

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ
Π.Μ.Σ.: ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**Συγκριτική μελέτη αντιοξειδωτικών συστατικών, σακχάρων
και οργανικών οξέων σε οκτώ ποικιλίες βερίκοκων**

ΚΑΛΑΝΤΖΗΣ Δ. ΙΩΑΝΝΗΣ



**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΤΣΑΝΤΙΛΗ ΕΛΕΝΗ, ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ
ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ, ΓΠΑ**

ΑΘΗΝΑ 2018

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ
Π.Μ.Σ.: ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**Συγκριτική μελέτη αντιοξειδωτικών συστατικών, σακχάρων
και οργανικών οξέων σε οκτώ ποικιλίες βερίκοκων**

ΚΑΛΑΝΤΖΗΣ Δ. ΙΩΑΝΝΗΣ

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΤΣΑΝΤΙΛΗ ΕΛΕΝΗ,ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ
ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ,ΓΠΑ**

ΑΘΗΝΑ 2018

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**Συγκριτική μελέτη αντιοξειδωτικών συστατικών, σακχάρων
και οργανικών οξέων σε οκτώ ποικιλίες βερίκοκων**

ΚΑΛΑΝΤΖΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΤΣΑΝΤΙΛΗ ΕΛΕΝΗ, Καθηγήτρια Δενδροκομίας, ΓΠΑ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΜΟΛΑΣΙΩΤΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ: Αναπληρωτής Καθηγητής Δενδροκομίας, ΑΠΘ
ΔΡΟΓΟΥΔΗ ΠΑΥΛΙΝΑ: Διευθύντρια ερευνών, ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη αντιοξειδωτικών συστατικών, διαλυτών σακχάρων, οργανικών οξέων και της αντιοξειδωτικής ικανότητας οχτώ ποικιλιών βερίκοκων. Οκτώ ποικιλίες βερίκοκων Μπεμπέκου, Διαμαντοπούλου, Νεράιδα, Τύρβη, Κιοτο, Farhial, Farely και Farbaly επιλέχθηκαν με βάση την ιστορία της καλλιέργειας (παραδοσιακές ή σύγχρονες ποικιλίες) και της περιόδου συγκομιδής. Για κάθε ποικιλία, τα φρούτα συλλέχθηκαν τον Ιούνιο-Ιούλιο σε στάδιο εμπορικής ωριμότητας από πλήρως παραγωγικά δέντρα που καλλιεργήθηκαν στην περιοχή της Κορινθίας και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο εντός 2 ωρών. Τα φρούτα, χωρίς ορατά ελαττώματα, χωρίστηκαν τυχαία, σε τέσσερις ομάδες (επαναλήψεις) 20 φρούτων η κάθε μία, απομακρύνθηκαν τα κουκούτσια, κόπηκαν σε φέτες και καταψύχθηκαν σε υγρό άζωτο. Όλες οι μετρήσεις διεξήχθησαν σε κατεψυγμένο (-80° C) υλικό μέσα σε ένα μήνα μετά τη συγκομιδή.

Μετρήθηκαν η περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά, το pH και η οξύτητα του χυμού. Επιπλέον, μετρήθηκαν τα ολικά φαινολικά, φλαβονοειδή, καροτένια, τα αναλυτικά καροτένια, καθώς επίσης και η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα με τις μεθόδους FRAP και DPPH. Τέλος έγινε ανάλυση και προσδιορισμός των οργανικών οξέων και των διαλυτών σακχάρων.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ποικιλίες διέφεραν σημαντικά σε όλα τα χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν. Οι 'Farhial' και 'Farely' βρέθηκαν να έχουν υψηλά pH, ενώ οι υπόλοιπες ποικιλίες παρουσίασαν χαμηλότερα και παρόμοια επίπεδα. Όσον αφορά τις τιμές της οξύτητας, η Κιοτο παρουσίασε την υψηλότερη οξύτητα σε αντίθεση με τις Farhial, Τύρβη, Farely και Διαμαντοπούλου που είχαν τις χαμηλότερες οξύτητες. Στα ολικά διαλυτά στερεά υπερερούσε η Farhial, ενώ η Κιοτο είχε τη μικρότερη τιμή, με τις υπόλοιπες ποικιλίες να έχουν ενδιάμεσες τιμές.

Στα ολικά φαινολικά οι ποικιλίες Farhial και Τύρβη υπερερούσαν σε σχέση με όλες τις άλλες, σε αντίθεση με τις Μπεμπέκου, Νεράιδα και Κιοτο που παρουσίασαν τα λιγότερα και παρόμοια μεταξύ τους.

Περισσότερα ολικά φλαβονοειδή παρουσίασαν οι ποικιλίες Τύρβη, Farhial και Διαμαντοπούλου, ενώ όλες οι υπόλοιπες ποικιλίες εμφάνισαν τα χαμηλότερα επίπεδα και παρόμοια μεταξύ τους.

Στα ολικά καροτένια, την πρώτη θέση αριθμητικά κατείχε η ποικιλία Farbaly με όμως παρόμοια επίπεδα με τις Κιοτο, Farely και Διαμαντοπούλου, ενώ αντίθετα την χαμηλότερη αριθμητική τιμή είχε η Τύρβη.

Σε σχέση με τα αναλυτικά καροτένια, οι Farely, Farbaly και Farhial εμφάνισαν παρόμοιες υψηλές τιμές, η Kioτο μεσαίες, ενώ οι υπόλοιπες παρουσίασαν τις μικρότερες από όλη την ομάδα και παρόμοιες μεταξύ τους. Η συγκέντρωση της β-κρυπτοξανθίνης παρουσίασε διακυμάνσεις μεταξύ των ποικιλιών, αλλά χωρίς σημαντικές διαφορές.

Από την ολική αντιοξειδωτική ικανότητα, προσδιοριζόμενη με την μέθοδο DPPH, η Farhial είχε την υψηλότερη τιμή, με τις Νεράιδα, Μπεμπέκου και Kioτο να βρίσκονται στην τελευταία θέση, ενώ με την μέθοδο FRAP οι ποικιλίες Farhial και Τύρβη παρουσίασαν όμοιες μεταξύ τους, αλλά υψηλότερες τιμές από τις παρόμοιες αντιοξειδωτικές συγκεντρώσεις των Farely, Kioτο, Μπεμπέκου και Νεράιδα.

Σχετικά με τα διαλυτά σάκχαρα, τα κυριότερα σάκχαρα που βρέθηκαν σε όλες τις ποικιλίες ήταν η σακχαρόζη (που ήταν το κυρίαρχο σάκχαρο), και ακολούθησαν σε διαδοχικά χαμηλότερη συγκέντρωση η γλυκόζη, η φρουκτόζη και η σορβιτόλη. Οι ποικιλίες Farhial, Farely, Νεράιδα και Μπεμπέκου υπερτερούσαν σε σχέση με τις άλλες στο άθροισμα των σακχάρων έναντι των υπολοίπων ποικιλιών που είχαν παρόμοια επίπεδα.

Όσον αφορά τα οργανικά οξέα, το κιτρικό οξύ κατείχε την υψηλότερη τιμή ακολουθούμενο διαδοχικά από το φουμαρικό, το μηλικό και το ασκορβικό οξύ. Οι ποικιλίες Kioτο και Νεράιδα υπερτερούσαν σε σχέση με τις άλλες στο άθροισμα των επί μέρους οργανικών οξέων, ενώ οι Farhial, Farely και Farbaly είχαν τα λιγότερα οργανικά οξέα από τις εξεταζόμενες ποικιλίες.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Αντιοξειδωτικά, σάκχαρα, οργανικά οξέα, καροτένια, βερίκοκα

ABSTRACT

The aim of this study was to determine antioxidant components, soluble sugars, organic acids and antioxidant capacity (by DPPH and FRAP assays) in eight varieties of apricots.

The varieties, Bebekou, Diamantopoulou, Neraida, Tirby, Kioto, Farhial, Farely and Farbaly, were selected according to the history of their cultivation (traditional or modern varieties) and difference in ripening time from June to July. All fruits were harvested at commercial maturity stage from fully productive trees cultivated in the County of Korinthos and transported to the laboratory within 2 hours. Fruits, without visible defects, were randomly divided into four batches of 20 fruits each and after stone removal fruit slices were frozen in liquid nitrogen and stored at -80°C for up to 30 d.

In particular, the concentration of total phenolics, total flavonoids, total carotenoids, analytical carotenoids, organic acids and soluble sugars, as well as, the total antioxidant capacity (by both FRAP and DPPH methods) were determined in all samples along with the measurements of soluble solids, pH value and titratable acidity of the juice.

The results showed that the varieties differed significantly in all measured characteristics. 'Farhial' and 'Farely' were found to have higher pH than the similar pH values of the other varieties. The highest acidity was observed in Kioto, in contrast to Farhial, Tirby, Farely and Diamantopoulou that exhibited similar low acidity values. Farhial exhibited the highest total soluble solids, while Kioto exhibited the lowest.

In total phenolics, Farhial and Tirby varieties were superior to the rest varieties, whereas Bebekou, Neraida and Kioto showed higher values than Farely, Farbaly and Diamantopoulou.

Tirby, Farhial and Diamantopoulou exhibited similar total flavonoids concentration, but higher than the similar low ones in the rest varieties.

In total carotenoids, Farbaly was ranked first, but statistically exhibited similar levels to Kioto, Farely and Diamantopoulou, while Tirby, Neraida, Bebecou and Farhial had similar low concentrations. Farely exhibited similar β -carotene concentration to Farbaly and both higher than the rest, whereas Tirby the lowest one. The concentration of β -cryptoxanthin varied between varieties, but without significant differences.

The highest total antioxidant capacity, determined by the DPPH assay, was observed in Farhial, whereas by the FRAP assay, Farhial had similar values to Tirby, but

both of them had higher than the rest varieties.

Concerning the soluble sugars, sucrose was the dominant one in all varieties followed successively by glucose, fructose and sorbitol. Farhial, Farely and Neraida showed similar total sugar concentration (sum of individual sugars) to Bebecou and higher than the similarly low values in the rest varieties.

Regarding organic acids, citric acid was the dominant acid followed successively by fumaric, malic and ascorbic acid. Kioto and Neraida contained elevated acid concentrations, in terms of the sum of individual organic acids, while Farhial, Farely and Farbaly had the lowest among the varieties examined.

KEYWORDS: Antioxidants, sugars, organic acids, carotenoids, apricots

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.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους και συναδέρφους, για την πολύτιμη βοήθεια τους σε διάφορα στάδια της εργασίας και κυρίως την Διδάκτορα του Εργαστηρίου Δενδροκομίας Μίνα Καυκαλέτου καθώς επίσης και την Υποψήφια Διδάκτορα του Εργαστηρίου Δενδροκομίας Αθανασία Καραντζή. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω το προσωπικό του εργαστηρίου Δενδροκομίας για την καλή συνεργασία κατά την διάρκεια του πειράματος.

Ακόμη, οφείλω πολλές ευχαριστίες στον κ. Θ. Παπαδά, παραγωγό βερίκοκων, για την εξασφάλιση των οκτώ ποικιλιών βερίκοκων και όλη τη συνεργασία.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
1.1.	Η βερικοκιά	2
1.2.	Παγκόσμια εξάπλωση και παραγωγή	3
1.3.	Παραγωγή βερικόκων στις μεσογειακές χώρες	4
1.4.	Βοτανική ταξινόμηση-Οργανογραφία	5
1.5.	Χρήσεις του καρπού	6
1.6.	Επικονίαση-Γονιμοποίηση-Καρποφορία	7
1.7.	Περιγραφή των ποικιλιών που μελετήθηκαν	9
1.8.	Ποιοτικά χαρακτηριστικά βερικόκων	15
1.9.	Σκοπός της μελέτης	30
2.	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	31
2.1.	Πρώτη ύλη	31
2.2.	Μέτρηση pH-Τιτλοδοτούμενης οξύτητας-Ολικών διαλυτών στερεών συστατικών (ΟΔΣ)	31
2.3.	Εκχύλιση φαινολικών και ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας	32
2.4.	Προσδιορισμός ολικών φαινολικών	32
2.5.	Προσδιορισμός ολικών φλαβονοειδών	32
2.6.	Υπολογισμός αντιοξειδωτικής ικανότητας καρπών	33
2.7.	Ολικά καροτένια	35
2.8.	Αναλυτικά καροτένια	35
2.9.	Διαλυτά σάκχαρα και οργανικά οξέα	36
2.10.	Στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων	37
3.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	37
3.1.	Ολικά διαλυτά στερεά-Τιτλοδοτούμενη οξύτητα-pH	37
3.2.	Ολικά φαινολικά (TP) –Ολικά φλαβονοειδή (TF) – Ολικά αντιοξειδωτικά (TAC) – Ολικά καροτένια (TC)	40
3.3.	Διαλυτά σάκχαρα και οργανικά οξέα	45
4.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	51
5.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	52

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Η ΒΕΡΙΚΟΚΙΑ

ΚΑΤΑΓΩΓΗ – ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ

Η βερικοκιά ήταν γνωστή στην Αρμενία από τους αρχαίους χρόνους και καλλιεργούνταν επί μακρόν ώστε να θεωρείται γηγενής καλλιέργεια.

Το όνομα *Prunus armeniaca* L. προκύπτει από αυτή την υπόθεση. Από την Αρμενία μεταφέρθηκε στην Ευρώπη. Σε αρχαιολογικές ανασκαφές στο Garni της Αρμενίας βρέθηκαν σπέρματα βερικοκιάς από την νεολιθική εποχή. Αντίθετα ο Vanilov δίνει ως χώρα προέλευσης την Κίνα. Στη χώρα μας η εισαγωγή της αποδίδεται στο Μ. Αλέξανδρο. Σήμερα ποικιλίες βερικοκιάς έχουν διαδοθεί σ' όλο τον πλανήτη σε περιοχές με κατάλληλο κλίμα. Επίσης, η βερικοκιά καλλιεργείται από την αρχαιότητα στην Περσία και τα ξηρά βερικόκα θεωρούνταν σημαντικό προϊόν. Οι Αιγύπτιοι επίσης χρησιμοποιούσαν βερικόκα που τα ξηραίνουν, προσθέτουν μια γλυκαντική ένωση και παράγουν ποτό με το όνομα amar al-din.

Άγγλοι μετανάστες μετέφεραν τα βερικόκα στις Αγγλικές αποικίες στο Νέο Κόσμο. Το ίδιο έγινε και με τους Ισπανούς αποίκους. Πολλά βερικόκα καλλιεργούνται στη Β. Αυστραλία.

Η ζώνη της βερικοκιάς αργότερα επεκτάθηκε στην Κ. Ασία, Δ. Κίνα, Ουζμπεκιστάν και την πόλη της Τασκένδης. Βερικοκιάς βρέθηκαν σε υψόμετρο 600-1000 μ. Η καλλιέργεια της βερικοκιάς άρχισε εδώ και 3000 χρόνια στην Κίνα και βαθμιαία επεκτάθηκε στην Κεντρική Ασία, το Ιράν, την Αρμενία και τη Συρία. Απ' την Αρμενία, η βερικοκιά μεταφέρθηκε στην Ευρώπη γύρω στο 70-60 π. Χ., μέσω της Ελλάδας και της Ιταλίας, κατά τη διάρκεια της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας. Φαίνεται επίσης, ότι ένας πληθυσμός σποροφύτων εισάχθηκε από το Ιράν μέσω της Νότιας Αφρικής και της Ισπανίας από τους Άραβες τον 7ο μ. Χ. αιώνα.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η πλειονότητα αυτών των δένδρων ήταν σποροφυτικής προέλευσης και ότι οι Ρωμαίοι γνώριζαν πως να τα εμβολιάζουν. Η χρήση των σποροφύτων διατηρείται ακόμη σε μερικές περιοχές, όπως στην άνω κοιλάδα του Ινδού, το Β. Ιράν, τις οάσεις της Τυνησίας, την Αλγερία και το Μαρόκο.

Η χρήση των συστηματικών οπωρώνων με εμβολιασμένα δένδρα είναι σχετικά πρόσφατη. Αυτό εξηγεί τον μεγάλο αριθμό των παλαιών ποικιλιών, που ακόμη απαντώνται στην Ευρώπη. Έτσι, η παγκόσμια παραγωγή βερικόκων βασίζεται σε ένα μικρό αριθμό

εμβολιασμένων ποικιλιών.

1.2. ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

Η παγκόσμια παραγωγή προέρχεται από 30 χώρες, από τις οποίες μόνο 5 βρίσκονται στο Νότιο ημισφαίριο, όπως η Αυστραλία, η Νότιος Αφρική και Αργεντινή, με 30.000 τόνους παραγωγή η κάθε μια. Οι χώρες που παράγουν μεγάλες ποσότητες, μεγαλύτερες από 100.000 τόνους, είναι οι εξής: Ρωσία, ΗΠΑ, Τουρκία, Ισπανία και Ιταλία. Η Ουγγαρία και η Γαλλία, πλησιάζουν αυτή την παραγωγή κατά τις ευνοϊκές χρονιές. Γύρω στους 70.000 τόνους βερίκοκων ετησίως παράγουν η Ελλάδα, η Βουλγαρία, το Ιράν, η Ιαπωνία και η Ρουμανία. Πρέπει να τονιστεί ότι η παραγωγή στην Τουρκία, το Ιράν και τη Συρία προέρχεται κυρίως από σπορόφυτα βερικοκιάς. Στην περίπτωση της Ιαπωνίας, ένα ποσοστό καρπών προέρχεται από παρόμοια είδη, όπως το *Prunus ansu* και το *Prunus mune*. Η παραγωγή σε κάθε χώρα συχνά ποικίλει πολύ, από έτος σε έτος. Αυτό εξηγεί εν μέρει τον μικρό αριθμό των καλλιεργούμενων ποικιλιών που χρησιμοποιούνται, δηλαδή όσων έχουν άριστη απόδοση. Η μέση ετήσια παραγωγή ανά στρέμμα είναι: 700 kg στην Ελλάδα και στην Ισπανία, 550 kg στη Γαλλία, από μη αρδευόμενους κατά το πλείστον οπωρώνες. Οι μέγιστες αποδόσεις μπορούν να υπερβούν τα 2000 kg/στρ.

Οι κύριες χώρες παραγωγής νωπού βερίκοκου είναι η Τουρκία, το Ιράν και η Ιταλία. Ειδικότερα, το 2004 η ποσότητα των βασικών παραγωγικών χωρών (Αυστραλία, ΗΠΑ, Ισπανία, Κίνα, Πολωνία, Τουρκία και Χιλή) ανήλθε σε 1,63 εκατομμύρια τόνους (αύξηση 3% σε σχέση με το 2013) και για το 2005 εκτιμήθηκε σε 1,68 εκατομμύρια τόνους. Η Κίνα είναι η μεγαλύτερη σε παραγωγή χώρα νωπού βερίκοκου με 1 εκατομμύριο τόνους ετησίως. Η πρόβλεψη της παραγωγής των βερίκοκων για την Ιταλία ήταν 245.270 τόνοι (2012), ήτοι συνολικά στην ΕΕ 489.454 τόνοι. Οι παγκόσμιες εξαγωγές για το 2004 ήταν μεγαλύτερες από 38 εκατομμύρια ευρώ με την Ε.Ε. να βρίσκεται στην κορυφή (περίπου 13,5 εκατομμύρια ευρώ) και να ακολουθούν η Τουρκία (περίπου 17 εκατομμύρια ευρώ), οι ΗΠΑ, η Νότια Αφρική, η Νέα Ζηλανδία και η Χιλή. Οι κορυφαίοι εισαγωγείς ήταν η Ε.Ε (περίπου 17 εκατομμύρια ευρώ), η Ρωσία, η Ελβετία, ο Καναδάς, οι ΗΠΑ και το Μεξικό. Η παγκόσμια παραγωγή νωπών βερίκοκων και οι κύριες χώρες παραγωγής δίδονται παρακάτω:

Χώρα	1995	1997	1999	2001	2003	2005
Ευρωπαϊκή Ένωση						
Γαλλία	100.640	158.100	180.880	103.160	123.810	181.600
Ελλάδα	42.810	47.160	92.340	70.770	59.000	73.350
Ισπανία	138.700	141.920	148.920	134.770	143.840	136.600
Ιταλία	104.690	102.940	212.170	187.700	108.320	232.880
Ρουμανία	15.260	27.620	31.500	28.300	42.590	52.410
Αίγυπτος	53.950	40.650	43.040	71.190	70.420	73.000
Αλγερία	41.230	39.850	74.140	67.720	106.470	145.100
Αυστραλία	29.750	25.920	21.480	20.640	19.740	19.700
Η.Π.Α.	54.890	126.100	82.100	74.840	88.540	69.490
Ιαπωνία	124.130	121.620	119.100	123.700	88.300	123.000
Ιράν	192.920	225.020	240.720	282.890	285.000	275.580
Κίνα	48.020	109.090	75.380	83.960	81.870	77.940
Μαρόκο	78.000	103.600	106.400	104.300	97.950	103.600
Νότια Αφρική	58.190	95.930	68.160	62.500	50.070	43.740
Ουζμπεκιστάν	55.000	50.000	27.500	44.500	42.000	52.000
Ουκρανία	97.300	101.400	57.200	43.710	110.500	94.200
Πακιστάν	190.630	188.970	120.500	124.680	210.900	197.240
Ρωσία	40.000	57.000	50.000	50.000	75.230	82.000
Συρία	30.390	34.660	62.910	66.020	100.900	101.000
Τουρκία	281.000	306.000	378.000	517.000	499.000	

1.3. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΕΡΙΚΟΚΩΝ ΣΤΙΣ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΕΣ ΧΩΡΕΣ

Η χώρα μας παράγει κατά μέσο όρο 70.000 τόνους βερίκοκα ετησίως. Από την ποσότητα αυτή 17.000 τόνοι εξαγονται, 8.000 τόνοι βιομηχανοποιούνται και 45.000 τόνοι διατίθενται στην εσωτερική αγορά. Την δεκαετία του 80 η ετήσια παραγωγή έφθανε στους 120.000 τόνους με 70.000 τόνους εξαγωγή, κυρίως στην Γερμανία.

Οι κύριες χώρες παραγωγής είναι οι: Ισπανία, Τουρκία, Ιταλία, ΗΠΑ και Ελλάδα. Στην χώρα μας η βερικοκιά καλλιεργείται κυρίως στην Στερεά Ελλάδα, Εύβοια, Πελοπόννησο, Θεσσαλία και Μακεδονία. Οι κύριοι νομοί σε εκτάσεις με βερικοκιά είναι η Εύβοια, Αργολίδα, Ηλεία, Κορινθία, Μεσσηνία, Μαγνησία, Χαλκιδική και Ηράκλειο. Από τις ποικιλίες το 80% της παραγωγής καλύπτεται από την ποικιλία Μπεμπέκου.

Η ελληνική παραγωγή παρουσίασε σταθερή μείωση από το 1988 που έγινε περισσότερο έντονη την τριετία 1993-1996. Η μείωση αυτή οφείλεται στην εμφάνιση της ασθένειας 'Ευλογιά της δαμασκηνιάς' (Sharka, *Plum pox virus*), που κατέστρεψε ολοκληρωτικά πολλές φυτείες βερικοκιάς στα κυριότερα κέντρα παραγωγής. Από το 1998 και μετά υπήρξε τάση ανάκαμψης της παραγωγής με την φύτευση νέων δενδρώδων που και αυτές στην πλειοψηφία τους αποτελούνται από ποικιλίες ευαίσθητες στη Sharka. Τα τελευταία χρόνια άρχισε εντατική έρευνα σε παγκόσμιο επίπεδο για την εξεύρεση ποικιλιών ανθεκτικών στην ίωση Sharka. Μια αξιόλογη προσπάθεια ξεκίνησε και στο

Τμήμα Φυλλοβόλων Οπωροφόρων Δένδρων Νάουσας με τη δημιουργία πολλών υβριδίων και τελικά την εξεύρεση νέων ποικιλιών με ανθεκτικότητα στην Sharka. Στις νέες αυτές ποικιλίες καθώς και στα νέα υβρίδια όμως, πρέπει να μελετηθούν και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά πριν δοθούν στους παραγωγούς για καλλιέργεια.

1.4. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ – ΟΡΓΑΝΟΓΡΑΦΙΑ

Η βερικοκιά, η οποία είναι διπλοειδής ($2n=16$, $n=8$), (αν και έχουν γίνει κάποιες αναφορές τετραπλοειδών μεταλλαγών), ταξινομείται επιστημονικά ως εξής:

Διαίρεση: Magnoliophyta

Κλάση: Magnoliopsida

Υπόκλαση: Rosidae (Rosiflorae)

Τάξη: Rosales

Οικογένεια: Rosaceae

Υποοικογένεια: Prunoideae

Γένος: Prunus.

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. mandscurica* Koehne, *P. dasycarpa* Ehrh (μαύρο βερίκοκο) (Ποντίκης, 1996).

Η βερικοκιά 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.

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. 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.

1.5. ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΚΑΡΠΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ

Η βερικοκιά καλλιεργείται για τους καρπούς της οι οποίοι καταναλώνονται φρέσκοι, κονσερβοποιημένοι και αποξηραμένοι. Επίσης χρησιμοποιούνται σαν πρώτη ύλη για μαρμελάδες και χυμούς. Είναι καρποί εύχυμοι, πλούσιοι σε βιταμίνη Α και C και μεγάλης εμπορικής αξίας, λόγω της πρώιμης εμφάνισής τους στην αγορά. Επίσης είναι πλούσια σε β-καροτένιο και φαίνεται να δρα ευεργετικά σε αυτούς που πάσχουν από αναιμία αφού περιέχουν υψηλά ποσά σιδήρου. Από τον πυρήνα των καρπών βγαίνει έλαιο 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 βερικοκιάς δείχνει θετικά αποτελέσματα σε ασθένειες δέρματος όπως ψωριάσεις, εκζέματα και εγκαύματα από τον ήλιο. Γενικά χρησιμοποιείται στη φαρμακοβιομηχανία και για την παρασκευή καλλυντικών.

Θρεπτικά συστατικά

Θρεπτικά συστατικά ανά μερίδα (4 μικρά των 35 γρ. ή 2 μεγάλα των 70 γρ.)	
Ενέργεια	68Kcal
Υδατάνθρακες	15,4γρ
Σάκχαρα	12,9γρ
Πρωτεΐνες	2γρ
Λιπαρά	0,6γρ
Φυτικές ίνες	2,8γρ

Βιταμίνες

Περιεκτικότητα 100 γρ νωπού βερίκοκου σε βιταμίνες	
Βιταμίνη C	10mg
Θειαμίνη	0,030mg
Ριβοφλαβίνη	0,040mg
Νιασίνη	0,600mg
Παντοθενικό οξύ	0,240mg
Βιταμίνη Β6	0,054mg
Φολικό οξύ	8,600mg
Βιταμίνη Α	2612 IU
Βιταμίνη Α, RE	261mcg

Πηγή: USDA

Μεταλλικά στοιχεία

Περιεκτικότητα 100 γρ νωπού βερίκοκου σε μεταλλικά στοιχεία	
Ασβέστιο	14mg
Σίδηρος	0,540mg
Μαγνήσιο	8mg
Φώσφορος	19mg
Κάλιο	296mg
Νάτριο	1mg
Ψευδάργυρος	0,260mg
Χαλκός	0,089mg
Μαγγάνιο	0,079mg
Σελήνιο	0,400mg

Πηγή: USDA

1.6. ΕΠΙΚΟΝΙΑΣΗ- ΓΟΝΙΜΟΠΟΙΗΣΗ- ΚΑΡΠΟΦΟΡΙΑ

Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες της βερίκοκιάς είναι αυτογόνιμες. Υπάρχουν όμως και κάποιες που είναι αυτόστειρες, οι οποίες για να καρποφορήσουν πρέπει να σταυρεπικονιαστούν. Η ικανοποιητική γονιμοποίηση των ανθέων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες με βασικότερο αυτό της θερμοκρασίας. Υψηλές θερμοκρασίες λίγο πριν την άνθηση (Άνοιξη) , επιταχύνουν την άνθηση και τη γονιμοποίηση (Rodrigo and Herrero,

2002). Για τη διακοπή του ληθάργου και την ομαλή ανάπτυξη απαιτούνται ορισμένες ώρες ψύχους (θερμοκρασίες κάτω των 7°C) , οι οποίες διαφέρουν για την κάθε ποικιλία. Γενικά η βερικοκιά δεν θεωρείται απαιτητική σε ψύχος γι' αυτό και ανθίζει σχετικά πρώιμα σε σχέση με τα περισσότερα φυλλοβόλα καρποφόρα δένδρα. Η ποικιλία όμως 'Orangered' χρειάζεται 1400 μονάδες (ώρες ψύχους) , ενώ η 'Bergeron' 1200 μονάδες (Egea et al., 2004). Οι περισσότερες όμως ποικιλίες χρειάζονται περίπου 1000 ώρες ψύχους.

Η μειωμένη δραστηριότητα της μέλισσας την εποχή της άνθισης, μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τη γονιμοποίηση των ανθέων, ειδικά όταν επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες και ισχυροί άνεμοι. Ωστόσο οι Albuquerque et al (2004), πιστεύουν ότι μπορεί να υπεισέρχονται και γενετικά χαρακτηριστικά που κληρονομούνται από τους γονείς και αφορούν την ανάπτυξη του άνθους και κατ' επέκταση την αύξηση της παραγωγής.

Η βερικοκιά καρποφορεί κυρίως σε ανθοφόρα λογχοειδή, παρά στους βλαστούς και τα λεπτοκλάδια. Η ανάπτυξη του καρπού γίνεται σε τρεις περιόδους και χαρακτηρίζεται από διπλή σιγμοειδή καμπύλη. Η πρώτη περίοδος χαρακτηρίζεται ως ταχεία και παρατηρείται έντονη κυτταρική διαίρεση, ανάπτυξη της ωοθήκης, του νουκέλλου και των περιβλημάτων των σπερμάτων. Η δεύτερη περίοδος είναι βραδεία κατά την οποία πραγματοποιείται η σκλήρυνση του ενδοκαρπίου και αύξηση του εμβρύου. Η τρίτη περίοδος χαρακτηρίζεται από ταχεία αύξηση του μεσοκαρπίου λόγω διόγκωσης των κυττάρων.



1.7. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΠΟΥ ΜΕΛΕΤΗΘΗΚΑΝ

1.7.1. ΝΕΡΑΪΔΑ

Πρόκειται για ποικιλία με ημερομηνία ωρίμανσης τις 9 Ιουνίου (11 ημέρες από την Μπεμπέκου) . Δημιουργός της το Τμήμα Φυλλοβόλων Οπωροφόρων Δένδρων Νάουσας, ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ. Όσον αφορά το δέντρο αυτό παρουσιάζει μεγάλη ζωηρότητα, πλαγιόκλαδη βλάστηση, μεγάλη και σταθερή παραγωγικότητα. Είναι αυτογόνιμη ποικιλία και ανθεκτική στην ίωση Sharka. Ο καρπός της είναι μεγάλος (περίπου 65 gr) , στρογγυλός, χρώματος έντονου πορτοκαλί με κόκκινο επίχρωμα στην ηλιαζόμενη πλευρά. Χαρακτηρίζεται από πολύ καλή και συνεκτική σάρκα και προορίζεται κυρίως για νωπή κατανάλωση. Σαν γενική εκτίμηση πρόκειται για ποικιλία πρώιμη, παραγωγική, με καρπό μεγάλο, εύγευστο και ελκυστικό λόγω του έντονου κόκκινου επιχρώματος.



1.7.2. ΜΠΕΜΠΕΚΟΥ

Είναι ποικιλία με ημερομηνία ωρίμανσης τις 20-25 Ιουνίου. Αποτελεί επιλογή του παραγωγού Μπεμπέκου, περιοχή Ασίνης Αργολίδα. Όσον αφορά το δέντρο αυτό παρουσιάζει μεγάλη ζωηρότητα, πλαγιόκλαδη στάση, και μεγάλη με μικρές διακυμάνσεις παραγωγικότητα από έτος σε έτος. Είναι αυτογόνιμη ποικιλία και λίαν ευπαθής στην ίωση

Sharka. Ο καρπός της είναι μεγάλος σε μέγεθος, στρογγυλός με ανοιχτό κίτρινο χρωματισμό. Η γεύση της είναι καλή με χαμηλή οξύτητα και υψηλά Brix. Σαν γενική εκτίμηση προσαρμόζεται καλύτερα σε ξηροθερμικό περιβάλλον. Σε περιοχές με υπερβολική υγρασία εμφανίζει «υπολείμματα υπέρου» στη βάση του καρπού και προσβολή από κλαδοσπόριο γύρω από τον ποδίσκο. Καρπός άριστης ποιότητας για νωπή κατανάλωση και κονσερβοποίηση αλλά υστερεί ως προς τον χρωματισμό.



1.7.3. ΤΥΡΒΗ

Πρόκειται για ποικιλία με ημερομηνία ωρίμανσης τις 8-10 Ιουνίου. Δημιουργός της ο ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ- Τμήμα Φυλλοβόλων Οπωροφόρων Δένδρων Νάουσας. Σχετικά με το δέντρο παρουσιάζει μεγάλη ζωηρότητα, πλαγιόκλαδη στάση, πολύ μεγάλη και σταθερή παραγωγικότητα με γρήγορη είσοδο στην καρποφορία μέσω των ετήσιων βλαστών και των λεπτοκλαδίων. Είναι αυτογόνιμη ποικιλία και ανθεκτική στην ίωση Sharka. Όσον αφορά τον καρπό έχει μέγεθος με μέσο όρο τα 50 gr, είναι στρογγυλός με κίτρινο χρωματισμό και μέτρια γεύση που βελτιώνεται με την πρόοδο της ωρίμανσης. Προορίζεται για νωπή κατανάλωση και κονσερβοποίηση. Σαν γενική εκτίμηση παρουσιάζει ενδιαφέρον για την πρωιμότητα, την παραγωγικότητα και τη μεγάλη συνεκτικότητα του καρπού. Υστερεί ως προς τη γευστική ποιότητα η οποία βελτιώνεται με την πρόοδο της ωρίμανσης, γι' αυτό η συγκομιδή δεν πρέπει να αρχίσει νωρίς.



1.7.4. ΚΙΟΤΟ

Είναι ποικιλία με περίοδο ωρίμανσης τις 20-25 Ιουνίου. Δημιουργός της είναι το Φυτόριο Escande, Γαλλία. Σχετικά με τον καρπό έχει μέγεθος 45-55 gr με στρογγυλό σχήμα, λεία επιδερμίδα και πορτοκαλί φωτεινό χρωματισμό, ενώ η γεύση της είναι γλυκόξινη χωρίς έντονα αρώματα. Σαν γενική εκτίμηση παρουσιάζει ενδιαφέρον, ωστόσο η ανάπτυξη της είναι αργή έως μέτρια, ενώ παρουσιάζει ευπάθεια στην ίωση της Sharka. Η γεύση της είναι καλύτερη αν ωριμάσει για λίγες μέρες.



1.7.5. FARHIAL

Αποτελεί ποικιλία με περίοδο ωρίμανσης τις 10 Αυγούστου. Δημιουργός της Marie-France BOIS, Γαλλία και δικαιοπάροχος IPS, Γαλλία. Στη χώρα μας διατίθεται με δικαιώματα διάθεσης από ορισμένα φυτώρια. Σχετικά με τον καρπό παρουσιάζει μεγάλη ζωηρότητα και τάση για ορθόκλαδη στάση. Έχει μεγάλη παραγωγικότητα και γρήγορη είσοδο στην καρποφορία. Είναι αυτογόνιμη με μεσαίο μέγεθος καρπού, πορτοκαλί χρωματισμό, φλοιό με 40-50% κόκκινο επίχρωμα και γλυκιά λόγω της μεγάλης συγκέντρωσης σε συνολικά διαλυτά στερεά. Σαν γενική εκτίμηση η Farhial αποτελεί πολύ παραγωγική ποικιλία με εντυπωσιακό και γλυκό καρπό, μεσαίο μέγεθος καρπού αλλά ικανοποιητικό έχοντας υπ' όψη την όψιμη περίοδο ωρίμανσης.



1.7.6. FARELY

Είναι ποικιλία με περίοδο ωρίμανσης τις 18 Ιουλίου. Δημιουργός της Marie-France BOIS, Γαλλία και δικαιοπάροχος IPS, Γαλλία. Στη χώρα μας διατίθεται με δικαιώματα διάθεσης από ορισμένα φυτώρια. Σχετικά με το δέντρο παρουσιάζει μέση-μεγάλη ζωηρότητα, τάση για ορθόκλαδη στάση και καλή παραγωγικότητα. Είναι αυτόστειρη ποικιλία με επικονιαστές τις Faralia, Farbaly. Όσον αφορά στον καρπό έχει μεσαίο μέγεθος, οβάλ σχήμα, πορτοκαλί με 30-40% κόκκινο επίχρωμα και αρωματική γεύση με καλή συνεκτικότητα σάρκας. Σαν γενική εκτίμηση αποτελεί ποικιλία με μεγάλη δυνατότητα

παραγωγής, αντέχει καλά κατά τη συντήρηση, έχει γρήγορη είσοδο στην καρποφορία και μεγάλη και σταθερή παραγωγή.



1.7.7. FARBALY

Πρόκειται για ποικιλία με περίοδο ωρίμανσης τις 30 Ιουλίου. Δημιουργός της Marie-France BOIS, Γαλλία και δικαιούχος IPS, Γαλλία. Στη χώρα μας διατίθεται με δικαιώματα διάθεσης από ορισμένα φυτώρια. Σχετικά με το δέντρο παρουσιάζει μεγάλη ζωηρότητα, ημι-ορθόκλαδη στάση και μεγάλη και σταθερή παραγωγικότητα. Είναι αυτογόνιμη ποικιλία. Σχετικά με τον καρπό, έχει μέσο-μεγάλο μέγεθος, πεπλατυσμένο σχήμα, πορτοκαλί με 30% κόκκινο επίχρωμα και γλυκιά, ευχάριστη γεύση με καλή συνεκτικότητα σάρκας. Σαν γενική εκτίμηση, η Farbaly αποτελεί πολύ παραγωγική ποικιλία με μεγάλο και εντυπωσιακό καρπό. Δεν πρέπει να συγκομίζεται νωρίς για να αποκτήσει καλά γευστικά χαρακτηριστικά. Παράλληλα παρουσιάζει ευπάθεια στην ίωση της Sharka. Έχει πρόωμη είσοδο στην καρποφορία και καλή ικανότητα συντήρησης.



1.7.8. ΔΙΑΜΑΝΤΟΠΟΥΛΟΥ

Πρόκειται για ποικιλία με περίοδο ωρίμανσης τις 20-25 Ιουνίου. Προήλθε μάλλον ως τυχαίο σπορόφυτο. Σχετικά με το δέντρο παρουσιάζει μεγάλη ζωηρότητα, πλαγιόκλαδη στάση και πολύ μεγάλη παραγωγικότητα. Όσον αφορά τον καρπό έχει μέτριο μέγεθος, σφαιρικό σχήμα, κίτρινο χρώμα με κόκκινο επίχρωμα στο μέρος που το βλέπει ο ήλιος και πολύ γλυκιά γεύση με καλή συνεκτικότητα σάρκας. Σαν γενική εκτίμηση αποτελεί αξιόλογη ποικιλία, κατάλληλη για νωπή κατανάλωση και αποξηήραση, της οποίας οι καρποί δεν είναι δεκτικοί πολύ μακρινών μεταφορών.



1.8. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΒΕΡΙΚΟΚΩΝ

1.8.1. pH- Οξύτητα

Τα οργανικά οξέα είναι μεταξύ των κυτταρικών συστατικών που κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης των καρπών υφίστανται μεταβολές. Για τα βερίκοκα τα κύρια οργανικά οξέα που αποτελούν και το 90% της συνολικής οξύτητας είναι το κιτρικό και το μηλικό οξύ. Οι Agarwal και Date (1966) όμως έδειξαν ότι τα ινδικά βερίκοκα δεν έχουν μηλικό οξύ παρά μόνο κιτρικό.

Οι Annet και Reynolds (1995) διαπίστωσαν την παρουσία μικρών ποσοτήτων κινικού και ηλεκτρικού οξέος. Οι Souty et al. (1969) έπειτα από μελέτη τεσσάρων ποικιλιών βερίκοκων βρήκαν ότι τα κύρια οργανικά οξέα ήταν τα κινικό, ηλεκτρικό, γλυκολικό, μηλικό και κιτρικό. Οι Hoos et al. (1956) παρατήρησαν ότι το σύνολο των τιμών μηλικού και κιτρικού οξέως αποτελούσε το μεγαλύτερο μέρος της συνολικής οξύτητας του καρπού.

Σε μελέτη που έγινε από τους Ruiz et al. (2005) σε 37 διαφορετικές νέες ποικιλίες βερίκοκων βρέθηκε ότι η οξύτητα ήταν υψηλότερη και το pH χαμηλότερο στις ποικιλίες που είχαν πορτοκαλί σάρκα συγκριτικά με αυτές που είχαν λευκο-κίτρινη σάρκα. Το ίδιο ισχύει για τα ροδάκινα και τα νεκταρίνια (Gil et al. , 2002).

Σε έρευνα στην Ιταλία από τους Voi et al. (1995) στο χυμό 11 ποικιλιών βερίκοκων βρέθηκε κιτρικό, μηλικό, D- ισοκιτρικό, κινικό και ασκορβικό οξύ. Οι μέσοι όροι των τιμών του κιτρικού ήταν 12 g/Kg και 7,7 g/Kg για το μηλικό. Το pH κυμαινόταν στο 3.4.

Όταν στην Αμερική άρχισαν να γίνονται οι πρώτες εισαγωγές ξηρών βερίκοκων από την Τουρκία, ο Bolin (1989) βρήκε ότι τα ξηρά τούρκικα βερίκοκα έχουν την μισή οξύτητα από την ποικιλία Blehnem της Αμερικής.

Η Τζουτζούκου (1988) μελετώντας την οξύτητα σε δύο ποικιλίες βερίκοκων, βρήκε ότι οι τιμές του pH στο στάδιο της ωρίμανσης ήταν 3,75 για την <<Πρώιμη Τίρυνθος>> και 3,90 για την Μπεμπέκου ενώ η οξύτητα σε % ποσοστό κιτρικού οξέος ήταν 1,2 και 1,1 αντίστοιχα.

Στην μελέτη 6 ελληνικών ποικιλιών (Βέμμος και Τζουτζούκου, 2005) βρέθηκε ότι η ποικιλία Πρώιμη Τίρυνθος παρουσίασε την υψηλότερη οξύτητα (1,7% κιτρικό οξύ) συγκριτικά με τις άλλες ποικιλίες ενώ το pH ήταν 3,53 στην ίδια ποικιλία. Για την ποικιλία Μπεμπέκου το pH ήταν 3,56 και η οξύτητα 1,36% κιτρικού οξέος.

Σε αντίστοιχη μελέτη των Haydar et al. (2006) σε 6 τούρκικες ποικιλίες βερίκοκων, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το pH των καρπών κατά την ωρίμανση κυμαίνεται από 4,16 έως 5,23, ενώ τα ποσοστά του μηλικού οξέος από 0,17 έως 0,79%.

Η επέμβαση του αραιώματος των καρπών κατά 30%, 25 ημέρες μετά την άνθηση με τα χέρια ή με NAA (12-100 ppm), αύξησε το βάρος των καρπών και των ολικών διαλυτών στερεών ενώ αντίθετα μείωσε την οξύτητα του χυμού (Chira et al. , 1999).

1.8.2. ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

1.8.2.1. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ

Στη βιολογία, ως αντιοξειδωτικό θεωρείται οποιοδήποτε μόριο του οποίου η παρουσία σε συγκεντρώσεις σημαντικά χαμηλότερες ενός υποστρώματος, καθυστερεί σημαντικά ή/και αποτρέπει την οξειδωση του. Ο παραπάνω ορισμός καλύπτει όλες τις ενώσεις που μπορούν να οξειδωθούν από τις ελεύθερες ρίζες, συμπεριλαμβανομένων και αυτών που παρεμποδίζουν συγκεκριμένα οξειδωτικά ένζυμα ή αντιδρούν με οξειδωτικές ενώσεις πριν αυτές καταστρέψουν καίρια βιολογικά μόρια (Frankel and Meyer, 2000).

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, καρκινοειδή), υδροδιαλυτές αντιοξειδωτικές ενώσεις (γλουταθειόνη, ασκορβικό οξύ), καθώς και διάφορα ένζυμα (υπεροξειδίο δισμουτάση, καταλάση, ασκορβική υπεροξειδάση). Τα τελευταία χρόνια δίνεται ιδιαίτερο ενδιαφέρον και σε άλλα μόρια με αντιοξειδωτική ικανότητα, όπως οι φαινολικές ενώσεις (Robards et al., 1999), καθώς σύμφωνα με έρευνες οι ενώσεις αυτές φαίνεται να είναι περισσότερο αντιοξειδωτικές από τις βιταμίνες C και E (Cao et al., 1998; Vinson et al., 1995).

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). Σημαντικός είναι επίσης ο ρόλος των αντιοξειδωτικών ενώσεων στην πρόληψη πολλών ασθενειών του ανθρώπου, όπως του καρκίνου (Lambert et al., 2005), του διαβήτη (Tsuda et al., 2003), καθώς και διαφόρων καρδιαγγειακών παθήσεων (Vita, 2005). 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 et al., 2007).

1.8.2.2. ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ ΡΙΖΕΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ (ROS)

Ελεύθερη ρίζα είναι οποιοδήποτε χημικό μόριο ή άτομο το οποίο υπάρχει ανεξάρτητο και διαθέτει ένα ή περισσότερα μη συζευγμένα ηλεκτρόνια. Με εξαίρεση το μοριακό οξυγόνο, το ή τα ασύζευκτα ηλεκτρόνια προσδίδουν στις ελεύθερες ρίζες έντονη χημική δραστηριότητα, καθώς αυτό ή αυτά αναζητούν άλλα ηλεκτρόνια για να συζευχθούν. Οι ελεύθερες ρίζες αλληλεπιδρούν με οργανικές ενώσεις όπως λιπίδια, πρωτεΐνες, DNA και υδατάνθρακες και μέσω της οξειδωσης προκαλούν ζημιά στη δομή τους, παρεμποδίζοντας την κανονική λειτουργία τους (Somogyi et al., 2007; Διαμαντίδης, 2007).

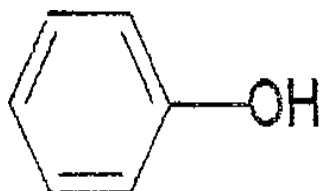
Στις ελεύθερες ρίζες συγκαταλέγονται διάφορες ενεργές μορφές οξυγόνου (reactive oxygen species, ROS) και αζώτου (reactive nitrogen species, RON). Οι ενεργές μορφές οξυγόνου προέρχονται από τη μερική, μη πλήρη αναγωγή του μοριακού οξυγόνου, έχουν ισχυρότερη οξειδωτική δράση από το ίδιο το οξυγόνο και είναι τοξικές για τα κύτταρα. Τα ιόντα και οι ενώσεις που κατατάσσονται στις ενεργές μορφές οξυγόνου είναι το μονήρες οξυγόνο ($^1\text{O}_2$), το υπεροξειδίο του οξυγόνου ($\text{O}_2^{\cdot-}$) το υπεροξειδίο του υδρογόνου (H_2O_2), η ρίζα υδροξυλίου (OH^{\cdot}), η υπερυδροξυλική ρίζα ($^{\cdot}\text{O}_2\text{H}$) και το όζον (O_3), ενώ το νιτροξειδίο (NO^{\cdot}) και το υπεροξυνιτρώδες ανιόν (OONO^-) κατατάσσονται στις ενεργές μορφές αζώτου. Στο φυτικό κύτταρο οι ενεργές μορφές οξυγόνου δημιουργούνται ως υποπροϊόντα του μεταβολισμού σε διάφορα οργανίδια του κυττάρου, όπως τα μιτοχόνδρια, οι χλωροπλάστες, τα μικροσωμάτια-υπεροξυσωμάτια και τον πυρήνα (Διαμαντίδης, 2007). Οι χημικές ενώσεις οι οποίες είναι ικανές να προκαλέσουν την παραγωγή ελευθέρων ριζών ονομάζονται προ-οξειδωτικές. Στα υγιή κύτταρα υπάρχει ισορροπία μεταξύ των προ-οξειδωτικών και των αντιοξειδωτικών ενώσεων. Τόσο η δημιουργία των ενεργών μορφών οξυγόνου όσο και η εξουδετέρωσή τους, είναι ένα ελεγχόμενο κυτταρικό φαινόμενο, ωστόσο υπάρχουν περιπτώσεις όπου δημιουργούνται πολλές ενεργές μορφές οξυγόνου και ο οργανισμός αδυνατεί να διατηρήσει την κυτταρική οξειδωαναγωγική του ομοιόσταση. Τέτοιου είδους καταστάσεις περιγράφονται με τον όρο οξειδωτική καταπόνηση (συνθήκες στρες). Η έκθεση των φυτικών ιστών σε διάφορων ειδών καταπονήσεις, όπως για παράδειγμα χαμηλών θερμοκρασιών, υπεριώδους ακτινοβολίας, όζοντος, αλατότητας, μηχανικών τραυματισμών, παθογόνων, υποξίας ή ανοξίας, έχει ως αποτέλεσμα την επαγωγή ενεργών μορφών οξυγόνου και/ή την αύξηση της παραγωγής τους. Ανάλογα με το είδος της καταπόνησης και του φυτικού ιστού, μπορεί να αλλάξει η τοποθεσία μέσα στο κύτταρο όπου δημιουργούνται οι ενεργές μορφές οξυγόνου, ωστόσο η αύξηση τους φαίνεται να είναι ο κοινός παρονομαστής σε πολλά είδη καταπονήσεων (Desikan et al.,

2005; Grace, 2005; Hodges, 2001). Κατά τη διάρκεια της οξειδωτικής καταπόνησης, οι ενεργές μορφές οξυγόνου υπεροξειδώνουν τα λιπίδια, διασπούν τα πολυσακχαρίδια και αποδομούν πρωτεΐνες και νουκλεϊκά οξέα. Οι παραπάνω δράσεις έχουν ως αποτέλεσμα τη βλάβη ή/και την καταστροφή κυτταρικών δομών και οργανιδίων, όπως χλωροπλάστες και μιτοχόνδρια, κυρίως μέσω της καταστροφής των κυτταρικών μεμβρανών (Foyer and Noctor, 2005). Στον ανθρώπινο οργανισμό, η οξειδωτική καταπόνηση συντελεί στην ανάπτυξη διαφόρων χρόνιων ασθενειών όπως αθηροσκλήρωση, ασθένεια του Parkinson, ασθένεια του Alzheimer, καρδιακές ασθένειες, διάφοροι τύποι καρκίνου και διαβήτη και πολλών άλλων ισχαιμικών, νευρολογικών και φλεγμονωδών ασθενειών (Blomhoff et al., 2006).

Εκτός από τις αρνητικές επιπτώσεις των ενεργών μορφών οξυγόνου στο φυτικό κύτταρο, οι ενώσεις αυτές λειτουργούν και ως δευτερογενείς χημικοί αγγελιοφόροι, ενεργοποιώντας μηχανισμούς άμυνας που σχετίζονται με το φαινόμενο της υπερευαισθησίας (οξειδωτικός θάνατος των προσβεβλημένων κυττάρων ώστε να αποτραπεί η προσβολή γειτονικών κυττάρων) και της αντίστασης σε προσβολές από παθογόνους μικροοργανισμούς (βιοσύνθεση φυτοαλεξινών και σκλήρυνση κυτταρικών τοιχωμάτων) (Desican et al., 2005).

1.8.2.3. ΦΑΙΝΟΛΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

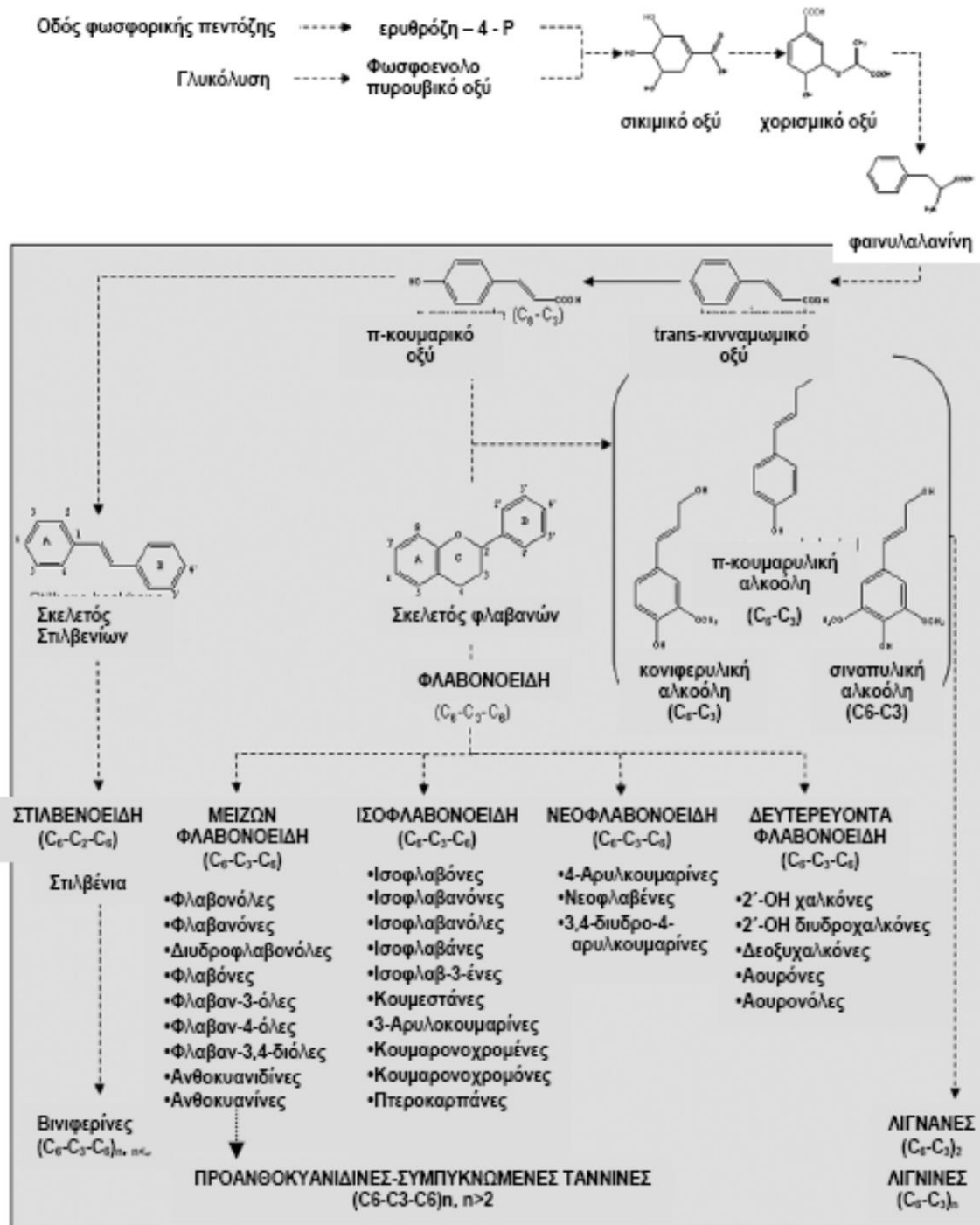
Φαινολικές ενώσεις καλούνται γενικά όλες οι ενώσεις που περιέχουν στο μόριο τους τη χαρακτηριστική ομάδα της φαινόλης.



Σχήμα 1.4. Η ομάδα της φαινόλης (κατά Bravo, 1998).

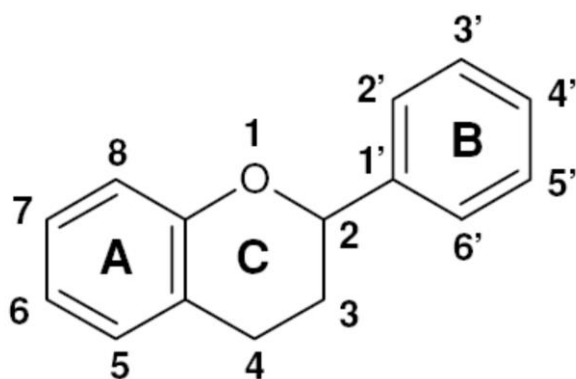
Ο παραπάνω ορισμός δεν κρίνεται ικανοποιητικός για τις φυτικές φαινόλες, διότι

συμπεριλαμβάνει και άλλες ενώσεις, επομένως κρίνεται αναγκαίος ένας ορισμός ο οποίος θα βασίζεται στο μεταβολικό μονοπάτι σύνθεσης των φαινολικών ενώσεων στα φυτά. Οι φυτικές φαινολικές ενώσεις επομένως είναι οι δευτερογενείς μεταβολίτες που βιοσυντίθενται από το μονοπάτι του σικιμικού οξέος, με τη βοήθεια ενδιάμεσων μορίων του μεταβολισμού των υδατανθράκων. Στη συνέχεια συντίθεται το αρωματικό αμινοξύ φαινυλαανίνη, που μετέπειτα απαμινώνεται από το ένζυμο φαινύλ- αμμωνία- λυάση (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 σπιλβενοειδή, οι λιγνίνες, οι λιγνάνες κ.α. (Σχήμα 1.5). Πιστεύεται ότι ποσοστό 20% των σακχάρων που σχηματίζονται κατά τη φωτοσύνθεση, χρησιμοποιούνται στο μεταβολισμό των φαινυλοπροπανοειδών, σχηματίζοντας την πλειοψηφία των φαινολικών συστατικών (Ververidis et al., 2007; Robards et al., 1999). Οι φαινολικές ενώσεις κλιμακώνονται από απλές, χαμηλού μοριακού βάρους ενώσεις με έναν φαινολικό (αρωματικό) δακτύλιο έως σύνθετες, μεγάλου μοριακού βάρους ενώσεις, όπως ταννίνες και άλλα πολυφαινολικά παράγωγα. Η ταξινόμησή τους γίνεται με βάση τον αριθμό και τη διάταξη των ατόμων του άνθρακα που ενώνονται με τον δακτύλιο της φαινόλης και συνήθως απαντώνται υπό συζευγμένη μορφή με σάκχαρα και οργανικά οξέα. Με βάση αυτή τη ταξινόμηση προκύπτουν δύο μεγάλες κατηγορίες φαινολικών ενώσεων στα φυτά, τα φλαβονοειδή και τα μη φλαβονοειδή.



Σχημα1.5. Διάγραμμα των σχέσεων του μεταβολισμού των φαινυλοπροπανοειδών (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.

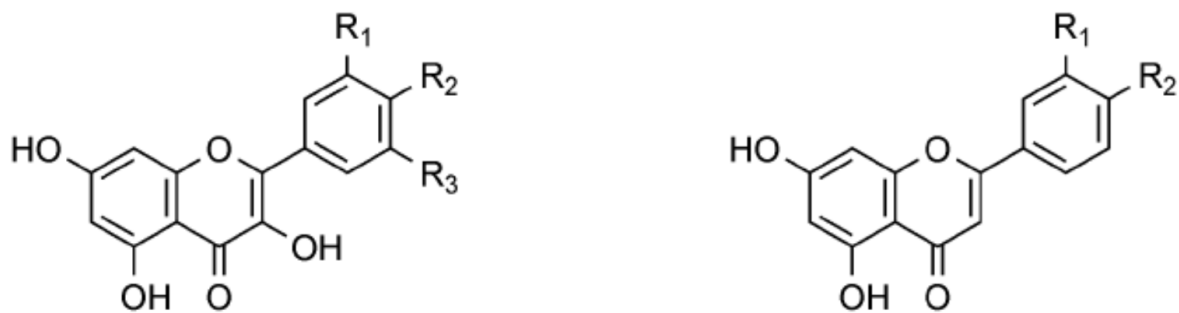
• **Φλαβονοειδή:** Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει ένα μεγάλο αριθμό φυτικών φαινολικών ενώσεων με βασικό τύπο C₆-C₃-C₆, ο οποίος αντιστοιχεί στη φλαβανόνη και κύριους εκπροσώπους τις ανθοκυανίνες και τις ταννίνες (Crozier et al., (2009) Goodwin and Mercer, 1983). Η βασική τους δομή συνίσταται από δύο φαινολικούς δακτυλίους, που συνδέονται μέσω μιας αλειφατικής αλυσίδας 3 ατόμων άνθρακα, η οποία σχηματίζει ένα πυρανικό ετεροκυκλικό δακτύλιο (Σχήμα 1.6) (Yanishlieva- Maslarova, 2001). Οι ενώσεις αυτές ταξινομούνται σε διάφορες υποκατηγορίες, ανάλογα με το βαθμό ακορεστότητας του C δακτυλίου και των υποκατάστατων στο δακτύλιο B και στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν αρκετές αναφορές σχετικές με τη ταξινόμησή τους. Κατά τους Crozier et al. (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.



Σχήμα 1.6. Βασική δομή των φλαβονοειδών ενώσεων (κατά Francisco and Resurreccion, 2008).

Μη φλαβονοειδή: Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει τα φαινολικά οξέα που διακρίνονται σε βενζοϊκά οξέα (C₆-C₁), με κύριο εκπρόσωπο το γαλλικό οξύ, το οποίο είναι η πρόδρομη ένωση στη βιοσύνθεση των υδρολυόμενων ταννινών και σε κινναμωμικά οξέα (C₆-C₃), τα σπιλβένια (C₆-C₂-C₆) κ.α. (Crozier et al., (2009) , Goodwin and Mercer, (1983).

Οι **φλαβόνες** και **φλαβονόλες** έχουν παρόμοια δομή του C δακτυλίου, ο οποίος φέρει διπλό δεσμό μεταξύ των θέσεων 2- και 3-. Η μεταξύ τους διαφορά είναι ότι οι φλαβονόλες φέρουν ομάδα υδροξυλίου στη θέση 3- στο δακτύλιο C (Σχήμα 1.7).



Σχήμα 1.7. Δομή των κυριότερων φλαβονολών και φλαβονών (κατά Crozier et al.2009).

ΦΛΑΒΑΝΟΛΕΣ

Το παράγωγο της φλαβονόλης που έχει τον κεντρικό ετεροκυκλικό δακτύλιο υδρογονωμένο λέγεται φλαβαν-3-όλη (Rice-Evans et al., 1997). Στη φύση οι κυριότερες φλαβαν-3-όλες είναι οι : (+)- κατεχίνη, (+)- γαλλοκατεχίνη, (-)-επικατεχίνη, (+)- επικατεχίνη, (-)-επιγαλλοκατεχίνη και οι γαλλικοί εστέρες της (-)-επικατεχίνης και (-)-επιγαλλοκατεχίνης. Τα ολιγομερή ή πολυμερή των φλαβαν-3-ολών, τα οποία ονομάζονται επίσης προανθοκυανιδίνες ή συμπυκνωμένες ταννίνες, αποτελούν μια μεγάλη ομάδα φυσικών φαινολικών παραγώγων (Francisco and Resurreccion, 2008).

ΑΝΘΟΚΥΑΝΙΔΙΝΕΣ- ΑΝΘΟΚΥΑΝΙΝΕΣ

Οι ανθοκυανίνες αποτελούν σημαντική υποκατηγορία των φαινολικών παραγώγων. Το μεγαλύτερο μέρος των χημικών ενώσεων που δίνουν στα άνθη, στους καρπούς, στα φύλλα και καμιά φορά στο περίβλημα των σπόρων, το πορφυρό, ερυθρό, πορτοκαλί, κυανό και ιώδες χρώμα τους είναι ανθοκυανίνες. Απαντούν στη φύση είτε ως άλατα του οξονίου, συνήθως χλωρίου, είτε υπό μορφή ετεροζιτών, οι οποίοι (ως ακετάλες) υδrolύονται εύκολα προς ένα άγλυκο και ένα ή περισσότερα μόρια σακχάρων. Τα άγλυκα που προκύπτουν λέγονται ανθοκυανιδίνες. Οι ανθοκυανιδίνες δεν απαντούν ελεύθερες στη φύση, αλλά ενωμένες με σάκχαρα, ως ετεροζίτες, των οποίων είναι γνωστοί είκοσι διαφορετικοί τύποι. Τα σάκχαρα που απαντούν στις ανθοκυανίνες είναι πάντα αλδόζες, κυρίως γλυκόζη, ξυλόζη, αραβινόζη, γαλακτόζη ή ραμνόζη. Επίσης, οι ανθοκυανίνες μπορεί να βρίσκονται υπό τη μορφή αλάτων του οξονίου ή του χλωρίου, ή ακόμη να είναι εστεροποιημένες με αρωματικά οξέα, όπως κουμαρικό και σιναπικό οξύ. Οι πιο διαδεδομένες ανθοκυανιδίνες είναι η πελαργονιδίνη, η κυανιδίνη, η πεονιδίνη, η δελφινιδίνη, η πετουνιδίνη και η μαλβιδίνη (Crozier et al., 2009).

ΦΛΑΒΑΝΟΝΕΣ

Οι φλαβανόνες έχουν τον δακτύλιο C κορεσμένο και απαντώνται κυρίως ως O- και C- γλυκοζίτες. Δεν είναι ευρύτατα διαδεδομένες στο φυτικό βασίλειο, αλλά τις συναντάμε σε αξιόλογες ποσότητες στα εσπεριδοειδή και στα δαμάσκηνα. Οι πιο διαδεδομένες φλαβανόνες είναι η εριοδικτυόλη, η εσπεριτίνη και η ναριγκίνη ((Francisco and Resurreccion, 2008, Bravo, 1998).

ΙΣΟΦΛΑΒΟΝΕΣ

Οι ισοφλαβόνες συνήθως έχουν τον B δακτύλιο προσαρτημένο στη θέση 3- απ' όπ στην θέση 2- και απαντώνται είτε στην άγλυκη μορφή τους, είτε ως διάφοροι γλυκοζίτες συμπεριλαμβανομένων και των γλυκοζιτών της γενιστεΐνης και της δαΐσδεΐνης. Οι ισοφλαβόνες θεωρούνται φυτοοιστρογόνες ενώσεις (Francisco and Resurreccion, 2008).

ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΟΞΕΑ

Τα φαινολικά οξέα διακρίνονται σε δύο ομάδες, στα παράγωγα του βενζοϊκού οξέος και στα παράγωγα του κινναμωμικού οξέος. Η ποικιλομορφία της δομής των υδροξυβενζοϊκών οξέων (C₆-C₁), στηρίζεται στη διάταξη των υδροξυλίων και των μεθυλομάδων στον αρωματικό δακτύλιο (Crozier et al., 2009). Τα κυριότερα οξέα της κατηγορίας αυτής που απαντούν στα φυτά είναι το *p*-υδροξυβενζοϊκό, το βανιλλικό, το συρινγικό, το σαλικυλικό, το γαλλικό και το ελλαγικό οξύ. Τα δύο τελευταία οξέα απαντώνται κυρίως υπό δεσμευμένη μορφή, ως γαλλοταννίνες και ελλαγοταννίνες αντίστοιχα (Harborne, 1998). Ως προς τα υδροξυκινναμωμικά οξέα (C₆-C₃), τα κυριότερα που απαντώνται στο φυτικό βασίλειο είναι το *p*-κουμαρικό, το καφεϊκό, το φερουλικό και το σιναπικό οξύ (Crozier et al., 2009).

TANNINES

Ως ταννίνες χαρακτηρίζονται πολυφαινολικές ενώσεις μεγάλου μοριακού βάρους που ενώ έχουν διαφορετική δομή, έχουν όμως μια κοινή ιδιότητα: ενώνονται με τις πρωτεΐνες και άλλα πολυμερή, όπως π.χ. με πολυσακχαρίτες. Από αυτή την ιδιότητα απορρέει η στυφούσα γεύση τους, γιατί καθώς οι ταννίνες ενώνονται με τις πρωτεΐνες του εκκρίματος των σιαλογόνων αδένων, αυτό χάνει την ικανότητα να υγραίνει το στόμα, ενώ παράλληλα αναστέλλουν τη δράση των ενζύμων του εκκρίματος επειδή δεσμεύουν την πρωτεϊνική ομάδα τους, με συνέπεια να φράσσουν οι βλεννογόνοι και να παρεμποδίζεται η εκροή σάλιου. Έτσι, προκαλείται μια αίσθηση ξηρότητας και τραχύτητας στη γλώσσα και σε

όλη τη στοματική κοιλότητα. Στη φύση απαντούν δύο ομάδες ταννινών: οι υδρολυόμενες και οι συμπυκνωμένες ταννίνες. Οι υδρολυόμενες ταννίνες αποτελούνται κυρίως από εστέρες του γαλλικού και του ελλαγικού οξέος με γλυκόζη και διακρίνονται σε γαλλοταννίνες και ελλαγοταννίνες αντίστοιχα. Οι συμπυκνωμένες ταννίνες, οι οποίες ονομάζονται και προανθοκυανιδίνες, είναι ολιγομερή ή πολυμερή φλαβαν-3-ολών. Το μέγεθος του μορίου εξαρτάται από το βαθμό πολυμερισμού. Τα μονομερή συνδέονται μέσω C4-C8 δεσμού ή C4-C6 δεσμού, οπότε προκύπτουν προανθοκυανιδίνες τύπου B, ενώ στις αντίστοιχες τύπου A συνδέονται μέσω ενός επιπλέον C2-C7 αιθερικού δεσμού (Crozier et al., 2009; Francisco and Resurreccion, 2008; Bravo, 1998).

ΣΤΙΛΒΕΝΙΑ

Τα στιλβένια αποτελούνται από δύο φαινυλομάδες, οι οποίες ενώνονται μέσω μιας αλυσίδας δύο ατόμων άνθρακα (C₆-C₂-C₆). Στα φυτά εμφανίζονται σε περιορισμένο βαθμό και χαρακτηρίζονται ως φυτοοιστρογόνες ενώσεις, ενώ παρέχουν και προστασία έναντι τραυματισμών και μυκητολογικών προσβολών (φυτοαλεξίνες). Χαρακτηριστική ένωση της ομάδας αυτής είναι η ρεσβερατρόλη (3,5,4'-τριυδροξυστιλβένιο), η οποία συναντάται ως *cis*- και *trans*-ισομερές (Francisco and Resurreccion, 2008).

1.8.2.4. ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ

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 et al., 1997; Frankel and Meyer, 2000; Fernandez-Panchon et al., 2008). Στον πίνακα 1.4 δίνονται τιμές της αντιοξειδωτικής ικανότητας διαφόρων φαινολικών ενώσεων που έχουν προσδιορισθεί στα φιστίκια.

Σε γενικό κανόνα και σύμφωνα με διάφορες έρευνες σε ότι αφορά την αντιοξειδωτική ικανότητα των φλαβονοειδών σημαντικό ρόλο παίζει α) η ύπαρξη υδροξυομάδων στις θέσεις 3- στο δακτύλιο C και 5- στο δακτύλιο A β) ο βαθμός ακορεστότητας στο δακτύλιο C (διπλός δεσμός μεταξύ των θέσεων 2- και 3-) σε συνδυασμό με την παρουσία οξο- ομάδας στη θέση 4- και γ) η ύπαρξη ορθο-διυδροξυ-διάταξης στο δακτύλιο B (Yanishlieva-Maslarova, 2001).

Κατά τους Soobrattee et al. (2005), στην αντιοξειδωτική ικανότητα συνεισφέρουν τόσο οι φλαβονοειδείς, όσο και οι μη φλαβονοειδείς ενώσεις, με τα διμερή προκυανιδινών να έχουν τη μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα και να ακολουθούν κατά φθίνουσα σειρά οι φλαβανόλες, φλαβονόλες, τα υδροξυ-κινναμωμικά οξέα και τα απλά φαινολικά οξέα. Σύμφωνα με τους ερευνητές, μεταξύ των μονομερών φλαβαν-3-ολών, μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα παρουσίασαν οι γαλλικοί εστέρες της επιγαλλοκατεχίνης και επικατεχίνης και μικρότερη η κατεχίνη. Η δράση αυτή των εστέρων οφείλεται στην παρουσία περισσότερων ομάδων υδροξυλίου στη δομή τους (Salah et al., 1995). Ως προς τα άγλυκα μέρη των φλαβονολών, μεγαλύτερη ικανότητα παρουσιάζει η κερκετίνη και ακολουθούν η μινικετίνη και η καμφερόλη. Σε αυτή την κλάση των φαινολικών ενώσεων σημαντικό ρόλο παίζει και ο αριθμός των υδροξυλίων στο δακτύλιο B, ωστόσο η ύπαρξη και τρίτης ομάδας υδροξυλίου (μυρικετίνη) δε βελτιώνει την αντιοξειδωτική ικανότητα (Soobrattee et al., 2005), αν και οι Kim et al. (2006) δε συμφωνούν με την τελευταία άποψη.

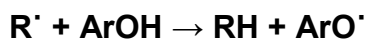
Σχετικά με τα φαινολικά οξέα, τα παράγωγα του κινναμωμικού οξέος υπερτερούν των αντίστοιχων του βενζοϊκού οξέος (Chen and Ho, 1997). Μεταξύ των υδροξυκινναμικών οξέων η αντιοξειδωτική ικανότητα κατά φθίνουσα σειρά είναι: ροσμαρινικό οξύ > χλωρογενικό οξύ > καφεϊκό οξύ > φερουλικό οξύ > κουμαρικό οξύ (Cuvelier et al., 1992).

Σχετικά με τις ανθοκυανιδίνες, η αύξηση του αριθμού των υδροξυλίων δε συνεπάγεται και ανάλογη αύξηση της αντιοξειδωτικής τους ικανότητας (Wang et al., 1997). Οι ίδιοι ερευνητές αναφέρουν το σημαντικό ρόλο του είδους του σακχάρου στην αντιοξειδωτική ικανότητα των ανθοκυανινών. Για παράδειγμα στην περίπτωση της κυανιδίνης, η ύπαρξη γλυκόζης στη θέση 3-του δακτυλίου C προκάλεσε αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας, σε σχέση με την ύπαρξη ραμνόζης ή γαλακτόζης αντίστοιχα.

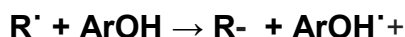
ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΔΡΑΣΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ

Δύο είναι οι κύριοι μηχανισμοί με τους οποίους τα αντιοξειδωτικά προστατεύουν.

1.Μεταφορά ενός ατόμου υδρογόνου, κατά την οποία η ελεύθερη ρίζα R[•] αποσπά ένα άτομο υδρογόνου από τον αρωματικό δακτύλιο του αντιοξειδωτικού ArOH :



2.Μεταφορά ενός ηλεκτρονίου, κατά την οποία το αντιοξειδωτικό ArOH δίνει ένα ηλεκτρόνιο στην ελεύθερη ρίζα R[•] :



Όσον αφορά στον ενζυμικό αντιοξειδωτικό μηχανισμό, διάφορα ένζυμα προστατεύουν το κύτταρο από τις ελεύθερες ρίζες οξυγόνου είτε χρησιμοποιώντας τις ενεργές μορφές οξυγόνου ως υπόστρωμα στις αντιδράσεις που καταλύουν ή σχηματίζοντας με τη δράση τους ουσίες που λειτουργούν ως αντιοξειδωτικά. Τα κυριότερα ένζυμα που δεσμεύουν τις ενεργές μορφές οξυγόνου είναι η υπεροξειδική δισμουτάση (CAT). Ένζυμα που εμπλέκονται στην διατήρηση των αποθεμάτων των αντιοξειδωτικών ουσιών είναι η αναγωγή της γλουταθειόνης (GR) , η μονοαφυδροασκορβική αναγωγή (MDAR) και η αφυδροασκορβική αναγωγή (DHAR) , (Noctor and Foyer, 1998).

ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ

Οι διάφορες μέθοδοι που έχουν αναπτυχθεί για τον υπολογισμό της αντιοξειδωτικής ικανότητας, στηρίζονται σε κάποιον από τους μηχανισμούς δράσης των αντιοξειδωτικών στην οποία βασίζεται η μέθοδος. Στην παρούσα εργασία επιλέχθηκαν δύο μέθοδοι για την εκτίμηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας σε εκχυλίσματα βερίκοκου, οι FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) και DPPH (2,2 – Diphenyl – 1 – picrylhydrazyl Radical Scavenging), οι οποίες βασίζονται στη μεταφορά ηλεκτρονίου (Arak et al., 2007; Prior et al., 2005; Huang et al., 2005). Η μέθοδος DPPH παλαιότερα θεωρούταν ότι βασίζεται στη μεταφορά ατόμου υδρογόνου (Brand-Williams et al., 1995), ωστόσο σύγχρονες μελέτες αναφέρουν ότι βασίζεται κυρίως στη μεταφορά ηλεκτρονίου (Arak et al., 2007; Prior et al., 2005; Huang et al., 2005), αν και οι δύο αυτοί μηχανισμοί δεν ξεχωρίζουν απόλυτα και φαίνεται ότι συμβαίνουν παράλληλα σε ένα σύστημα (Arak et al., 2007; Wright et al., 2001).

Η επιλογή δύο διαφορετικών μεθόδων προτείνεται για την καλύτερη αξιολόγηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας, καθώς μόνο μία μέθοδος δεν αρκεί να δώσει μια ολοκληρωμένη εικόνα αυτής (Prior and Cao, 1999). Τόσο η FRAP όσο και η DPPH είναι μέθοδοι γρήγορες και οικονομικές, δεν απαιτούν ιδιαίτερο εργαστηριακό εξοπλισμό και

ακριβά αντιδραστήρια, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αντιοξειδωτικές ενώσεις που βρίσκονται σε υδατικό μέσο και χρησιμοποιούνται ευρέως για τον υπολογισμό της αντιοξειδωτικής ικανότητας διαφόρων φυτικών προϊόντων (Francisco and Resurreccion, 2008; Halvorsen et al., 2002). Η σημαντικότερη διαφορά μεταξύ των μεθόδων είναι ότι στη μέθοδο FRAP εκτιμάται άμεσα η αναγωγική ικανότητα των αντιοξειδωτικών ενώσεων, θεωρώντας την αναγωγική ικανότητα και την αντιοξειδωτική ικανότητα ίση (Benzie and Strain, 1996), ενώ στη μέθοδο DPPH εκτιμάται η ικανότητα των αντιοξειδωτικών ενώσεων να εξουδετερώνουν τις συνθετικές ελεύθερες ρίζες του αντιδραστηρίου DPPH (Brand-Williams et al., 1995). Επιπλέον, η μέθοδος FRAP είναι περισσότερο ευαίσθητη στην παρουσία υδρόφιλων αντιοξειδωτικών ενώσεων, ενώ η μέθοδος DPPH στην παρουσία λιπόφιλων αντίστοιχα (Arak et al., 2007).

1.8.4. ΚΑΡΟΤΕΝΙΑ

Το επιστημονικό ενδιαφέρον για την περιεκτικότητα σε καροτενοειδή και τα πρότυπα κατανομής στα φρούτα και τα λαχανικά έχει αναβιώσει, από την στιγμή που ανακαλύφθηκε ότι τα καροτενοειδή είναι σημαντικά όχι μόνο λόγω του χρώματος που προσδίδουν, αλλά και επειδή παρουσιάζουν προστατευτική δράση έναντι ποικίλων εκφυλιστικών νόσων. Τα καροτενοειδή συντίθενται ή σε χρωμοπλάστες που παίρνουν τη θέση των χλωροπλάστων κατά την αποδόμηση της χλωροφύλλης ή/και σε νεοσχηματισθέντες χρωμοπλάστες. Η σύνθεση των καροτενοειδών δεν απαιτεί την παρουσία φωτός αλλά οξυγόνο. Τα καροτενοειδή, όπως και οι χλωροφύλλες δεν είναι υδατοδιαλυτές.

Το 1933, ο Brockmann διεξήγαγε μία από τις πρώτες μελέτες για τον χαρακτηρισμό των καροτενοειδών του βερίκοκου (*Prunus armeniaca* L.), και η β-καροτίνη βρέθηκε να είναι η κύρια χρωστική ουσία. Πλήθος άλλων καροτενοειδών υπάρχουν στα βερίκοκα αλλά σε μικρές ποσότητες (<2%) όπως φυτοένιο, φυτοφλουένιο, γ-καροτένιο, λυκοπένιο, β-κρυπτοξανθίνη και λουτεΐνη. Τα βερίκοκα έχουν περιγραφεί ως μία από τις σημαντικότερες διατροφικές πηγές των καροτενοειδών της προβιταμίνης Α, διότι 250 g φρέσκων ή 30 g αποξηραμένων βερίκοκων παρέχουν το 100% της συνιστώμενης ημερήσιας δόσης. Τα καροτενοειδή των ώριμων βερίκοκων έχουν μελετηθεί ελάχιστα. Οι αλλαγές στις μεμονωμένες χρωστικές ουσίες και ο μετασχηματισμός τους κατά τη διάρκεια των σταδίων ανάπτυξης, ωρίμανσης και γήρανσης έχουν επίσης λάβει λίγη προσοχή. (Ruiz et al., 2005).

1.8.5. ΣΑΚΧΑΡΑ- ΔΙΑΛΥΤΑ ΣΤΕΡΕΑ

Οι υδατάνθρακες είναι πηγή ενέργειας και παίζουν βασικό ρόλο στην υγεία και τη σωστή διατροφή του ανθρώπου. Η γλυκόζη (το βασικό συστατικό της σακχαρόζης όσο και των άλλων υδατανθράκων) είναι αποκλειστικό καύσιμο του εγκεφάλου και δρα στη σκέψη. Γι' αυτό και η περιεκτικότητα των καρπών σε υδατάνθρακες είναι από τα σημαντικότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους.

Οι Βέμμος και Τζουτζούκου (2005) βρήκαν ότι τα κυριότερα σάκχαρα στα βερίκοκα έξι Ελληνικών ποικιλιών ήταν τα εξής: Σακχαρόζη, γλυκόζη, σορβιτόλη, φρουκτόζη και ινοσιτόλη. Τη μεγαλύτερη συγκέντρωση σε ολικά σάκχαρα παρουσίασε η ποικιλία Διαμαντοπούλου.

Οι Voi et al. , (1995) μέτρησαν σε 11 διαφορετικές ποικιλίες βερίκοκων τα διαλυτά σάκχαρα που περιέχονται στο πολτό τους τα οποία ήταν γλυκόζη, φρουκτόζη, σακχαρόζη, σορβιτόλη και ραφινόζη που δείχνει ότι ήταν τα ίδια με αυτά των Ελληνικών ποικιλιών. Μεταξύ των ποικιλιών αυτών ήταν και η Ελληνική ποικιλία Μπεμπέκου. Οι τιμές της ποικιλίας Μπεμπέκου σε ολικά σάκχαρα ήταν 8,9% και 12.3% σε ολικά διαλυτά στερεά. Το μεγαλύτερο σε συγκέντρωση σάκχαρο ήταν η σακχαρόζη.

Στην ανάλυση των σακχάρων που βρίσκονται στο κυτταρικό τοίχωμα βερίκοκων βρέθηκαν τα εξής σάκχαρα: Ραμνόζη, αραβινόζη, ξυλόζη, μαλτόζη, γαλακτόζη και γλυκόζη. Μετρήσεις έγιναν σε έξι διαφορετικά στάδια ανάπτυξης των καρπών. Το σάκχαρο με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση κατά το τελευταίο στάδιο ανάπτυξης, βρέθηκε η γλυκόζη με 30,09% (Ξ.Β.) και η φρουκτόζη με τη μικρότερη με 1,09% (Ξ.Β.) (Femenia et al. , 1998).

Τα διαλυτά στερεά αυξάνονται στο βερίκοκο όσο αφήνεται να ωριμάσει πάνω στο δένδρο(Gomez and Ledbetter, 1997).

Σε εργασία τους οι Forni et al. (1997) έδειξαν πως η συγκέντρωση σακχάρων (σακχαρόζη, μαλτόζη και σορβιτόλη) είναι δυνατό να επηρεάζει κάποια φυσικοχημικά χαρακτηριστικά στα βερίκοκα. Πιο συγκεκριμένα η σύνθεση του χυμού σε σάκχαρα επέδρασε στη διατήρηση του ασκορβικού οξέος κατά τη διάρκεια της ξήρανσης στον αέρα και τη σταθερότητα του χρώματος σε συνθήκες συντήρησης και κατάψυξης με την μαλτόζη να δείχνει την υψηλότερη προστατευτική δράση.

Αργότερα οι Riva et al. (2004) σε παρόμοια εργασία έδειξαν πως επηρεάζεται η σταθερότητα του χρώματος με την ενσωμάτωση σακχάρων. Η σορβιτόλη είναι ευεργετική όσον αφορά τον έλεγχο της διατροφής, την οδοντική υγεία και τα γαστρεντερικά προβλήματα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο της γλυκόζης για διαβητικούς.

Οι Bassi και Selli (1990) μελετώντας τα ποιοτικά χαρακτηριστικά πέντε ποικιλιών βερίκοκων βρήκε τα εξής διαλυτά σάκχαρα: Ξυλιτόλη, φρουκτόζη, γλυκόζη, μανόζη, σορβιτόλη, σακχαρόζη και μαλτόζη με την ολική ποσότητα τους να κυμαίνεται από τα 7,4-10,8% Φ.Β.

Σε έρευνα των Reid και Bieleski (1974) βρέθηκε ότι στα βερίκοκα η σορβιτόλη είναι το σάκχαρο που αποτελεί το κυριότερο προϊόν της φωτοσύνθεσης, για το λόγο αυτό στα φύλλα η σορβιτόλη βρίσκεται σε υψηλό ποσοστό σε σχέση με τα άλλα σάκχαρα. Στους καρπούς όμως κατά την τελευταία φάση της ανάπτυξης τους φτάνει σε πολύ μικρότερο ποσοστό, λόγω πιθανής μετατροπής της σε άλλα σάκχαρα.

Οι Tamassy και Zayan (1982) μελέτησαν τις μεταβολές που υφίστανται τα ολικά σάκχαρα και το άμυλο μερικών ποικιλιών βερίκοκων σε σχέση με την αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το άμυλο είναι αυτό που μετατρέπεται σε σάκχαρα και ότι τα ασιατικά υβρίδια βερίκοκων έχουν μεγαλύτερη ικανότητα να υδρολύουν το άμυλο σε περισσότερα σάκχαρα σε περίοδο χαμηλών θερμοκρασιών. Τη χαμηλότερη ικανότητα για υδρόλυση έχουν οι Ιρανικές ποικιλίες, ενώ οι ευρωπαϊκές έχουν ενδιάμεση ικανότητα.

Η λίπανση είναι ένας παράγοντας που μπορεί να επηρεάσει την συγκέντρωση των υδατανθράκων στον καρπό. Οι Bussi και Amiot (1998), βρήκαν ότι η λίπανση Κ 16 kg/στρέμμα αύξησε τα ολικά διαλυτά στερεά και βελτίωσε το χρωματισμό των καρπών. Παρόμοια αποτελέσματα βρήκαν οι Radi et al. (2003) αλλά με δοσολογία 12 kg/στρέμμα όπου παρατηρήθηκε αύξηση στα ολικά σάκχαρα κατά 10%.

Το σχήμα του δένδρου και ο φωτισμός των καρπών επίσης μπορεί να επηρεάσει τη συγκέντρωση των σακχάρων. Καρποί που είναι εκτεθειμένοι στον ήλιο και έχουν καλύτερο φωτισμό περιέχουν υψηλότερο ποσοστό ολικών σακχάρων (Dichio et al. , 1999). Οι καρποί που βρίσκονται σε βλαστούς μεγάλου μήκους και σε νεαρά λογχοειδή είχαν υψηλότερες τιμές σακχάρων. Αντίθετα αυτοί που ήταν πάνω σε λογχοειδή μεγάλης ηλικίας ήταν μειωμένης γλυκύτητας (Lichou and Combe, 1999).

1.8.6. ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΟΞΕΑ

Οι καρποί περιέχουν σημαντικές ποσότητες οργανικών οξέων, τα οποία συμμετέχουν στη μεταβολική δραστηριότητά τους. Για παράδειγμα, το μηλικό οξύ αποτελεί το κυριότερο οργανικό οξύ που χρησιμοποιείται ως υπόστρωμα κατά την αναπνευστική λειτουργία. Επιπρόσθετα, τα οργανικά οξέα αποτελούν πηγή ενέργειας για τα φυτικά όργανα μετά τη συγκομιδή τους και συμβάλλουν στη δημιουργία του αρώματος και της

γεύσης η οποία, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από την αναλογία υδατανθράκων και οργανικών οξέων. Στους καρπούς απαντάται μεγάλος αριθμός οργανικών οξέων και μάλιστα σε όλα τα μέρη τους, αλλά είναι λίγα αυτά τα οποία επηρεάζουν την οξύτητα. Συχνά, σε κάθε είδος καρπού κυριαρχεί ποσοτικά ένα οργανικό οξύ. Για παράδειγμα, το μηλικό οξύ είναι το κύριο οργανικό οξύ στο μήλο, το βερίκοκο, τη μπανάνα, το κεράσι, το δαμάσκηνο και την πιπεριά, ενώ το κιτρικό κυριαρχεί στα εσπεριδοειδή, το σύκο, τον ανανά, τη φράουλα και την τομάτα. Στα αχλάδια και τα ροδάκινα, το κιτρικό και μηλικό οξύ απαντώνται περίπου σε ίδιες συγκεντρώσεις, ενώ στα σταφύλια υπερέχουν το τρυγικό και το μηλικό. Συγκεκριμένα στα βερίκοκα, εκτός του μηλικού οξέος που είναι το κυριότερο οργανικό οξύ και βρίσκεται σε συγκέντρωση 12 χιλιοστοϊσοδύναμα ανά 100 g , υπάρχει και το κιτρικό οξύ. (Μετασυλλεκτική μεταχείριση καρπών και λαχανικών, Ελένη Τσαντίλη, 2015).

1.9. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της πορείας των φαινολικών συστατικών και της αντιοξειδωτικής ικανότητας οχτώ ποικιλιών καρπών βερίκοκιάς.

Τα τελευταία χρόνια, δίνεται ιδιαίτερη σημασία στη διαιτητική αξία των φρούτων και σε επιδημιολογικές έρευνες έχει βρεθεί σημαντική συσχέτιση μεταξύ της κατανάλωσης φρούτων και της μείωσης του κινδύνου προσβολής από διάφορες ασθένειες. Οι ευεργετικές επιδράσεις της κατανάλωσης των φρούτων στην ανθρώπινη υγεία, αποδίδονται σε φυσικά αντιοξειδωτικά, όπως οι ανθοκυάνες και οι πολυφαινόλες, οι οποίες βρίσκονται σε σημαντικές ποσότητες στα βερίκοκα. Η μεγάλη διαιτητική αξία των βερίκοκων καθιστά ενδιαφέρουσα τη μελέτη των φαινολικών ουσιών και της αντιοξειδωτικής δράσης, καθώς σύμφωνα με σημερινά δεδομένα της Ελλάδας, η βερίκοκιά είναι μια καλλιέργεια που συνεχώς αυξάνεται. Περισσότεροι είναι οι παραγωγοί που ασχολούνται συστηματικά με την καλλιέργεια της για την παραγωγή νωπών ή ξηρών βερίκοκων.

Όσον αφορά στις αναλύσεις σύστασης των βερίκοκων, μετρήθηκαν τα ολικά φαινολικά, φλαβονοειδή, τα ολικά και αναλυτικά καροτένια, τα οργανικά οξέα, τα σάκχαρα καθώς και η ολική αντιοξειδωτική τους ικανότητα, λόγω της συνεισφοράς τους στη διαιτητική αξία των βερίκοκων.

Για την καλύτερη αξιολόγηση της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας επιλέχθηκαν δύο μέθοδοι, οι οποίες βασίζονται σε διαφορετική χημική βάση. Συγκεκριμένα, επιλέχθηκε η μέθοδος FRAP, η οποία μετρά την άμεσα την αναγωγική ικανότητα των αντιοξειδωτικών

ουσιών, και η μέθοδος DPPH η οποία μετρά την ικανότητα του αντιοξειδωτικού να δεσμεύει τις ελεύθερες ρίζες του αντιδραστηρίου DPPH.

Τα ολικά διαλυτά στερεά, η τιτλοδοτούμενη οξύτητα και το pH των βερικόκων, παίζουν σημαντικό ρόλο στην αποδοχή των καρπών από τους καταναλωτές και δίνουν πληροφορίες για το στάδιο ωριμότητας των κερασιών.

Συμπερασματικά τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής σε συνδυασμό με μια περαιτέρω έρευνα δοκιμαστικής καλλιέργειας των πιο αξιόλογων ποικιλιών στις περιοχές της Ελλάδας όπου καλλιεργείται η βερικοκιά, θα βοηθήσει στην καλύτερη διερεύνηση των ποιοτικών αυτών χαρακτηριστικών σε διάφορες μάλιστα εδαφοκλιματικές συνθήκες και στην ευρεία διάδοσή τους για εμπορική καλλιέργεια.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. ΠΡΩΤΗ ΥΛΗ

Οκτώ ποικιλίες βερικόκων Μπεμπέκου, Διαμαντοπούλου, Νεράιδα, Τύρβη, Kioto, Farhial, Farely και Farbaly επιλέχθηκαν με βάση την ιστορία της καλλιέργειας (παραδοσιακές ή σύγχρονες ποικιλίες) και της περιόδου συγκομιδής. Για κάθε ποικιλία, τα φρούτα συλλέχθηκαν τον Ιούνιο-Ιούλιο σε στάδιο εμπορικής ωριμότητας από πλήρως παραγωγικά δέντρα που καλλιεργήθηκαν στην περιοχή της Κορινθίας και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο εντός 2 ωρών. Τα φρούτα, χωρίς ορατά ελαττώματα και διαταραχές, χωρίστηκαν τυχαία, σε τέσσερις ομάδες (επαναλήψεις) 20 φρούτων η κάθε μία, απομακρύνθηκαν τα κουκούτσια, κόπηκαν σε φέτες και καταψύχθηκαν σε υγρό άζωτο. Όλες οι μετρήσεις διεξήχθησαν σε κατεψυγμένο (-80 ° C) υλικό μέσα σε ένα μήνα μετά τη συγκομιδή.

2.2. ΜΕΤΡΗΣΗ ΡΗ, ΤΙΤΛΟΔΟΤΟΥΜΕΝΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΟΛΙΚΩΝ ΔΙΑΛΥΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ (ΟΔΣ)

Για την μέτρηση των ολικών διαλυτών στερεών, του pH και της οξύτητας των καρπών, χρειάστηκε να πολτοποιηθεί μέρος των δειγμάτων των καρπών με τη βοήθεια απλού αποχυμωτή.

Τα διαλυτά στερεά μετρήθηκαν βάζοντας μία σταγόνα από τον χυμό που προέκυψε από την κάθε ποικιλία, σε διαθλασίμετρο χειρός τύπος Atago hand refractometer 8469 (0-90%).

Το pH κάθε δείγματος χυμού μετρήθηκε με πεχάμετρο τύπου pH meter 3310, της εταιρίας JENWAY.

Για την μέτρηση της οξύτητας του χυμού, 0,5mL χυμού μεταφέρθηκαν σε ποτήρι ζέσεως, όπου προστέθηκαν 10mL απεσταγμένου νερού και έγινε τιτλοδότηση με NaOH 0.1N μέχρι το pH του διαλύματος να φτάσει στα 8,1. Η οξύτητα του χυμού εκφράστηκε σε % περιεκτικότητα σε κιτρικό οξύ.

2.3. ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΟΛΙΚΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ

Για την εκχύλιση των ολικών φαινολικών ουσιών χρησιμοποιήθηκαν 5g φρέσκου ιστού βερίκοκου, ο οποίος εκχυλίστηκε με 5mL 80% (v/v) αιθυλικής αλκοόλης σε νερό, μέσα σε λουτρό υπερήχων για 15 λεπτά μέσα σε πάγο. Στην συνέχεια το εκχύλισμα φυγοκεντρήθηκε στα 4000rpm για 5 λεπτά. Η υπερκείμενη φάση συλλέχθηκε και μεταφέρθηκε σε νέο falcon 15mL και η διαδικασία επαναλήφθηκε για άλλες δύο φορές με 2,5mL MeOH 80% αντίστοιχα μέχρι ο τελικός όγκος να φθάσει στα 10mL.

2.4. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ

Ο προσδιορισμός των ολικών φαινολικών ουσιών έγινε με κάποιες τροποποιήσεις της μεθόδου Folin-Ciocalteu (Gunes et al., 2002).

Η διαδικασία ήταν η ακόλουθη: Εκχυλισμένο δείγμα όγκου 0,2 mL, αναμείχθηκε με 2,6mL διπλά απεσταγμένου 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% (Na₂CO₃) 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.

2.5. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΩΝ ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΩΝ

Για τον υπολογισμό των ολικών φλαβονοειδών χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των Gunes et al. (2002) . Δείγμα όγκου 0,25 mL κατάλληλα αραιωμένου αναμείχθηκε με 1 mL διπλά απεσταγμένου νερού και 0,075 mL νιτρώδους νατρίου 5% (NaNO₂). Αφού έγινε ανάδευση με vortex, μετά από 5 λεπτά προστέθηκαν 0.075 mL διαλύματος χλωριούχου

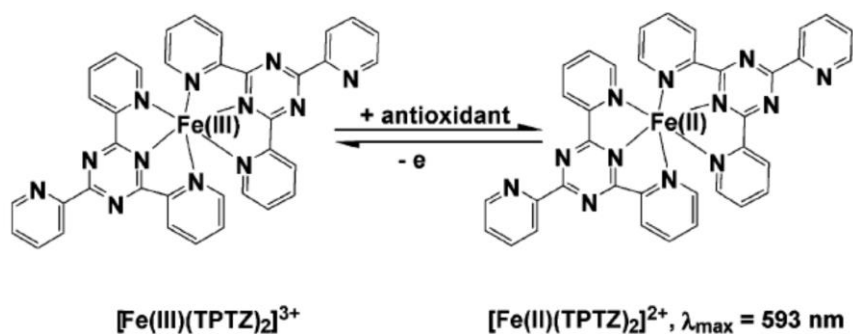
αργίλου 10% ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) και μετά την πάροδο 6 λεπτών, μετρήθηκε η απορρόφηση στα 510 nm, αφού πρώτα προστέθηκαν 0,5 mL καυστικού νατρίου (NaOH 1N) και 0,6 mL διπλά απεσταγμένου νερού. Παράλληλα μετρήθηκαν οι απορροφήσεις διαφόρων συγκεντρώσεων κατεχίνης για την παρασκευή πρότυπης καμπύλης. Τα ολικά φλαβονοειδή εκφράστηκαν σε mM ισοδύναμων κατεχίνης.

2.6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΡΠΩΝ

2.6.1. ΜΕΘΟΔΟΣ FRAP

Η μέθοδος FRAP στηρίζεται στη μείωση του θετικού φορτίου του τρισθενούς σιδήρου στο σύμπλοκο Fe^{3+} -TPTZ [2,4,6-τρι-(2-πυριδύλ)-s-τριαζίνη] κατά την παρουσία κάποιου αντιοξειδωτικού σε όξινο μέσο και στο σχηματισμό του συμπλόκου Fe^{2+} -TPTZ, το οποίο έχει χρώμα μπλε (σχήμα 1). Το αντιδραστήριο FRAP παρασκευάσθηκε από τρία διαλύματα, δηλαδή το ρυθμιστικό διάλυμα οξικού οξέος 300 mM με pH 3,6, το διάλυμα TPTZ 10 mM διαλυμένο σε 40 mM HCl και το διάλυμα $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Το αντιδραστήριο προκύπτει μετά την ανάμειξη των παραπάνω διαλυμάτων σε αναλογία 10:1:1, με τη σειρά που αναφέρθηκαν παραπάνω. Στην παρούσα μελέτη, δείγμα συγκεκριμένου όγκου κατάλληλα αραιωμένο αναμείχθηκε με κατάλληλη ποσότητα αντιδραστηρίου FRAP και μετά την πάροδο 30 λεπτών στους 37 °C σε υδατόλουτρο υπό κάλυψη, μετρήθηκε η απορρόφηση στα 593 nm με χρήση φασματοφωτόμετρου (Benzie and Strain, 1996; Prior et al., 2005; Huang et al., 2005).

Δείγμα όγκου 0,1 mL εκχυλισμένου δείγματος, αναμείχθηκε με 3 mL αντιδραστηρίου FRAP σε falcon των 15 mL. Στην συνέχεια έγινε ανάδευση με vortex και τοποθέτηση του στο υδατόλουτρο στους 37°C για 30 λεπτά μέχρι τελικά να μετρηθεί η απορρόφηση του στο φωτόμετρο στα 593 nm με χρήση φασματοφωτόμετρου (Benzie and Strain, 1996, Prior et al., 2005, Huang et al., 2005). Παράλληλα μετρήθηκαν και οι απορροφήσεις διαφόρων συγκεντρώσεων trolox για την παρασκευή πρότυπης καμπύλης. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε μM ισοδύναμων trolox.

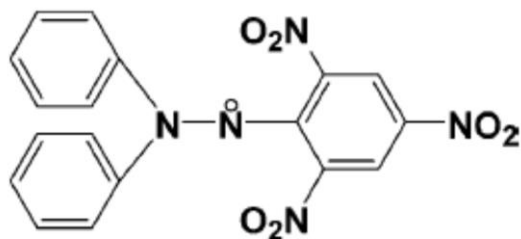


Σχήμα 1: Αναγωγή του συμπλόκου Fe^{3+} -TPTZ σε Fe^{2+} -TPTZ παρουσία αντιοξειδωτικού (Huang et al., 2005).

2.6.2. ΜΕΘΟΔΟΣ DPPH

Η μέθοδος DPPH βασίζεται στη μείωση της απορρόφησης της DPPH \cdot (2,2-διφαινύλ-1-πικριδραζύλ) όταν έρθει σε επαφή με αντιοξειδωτικές ουσίες. Η DPPH \cdot (Σχήμα 2.2) 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 \cdot (2,2-διφαινύλ-1-πικριδραζύλ) όταν έρθει σε επαφή με αντιοξειδωτικές ουσίες. Η DPPH \cdot (Σχήμα 2.2) 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 0,1 mL, κατάλληλα αραιωμένου, αναμείχθηκε με 3,9 mL διαλύματος DPPH (2,2-διφαινύλ-1-πικριδραζύλ) 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.



Σχήμα 2.2. Η ρίζα DPPH (2,2- διφαινύλ-1-πυκριδραζύλ) (κατά Huang et al., 2005).

2.7. ΟΛΙΚΑ ΚΑΡΟΤΕΝΙΑ

Η εκχύλιση των ολικών καροτενίων πραγματοποιήθηκε ύστερα από τροποποίηση της μεθόδου των Nagata και Yamashita (1992), ομογενοποιώντας κατεψυγμένο ιστό με διάλυμα ακετόνης / εξανίου (4:6 v/v) (6 mL διαλύματος g^{-1} ιστού) σε Ultra-Turrax T25 (IKA Labortechnik, Staufen, Germany) στις 9500 rpm για 1 min. Το ομογενοποίημα αναδεύτηκε στις 450 rpm υπό σκοτάδι για 30 λεπτά χρησιμοποιώντας ένα τροχιακό αναδευτήρα και στη συνέχεια φυγοκεντρήθηκε στα 4000 x g για 5 λεπτά και συλλέχθηκε η υπερκείμενη φάση. Η διαδικασία επαναλήφθηκε τέσσερις φορές. 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.

2.8. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΚΑΡΟΤΕΝΙΑ

Η εκχύλιση και ο προσδιορισμός των καροτενοειδών ενώσεων διεξήχθησαν σύμφωνα με τους Ruiz 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 ομογενοποίημα φυγοκεντρήθηκε στα 4000 x 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 οξικό αιθυλεστέρα με όγκο ίσο με το υπερκείμενο, και αυτή η διαδικασία επαναλήφθηκε τρεις φορές. Ο οργανικός διαλύτης εξατμίστηκε υπό ροή N_2 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-απο-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 που αποτελείται από αντλία (LC-30AD) και αυτόματο δειγματολήπτη (SIL-30AC) συνδεδεμένο σε ανιχνευτή υπεριωδών ακτινών διόδων (SPD-M20A) (Shimadzu, Tokyo, Japan) χρησιμοποιώντας αναλυτική στήλη Pursuit XRs RP-18 (250 mm x 4 mm, μέγεθος σωματιδίων 5 μm), η οποία εκλούστηκε ισοκρατικά σε ρυθμό ροής 1 mL min⁻¹. 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 μg 100 g⁻¹ FW.

2.9. ΔΙΑΛΥΤΑ ΣΑΚΧΑΡΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΟΞΕΑ

Τα διαλυτά σάκχαρα προσδιορίστηκαν σύμφωνα με τους Kafkaletou και άλλους (2017). Εν συντομία, τα σάκχαρα εκχυλίστηκαν ύστερα από ομογενοποίηση 0,5g φρέσκου ιστού με 3mL διπλά απεσταγμένου νερού, σε φούρνο μικροκυμάτων που λειτουργούσε στα 400 Watt για διάστημα 2min. Στην συνέχεια ακολούθησε φυγοκέντρηση στα 4000rpm για 6 min και η υπερκείμενη φάση μεταφέρθηκε σε καθαρό φιαλίδιο. Η διαδικασία επαναλήφθηκε άλλες 2 φορές. Τα συνδυασμένα υπερκείμενα διηθήθηκαν μέσω φίλτρου σύριγγας νάιλον (μέγεθος πόρων 0,2 μm) και αναλύθηκαν με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC) αποτελούμενη από ένα Waters 510 (Waters, Milford, USA) , ισοκρατική αντλία, ανιχνευτής δείκτη διάθλασης HP 1047A (Hewlett-Packard, Waldbronn, Germany) και σύστημα επεξεργασίας δεδομένων (Peak-Simple 3.25, SRI Instruments, Inc., Torrance, CA, ΗΠΑ). Ο διαχωρισμός της ζάχαρης επιτυγχάνεται στους 80 °C και μία ροή 0,6 mL min⁻¹ χρησιμοποιώντας στήλη 8-10 μm, 7,8 mm x 305 mm, μορφή ασβεστίου (HC-75, Hamilton, Bonaduz, Ελβετία). Η ταυτοποίηση και η ποσοτικοποίηση σακχαρόζης, γλυκόζης, φρουκτόζης και σορβιτόλης πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας καμπύλες βαθμονόμησης αυθεντικών προτύπων και εκφράστηκαν σε βάση FW.

Τα οργανικά οξέα μετρήθηκαν σύμφωνα με τους Roussos και άλλων (2011) με ορισμένες τροποποιήσεις. Συγκεκριμένα, ο κατεψυγμένος ιστός ομογενοποιήθηκε με διάλυμα 3% (w/v) μεταφωσφορικού οξέος σε νερό (10 mL g⁻¹ NB) σε εργαστηριακό αναμικτήρα. Το μίγμα αναδεύτηκε για 30 λεπτά στις 450 rpm χρησιμοποιώντας έναν τροχιακό αναδευτήρα και φυγοκεντρήθηκε στα 4000 x g για 5 λεπτά το υπερκείμενο ανακτήθηκε και η διαδικασία επαναλήφθηκε δύο φορές. Τα συνδυασμένα υπερκείμενα διηθήθηκαν μέσω φίλτρου σύριγγας μεγέθους πόρου 0,2 μm. Η ανάλυση οργανικών οξέων πραγματοποιήθηκε με σύστημα HPLC που αποτελείται από αντλία (LC-30AD) και αυτόματο δειγματολήπτη (SIL-30AC) συνδεδεμένο σε ανιχνευτή υπεριωδών ακτινών διόδων (SPD-M20A) (Shimadzu, Tokyo, Japan) χρησιμοποιώντας αναλυτική στήλη Pursuit XRs RP-18 (250 mm x 4 mm, μέγεθος σωματιδίων 5 μm), η οποία εκλούστηκε ισοκρατικά σε ρυθμό ροής 1 mL min⁻¹ με κινητή φάση 0,012% (v/v) μυρμηκικού οξέος στο νερό. Τα οργανικά οξέα παρακολουθήθηκαν στα 200 nm. Η ταυτοποίηση των οργανικών οξέων βασίστηκε στους χρόνους κατακράτησης τους, στα φάσματα UV-vis (200-700 nm) και σε σύγκριση με τα αυθεντικά πρότυπα. Όλα τα οξέα ποσοτικοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας καμπύλες βαθμονόμησης των προτύπων και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε mg/100g FW.

2.10. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

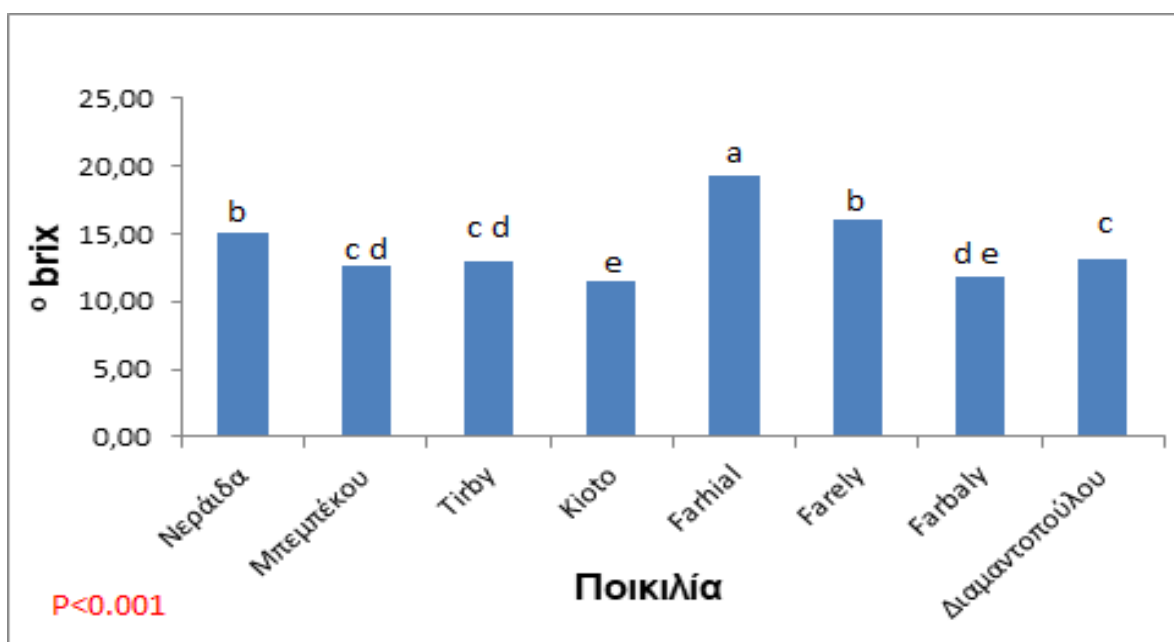
Με σκοπό την εκτίμηση των διαφορών μεταξύ των ποικιλιών, τα δεδομένα αναλύθηκαν με μονόδρομη ανάλυση της διακύμανσης (ANOVA) και τα μέσα συγκρίθηκαν με τη δοκιμή πολλαπλών τιμών Tuckey-HSD ($\alpha = 0,05$).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

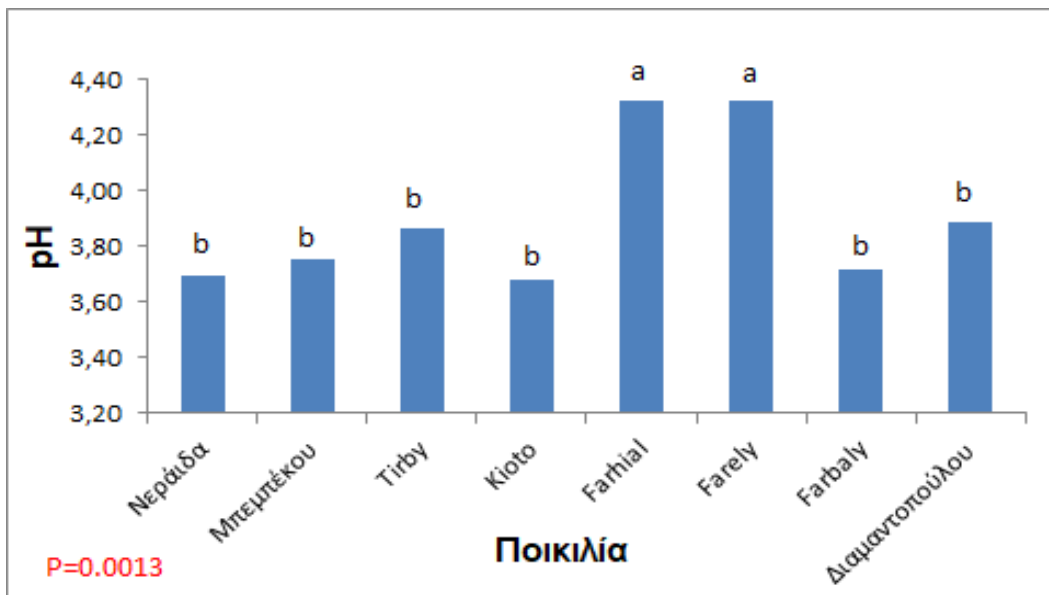
3.1. ΟΛΙΚΑ ΔΙΑΛΥΤΑ ΣΤΕΡΕΑ, ΤΙΤΛΟΔΟΤΟΥΜΕΝΗ ΟΞΥΤΗΤΑ, pH

Οι εξεταζόμενες ποικιλίες εμφάνισαν διακύμανση στο ΣΔΔ, το pH και την ΟΟ που κυμαινόταν στην περιοχή από 11,9 έως 19,3 ° Brix (ΓΡΑΦΗΜΑ 1), 3,7-4,3 (ΓΡΑΦΗΜΑ 2) και 0,268-1,911 μηλικό% w/w (ΓΡΑΦΗΜΑ 3), αντίστοιχα. Η 'Farhial' παρουσίασε τις υψηλότερες τιμές ΣΔΣ και τις χαμηλότερες τιμές ΟΟ μεταξύ όλων των ποικιλιών, ενώ οι 'Kioto' και 'Farbaly' τις χαμηλότερες τιμές ΣΔΣ και τις υψηλότερες τιμές ΟΟ. Οι τιμές των ΣΔΣ και ΟΟ που καταγράφηκαν στην παρούσα μελέτη είναι σε καλή συμφωνία με εκείνες

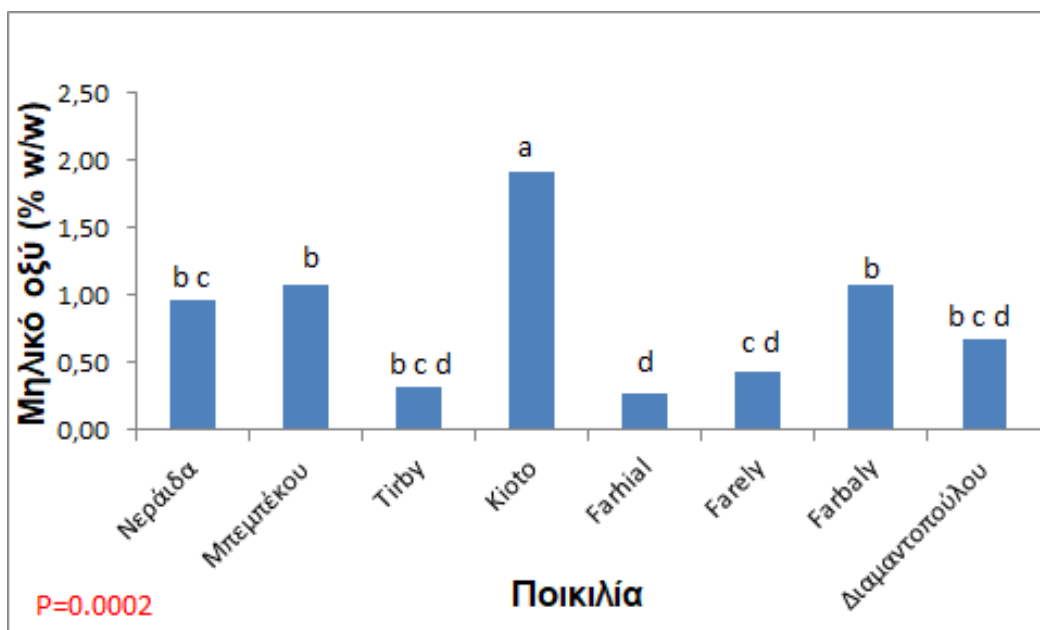
που αναφέρονται στη βιβλιογραφία για τις 'Μπεμπέκου', 'Νεράιδα', 'Κίτο' και 'Farbaly'. Συγκεκριμένα το σύνολο των ποικιλιών που μελετήθηκαν παρουσίασαν τιμές ΣΔΣ πάνω από 10 ° Brix (Akin et al., 2008) και ΟΟ 0,2-1,9 μηλικό% w/w (Drogoudi et al., 2008; Kalyoncu et al., 2009). Όσον αφορά το pH οι ποικιλίες Farhial και Farely παρουσίασαν την υψηλότερη τιμή (4,33) και η Κίτο την μικρότερη (3,68). Σχετικά με την αποδοχή των καταναλωτών αυτή επιτυγχάνεται για βερίκοκα με ΣΔΣ > 10 ° Brix και μέτρια ΟΟ (0,7-1,0% malate% w/w). Στην παρούσα μελέτη, όλες οι καλλιεργητικές μελέτες πληρούσαν τα πρότυπα κριτήρια για το κατώτατο όριο των ΣΔΣ και για το ανώτερο όριο ΟΟ εκτός από την 'Κίτο' που έδειξε ΟΟ 1,911 μηλικό% w/w.



ΓΡΑΦΗΜΑ 1: Επίδραση της ποικιλίας στη συγκέντρωση ολικών διαλυτών στερεών των καρπών των οχτώ εξεταζόμενων ποικιλιών.



ΓΡΑΦΗΜΑ 2: Επίδραση της ποικιλίας στο pH καρπών των οχτώ εξεταζόμενων ποικιλιών.



ΓΡΑΦΗΜΑ 3: Επίδραση της ποικιλίας στην τιτλοδοτούμενη οξύτητα καρπών των οχτώ εξεταζόμενων ποικιλιών.

3.2. ΟΛΙΚΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ (TP) - ΟΛΙΚΑ ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΗ (TF) – ΟΛΙΚΑ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ (TAC) – ΟΛΙΚΑ ΚΑΡΟΤΕΝΙΑ (TC)

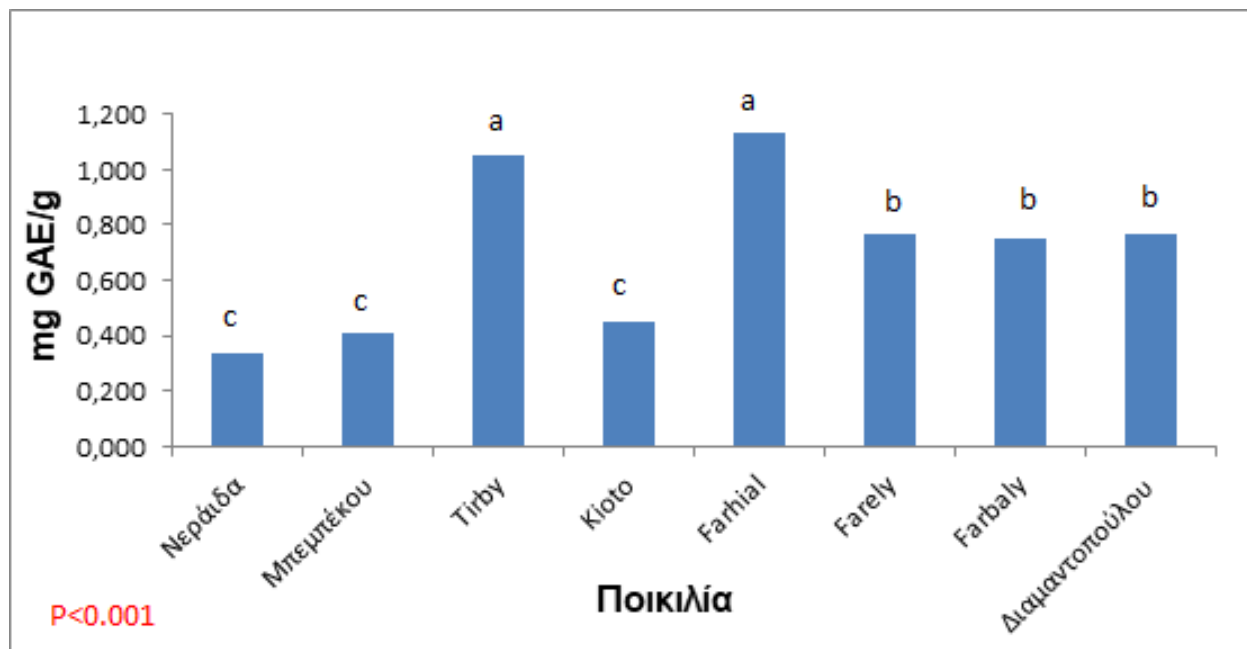
Η περιεκτικότητα σε TP των εξεταζόμενων ποικιλιών κυμάνθηκε από 0,335-1,134 mg GAE g⁻¹ FW (ΓΡΑΦΗΜΑ 1) και διαχωρίστηκαν σε τρεις ομάδες ποικιλιών με βάση το TP τους, όντας με τη σειρά οι 'Farhial', 'Τύρβη' (ομάδα Α) > 'Διαμαντοπούλου', 'Farely', 'Farbaly' (ομάδα Β) > 'Κίото', 'Μπεμπέκου', 'Νεράιδα' (Ομάδα Γ). Η μέση περιεκτικότητα TP στην ομάδα Α ήταν 1,4 και 2,8 φορές υψηλότερη από ό, τι στις ομάδες Β και C, αντίστοιχα. Στην βιβλιογραφία η ποικιλία Πρώιμο Τίρυνθος παρουσίασε περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά 21,2 mg GAE 100 g⁻¹ FW (Caliskan et al. , 2012)

Η διαφοροποίηση των ποικιλιών με βάση την περιεκτικότητά τους σε TF (0,1687-0,4142 mg CAE g⁻¹ FW) (ΓΡΑΦΗΜΑ 2) δεν ήταν τόσο σαφής όσο των ποικιλιών σε TP. Ωστόσο, οι 'Τύρβη', 'Farhial' και 'Διαμαντοπούλου' παρουσίασαν κατά 1,9 φορές υψηλότερες τιμές TF κατά μέσο όρο από τις τιμές που παρουσίασαν οι 'Κίото', 'Μπεμπέκου', 'Νεράιδα', 'Farely' και 'Farbaly'. Επιπλέον, η διακύμανση των τιμών σε TC μεταξύ των ποικιλιών ήταν πολύ υψηλή και τα TC ποσοτικοποιήθηκαν από 0,022 mg β-CE g⁻¹ FW στην 'Τύρβη' έως 0,116 mg β-OE g⁻¹ FW στην 'Farbaly' (ΓΡΑΦΗΜΑ 7). Οι 'Farbaly', 'Κίото', 'Διαμαντοπούλου' και 'Farely' έδειξαν κατά 2,5 φορές υψηλότερο περιεχόμενο σε TC, κατά μέσο όρο, από τις 'Νεράιδα', 'Farhial', 'Μπεμπέκου' και 'Τύρβη'.

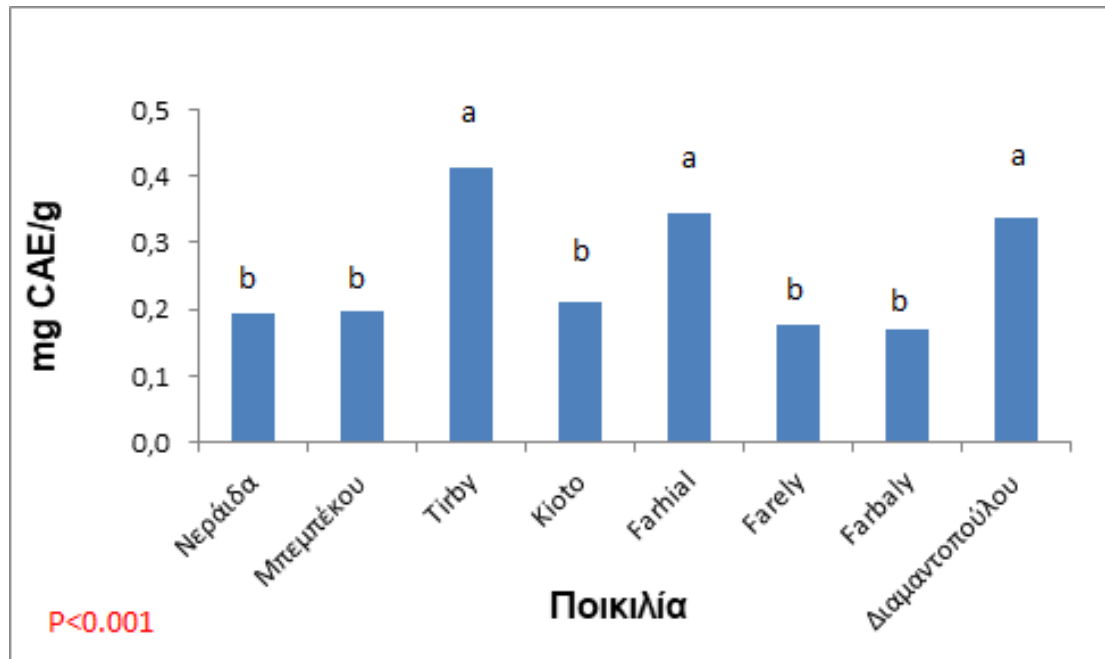
Οι τιμές σε TAC έδειξαν μεγάλες διαφορές μεταξύ των ποικιλιών και οι μετρούμενες τιμές κυμαίνονταν από 0,5779 έως 2,4840 μmol trolox g⁻¹ FW και από 1,522 έως 3,344 μmol TAE g⁻¹ FW με μεθόδους DPPH και FRAP, αντίστοιχα (ΓΡΑΦΗΜΑ 4 και ΓΡΑΦΗΜΑ 3). Οι 'Farhial' και 'Μπεμπέκου' έδειξαν τις υψηλότερες και χαμηλότερες τιμές TAC μεταξύ των ποικιλιών, αντίστοιχα. Εξετάζοντας τα συνολικά αποτελέσματα για όλες τις εξεταζόμενες ποικιλίες με βάση το σύνολο των φυτοχημικών χαρακτηριστικών, οι Τύρβη και Farhial θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως οι ποικιλίες με την πλουσιότερη θρεπτική αξία και οι Μπεμπέκου και Νεράιδα ως οι φτωχότερες. Αν και η υψηλή περιεκτικότητα σε φαινολικά και σε φλαβονοειδή είναι επιθυμητή για βερίκοκα για νωπή κατανάλωση μπορεί επίσης να αποτελέσει μειονέκτημα για την επεξεργασία δεδομένου ότι αυτές οι ενώσεις είναι υποστρώματα για χημικές και ενζυματικές αντιδράσεις, με αποτέλεσμα το καφετί χρώμα στα επεξεργασμένα τρόφιμα. Συνεπώς, ποικιλίες με χαμηλό περιεχόμενο φαινολικών και φλαβονοειδών θα μπορούσαν να είναι μια πολύ καλή πηγή για την παραγωγή μεταποιημένων προϊόντων βερίκοκων.

Το β-καροτένιο ήταν το κύριο καροτένιο που αποτέλεσε το 87-97% (656,5-2620,5 μg

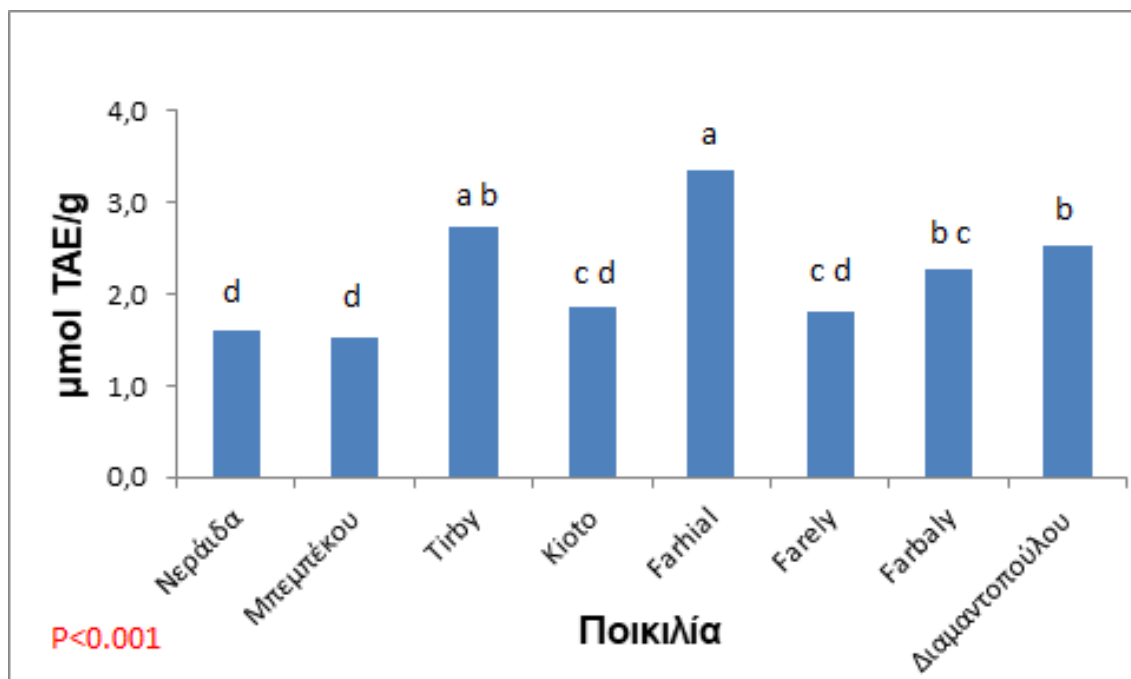
100 g⁻¹ FW) (ΓΡΑΦΗΜΑ 5) της συνολικής περιεκτικότητας ποσοτικών ενώσεων για κάθε ποικιλία. Οι ποικιλίες προερχόμενες από την Ελλάδα είχαν τη χαμηλότερη περιεκτικότητα β-καροτένιου ενώ οι προερχόμενες από την Γαλλία ποικιλίες είχαν από 3 φορές υψηλότερο περιεχόμενο, κατά μέσο όρο. Η β-κρυπτοξανθίνη ήταν το δευτερεύον και το πιο ποικίλο καροτένιο το οποίο ποσοτικοποιήθηκε από 0,707 μg 100 g⁻¹ FW στην 'Τύρβη' έως 10,3 μg 100 g⁻¹ FW στην 'Κίοτο' (ΓΡΑΦΗΜΑ 6). Ανάλογα αποτελέσματα βρέθηκαν στην βιβλιογραφία με την ποικιλία Bergeron να παρουσιάζει 4,2 μg 100 g⁻¹ FW (de Rigal et al., 2000). Δύο σαφείς ομάδες ποικιλιών θα μπορούσαν να διαχωριστούν με βάση την β-κρυπτοξανθίνη, με τη μέση περιεκτικότητα των 'Κίοτο', 'Μπεμπέκου' και 'Διαμαντοπούλου' να είναι κατά 6 φορές υψηλότερη από το μέσο όρο των υπόλοιπων ποικιλιών. Σε γονότυπους διαφορετικούς από αυτούς που μελετήθηκαν εδώ, το β-καροτένιο και η β-κρυπτοξανθίνη έχουν βρεθεί σε κλίμακα των 77-10185 και 14-3777 μg 100 g⁻¹ FW, αντιστοίχως. Τα παρόντα στοιχεία δείχνουν ότι οι γαλλικές ποικιλίες και ιδιαίτερα οι 'Farely' και 'Farbaly' αποτελούν καλή πηγή καροτενοειδών, ενώ οι ελληνικές ποικιλίες έχουν ενδιάμεσο περιεχόμενο καροτενίων.



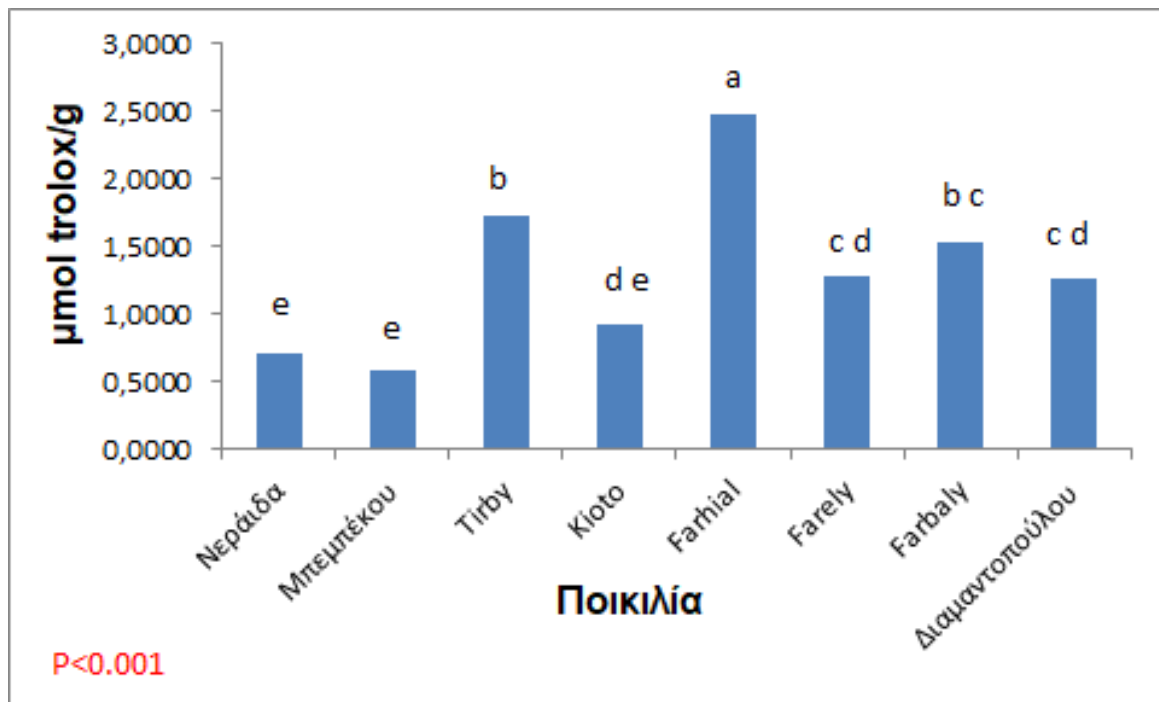
ΓΡΑΦΗΜΑ 1: Επίδραση της ποικιλίας στα ολικά φαινολικά καρπών των οχτώ εξεταζόμενων ποικιλιών.



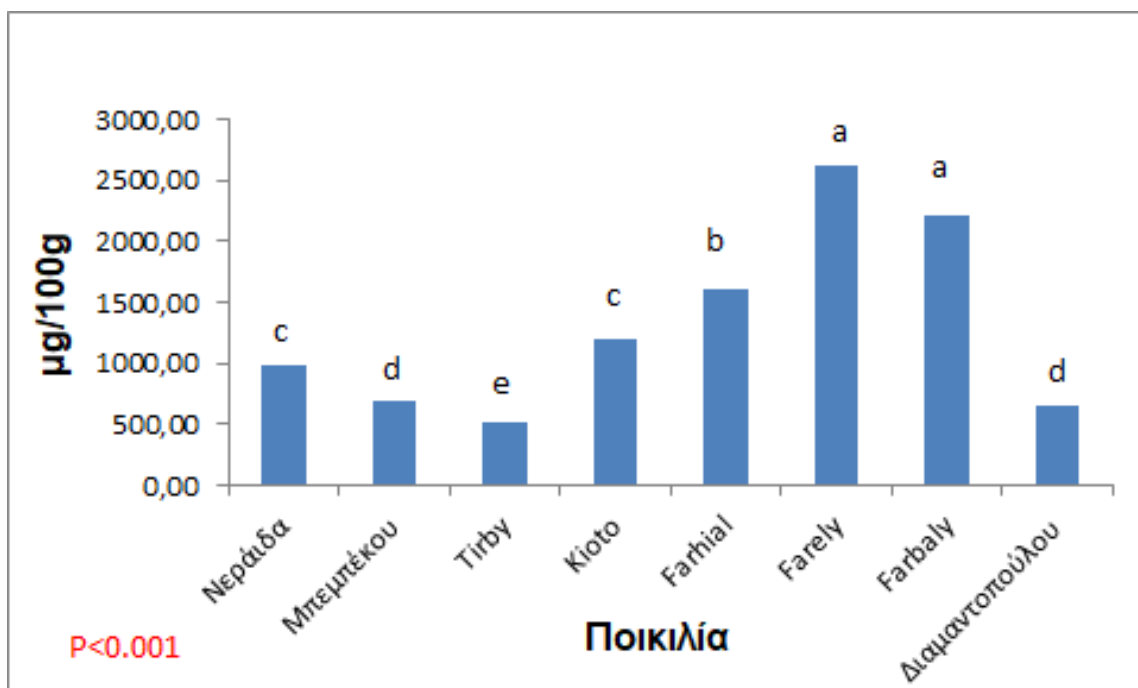
ΓΡΑΦΗΜΑ 2: Επίδραση της ποικιλίας στα ολικά φλαβονοειδή καρπών των οχτώ εξεταζόμενων ποικιλιών.



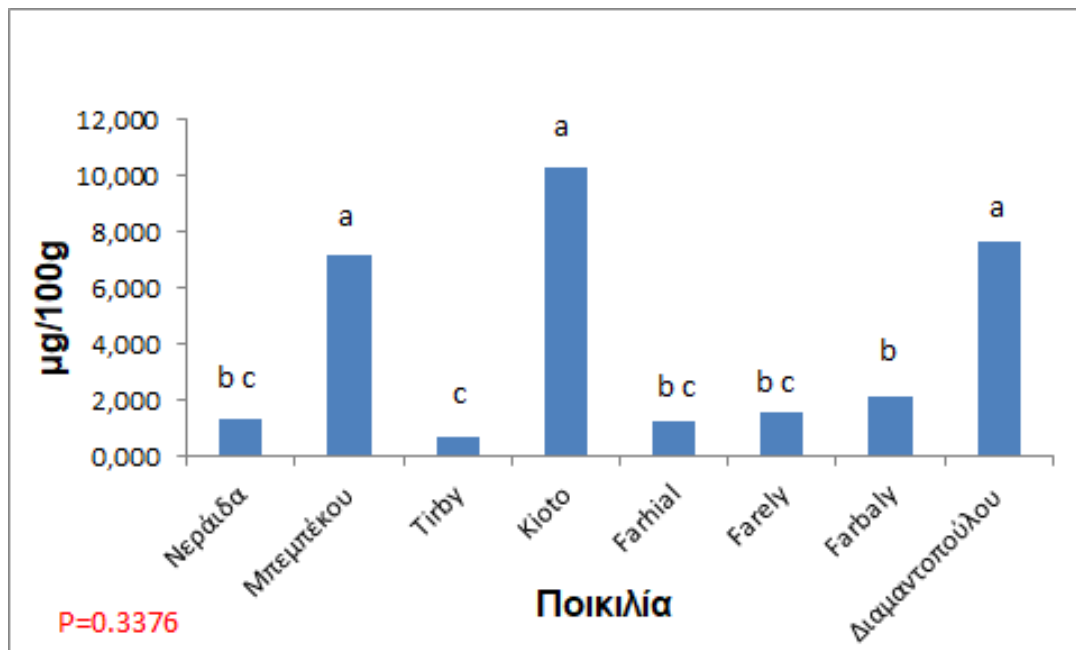
ΓΡΑΦΗΜΑ 3: Επίδραση της ποικιλίας στα ολικά αντιοξειδωτικά καρπών των οχτώ εξεταζόμενων ποικιλιών (μέθοδος FRAP).



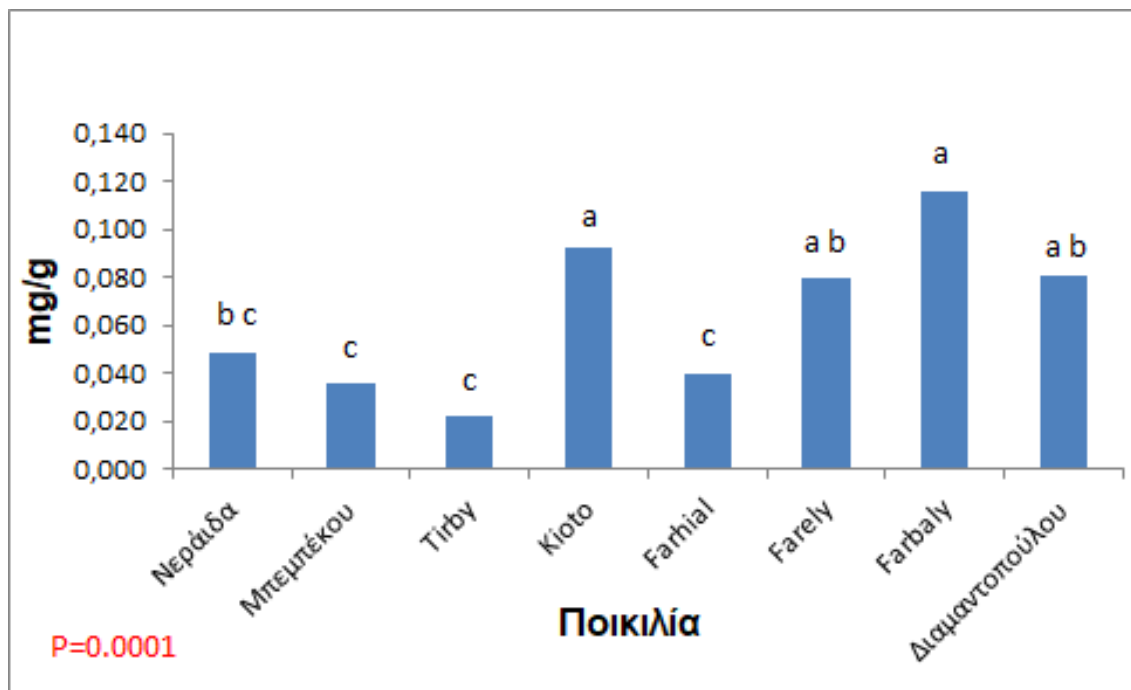
ΓΡΑΦΗΜΑ 4: Επίδραση της ποικιλίας στα ολικά αντιοξειδωτικά καρπών των οχτώ εξεταζόμενων ποικιλιών (μέθοδος DPPH).



ΓΡΑΦΗΜΑ 5: Επίδραση της ποικιλίας στα αναλυτικά καροτένια καρπών των οχτώ εξεταζόμενων ποικιλιών (β καροτένιο).



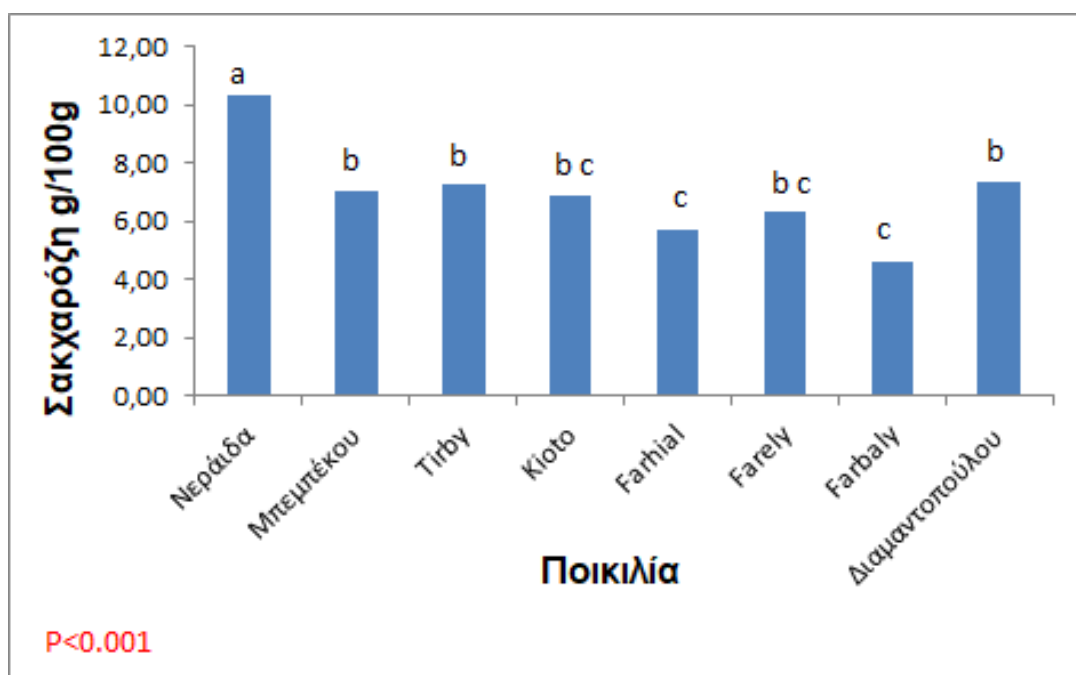
ΓΡΑΦΗΜΑ 6: Επίδραση της ποικιλίας στα αναλυτικά καροτένια καρπών των οχτώ εξεταζόμενων ποικιλιών (β κρυπτοξανθίνη).



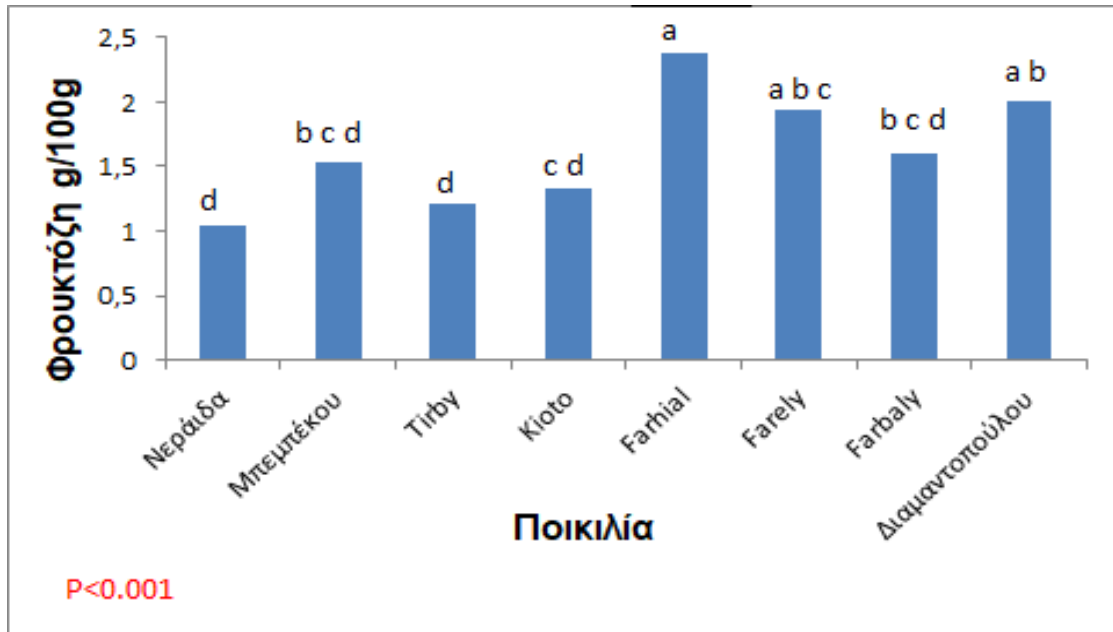
ΓΡΑΦΗΜΑ 7: Επίδραση της ποικιλίας στα ολικά καροτένια καρπών των οχτώ εξεταζόμενων ποικιλιών.

3.3. ΔΙΑΛΥΤΑ ΣΑΚΧΑΡΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΟΞΕΑ

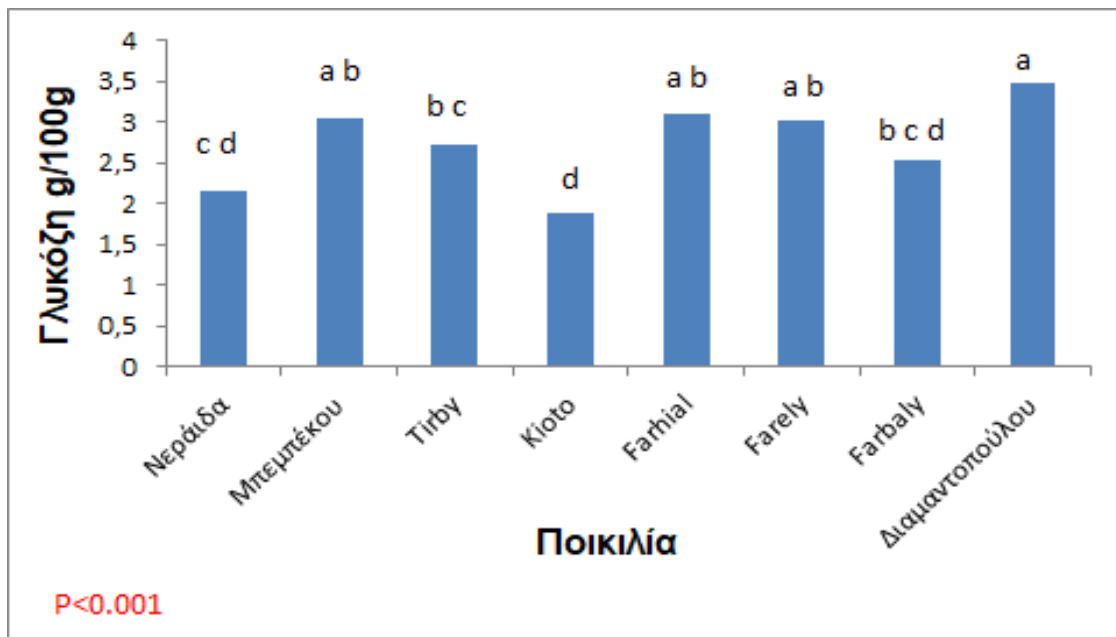
Το κυρίαρχο διαλυτό σάκχαρο ήταν η σακχαρόζη, η οποία ποσοτικοποιήθηκε στην περιοχή 4,59-10,30 g 100 g⁻¹ FW μεταξύ όλων των ποικιλιών. Η 'Νεράιδα' παρουσίασε το υψηλότερο και οι 'Farhial' και 'Farbaly' το χαμηλότερο περιεχόμενο σακχαρόζης. Η γλυκόζη και η φρουκτόζη βρέθηκαν μεταξύ 1.87-3.47 g 100 g⁻¹ FW και 1.04-2.38 g 100 g⁻¹ FW αντίστοιχα, ενώ η σορβιτόλη ήταν η πιο κυμαινόμενη που ποσοτικοποιήθηκε από 0.376 g 100 g⁻¹ FW στην 'Διαμαντοπούλου' σε 3.395 g 100 g⁻¹ FW στην 'Farhial'. Το διαπιστωμένο διαλυτό προφίλ σακχάρου σε βάση FW για τα 'Μπεμπέκου', 'Νεράιδα' και 'Κίото' ήταν παρόμοιο με αυτό που αναφέρθηκε σε προηγούμενες μελέτες. Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι οι 'Farhial', 'Farely' και 'Farbaly' προέρχονταν από τη Γαλλία έδειξαν ότι η περιεκτικότητα σε σορβιτόλη (μέση τιμή 2.984 g 100 g⁻¹ FW) ήταν πολύ υψηλότερη (κατά 6 φορές) από τις τέσσερις ποικιλίες που προέρχονταν από την Ελλάδα. Επιπρόσθετα, παρατηρήθηκε τάση για υψηλότερη περιεκτικότητα σε σακχαρόζη σε ελληνικές ποικιλίες (μέση τιμή 7,99 g 100 g⁻¹ FW) σε σχέση με την περιεκτικότητα σε σακχαρόζη στις γαλλικές ποικιλίες (μέσος όρος 5,72 g 100 g⁻¹ FW). Το 'Κίото' είχε ενδιάμεση περιεκτικότητα σε σακχαρόζη και σορβιτόλη μεταξύ των κατώτατων ορίων της ελληνικής και των ανώτατων ορίων των γαλλικών βερίκοκων.



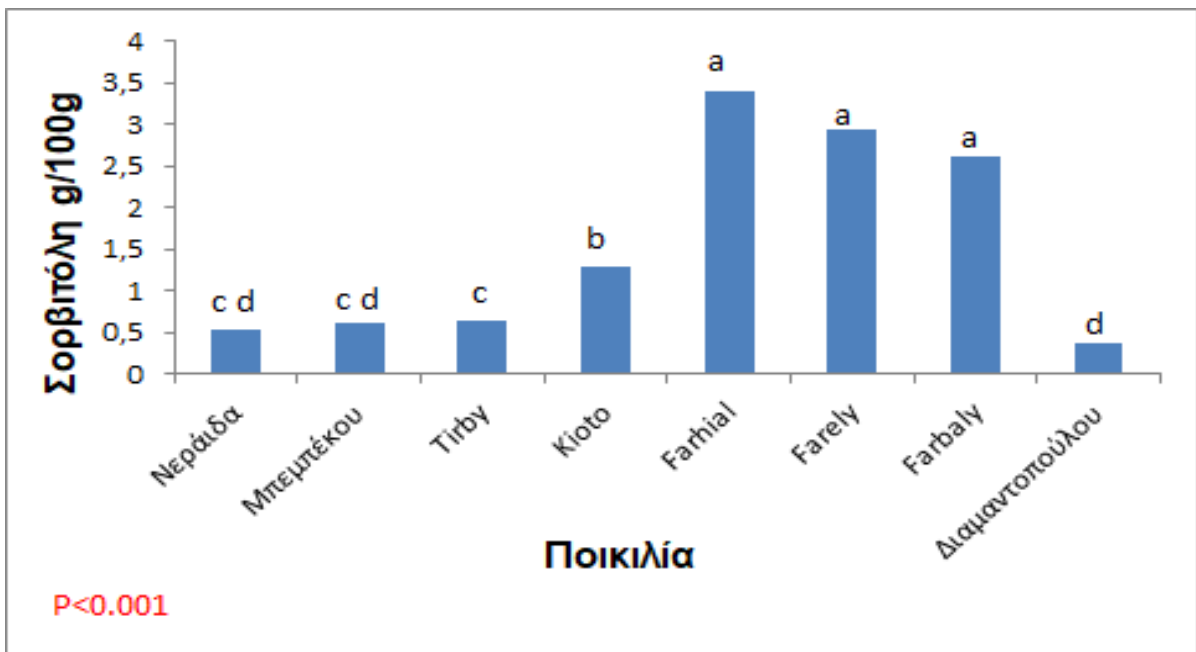
ΓΡΑΦΗΜΑ 1: Περιεχόμενο διαλυτών σακχάρων (Σακχαρόζη) σε 8 εξεταζόμενες ποικιλίες.



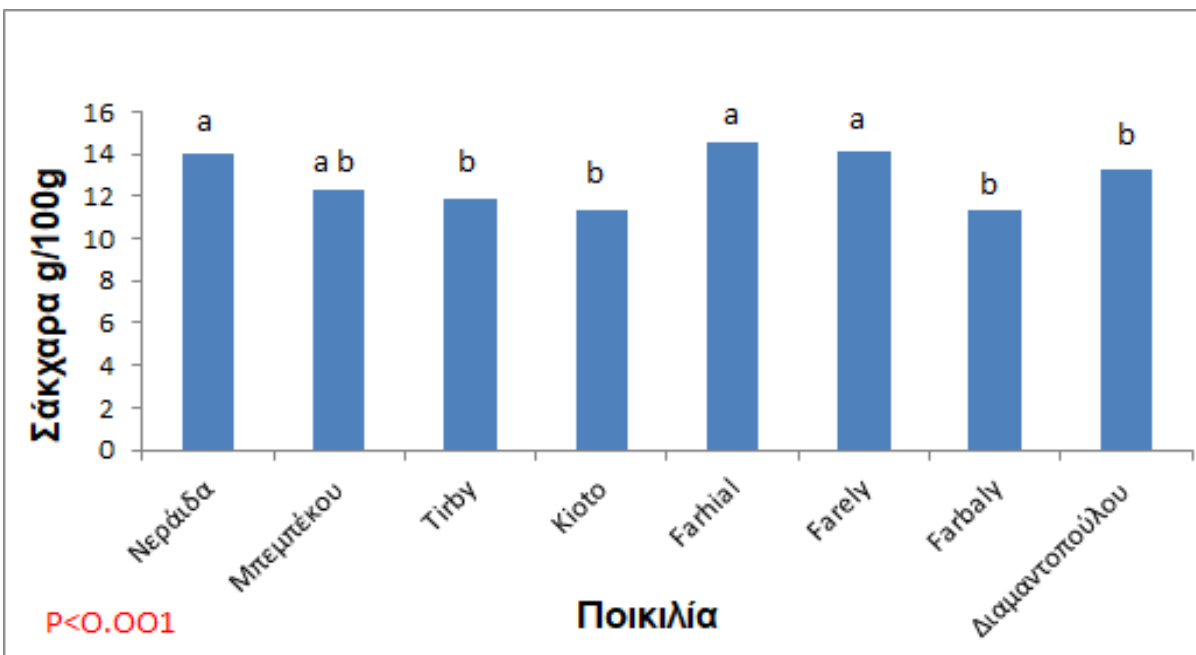
ΓΡΑΦΗΜΑ 2: Περιεχόμενο διαλυτών σακχάρων (Φρουκτόζη) σε 8 εξεταζόμενες ποικιλίες.



ΓΡΑΦΗΜΑ 3: Περιεχόμενο διαλυτών σακχάρων (Γλυκόζη) σε 8 εξεταζόμενες ποικιλίες.

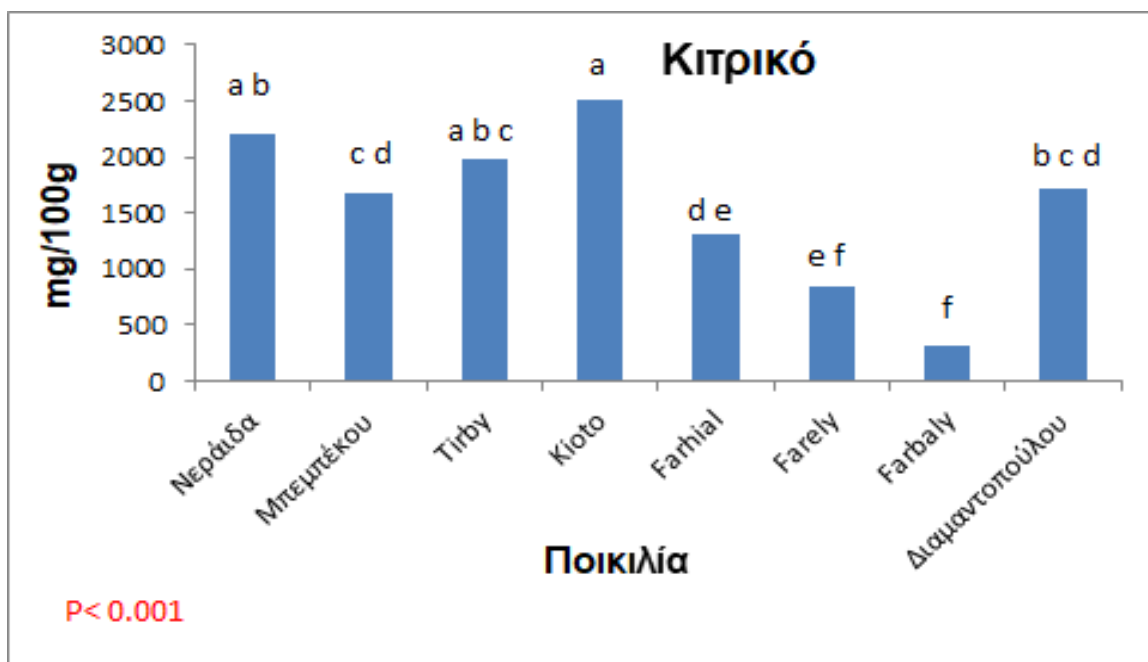


ΓΡΑΦΗΜΑ 4: Περιεχόμενο διαλυτών σακχάρων (Σορβιτόλη) σε 8 εξεταζόμενες ποικιλίες.

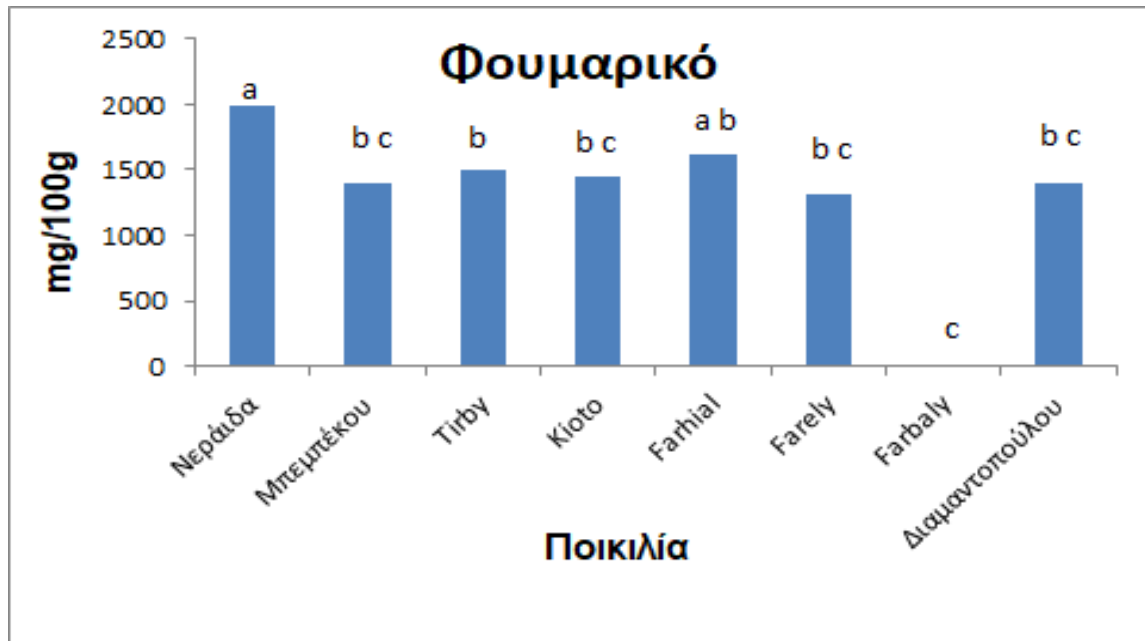


ΓΡΑΦΗΜΑ 5: Περιεχόμενο διαλυτών σακχάρων (Ολικά σάκχαρα) σε 8 εξεταζόμενες ποικιλίες.

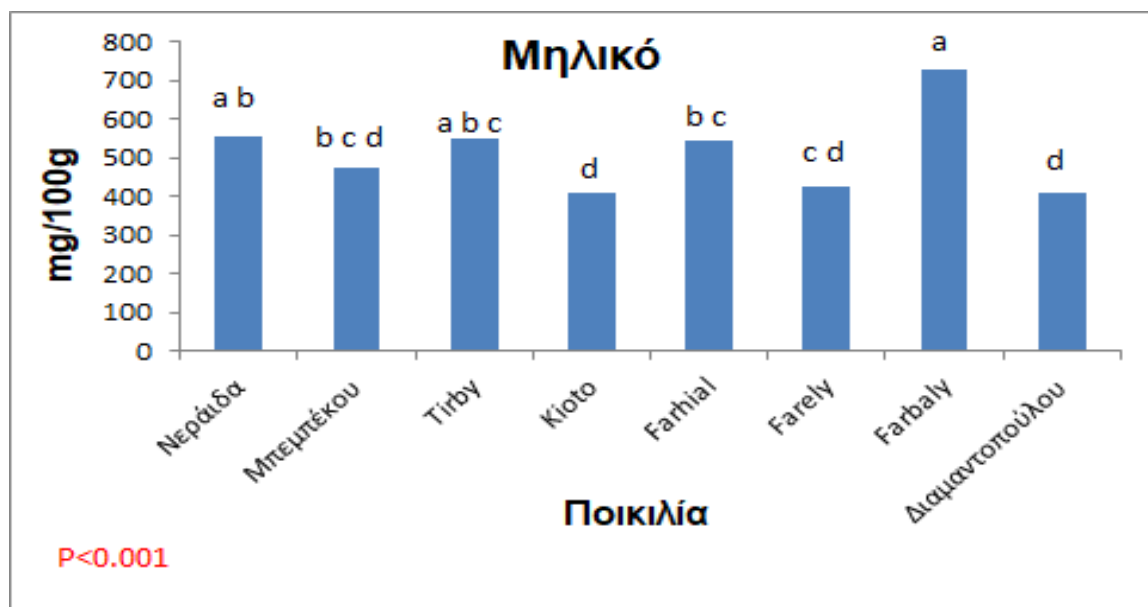
Το κιτρικό οξύ ποσοτικοποιήθηκε σε ποσοστό 75% της συνολικής περιεκτικότητας σε οξέα, κυμάνθηκε κατά μέσο όρο από 313 mg 100 g⁻¹ FW σε Farbaly έως 2504 mg 100 g⁻¹ FW σε Κίτοτο. Η παρουσία άλλων οργανικών οξέων ήταν με σταθερή σειρά για όλες τις ποικιλίες τα εξής: Μηλικό (409-730 mg 100 g⁻¹ FW)> φουμαρικό (1.0-2.0 mg 100 g⁻¹ FW)> ασκορβικό (0.78-0.99 mg 100 g⁻¹ FW). Για τις ‘Μπεμπέκου’ και ‘Κίτοτο’ η περιεκτικότητα σε κιτρικό, μηλικό και ολικά οργανικά οξέα συμφωνεί με τις τιμές που αναφέρονται στη βιβλιογραφία. Για τις υπόλοιπες ποικιλίες δεν υπάρχουν αναφερόμενα στοιχεία για οργανικά οξέα, αλλά η ποσοτικοποιημένη περιεκτικότητά τους βρίσκεται εντός της κλίμακας που αναφέρεται για άλλα βερίκοκα. Σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών βρέθηκαν για όλα τα οργανικά οξέα εκτός από το ασκορβικό οξύ. Οι γαλλικές ποικιλίες (‘Farhial’, ‘Farely’ και ‘Farbaly’) έδειξαν κατά 1,5 φορές και 1,3 φορές χαμηλότερη περιεκτικότητα σε κιτρικά και ολικά οργανικά οξέα κατά μέσο όρο από ότι έδειξαν οι ελληνικές ποικιλίες.



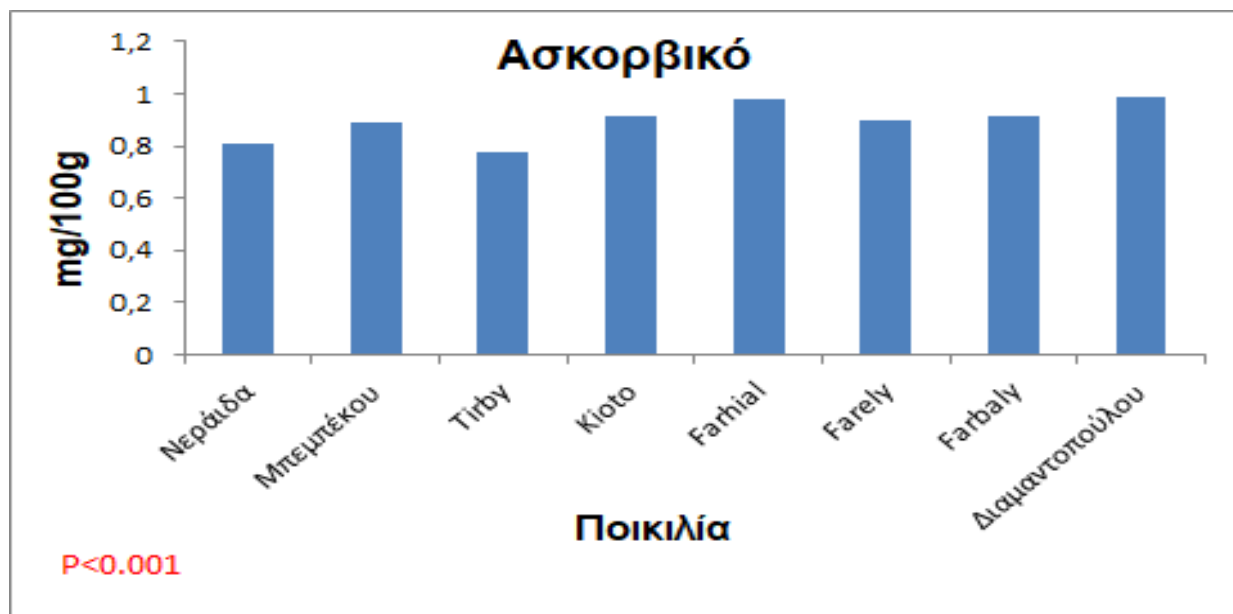
ΓΡΑΦΗΜΑ 1: Περιεχόμενο οργανικών οξέων σε 8 εξεταζόμενες ποικιλίες.



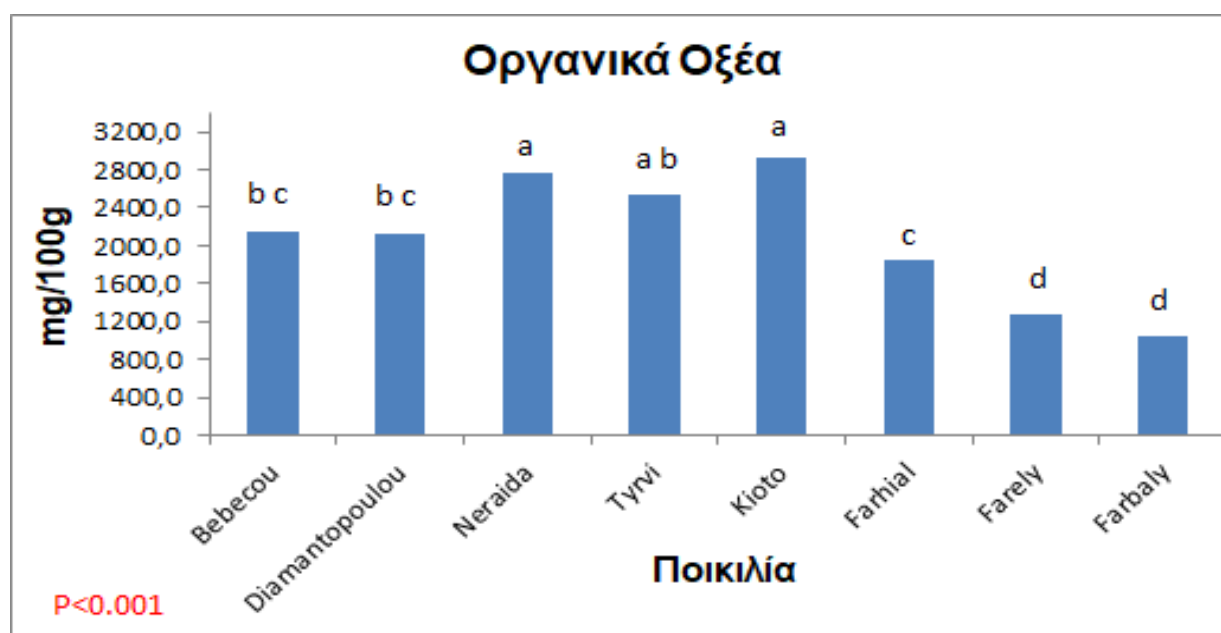
ΓΡΑΦΗΜΑ 2: Περιεχόμενο οργανικών οξέων σε 8 εξεταζόμενες ποικιλίες.



ΓΡΑΦΗΜΑ 3: Περιεχόμενο οργανικών οξέων σε 8 εξεταζόμενες ποικιλίες.



ΓΡΑΦΗΜΑ 4: Περιεχόμενο οργανικών οξέων σε 8 εξεταζόμενες ποικιλίες.



ΓΡΑΦΗΜΑ 5: Περιεχόμενο οργανικών οξέων σε 8 εξεταζόμενες ποικιλίες.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ένας μεγάλος αριθμός ποικιλιών βερίκοκου είναι διαθέσιμος παγκοσμίως και τα προγράμματα αναπαραγωγής δημιουργούν συνεχώς νέες που έχουν ως κύριο στόχο τα βελτιωμένα αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά. Ωστόσο, υπάρχει έλλειψη φυτοχημικού προφίλ των περισσότερων νέων ποικιλιών και ιδιαίτερα όσον αφορά τις βιοδραστικές ενώσεις τους, οι οποίες λαμβάνουν πρόσφατα μεγάλη προσοχή από τους καταναλωτές. Η μελέτη δύο παραδοσιακών και έξι νέων ποικιλιών βερίκοκων αποδεικνύει μεγάλες διαφορές στις συγκεντρώσεις φυτοχημικών ενώσεων. Οι ποικιλίες Τύρβη και Farhial παρουσίασαν τα υψηλότερα TP, TF και TAC, ενώ οι Farely και Farbaly είχαν την υψηλότερη περιεκτικότητα σε β-καροτένιο και ολικά καροτενοειδή. Δεδομένης της πρόσφατης συμπεριφοράς των καταναλωτών στην επιλογή τροφίμων με υψηλή διατροφική αξία, οι παρατηρούμενες υψηλές διακυμάνσεις των βιοδραστικών ενώσεων των βερίκοκων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό των προγραμμάτων αναπαραγωγής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΒΑΣΙΛΑΚΑΚΗΣ, Μ. Δ. (2006). Μετασυλλεκτική Φυσιολογία- Μεταχείριση Οπωροκηπευτικών και Τεχνολογία. Διαιτητική Αξία Οπωροκηπευτικών. Θεσσαλονίκη, σελ 188.

ΒΕΜΜΟΣ, Σ. Ν. ΚΑΙ ΤΖΟΥΤΖΟΥΚΟΥ, Χ. (2005). Αξιολόγηση της ποιότητας των καρπών των κυριότερων ελληνικών ποικιλιών βερικοκιάς. Πρακτικά ΕΕΕΟ, Τόμος 11, 163-166. 21^ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο, Ιωάννινα, 2003.

ΠΟΝΤΙΚΗΣ, Κ. Α. (1996). Ειδική Δενδροκομία. Ακρόδρυα- Πυρηνόκαρπα- Λοιπά Καρποφόρα. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα, σελ. 327-355.

ΤΣΑΝΤΙΛΗ ΕΛΕΝΗ (1999). Μετασυλλεκτική μεταχείριση φρούτων. Σημειώσεις μαθήματος Γ.Π.Α. , σελ. 5.

ΤΖΟΥΤΖΟΥΚΟΥ- ΚΑΜΙΝΑΡΙΔΗ ΧΡΥΣΟΥΛΑ (1998). Ενζυμικές μεταβολές των βερικόκων σε σχέση με την ωριμότητα, ποιότητα και αποθηκευτική ζωή των φρέσκων φρούτων. Διδακτορική Διατριβή, Ανώτατη Γεωργική Σχολή Αθηνών.

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

AUBERT C. AND CHANFORAN C. (2017). Postharvest changes in physicochemical properties and volatile constituents of apricot (*Prunus armeniaca* L.). Characterization of 28 cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55:3074-82.

AGARVAL, I. D. AND DATE, W. B. (1966). Organic acids in fresh and canned apricots. *Journal of Food Science and Technology*, 3: 70.

AKIN EB, KARABULUT I and TOPCU A. (2008). Some compositional properties of main Malatya apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties. *Food Chemistry* 107:939-48.

ALBURQUE, N.M BURGOS, L. AND EGEEA, J. (2004). Influence of bud density, flower bud

drop and fruit set on apricot production. *Scientia Horticulturae*, 102: 397-406.

ANNET, E. F. L. I. AND REYNOLDS, T.M. (1955). Water soluble constituents of fruits. The separation of acids on anion exchange resins; the isolation of L- quinic acid from apricots. *Australian Journal of Chemistry*, 8: 267.

AYOUB J, SAGAR M, ALFEDDY MN, TAOURIRTE M and BENICHOY M. (2016). Evolution of pigments and their relationship with skin color based on ripening in fruits of different Moroccan genotypes of apricots (*Prunus armeniaca* L.). *Scientia Horticulturae* 207:168-75).

BASSI D. , BARTOLOZZI F. AND MUZZI E. (1996). Patterns and heritability of carboxylic acids and soluble sugars in fruits of apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Plant Breeding* 115:67-70.

BASSI, D. AND SELLI, R. (1990). Evaluation of fruit quality in peach and apricot. *Horticulturae Science*, 4: 107-112.

BENZIE, I.F.F. AND STRAIN, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of 'antioxidant power': the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239: 70-76.

BOLIN H.R. (1989). Composition of commercial U.S. and Turkish dried apricots. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2: 37-40.

BRAND-WILLIAMS, W. , CULEVIER, M. E. AND BERSET, C. (1995). Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Lebensmittel Wissenschaft Und Technologie*, 28: 25-30.

BUSI, C. AND AMIOT, M.J. (1998). Effects of nitrogen and potassium fertilization on the growth, yield and pitburn of apricot (cv. Bergeron). *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 73: 387-392.

CAO, G. , RUSSEL R. M. , LISCHNER, N. AND PRIOR R. R. (1998). Serum antioxidant capacity is increased by consumption of strawberries, spinach, red wine or vitamin C in elderly women. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 128: 1787-1796.

CHIRA, A, CHIRA, L. AND BALLAN, V. (1999). Studies regarding the influence of thinning on productivity and quality of apricot fruit. *Acta Horticulturae*, 488: 509- 512.

DICHIO, B. , CELANO, G. , MONTANARO, G. , NUZZO, V. , XILOGIANNIS, C. AND GIANDOMENICO, I. (1999). Leaf area evolution, light interception, yield and quality of fruits in apricot trees (cultivar Tirynthos) trained to transverse Y and vase. *Acta Horticulturae*, 488: 525-540.

DROGOUDI P. , D. , VEMMOS S. , PANTELIDIS G. , PETRI E. , TZOUTZOUKOU C. AND KARAYIANNIS I. (2008). Physical characters and antioxidant, sugar, and mineral nutrient contents in fruit from 29 apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars and hybrids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56:10754-60.

EGEA, J. , RUIZ, D. , AND MARTINEZ-GOMEZ, P. (2004). Influence of rootstock on the productive behavior of 'Orange Red' apricot under Mediterranean conditions. *Fruits*, vol. 59: 367-373.

FEMENIA A. , SANCHEZ, E. S. , SIMAL, S. AND ROSSELLO, C. (1998). Development and ripening-related effects on the cell wall of apricot (*Prunus armeniaca*) fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 77: 487-493.

FIEDOR J and BURDA K.(2014). Potential role of carotenoids as antioxidants in human health and disease. *Nutrients* 6:466-88.

Forni E, Erba ML, Maestrelli A and Polesello A.(1992). Sorbitol and free sugar contents in plums. *FoodChem* 44:269–275

FOYER, C. H. , DESCOURVIERES, P. AND KUNERT, K. J. Protection against oxygen radicals: An important defence studied in transgenic plants. *Plant Cell and Environment*, 17: 507-523.

FRANKEL, E. N. AND MEYER, A. S. (2000). Review: The problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. *Journal of the Food and Agriculture*, 80: 1925-1941.

FRATIANNI A, ALBANESE D, MIGNOGNA R, CINQUANTA L, PANFILI G and DI MATTEO M. (2013). Degradation of carotenoids in apricot (*Prunus armeniaca* L.) during drying process. *Plant Foods Hum Nutr* 68:241-6.

GIL, M. I. , TOMAS- BARBERAN, F. A. , HESS- PIERCE B. AND KADER, A. A. (2002). Antioxidant capacity, phenolic compounds, carotenoids and vitamin C of nectarine, peach and plum cultivars from California. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 4976-4982.

GOMEZ, E. AND LEDBETTER, C. A. (1997). Development of volatile compounds during fruit maturation: Characterization of apricot and Plum x apricot hybrids. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 74: 541-546.

GURRIERI F. , AUDERGON J. , M. , ALBAGNAC G. AND REICH M. (2001). Soluble sugars and carboxylic acids in ripe apricot fruit as parameters for distinguishing different cultivars. *Euphytica* 117:183-9.

GUL K, TAK A, SINGH A, SINGH P, YOUSUF B and WANI AA. (2015). Chemistry, encapsulation, and health benefits of β -carotene-A review. *Cogent Food & Agriculture* 1:1018696.

HAYDAR, H. , GEZER, I. , OZCAN, M. M. AND MURATASMA, B. (2006). Postharvest chemical and physical-mechanical properties of some apricot varieties cultivated in Turkey. *Journal of Food Engineering*. 79: 358-364.

HOOS, J. W. , LEONARD, S. J. AND LUH, B. S. (1956). Effect of 2, 4, 5-trichlorophenoxyacetic acid spray on organic acids, pectin and quality of canned apricots. *Food Res.* , 21: 571-582.

KAFKALETOY, M. , CHRISTOPOULOS M. V. AND TSANTILI E. (2017). Short-term treatments with high CO₂ and low O₂ concentrations on quality of fresh goji berries (*Lycium barbarum* L.) during cold storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 97: 5194-201.

KIM, D. O. , CHUN, O. K. , KIM, Y. J. , MOON, Y. H. AND LEE, Y. C. (2003). Quantification of Polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 51: 6509-6515.

KURZ C, CARLE R and SCHIEBER A. (2008). HPLC-DAD-MSn characterisation of carotenoids from apricots and pumpkins for the evaluation of fruit product authenticity. *Food Chemistry* 110:522-30.

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.

LICHOU, J. JAY, M. AND COMBE, J. (1999). Variation of apricot quality-influence of fruit location within the tree. *Acta Horticulturae*, 488: 537-540.

NOCTOR, G. AND FOYER, G. H. (1998). Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 49: 249-279.

PANTELIDIS, G. E. , VASILAKAKIS, M. , MANGANARIS, G. A. AND DIAMANTIDIS GR. (2007). Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelean cherries. *Food Chemistry*, 102: 777-783.

RADI, M. MAHROYZ, M. JAOUAD, A. AND AMIOTI, M. J. (2003). Influence of mineral fertilization (NPK) on the quality of apricot fruit. The effect of the mode of nitrogen supply. *Agronomie*, 23: 737-745.

ROBARDS, K. , PRENZLER, P. D. , TUCKER, G. , SWATSITABG, P. AND GLOVER, W. (1999). Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chemistry*, 66: 401-436.

RODRIGO, J. AND HERRERO, M. (2002). Effect of pre-blossom temperatures on flower development and fruit set in apricot. *Scientia Horticulturae*, 92: 125-135.

ROYSSOS P. A. , SEFFEROU V. , DENAXA N. K. , TSANTILI E. AND STATHIS V. (2011). Apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit quality attributes and phytochemicals under different crop load. *Scientia Horticulturae* 129:472-8.

RUIZ, D. , EGEA, J. , FRANCISCO, A. , TOMAS-BARBERAN AND MARIA, I. GIL (2005). Carotenoids from new apricot varieties and their relationship with flesh and skin color. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 6368-6374.

SOYTY, M., REICH, M., BREUILS, L., CHAMBROU, Y., JACQUEMIN, G. AND AUDERGON, J. M. (1995). Effects of postharvest calcium treatments on shelf-life and quality of apricot fruit. *Acta Horticulturae*, 384: 619-623.

TAMASSY, I. AND ZAYAN, M. (1982). Seasonal changes in total sugars, reducing and non-reducing sugars and contents in relation to cold hardiness of some apricot varieties from different groups. *Acta Horticulturae*, 121: 125-139.

TSANTILI E, SHIN Y, NOCK JF and WATKINS CB. (2010). Antioxidant concentrations during chilling injury development in peaches. *Postharvest Biology and Technology* 57:27-34.

VITA, J. A. (2005). Polyphenols and cardiovascular disease: effects on endothelial and platelet function. *American Journal of Clinical Nutrition*, 81: 292S-297S.

