

Α.Τ.Ε.Ι. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΤΟΥ ΡΟΔΙΟΥ ΚΑΙ ΟΙ ΕΥΕΡΓΕΤΙΚΕΣ
ΤΟΥΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ»**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΠΑΠΑΔΟΓΙΑΝΝΑΚΗ ΕΜΜΑΝΟΥΕΛΑ, ΑΜ: 2005236
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΒΑΜΒΑΚΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2012

Α.Τ.Ε.Ι. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΤΟΥ ΡΟΔΙΟΥ ΚΑΙ ΟΙ ΕΥΕΡΓΕΤΙΚΕΣ
ΤΟΥΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ»**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΠΑΠΑΔΟΓΙΑΝΝΑΚΗ ΕΜΜΑΝΟΥΕΛΑ, ΑΜ: 2005236

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΒΑΜΒΑΚΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2012

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η καλλιέργεια της ροδιάς αποτελεί μια εναλλακτική καλλιέργεια για την Ελλάδα, ωστόσο θεωρείται παραδοσιακή καλλιέργεια της περιοχής της Ερμιόνης στην Πελοπόννησο. Τα τελευταία χρόνια η καλλιέργειά της έχει κερδίσει σημαντικό έδαφος κυρίως λόγω των πολλαπλών χρήσεων του καρπού της ροδιάς. Βέβαια μεγαλύτερη προσοχή έχει δοθεί στις φαρμακευτικές ιδιότητες του καρπού της ροδιάς, οι οποίες ήταν γνωστές από πολύ παλιά αλλά επιβεβαιώθηκαν μέσα από πρόσφατες μελέτες ειδικότερα όσον αφορά τις αντιοξειδωτικές δράσεις του ροδιού.

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής μελέτης είναι η παράθεση των αντιοξειδωτικών ουσιών της ροδιάς αλλά και των ευεργετικών τους δράσεων. Για να γίνει όμως αυτό, ήταν αναγκαίο να προηγηθεί μια πρώτη γνωριμία με το φυτό της ροδιάς. Έτσι, στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα οικονομικά στοιχεία της καλλιέργειας της ροδιάς παγκοσμίως, καθώς και στην διαιτητική αξία του καρπού και ακολουθεί στο δεύτερο κεφάλαιο αναφορά στα βοτανικά χαρακτηριστικά του φυτού καθώς και σε όλα τα στοιχεία που αφορούν τις καλλιεργητικές απαιτήσεις της ροδιάς. Το τρίτο κεφάλαιο αφορά όλες τις αντιοξειδωτικές ουσίες που περιέχονται κυρίως στον καρπό της ροδιάς αλλά και σε άλλα μέρη του φυτού όπως τα φύλλα και ακολουθεί το τέταρτο κεφάλαιο με τις θεραπευτικές ιδιότητες που προσδίδουν τα εν λόγω αντιοξειδωτικά στα διάφορα προϊόντα της ροδιάς και κυρίως στον χυμό της, σύμφωνα με πρόσφατες επιστημονικές έρευνες. Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο παρατίθενται τα συμπεράσματα της βιβλιογραφικής αυτής έρευνας για τις ευεργετικές ιδιότητες του ροδιού, εφόσον αυτές υπάρχουν.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Επιβλέποντα Καθηγητή κ. Βαμβακά Σωτήριο για την καθοδήγηση και την υποστήριξη του καθ' όλη την διάρκεια διεκπεραίωσης της παρούσας πτυχιακής.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους της οικογένειάς μου για την ηθική και οικονομική συμπαράστασή τους σε όλα τα χρόνια των σπουδών μου στο ΑΤΕΙ Καλαμάτας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	2
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	8
“Η ΡΟΔΙΑ”	8
1.1 Ιστορική αναδρομή – Προέλευση.....	8
1.2 Οικονομική σημασία της καλλιέργειας της ροδιάς	10
1.2.1 Παραγωγή	10
1.2.2 Αγορά.....	12
1.3 Διαιτητική σημασία του ροδιού.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	15
Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΡΟΔΙΑΣ	15
2.1 Βοτανικά στοιχεία.....	15
2.2 Ποικιλίες ροδιάς	16
2.3 Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις.....	17
2.3.1 Έδαφος.....	17
2.3.2 Κλίμα	18
2.4 Πολλαπλασιασμός	18
2.5 Καλλιεργητικές φροντίδες.....	18
2.5.1 Φύτευση.....	18
2.5.2 Άρδευση.....	19

2.5.3 Λίπανση	20
2.5.4 Κλάδεμα.....	21
2.6 Ωρίμανση-Συγκομιδή και Συντήρηση	23
2.7 Φυσιολογικά προβλήματα	24
2.7.1 Σχίσσιμο καρπών	24
2.7.2 Πτώση των καρπών	26
2.7.3 Εχθροί.....	26
2.7.4 Ασθένειες.....	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	28
ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ ΤΟΥ ΡΟΔΙΟΥ	28
3.1 Γενικά	28
3.2 Αντιοξειδωτική ικανότητα.....	29
3.3 Αντιοξειδωτικές ουσίες	30
3.3.1 Δραστικές μορφές οξυγόνου (Reactive Oxygen Species – ROS)	31
3.3.2 Κατάταξη και μηχανισμοί δράσης των αντιοξειδωτικών ουσιών	32
3.3.3 Η δράση των αντιοξειδωτικών ουσιών.....	34
3.3.4 Αντιοξειδωτικά στο φυτό της ροδιάς.....	35
3.4 Φαινολικές ουσίες.....	38
3.4.1 Φλαβονοειδή.....	39
3.4.2 Αντιοξειδωτική δράση των φαινολικών ουσιών	40
3.4.3 Οι φαινολικές ενώσεις στη ροδιά	41
3.5 L-Ασκορβικό οξύ (Βιταμίνη C).....	43
3.5.1 Αντιοξειδωτικός μηχανισμός του Ασκορβικού οξέος.....	44
3.5.2 Το ασκορβικό οξύ στη ροδιά.....	46
3.6 Ογκομετρούμενη οξύτητα (Titratable acidity)	46
3.6.1 Η ογκομετρούμενη οξύτητα στη ροδιά	47

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	48
ΟΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΡΟΔΙΟΥ	48
4.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	48
4.2 Θεραπευτικές ιδιότητες του ροδιού.....	50
4.2.1 Προστατευτική δράση έναντι των καρδιαγγειακών ασθενειών	50
4.2.2 Αφροδισιακή δράση.....	51
4.2.3 Αντικαρκινική δράση.....	52
4.2.4 Αντιφλεγμονώδη δράση	53
4.2.5 Νευρο-προστατευτική δράση και δράση εναντίον της ασθένειας του Alzheimer	54
4.2.6 Επούλωτική δράση πληγών του δέρματος	54
4.2.7 Δράση εναντίον του έλκους του στομάχου	55
4.2.8 Δράση εναντίον της αρθρίτιδας.....	55
4.2.9 Αντιμικροβιακή δράση	55
4.2.10 Αντιγηραντική δράση	56
4.2.11 Φάρμακο κατά της δυσεντερίας, της ταινίας και της διάρροιας.....	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	58
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	58
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	60

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το Ρόδι συνδέεται με τον αρχαιότερο πολιτισμό στη Μέση Ανατολή. Κρίνοντας από μερικά από τα πιο πρόωρα αρχεία, το Ρόδι είναι εγγενές στην Περσία και την γύρω περιοχή. Καλλιεργήθηκε επίσης στην αρχαία Ελλάδα και αναφέρθηκε από τους Έλληνες συγγραφείς αρκετά έτη Π.Χ., ακόμη και πριν από την εμφάνιση του Αμύγδαλου, του Ροδάκινου ή του Βερίκοκου. Ο χαρακτήρας του φρούτου το κατέστησε ιδιαίτερα ευχάριστο στον κάτοικο των καυτών, ξηρών περιοχών, και έτσι διαδόθηκε προς ανατολάς στην Ινδία και την Κίνα, και προς δυσμάς στις χώρες που περικυκλώνουν τη Μεσόγειο. Ήκμασε ιδιαίτερα καλά στην Ισπανία, και η πόλη της Γρανάδας οφείλει το όνομά της στα υψηλής ποιότητας Ρόδια που παράγονται σε εκείνη την περιοχή. Το επιστημονικό όνομα του φυτού (*Punica granatum*), προήλθε από το όνομα "granatum romuni" (σπαρμένο μήλο) που δόθηκε στα φρούτα.

Η ροδιά (*Punica granatum L.*) καλλιεργείται κυρίως στην περιοχή της Μεσογείου και είναι μια από τις σημαντικότερες καλλιεργούμενες παραγωγές στο Ιράν. Έχει καταναλωθεί κατά τους αιώνες ως φρούτο, ποτό αλλά και ως συστατικό των τροφών. Επίσης, το ρόδι έχει χρησιμοποιηθεί από την Ιρανική παραδοσιακή ιατρική για διάφορες θεραπείες. Για παράδειγμα, οι καρποί της ροδιάς χρησιμοποιούνταν ως διουρητικό αλλά και για την αναγέννηση του ήπατος. Κάποια άλλα μέρη του φυτού επίσης χρησιμοποιούνταν για την καταπολέμηση παρασίτων και για την παρασκευή σκευασμάτων αντιδιάρροιας. Σήμερα το ρόδι είναι γνωστό ως αντιμικροβιακό, αντι-ιικό αλλά και αντικαρκινικό δίνοντας με αυτό τον τρόπο «τροφή» για περαιτέρω έρευνα των θεραπευτικών του ιδιοτήτων. Είναι γεγονός πως τόσο ο πολτός, όσο και η φλούδα του ροδιού περιέχουν διαφορετικά είδη αντιοξειδωτικών ουσιών συμπεριλαμβανομένων και πολλών που δεν έχουν χαρακτηριστεί επαρκώς μέχρι σήμερα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

“Η ΡΟΔΙΑ”

1.1 Ιστορική αναδρομή – Προέλευση

Οι περισσότεροι των ασχοληθέντων με την ροδιά, ξένοι και Έλληνες, θεωρούν ότι πατρίδα της ροδιάς είναι το Ιράν (Περσία) και από το Ιράν διαδόθηκε στην λοιπή Ασία, Αφρική και Ευρώπη. Ο Πλίνιος υποστηρίζει ότι η ροδιά διαδόθηκε από την Καρχηδόνα και είναι Φοινικική από όπου πήρε το όνομα *Malus Punicum* (μήλο φοινικικό). Από την ονομασία αυτή ξεκίνησε ο Λίναιος για να δώσει το όνομα «*Punica granatum L.*», το οποίο καθιερώθηκε οριστικά ως το επιστημονικό όνομα της ροδιάς. Ωστόσο ο De Candolle, φρονεί ότι το όνομα «Punicum», δεν οφείλεται στην καταγωγή του δέντρου από την Καρχηδόνα, αλλά στο πορφυρούν χρώμα των κλάδων, του άνθους και του καρπού. Μερικού πιστεύουν ότι το ταξίδι της ροδιάς ξεκίνησε από την περιοχή που εκτείνεται ανάμεσα στο Ιράν, στο Ιράκ, στο Κουρδιστάν και το Αφγανιστάν. Κατά τον De Candolle η ύπαρξη αυτοφυών δέντρων αποτελεί προϋπόθεση για να θεωρηθεί μια περιοχή πατρίδα του δέντρου.

Σύμφωνα με Αμερικανικές πηγές, η ροδιά από το Ιράν διαδόθηκε στα Ιμαλάια και στην Β. Ινδία και τον πρώτο π.Χ. αιώνα στην Κεντρική και Νότια Ινδία. Στην Αιγυπτιακή μυθολογία αναφέρεται πως σπόροι ροδιάς συνόδευαν τους Φαραώ μετά το θάνατό τους. Η ροδιά αναφέρεται και στην Βίβλο, όπου ο Βασιλιάς Σολομών είχε έναν οπωρώνα από ροδιές αιωνόβιες. Αργότερα, ο προφήτης Μωάμεθ παρατηρεί: «τρώγετε το ρόδι, γιατί καθαρίζει το σύστημα από το μίσος και το φθόνο».

Στην Ελλάδα η καλλιέργεια της ροδιάς είναι αρχαιότερη από εκείνη της αμυγδαλιάς και της βερικοκιάς και σύγχρονη με την καλλιέργεια της ελιάς, του αμπελιού και της συκιάς. Η ροδιά στην Ελλάδα φέρεται με πολλά ονόματα, άλλα με

πανάρχαια καταγωγή και άλλα νεώτερα, διαφοροποιημένα όλα στις διάφορες περιοχές της χώρας. Οι αρχαίες ονομασίες, “Ροιά”, “Ρόα”, “Ροά”, “Σίδη”, “Σίδα”, είναι γνωστές από την αρχαιότητα. Η ονομασία “Ροιά”, φαίνεται ότι καθιερώθηκε από τον Όμηρο και γίνεται ευρεία χρήση αυτής στη μυθολογία. Με την ονομασία αυτή αναφέρεται ο Όμηρος στους κήπους του Βασιλιά των Φαιάκων Αλκίνοου, τους οποίους περιγράφει με τόσο ζωηρά χρώματα, ώστε έγιναν παρομιώδεις και μέτρο σύγκρισης για κάθε αξιόλογο κήπο ή εύχυμους καρπούς.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το όνομα «Σίδη» ή «Σίδα». Η ονομασία αυτή ανάγεται στην εποχή όπου στην ευρύτερη βαλκανική κατοικούσαν οι Πελασγοί, στα μέσα της 2^{ης} χιλιετηρίδας π.Χ. Αυτό πιστοποιεί την καλλιέργεια της ροδιάς στον Ελληνικό χώρο την περίοδο αυτή και κατά συνέπεια την ελληνική ιθαγένεια του δέντρου, γιατί είναι αδιανόητο την εποχή εκείνη να ήλθε η ροδιά από την Περσία. Υπήρχε στην Ελλάδα, όπως υπήρχε προφανώς και σε άλλες χώρες (Στυλιανίδης, Δ., Γεωργία-Κτηνοτροφία 2009).



Εικόνα 1.1: Το δέντρο της ροδιάς (πηγή: <http://basilakakis.wordpress.com>)

1.2 Οικονομική σημασία της καλλιέργειας της ροδιάς

1.2.1 Παραγωγή

Η Ροδιά καλλιεργείται κυρίως τις χώρες της Μεσογείου, στη νότια Ασία και σε χώρες της νότιας και βόρειας Αμερικής. Σύμφωνα με εκτιμήσεις, το σύνολο της παγκόσμιας παραγωγής τα τελευταία χρόνια ανέρχεται σε 2.250.000 τόνους (Πίνακας 1.1). Τα τελευταία χρόνια, αν και δεν υπάρχουν ακριβή στατιστικά στοιχεία, φαίνεται ότι οι καλλιεργούμενες εκτάσεις ροδιάς έχουν αυξηθεί σημαντικά, λόγω νέων φυτεύσεων σε πολλές χώρες και κυρίως στο Ισραήλ.

Πίνακας 1.1: Σημαντικότερες χώρες παραγωγής ροδιών

Χώρα	Παραγωγή (τόνοι)	Ποσοστό (%)
Ινδία	1.200.000	53,33
Ιράν	650.000	28,89
Η.Π.Α.	100.000	4,44
Τουρκία	75.000	3,33
Ισπανία	60.000	2,67
Ισραήλ	20.000	0,89
Λοιπές	145.000	6,44
Σύνολο	2.250.000	

Πηγή: <http://www.citrogold.co.za/Pomtechwebsite.pdf>

Η καλλιέργεια της ροδιάς εμφανίζεται στην Ελλάδα από τα αρχαία χρόνια. Σύμφωνα με παλαιότερα στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας (1989), μόνο το 10% του συνόλου των δέντρων βρίσκονταν σε οργανωμένους οπωρώνες ενώ η συνολική ετήσια παραγωγή, ανερχόταν σε 2.700 τόνους περίπου. Τη δεκαετία του '90, τόσο οι εκτάσεις κανονικών οπωρώνων όσο και η συνολική παραγωγή, μειώθηκαν σημαντικά. Σήμερα, στην περιοχή της Ερμιόνης, όπου η ροδιά αποτελεί

παραδοσιακή καλλιέργεια, παράγεται ο κύριος όγκος (300-400 τόνοι) ροδιών στην Ελλάδα.

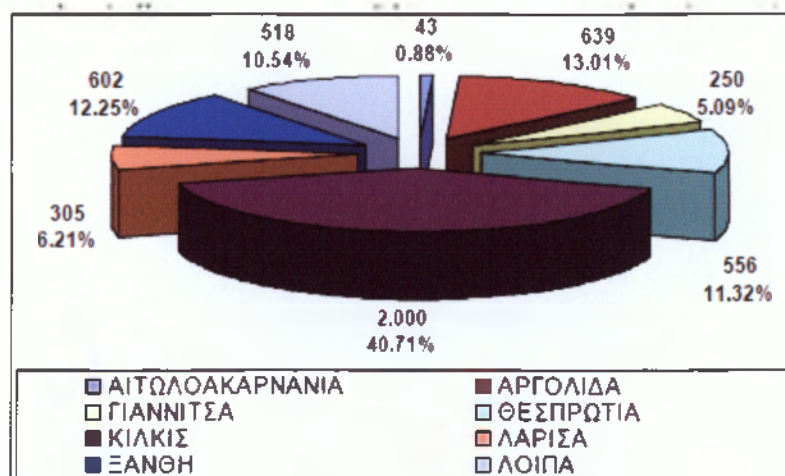
Πίνακας 1.2: Εκτιμώμενο κόστος εγκατάστασης φυτείας ροδιάς (ευρώ/ στρέμμα)

	1ο έτος	2ο έτος	3ο έτος	Σύνολο
Αγορά δενδρυλλίων	450	-	-	450
Σύστημα άρδευσης	150	-	-	150
Εργασία	100	30	30	160
Λίπανση, άρδευση, ζιζανιοκτονία	50	50	50	150
Ενοίκιο	40	40	40	120
ΣΥΝΟΛΟ	790	120	120	1.030

* Δεν συμπεριλαμβάνονται κόστη όπως συντήρηση μηχανημάτων, απώβωση κεφαλαίου (τόκοι), η απώλεια εισοδήματος τα πρώτα 3 χρόνια κ.λπ.

Πηγή: http://www.capital.gr/weekend_articles.asp?id=1245664&ppg=2

Τα τελευταία χρόνια, πολλοί παραγωγοί έχουν προβεί σε νέες φυτεύσεις δέντρων ροδιάς κυρίως της ποικιλίας wonderful, στην Αργολίδα, στην Ηλεία, στη Λακωνία, στα Γιαννιτσά, στην Ξάνθη, στη Λάρισα και στα Φάρσαλα. Σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, τα τελευταία χρόνια, οι καλλιεργούμενες εκτάσεις έχουν αυξηθεί τουλάχιστον κατά 3 χιλιάδες στρέμματα, φτάνοντας συνολικά τα 4000 στρέμματα περίπου όπως φαίνεται στο γράφημα 1.1 (Τζουραμάνη Ε., 2008, ΕΘΙΑΓΕ).



Πηγή: Υπ.Α.Α.τ

Γράφημα 1.1: Εκτάσεις ροδιών ανά νομό (2006)

1.2.2 Αγορά

Τα τελευταία χρόνια βρίσκεται σε εξέλιξη μεγάλη διαφημιστική καμπάνια στις Η.Π.Α. που έχει ως σκοπό να ενημερώσει του καταναλωτές για τις ευεργετικές ιδιότητες του ροδιού. Από το 2003 και μετά, 961 προϊόντα με βάση τα ρόδια εισήλθαν στην αγορά των Η.Π.Α. Η διαφήμιση οδήγησε σε κατακόρυφη αύξηση της ζήτησης στις Η.Π.Α., ενώ ο απόηχος έφτασε και στην Ευρώπη τονώνοντας τη ζήτηση σε πολλές ευρωπαϊκές αγορές. Όμως οι προσφερόμενες ποσότητες ροδιών δε διαφοροποιήθηκαν σημαντικά, με αποτέλεσμα την αύξηση της τιμής πώλησης.

Το μεγαλύτερο βάρος της διαφημιστικής εκστρατείας, δόθηκε στην ανάδειξη της θρεπτικής αξίας των ροδιών. Από το 2002 και μετά, πάρα πολλές μελέτες ανέδειξαν τις ευεργετικές ιδιότητες των ροδιών οι οποίες, κατά κύριο λόγο οφείλονται στην παρουσία μεγάλων ποσοτήτων αντιοξειδωτικών ουσιών (τριπλάσια ποσότητα σε σχέση με το κόκκινο κρασί και το πράσινο τσάι).

Η ελληνική αγορά εισάγει μεγάλες ποσότητες ροδιών (κυρίως από την Τουρκία, το Ιράν, την Ινδία, την Αίγυπτο και το Ισραήλ) προκειμένου να καλύψει τις ανάγκες της. Σύμφωνα με εκτιμήσεις, η ελληνική αγορά απορροφά ποσότητες ροδιών που κυμαίνονται μεταξύ 1.000- 1.200 τόνων, εκ των οποίων οι 800 τόνοι εισάγονται. Οι εισαγόμενες ποσότητες αφορούν κυρίως ρόδια ξινών ή ημίξινων, ποικιλιών που χαρακτηρίζονται από πολύ καλή εξωτερική εμφάνιση. Επίσης, τα τελευταία χρόνια προωθούνται στην αγορά ολόενα και περισσότερα επώνυμα προϊόντα που περιέχουν ρόδι. Η ποικιλία των προϊόντων αυτών δεν περιορίζεται μόνο σε προϊόντα διατροφής (χυμοί, ποτά, αναψυκτικά, γιαούρτια, παγωτά, μαρμελάδες, καφές) αλλά περιλαμβάνει και καλλυντικά και συμπληρώματα διατροφής (Τζουραμάνη Ε., 2008, ΕΘΙΑΓΕ).

1.3 Διαιτητική σημασία του ροδιού

Ο νωπός καρπός της ροδιάς αποτελείται περίπου από 70% του βάρους του από νερό, ενώ το 13% – 30% αποτελείται από σάκχαρα, κιτρικό οξύ και μηλικό οξύ, ενώ περιέχει σε μεγάλες ποσότητες βιταμίνη C. Έχει κατά μέσο όρο 14g σάκχαρα στα 100g σπόρων, δηλαδή έχει τόσα σάκχαρα όσα περίπου και το κεράσι. Ο χυμός περιέχει μεγάλες ποσότητες υδρολυτικών τανινών κυρίως ελλαγοτανίνες (γαλλικό οξύ και ελλαγικό οξύ), ανθοκυάνες (κυανιδίνη, δελφινιδίνη, πελαργονιδίνη) όπως και φαινολικά οξέα (καφεϊκό οξύ, χλωρογενικό οξύ).

Η εμπειρία που υπάρχει μέχρι σήμερα από την κατανάλωση του χυμού της ροδιάς έδειξε ότι, μπορεί κανείς να καταναλώνει ένα λίτρο χυμού ροδιού ημερησίως χωρίς παρενέργειες. Στην πράξη είναι αρκετά 250-300 ml χυμού ροδιού, για ημερήσια κατανάλωση σε δύο δόσεις (Γάτσιος Κ., 2010)

Υπάρχει όμως και μία πληθώρα ερευνητικών εργασιών που αποδεικνύουν τις ευεργετικές ιδιότητες των ροδιών. Αύξηση της κατανάλωσης ροδιών βρέθηκε πως μπορεί να αποτρέψει την ανάπτυξη καρκινικών όγκων, την ανάπτυξη του ιού HIV-1, την οξειδωση της hLDL και την αρτηριοσκλήρωση και να μειώσει τα συμπτώματα κατάθλιψης και απώλειας ωστικής μάζας κατά την εμμηνόπαυση. Επίσης, αφέψημα από το φλοιό ροδιού έχει βρεθεί πως έχει αντική και μυκητοκτόνο δράση καθώς και πολλές άλλες θετικές για την υγεία του ανθρώπου ιδιότητες.

Οι δράσεις του ροδιού πιθανόν οφείλονται στην υψηλή αντιοξειδωτική του ικανότητα λόγω της παρουσίας φαινολικών ουσιών όπως η πουνικαλαγίνη (η λέξη προέρχεται από το λατινικό όνομα της ροδιάς) και η ελαγιτανίνη που βρίσκονται σε όλα τα μέρη του ροδιού. Είναι γνωστό πως η αντιοξειδωτική ικανότητα του χυμού ροδιάς είναι τρεις φορές μεγαλύτερη σε σύγκριση με αυτή του κόκκινου κρασιού και του πράσινου τσαγιού.

Στο Ινστιτούτο Φυλλοβόλων Δένδρων του ΕΘΙΑΓΕ, όπου αξιολογήθηκαν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά 20 συλλογών ροδιάς από τη Βόρεια Ελλάδα, βρέθηκε ότι

ποικιλίες που παράγουν μικρού μεγέθους ή και κόκκινου χρώματος καρπούς έχουν μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα και μεγαλύτερη συγκέντρωση ασκορβικού οξέος και ανθοκυανών στο χυμό τους. Επίσης, βρέθηκε πως αν και τα μεγάλα μεγέθους ρόδια είναι πιο αρεστά στον καταναλωτή αυτά συνήθως είναι και πιο ξινά. Αυτό υποδηλώνεται από θετική συσχέτιση μεταξύ βάρους καρπού και οξύτητας ενώ η οπτική αξιολόγηση των συλλογών ροδιάς έδειξε πως τα πιο αρεστά ρόδια ήταν οι μεγάλοι καρποί. Επίσης τα κόκκινου χρώματος ρόδια ήταν και περισσότερο χονδρόφλουδα ή μικρού μεγέθους.

Είναι επίσης γνωστό από τη βιβλιογραφία πως η μέθοδος έκθλιψης και παραγωγής χυμού ροδιού μπορεί να επηρεάσει την αντιοξειδωτική ικανότητά του. Ο χυμός ροδιού που παρήχθη σε ειδικό μηχάνημα έκθλιψης είχε διπλάσια αντιοξειδωτική ικανότητα σε σύγκριση με αυτό που παρήχθη με το χέρι, γεγονός που οφείλεται στην ύπαρξη μεγαλύτερης συγκέντρωσης πουνικαλαγίνης ουσίας που βρίσκεται κυρίως στο φλοιό και τις μεμβράνες του καρπού και πιθανόν πέρασε στον εμπορικό χυμό κατά τη διαδικασία παραγωγής του (Δραγούδη Π., Γεωργία-Κτηνοτροφία 2007).

Πίνακας 1.3: Διατροφική ανάλυση για ένα ρόδι με βάρος περίπου 280 γρ.

Ενέργεια	234 kcal	Νάτριο	8 mg
Πρωτεΐνες	4,71 γρ	Ψευδάργυρος	0,99 mg
Λιπαρά	3,30 γρ.	Χαλκός	0,446 mg
Υδατάνθρακες	52,73 γρ.	Σελήνιο I	4 mcg
Φυτικές ίνες	11,3 γρ.	Βιταμίνη C	28,8 mg
Ασβέστιο	28 mg	Νιασίνη (B3)	0,826 mg
Σίδηρο	0,85 mg	Φολλικό οξύ	107 mcg
Μαγνήσιο	34 mg	Βιταμίνη E	1,69 mg
Φώσφορο	102 mg	Βιταμίνη K	46,2 mcg
Κάλιο	666 mg		

Πηγή: USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 21 (2008)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΡΟΔΙΑΣ

2.1 Βοτανικά στοιχεία

Η Ροδιά (*Punica granatum*) είναι δενδρώδης θάμνος φυλλοβόλος με ανάπτυξη πολύ γρήγορη αλλά με μικρή βλάστηση. Το ύψος του φυτού μπορεί να φτάσει 5-8m. Τα φύλλα είναι αντίθετα, μικρά, λογχοειδή, στην αρχή κοκκινωπά, αργότερα γίνονται λεία πράσινα και γυαλιστερά. Ανήκει στην οικογένεια των *Runicaceae* και στο γένος *Punica*.

Τα άνθη της ροδιάς ανάλογα με το μήκος του στύλου που αναπτύσσουν διακρίνονται σε δυο κατηγορίες, τα μακρόστυλα (γόνιμα) και τα βραχύστυλα (άγονα). Το χρώμα τους ποικίλει, από το βαθύ ερυθρό, μέχρι μερικές φορές το κίτρινο ή το λευκό ενώ γεγονός είναι πως ο αριθμός των άγονων ανθέων υπερέρχει κατά πολύ από τα γόνιμα άνθη (εικόνα 2.1).



Εικόνα 2.1: Άνθη ροδιάς (πηγή: <http://www.panoramio.com>).

Ο καρπός της ροδιάς είναι ράγα, η οποία συνήθως έχει το μέγεθος πορτοκαλιού ή είναι ακόμη πιο ογκώδης και έχει μέσο βάρος 200-400gr. Κάθε καρπός μπορεί να φέρει 660-670 σπέρματα κατά μέσο όρο, ενώ υπάρχουν καρποί που φθάνουν μέχρι τα 800 σπέρματα και βάρος καρπού μέχρι ένα κιλό. Οι καρποί που παράγονται από τα πρώιμα άνθη παρουσιάζουν μεγαλύτερο μέγεθος κατά την ωρίμανση. Η ροδιά μπορεί να μπει σε καρποφορία από το 3ο ή το 4ο έτος μετά την εγκατάστασή της, ενώ σε πλήρη παραγωγή φθάνει μετά το 7ο-8ο έτος. Κατά την πλήρη παραγωγή της αποδίδει 2,5-3,0 τόνους /στρέμμα εμπορεύσιμο ρόδι και σε μερικές περιπτώσεις μεγαλύτερη. Η ωρίμανση των καρπών της ροδιάς γίνεται την περίοδο Σεπτεμβρίου, Οκτωβρίου ανάλογα με την ποικιλία (Ποντίκης Κ., 1996; Γάτσιος Κ., 2010).

Οι σπόροι συμπιέζονται σε ένα στρώμα που μοιάζει με την κηρήθρα γύρω από τον πυρήνα. Τα στρώματα των σπόρων χωρίζονται από τις λεπτές σαν χαρτί άσπρες μεμβράνες που είναι πικρές στην γεύση. Η εσωτερικές μεμβράνες και ο φλοιός δεν τρώγονται λόγω της υψηλής περιεκτικότητας τους σε τανίνες.



Εικόνα 2.2: Σπόροι καρπού ροδιάς (πηγή: <http://www.paseges.gr>).

2.2 Ποικιλίες ροδιάς

Οι ποικιλίες της ροδιάς, ανάλογα με την περιεκτικότητα του χυμού τους σε οξέα διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες.

- ◆ Γλυκές ποικιλίες:
- ◆ Ημίγλυκες ποικιλίες:
- ◆ Ξινές ποικιλίες:

Ένας άλλος τρόπος διάκρισης των ροδιών, είναι σύμφωνα με τον τόπο προελεύσεως τους. Στην Ελλάδα οι καλλιεργούμενες ποικιλίες, φέρονται πολλές φορές στην αγορά με το όνομα του τόπου προελεύσεως χωρίς να γίνεται άλλη διάκριση. Η ποικιλία που τα τελευταία χρόνια καλλιεργείται εντατικά στη χώρα μας είναι η αμερικανική ποικιλία Wonderful. Η ποικιλία αυτή είναι η πιο γνωστή ποικιλία ροδιάς παγκοσμίως.



Εικόνα 2.3: Ποικιλία ροδιάς Wonderful (πηγή: <http://www.agro-help.com>).

2.3 Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις

2.3.1 Έδαφος

Η Ροδιά δεν έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις εδάφους. Προσαρμόζεται ακόμη και σε σκληρά ή ξηρά και χαλικώδη εδάφη καθώς και σε βαθιά δροσερά μέχρι και υγρά εδάφη. Ακόμα μπορεί να αποδώσει σε αλατούχα εδάφη (Εικόνα 19) και σε εδάφη που ποτίζονται με υφάλμυρο νερό. Όμως για ικανοποιητική ποσοτική και ποιοτική παραγωγή χρειάζεται πλούσια, βαθιά, αμμοαργιλώδη (με pH 5.5-7.0) δροσερά και ποτιστικά εδάφη. Στα ξηρά και άγονα ή σκληρά συνεκτικά εδάφη οι καρποί γίνονται μικροί χωρίς χυμούς και σκίζεται ο φλοιός τους, ενώ σε βαριά πηλώδη ο καρπός δεν χρωματίζεται ικανοποιητικά.

2.3.2 Κλίμα

Όσον αφορά το κλίμα, η ροδιά ευδοκμεί σε θερμές περιοχές με εύκρατο κλίμα. Θεωρείται πιο ανθεκτική στο ψύχος από τα εσπεριδοειδή και την ελιά. Η ανθεκτικότητα σε ανοιξιάτικους και χειμερινούς παγετούς διαφέρει μεταξύ των ποικιλιών ροδιάς. Για τη διακοπή του λήθαργου η ροδιά έχει μικρές απαιτήσεις σε ψύχος (περίπου 150-400 ώρες κάτω των 70 C). Δεν ανέχεται περιοχές με ομίχλες και ψυχρούς ανέμους ενώ η υψηλή θερμοκρασία του καλοκαιριού ευνοεί την ωρίμανση των καρπών οι οποίοι παίρνουν καλό κόκκινο χρωματισμό και έχουν καλή γεύση (Δραγούδη Π., Γεωργία-Κτηνοτροφία 2007).

2.4 Πολλαπλασιασμός

Η ροδιά πολλαπλασιάζεται εύκολα με παραφυάδες, ξυλοποιημένα χειμερινά μοσχεύματα και φυλλοφόρα καλοκαιρινά μοσχεύματα. Ο πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα σκληρού ξύλου έχει υψηλά ποσοστά επιτυχίας. Μεταξύ 35 γενοτύπων ροδιάς οι 27 είχαν ποσοστό επιτυχίας στη ριζοβόληση μεγαλύτερο από 80%.

Ωστόσο η ροδιά πολλαπλασιάζεται και με ενοφθαλμισμό με όρθιο T πάνω σε υποκείμενα σπορόφυτα κάτι βέβαια που στην πράξη δεν συνηθίζεται. Τα υποκείμενα σπορόφυτα παράγονται από σπόρο, που βλαστάνει πολύ εύκολα.

2.5 Καλλιεργητικές φροντίδες

2.5.1 Φύτευση

Πριν την φύτευση πρέπει να γίνονται όλες οι καλλιεργητικές εργασίες που απαιτούνται, όργωμα βαθύ, ισοπέδωση, προετοιμασία, βασική λίπανση, χάραξη και άνοιγμα λάκκων. Οι αποστάσεις φύτευσης διαφέρουν ανάλογα με την περιοχή, τον

τύπο του εδάφους και τον τρόπο καλλιέργειας και μπορεί να είναι από 3x4 ως 5x5 μέτρα, ενώ τα φυτά μπορεί να φυτευτούν σε τετράγωνα, ρόμβους ή παραλληλόγραμμα. Η απόσταση φύτευσης επί της γραμμής πρέπει να είναι τέτοια ώστε να είναι εύκολη η μετακίνηση των εργαζομένων για το κλάδεμα, τη συγκομιδή κ.α., δεδομένου ότι τα φυτά έχουν αγκάθια και η εργασία δυσχεραίνεται ακόμη πιο πολύ στις πυκνές φυτεύσεις σπωρώνων ροδιάς απ' ότι σε σπωρώνες άλλων ειδών. Η απόσταση φύτευσης μεταξύ των γραμμών πρέπει να είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει να γίνεται εύκολα η διέλευση των οχημάτων (εικόνα 2.4).

Οι πολύ πυκνές φυτεύσεις επιδρούν αρνητικά στο χρωματισμό του καρπού λόγω σκίασης, ενώ οι πολύ αραιές μειώνουν την κατά στρέμμα απόδοση. Η φύτευση, κατά προτίμηση, πρέπει να γίνεται το φθινόπωρο μετά την πτώση των φύλλων, εκτός από τις περιοχές με ψυχρά κλίματα στις οποίες καλό είναι να γίνεται στο τέλος του χειμώνα πριν την έναρξη του φουσκώματος των οφθαλμών.



Εικόνα 2.4: Σπωρώνας ροδιάς (πηγή: Δραγούδη Π., Γεωργία-Κτηνοτροφία 2007).

2.5.2 Άρδευση

Η ροδιά για να αποδώσει ικανοποιητικά έχει ανάγκη από πότισμα ιδιαίτερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Το πότισμα επίσης βελτιώνει την ποιότητα και διατηρεί σταθερή την παραγωγικότητα των δέντρων. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι σε

περίοδο ξηρασίας τα φύλλα απορροφούν νερό από τους καρπούς με αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής και την υποβάθμιση της ποιότητας.

Γενικά, πρέπει να διατηρείται η εδαφική υγρασία από την άνθηση και μέχρι τη συγκομιδή έτσι ώστε να μειωθεί η πιθανότητα σχισίματος των καρπών. Οι απαιτήσεις σε νερό είναι παρόμοιες με αυτές των εσπεριδοειδών, 125-150 εκατοστά ετησίως. Σε περίπτωση έλλειψης σημαντικής βροχόπτωσης τα δέντρα πρέπει να ποτίζονται κάθε 7-10 ημέρες. Τα ποτίσματα πρέπει να είναι χορταστικά χωρίς όμως να λιμνάζουν νερά αν και η ροδιά είναι από τα δέντρα που θεωρείται πως έχει κάποια ανεκτικότητα στα λιμνάζοντα νερά.

Αν και τα συστήματα άρδευσης που μπορούν να εφαρμοστούν είναι διάφορα (κατάκλιση, σε αυλάκια, καταιονιστήρες, μικροεκτοξευτές ύδατος, στάγδην άρδευση κ.α.) γενικά ο καλύτερος τρόπος είναι αυτός με τους μικροεκτοξευτές ύδατος, γιατί γίνεται καλύτερος έλεγχος της ποσότητας του νερού σε κάθε εφαρμογή, όμως η κάθε περιοχή και ο κάθε τύπος εδάφους μας υποδεικνύει τον καλύτερο δυνατό τρόπο άρδευσης.

2.5.3 Λίπανση

Η λίπανση πρέπει να βασίζεται σε εδαφολογικές και κυρίως φυλλοδιαγνωστικές αναλύσεις. Τα νεαρά φυτά ανάλογα με την ηλικία τους και μέχρι να έρθουν σε παραγωγή πρέπει να λιπαίνονται με 80-150g αζώτου ανά έτος. Τον πρώτο χρόνο η λίπανση πρέπει να γίνεται σε 3-4 δόσεις με την πρώτη εφαρμογή να γίνεται στα μέσα της άνοιξης όταν η βλάστηση έχει ύψος 15-20 εκ. μαζί με τα ποτίσματα, ενώ τα επόμενα 2 χρόνια καλά είναι η λίπανση να γίνεται σε 2-3 δόσεις με την πρώτη εφαρμογή να γίνεται αργά τον χειμώνα. Η υπερβολική αζωτούχος λίπανση σε αυτή την ηλικία μπορεί να καθυστερήσει την είσοδο στην καρποφορία, και να κάνει τα φυτά πιο ευαίσθητα στους χειμωνιάτικους παγετούς.

Τα παραγωγικά δένδρα μετά το 5ο έτος χρειάζονται 200-400g αζώτου ανά έτος. Για την ποσότητα του αζώτου πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η καρποφορία του προηγούμενου έτους, το μέγεθος του δένδρου και ο τύπος του εδάφους. Σε βαριά

εδάφη τα οποία δεν εκπλύνονται εύκολα και σε περιοχές με μικρή βροχόπτωση το άζωτο πρέπει να δίνεται εφάπαξ στο τέλος του φθινοπώρου ή τις αρχές του χειμώνα, ενώ σε ελαφρά εδάφη πρέπει να δίνεται σε 2 δόσεις, η μία στο τέλος του χειμώνα και η δεύτερη την άνοιξη. Αν και η ροδιά θεωρείται απαιτητική σε άζωτο, η υπερβολική αζωτούχος λίπανση μπορεί να μειώσει την καρπόδεση. Επίσης η λίπανση που εφαρμόζεται αργά μπορεί να οψιμίσει την παραγωγή, να μειώσει τον χρωματισμό των φρούτων και να κάνει τα φυτά πιο ευαίσθητα στους χειμωνιάτικους παγετούς.

Η λίπανση με κάλιο και φώσφορο βοηθά στην καρποφορία και καλά είναι να γίνεται κάθε 2-3 χρόνια με 150-200gr ανά δένδρο.

2.5.4 Κλάδεμα

Η φυσική τάση της ροδιάς είναι να διαμορφώνεται σε θαμνώδες πολύκορμο σχήμα. Όμως με κατάλληλο κλάδεμα μπορεί να διαμορφωθεί και σε μικρό δένδρο. Σε συγκροτημένες εμπορικές φυτείες συνιστάται το θαμνώδες πολύκορμο σχήμα γιατί δίνει μεγαλύτερη παραγωγή, είναι πιο εύκολες οι καλλιεργητικές εργασίες και διευκολύνεται η βαθμιαία αντικατάσταση των γηρασμένων ή μη υγιών βραχιόνων.

◆ *Κλάδεμα διαμόρφωσης.*

Τη θερινή περίοδο μετά τη φύτευση δεν πρέπει να γίνεται κανένα κλάδεμα ώστε τα φυτά να αποκτήσουν δυνατό ριζικό σύστημα. Κατά τη χειμερινή περίοδο, πριν την έναρξη της βλάστησης του δεύτερου έτους, τα φυτά κλαδεύονται χαμηλά σε ύψος 10 εκατοστά από το έδαφος, έτσι δίνουν πυκνότερη και ζωηρότερη τούφα.

Το καλοκαίρι του ίδιου έτους πρέπει να αφήνονται 4-5 υγιείς βλαστοί οι οποίοι θα αποτελέσουν τους βραχίονες του φυτού και οι υπόλοιποι πρέπει να αφαιρούνται τακτικά για να μην ανταγωνίζονται τους κυρίως βραχίονες. Όλοι οι βλαστοί που αναπτύσσονται σ' αυτούς τους κυρίως βραχίονες πρέπει να αφαιρούνται μέχρι το ύψος του ενός μέτρου.

Η ροδιά έχει την τάση να παράγει πολλούς ταχυφυείς βλαστούς κοντά στη βάση. Αυτοί οι βλαστοί, οι οποίοι είναι ακμαίοι, με έντονη ανάπτυξη αλλά χωρίς διακλαδώσεις, πρέπει να απομακρύνονται το συντομότερο δυνατό μετά την έκπτυξή τους.

◆ *Κλάδεμα καρποφορίας.*

Το κλάδεμα καρποφορίας αποσκοπεί στον καλό φωτισμό και αερισμό του δένδρου. Πρέπει να επικεντρώνεται στην αφαίρεση των λαίμαργων ταχυφιών βλαστών και παραφυάδων καθώς και στην αφαίρεση πολύ πυκνών, εξαντλημένων και εσωτερικών κλαδιών. Τα πολύ μακριά και ζωηρά κλαδιά πρέπει να βραχύνονται ώστε να δώσουν περισσότερους καρποφόρους κλαδίσκους.

Η καρποφορία της ροδιάς προκύπτει σε βραχείς βλαστούς (spurs) που βρίσκονται σε 2-3 ετών κλάδους στη εξωτερική πλευρά της κόμης. Ενώ μπορούν να φέρουν καρπούς για μερικά χρόνια, πρέπει να γίνεται σταδιακή ανανέωσή τους με ελαφριά κλαδεύματα κάθε χρόνο γιατί χάνουν την ικανότητά τους να παράγουν καρπούς επειδή το φυτό αυξάνεται σε μέγεθος σταδιακά. Έντονα κλαδεύματα πρέπει να αποφεύγονται γιατί μειώνουν την καρποφορία (Ποντίκης Κ., Γενική Δενδροκομία).

Αν κατά τη διάρκεια του χειμώνα βραχίονες και κλαδιά ζημιωθούν από παγετό και ξεραθούν, ή η βλάστησή τους είναι αδύνατη, τότε πρέπει να κλαδεύονται βαθιά ώστε να δώσουν πλούσια βλάστηση για αντικατάσταση.



Εικόνα 2.5: Δένδρα ροδιάς διαμορφωμένα με έναν (αριστερά) ή πολλούς κορμούς (δεξιά).

2.6 Ωρίμανση-Συγκομιδή και Συντήρηση

Η ροδιά μπαίνει σε καρποφορία από το 3ο ή 4ο έτος. Ένα καλός οπωρώνας 8-10 ετών, αποδίδει 1,8-2,5 τόνους/στρέμμα εμπορεύσιμο ρόδι. Η απόδοση ελαττώνεται βαθμιαία μετά το 25ο – 30ο έτος των δέντρων.

Τα ρόδια ωριμάζουν κατά τα τέλη Σεπτεμβρίου με αρχές Οκτωβρίου. Ο καρπός είναι ώριμος όταν η επιδερμίδα του αποκτήσει το χαρακτηριστικό χρώμα της ποικιλίας και γίνει πολύ γυαλιστερή, οι σπόροι του πάρουν το χαρακτηριστικό τους χρώμα και όταν μετά από ελαφρύ χτύπημα στον καρπό παράγεται μεταλλικός ήχος. Οι ώριμοι καρποί πρέπει να απομακρυνθούν άμεσα αφού η καθυστερημένη συγκομιδή έχει ως αποτέλεσμα το σχίσιμό τους το οποίο ενισχύεται αν κατά την περίοδο αυτή υπάρξουν βροχοπτώσεις. Στους εμπορικούς οπωρώνες, η συλλογή πρέπει να ολοκληρώνεται το συντομότερο δυνατόν αφού τα φρούτα έχουν αποκτήσει τα ελάχιστα κριτήρια ωριμότητας. Η συγκομιδή θα πρέπει να γίνει σε 2-3 χέρια

Η εμφάνιση των ροδιών είναι σημαντική διότι συνηθίζεται να χρησιμοποιούνται για τη διακόσμηση των τραπεζιών και χώρων ιδιαίτερα κατά τα Χριστούγεννα. Γι' αυτό τα ρόδια πρέπει να συγκομίζονται προσεκτικά ώστε να αποφεύγονται αμυχές και μώλωπες γιατί υποβαθμίζουν την ποιότητα και τη συντηρησιμότητά τους. Η συγκομιδή δεν πρέπει να γίνεται με τράβηγμα με το χέρι αλλά χρησιμοποιώντας ψαλίδι αφήνοντας όσο το δυνατό μικρότερο κοτσανάκι έτσι ώστε να μην προκληθεί ζημιά κατά τη μεταφορά και συντήρηση.

Τα ρόδια μπορεί να έχουν σχετικά μεγάλη ικανότητα συντήρησης, παρόμοια με αυτή των μήλων. Κατά τη συντήρηση στο ψυγείο οι καρποί γίνονται καλύτεροι, περισσότερο χυμώδεις και αρωματικοί. Τα ρόδια μπορούν να συντηρηθούν μέχρι 7 μήνες στους 1-5°C και 85-90 % σχετική υγρασία. Εάν η σχετική υγρασία αυξηθεί στο 95 % τότε μειώνεται η συντηρησιμότητά τους στους δύο μήνες. Θερμική επέμβαση με εμφύσηση των καρπών σε νερό θερμοκρασίας 45°C για 4 λεπτά είχε ως αποτέλεσμα οι καρποί να συντηρηθούν καλύτερα μετά από 90 ημέρες στους 2°C (Δραγούδη Π., Γεωργία-Κτηνοτροφία 2007; Ποντίκης Κ., 1996).

2.7 Φυσιολογικά προβλήματα

2.7.1 Σχίσσιμο καρπών

Το σχίσσιμο μπορεί να οφείλεται:

α) Σε μεγάλη διακύμανση της θερμοκρασίας μεταξύ ημέρας και νύχτας. Τα ρόδια που καλλιεργούνται σε περιοχές με έντονη ηλιοφάνεια κατά τους θερινούς μήνες πρέπει να σκιάζονται γιατί γίνεται σκλήρυνση και νέκρωση της φλούδας του καρπού από το έντονο ηλιακό φως με αποτέλεσμα να ενισχύεται το σχίσσιμο. Η σκίαση μπορεί να γίνει i) με δεσίματα των κλάδων μεταξύ τους, ii) με την τοποθέτηση διχτύων πάνω από την καλλιέργεια και iii) με ψεκασμούς των δέντρων με καολινίτη. Αποτελέσματα πειράματος που έγινε στην Ισπανία έδειξαν πως επίταση με καολινίτη (Surround@WP)

τέσσερις φορές σε χρονικά διαστήματα 2-3 εβδομάδων από τα μέσα Ιουνίου μέχρι τις αρχές Αυγούστου σε συγκέντρωση 5% στην πρώτη και 2,5% στις επόμενες εφαρμογές, μείωσε σημαντικά τη θερμοκρασία του καρπού και φύλλου και το ηλιοέγκαυμα μειώθηκε από 21,9 % στον αφέκαστο μάρτυρα σε 9,4 % σε δέντρα που ψεκάστηκαν με καολινίτη.

β) Εάν υπάρξει έλλειψη υγρασίας στο χώμα ακολουθούμενη από καλό πότισμα ή βροχή. Γι' αυτό πρέπει να διατηρείται η υγρασία του εδάφους με συχνό πότισμα των δέντρων καθ' όλη τη διάρκεια ωρίμανσης του καρπού, και με την προσθήκη οργανικής ουσίας στο έδαφος.

γ) Καθυστέρηση της συγκομιδής ή σοβαρή προσβολή από έντομα και ασθένειες.

δ) Σε νεαρούς καρπούς το σχίσμο μπορεί να οφείλεται σε έλλειψη βορίου. Ψεκασμοί με βόριο (50 ppm) και γιββεριλλίνη (40 ppm) στα νεαρά φρούτα βρέθηκε πως μειώνουν την εμφάνιση σχισμάτων (Δραγούδη Π., Γεωργία-Κτηνοτροφία 2007).



Εικόνα 2.7.1: Σχίσμο καρπών ροδιάς

(πηγή: <http://www.anthanassa.gr/articles/article.aspx?id=44>).

2.7.2 Πτώση των καρπών

Σοβαρή πτώση των καρπών κατά τη νεανική περίοδο των δέντρων (3-5 χρόνια) είναι συχνό φαινόμενο. Η πτώση των καρπών αυξάνεται με καλλιεργητικές πρακτικές που ωθούν σε υπερβολική βλαστική ανάπτυξη όπως η παραπανίσια λίπανση και τα ποτίσματα. Τα νεαρά δέντρα πρέπει να αποφεύγεται να δέχονται συνθήκες καταπόνησης (στρες). Τα ώριμα δέντρα συνήθως κρατούν περισσότερους καρπούς που έχουν γονιμοποιηθεί σε σύγκριση με τα νεαρά σε ηλικία δέντρα.

2.7.3 Εχθροί

Οι σπουδαιότεροι εχθροί της ροδιάς είναι:

- ♦ **Αφίδες:** Εμφανίζονται κυρίως την άνοιξη στους νεαρούς βλαστούς, στα φύλλα και σπανιότερα και στα άνθη απομυζώντας τους χυμούς. Η καταπολέμησή τους μπορεί να γίνει κατά την εμφάνισή τους με διάφορα σκευάσματα επαφής ή διασυστηματικά, αλλά για καλύτερα αποτελέσματα πρέπει να γίνεται και καταπολέμηση των χειμερινών αυγών των αφίδων πριν το φούσκωμα των οφθαλμών με τη χρήση παραφινέλαιων σε συνδυασμό με ένα κατάλληλο εντομοκτόνο.
- ♦ Διάφορα **κοκκοειδή** και ιδιαίτερα ο **ψευδόκοκκος**: Για την καταπολέμησή τους πρέπει να γίνεται ψεκάσμος με θερινούς πολτούς σε συνδυασμό με οργανοφωσφορικό σκευάσμα για τα κοκκοειδή κατά το (ρόϊσμα) δηλαδή όταν τα θηλυκά έντομα βγαίνουν από το ασπίδιό τους (καβούκι), και για τον ψευδόκοκο στις αρχές Ιουνίου.
- ♦ **Φλοιοφάγος:** Η προνύμφη ανοίγει τρύπα στο φλοιό του δέντρου και τρέφεται απ' το εσωτερικό. Όταν έχουμε αρκετές τρύπες στον κορμό, τα συμπτώματα πλέον είναι ορατά και τα δέντρα αρχίζουν να χάνουν την παραγωγικότητά τους. Η σκόνη απ' το ξύλο και τα περιττώματα του εντόμου που κρέμονται υπό τη μορφή ιστού αράχνης γύρω απ' την προσβεβλημένη περιοχή, είναι ένδειξη της παρουσίας του εντόμου. Μια λύση είναι η χρήση σκευασμάτων με Carbaryl (2,5 g/l) ή Methomyl

(3,5 g/l) που αναφέρεται ότι είναι αποτελεσματικά για την καταπολέμηση του συγκεκριμένου εντόμου (Δραγούδη Π., Γεωργία-Κτηνοτροφία 2007).

2.7.4 Ασθένειες

Η ροδιά δεν προσβάλλεται εύκολα από ασθένειες. Το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι οι διάφορες σήψεις (*Sclerotinia spp.* κ.α.) οι οποίες εμφανίζονται στους ώριμους καρπούς πάνω στα δένδρα όταν αυτοί είναι μωλωπισμένοι ή πληγωμένοι και οι σήψεις και μούχλες (*Penicillium spp.*) κατά την αποθήκευση τέτοιων καρπών. Στην Καλιφόρνια εφαρμόζονται τουλάχιστον τρεις ψεκασμοί το χρόνο με χαλκούχο μυκητοκτόνο για τον αποτελεσματικό έλεγχο των ασθενειών. Οι ψεκασμοί κατά την ανθοφορία πρέπει να είναι όσο το δυνατό λιγότεροι γιατί μπορεί να εντείνουν το πρόβλημα της ανθόροιας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ ΤΟΥ ΡΟΔΙΟΥ

3.1 Γενικά

Βιολογικές και χημικές έρευνες αποδεικνύουν πως οι ελεύθερες ρίζες και το ενεργό οξυγόνο μπορεί να εμπλέκονται στην εμφάνιση ενός μεγάλου αριθμού ασθενειών. Πολυάριθμες φυσιολογικές και βιοχημικές διεργασίες στο ανθρώπινο σώμα έχουν ως αποτέλεσμα την παραγωγή ελεύθερων ριζών, ενεργού οξυγόνου και παραπροϊόντων. Με την σειρά της αυτή η μαζική παραγωγή προκαλεί οξειδωτική ζημιά στα βιομόρια η οποία οδηγεί αναπόφευκτα σε χρόνιες παθήσεις. Τα φυτά αποτελούν σημαντική πηγή απομάκρυνσης των ελεύθερων ριζών. Η πρόσληψη φυσικών αντιοξειδωτικών έχει συσχετιστεί με μειωμένο κίνδυνο καρκίνου, καρδιαγγειακών παθήσεων, διαβήτη και άλλων ασθενειών οι οποίες συνδέονται με τη γήρανση (Rajan S. et al., 2011).

Τα αντιοξειδωτικά είναι οι ενώσεις που όταν προστίθενται στα προϊόντα διατροφής, ειδικά τα λιπίδια και τα συστήματα που περιέχουν λιπίδια, μπορούν να αυξήσουν τη διάρκεια ζωής του προϊόντος, με την καθυστέρηση της διαδικασίας της υπεροξειδωσης των λιπιδίων. Η υπεροξειδωση των λιπιδίων των λιπών και των λιπαρών τροφίμων, όχι μόνο επιφέρει χημική αλλοίωση των τροφών, αλλά παράγει ελεύθερες ρίζες, οι οποίες υποτίθεται σχετίζονται με την καρκινογένεση, την μεταλλαξιογένεση και την γήρανση. Από την άλλη πλευρά, τα πιο διαδεδομένα και ευρέως χρησιμοποιούμενα συνθετικά αντιοξειδωτικά είναι η βουτυλιομένη υδροξυανισόλη και το βουτυλιομένο υδροξυτολουόλιο, που χρησιμοποιούνται ως

αντιοξειδωτικά από τις αρχές του αιώνα. Πρόσφατα, μόνο, περιορίστηκε η χρήση τους κυρίως λόγω της πιθανής καρκινογόνου δράση τους, προκαλώντας διόγκωση του ήπατος και αλλαγή της δραστηριότητας των ενζύμων του ήπατος. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει πολλές απόπειρες για την μελέτη φυσικών αντιοξειδωτικών ιδίως εκείνων φυτικής προέλευσης (Yasoubi P. et al., 2007).

Η ροδιά (*Punica granatum L.*) καλλιεργείται κυρίως στην περιοχή της Μεσογείου και είναι μια από τις σημαντικότερες καλλιεργούμενες παραγωγές στο Ιράν. Έχει καταναλωθεί κατά τους αιώνες ως φρούτο, ποτό αλλά και ως συστατικό των τροφών. Επίσης, το ρόδι έχει χρησιμοποιηθεί από την Ιρανική παραδοσιακή ιατρική για διάφορες θεραπείες. Για παράδειγμα, οι καρποί της ροδιάς χρησιμοποιούνταν ως διουρητικό αλλά και για την αναγέννηση του ήπατος. Κάποια άλλα μέρη του φυτού επίσης χρησιμοποιούνταν για την καταπολέμηση παρασίτων και για την παρασκευή σκευασμάτων αντιδιάρροιας. Σήμερα το ρόδι είναι γνωστό ως αντιμικροβιακό, αντι-ικό αλλά και αντικαρκινικό δίνοντας με αυτό τον τρόπο «τροφή» για περαιτέρω έρευνα των θεραπευτικών του ιδιοτήτων. Είναι γεγονός πως τόσο ο πολτός, όσο και η φλούδα του ροδιού περιέχουν διαφορετικά είδη αντιοξειδωτικών ουσιών συμπεριλαμβανομένων και πολλών που δεν έχουν χαρακτηριστεί επαρκώς μέχρι σήμερα (Mohammad Reza Shams Ardekani et al., 2011).

3.2 Αντιοξειδωτική ικανότητα

Η αντιοξειδωτική δράση ουσιών μπορεί να οριστεί ως η ικανότητα μιας ένωσης να περιορίζει την δράση παραγόντων που ευνοούν την οξείδωση (Prior and Cao, 1999). Υπάρχουν πολλές διαφορετικές μέθοδοι εκτίμησης της αντιοξειδωτικής ικανότητας στους ιστούς των καρπών και λαχανικών, οι οποίες βασίζονται στους διάφορους τρόπους δημιουργίας των ελευθέρων ριζών καθώς και στη δράση διαφορετικών μηχανισμών, κάθε φορά, για τον περιορισμό των αρνητικών

επιδράσεων των ελεύθερων ριζών (Huang et al., 2005). Στην διεθνή βιβλιογραφία οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των φυτικών προϊόντων χαρακτηρίζονται με όρους όπως αντιοξειδωτική ικανότητα (Pelegriñi et al., 1999), αντιοξειδωτική δύναμη (Benzie and Strain, 1999) καθώς και αντιοξειδωτικό δυναμικό (Ghiselli et al., 1995).

Τα αντιοξειδωτικά μπορούν να δράσουν με πολλούς τρόπους, όπως με την αποτροπή σχηματισμού ελευθέρων ριζών, με τη διάσπαση των υπεροξειδίων και με τον σχηματισμό χημικών ενώσεων με μεταλλικά ιόντα (Kulkarni et al., 2004). Σύμφωνα με την χημική αντίδραση που χρησιμοποιείται, οι μέθοδοι που μετρούν την αντιοξειδωτική ικανότητα χωρίζονται σε δυο κατηγορίες:

- 1) μεταφοράς ατόμου υδρογόνου και
- 2) μεταφοράς ηλεκτρονίου.

Στην πρώτη κατηγορία υπάγονται μέθοδοι που μετρούν την ικανότητα ενός αντιοξειδωτικού να καταστέλλει τη δράση των ελευθέρων ριζών, οι οποίες δρουν μέσω παροχής ατόμων υδρογόνου. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει μεθόδους που μετρούν την ικανότητα ενός εν δυνάμει αντιοξειδωτικού να μεταφέρει ηλεκτρόνια ούτως ώστε να περιορίσει την δράση ριζών, μετάλλων και καρβονυλίων. Οι αντιδράσεις τόσο της πρώτης όσο και της δεύτερης κατηγορίας μπορούν να γίνουν ταυτόχρονα, αλλά ποιος μηχανισμός θα επικρατήσει εξαρτάται από τη δομή και τις ιδιότητες των αντιοξειδωτικών, την μέθοδο εκχύλισης και διαχωρισμού καθώς και από την χρήση των όποιων διαλυτικών μέσων (Prior et al., 2005).

3.3 Αντιοξειδωτικές ουσίες

Ως βιολογική αντιοξειδωτική ουσία ορίζεται κάθε ουσία που σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις σε σχέση με μια ουσία που οξειδώνεται, περιορίζει ή και μηδενίζει την οξείδωση αυτής της ουσίας (Halliwell and Gutteridge, 1995). Το σύνολο των αντιοξειδωτικών ουσιών που περιέχει ένα είδος τροφής ή φυτικού προϊόντος ονομάζεται αντιοξειδωτική ικανότητα ή δύναμη.

Ο ποσοτικός προσδιορισμός των αντιοξειδωτικών μπορεί να γίνει με πολλές μεθόδους και αυτό καθορίζει και την αντιοξειδωτική ικανότητα που προσδιορίζεται κάθε φορά (Halliwell and Gutteridge, 2007). Έτσι, όταν αναφέρεται ότι το X συστατικό είναι καλύτερο αντιοξειδωτικό σε σχέση με ένα Y συστατικό, αυτό δεν σημαίνει απολύτως τίποτα, εκτός και αν αναφέρεται και η μέθοδος προσδιορισμού των αντιοξειδωτικών. Αντιοξειδωτικά μπορεί να είναι πολύπλοκες ενώσεις όπως δισμουτάση του υπεροξειδίου (SOD), καταλάσες ή και απλούστερες όπως ουρικό οξύ και γλουταθειόνη.

Η ιστορία σχετικά με τα αντιοξειδωτικά ξεκινά από την αρχαιότητα. Πιο συγκεκριμένα στην αρχαία Αίγυπτο είχαν αξιοσημείωτη τεχνική γνώση σχετικά με το πως θα διατηρούσαν τα σώματα των νεκρών επιφανών ανθρώπων της εποχής και αυτό γινόταν με την χρήση φυτικών αποσταγμάτων, πλούσιες σε πολυφαινόλες. Στα νεότερα χρόνια η οξείδωση ή καταστροφή του καουτσούκ αποτέλεσε το έναυσμα για περαιτέρω μελέτες όσον αφορά τους οξειδωτικούς μηχανισμούς και τη αποτροπή της δράσης τους από τα αντιοξειδωτικά. Οι έρευνες από τα τέλη του 1870 έως τις αρχές του 1900 ήταν εμπειρικές, αλλά έως το 1940 είχαν αποσαφηνιστεί οι μηχανισμοί αυτο-οξείδωσης των ελεύθερων ριζών και είχαν ταυτοποιηθεί μερικά αντιοξειδωτικά (Scott, 1993).

3.3.1 Δραστικές μορφές οξυγόνου (*Reactive Oxygen Species – ROS*)

Οι ελεύθερες ρίζες είναι μόρια με μονήρη ηλεκτρόνια που είναι πολύ ενεργά. Δημιουργούνται σε όλους τους ζωντανούς οργανισμούς, κατά την διάρκεια αντιδράσεων οξείδωσης, που είναι μέρος του φυσιολογικού μεταβολισμού. Κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες όπως περιβαλλοντική καταπόνηση, τραυματισμό και προσβολή παθογόνων, η συγκέντρωση των ελεύθερων ριζών αυξάνεται πέραν των φυσιολογικών επιπέδων. Οι ελεύθερες ρίζες, όταν δε βρίσκονται υπό έλεγχο, προκαλούν σημαντικές βλάβες στους ζωντανούς οργανισμούς. Αυτέ οφείλονται στη ζημιά που γίνεται στο DNA και στις μεμβράνες (λιπίδια και πρωτεΐνες) καθώς και στις αλυσιδωτές αντιδράσεις που μπορούν να ενεργοποιηθούν. Οι αλυσιδωτές

αντιδράσεις λαμβάνουν χώρα όταν μια ελεύθερη ρίζα που αντιδρά με κάποιο μόριο, του αποσπά ένα ηλεκτρόνιο και το μετατρέπει σε μια καινούρια ελεύθερη ρίζα η οποία με τη σειρά της αντιδρά με άλλα μόρια με το ίδιο αποτέλεσμα κάθε φορά (Vermeerris and Nicholson, 2008).

3.3.2 Κατάταξη και μηχανισμοί δράσης των αντιοξειδωτικών ουσιών

Τα αντιοξειδωτικά ανάλογα με τον μηχανισμό δράσης τους, μπορούν να χωριστούν στις εξής κατηγορίες:

➤ Πρωτοταγή αντιοξειδωτικά:

Τα πρωτοταγή αντιοξειδωτικά διακόπτουν τις αντιδράσεις διάδοσης των ελεύθερων ριζών παρέχοντας άτομα υδρογόνου στις ελεύθερες ρίζες. Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται οι φαινολικές ενώσεις. Παραδείγματα πρωτογενών αντιοξειδωτικών αποτελούν η ΒΗΑ (βουτυλιωμένη υδροξυανισόλη), το ΒΗΤ (βουτυλιωμένο υδροξυτολουόλιο), η ΤΒΗQ (δι-τρι-βουτυλουδροκινόνη), ο ΡG (προπυλικός εστέρας γαλλικού οξέος), οι φυσικές και συνθετικές τοκοφερόλες, καφεϊκό οξύ, καρνοσόλη, ροσμαρινικό οξύ κ.ά. (Γάλαρης και Δούλιας, 2001).

Όσον αφορά στα φαινολικά αντιοξειδωτικά δρουν μέσω του μηχανισμού ελεύθερων ριζών. Αντιδρούν με αυτές και σχηματίζουν ενώσεις που δεν έχουν την τάση να δίνουν νέες ελεύθερες ρίζες. Η δράση τους αυξάνεται όταν χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό. Το φαινόμενο αυτό λέγεται συνέργεια ή συνεργισμός ή συνεργιστική δράση (Μπόσκος, 1997).

➤ Δευτεροταγή αντιοξειδωτικά:

Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν κάποιες ομάδες αντιοξειδωτικών με διαφορετικές ιδιότητες και είναι:

1. Ενώσεις που δημιουργούν χημικά σύμπλοκα (συνεργιστικές ενώσεις). Οι ενώσεις αυτές σχηματίζουν χημικά σύμπλοκα με μεταλλικά ιόντα, όπως αυτά του χαλκού και του σιδήρου. Με τον τρόπο αυτό δεσμεύουν σωματίδια που

δρουν ως εκκινητές της οξειδωσης. Παραδείγματα αποτελούν το κιτρικό οξύ, τα αμινοξέα, το αιθυλενοδιαμινοτετραοξικό οξύ (EDTA), κ.ά. Ωστόσο για να εκδηλωθεί η αντιοξειδωτική τους δράση, πρέπει να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με κάποιο άλλο αντιοξειδωτικό (Roberfroid & Calderon, 1990).

2. Ενώσεις που απομακρύνουν το οξυγόνο. Οι ενώσεις αυτές αντιδρούν με το οξυγόνο οπότε, σχηματίζοντας ενώσεις με αυτό, εμποδίζουν την αντίδρασή του με τα λιπίδια που αποτελεί έναρξη της αυτοοξειδωσης. Την ικανότητα αυτή παρουσιάζουν αντιοξειδωτικά όπως το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C), ο παλμιτικός του εστέρας, το ερυθροβικό οξύ και τα άλατά του με νάτριο, κ.ά. (Pokorny et al., 2001).
3. Τα αναγωγικά, τα οποία αναγεννούν φαινόλες και εμφανίζουν το φαινόμενο του συνεργισμού. Το ασκορβικό οξύ, με τη μορφή εστέρων με λιπαρά οξέα (για να είναι λιποδιαλυτό) πιστεύεται ότι αναγεννά τα φαινολικά αντιοξειδωτικά, παρέχοντας υδρογόνο στις φαινόξυ-ρίζες και έτσι έχει μία έμμεση δράση ως αντιοξειδωτικό. Ως, αναγωγικό, το ασκορβικό οξύ μεταφέρει άτομα υδρογόνου στις κινόνες, που σχηματίζονται στην ενζυμική αμαύρωση των φαινολικών ουσιών και αυτό παρέχει μία προστασία στις πρόσφατα κομμένες επιφάνειες των φρούτων και λαχανικών.
4. Οι αποσβεστές διηγεμένου (singlet) οξυγόνου, οι οποίοι απενεργοποιούν το μονήρες οξυγόνο. Εδώ ανήκουν οι τοκοφερόλες και το β-καροτένιο.
5. Ένζυμα. Αυτά δρουν είτε απομακρύνοντας το εν διαλύσει οξυγόνο, είτε απομακρύνοντας συστατικά του τροφίμου που είναι ευοξειδωτα. Παραδείγματα για την κατηγορία αυτή αποτελούν αντίστοιχα η οξειδάση της γλυκόζης, η υπεροξειδάση της δισμουτάσης, η καταλάση και η υπεροξειδάση της γλουταθειόνης (Roberfroid & Calderon, 1990).
6. Η μεθυλοσιλικόνη και οι στερόλες με αιθυλιδενική πλευρική αλυσίδα, όπως το πολυδιμεθυλοσιλοξάνιο, εμποδίζουν τον οξειδωτικό πολυμερισμό σε θερμαινόμενα έλαια.

7. Τέλος σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τα αντιοξειδωτικά με πολλαπλή ή μη πλήρως γνωστή δράση. Τέτοια είναι τα φωσφολιπίδια και τα προϊόντα των αντιδράσεων Maillard (Μπόσκος, 1997).

3.3.3 Η δράση των αντιοξειδωτικών ουσιών

Η δράση των αντιοξειδωτικών στηρίζεται στην απομάκρυνση ή την εξουδετέρωση των ROO και R ελεύθερων ριζών και σε ορισμένες περιπτώσεις στη πλήρη αναστολή της οξείδωσης (στα σουλφονικά, στη διάσπαση από τα υπεροξειδία). Επειδή τα περισσότερα αντιοξειδωτικά δημιουργούν αλυσιδωτές αντιδράσεις, επιταχύνουν την παραγωγή ελεύθερων ριζών ROO και R, με τη δημιουργία μιας ανενεργού και αντιοξειδωτικής ελεύθερης ρίζας (Roberfroid & Calderon 1990).

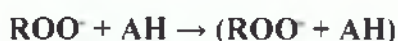
Η ανενεργοποίηση και η αναστολή της δράσης της ελεύθερης ρίζας συντελεί στην άρση της αλυσιδωτής αντίδρασης και στην παραγωγή σταθερών προϊόντων, μέσω διμερισμού. Η άμεση αντίδραση του αντιοξειδωτικού (AH) μ' ένα υπόστρωμα ελεύθερης ρίζας R, δίνεται από την αντίδραση :



Και φαίνεται να μην έχει την παραμικρή σχέση με την αντίδραση του αντιοξειδωτικού με την ελεύθερη ρίζα ενός υπεροξειδίου ROO:



Με τον ίδιο μηχανισμό δημιουργείται και ένα σύμπλοκο μεταξύ του μορίου του αντιοξειδωτικού και της ελεύθερης ρίζας του υπεροξειδίου:



Που μπορεί να αντιδράσει με άλλες ελεύθερες ρίζες και να οδηγήσει στην αναστολή της οξειδωσης. Σε ορισμένες περιπτώσεις (μερική πίεση ατμοσφαιρικού οξυγόνου-θερμοκρασία δωματίου) διασπάται η αλυσίδα της ελεύθερης ρίζας και έχουμε σύγκρουση δύο ελεύθερων υπεροξειδικών ριζών:



Επιγραμματικά αποδεικνύεται, πως όλοι οι αναστολείς της οξειδωσης πρέπει αφενός να είναι ενεργοί, ώστε να αντιδράσουν με τις ελεύθερες ρίζες και να διασπάσουν την αλυσίδα και αφετέρου μεταφορικά ενεργά, για να αποφευχθεί η άμεση αντίδραση του οξυγόνου με την ανταλασσόμενη ελεύθερη ρίζα. Η μεγάλη δραστηριότητα των αντιοξειδωτικών, σε συνδυασμό με τις υψηλές συγκεντρώσεις κατά τη φάση της διάδοσης, μπορεί για παράδειγμα να οδηγήσει στη λειτουργία των αντιοξειδωτικών ως μεταφορέων και κατά συνέπεια στη δράση τους ως προοξειδωτικών.

Όλοι αυτοί οι παράγοντες καθιστούν ολοφάνερο πως η προσθήκη των αντιοξειδωτικών πρέπει να γίνεται πολύ πριν από το στάδιο της προαγωγής (διάδοση). Αν όμως στο υπόστρωμα αυξηθεί η συγκέντρωση των ελεύθερων ριζών, τότε το προστιθέμενο αντιοξειδωτικό ανταποκρίνεται γρήγορα και θα καταναλωθεί, οπότε είναι πλέον αδύνατο να επιβραδυνθεί με παρεμβολή η πρόοδος της αλυσιδωτής αντίδρασης (Μπόσκος, 1997).

3.3.4 Αντιοξειδωτικά στο φυτό της ροδιάς

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει όλο και μεγαλύτερο ενδιαφέρον σχετικά με τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες των κόκκινων φρούτων, επειδή είναι πλούσιες πηγές σε αντιοξειδωτικές φαινόλες και ανθοκυανίνες γεγονός που τους προσδίδει μεγάλη διαιτητική αξία. Είναι γνωστό πως ο χυμός του ροδιού είναι από τις πιο σημαντικές πηγές ανθοκυανινών (κυανιδίνη, δελφινιδίνη και πελαργονιδίνη) καθώς και φαινολών και ταννινών (Πουνικαλίνη, πουνικαλαγίνη και ελλαγικό οξύ) (Kulkarni and Aradhya, 2005).

Οι Ozgen et al. (2008) σε έρευνα στην Τουρκία, σχετικά με τα αντιοξειδωτικά διαφόρων ποικιλιών ροδιάς, ανέφεραν ότι ο μέσος όρος των συνολικών αντιοξειδωτικών χυμού των αριλίων, προσδιορισμένων με την μέθοδο FRAP, κυμαίνονταν περί τα 7,35 mM ισοδύναμων trolox (ενός ισοδύναμου αναλόγου τοκοφερόλης). Επίσης, παρατήρησαν ότι η συγκέντρωση των συνολικών αντιοξειδωτικών, όταν ο χυμός αποτελούνταν από τους ιστούς όλου του καρπού της ροδιάς, αυξανόταν έως και είκοσι φορές. Αυτό οφειλόταν πιθανώς στις υδρολυόμενες ταννίνες και σε μια ελλαγιταννίνη, γνωστή ως πουνικαλαγίνη, η οποία είναι παρούσα σε όλα τα μέρη του καρπού.

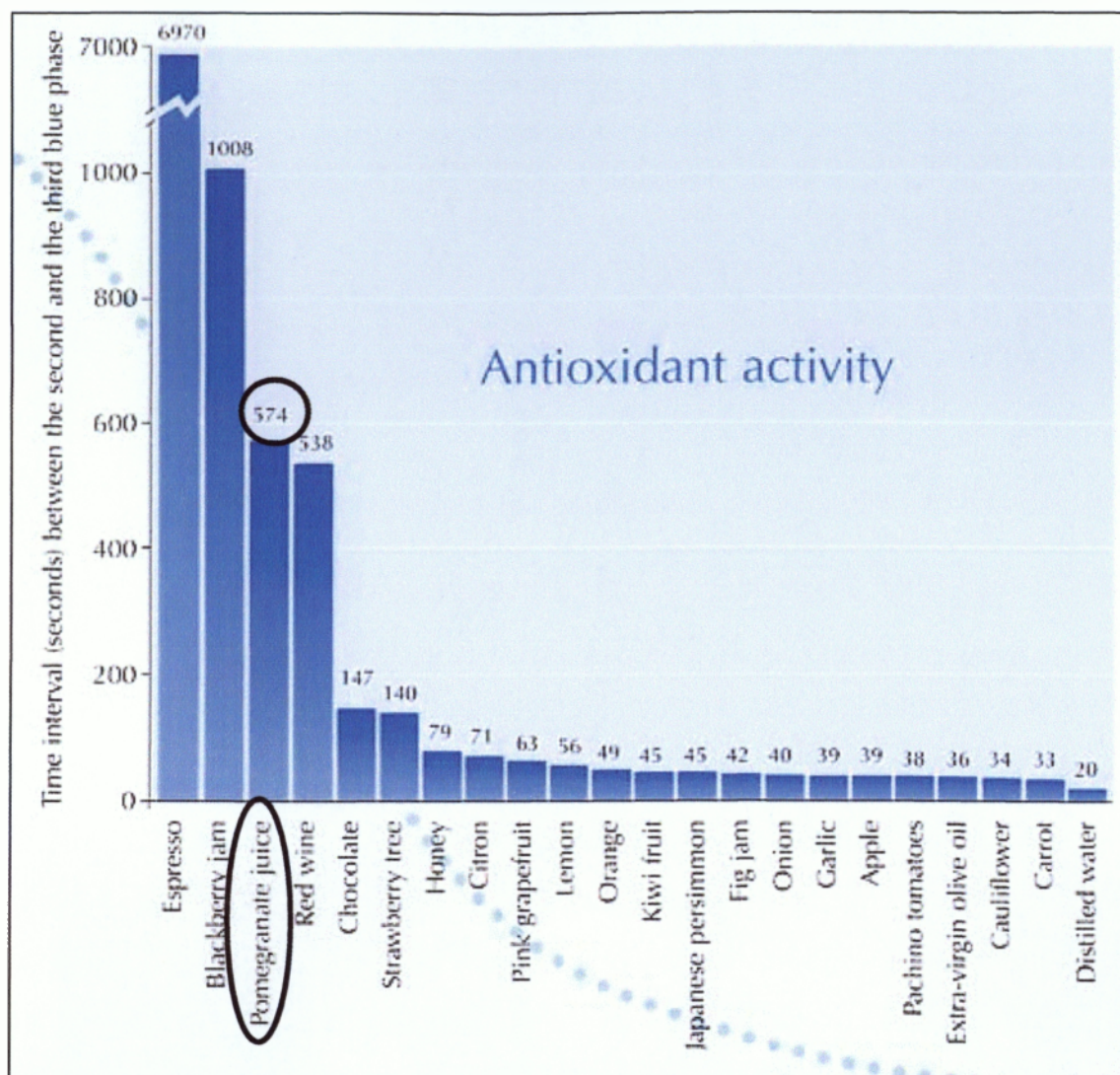
Οι Kulkarni και Aradhya (2005) αναφέρουν ότι χυμός από αρίλια της ποικιλίας “Ganesh” (Ινδία) είχε αντιοξειδωτική ικανότητα 68% (μέθοδος DPPH). Επίσης, οι Borochon-Neori et al. (2009) σε έρευνα που αφορούσε την εποχική διακύμανση των συνολικών αντιοξειδωτικών του χυμού των αριλίων (μέθοδος FRAP), σε τρεις ποικιλίες ροδιάς (πρώιμη, μεσοπρώιμη και όψιμη) ανέφεραν συγκεντρώσεις από 1,2gr έως και 2,4gr ισοδύναμου ασκορβικού οξέος/L, αναλόγως της εποχής και της ποικιλίας. Προσδιορίζοντας με την ίδια μέθοδο τα συνολικά αντιοξειδωτικά στις ποικιλίες “116/17” και “Wonderful” ανέφεραν συγκεντρώσεις 3,16gr και 2,21gr ισοδύναμων βιταμίνης C/L, αντιστοίχως.

Οι Δρογούδη κ.ά. (2009) σε αξιολόγηση 20 γενοτύπων ροδιάς αναφέρουν συγκεντρώσεις συνολικών αντιοξειδωτικών χυμού από τους ιστούς όλου του καρπού (μέθοδος της ελεύθερης ρίζας DPPH), από 10mM έως 25mM ισοδύναμα ασκορβικού οξέος. Από την άλλη οι Heraksoy et al. (2009) σε έρευνές τους σχετικά με την αντιοξειδωτική ικανότητα ποικιλιών ροδιάς στην Τουρκία (Σμύρνη), αναφέρουν ότι οι συγκεντρώσεις των συνολικών αντιοξειδωτικών χυμού αριλίων (μέθοδος DMPD) κυμαινόταν από 2794,98 έως 32063,88μg ισοδύναμων trolox/ml χυμού.

Οι Shwartz et al. (2009) αναφέρουν συγκέντρωση ολικών αντιοξειδωτικών 12 mmol ισοδύναμων trolox/L χυμού αριλίων της ποικιλίας “Wonderful”. Επίσης, πρόσφατη έρευνα των Ardekani et al. (2011) έδειξε πως η αντιοξειδωτική ικανότητα του εκχυλίσματος από την φλούδα του ροδιού είναι κατά δέκα φορές μεγαλύτερη από αυτή του χυμού του ροδιού.

Τέλος, οι Pennington και Fisher (2009) σε έρευνα σχετική με την κατάταξη φρούτων και λαχανικών ως προς τα αντιοξειδωτικά παρουσιάζουν ενδιαφέροντα στοιχεία. Στην κατάταξη αυτή, με βάση την ολική αντιοξειδωτική ικανότητα σε μονάδες μολ ισοδύναμων trolox/ 100gr ιστού, τα μύρτιλα και η αγκινάρα κατέλαβαν την πρώτη θέση, ενώ η ροδιά μαζί με τα μήλα, τα κεράσια, το σπαράγγι και τις φράουλες ακολουθούν με τιμές από 3000 έως 6000 μολ trolox/100gr. Την τελευταία θέση στην κατάταξη κατείχαν το καρπούζι, το πεπόνι, το αγγούρι και το κολοκύθι με τιμές έως 500μολ trolox/ 100gr ιστού.

Στην εικόνα 3.1 δίνεται η αντιοξειδωτική ικανότητα διαφόρων τροφών και ροφημάτων. Οι τιμές στο διάγραμμα βρέθηκαν χρησιμοποιώντας δείγματα των 0,02 gr περίπου (100ml απεσταγμένου νερού προστέθηκαν σε 2,0gr δείγματος φαγητού ή ροφήματος). Έτσι, 0,02gr μαρμελάδας βατόμουρου, για παράδειγμα, έχουν αντιοξειδωτική ικανότητα 50 φορές μεγαλύτερη από αυτή του απεσταγμένου νερού (<http://www.scienceinschool.org>, Όλγα Ζαχαροπούλου).



Εικόνα 3.1: Αντιοξειδωτική ικανότητα διαφόρων τροφών και ροφημάτων (σύγκριση μεταξύ αυτών) (πηγή: <http://www.scienceinschool.org>).

3.4 Φαινολικές ουσίες

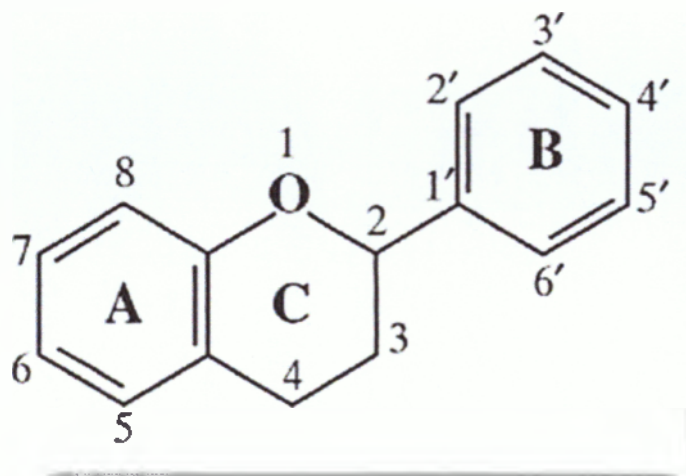
Οι φαινολικές ουσίες αντιπροσωπεύουν μεγάλο αριθμό μορίων με ποικίλες λειτουργίες σχετικές με την αύξηση, ανάπτυξη και την άμυνα των ζωντανών οργανισμών. Οι φαινολικές ενώσεις περιλαμβάνουν μόρια-σήματα στα οποία οφείλονται χρώματα και γεύσεις που ελκούν ή απωθούν, και ενώσεις που μπορούν να προστατέψουν τα φυτά από έντομα, μύκητες, βακτήρια και ιούς. Οι περισσότερες φαινολικές ενώσεις είναι παρούσες με τη μορφή εστέρων ή γλυκοσιδίων και όχι ως ελεύθερες ενώσεις. Οι ταννίνες και οι λιγνίνες είναι πολυμερή φαινολών. Οι πρώτες

χρησιμοποιούνται ως βαφική ύλη και στυπτικά, ενώ οι δευτέρες είναι απαραίτητες για την ισχυροποίηση των κυτταρικών τοιχωμάτων και την αγγειακή ανάπτυξη.

Οι φαινολικές ενώσεις ανήκουν στα φυσικά αντιοξειδωτικά και είναι μία πολύ μεγάλη τάξη ενώσεων. Αποτελούν παράγωγα του βενζολίου με ένα ή περισσότερα υδροξύλια στον φαινολικό δακτύλιο και ανάλογα με την δομή του ανθρακικού σκελετού κατατάσσονται στα φαινολικά οξέα, στα флаβονοειδή, στα στιλβένια και τις λιγνάνες (Manach et al., 2004).

3.4.1 Φλαβονοειδή

Τα флаβονοειδή αποτελούν τη μεγαλύτερη τάξη των φαινολικών ενώσεων (Manach et al., 2004). Οι ενώσεις αυτές περιέχουν φαινολικά υδροξύλια συνδεδεμένα στους δακτύλιους A, B και C (εικόνα 3.2).



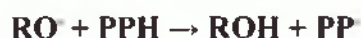
Εικόνα 3.2: Γενική δομή των флаβονοειδών (πηγή: Παπαγεωργίου, 2005)

Η τάξη των флаβονοειδών αποτελείται από τις παρακάτω οικογένειες: флаβόνες, ισοφλαβόνες, флаβονόλες, флаβανόλες, флаβανόνες, ανθοκυανίνες και προανθοκυανιδίνες που διαφέρουν κυρίως στον ετεροκυκλικό C-δακτύλιο (Heim et

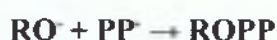
al., 2002). Όλες οι οικογένειες των φλαβονοειδών προέρχονται από ένα κοινό βιοσυνθετικό δρόμο. Επιπλέον μετατροπές γίνονται σε διάφορα στάδια με αποτέλεσμα μεταβολές στην έκταση της υδροξυλίωσης, της μεθυλίωσης, το διμερισμό και τη γλυκοσυλίωση. Τα φλαβονοειδή μπορεί να είναι μονομερή, διμερή ή ολιγομερή. Οι πολυμερείς ενώσεις ονομάζονται ταννίνες και ανάλογα με τη δομή τους διαχωρίζονται σε συμπυκνωμένες και υδρολυόμενες ταννίνες. Οι συμπυκνωμένες ταννίνες είναι πολυμερή των φλαβονοειδών, ενώ οι υδρολυόμενες περιέχουν συνήθως γαλλικό οξύ εστεροποιημένο με υδατάνθρακα (Παπαγεωργίου, 2005).

3.4.2 Αντιοξειδωτική δράση των φαινολικών ουσιών

Τα φαινολικά οξέα λειτουργούν ως ουσίες που τερματίζουν τις αντιδράσεις των ελευθέρων ριζών και σαν χηλικοποιητές μεταλλικών ιόντων είναι ικανά να καταλύουν την υπεροξειδάση των λιπιδίων. Τα φαινολικά αντιοξειδωτικά (PPH) εμπλέκονται στην οξειδωση των λιπιδίων και άλλων μορίων με το να δίνουν ταχύτητα ένα άτομο υδρογόνου σε ελεύθερες ρίζες (ROO·, RO·) όπως φαίνεται στις παρακάτω αντιδράσεις:



Επιπλέον, τα ενδιάμεσα της φαινόξυ-ρίζας είναι σχετικά σταθερά και συνεπώς δεν μπορεί εύκολα να ξεκινήσει μια νέα αλυσιδωτή αντίδραση. Τα ενδιάμεσα της φαινόξυ-ρίζας δρουν επίσης ως οι ουσίες που τερματίζουν τον πολλαπλασιασμό των ριζών αντιδρώντας με άλλες ελεύθερες ρίζες:



Ωστόσο κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες (υψηλή συγκέντρωση φαινολικών αντιοξειδωτικών, υψηλό pH, παρουσία σιδήρου) τα φαινολικά αντιοξειδωτικά μπορούν να εκκινήσουν μια πορεία αυτοξειδωσης και να συμπεριφερθούν ως προοξειδωτικά (Shahidi & Wanasundara, 1992). Τα φλαβονοειδή είναι μεταξύ των πιο ισχυρών φυσικών αντιοξειδωτικών επειδή έχουν ένα ή περισσότερα από τα παρακάτω δομικά στοιχεία τα οποία εμπλέκονται στην αντιοξειδωτική δράση.

3.4.3 Οι φαινολικές ενώσεις στη ροδιά

Οι Noda et al. (2002), σε έρευνα σχετική με τις αντιοξειδωτικές ικανότητες καρπών ροδιάς και των ανθοκυανινών τους, διαπίστωσαν ότι υδατικά διαλύματα ιστών του καρπού εμφάνισαν αυξημένη ικανότητα αντιμετώπισης των υδροξυλικών και υπεροξειδικών ανιόντων λόγω των ανθοκυανινών που περιείχαν. Συνέκριναν, επίσης, το περιεχόμενο διαφόρων ιστών του καρπού σε φαινόλες όπως χυμού αριλίων, της επιδερμίδας (μόνο το κόκκινο μέρος), των λευκών μεμβρανών (τοιχώματα της ωοθήκης λευκού χρώματος) και των σπερμάτων. Όλοι οι ιστοί του καρπού περιείχαν πολυφαινόλες, με την υψηλότερη συγκέντρωση στη μεμβράνη και την χαμηλότερη στα σπέρματα.

Συγκεκριμένα, 1mg μεμβράνης του καρπού περιέχει 20-30 φορές περισσότερες πολυφαινόλες σε σχέση με υδατικό διάλυμα σπερμάτων και χυμό αριλίων. Επιπλέον, σε χυμό ροδιού που προερχόταν από σύνθλιψη ολόκληρου του καρπού, προσδιορίστηκαν ολικές πολυφαινόλες σε υψηλότερη συγκέντρωση (5mM) σε σχέση με χυμό αριλίων άλλων καρπών, γνωστών για την υψηλή τους περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικά που θεωρούνται πλούσια σε πολυφαινόλες, όπως σταφύλι 3,3mM, ακτινίδιο 2,2mM και κόκκινο δαμάσκηνο 4,5mM.

Οι ίδιοι ερευνητές κατέληξαν στα εξής συμπεράσματα:

1. Όλοι οι ιστοί του καρπού της ροδιάς περιέχουν πολυφαινόλες με υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητα. Οι ανθοκυανίνες και ταννίνες της μεμβράνης του καρπού είναι τα αντιοξειδωτικά στη μεγαλύτερη συγκέντρωση.

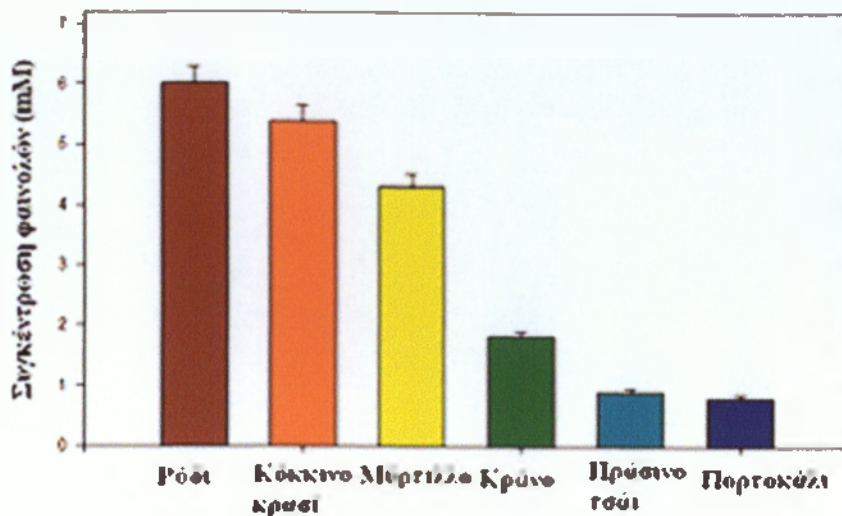
2. Ο χυμός ροδιού έχει την υψηλότερη συγκέντρωση σε ολικές πολυφαινόλες σε σχέση με τους χυμούς άλλων καρπών. Οι πολυφαινόλες βρέθηκε να είναι το κυρίαρχο αντιοξειδωτικό.

Οι Kulkarni και Aradhya (2005), σε έρευνά τους στην Ινδία αναφέρουν συγκέντρωση ολικών φαινολών (μέθοδος Folin-Ciocalteu) σε χυμό προερχόμενο μόνο από αρίλια του καρπού της ροδιάς «Ganesh», περί τα 150mg/100gr χυμού. Έρευνα των Shwartz et al. (2009), στην «Wonderful», έδειξε συγκέντρωση των ολικών φαινολικών ενώσεων, με την ίδια μέθοδο, 1200mg ισοδύναμων κερκετίνης (QE)/L χυμού αριλίων.

Οι Δρογούδη κ.ά. (2005) σε αξιολόγηση 20 γενοτύπων ροδιάς αναφέρουν συγκεντρώσεις ολικών φαινολών από 20-73 mg γαλλικού οξέος/100ml χυμού των ιστών όλου του καρπού. Αναφέρονται, επίσης, συγκεντρώσεις ολικών φαινολών σε χυμό αριλίων καρπών ροδιάς, (μέθοδος Folin-Ciocalteu), κατά μέσο όρο 1507 mg GAE/L (Ozgen et al., 2008) καθώς και τιμές ολικών φαινολών 2,26 και 1,71 ισοδύναμα πυρογαλλόλης g/L, (μέθοδος Folin-Ciocalteu), στις ποικιλίες «116/17» και «Wonderful», αντίστοιχα (Borochoy-Neori et al., 2009).

Οι Salah και Dilshad (2002) αναφέρουν συγκέντρωση ολικών φαινολών ίση με 1,9 mg ισοδύναμων κατεχίνης /100gr χυμού, σε χυμό προερχόμενο από την σύνθλιψη όλων των ιστών του καρπού της ποικιλίας ροδιάς «Taifi», στη Σαουδική Αραβία. Μια άλλη πιο πρόσφατη έρευνα, των Hepaksoy et al. (2009) αναφέρει τιμές ολικών φαινολών (μέθοδος Folin-Ciocalteu) που κυμαίνονταν από 541,47 έως 1555,33mg/L, ανάλογα με την ποικιλία.

Προσφάτως, οι Zhang et al. (2010) προσδιόρισαν ποσοτικά, σε φύλλα της ποικιλίας «Daqingri» (Κίνα), ολικές φαινολικές ενώσεις σε συγκέντρωση ίση με 210mg GAE/gr ξ.β. φύλλου. Τέλος, δημοσίευση του Ιανουαρίου του 2012 (Moneim, 2012) στο περιοδικό Journal of Medicinal Plants Research, αναφέρει ποσοτικό προσδιορισμό των ολικών φαινολών από εκχύλισμα της φλούδας του καρπού της ροδιάς με τιμή ίση με 210,6mg ισοδύναμων γαλλικού οξέος /g ιστού (μέθοδος Folin-Ciocalteu).



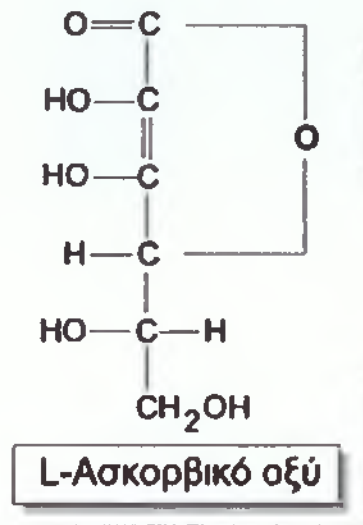
Εικόνα 3.3: Συγκέντρωση συνολικών φαινολών σε χυμό ροδιού, μύρτιλου, κράνου, πορτοκαλιού, κόκκινου κρασιού και πράσινου τσαγιού (πηγή: Δρογούδη, 2005).

3.5 L-Ασκορβικό οξύ (Βιταμίνη C)

Το ασκορβικό οξύ ($C_6H_8O_6$) είναι ένωση μονοσακχαρίτη με καρβοξυλική ομάδα (αλδονικό οξύ) και αντιοξειδωτικές ικανότητες. Μια μορφή του το L-εναντιομερές (L-ασκορβικό) είναι η γνωστή βιταμίνη C (εικόνα 3.4). Το όνομα του ασκορβικού οξέος προέρχεται από το στερητικό “α” και τη λέξη σκορβούτο, ασθένεια που προκαλείται από την έλλειψη βιταμίνης C (Davies et al., 1991). Στα φυτά παράγεται από το βιοσυνθετικό μονοπάτι της D-μαννόζης και L-γαλακτόζης και ο ρόλος του πέραν του γνωστού ως αντιοξειδωτικού είναι έμμεσος στη διαμόρφωση της ανάπτυξης των φυτών μέσω της δράσης του επί μορίων-αγωγών συστημάτων (signaling molecules) (Valpuesta and Botella, 2004).

Η βιταμίνη C είναι υδατοδιαλυτή και ο κύριος ρόλος της είναι η συμμετοχή στη σύνθεση του κολλαγόνου. Επίσης, συμβάλλει στη φυσιολογική λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος και διευκολύνει την απορρόφηση άλλων θρεπτικών συστατικών όπως η βιταμίνη E και το σελήνιο. Έχει ισχυρή αντιοξειδωτική δράση, η

οποία είναι ιδιαίτερα έκδηλη στους πνεύμονες και στο φακό του ματιού (Γιαννακοπούλου Ε., 2009).



Εικόνα 3.4: Χημική δομή L-Ασκορβικού οξέος/Βιταμίνης C (πηγή: <http://www.nutr.teithe.gr>).

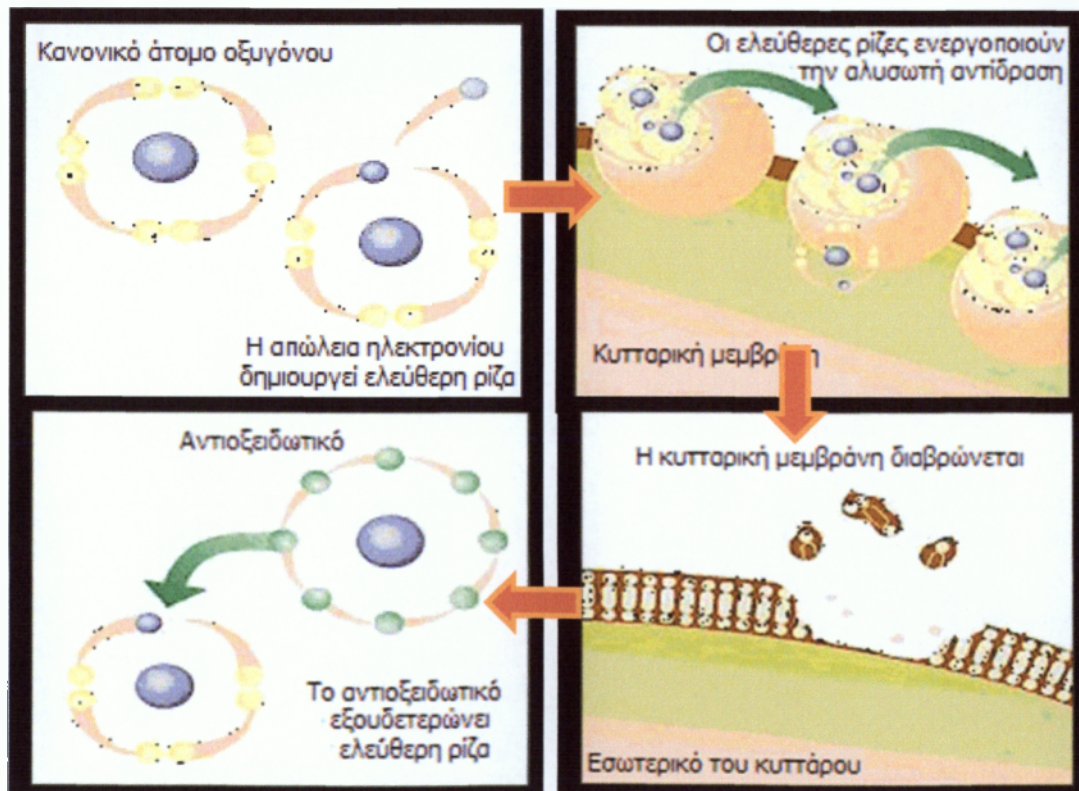
3.5.1 Αντιοξειδωτικός μηχανισμός του Ασκορβικού οξέος

Το ασκορβικό οξύ συνήθως δρα ως αντιοξειδωτικό όντας διαθέσιμο σε ενεργοβόρες αντιδράσεις οξείδωσης. Πολλά οξειδωτικά μέσα (κυρίως τα ROS), όπως η υδροξυλική ρίζα (σχηματισμός από το H_2O_2), περιέχουν στο μόριό τους ένα ασύζευκτο ηλεκτρόνιο και έτσι καθίστανται αρκετά δραστικά. Αυτά μπορούν να προκαλέσουν βλάβες σε μοριακό επίπεδο τόσο στον άνθρωπο όσο και στα φυτά λόγω της πιθανής αλληλεπίδρασής τους με νουκλεϊνικά οξέα, πρωτεΐνες και λιπίδια.

Οι ελεύθερες ρίζες είναι πολύ καταστροφικές αφού δημιουργούν ολόκληρη αλυσίδα αντιδράσεων με ελεύθερες ρίζες. Συγκεκριμένα, η αλληλεπίδραση των ελεύθερων ριζών με άλλα μόρια προκαλεί αλλαγές στο μόριο που το ίδιο γίνεται με τη σειρά του ελεύθερη ρίζα και προκαλεί και αυτό αλλαγές σε άλλα μόρια με τα οποία μπορεί να αντιδράσει.

Το ασκορβικό οξύ μπορεί να τερματίσει αυτές τις αλυσιδωτές αντιδράσεις των ελεύθερων ριζών ως σταθερός δότης ηλεκτρονίων στις αντιδράσεις με τις ελεύθερες ρίζες, μετατρέπόμενο πρώτα σε ασκορβικό ιόν, μετά σε αφυδρογονωμένο-ασκορβικό και έπειτα σε αφυδρογονωμένο ασκορβικό (οξειδωμένη μορφή του ασκορβικού οξέος). Οι οξειδωμένες μορφές του ασκορβικού οξέος είναι σχετικά σταθερές, μη δραστικές, δεν προκαλούν βλάβες στο κύτταρο και μπορούν με την δράση κυτταρικών ενζύμων να επανέλθουν στη αρχική τους μορφή. Η χαμηλή δραστηριότητα της ρίζας του ασκορβικού οξέος φαίνεται να αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα για την κεντρική του θέση μεταξύ των φυσικών αντιοξειδωτικών. Διαφορετικά πειράματα έχουν δείξει πως το ασκορβικό οξύ αποτελεί την πρώτη γραμμή άμυνας εναντίον των ελεύθερων ριζών στο υδατοδιαλυτό μέρος (εικόνα 3.5).

Παρόλα αυτά το ασκορβικό οξύ, ως καλός δότης ηλεκτρονίων, μπορεί σε περίπτωση υπερεπάρκειας όχι μόνο να προωθήσει αλλά και να αποτελέσει έναυσμα για αντιδράσεις ελεύθερων ριζών, μετατρέπόμενο έτσι σε εν δυνάμει επικίνδυνη προ-οξειδωτική ένωση σε πολλές μεταβολικές διεργασίες (Davies et al., 1991).



Εικόνα 3.5: Ο αντιοξειδωτικός μηχανισμός του ασκορβικού οξέος (πηγή: <http://www.chem.uoa.gr>).

3.5.2 Το ασκορβικό οξύ στη ροδιά

Οι Δρογούδη κ.ά. (2005) σε μια αξιολόγηση 20 γενοτύπων ροδιάς από όλη την Ελλάδα αναφέρουν συγκεντρώσεις ασκορβικού οξέος (μέθοδος των Takahama and Oniki, 1992) 1,3-5,2mg/100gr χυμού προερχόμενου από σύνθλιψη ολόκληρου του καρπού.

Οι Ozgen et al. (2008) αναφέρουν ότι οι συγκεντρώσεις ασκορβικού οξέος (HPLC ανάλυση), χυμού προερχόμενου από αρίλια 6 ποικιλιών ροδιάς, σε περιοχή της Τουρκίας, είχαν μέσο όρο 0,032gr/100ml χυμού αριλίων. Ενώ οι Salah και Dilshad (2002), αναφέρουν πως σε χυμό ροδιάς, ποικιλίας “Taifi”, προερχόμενος από σύνθλιψη ολόκληρου του καρπού, περιείχε 18mg Ασκορβικού Οξέος/100gr χυμού.

Οι Kulkarni και Aradhya (2005) αναφέρουν συγκέντρωση ασκορβικού οξέος σε χυμό προερχόμενο μόνο από αρίλια του καρπού ποικιλίας “Ganesh” ίση με 10mg/100gr χυμού. Σύμφωνα με τους Li et al. (2006) ο φλοιός και η σάρκα του καρπού μιας ποικιλίας ροδιάς στη Κίνα, περιείχαν 0,99 και 0,85mg ασκορβικού οξέος/gr ν.β. ιστού, αντίστοιχα. Επίσης, κατά τους Swartz et al. (2009) η συγκέντρωση ασκορβικού οξέος σε χυμό αριλίων της ποικιλίας “Wonderful” ανερχόταν σε 20mg/100 ml χυμού.

Τέλος, σε πιο πρόσφατη έρευνα, ο Γάτσιος (2010) αναφερόμενος σε στοιχεία του Αμερικανικού Υπουργείου Γεωργίας αναφέρει ότι η συγκέντρωση βιταμίνης C σε σπέρματα ροδιάς ανέρχεται περίπου σε 3mg/100gr σπερμάτων.

3.6 Ογκομετρούμενη οξύτητα (Titratable acidity)

Η ογκομετρούμενη οξύτητα ορίζεται ως η συγκέντρωση όλων των οξέων που υπάρχουν σε έναν ιστό του φυτού. Στη ροδιά συνήθως εκφράζεται σε gr κιτρικού

οξέος/100ml. Το κιτρικό οξύ είναι το οξύ με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση στο χυμό των αριλίων του καρπού της ροδιάς. Εκτός του κιτρικού οξέος στα αρίλια του καρπού της ροδιάς συναντώνται το μηλικό, το ταρταρικό, το οξαλικό, το κινικό (quinic) και το ηλεκτρικό οξύ (succinic) (Poyrazoglu et al., 2002).

3.6.1 Η ογκομετρούμενη οξύτητα στη ροδιά

Ο Poyrazoglu et al. (2002) αναφέρουν τιμές ογκομετρούμενης οξύτητας χυμού αριλίων τουρκικών ποικιλιών από 4,58 έως και 17,3 gr κιτρικού οξέος/L χυμού (τιτλοδότηση με 0,1 M NaOH), ενώ για άλλες τούρκικες ποικιλίες αναφέρονται τιμές ογκομετρούμενης οξύτητας από 0,5 έως και 3,8gr κιτρικού οξέος/100ml χυμού αριλίων (Ozgen et al., 2008).

Οι Δραγούδη κ.ά. (2005) σε αξιολόγηση γενοτύπων ροδιάς αναφέρουν ογκομετρούμενη οξύτητα που κυμαινόταν από 0,2 έως 2,4gr κιτρικού οξέος/100ml χυμού αριλίων.

Οι Salah και Dilshad (2002) στη Σαουδική Αραβία, αναφέρουν τιμή ογκομετρούμενης οξύτητας 19,5 meq κιτρικού οξέος/100gr δείγματος όλων των ιστών του καρπού της ποικιλίας ροδιάς “Taifi”, ενώ σε χυμό αριλίων της ινδικής ποικιλίας “Ganesh” μετρήθηκε ογκομετρούμενη οξύτητα 0,4gr/100ml χυμού (Kulkarni και Aradhya, 2005).

Οι Al-Said et al. (2009) σε ποικιλίες ροδιάς στο Ομάν, αναφέρουν τιμές ογκομετρούμενης οξύτητας (τιτλοδότηση με 0,1N NaOH) από 0,058 έως και 0,48gr κιτρικού οξέος/100ml χυμού αριλίων. Ενώ οι Swartz et al. (2009) αναφέρουν τιμή ογκομετρούμενης οξύτητας 1,3gr κιτρικού οξέος/100ml χυμού αριλίων. της ποικιλίας “Wonderful” (τιτλοδότηση με 0,1N NaOH).

Τέλος, οι Martinez et al. (2006) σε ποικιλίες ροδιάς της Ισπανίας, αναφέρουν τιμές από 0,26 έως και 1,01gr κιτρικού οξέος/100ml χυμού αριλίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΟΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΡΟΔΙΟΥ

4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι καρποί της ροδιάς, αλλά και οι σπόροι της, ο φλοιός και τα άνθη της χρησιμοποιούνται για τις φαρμακευτικές τους ιδιότητες. Παραδοσιακά η ροδιά χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση των γαστρεντερικών παθήσεων και προσβολών από τα παράσιτα. Τα τελευταία χρόνια η ροδιά είναι το αντικείμενο της επιστημονικής έρευνας, επειδή θεωρείται σαν ένας προστατευτικός παράγοντας έναντι των καρδιοαγγειακών νοσημάτων και του καρκίνου.

Το άνθος της ροδιάς χρησιμοποιούνταν εναντίον του δηλητηρίου του σκορπιού, την ακατάσχετη εμμηνόρροια, τις αιμορραγίες, τη δυσεντερία, τη διάρροια και γενικά σαν παυσίπονο.

Ο φλοιός των ροδιών, ήταν κατάλληλος στη βυρσοδεψία. Στο Ιράν τα άνθη της ροδιάς χρησιμοποιούνται ακόμη και σήμερα για την αντιμετώπιση του διαβήτη. Ο χυμός του ροδιού, έχει πολύ ισχυρές αντιοξειδωτικές και αντιφλογωτικές ιδιότητες που οφείλονται στην υψηλή περιεκτικότητά του σε ανθοκυάνες, σε ελλαγική τανίνη και σε υδρολυτική τανίνη, όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Επίσης, το ρόδι φαίνεται να αποτελεί μία μεγάλη πηγή χαλκού για τον οργανισμό του ανθρώπου. Ο χαλκός είναι συστατικό πολλών ενζύμων, αλλά κυρίως είναι συστατικό της αιμογλοβίνης και του κολλαγόνου (πρωτεΐνης που λαμβάνει

μέρος στη δομή και την αποκατάσταση των ζημιών των ιστών του ανθρώπου). Ο καρπός της ροδιάς είναι πλούσιος σε βιταμίνες Α, Β, C και σε ανόργανα στοιχεία: φωσφόρο, ασβέστιο, μαγνήσιο, κάλιο, χαλκό, σίδηρο, μαγγάνιο, πυρίτιο, νάτριο, θείο, ψευδάργυρο κλπ. Η περιεκτικότητα των καρπών σε λιπίδια ποικίλει ανάλογα με την ποικιλία, αλλά και την περιεκτικότητά τους σε έλαιο.

Ο χυμός του ροδιού περιέχει επίσης το παντοθενικό οξύ, το οποίο συμμετέχει στη δομή ενός συνενζύμου, που επιτρέπει στον ανθρώπινο οργανισμό να χρησιμοποιεί ορθολογικά την ενέργεια που προέρχεται από τις τροφές και η οποία απελευθερώνεται κατά τη διαδικασία της πέψης. Το ίδιο αυτό οξύ συμμετέχει στην παραγωγή των νευροδιαφομέων και της αιμογλοβίνης.

Το περικάρπιο των καρπών της ροδιάς περιέχει πολυφαινολικές τανίνες χρώματος κίτρινου που χρησιμοποιούνται στη βαφική. Το περικάρπιο των ροδιών χρησιμοποιείται από την παραδοσιακή ιατρική για την αντιμετώπιση διαρροιών, ελκών, στοματίτιδων και άλλων παθήσεων (Γάτσιος, 2010).



Εικόνα 4.1: Προϊόντα ροδιού, χυμός και λικέρ από ρόδι (πηγή: <http://www.mylady.gr>).

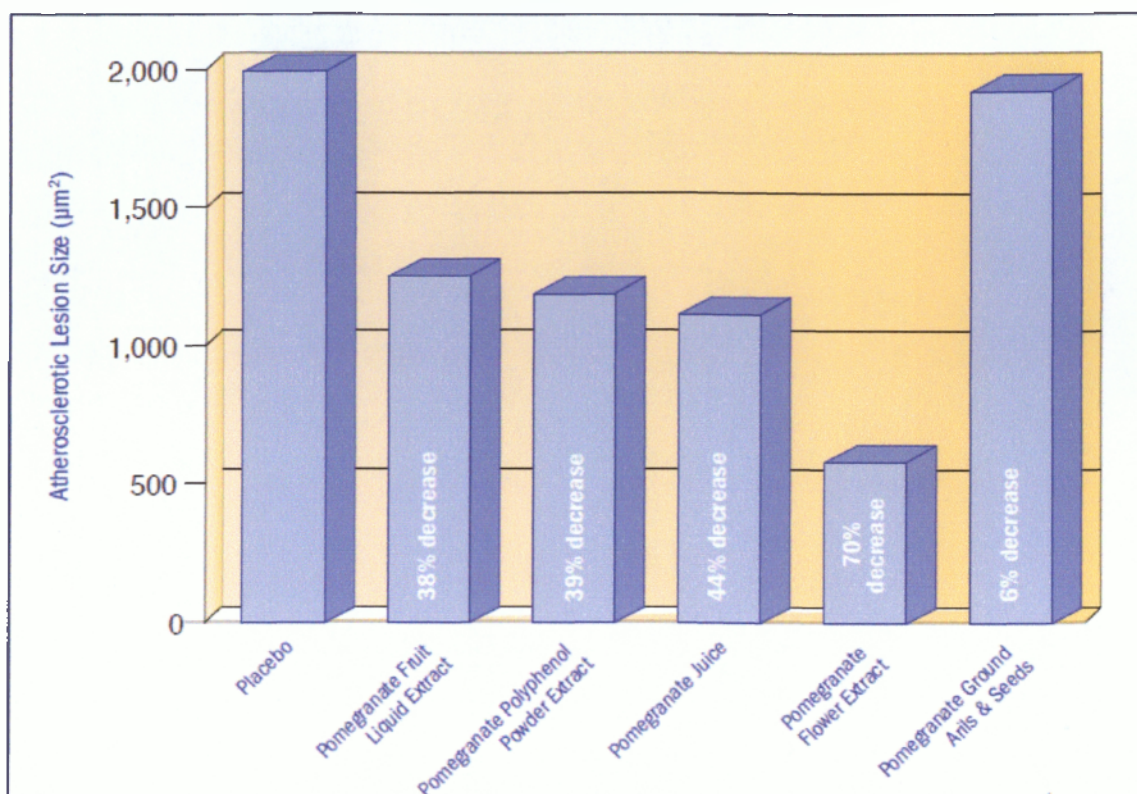
4.2 Θεραπευτικές ιδιότητες του ροδιού

4.2.1 Προστατευτική δράση έναντι των καρδιαγγειακών ασθενειών

Η τακτική κατανάλωση χυμού ροδιού, μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη της δημιουργίας αθηροματικών πλακών στις αρτηρίες και της εμφάνισης υψηλής αρτηριακής πίεσης. Ένα ποτήρι χυμού ροδιού, ισοδυναμεί με δύο ποτήρια κόκκινο κρασί, δέκα φλιτζάνια πράσινο τσάι, έξι φλιτζάνια κακάο ή τέσσερα ποτήρια χυμό μύρτιλλου, όσον αφορά την περιεκτικότητα του σε αντιοξειδωτικά. Επίσης, ο χυμός του ροδιού βοηθά τον οργανισμό στη διατήρηση σε κανονικά επίπεδα της αρτηριακής πίεσης.

Μειώνει σημαντικά την αθηροσκλήρυνση (διάγραμμα 4.1), εμποδίζει την οξείδωση της «κακής» χοληστερίνης (LDL), που αποτελεί σοβαρό παράγοντα κινδύνου για καρδιαγγειακά νοσήματα, και φαίνεται να μειώνει τα επίπεδα της ολικής και της «κακής» χοληστερίνης σε διαβητικούς ασθενείς με υπερλιπιδαιμία. Μειώνοντας αυτόν τον κίνδυνο, μειώνεται ο κίνδυνος απόφραξης των αγγείων, εμφράγματος του μυοκαρδίου και εγκεφαλικών επεισοδίων.

Οι Ισραηλινοί επιστήμονες εισηγούνται την κατανάλωση ενός ποτηριού χυμού ροδιού την ημέρα για την πρόληψη και μείωση των θανάτων λόγω καρδιαγγειακών νοσημάτων (Γάτσιος, 2010).



Πηγή: Julie Jurenka, 2008

Διάγραμμα 4.1: Διαγραμματική απεικόνιση του μεγέθους της βλάβης αθηροσκληρωτικής με διάφορα εκχυλίσματα ροδιάς.

4.2.2 Αφροδισιακή δράση

Από την Βόρειο Αφρική μέχρι τις Ινδίες, θεωρείται ότι ο χυμός του ροδιού βελτιώνει τη γονιμότητα των ανθρώπων, έχει δε και αφροδισιακή δράση.

Τα τελευταία χρόνια, μελέτες που έγιναν, έδειξαν ότι η κατανάλωση χυμού ροδιού για αρκετό χρονικό διάστημα, δημιουργούσε αυξημένη κυκλοφορία του αίματος στα γενετικά μόρια των ζώων, με αποτέλεσμα την αύξηση της στυτικής ικανότητας τους. Η ερμηνεία του γεγονότος αυτού είναι ότι, αυξάνεται η περιεκτικότητα του μονοξειδίου του αζώτου στο αίμα, όπως συμβαίνει και σε εκείνους που παίρνουν φάρμακα του τύπου viagra. Το γεγονός αυτό έδωσε τη δυνατότητα να θεωρείται από πολλούς ερευνητές το ρόδι, σαν «φυτικό Viagra».

Σύμφωνα με μια μελέτη, Ένα ποτήρι την ημέρα χυμού ροδιού, προστατεύει τους άνδρες από τον καρκίνο του προστάτη. Επίσης μειώνονται τα φαινόμενα που παρουσιάζουν οι γυναίκες κατά την εμμηνόπαυση όπως είναι οι εξάψεις, λόγω της ύπαρξης των φυτο-οιστρογόνων που υπάρχουν στα σπέρματα των ροδιών. Η ροδιά είναι ένα από τα λίγα φυτά που περιέχουν οιστρογόνα (Γάτσιος, 2010).



Εικόνα 4.2: Συμπληρώματα διατροφής από χυμό ροδιού για την ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος (πηγή: <http://www.green-marketing.gr>).

4.2.3 Αντικαρκινική δράση

Η πλούσια περιεκτικότητα του χυμού της ροδιάς σε πολυφαινόλες, κυρίως σε κηκιδικό οξύ, δίνει τη δυνατότητα σε πολλούς ερευνητές να θεωρούν ότι το ρόδι, έχει πολλές αντικαρκινικές δράσεις (αντιμεταστατική, προληπτική, εναντίον της αγγειογένεσης, κλπ).

Έχει αποδειχθεί ότι τέσσερες χημικές ουσίες που περιέχονται στο χυμό του ροδιού, το ελλαγικό οξύ, το καφεϊκό οξύ, η λουτεολίνη και το πουνισικό οξύ, παρουσιάζουν ανασταλτικές ιδιότητες όσον αφορά την ανάπτυξη των καρκινικών κυττάρων *in vitro*, ιδίως του καρκίνου του προστάτη (PC-3). Επίσης έχουν

παρουσιασθεί πολύ θετικά αποτελέσματα σε μελέτες που έγιναν για την αντιμετώπιση των καρκινικών κυττάρων του παχέος εντέρου.

Σε ποντίκια η εφαρμογή χυμού ροδιάς, πλούσιου σε ανθοκυάνες, ελλαγικές και υδρολυόμενες τανίνες, απευθείας επάνω στο δέρμα έδειξε σημαντική μείωση των καρκινωμάτων του δέρματος.

Ο καρκίνος του προστάτη είναι ο πιο συχνός καρκίνος στον άνδρα αλλά είναι ένας καρκίνος που παρουσιάζεται με την αυξημένη ηλικία και έχει συνήθως αργή εξέλιξη. Η κατανάλωση χυμού ροδιού, παίζει ένα σημαντικό ρόλο στην επιβράδυνση της εξέλιξης του καρκίνου του προστάτη. Μελέτη φάσης II από το διάσημο αμερικάνικο πανεπιστήμιο UCLA υπό τον αναπληρωτή καθηγητή Ουρολογίας Allan Pantuck φαίνεται να δείχνει ότι καθημερινή κατανάλωση χυμού ροδιού μπορεί να μειώσει το ρυθμό επανεμφάνισης καρκίνου του προστάτη σε ασθενείς που έχουν υποβληθεί είτε σε ριζική προστατεκτομή είτε σε εξωτερική ακτινοβολία.

Έτσι λοιπόν σε αυτούς τους άτυχους ασθενείς οι οποίοι εμφανίζουν σημάδια επανόδου της νόσου μετά από ριζική θεραπεία (η λεγόμενη βιοχημική υποτροπή) υπάρχουν σοβαρές ενδείξεις πως ο χυμός ροδιού καθυστερεί την εξέλιξη του καρκίνου του προστάτη. Αυτό φαίνεται από την καθυστέρηση στον χρόνο διπλασιασμού του PSA (PSA doubling time) ο οποίος αποτελεί τον πλέον αξιόπιστο δείκτη σχετικά με το πόσο "καλά ή όχι" πάει ο ασθενής. Τα πρώτα ενθαρρυντικά αποτελέσματα αυτής της μελέτης έχουν ήδη δημοσιευτεί από το 2006 στο έγκριτο περιοδικό *Clinical Cancer Research*. Έτσι λοιπόν η μελέτη επεκτάθηκε ώστε να έχει μεγαλύτερο χρόνο παρακολούθησης ο οποίος τώρα έχει φτάσει τα 7 χρόνια και τα αποτελέσματα εξακολουθούν να είναι εξίσου ενθαρρυντικά (Γάτσιος, 2010).

4.2.4 Αντιφλεγμονώδη δράση

Μια έρευνα υποδεικνύει ότι το ρόδι μπορεί να εμποδίσει επιπλοκές σε ασθενείς με νεφρική νόσο που υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση. Ερευνητές μελέτησαν 101 ασθενείς που υποβάλλονταν σε αιμοκάθαρση και έλαβαν είτε χυμό από ρόδι είτε

placebo στην έναρξη κάθε διαστήματος αιμοκάθαρσης, 3 φορές την εβδομάδα για ένα χρόνο. Πειράματα στο εργαστήριο έδειξαν ότι ασθενείς που καταλάωσαν χυμό από ρόδι εμφάνισαν μειωμένη φλεγμονή, ενώ η βλάβη του οξειδωτικού στρες που προκλήθηκε από τις ελεύθερες ρίζες ελαχιστοποιήθηκε. Επιπλέον, όσοι καταλάωσαν χυμό από ρόδι είχαν λιγότερες πιθανότητες να νοσηλευτούν λόγω λοιμώξεων.

Τα ευρήματα υποδεικνύουν ότι η κατανάλωση ελεγχόμενης ποσότητας χυμού από ρόδι με ασφαλές περιεχόμενο σε ποτάσιο μπορεί ενδεχομένως να βοηθήσει στη μείωση των επιπλοκών που συμβαίνουν συχνά σε ασθενείς που υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση. Είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη ο κίνδυνος που εμπλέκεται στην υπερφόρτωση με ποτάσιο, ιδιαίτερα σε ασθενείς με χρόνια νεφρική νόσο που υποβάλλονται σε διατροφικό περιορισμό ποτάσιου (<http://www.healthyliving.gr>).

4.2.5 Νευρο-προστατευτική δράση και δράση εναντίον της ασθένειας του Alzheimer

Σε πρόσφατες ερευνητικές εργασίες αποδείχθηκε ότι η κατανάλωση τροφών πλούσιων σε πολυφαινόλες, όπως είναι τα ρόδια, είχε μία νευροπροστατευτική δράση σε περιπτώσεις ασθενειών, όπως της ισχαιμίας και της ασθένειας του Alzheimer. Οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των πολυφαινολών της ροδιάς φαίνεται πως επιδρούν επίσης θετικά στην επιβράδυνση της εγκεφαλικής γήρανσης.

4.2.6 Επουλωτική δράση πληγών του δέρματος

Ένα σκεύασμα που παράγεται με βάση το έγχυμα του φλοιού της ροδιάς, συγκρινόμενο με ένα επουλωτικό αντιβακτηριδιακό για τοπική χρήση σκεύασμα του εμπορίου, έδωσε καλύτερα αποτελέσματα, επειδή επέτρεψε την πολύ καλύτερη και γρηγορότερη επούλωση των πληγών στο δέρμα ποντικών.

4.2.7 Δράση εναντίον του έλκους του στομάχου

Το έγχυμα των φλοιών της ροδιάς έχει μία δράση εναντίον του έλκους του στομάχου που προκαλείται από τη λήψη ασπιρίνης και της αιθανόλης, χάρις στις αντιοξειδωτικές του ιδιότητες.

4.2.8 Δράση εναντίον της αρθρίτιδας

Ο χυμός των καρπών της ροδιάς δρα επίσης εναντίον των ενζύμων που συμβάλλουν στην εκδήλωση της αρθρίτιδας, επιβραδύνοντας την καταστροφή των χόνδρων που ευρίσκονται στις αρθρώσεις των οστών. μελέτες που έγιναν σε πειραματόζωα έδειξαν ότι σε περιπτώσεις αρθρίτιδας ο χυμός του ροδιού είχε ευνοϊκά αποτελέσματα στην ανακούφιση από τους πόνους και στη σοβαρότητα της αρθρίτιδας (Γάτσιος, 2010).

4.2.9 Αντιμικροβιακή δράση

Τα τελευταία χρόνια, εργασίες που διενεργήθηκαν σε ειδικά ερευνητικά κέντρα, έδειξαν ότι ο χυμός της ροδιάς έχει αντιμικροβιακή δράση. Πιο συγκεκριμένα, ερευνητές στην Βραζιλία αξιολόγησαν τη συνεργιστική επίδραση μεθανολικού εκχυλίσματος ροδιάς με πέντε αντιβιοτικά σε 30 κλινικές απομονώσεις του *Staphylococcus aureus* ανθεκτικών στην μεθικιλίνη και επίσης, του *S. aureus* ευαίσθητων στη μεθικιλίνη. Τα αντιβιοτικά τα οποία εξετάστηκαν ήταν η χλωραμφαινικόλη, η τζενταμυκίνη, η αμπικιλίνη, η τετρακυκλίνη και η οξακιλλίνη. Από την συνεργιστική δράση που παρατηρήθηκε μεταξύ του εκχυλίσματος της ροδιάς και των αντιβιοτικών, η εντονότερη ήταν αυτή με την αμπικιλίνη όπου ο συνδυασμός των δυο αύξησε τον χρόνο καθυστέρησης ανάπτυξης των βακτηρίων κατά τρεις ώρες (πάνω από αυτή που έδινε η αμπικιλίνη μόνη της) αλλά ήταν και βακτηριοκτόνος σύμφωνα με τα αποτελέσματα.

Ένας άλλος οργανισμός που φαίνεται να δημιουργεί σημαντικά προβλήματα στον άνθρωπο είναι η εντεροαιμορραγική *Escherichia coli*, η οποία μπορεί να προκαλέσει διάρροια, αιμορραγική κολίτιδα, θρομβοπενική πορφύρα και αιμολυτικό ουραιμικό σύνδρομο. Μετά από έρευνες βρέθηκε πως μεγαλύτερη βακτηριοστατική και βακτηριοκτόνο δράση έναντι στην *Escherichia coli*, έχει το εκχύλισμα της φλούδας της ροδιάς υποδεικνύοντας πως το εκχύλισμα αυτό μπορεί να αποτελέσει μια αποτελεσματική συμπληρωματική θεραπεία έναντι των λοιμώξεων που προκαλεί η *E. Coli (O157:H7)* (Julie Jurenka, 2008).

4.2.10 Αντιγηραντική δράση

Χρησιμοποιούνται οι καρποί της ροδιάς για την παρασκευή κρεμών αντιγήρανσης του δέρματος λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας τους σε ω -3 και ω -6.

Η ροδιά χρησιμοποιείται επίσης, πέραν από την παραδοσιακή ιατρική των Ινδιών και σαν ένα από τα βασικά συστατικά των παραδοσιακών καλλυντικών της χώρας αυτής. Εκείνο που χρησιμοποιείται κυρίως στην παραγωγή καλλυντικών είναι το έλαιο των σπερμάτων. Σήμερα τα διάφορα είδη καλλυντικών που παρασκευάζονται από τα ρόδια ή με τη συμμετοχή των ουσιών που περιέχονται στα διάφορα τμήματα της ροδιάς είναι:

- (α) Κρέμες μακιγιάζ,
- (β) πομάδες,
- (γ) έλαια για την περιποίηση του σώματος, του δέρματος και των μαλλιών,
- (δ) κραγιόν,
- (στ) κρέμες ντεμακιγιάζ, κλπ.

Το έλαιο της ροδιάς, επιταχύνει την ανανέωση της επιδερμίδας και με την καταπολέμηση των ελεύθερων ριζών, δίνει στο δέρμα ελαστικότητα και ανθεκτικότητα, μειώνοντας επίσης τις ρυτίδες.



Εικόνα 4.3: Λοσιόν από ρόδι με αντιγηραντική δράση (πηγή: <http://www.gonatural.gr>).

4.2.11 Φάρμακο κατά της δυσεντερίας, της ταινίας και της διάρροιας

Το πυκνό αφέψημα του φλοιού και της ρίζας του ροδιού χρησιμοποιούνταν παλαιότερα για την αντιμετώπιση της ταινίας, της δυσεντερίας και της διάρροιας. Επίσης το αφέψημα των ανθέων της ροδιάς χρησιμοποιούνταν από την παραδοσιακή φαρμακολογία για την αντιμετώπιση της ουλίτιδας και της αμυγδαλίτιδας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ροδιά (*Punica granatum L.*) θεωρείται το παλαιότερο καλλιεργούμενο καρποφόρο δένδρο, κατάγεται από την Περσία και η καλλιέργεια της εμφανίζεται στην Ελλάδα από τα αρχαία χρόνια. Παρόλα αυτά η συστηματική καλλιέργεια της ροδιάς στην Ελλάδα βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα, αλλά τα τελευταία χρόνια πολλοί παραγωγοί έχουν προβεί σε νέες φυτεύσεις δέντρων ροδιάς κυρίως της ποικιλίας wonderful.

Καλλιεργείται κυρίως σε εύκρατες περιοχές, τόσο σε χαμηλό όσο και σε υψηλό υψόμετρο ενώ η δυνατότητα επέκτασης της καλλιέργειας σε ξηρές περιοχές με εδάφη υψηλής αλατότητας, είναι πολύ μεγάλη καθώς δεν απαιτεί ιδιαίτερες εδαφικές συνθήκες. Τα πολύ υγρά εδάφη θεωρούνται ακατάλληλα. Είναι σχετικά ανθεκτική στο ψύχος αλλά πρέπει να αποφεύγεται η φύτευση σε παγετόπληκτες περιοχές καθώς δεν ανέχεται θερμοκρασίες μικρότερες από -10°C . Η υψηλή θερμοκρασία του καλοκαιριού ευνοεί την ωρίμανση των καρπών.

Η παραγωγή της ροδιάς αρχίζει το 3ο έτος από την εγκατάσταση στον αγρό (περίπου 100 κιλά/στρέμμα), ενώ η μέγιστη παραγωγή εμφανίζεται γύρω στα 8-10 έτη (περίπου 2.000 κιλά ανά στρέμμα). Η παραγωγική ζωή της ροδιάς διαρκεί 40-50 χρόνια. Σήμερα, στην περιοχή της Ερμιόνης, όπου η ροδιά αποτελεί παραδοσιακή καλλιέργεια, παράγεται ο κύριος όγκος (300-400 τόνοι) ροδιών στην Ελλάδα. Η ελληνική αγορά εισάγει μεγάλες ποσότητες ροδιών (κυρίως από την Τουρκία, το Ιράν, την Ινδία, την Αίγυπτο και το Ισραήλ) προκειμένου να καλύψει τις ανάγκες της. Σύμφωνα με στοιχεία από τις Διευθύνσεις Αγροτικής Οικονομίας και Κτηνιατρικής της χώρας παράγονται συνολικά περίπου 2.500 τόνοι ρόδια.

Ο καρπός της Ροδιάς εκτιμάται ιδιαίτερα από καταναλωτές που γνωρίζουν και εκτιμούν τη διαιτητική του αξία και την υπέροχη γεύση του. Καταναλώνεται κυρίως ο χυμός του ροδιού, ωστόσο μετά από πληθώρα ερευνών αποδεικνύεται πως τις περισσότερες θρεπτικές ιδιότητες διαθέτει ο φλοιός του καρπού. Το ρόδι αποτελεί μια από τις καλύτερες πηγές αντιοξειδωτικών ουσιών και μάλιστα φαίνεται πως επιδρά θετικά στην «θωράκιση» και την καλή λειτουργία του οργανισμού.

Σύμφωνα με την ανασκόπηση στη βιβλιογραφία των τελευταίων δέκα χρόνων, η έρευνα για τις θεραπευτικές ιδιότητες της ροδιάς έχει κερδίσει σημαντικό έδαφος. Από το 2002 και μετά, πάρα πολλές μελέτες ανέδειξαν τις ευεργετικές ιδιότητες των ροδιών οι οποίες, κατά κύριο λόγο οφείλονται στην παρουσία μεγάλων ποσοτήτων αντιοξειδωτικών ουσιών όπως είναι η ελαγitanίνη που βρίσκεται σε όλα τα μέρη του ροδιού. Είναι γνωστό πως η αντιοξειδωτική ικανότητα του χυμού ροδιάς είναι τρεις φορές μεγαλύτερη σε σύγκριση με αυτή του κόκκινου κρασιού και του πράσινου τσαγιού.

Παράλληλες έρευνες οι οποίες συνεχίζονται ακόμη και σήμερα υποδεικνύουν πως ο χυμός του ροδιού από διαφορετικά μέρη του καρπού μπορεί να συμβάλλει θετικά έναντι πολλών ασθενειών ως συμπληρωματική θεραπεία. Έχειδειχθεί πως το ρόδι έχει αντικαρκινικές ιδιότητες κυρίως στο καρκίνο του προστάτη, προστατευτική δράση έναντι των καρδιαγγειακών ασθενειών, αντιφλεγμονώδη δράση, νευροπροστατευτική δράση και δράση εναντίον της ασθένειας του Alzheimer, Δράση εναντίον της αρθρίτιδας, αντιμικροβιακή δράση και αντιγηραντική δράση. Στα φαρμακεία μπορούμε να βρούμε πολλά σκευάσματα από ρόδι τα οποία χρησιμοποιούνται ως φάρμακα κατά της δυσεντερίας, της ταινίας και της διάρροιας αλλά και πολλά άλλα με αντιγηραντικές δράσεις όπως είναι οι κρέμες προσώπου, οι λοσιόν του σώματος κ.α.

Συμπερασματικά, η ροδιά αποτελεί μια εναλλακτική καλλιέργεια με πολύ καλές αποδόσεις τόσο στην παραγωγή όσο και στην κατανάλωση. Αποτελεί φρούτο με υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητα πράγμα που το καθιστά αξιόλογο ως προς την χρήση του στην φαρμακευτική.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Γαλάρης, Δ. και Δούλιας, Π.Θ. (2001). «Βιολογικά Αντιοξειδωτικά». Χημικά Χρονικά, Τεύχος 2/2001, σελ. 49-50.
2. Γιαννακοπούλου Ε., (2009). «Oxidative stress – antioxidant mechanisms: Clinical implications». ARCHIVES OF HELLENIC MEDICINE 2009, 26(1):23-35, Αθήνα.
3. Γάτσιος Κάσσανδρος (2010). «Η Ροδιά: Καλλιέργεια-χρήσεις-φαρμακευτικές ιδιότητες». Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα.
4. Δρογούδη Π., Τσιπουρίδης Κ. Και Πανταζής Σ., (2007). «Η καλλιέργεια της ροδιάς», Γεωργία-Κτηνοτροφία, τεύχος 1/2007, σελ. 24-29, Αθήνα.
5. Μπόσκος, Δ. (1997). «Χημεία Τροφίμων». 4η Έκδοση, Κεφ. ΙΧ, σελ. 230-232, Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.
6. Παπαγεωργίου, Γ.Ε. (2005). «Βιοχημεία ελευθέρων ριζών, αντιοξειδωτικά και λιπιδική υπεροξειδάση». University Studio Press, σελ. 114-126, Θεσσαλονίκη.
7. Ποντίκης Κωνσταντίνος (1996). «Ειδική δενδροκομία: Ακρόδρυα-Πυρηνόκαρπα-Λοιπά καρποφόρα». Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα.
8. Στυλιανίδης Δ., Σιμώνης Α., Θ. Σωτηρόπουλος, Μ. Κουκουρικού-Πετρίδου (2009). «Το δένδρο της ροδιάς: Ιστορία, Μύθοι, Λαϊκή παράδοση», Γεωργία-Κτηνοτροφία, τεύχος 3/2009, σελ. 30-34, Αθήνα.
9. Τζουραμάνη Ε., Λιοντάκης Α., Σιντόρη Α., Ναβρούζογλου Π., Παπαευθυμίου Μ., Καρανικόλας Π. Και Αλεξόπουλος Γ., (2008). «Η Ροδιά» Ινστιτούτο Γεωργικών και Κοινωνιολογικών Ερευνών, Ι.Γ.Ε.Κ.Ε-ΕΘΙΑΓΕ.
10. Benzie, F.F. and Strain, J.J. (1999). «Ferric Reducing Antioxidant Power Assay: Direct Measure of Total antioxidant Activity of Biological Fluids and Modified Version for Simultaneous Measurement of Total Antioxidant Power and Ascorbic Acid Concentration», Methods in enzymology vol. 299:pg 15-23
11. Borochoy-Neori H, Judeinstein S, Tripler E, Harari M, Greenberg A, Shomer I, Holland D (2009). «Seasonal and cultivar variations in antioxidant and sensory quality of pomegranate (Punica granatum L.) fruit», J. Food Comp. Anal., Vol. 22: pg 189-195.

12. Davies MB, Austin J and Partridge DA, (1991). «Vitamin C: Its Chemistry and Biochemistry», The Royal Society of Chemistry, Cambridge, pp. 103-110
13. Ghiselli, A., Serafini, M., Maiani, G., Azzini, E. & Ferro-Luzzi, A. (1995). «A fluorescence based method for measuring total plasma antioxidant capability», *Free Radical Biol. Med.* Vol.18:pg. 29–36.
14. Gutteridge, J.M.C. & B. Halliwell. (1995). «Antioxidants in Nutrition, Health, and Disease». Oxford University Press. Oxford, UK.
15. Huang, D.J., B.X. Ou and R.L. Prior (2005). «The chemistry behind antioxidant capacity assays». *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 53(6):1841-1856.
16. Hepaksoy S., Eroglu D., Sen F., Aksoy U., (2009). «Antioxidant activity and total phenolic content of some Turkish pomegranate varieties», *Acta Horti.*, 818 (Proceedings of the 1st International Symposium on Pomegranate and Minor Mediterranean Fruits, 2006), 241.
17. Julie Jurenka, (2008). «Therapeutic Applications of Pomegranate (*Punica granatum* L.): An Alternative Medicine Review», Vol.13, pg 128-144
18. Kulkarni AP, Aradhya S, Divakar S (2004). «Isolation and identification of a radical scavenging antioxidant punicalag in from pith and capillary membrane of pomegranate fruit», *Food Chemistry*, Vol.87:pg. 551–557.
19. Kulkarni, A. and Aradhya, S. (2005). «Chemical changes and antioxidant activity in pomegranate arils during fruit development», *Food Chemistry*, Vol 93, pg 319–324.
20. Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Remesy, C. and Jimenez, L. (2004). «Polyphenols: food sources and bioavailability», *Am. J. Clin. Nutr.*, Vol 79(5), pg 727-747.
21. Martinez, J.J., P. Melgarejo, F. Hernandez, D.M. Salazar, and R. Martinez, (2006). «Seed characterization of five new pomegranate varieties», *Scientia Horticulturae*. Vol.110: pg.241–246.
22. Mohammad Reza Shams Ardekania, Mannan Hajimahmoodia,b, Mohammad Reza Oveisib, Naficeh Sadeghib, Behrooz Jannatc, Ali Mohammad Ranjbara, Narges Gholamb and Tahereh Moridib, (2011). «Comparative Antioxidant Activity and Total Flavonoid Content of Persian Pomegranate (*Punica granatum* L.) Cultivars», *Iranian Journal of Pharmaceutical Research* (2011), 10 (3): 519-524, Iran.

23. Moneim Ahmed E. Abdel, (2012). «Antioxidant activities of Punica granatum (pomegranate) peel extract on brain of rats», Journal of Medicinal Plants Research Vol. 6(2), pp. 195-199.
24. Noda Y, Kaneyuka T, Mori A and Packer L, (2002). «Antioxidant activities of pomegranate fruit extract and its anthocyanidins: delphinidin, cyanidin, and pelargonidin», Journal of Agricultural and Food Chemistry, Vol 50: pg 166–171.
25. Ozgen, M., Durgac, C., Serce, S., & Kaya, C. (2008). «Chemical and antioxidant properties of pomegranate cultivars grown in Mediterranean region of Turkey», Food Chemistry, Vol 111, pg 703–706
26. Pellegrini, N., Re, Y., Yang, M., Rice-Evans, C.A., (1999). «Screening of dietary carotenoids and carotenoid-rich fruit extracts for antioxidant activities applying 2,20-azino bis-3-ethylenebenzothiazoline-6-sulfonic acid radical decolorization assay», Methods Enzymology 299, pg. 379–389
27. Pennington, J. A. T., & Fisher, R. A. (2009). «Classification of fruits and vegetables», Journal of Food Composition and Analysis, Vol 22, pg. S23–S31.
28. Prior, L. and G. Cao, (1999). «in vivo total capacity: Comparison of different analytical methods». FREE Radical Biology and Medicine 27:1173-1181.
29. Prior, R. L., Wu, X., & Schaich, K. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Vol. 53, pg.4290–4302.
30. Pokorny, J., Yanishlieva, N. and Gordon M. (2001). «Antioxidants in Food Practical Applications», Woodhead Publishing Limited.
31. Poyrazoglu, E., V. Gokmen and N. Artik, (2002). «Organic acids and phenolic compounds in pomegranates (Punica granatum L.) grown in Turkey», J. Food Composit. Anal., Vol 15: pg 567-575.
32. S. Rajan, S. Mahalakshmi, Vm. Deepa, K. Sathya, S. Shajitha, T.thirunalasundari, (2011). «Antioxidant Potentials of Punica granatum Fruit Rind Extracts», International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, Vol 3, Issue 3, pg. 82-88, 2011.
33. Roberfroid, M. and Calderon, P. (1990). «Free Radicals and Oxidation: Phenomena in Biological System», Vol 1,pg 17-19, Belgium.

34. Salah A. A. and Dilshad, A., (2002). «Changes in Physical and Chemical Properties During Pomegranate (*Punica granatum* L.) Fruit Maturation», *Food Chemistry* Vol. 76:pg 437-441.
35. Shahidi, F. and Wanasundara, P.K.J.P.D. (1992). «Phenolic antioxidants», *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, Vol 23, pg 67-10.
36. Schwartz E, Glazer I, Bar-Ya'kov I, Matityahu I, Bar-Ilan I, Holland D, Amir R (2009b). «Changes in chemical constituents during the maturation and ripening of two commercially important pomegranate accessions». *Food Chemistry*, Vol 115: pg 965-973.
37. Scott G (1993). «Autoxidation and Antioxidants: Historical Perspectives Oxidation and Stabilisation of Polymers during Processing». In: Scott G (ed), *Atmospheric Oxidation and Antioxidants*, Vol 2. Amsterdam, pg 141–218
38. Valpuesta V, Botella MA, (2004). «Biosynthesis of L-ascorbic acid in plants: new pathways for an old antioxidant». *Trends in Plant Science* Vol 9:pg 573-577.
39. Vermerris, W. and Nicholson R., (2008). «Phenolic Compound Biochemistry», Springer, USA.
40. P. Yasoubi, M. Barzegari, M. A. Sahariland, M. H. Azizi, (2007). «Total Phenolic Contents and Antioxidant Activity of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Peel Extracts», *J. Agric. Sei. Technol.* (2007) Vol 9, pg.35-42

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

<http://www.green-marketing.gr>

<http://www.healthyliving.gr>

<http://www.gonatural.gr>

<http://www.mylady.gr>

<http://www.nutr.teithe.gr>

<http://www.chem.uoa.gr>

<http://www.scienceinschool.org>.

http://www.capital.gr/weekend_articles.asp?id=1245664&ppg=2

<http://www.citrogold.co.za/Pomtechwebsite.pdf>

<http://www.panoramio.com>

<http://www.paseges.gr>

<http://www.agro-help.com>

<http://www.anthanassa.gr/articles/article.aspx?id=44>

USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 21, (2008)