και η 28^η μέρα με την 7^η, ενώ στους 5°C την ημέρα συγκομιδής σε σχέση με τις λοιπές ημέρες. Οι παρατηρήσεις αυτές επιβεβαιώνονται και από την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων (Πίνακας 3.4.).

Πίνακας 3.4. . Επίδραση της θερμοκρασίας (P θερμ.), της ημέρας συντήρησης (P ημέρα), της ποικιλίας (P ποικ.) και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων στον παράγοντα της συνεκτικότητας του καρπού.

	P θερμ.	P ημέρας	P ποικ.	P θερμ. x ημέρα	P ποικ. x ημέρα	P θερμ. x ποικ	P θερμ x ποικ x ημέρα
Συνεκτικότη ητα	ns	***	ns	ns	***	ns	ns

ns :μη σημαντικό, * σημαντικό $P < 0,05$, ** σημαντικό $P < 0,01$, *** σημαντικό $P < 0,001$.

3.5. Προσδιορισμός των ολικών φαινολικών (TP)



Διάγραμμα 3.5. Προσδιορισμός των ολικών φαινολικών (TP) επί ξηρού βάρους των βερίκοκων για τις ποικιλίες Orange Red και Orange Ruby, για τις διάφορες ημέρες συντήρησης (7,14, 21, 28) σε θερμοκρασία 1 και 5 °C. Οι μπάρες που δε συνδέονται με το ίδιο γράμμα έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά κατά Tukey HSD ($\alpha= 0.050$, $Q= 3, 78834$)

Την ημέρα της συγκομιδής η συγκέντρωση των καρπών σε ολικά φαινολικά συστατικά σημειώνει τιμές για την ποικιλία Orange Red 2,94 mg GAE/g DW και για την Ruby 2,42 mg GAE/g DW (Διάγραμμα 3.5). Αξίζει να σημειωθεί ωστόσο, ότι τα βερίκοκα παρουσίασαν διακυμάνσεις κατά τη συντήρησή τους, οι οποίες για την ποικιλία Orange Red ήταν μεταξύ των επιπέδων 3,40-3,72 mg GAE/g DW, ενώ για την Orange Ruby και 1,8-2,45 mg GAE/g DW. Κατά τη συντήρηση υπάρχει μία τάση αύξησης των φαινολικών στην Orange Red και μείωσης στην Orange Ruby οι οποίες όμως δεν είναι σημαντικές για την κάθε ποικιλία. Οι παρουσιαζόμενες αυξομειώσεις δεν συνετέλεσαν ούτε σε σημαντικές διαφορές μεταξύ των θερμοκρασιών στην κάθε ποικιλία. Η ποικιλία Orange Red παρουσίασε μεγαλύτερες τιμές κατά τη συντήρηση από την Orange Ruby, κατά μέσο όρο, αλλά οι διαφορές δεν ήταν σημαντικές για κάθε ημέρα. Εξαιρέση αποτέλεσαν οι σημαντικές διαφορές μεταξύ της Orange Red την 14^η ημέρα στους 5 °C από την ίδια ποικιλία την 7^η ημέρα

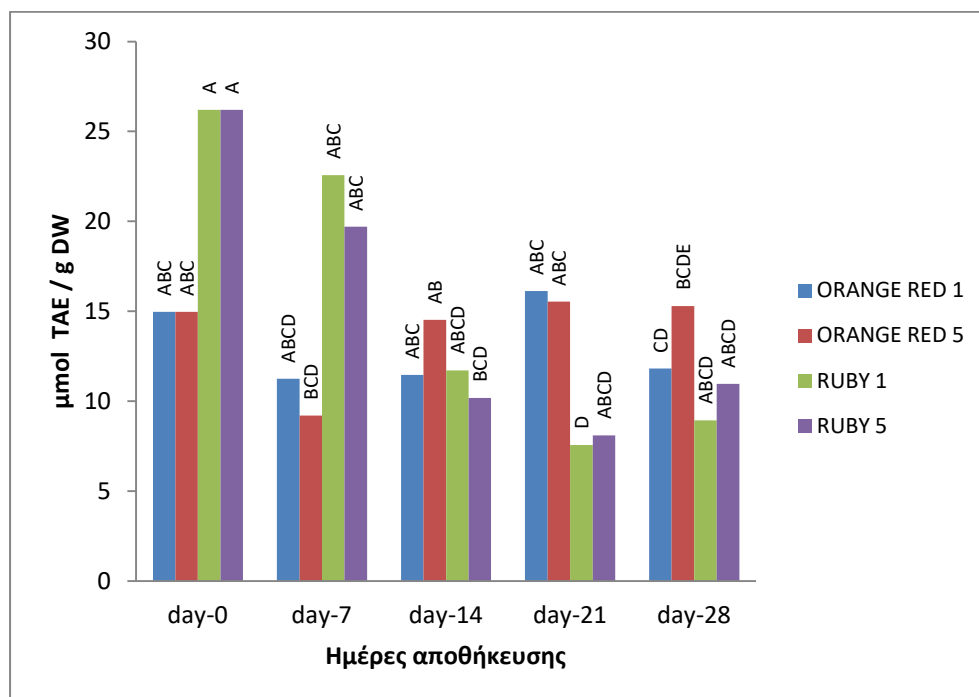
συντήρησης και στις δύο θερμοκρασίες, καθώς και από την Orange Ruby την 7^η, 14^η και 21^η συντήρησης και στις δύο θερμοκρασίες και από την 28^η ημέρα συντήρησης της Orange Ruby στον 1 °C. Οι παρατηρήσεις αυτές επιβεβαιώνονται και από την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων (Πίνακας 3.5).

Πίνακας 3.5. . Επίδραση της θερμοκρασίας (P θερμ.), της ημέρας συντήρησης (P ημέρα), της ποικιλίας (P ποικ.) και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων στα ολικά φαινολικά του καρπού.

	P θερμ.	P ημέρας	P ποικ.	P θερμ. x ημέρα	P ποικ. x ημέρα	P θερμ. x ποικ	P θερμ x ποικ x ημέρα
Ολικά φαινολικά	ns	**	***	ns	*	ns	ns

ns :μη σημαντικό, * σημαντικό $P < 0,05$, ** σημαντικό $P < 0,01$, *** σημαντικό $P < 0,001$.

3.6. Προσδιορισμός ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας- Μέθοδος DPPH



Διάγραμμα 3.6. Προσδιορισμός ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (Tant) με τη μέθοδο DPPH επί ξηρού βάρους των βερίκοκων για τις ποικιλίες Orange Red και Orange Ruby, για τις διάφορες ημέρες συντήρησης (7,14, 21, 28) σε θερμοκρασία 1 και 5 °C. Οι μπάρες που δε συνδέονται με το ίδιο γράμμα έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά κατά Tukey HSD ($\alpha= 0.050$, $Q= 3, 78834$)

Κατά τη συγκομιδή η συγκέντρωση της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας των καρπών σημειώνει τιμές για την ποικιλία Orange Red 14,98 $\mu\text{mol TAE/g DW}$ με εύρος τιμών 9,21-16,14 $\mu\text{mol TAE/g DW}$ και για την Orange Ruby 26,20 $\mu\text{mol TAE/g DW}$ με εύρος τιμών 7,56-26,20 $\mu\text{mol TAE/g DW}$. Η διαφορά των τιμών μεταξύ των δύο ποικιλιών την ημέρα συγκομιδής οφείλεται στη μεγάλη διακύμανση των μέσων όρων. Η ποικιλία δε φαίνεται να έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στη συγκέντρωση. Παράλληλα τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η ποικιλία Orange Ruby έχει τάση πτωτική και γίνεται στατιστικά σημαντική την 21^η ημέρα μετά τη συγκομιδή στον 1 °C. Η θερμοκρασία δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική επίδραση καθ' όλη τη διάρκεια της συντήρησης και στις δύο ποικιλίες καθώς οι διαφορές στις τιμές δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Στην ποικιλία Orange Red οι αυξομειώσεις μεταξύ των θερμοκρασιών και μεταξύ των ημερών δεν παρουσιάζουν

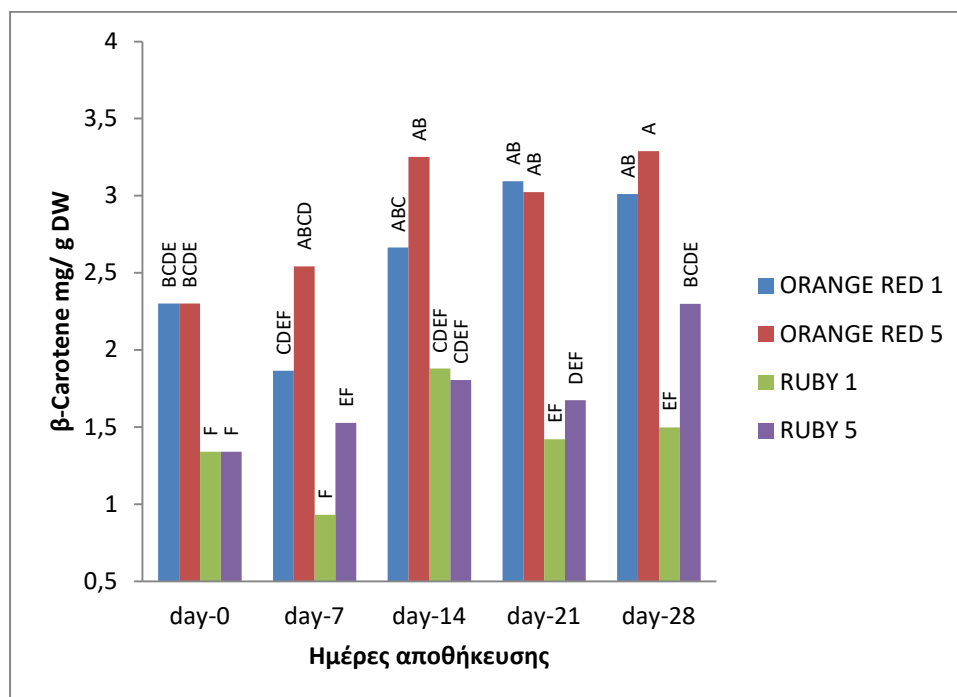
στατιστικά σημαντική διαφορά. Ωστόσο, στην Orange Ruby, σημαντική μείωση στις τιμές κατά τη διάρκεια συντήρησης. Οι παρατηρήσεις αυτές επιβεβαιώνονται και από την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων (Πίνακας 3.6.).

Πίνακας 3.6. . Επίδραση της θερμοκρασίας (P θερμ.), της ημέρας συντήρησης (P ημέρα), της ποικιλίας (P ποικ.) και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων στα ολικά αντιοξειδωτικά του καρπού.

	P θερμ.	P ημέρας	P ποικ.	P θερμ. x ημέρα	P ποικ. x ημέρα	P θερμ. x ποικ	P θερμ x ποικ x ημέρα
DPPH	ns	***	ns	***	***	ns	**

ns :μη σημαντικό, * σημαντικό $P < 0,05$, ** σημαντικό $P < 0,01$, *** σημαντικό $P < 0,001$.

3.7. Ολικά καροτενοειδή



Διάγραμμα 3.7. Προσδιορισμός των ολικών καροτενοειδών επί ξηρού βάρους των βερίκοκων για τις ποικιλίες Orange Red και Orange Ruby, για τις διάφορες ημέρες συντήρησης (7,14, 21, 28) σε θερμοκρασία 1 και 5 °C. Οι μπάρες που δε συνδέονται με το ίδιο γράμμα έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά κατά Tukey HSD ($\alpha=0.050$, $Q=3,78834$)

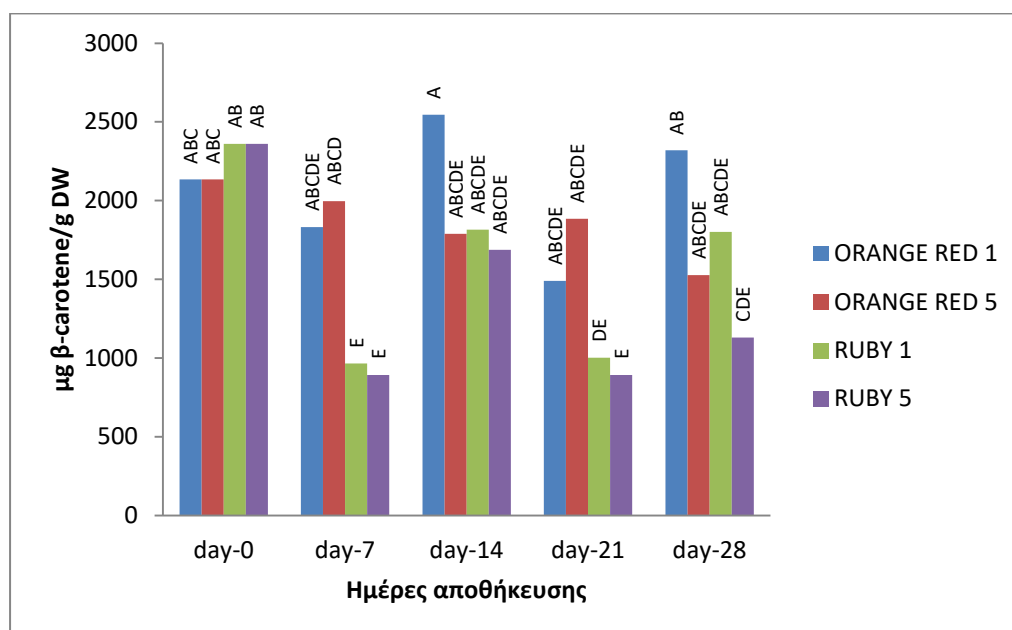
Η συγκέντρωση των ολικών καροτενοειδών συστατικών την ημέρα της συγκομιδής των καρπών σημειώνει τιμές για την ποικιλία Orange Red 2,30 mg β -Carotene/ g DW και για την Orange Ruby 1,34 mg β -Carotene/ g DW. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η ποικιλία Orange Red 1,87-3,29 mg β -carotene/ g DW υπερέχει στα ολικά καροτενοειδή από την Orange Ruby 0,93-2,30 mg β -carotene/ g DW από τη συγκομιδή έως το τέλος της αποθήκευσης. Η σταδιακή αύξηση των καροτενοειδών κατά τη συντήρηση γίνεται σημαντική και στις 2 ποικιλίες στους 5 °C μετά από 28 ημέρες, σε σχέση με τις αρχικές τους τιμές. Μετά από 28 ημέρες, στην κάθε θερμοκρασία ξεχωριστά, η Orange Red παρουσιάζει σημαντικά μεγαλύτερες τιμές από την Orange Ruby στην αντίστοιχη θερμοκρασία. Οι παρατηρήσεις αυτές επιβεβαιώνονται και από την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων (Πίνακας 3.7.).

Πίνακας 3.7. . Επίδραση της θερμοκρασίας (P θερμ.), της ημέρας συντήρησης (P ημέρα), της ποικιλίας (P ποικ.) και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων στα ολικά καροτενοειδή του καρπού.

	P θερμ.	P ημέρας	P ποικ.	P θερμ. x ημέρα	P ποικ. x ημέρα	P θερμ. x ποικ	P θερμ. x ποικ x ημέρα
Ολικά καροτενοειδή	***	***	***	ns	ns	ns	ns

ns :μη σημαντικό, * σημαντικό $P < 0,05$, ** σημαντικό $P < 0,01$, *** σημαντικό $P < 0,001$.

3.8. Προσδιορισμός β-καροτενίου



Διάγραμμα 3.8. Προσδιορισμός του β-καροτενίου επί ξηρού βάρους των βερίκοκων για τις ποικιλίες Orange Red και Orange Ruby, για τις διάφορες ημέρες συντήρησης (7,14, 21, 28) σε θερμοκρασία 1 και 5 °C. Οι μπάρες που δε συνδέονται με το ίδιο γράμμα έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά κατά Tukey HSD ($\alpha= 0.050$, $Q= 3$, 78834)

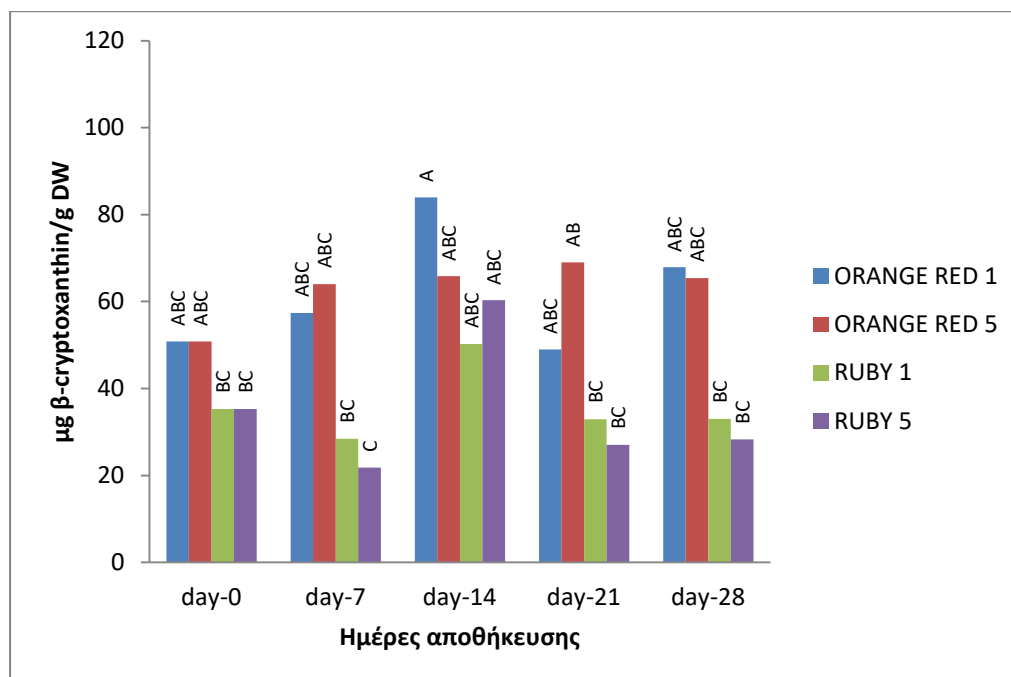
Η συγκέντρωση του β-καροτενίου την ημέρα της συγκομιδής των καρπών βρέθηκε να είναι για την ποικιλία Orange Red 2134,20 μg β-Carotene/ g DW και σημείωσε εύρος τιμών κατά τη συντήρηση 1527,14 - 2545,88 μg β-carotene/g DW και για την Orange Ruby 2359,7 μg β-Carotene/g DW με εύρος τιμών 891,3-2359,7 μg β-carotene/g DW. Οι 2 ποικιλίες είχαν αρχικές παρόμοιες συγκεντρώσεις β-καροτενίου, ενώ μετά από 7 ημέρες συντήρησης η Orange Ruby σημείωσε σημαντική μείωση, παρόμοια και στις 2 θερμοκρασίες, περίπου στο 50% των αρχικών τιμών. Οι περαιτέρω αυξομειώσεις της Orange Ruby ήταν μεταξύ των τιμών 0 και 7 ημερών συντήρησης. Στην Orange Red οι αυξομειώσεις μετά από 7 ημέρες συντήρησης συνετέλεσαν στην σημαντικά υπεροχή της Orange Red στους 1 °C έναντι της Orange Ruby στους 5 °C. Οι παρατηρήσεις αυτές επιβεβαιώνονται και από την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων (Πίνακας 3.8.).

Πίνακας 3.8. . Επίδραση της θερμοκρασίας (P θερμ.), της ημέρας συντήρησης (P ημέρα), της ποικιλίας (P ποικ.) και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων στη συγκέντρωση β-καροτενίου στον καρπό.

	P θερμ.	P ημέρας	P ποικ.	P θερμ. x ημέρα	P ποικ. x ημέρα	P θερμ. x ποικ	P θερμ x ποικ x ημέρα
β-καροτένιο	ns	**	**	ns	ns	ns	ns

ns :μη σημαντικό, * σημαντικό $P < 0,05$, ** σημαντικό $P < 0,01$, *** σημαντικό $P < 0,001$.

3.9. Προσδιορισμός β-κρυπτοξανθίνης



Διάγραμμα 3.9. Προσδιορισμός της β-κρυπτοξανθίνης επί ξηρού βάρους των βερίκοκων για τις ποικιλίες Orange Red και Orange Ruby, για τις διάφορες ημέρες συντήρησης (7,14, 21, 28) σε θερμοκρασία 1°C και 5 °C. Οι μπάρες που δε συνδέονται με το ίδιο γράμμα έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά κατά Tukey HSD ($\alpha= 0.050$, $Q= 3, 78834$)

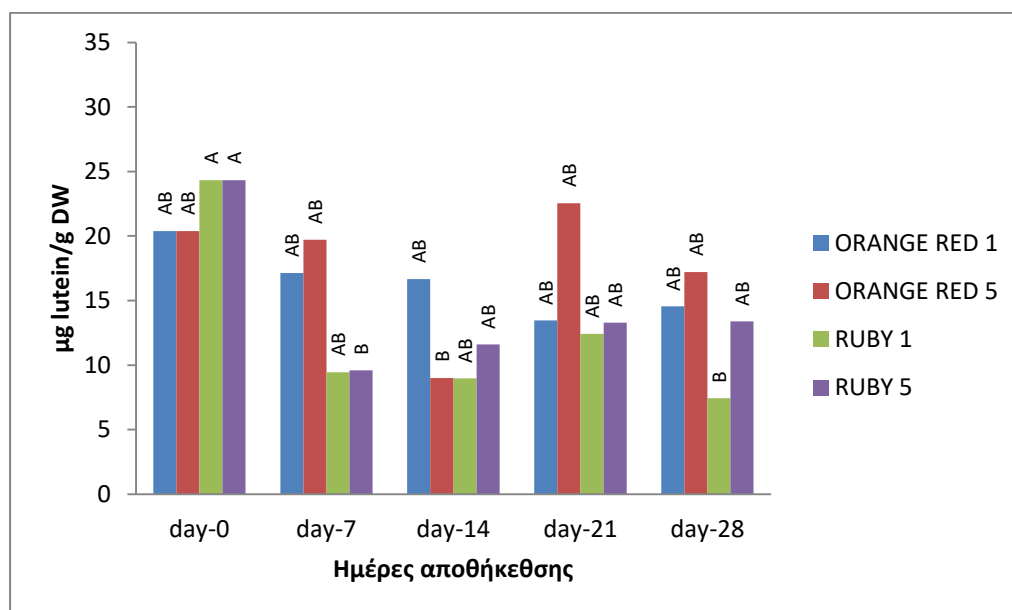
Η συγκέντρωση της β-κρυπτοξανθίνης κατά την ημέρα της συγκομιδής των καρπών βρέθηκε να είναι για την ποικιλία Orange Red 50,79 μg β-cryptoxanthin/g DW και για την Orange Ruby 35,3 μg β-cryptoxanthin/g DW. Από το Διάγραμμα 3.9. λαμβάνουμε πληροφορίες για το εύρος με τιμές συγκέντρωσης για την Orange Red 49,02-83,95 μg β-cryptoxanthin/g DW και για την Orange Ruby 21,8-60,3 μg β-cryptoxanthin/g DW. Και σε αυτή την περίπτωση και οι 2 ποικιλίες είχαν αρχικές παρόμοιες συγκεντρώσεις β-κρυπτοξανθίνης, ενώ μετά από 14 ημέρες συντήρησης η Orange Ruby σημείωσε σημαντική αύξηση, παρόμοια και στις 2 θερμοκρασίες. Στην Orange Red οι αυξομειώσεις μετά από 14 ημέρες συντήρησης συνετέλεσαν στην σημαντικά υπεροχή της Orange Red στους 1 °C έναντι της Orange Ruby στους 5 °C. Οι παρατηρήσεις αυτές επιβεβαιώνονται και από την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων (Πίνακας 3.9.).

Πίνακας 3.9. Επίδραση της θερμοκρασίας (P θερμ.), της ημέρας συντήρησης (P ημέρα), της ποικιλίας (P ποικ.) και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων στη συγκέντρωση β- κρυπτοξανθίνη στον καρπό.

	P θερμ.	P ημέρας	P ποικ.	P θερμ. x ημέρα	P ποικ. x ημέρα	P θερμ. x ποικ	P θερμ. x ποικ x ημέρα
β- κρυπτοξανθίνη	ns	**	***	ns	ns	ns	ns

ns :μη σημαντικό, * σημαντικό $P < 0,05$, ** σημαντικό $P < 0,01$, *** σημαντικό $P < 0,001$.

3.10. Προσδιορισμός λουτεΐνης



Διάγραμμα 3.10. Προσδιορισμός της λουτεΐνης επί ξηρού βάρους των βερίκοκων για τις ποικιλίες Orange Red και Orange Ruby, για τις διάφορες ημέρες συντήρησης (7,14, 21, 28) σε θερμοκρασία 1 και 5 °C. Οι μπάρες που δε συνδέονται με το ίδιο γράμμα έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά κατά Tukey HSD ($\alpha = 0.050$, $Q = 3,78834$)

Την ημέρα της συγκομιδής η συγκέντρωση της λουτεΐνης βρέθηκε να είναι για την ποικιλία Orange Red 20,37 $\mu\text{g lutein/g DW}$ και για την Orange Ruby 24,3 $\mu\text{g lutein/g DW}$. Σε γενική εικόνα η συγκέντρωση της λουτεΐνης κυμαίνεται για την Orange Red και 9,00-22,54 $\mu\text{g lutein/g DW}$ και για την Orange Ruby 9,00-24,35 $\mu\text{g lutein/g DW}$. Και σε αυτή την περίπτωση και οι 2 ποικιλίες είχαν αρχικές παρόμοιες συγκεντρώσεις λουτεΐνης, , ενώ μετά από 7 ημέρες συντήρησης η Orange Ruby σημείωσε σημαντική μείωση. Αντίστοιχα αυτής της τάξης μείωση παρατηρούμε και στην Orange Red την 14^η ημέρα στους 5 °C η οποία ωστόσο αναπληρώνεται στην 21^η ημέρα συντήρησης. Ως προς τη θερμοκρασία δεν παρατηρείται καμιά στατιστικά σημαντική διαφορά και στις δύο θερμοκρασίες και στις δύο ποικιλίες. Οι παρατηρήσεις αυτές επιβεβαιώνονται και από την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων (Πίνακας 3.10.).

Πίνακας 3.10. . Επίδραση της θερμοκρασίας (P θερμ.), της ημέρας συντήρησης (P ημέρα), της ποικιλίας (P ποικ.) και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων στη συγκέντρωση λουτεΐνης στον καρπό.

	P θερμ.	P ημέρας	P ποικ.	P θερμ. x ημέρα	P ποικ. x ημέρα	P θερμ. x ποικ	P θερμ x ποικ x ημέρα
Λουτεΐνη	ns	***	**	ns	*	ns	ns

ns :μη σημαντικό, * σημαντικό $P < 0,05$, ** σημαντικό $P < 0,01$, *** σημαντικό $P < 0,001$.

4. Συζήτηση – Συμπεράσματα

Τα βερίκοκα είναι νωποί καρποί που έχουν τη δυνατότητα να ωριμάζουν και μετά τη συγκομιδή τους (κλιμακτηριακός καρπός), συνεπώς μπορούν να συγκομιστούν σε στάδιο πριν την πλήρη ωρίμανσή τους, και να αναπτύξουν πολλά από τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά στη συνέχεια (Πάσσαμ κ.α., 2015). Ωστόσο η φυτοχημική περιεκτικότητα των φρούτων επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως ο γονότυπος, οι κλιματολογικές συνθήκες, οι καλλιεργητικές πρακτικές, ο χρόνος συγκομιδής και οι συνθήκες μετά τη συγκομιδή (Cantin et al., 2009).

Σε έρευνα των Crisosto et al. (2016) αναφέρει πως οι καρποί του βερίκοκου σπάνια αποθηκεύονται σε μεγάλες ποσότητες, αν και διατηρούνται για 1 έως 2 εβδομάδες (ή ακόμα και 3 έως 4 εβδομάδες, ανάλογα με την ποικιλία) στους -0,5 έως 0 °C με RH 90 έως 95% (Crisosto et al., 2016).

Οι αντιοξειδωτικές ουσίες των οπωροκηπευτικών μεταβάλλονται μετά τη συγκομιδή του προϊόντος ανάλογα με το φυτικό είδος, τη φύση του αντιοξειδωτικού και τους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς. Οι μεταβολές των αντιοξειδωτικών μπορεί να είναι αυξητικές λόγω της de novo σύνθεσής τους ή μειούμενες λόγω της καταστροφής-αποδόμησής τους μέσω διαφόρων μηχανισμών (π.χ. οξείδωση). Τα δυο αυτά φαινόμενα μπορεί να συμβαίνουν ταυτόχρονα και η τελική μεταβολή εξαρτάται από το πιο φαινόμενο συμβαίνει σε μεγαλύτερη ένταση. Σημαντικοί μετασυλλεκτικοί παράγοντες που επηρεάζουν τις αλλαγές στα αντιοξειδωτικά είναι η θερμοκρασία, ο χρόνος και η ατμόσφαιρα συντήρησης (Πάσσαμ κ.α., 2015).

Στην έρευνα αυτή όπως διαπιστώθηκε δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά στις τιμές της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών με την επίδραση της θερμοκρασίας και στις δύο ποικιλίες. Ωστόσο, η συγκέντρωση στα ολικά φαινολικά της Orange Red ήταν κατά μέσο όρο σε υψηλότερα επίπεδα από της Orange Ruby και παρουσιάζει μεγαλύτερη σταθερότητα των τιμών κατά τη συντήρηση με μια μικρή πτώση την 7^η ημέρα. Αντίθετα η Orange Ruby σημειώνει πτωτική τάση κατά τη συντήρηση των 28 ημερών.

Ως προς τον προσδιορισμό της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας παρατηρείται για την ποικιλία Orange Red η συγκέντρωση παραμένει καθ' όλη τη διάρκεια της αποθήκευσης των 28 ημερών ανεξαρτήτως θερμοκρασιών, χωρίς καμία επίδραση της θερμοκρασίας στις αυξομειώσεις των ποικιλιών. Αντίθετα η ποικιλία Orange Ruby

ακολουθεί πτωτική τάση κατά την αποθήκευση. Και εδώ η θερμοκρασία φαίνεται να μην επηρεάζει στατιστικά σημαντικά.

Σε σχέση με την περίοδο συγκομιδής και την επεξεργασία αποθήκευσης, τα αποτελέσματα της ANOVA στην έρευνα των Leccese et al. (2012) έδειξαν ότι το αντιοξειδωτικό δυναμικό των φρούτων βερίκοκου σχετίζεται επίσης με τις περιβαλλοντικές συνθήκες και μπορεί να επηρεαστεί από την αλληλεπίδραση μεταξύ γονότυπου, έτους και αποθήκευσης. Το πιο σημαντικό μέρος της συνολικής αντιοξειδωτικής και της συνολικής μεταβλητότητας των φαινολών είναι πιθανό να αποδοθεί στα γενετικά χαρακτηριστικά κάθε ποικιλίας (Leccese et al. 2012).

Σε έρευνα των Leccese et al. (2012) η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα, οι συνολικές φαινόλες και επιλεγμένα μορφολογικά χαρακτηριστικά φρέσκων καρπών βερίκοκων που ανήκουν σε 12 γονότυπους διερευνήθηκαν για μια περίοδο 3 ετών. Αυτές οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν σε βερίκοκα μετά από 7 και 14 ημέρες στους ψυκτικούς χώρους αποθήκευσης 4°C. Η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα και οι συνολικές φαινολικές ενώσεις κυμαίνονταν από $5,7 \pm 0,5$ έως $49,65 \pm 3,65$ $\mu\text{mol TAE/g DW}$ και από $1,1 \pm 0,05$ έως $6,85 \pm 0,55$ mg GAE/g DW αντίστοιχα. Οι συγκεντρώσεις των Leccese et al. (2012) ωστόσο ως προς τις μέγιστες τιμές αποδεικνύονται αρκετά μικρότερες από εκείνες των Orange Red και Orange Ruby (Leccese et al. 2012).

Η πιο ευαίσθητη στην αποθήκευση παράμετρος ήταν η συνεκτικότητα των φρούτων, ενώ το αντιοξειδωτικό επίπεδο διατηρήθηκε κατά την αποθήκευση. Η επιρροή του γονότυπου στην ποιότητα των φρούτων, η οποία καθορίζει μορφολογικές και θρεπτικές ιδιότητες, επισημάνθηκε από την ανάλυση της διακύμανσης και την ανάλυση των κύριων συστατικών. Σε αντίστοιχα αποτελέσματα με τα δεδομένα των Leccese et al. (2012) καταλήγει και αυτή η έρευνα για τις ποικιλίες Orange Red και Orange Ruby (Leccese et al. 2012).

Στην έρευνα των Leccese et al. (2012) η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) και οι συνολικές φαινόλες (TP) διατηρήθηκαν κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης σταθερά. Η αύξηση των TAC και TP περίπου 30% στα βερίκοκα που αποθηκεύτηκαν για 14 ημέρες εξηγείται εν μέρει από μια απώλεια βάρους 15% μετά από 14 ημέρες αποθήκευσης για αυτόν τον γονότυπο (Leccese et al. 2012).

Επιπλέον, η αύξηση των ολικών φαινολικών στην εργασία των Leccese et al. (2012) μπορεί να οφείλεται στη σύνθεση φαινολικών, πιθανώς λόγω καταπόνησης στην χαμηλή θερμοκρασία, όπως έχει παρατηρηθεί και σε ροδάκινα (Tsantili et al.,

2010). Στην παρούσα όμως εργασία, τα αποτελέσματα παρουσιάστηκαν επί ξηρού βάρους, ώστε να μην επηρεάζονται από την απώλεια βάρους. Γενικότερα, υπάρχει διαφωνία στο εάν οι χαμηλές ή οι λιγότερο χαμηλές θερμοκρασίες ευνοούν τη σύνθεση των φαινολικών ουσιών, όπως σε λαχανικά (Πασσαμ κ.α., 2015) ή φράουλες (Shin et al., 2007). Τέλος, υπάρχουν και παραδείγματα όπου η αλλαγή της θερμοκρασίας από χαμηλή σε υψηλή να ευνοεί την αύξηση των φαινολικών.

Σύμφωνα με άλλη μελέτη σε βερίκοκα της Drogoudi et al (2008), η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα συσχετίστηκε καλύτερα με τη συνολική περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις έναντι των ολικών καροτενοειδών σε ποικιλίες βερίκοκων και διαπιστώθηκαν αδύναμοι συσχετισμοί μεταξύ του χρώματος του δέρματος των φρούτων και των αντιοξειδωτικών περιεχομένων στον ιστό της σάρκας. Αυτό εξηγείται γιατί οι μέθοδοι μέτρησης (Folin Ciocalteu, DPPH) είναι παρόμοιες, και ειδικά όταν η αντιοξειδωτική ικανότητα των φρούτων εξαρτάται κύρια από φαινολικές ενώσεις (Drogoudi et al., 2008). Ωστόσο, όταν συσχετίζονται ποικιλίες οι οποίες παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές στις συγκεντρώσεις καροτενοειδών και φαινολικών, η συσχέτιση της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας εξαρτάται και από τις δύο κατηγορίες ουσιών, το ασκορβικό οξύ κλπ, όπως φαίνεται σε άλλη εργασία βερίκοκων (Kafkaletou et al., 2019).

Στην έρευνα των Kafkaletou et al.(2019), οι τιμές TAC έδειξαν υψηλή διακύμανση μεταξύ ποικιλιών και οι μετρούμενες τιμές κυμαίνονταν από 1,53 έως 3,35 $\mu\text{mol TAE/g DW}$ με μέθοδο DPPH. Το περιεχόμενο TP των ποικιλιών που μελετήθηκαν κυμαινόταν από 1,68 έως 5,67 $\text{mg GAE g}^{-1} \text{DW}$. Το β -καροτένιο ήταν το κύριο καροτενοειδές που περιελάμβανε το 87-97% 32,82 έως 131 $\mu\text{g } \beta\text{-carotene/g DW}$ της συνολικής περιεκτικότητας ποσοτικών ενώσεων για κάθε ποικιλία. Η λουτεΐνη ποσοτικοποιήθηκε στο εύρος των 1,09-7,3 mg lutein/g DW και η β -κρυπτοξανθίνη ήταν η δευτερεύουσα και η πιο ποικίλη καροτενοειδής από 0,035 έως 0,515 $\mu\text{g } \beta\text{-cryptoxanthin/g DW}$. Οι συγκεντρώσεις υπολογίστηκαν κατά προσέγγιση σύμφωνα με την αναλογία ξηρού βάρους προς νερό (1/5-1/6).

Στην έρευνα των Aubert et al.(2010) ποικιλία βερίκοκου αποθηκεύτηκε στον 1 °C για έως 3 εβδομάδες και στη συνέχεια υποβλήθηκαν σε ωρίμανση μετά τη συγκομιδή σε θαλάμους ωρίμανσης στους 20 °C και 60-70% RH έως 7 ημέρες. Οι φυσιολογικές αλλαγές περιελάμβαναν σημαντική μείωση της σταθερότητας τόσο κατά την αποθήκευση όσο και μετά τη συγκομιδή, ενώ τα επίπεδα των διαλυτών

στερεών και της αντιοξειδωτικής ικανότητας TA βρέθηκαν να είναι σταθερά και στις δύο παραπάνω επεμβάσεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν επίσης ότι, ανεξάρτητα από το αρχικό τους στάδιο ωριμότητας κατά τη συγκομιδή, οι ρυθμοί μαλακώματος των βερίκοκων κατά την αποθήκευση και / ή μετά τη συγκομιδή ήταν πολύ συγκρίσιμοι.

Σε παρόμοια έρευνα, η Drogoudi οι συνεργάτες της (2008) όπου μελετούν 29 ποικιλίες βερίκοκου ελληνικής και αμερικανικής προέλευσης και τα υβρίδιά τους Παρατηρήθηκε αξιοσημείωτη διακύμανση στη συνολική περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις 1,5 έως 37 mg ισοδυνάμου γαλλικού οξέος g-1 DW₂ με τις αμερικανικής προέλευσης ποικιλίες Robada και NJA2 και της νέας ποικιλίας Nike που παρουσιάζει τις καλύτερες τιμές. Στην ίδια εργασία, η ποικιλία Tomcot and hybrid 467/99 είχε την υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικές καροτενοειδείς ενώσεις 0,189 mg-ισοδύναμο καροτένιο/g DW, το οποίο ήταν έως και τέσσερις φορές μεγαλύτερο σε σύγκριση με τους υπόλοιπους μελετώμενους γονότυπους. Επίσης, σε σύγκριση με άλλη μελέτη τεσσάρων Ελληνικών και τεσσάρων ξενικών ποικιλιών (Kafkaletou et al., 2019), τα παρόντα αποτελέσματα των TP είναι κοντά στα χαμηλότερα επίπεδα των οκτώ ποικιλιών, ωστόσο η TAC της Orange Red είναι κοντά στις ψηλότερες τιμές των οκτώ ποικιλιών, ενώ η TAC της Orange Ruby υπερέρχει κατά πολύ όλων των ποικιλιών τις πρώτες 7 ημέρες συντήρησης.

Η βιβλιογραφία αναφέρει πως η ημερήσια πρόσληψη καροτενοειδών μπορεί να επιτευχθεί μόνο με την κατανάλωση φρούτων και λαχανικών (100 - 200g την ημέρα) με ιδιαίτερα υψηλή περιεκτικότητα σε καροτενοειδή. Τα βερίκοκα, με περιεκτικότητα σε καροτενοειδή κοντά στα 2mg ανά 100g, ανήκουν στα πιο πλούσια σε καροτενοειδή φρούτα (De Rigal et al., 2000). Η Drogoudi (2008) και οι συνεργάτες της αναφέρουν ακόμα πως, η περιεκτικότητα σε καροτενοειδή στα φρούτα βερίκοκου έχει αποδειχθεί ότι συσχετίζεται άμεσα με το χρώμα του δέρματος και της σάρκας, με τα βερίκοκα με πορτοκαλί σάρκα να περιέχουν υψηλότερα επίπεδα καροτενοειδών από αυτά της λευκής σάρκας. Στην περίπτωση των ποικιλιών που εξετάζουμε, αμφότερες και οι δύο ποικιλίες βρεθήκαν να έχουν σάρκα πορτοκαλί, ωστόσο η ποικιλία Orange Red φαίνεται να υπερτερεί ως προς τη συγκέντρωση των καροτενοειδών. Το ίδιο παρατηρείται και με τις διαφορές των καροτενοειδών σε άλλη εργασία (Kafkaletou et al., 2019).

Το εύρος τιμών ολικών καροτενοειδών της ποικιλίας Orange Red κυμαίνεται από 1,87-3,29 mg β-carotene/ g DW. Οι καρποί όμως της ποικιλίας Orange Ruby διαφέρουν κατά πολύ στη συγκέντρωση των ολικών καροτενοειδών 0,93-2,30 mg β-carotene/ g DW, τιμές χαμηλότερες σχεδόν 50% της Orange Red, και μέγιστη τιμή και 2,30 mg β-Carotene/ g DW κατά την αποθήκευση στους 5 °C. Από τη βιβλιογραφία γνωρίζουμε πως η ωρίμανση του κλιμακτηριακού καρπού του βερίκοκου συνοδεύεται από αυξημένη βιοσύνθεση καροτενοειδών αλλά και οι καροτενοειδείς ενώσεις ευνοούνται σε υψηλές θερμοκρασίες προκαλώντας τη σύνθεση αυτών ακόμη και μετά την αποθήκευση (Dutta et al.,2005), πράγμα που επιβεβαιώνεται και στο παρόν πείραμα , μεταξύ των θερμοκρασιών 5 °C και 1 °C.

Οι μεταβολές στο χρωματισμό των καρπών μετά τη συγκομιδή μπορεί να είναι ωφέλιμες ή επιζήμιες. Ωφέλιμες είναι οι αλλαγές που συνδυάζονται με την ωρίμανση των καρπών , στους οποίους η ανάπτυξη του χρώματος μπορεί να οφείλεται είτε σε αποδόμηση της χλωροφύλλης, που αποκαλύπτει τα χρώματα προϋπαρχόντων χρωστικών ουσιών, είτε σε de novo σύνθεση καροτενοειδών παράλληλα με την αποδόμηση της χλωροφύλλης (Πάσσαμ κ.α., 2015).

Το βαθμό των αλλαγών των χρωστικών ουσιών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης επηρεάζουν διάφοροι παράγοντες. Για παράδειγμα, το φως καθυστερεί την αποσύνθεση της χλωροφύλλης και προωθεί τη σύνθεση ανθοκυανινών, καροτενοειδών και λυκοπενίου. Η θερμοκρασία επίσης είναι ρυθμιστικός παράγοντας, π.χ. σε θερμοκρασίες πάνω από 30 °C αναστέλλεται η σύνθεση λυκοπενίου αλλά και β-καροτενίου στην τομάτα (Thomas & Jan, 1975), αν και στο καρπούζι σύνθεση λυκοπενίου έχει παρατηρηθεί σε θερμοκρασίες έως και 37 °C (Πάσσαμ κ.α., 2015).

Ο παράγοντας του χρώματος Hue (h°) μας δίνει την απόχρωση του καρπού. Παράλληλα ο παράγοντας C που προσδιορίζει τη χρωματική πυκνότητα. Και οι δύο παράγοντες σε αυτή την έρευνα μετρήθηκαν με βάση τις πράσινες περιοχές του καρπού και παρουσιάζουν μια σταθερότητα καθ' όλη τη διάρκεια της αποθήκευσης ανεξαρτήτως θερμοκρασίας συντήρησης. Ωστόσο, ο παράγοντας h° παρουσιάζει υψηλότερες τιμές στην ποικιλία Orange Red, ενώ ο παράγοντας C στην ποικιλία Orange Ruby. Οι τιμές αυτές και οι αλλαγές τους επιβεβαιώθηκαν και με οπτική εκτίμηση. Το πράσινο χρώμα και αποχρώσεις αυτού ήταν έντονα εμφανείς σε περιοχές κοντά στη ραφή και την κορυφή του καρπού της ποικιλίας Orange Ruby, ειδικά την ημέρα της συγκομιδής. Η Orange Ruby παρέμεινε στο πράσινο με

μεγαλύτερη συγκέντρωση στο χρώμα αυτό κατά τη συντήρηση, ενώ η Orange Red έχει κιτρινωπό χρωματισμό με μικρή συγκέντρωση πράσινου χρώματος.

Εικόνα 4. Orange Ruby (Αριστερά) και Orange Red (Δεξιά), Day 7



Η υφή των νωπών φρούτων αποτελεί σημαντικό ποιοτικό χαρακτηριστικό και ανάλογα με το είδος του προϊόντος η υφή χαρακτηρίζεται από ιδιότητες όπως είναι η συνεκτικότητα, η τραγανότητα, η σκληρότητα, το χυμώδες κ.ά. Η υποβάθμιση της υφής του προϊόντος επηρεάζεται από την απώλεια νερού αλλά και από μεταβολικές αλλαγές στα κυτταρικά τοιχώματα των ιστών. Στους καρπούς, οι μεταβολικές αλλαγές στα κυτταρικά τοιχώματα έχουν ιδιαίτερη σημασία για την υποβάθμιση της υφής τους (Πάσσαμ κ.α., 2015).

Το κυτταρικό τοίχωμα είναι ένα πολύπλοκο και ετερογενές στρώμα, πάχους μεταξύ 0,1 και 1 μm , που αποτελείται από μικροϊνίδια κυτταρίνης ενσωματωμένα σε ένα σε υψηλό βαθμό ενυδατωμένο πλέγμα από πηκτίνες και ημικυτταρίνες και ένα μικρό ποσοστό από δομικές πρωτεΐνες παρένθετες στο πλέγμα. Η υποβάθμιση της υφής και το μαλάκωμα των καρπών επηρεάζονται από την απώλεια νερού και, κυρίως, από μεταβολικές αλλαγές στα κυτταρικά τοιχώματα, οι οποίες σχετίζονται κυρίως με τη δομή του κυτταρικού τοιχώματος και τους δεσμούς μεταξύ των κυττάρων (Πάσσαμ κ.α., 2015).

Η συνεκτικότητα που παρουσιάζουν οι καρποί της ποικιλίας Orange Red τόσο στον 1 °C όσο και στους 5 °C παρουσιάζει μια σταθερά σταδιακά πτωτική τάση ανεξαρτήτως θερμοκρασίας με μικρές διακυμάνσεις στις τιμές από την ημέρα

συγκομιδής, 0,9 kg μέχρι το τέλος της αποθήκευσης 0,6 - 0,4 kg. Αντίθετα η ποικιλία Orange Ruby, παρατηρείται να έχει μια απότομη μεταβολή της συνεκτικότητας την πρώτη εβδομάδα συντήρησης με μεγάλο βαθμό απώλειας της συνεκτικότητας, και από περίπου 1,6 kg να μειώνεται κάτω από το 1 kg χωρίς ιδιαίτερα μεγάλη διαφορά των τιμών μεταξύ των δύο θερμοκρασιών, καθιστώντας την έτσι, την πιο αδύναμη ποικιλία ως προς την ανθεκτικότητα των καρπών της.

Το τίμημα ωστόσο της ανθεκτικότητας και της μείωσης απωλειών έρχεται στη γεύση. Όπως αναφέρουν οι Bassi και Selli, (1990), δεδομένου ότι τα φρούτα συγκομίζονται συνήθως πολύ σκληρά για να επιτρέψουν την αποστολή σε μεγάλες αποστάσεις, πολλά από τα συστατικά γεύσης δεν φτάνουν ποτέ τα αποδεκτά επίπεδα για τον καταναλωτή. Υπάρχουν δύο πιθανοί τρόποι βελτίωσης της ποιότητας των φρούτων στα βερίκοκα, μέσω της ανάπτυξης νέων γονότυπων που εκφράζουν τη γεύση πριν το φρούτο γίνει πολύ μαλακό και ενίσχυση της γεύσης σε ποικιλίες με σκληρούς καρπούς που δεν φτάνουν ποτέ σε ικανοποιητική ποιότητα ακόμη και όταν είναι πλήρως ώριμα (Bassi and Selli, 1990).

Σε αντίστοιχη έρευνα αναφέρεται ότι, η πιο ευαίσθητη στην αποθήκευση παράμετρος ήταν η συνεκτικότητα της σάρκας και οι μισές ποικιλίες έδειξαν απώλεια σταθερότητας μετά από 14 ημέρες, αν και όχι κάτω από 2 kg / 0,5 cm². Σε ορισμένες περιπτώσεις, η συνεκτικότητα μειώθηκε σύντομα μετά από 7 ημέρες αποθήκευσης. Οι ποικιλίες Maharani, San Castrese και Dulcinea μπόρεσαν να διατηρήσουν τη συνεκτικότητά τους ακόμα και μετά από 2 εβδομάδες αποθήκευσης. Ενώ η Farmingdale έφτασε στη χαμηλότερη τιμή συνεκτικότητα σάρκας (σχεδόν 1 kg / 0,5 cm²) μετά από 1 εβδομάδα.

Η απώλεια βάρους, που προκύπτει κυρίως από τη διαδικασία της αναπνοής-διαπνοής, είναι μια σημαντική παράμετρος για την εμπορία των καρπών και οφείλεται κυρίως στην απώλεια υγρασίας, η οποία οδηγεί στην υποβάθμιση του τελικού προϊόντος, επηρεάζοντας την εμφάνισή και την υφή του. Ως προς την απώλεια βάρους των καρπών η θερμοκρασία όπου παρατηρήθηκαν μεγαλύτερες απώλειες είναι οι 5 °C με την ποικιλία Orange Ruby να παρουσιάζει κατά μέσο όρο την μεγαλύτερη απώλεια βάρους των καρπών της με μέγιστο ποσοστό 16,97% στους 5°C. Η απώλεια βάρους από την πρώτη εβδομάδα κυμαίνεται και για τις δύο ποικιλίες από περίπου 1% στον 1 °C και κοντά στο 3,9% στους 5 °C, ενώ τις επόμενες ημέρες συνεχίζει διατηρεί σταθερά ανοδική τάση. Ωστόσο και οι δύο ποικιλίες στον 1 °C σημείωσαν μικρές απώλειες και φαίνεται η θερμοκρασία αυτή να

είναι πιο αποτελεσματική στην αποθήκευση των καρπών ως προς την απώλεια βάρους.

Σε έρευνα των Leccese et al. (2012) μετά από 7 και 14 ημέρες σε ψυχρή αποθήκευση στους 4 °C, κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης, η απώλεια βάρους φρούτων ήταν περίπου 2-6% σε διάστημα 14 ημερών, με την υψηλότερη μείωση μετά από 7 ημέρες, ενώ όπως αναφέρεται στην ίδια εργασία σε ορισμένες ποικιλίες η απώλεια βάρους έφθασε το 15%.

Συμπέρασμα

Η θερμοκρασία συντήρησης φαίνεται να επηρεάζει τα TC με τη θερμοκρασία των 5 °C να συντελεί σε υψηλότερες τιμές σταδιακά κατά τη διάρκεια συντήρησης και στις δύο ποικιλίες. Ωστόσο είναι σημαντικό πως δεν υπήρξε μείωση ούτε στον 1 °C αλλά ούτε και στους 5 °C, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό καθώς οι καροτενοειδείς ενώσεις παρουσιάζουν έντονη ευαισθησία στο φώς, τον αέρα καθώς και στις χαμηλές θερμοκρασίες. Ενδεχομένως να υπάρχει σύνθεση καροτενοειδών ενώσεων κατά τη συντήρηση των καρπών και έτσι να αντισταθμίζεται η οποιαδήποτε μείωση μπορεί να υπάρχει και έτσι να μην σημειώνονται στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Η θερμοκρασία των 5 °C όπως αναμενόταν σημείωσε σημαντική απώλεια βάρους εξίσου και στις 2 ποικιλίες, καθιστώντας την ακατάλληλη για συντήρηση των καρπών των δύο ποικιλιών βερίκοκου. Τέλος η θερμοκρασία φαίνεται να μην επηρεάζει σημαντικά το σύνολο των υπολοίπων μορφολογικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών όσο ο γονότυπος.

Η παρούσα μελέτη έδειξε ότι η ποιότητα κατά την συντήρηση των βερίκοκων επηρεάζεται πρωτίστως από το γονότυπο και δευτερευόντως θερμοκρασία και ημέρες συντήρησης.

Παράρτημα

Σε αυτό το παράρτημα θα παρατίθεται περαιτέρω φωτογραφικό υλικό από την έρευνα που διεξήχθη.

ΕΙΚΟΝΑ 1. DAY 7 – ORANGE RED 1 °C



ΕΙΚΟΝΑ 2. DAY 7 – ORANGE RED 5 °C



EIKONA 3. DAY 7 – ORANGE RUBY 1 °C



EIKONA 4. DAY 7 – ORANGE RUBY 5 °C



ΕΙΚΟΝΑ 5. DAY 14 – ORANGE RED 1 °C (πρώτες 3 σειρές) ΚΑΙ 5 °C (τελευταίες 3 σειρές)



ΕΙΚΟΝΑ 6. DAY 14 – ORANGE RUBY 1 °C (πρώτες 3 σειρές) ΚΑΙ 5 °C (τελευταίες 3 σειρές)



EIKONA 7. DAY 21 – ORANGE RED 1 °C



EIKONA 8. DAY 21 – ORANGE RED 5 °C



EIKONA 9. DAY 21- ORANGE RUBY 1°C



EIKONA 10. DAY 21- ORANGE RUBY 5°C



EIKONA 11. DAY 28 – ORANGE RED 1°C



EIKONA 12. DAY 28 – ORANGE RED 5°C



EIKONA 13. DAY 28– ORANGE RUBY 1 °C



EIKONA 14. DAY 28– ORANGE RUBY 5 °C



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Ανδρικόπουλος, Ν., 2015. Τροφογονωσία. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα:Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/4696>
- Βασιλακάκης Μ. Δ. (2006). Μετασυλλεκτική Φυσιολογία- Μεταχείριση Οπωροκηπευτικών και Τεχνολογία. Διαιτητική Αξία Οπωροκηπευτικών. Θεσσαλονίκη, 188.pp
- Βασιλακάκης Μ., Θεριός Ι. (1984) Μαθήματα ειδικής δενδροκομείας – Φυλλοβόλα οπωροφόρα δένδρα, Θεσσαλονίκη, 138-149 pp
- Διαμαντίδης, Γ.Χ., (2007). Εισαγωγή στη Βιοχημεία. University Studio Press, Εκδόσεις Επιστημονικών Βιβλίων και Περιοδικών, Τρίτη Έκδοση, Θεσσαλονίκη, 416 pp
- Δρογούδη Π. (2014). Χαρακτηριστικά νέων και παλαιότερων ποικιλιών βερικοκιάς., Γενική _εύθυνση Αγροτικής Έρευνας, Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων, Ναουσα, 21 pp
- Τμήμα Φυλλοβόλων Οπωροφόρων _ένδρων Νάουσας
- Θεριός Ν. και Δημάση- Θεριού (2013). Ειδική Δενδροκομία (Φυλλοβόλα Οπωροφόρα Δένδρα), Κεφάλαιο 5^ο: βερικοκιά.
- Πάσσαμ Χ., Τσαντίλη Ε., Χριστόπουλος Μ., Καυκαλέτου Μ., Αλεξόπουλος Α. Καραπάνος Ι. (2015). Μετασυλλεκτική Μεταχείριση Καρπών και Λαχανικών. Διαθέσιμο online: www.kallipos.gr
- Ποντίκης Κ. Α. (1996). Ειδική Δενδροκομία. Ακρόδρυα- Πυρηνόκαρπα- Λοιπά Καρποφόρα. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα, 327-355 pp.

Ξένη Βιβλιογραφία

- Aubert, C., Bony, P., Chalot, G., & 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*(4), 1386–1398. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.018>
- Bassi, D.; Selli, R. (1990). Evaluation of fruit quality in peach and apricot. *Advances in Horticultural Science*, *2*, 107–111.
- Brand-Williams W. , Culevier and Berset C., (1995). Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Lebensmittel Wissenschaft Und Technologie*, *28*: 25-30.
- Bravo, L. (1998). Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition Reviews*, *56*(11), 317–333. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.1998.tb01670.x>
- Britton G. and Khachik F.,(2009), *Carotenoids Volume 5: Nutrition and Health*,Chapter 3 Carotenoids in Food, 45-66, Birkhäuser Verlag Basel
- 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
- Cantín, C. M., Moreno, M. A., & Gogorcena, Y. (2009). Evaluation of the antioxidant capacity, phenolic compounds, and vitamin C content of different peach and nectarine [*Prunus persica* (L.) batsch] breeding progenies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *57*(11), 4586–4592. <https://doi.org/10.1021/jf900385a>
- Cao, G., Sofic, E., & Prior, R. L. (1997). Antioxidant and prooxidant behavior of flavonoids: Structure-activity relationships. *Free Radical Biology and Medicine*, *22*(5), 749–760. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(96\)00351-6](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(96)00351-6)
- Cinar I., (2004).Carotenoid pigment loss of freeze-dried plant samples under different storage conditions, Turkey, *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* *37* 363–367
- Crozier, A., Jaganath, I. B., & Clifford, M. N. (2009). Dietary phenolics: Chemistry, bioavailability and effects on health. *Natural Product Reports*, *26*(8), 1001–1043. <https://doi.org/10.1039/b802662a>
- Crisosto CH (1994) Stone fruit maturity indices: a descriptive review.Review article. *Postharvest News and Information*, *5*,65-68

- Crisosto, C.H., Kader, A.A., Gross, K.C., Wang, C.Y., Saltveit, M.E. (Eds.) (2016) The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C Agriculture Handbook Number 66. <http://ucanr.edu/datastoreFiles/234-2927.pdf>
- Dias M., Camões M., Oliveira L.,(2014) . Carotenoid stability in fruits, vegetables and working standards – Effect of storage temperature and time. Portugal, Food Chemistry 156 37–41
- De Rigal, D., Gauillard, F., & Richard-Forget, F. (2000). Changes in the carotenoid content of apricot (*Prunus armeniaca*, var Bergeron) during enzymatic browning: β -carotene inhibition of chlorogenic acid degradation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(6), 763–768. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(20000501\)80:6<763::AID-JSFA623>3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(20000501)80:6<763::AID-JSFA623>3.0.CO;2-U)
- Dragovic-Uzelac, V., Levaj, B., Mrkic, V., Bursac, D., Boras, M., (2007). The content of polyphenols and carotenoids in three apricot cultivars depending on stage of maturity and geographical region. *Food Chem.* 102, 966–975.
- Drogoudi, P. D., Vemmos, S., Pantelidis, G., Petri, E., Tzoutzoukou, C., & 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(22), 10754–10760. <https://doi.org/10.1021/jf801995x>
- Dutta D., Chaudhuri U.,Chakraborty R., (2005). Structure, health benefits, antioxidant property and processing and storage of carotenoids. India, African Journal of Biotechnology Vol. 4 (13), pp. 1510-1520, Available online at <http://www.academicjournals.org/AJB> ISSN 1684–5315 © 2005 Academic Journals
- Egea, J., Ruiz, D., & Martínez-Gómez, P. (2004). Influence of rootstock on the productive behaviour of ‘Orange Red’ apricot under Mediterranean conditions. *Fruits*, 59(5), 367–373. <https://doi.org/10.1051/fruits:2004035>
- FAOstat (2020) FAO database. Web site at <http://www.fao.org/statistics/en/> (accessed September 2020)
- Faust M, Suranyi D, Nyujto F (1998) Origin and dissemination of apricot. *Hort Rev* 22:225–266
- Fernandez-Panchon, M. S., Villano, D., Troncoso, A. M., & Garcia-Parrilla, M. C. (2008). Antioxidant activity of phenolic compounds: From in vitro results to in

- vivo evidence. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(7), 649–671.
<https://doi.org/10.1080/10408390701761845>
- Francisco, M.L.D.L., Resurrecion, A.V.A., 2008. Functional Components in Peanuts. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48, 715 - 746.
- Frankel, E. N., & Meyer, A. S. (2000). The problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(13), 1925–1941.
[https://doi.org/10.1002/1097-0010\(200010\)80:13<1925::AID-JSFA714>3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/1097-0010(200010)80:13<1925::AID-JSFA714>3.0.CO;2-4)
- Goodwin, T. W., & Mercer, E. I. (1983). In *Introduction to plant biochemistry* (2nd ed., pp. 204–207). New York: Pergamon Press.
- Gunes, G., Liu, R. H., & Watkins, C. B. (2002). Controlled-atmosphere effects on postharvest quality and antioxidant activity of cranberry fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(21), 5932–5938.
<https://doi.org/10.1021/jf025572c>
- Han, X., Shen, T., Lou, H. (2007). Dietary Polyphenols and Their Biological Significance. *International Journal of Molecular Sciences*, 8, 950 - 988.
- Hormaza J. I., 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 Heidelberg, 4, 171-187. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-34533-6>
- Huang, D., Boxin, O. U., & Prior, R. L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 1841–1856.
<https://doi.org/10.1021/jf030723c>
- Kafkaletou, M., Kalantzis, I., Karantzi, A., Christopoulos, M.V. & Tsantili. E. Eleni Tsantili (2019). Phytochemical characterization in traditional and modern apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars – Nutritional value and its relation to origin. *Scientia Horticulturae* 253 195–202
- Krishnaiah Bono, D. R. S. A. (2007). Phytochemical antioxidants for health and medicine - A move towards nature. *Biotechnology and Molecular Biology Rfeview Vol. 1 (4) Pp.097-104, September 2007, 1(INKO 4)*, 97–104.
- Lamber J. D. , Hong J. , Yang G. , Liao J. and Yang C. S. (2005). Inhibition of carcinogenesis by polyphenols: evidence from laboratory investigations. *American Journal of Clinical Nutrition*, 81: 284S-291S.

- Liu, X., Xiao, G., Chen, W., Xu, Y., Wu, J., 2004. Quantification and purification of mulberry anthocyanins with macroporous resins. *Journal of Biomedicine and Biotechnology* 5, 326–331.
- Leccese, A., Bartolini, S., & Viti, R. (2012). Genotype, harvest season, and cold storage influence on fruit quality and antioxidant properties of apricot. *International Journal of Food Properties*, 15(4), 864–879. <https://doi.org/10.1080/10942912.2010.506019>
- Leccese, A., Bureau S., Reich M., Renard CMGC., 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.
- Lule, S. U., Xia, W., 2005. Food Phenolics, Pros and Cons: A Review. *Food Reviews International*, 21, 4, 367 - 388
- McGuire, R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27, 1254 - 1255.
- Piagnani, C. M., & Bassi, D. (2013). Fruit quality evaluation of diverse apricot cultivars. *Fruits and Roots: A Celebration and Forward Look*, (November 2013), 139–144.
- Rivero, R. M., Ruiz, J. M., Garcia, P., Lefebvre, L. R., Sanchez, E., Romero, L., (2001). Resistance to cold and heat stress: accumulation of phenolic compounds in tomato and watermelon plants. *Plant Science*, 160, 315–321.
- Robards K. , Prenzler P. D. , Tucker G. , Swatsitabg P, Glover W. (1999). Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chemistry*, 66: 401-436.
- Roussos, P. A., Sefferou, V., Denaxa, N. K., Tsantili, E., & Stathis, V. (2011). Apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit quality attributes and phytochemicals under different crop load. *Scientia Horticulturae*, 129(3), 472–478. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.04.021>
- Rivero, R. M., Ruiz, J. M., Garcia, P., Lefebvre, L. R., Sanchez, E., Romero, L., (2001). Resistance to cold and heat stress: accumulation of phenolic compounds in tomato and watermelon plants. *Plant Science*, 160, 315–321.
- Ruiz, D., Egea, J., Gil, M. I., & Tomás-Barberán, F. A. (2005). Characterization and quantitation of phenolic compounds in new apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(24), 9544-9552.

- Ruiz, D., Egea, J., Tomás-Barberán, F. A., & Gil, M. I. (2005). Carotenoids from new apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties and their relationship with flesh and skin color. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(16), 6368–6374. <https://doi.org/10.1021/jf0480703>
- Scalzo J., Politi A., Pellegrini N., Mezzetti B., Battino M.(2005) Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. *Nutrition*, 21, 207–213.
- Shin, Rui Hai Liu, Jacqueline F. Nock, Darryl Holliday, Christopher B. Watkins, Temperature and relative humidity effects on quality, total ascorbic acid, phenolics and flavonoid concentrations, and antioxidant activity of strawberry, *Postharvest Biology and Technology*, Volume 45, Issue 3, 2007,Pages 349-357,
- Solecka, D., Kacperska, A., (2003). Phenylpropanoid deficiency affects the course of plant acclimation to cold. *Physiologia Plantarum*, 119,253-262.
- Tsuda T., Horio F., Uchida K., Aoki H., Osawa T. (2003). Dietary cyanidin 3-O--D-glucoside-rich purple corn color prevents obesity and ameliorates hyperglycemia in mice. *J. Nutr.*, 133, 2125– 2130
- Ververidis, F., Trantas, E., Douglas, C., Vollmer, G., Kretzschmar, G., & Panopoulos, N. (2007). Biotechnology of flavonoids and other phenylpropanoid-derived natural products. Part I: Chemical diversity, impacts on plant biology and human health. *Biotechnology Journal*, 2(10), 1214–1234. <https://doi.org/10.1002/biot.200700084>
- Vita J. A. (2005). Polyphenols and cardiovascular disease: effects on endothelial and platelet function. *American Journal of Clinical Nutrition*, 81: 292S-297S.
- Wani, S. M., Masoodi, F. A., Haq, E., Ahmad, M., & Ganai, S. A. (2020). Influence of processing methods and storage on phenolic compounds and carotenoids of apricots. *Lwt*, 132, 109846. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109846>
- Wright K., Kader A., (1997). Effect of controlled-atmosphere storage on the quality and carotenoid content of sliced persimmons and peaches.*Postharvest Biology and Technology* 10 8 9-97
- Yanishlieva - Maslarova, N.V. 2001. Inhibiting oxidation. In: Antioxidants in food. Practical applications, Eds. Pokorny, J., Yanishlieva, N. and Gordon, M. Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Abington, Cambridge, England, 22 - 70.
- Zanzi, (2020) V. F. L. L. I. (n.d.). LUNAFULL* ORANGE RUBIS ® Couloumine*

12. https://kalai-tzidis.gr/Uploads/images/352_PRICIA-IPS-M-17227.pdf