

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΡΗΤΗΣ**

ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

"Ρόδι: Βιοδραστικά συστατικά και οφέλη στην υγεία"



Ρουμελιώτη Σταματία

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: Σπυριδάκη Ασπασία

ΣΗΤΕΙΑ 2017

Technological Educational Institute of Crete
Department of Nutrition & Dietetics

Diploma Thesis

"Pomegranate: Bioactive components and health benefits"



Roumelioti Stamatia

Supervisor: Spyridaki Aspasia

SITIA 2017

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ:ΑΝΑΤΟΜΙΑ-ΣΥΣΤΑΣΗ ΡΟΔΙΟΥ.....	9
1.1ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ-ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	9
1.2ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	10
1.2.1ΚΟΡΜΟΣ.....	10
1.2.2 ΦΥΛΛΑ.....	11
1.2.3ΑΝΘΗ.....	11
1.2.4ΦΡΟΥΤΟ.....	11
1.3ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ.....	12
1.4ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΡΟΔΙΑΣ.....	15
1.4.1 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΡΟΔΙΑΣ	15
2 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ.....	18
2.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ.....	18
2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ.....	19
2.3 ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΜΕΡΗ ΡΟΔΙΟΥ ΚΑΙ ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ.....	22
2.4ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΡΟΔΙΟΥ.....	25
2.5 ΤΟ ΡΟΔΙ ΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΤΡΟΦΙΜΟ.....	26
2.6ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΞΗΡΑΝΣΗ ΚΑΙ ΠΩΣ ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΤΟ ΦΡΟΥΤΟ	27
2.7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΡΟΔΙΟΥ ΚΑΙ ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΟΥ ΠΑΡΑΤΗΡΟΥΝΤΑΙ.....	28
3 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ.....	29

3.1 ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΟ STRESS ΚΑΙ ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ ΡΙΖΕΣ.....	29
3.2 ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ.....	31
3.3 ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΡΟΔΙΟΥ.....	32
3.4 ΡΟΔΙ ΚΑΙ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ.....	33
3.5 ΒΙΤΑΜΙΝΗ C ΚΑΙ ΤΑΝΝΙΚΟ ΟΞΥ.....	35
3.6 ΜΕΤΡΗΣΗ ΟΛΙΚΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ.....	36
4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΡΟΔΙ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ.....	38
4.1 ΚΑΡΔΙΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ.....	38
4.2 ΑΝΤΙΚΑΡΚΙΝΙΚΗ ΔΡΑΣΗ.....	41
4.2.1 ΡΟΔΙ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΔΡΑΣΗΣ ΕΝΑΝΤΙ ΤΟΥ ΚΑΡΚΙΝΟΥ.....	41
4.2.2 ΡΟΔΙ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΤΥΠΟΙ ΚΑΡΚΙΝΟΥ.....	42
4.2.1 ΚΑΡΚΙΝΟΣ ΠΡΟΣΤΑΤΗ.....	42
4.2.2 ΚΑΡΚΙΝΟΣ ΜΑΣΤΟΥ.....	43
4.2.4 ΚΑΡΚΙΝΟΣ ΠΑΧΕΟΣ ΕΝΤΕΡΟΥ.....	44
4.2.4 ΛΕΥΧΑΙΜΙΕΣ.....	45
4.3 ΑΝΤΙΜΙΚΡΟΒΙΑΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.....	46
4.4 ΑΝΤΙΔΙΑΒΗΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.....	48
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	50
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	51

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το ρόδι σήμερα θεωρείται από τις πιο υγιεινές και ωφέλιμες τροφές για τον άνθρωπο και η σπουδαιότητά του αναγνωρίζεται από την αρχαιότητα. Από τότε μέχρι και σήμερα θεωρείται σημαντική η δράση του έναντι πολλών νοσημάτων όπως καρδιαγγειακά, καρκίνος, σακχαρώδης διαβήτης λόγω των ευεργετικών δράσεων που προσφέρουν τα βιοδραστικά συστατικά του. Είναι πλούσιο τόσο σε βιταμίνες όσο και σε φαινολικά οξέα που ενισχύουν την αντιοξειδωτική δράση έναντι των ελεύθερων ριζών και είναι το μόνο φρούτο που περιέχει τη φαινολική ουσία <<πουνικαλλαγίνη>> από το λατινικό όνομα της ροδιάς Punica. Υπάρχουν πολλές και διαφορετικές ποικιλίες οι οποίες έχουν προέρθει από τυχαία σπορόφυτα, μεταλλάξεις και ορισμένα από διασταυρώσεις με χώρες προέλευσης κυρίως το Ισραήλ, την Ινδία και την Ισπανία. Στην Ελλάδα υπάρχουν κυρίως οι γλυκές ποικιλίες ροδιάς, με την πιο γνωστή να είναι η ποικιλία της Ερμιόνης, ενώ τελευταία έχουν εισαχθεί και καλλιεργούνται και λιγότερο γλυκές ποικιλίες όπως η Wonderful και η Mollar de Elche. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες μορφές όπως η κατανάλωση των σπόρων του φρούτου, χυμός ροδιού, διάφορα προϊόντα όπως σιρόπι, ζύδι, μαρμελάδα, λάδι από τα σπέρματα, κρασί αποξηραμένοι σπόροι καθώς επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μπισκότα, μπάρες δημητριακών και τσάι. Σήμερα το ρόδι είναι αποδεδειγμένο επιστημονικά μια πολύ σημαντική και αξιόλογη τροφή για τον άνθρωπο αλλά ακόμα δεν έχει λάβει τη θέση που του αρμόζει στο διατροφικό πλάνο της ζωής των ανθρώπων.

Λέξεις-Κλειδιά: πουνικαλλαγίνη, αντιοξειδωτικό, καρδιοπροστατευτικό, αντικαρκινικό, αντιμικροβιακό, αντιδιαβητικό

SUMMARY

Pomegranate is considered to be one of the most healthy and beneficial foods and its significance has been known since ancient times. It has numerous beneficial effects in several diseases, such as cardiovascular disease, cancer, diabetes, due to the bioactive compounds it contains. It is rich in vitamins and phenolic acids, which enhance its antioxidant capacity against free radicals and it's the only fruit that contains the phenolic compound <<punicalagin>> derived from the latin name of the fruit, Punica. There are many different cultivars, which are derived from chance seedlings, mutations or deliberate crosses originating mainly from Israel, India and Spain. Pomegranate varieties in Greece are the domestic sweet varieties, with Hermione as the most known and the recently introduced less sweet foreign varieties such as Wonderful and Mollar de Elche. Pomegranate can be consumed in several forms such as pomengrate seeds, juice or pomegranate products such as syrup, vinegar, marmalade, seed oil, wine from dried arils, even in biscuits, cereal bars and tea. Today scientific evidence supports the significant role of pomegranate consumption on human health. However, it still hasn't found the place it deserves in our diet.

Keywords: punicalagin, antioxidant, cardioprotective, anticancer, antimicrobial, antidiabetic

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ρόδι αποτελεί ένα πολύτιμο φρούτο, γνωστό από την αρχαιότητα για τις ευεργετικές του ιδιότητες. Ο Ιπποκράτης, ο πατέρας της ιατρικής, το είχε χαρακτηρίσει ως θαυματουργό και το χρησιμοποιούσε για θεραπευτικούς σκοπούς, όπως για την αντιμετώπιση της επιπεφυκίτιδας, των στομαχικών και άλλων διαταραχών (Stover and Mercure, 2007).

Το ρόδι είναι φρούτο πλούσιο σε βιοδραστικά συστατικά (Sharrif and Hamed 2011; Fawole and Opara 2012; Dadashi 2013). Είναι πλούσια πηγή βιταμινών Α, C, E, K και φυλλικού οξέος. Μάλιστα, ένα ρόδι καλύπτει το 40% της ημερήσιας ανάγκης ενός ενήλικα σε βιταμίνη C και περίπου το 25% σε φυλλικό οξύ και το 16% σε βιταμίνη K. Περιέχει επίσης ψηλές ποσότητες φυτικών ινών, ενώ έχει χαμηλή θερμιδική αξία, περίπου 83Kcal/100gr. Το ρόδι παρέχει πληθώρα ανόργανων στοιχείων όπως ασβέστιο, σίδηρο, μαγνήσιο, μαγγάνιο, φώσφορο, χαλκό, κάλιο, ψευδάργυρο και σελήνιο. Οι σπόροι του ροδιού αποτελούν πλούσια πηγή φυτοιστρογόνων (Cornwell, Cohick and Rask 2004). Το έλαιο των σπόρων του ροδιού είναι εξαιρετικά υψηλό σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα. Μάλιστα περιέχει σε ποσοστό 70-76% ένα σπάνιο λιπαρό οξύ, το πουνικικό οξύ (18:3, ω5), με σημαντικά οφέλη στην υγεία, όπως προκύπτει από *in vivo* μελέτες (Aruna et al ,2016). Ωστόσο, η ανώτερη διατροφική αξία του ροδιού προκύπτει από την περιεκτικότητά του σε αντιοξειδωτικά. Το ρόδι είναι πλούσια πηγή διαφορετικών μορφών αντιοξειδωτικών ουσιών (ταννίνες, ανθοκυανίνες, ελλαγικό οξύ, πουνικικό οξύ) και η συνεργαστική τους δράση (Seeram, Adams, Henning et al, 2005) του προσδίδουν ιδιαίτερα υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητά (Pedriali 2010, Elfalleh 2012).

Πολλές πρόσφατες έρευνες αναδεικνύουν τις ευεργετικές ιδιότητες του ροδιού. Έχει καρδιοπροστατευτική (Stowe E et al, 2011; Hertzler et al. 2012), αντικαρκινική (Sreeja et al 2011; Adhami et al 2012; Wang et al. 2014) και αντιφλεγμονώδη δράση (Colombo et al, 2013), ενώ διεξάγονται και νέες έρευνες που δείχνουν πιθανή θετική δράση κατά της νόσου Αλτσχάιμερ (Hartman ,2006), διαβήτη (Banihani ,2013) και αρθρίτιδας (Shukla et al, 2008). Επίσης, η κατανάλωση χυμού ροδιού βρέθηκε ότι μειώνει την αρτηριακή πίεση και προστατεύει από καρδιαγγειακά νοσήματα (Stowe E, 2011). Συγκριτική μελέτη μεταξύ 36 εμπορικών χυμών φρούτων

που κυκλοφορούν στην Ευρώπη έδειξε ότι ο εμπορικός χυμός ροδιού υπερτερεί ως προς την αντιοξειδωτική του ικανότητα (Borges et al, 2010).

Στην Ελλάδα, αν και η ροδιά είναι ένα φυτό που φύεται από την αρχαιότητα, μόνο τα τελευταία χρόνια άρχισε να καλλιεργείται συστηματικά. Επιπλέον η κατανάλωση ροδιού στην Ελλάδα περιορίζεται κυρίως στην νωπή κατανάλωση του φρούτου, το φθινόπωρο και το χειμώνα. Πέρα από το χυμό του ροδιού, υπάρχουν και άλλοι τρόποι κατανάλωσης του φρούτου ως αφέψημα, λικέρ, ξίδι ροδιού, πετιμέζι, σιρόπι ροδιού, μπαχαρικό κ.α. (Stover E, 2007).

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΑΝΑΤΟΜΙΑ-ΣΥΣΤΑΣΗ ΡΟΔΙΟΥ

1.1 ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ-ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η ροδιά (*Punica granatum* L) είναι ένας ανθοφόρος, φυλλοβόλος θάμνος ο οποίος ανήκει στην οικογένεια Punicaceae και στο είδος *Punica* (Akpinar-Bayizit et al,2012). Το είδος *Punica* διακρίνεται σε 2 κατηγορίες: στο *Punica granatum* L και στο *Punica granatum* P (Stover E and Mercure EW,2007) όπου το πρώτο είδος ροδιού, *protorunica* ,που βρέθηκε στην Υεμένη φάνηκε να έχει τα περισσότερα κοινά χαρακτηριστικά με το είδος *Punica granatum* .Ουσιαστικά πρόκειται για μια προσαρμοσμένη ποικιλία στο κλίμα της Μεσογείου, δηλαδή αναπτύσσεται σε μέτριους σε κρύο χειμώνες, με θερμοκρασίες όχι κάτω από -12^ο C και ζεστά και υγρά καλοκαίρια, όμως χωρίς βροχές κατά το στάδιο ανάπτυξης του φρούτου. (Holland D et al 2009).

Η επιστημονική ονομασία του ροδιού είναι ρίζα 2 λέξεων των <<ronium>> που σημαίνει μήλο , και <<granatus>> που σημαίνει κοκκιώδες ,δηλαδή μήλο με κόκκους. Στην Αρχαία Αίγυπτο είχε το όνομα <<Ahumani>> ,ενώ πρώτοι οι Καρχηδόνιοι το ονόμασαν <<malum punicum>> δηλαδή μήλο από την Καρχηδόνα , εμπεριέχοντας το *punica granatum*. (Chandra R et al ,2010)

Χώρες που πρωτοκαλλιεργήθηκε φέρονται να είναι το Ιράν και το Αφγανιστάν αλλά σιγά σιγά η καλλιέργεια του επεκτάθηκε στον Νέο Κόσμο ,με τους Ισπανούς ναυτικούς να το μεταφέρουν στο Μεξικό και στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ περίπου το 1700 (Goor A and Liberman J, 1956). Αργότερα επεκτάθηκε στην Κίνα αλλά και στις χώρες τις Ευρώπης, με τη μεγαλύτερη ευρωπαϊκή χώρα σε παραγωγή να είναι η Ισπανία (Calin-Sanchez et al, 2013). Φέρεται να συμβολίζει την αφθονία, την γονιμότητα και την ευημερία (Stover E and Mercure EW, 2007) ενώ στον Ισλαμισμό δείχνει την παρουσία ευνοϊκών δυνάμεων (Bhandari PR, 2012).

1.2 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η ροδιά μπορεί να φτάνει σε ύψος τα 3.5-5 μέτρα και σε ιδανικές συνθήκες μπορεί να ξεπεράσει τα 7 μέτρα, και αποτελείται από πολλά ακανθώδη κλαδιά. Η διάρκεια ζωής του δέντρου μπορεί να φτάσει και πάνω από 200 χρόνια όπως αποδεικνύεται από δέντρα που έχουν βρεθεί στις Βερσαλλίες της Γαλλίας. (Bhandari PR,2012). Το δέντρο/φρούτο μπορεί να διαιρεθεί σε διάφορα τμήματα και έχει βρεθεί ότι η καλύτερες καλλιέργειες του γίνονται σε εύφορα εδάφη, μέσης πυκνότητας βάθους , με καλή αποστράγγιση και επιπλέον έχει αντοχή στις αυξημένες θερμοκρασίες (Chandra R et al,2010).

1.2.1 ΚΟΡΜΟΣ

Ο κορμός του δέντρου αποτελείται από πολλά νεαρά κλαδιά, πολυάριθμα σε αριθμό, που αναπτύσσονται από την έναρξη της βλάστησης. Το χρώμα των νεαρών κλαδιών εξαρτάται από την ποικιλία της ροδιάς και είναι από ροζ-μωβ έως ανοιχτό πράσινο ,όπου με την πάροδο του χρόνου και την ωρίμανση του δέντρου το ροζ χρώμα φεύγει και γίνεται σκούρο γκρι(Goor A and Liberman J ,1956). Τα κλαδιά του είναι πολύγωνα και καθώς ωριμάζουν γυρίζουν το ένα πάνω στο άλλο ,και φέρουν αρκετές φορές αγκάθια στις άκρες τους(Holland D et al, 2009) σχηματίζοντας παραφυάδες. Οι παραφυάδες εκφύονται από τη βάση του κορμού του δένδρου και σχηματίζουν οξεία γωνία με τον κορμό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αποκολλώνται εύκολα από τον κορμό αν αφηθούν να αναπτυχθούν και να καρποφορήσουν σε μονόκορμα δένδρα(Δρογούδη et al,2012)

1.2.2 ΦΥΛΛΑ

Τα φύλλα του είναι λεία ,πράσινα, στενά και επιμήκη, με λογχοειδές σχήμα και μέγεθος τα 3-7 εκατοστά σε μήκος και 2 εκατοστά σε πλάτος το καθένα. Το κάθε δέντρο μπορεί να φέρει περισσότερα ή λιγότερα αγκαθωτά φύλλα το καθένα με το ανώτερο τους τμήμα να είναι πιο γυαλιστερό (Zarfershany A et al, 2014)και να περιέχουν ιδιοβλάστες με εκκριτικές ουσίες οι οποίες ακόμα δεν έχουν αναγνωριστεί(Holland D et al, 2009). Το κάθε φύλλο είναι απέναντι το ένα από το άλλο και σχηματίζουν ζεύγη τα οποία εναλλάσσονται μεταξύ τους. Το κάθε φύλλο

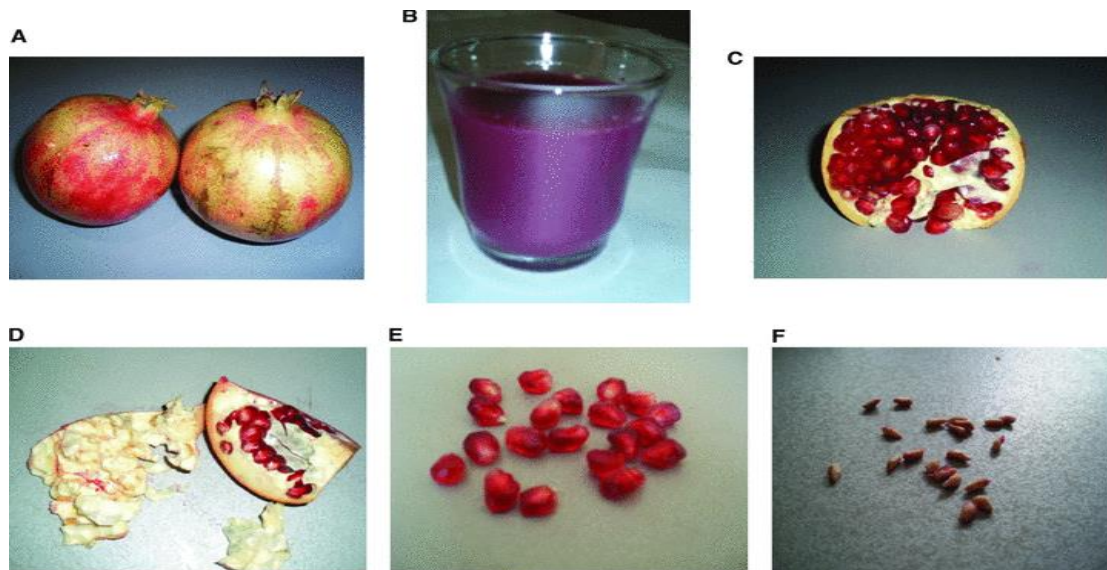
αποτελείται από 4-5 πέταλα το καθένα. (Stover E and Mercure EW ,2007) . Οι περισσότερες ποικιλίες είναι φυλλοβόλες υπάρχουν όμως και αείφυλλες. (Δρογούδη et al,2012)

1.2.3 ΑΝΘΗ

Τα άνθη του είναι σε σχήμα χοάνης, μεγάλα ,κόκκινα ή λευκά ενιαία ή σε 5 άνθη έχοντας σωληνοειδή κάλυκα που τελικά γίνεται καρπός (Bhandari PR ,2012) . Η ανθοφορία διαρκεί ένα μήνα και στην αρχή της το χρώμα των ανθών είναι πράσινο και στη συνέχεια γίνεται κόκκινο και μπορεί να δώσει 3 κύματα ανθών. Τα άνθη της διακρίνονται σε 2 κατηγορίες τα καρποφόρα τα οποία είναι μεγάλα και μακρόστηλα και αναπτύσσουν φρούτα και τα άγονα τα οποία είναι μικρότερα σε μέγεθος, βραχύστηλα και αποτελούνται από χιλιάδες στημόνες.(Holland D et al, 2009)

1.2.4 ΦΡΟΥΤΟ

Το βρώσιμο φρούτο έχει στρογγυλεμένο εξαγωνικό σχήμα, με 5 με 12 εκατοστά διάμετρο και ζυγίζει 200γραμμάρια περίπου (Zarfershany A et al, 2014). Αποτελείται από ένα σαρκώδες περικάρπιο όπου οι σπόροι είναι ενσωματωμένοι. Οι κοιλότητες του οργανώνονται με μη συμμετρικό τρόπο, διαχωρίζονται από μεμβρανώδη διαφράγματα και αποτελούνται από σπόρους. Το κάτω μέρος του περιέχει 2 κοιλότητες , ενώ το πάνω έχει 6 με 9 κοιλότητες .Το περικάρπιο αποτελείται από ένα ζουμερό εδώδιμο στρώμα, τους σπόρους. Με την πάροδο της ωρίμανσης του καρπού, το χρώμα μεταβάλλεται από κίτρινο σε κόκκινο (Holland D et al, 2009). Κάθε ρόδι περιέχει 300-600 σπόρους, ανάλογα με το μέγεθος του καρπού. Δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του χρώματος του φλοιού και του χυμού (Δρογούδη et al , 2012). Δίνει ρόδια 2 με 3 χρόνια μετά τη φύτευση του, αλλά η μεγαλύτερη παραγωγή γίνεται στα 5 με 6 χρόνια μετά από αυτή (Stover E and Mercure EW, 2007). Στην αρχή είναι σχεδόν κλειστό και ανοίγει κατά την περίοδο ωρίμανσής του που διαρκεί 5-8 μήνες και τους περισσότερους σπόρους τους δίνει το δεύτερο με τρίτο χρόνο. Υπάρχουν πάνω από 500 ποικιλίες και η χημική τους σύνθεση μπορεί να διαφέρει από περιοχή σε περιοχή λόγω: διαφορετικής ποικιλίας καρπού, γεωγραφικού πλάτους, κλίματος, συνθηκών ωρίμανσης και αποθήκευσης (Sreekumar S et al,2014).



Εικόνα 1 : Διάφορα τμήματα ροδιού(A: φρούτο , Β: Χυμός C:τμήμα ροδιού , D :φλούδα Ε: αρίδες ροδιού
F: σπόροι ροδιού)

1.3 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ

Η χημική του σύνθεση ανά 100 γραμμάρια προϊόντος είναι η εξής:

Pomegranate Nutrition

	Per 100g	% DV
Calories	83	
Total Carbs	19g	
Total Fat	1.2g	
Cholesterol	0mg	
Sugar	14g	
Dietary Fiber	4g	
Potassium	236mg	6%
Protein	1.7g	3%
Vitamin C	6.1mg	13%
Calcium	3mg	1%
Vitamin B6	0.105mg	8%
Magnesium	3mg	15%
Phosphorus	8mg	1%
Zinc	12mg	1%
Vitamin B3	0.30mg	2%
Vitamin B5	0.60mg	12%
Iron	0.30mg	2%



Εικόνα 2: Χημική σύσταση ροδιού

Όσο αφορά τα επίπεδα των βιταμινών, το ρόδι βρέθηκε να είναι καλή πηγή βιταμινών του συμπλέγματος Β βοηθώντας των μεταβολισμό των πρωτεϊνών , των υδατανθράκων και των λιπών. Είναι σημαντική πηγή βιταμίνης C ,παρέχοντας περίπου το 13%,της καθημερινής πρόσληψης ανά 100γρ φρούτου (Bhandari PR ,2012) βοηθώντας την αντίσταση του οργανισμού σε φλεγμονώδης παράγοντες ενισχύοντας το ανοσοποιητικό σύστημα. Η ποσότητα σε Βιταμίνης K που περιέχει αντιστοιχεί στο 16% των Ημερήσιων Αναγκών ενός ενήλικα συμβάλλοντας στην σκελετική υγεία, καθώς αυξάνει την εναπόθεση ασβεστίου στα οστά. Τέλος δεν περιέχει κορεσμένα λιπαρά οξέα και χοληστερόλη.

Ταυτόχρονα είναι πλούσιο σε ανόργανα στοιχεία όπως ασβέστιο , κάλιο, νάτριο, χαλκό, μαγνήσιο ,φώσφορο, σίδηρο και ψευδάργυρο με κύρια πηγή τους το μη εδώδιμο μέρος του φρούτου δηλαδή το φλοιό και το μεσοκάρπιο. Έχει αποδειχθεί ότι η κατανάλωση του ροδιού βοηθάει στην κάλυψη των Συνιστώμενων Ημερήσιων Αναγκών(RDA) ενός ατόμου σε αυτά τα στοιχεία.(Fawole OA and Opara UL, 2012). Παρέχει περίπου 4 γραμμάρια ανά 100 γραμμάρια προϊόντος διαλυτές και αδιάλυτες φυτικές ίνες περίπου δηλαδή το 11% της Συνιστώμενης Ημερήσιας Πρόσληψης. Πιο συγκεκριμένα οι αδιάλυτες φυτικές ίνες αποτελούν το μεγαλύτερο κλάσμα των φυτικών ινών που βρίσκονται στο ρόδι με κατά μέσο όρο να καταλαμβάνουν 0,64γραμμάρια ανά 100γραμμάρια προϊόντος. Αυτό το ποσοστό είναι πολύ σημαντικό ιδιαίτερα για τη ομαλή λειτουργία του εντέρου καθώς σε αυτή την περιοχή το διαλυτό κλάσμα των φυτικών ινών είναι μειωμένο καθώς δεσμεύεται από τη χοληστερόλη του αίματος και ταυτόχρονα σε αυτό το σημείο πραγματοποιείται η απορρόφηση της γλυκόζης.(Mansour E et al, 2014)

Παράλληλα μελέτη που διεξήχθη σε ξηρό υπόλειμμα πολτού που αποξηράνθηκε σύμφωνα με τα τη μέθοδο AOAC 1997 έδειξε ότι το υπόλειμμα ήταν πλούσιο σε συνολικές φυτικές ίνες(50,29γραμμάρια/ 100γραμμάρια ξηρού δείγματος , σε αδιάλυτες φυτικές ίνες 30,41γραμμάρια / 100γραμμάρια ξηρού δείγματος και διαλυτές φυτικές ίνες 19,88γρ/100γρ ξηρού δείγματος και ο λόγος αδιάλυτων προς διαλυτών να είναι 1,52 , που εξ ορισμού θέλουμε να προσεγγίζει το 1,5.Το δείγμα φάνηκε να έχει χαμηλότερο ποσοστό φυτικών ινών σε σχέση με άλλα δείγματα φλοιού άλλων φρούτων όπως παραδείγματος χάριν καρύδας ,όπου οι συνολικές φυτικές ίνες ήταν 60,9 γραμμάρια/100γραμμάρια ξηρού δείγματος (Viuda-Martos et al,2012)

Τέλος ο χυμός είναι ένα άλλο ωφέλιμο προϊόν που μπορούμε να λάβουμε από το ρόδι ο οποίος προέρχεται από σύνθλιψη συνήθως των σπόρων του και έχει βρεθεί να έχει πλούσια αντιοξειδωτική ικανότητα και πολλαπλά οφέλη με αντι-αθηρωματικές ,αντιφλεγμονώδης και άλλες ιδιότητες.(Orak H et al , 2012).

Αποτελείται κυρίως από 85% νερό, 10% σάκχαρα, πηκτίνες, ασκορβικό οξύ, πολυφαινόλες, ανθοκυανίνες, αμινοξέα και ανόργανα στοιχεία. Είναι γλυκός, γλυκόξινος ή και ξινός. Κατά την ωρίμαση του καρπού παρατηρείται αύξηση της περιεκτικότητας σε χυμό. (Δρογούδη et al, 2012)

1.4 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΡΟΔΙΑΣ

Οι ποικιλίες της ροδιάς διακρίνονται σε 3 κύριες κατηγορίες ανάλογα με την περιεκτικότητα του χυμού σε οξέα

- Ξινές ποικιλίες ,όπου η περιεκτικότητα του χυμού σε οξέα είναι μικρότερη από 0,9%
- Ημίγλυκες ποικιλίες , όπου η περιεκτικότητα του χυμού σε οξέα είναι μεταξύ 0,9-1,8%
- Γλυκές ποικιλίες , όπου η περιεκτικότητα του χυμού σε οξέα είναι μεγαλύτερη από 1,8% (Δρογούδη Π et al, 2007)

Οι διάφορες ποικιλίες ροδιάς επίσης χαρακτηρίζονται συχνά με βάση τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των καρπών τους όπως: μέγεθος καρπού ,πάχος και χρώμα φλοιού μέγεθος και σκληρότητα των σπερμάτων .Επίσης οι <<ξινές>> ροδιές ξεχωρίζουν από τα μεγάλα και μονήρη άνθη τους. (Γάτσιος ,2010)

1.4.1 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΡΟΔΙΑΣ

Οι περισσότερες ποικιλίες ροδιού προέρχονται είτε από τυχαία σπορόφυτα είτε από μεταλλάξεις, και μερικές μόνο περιπτώσεις από διασταυρώσεις. Στον κόσμο, από τις πιο διαδεδομένες ποικιλίες είναι οι εξής:



Καρποί της ποικιλίας Wonderful.

«Wonderful»: Προήλθε από τη Φλόριντα των ΗΠΑ και άρχισε να πολλαπλασιάζεται στην Καλιφόρνια το 1896. Ο καρπός της έχει πολύ μεγάλο μέγεθος και σχήμα ελλειψοειδές, με σκούρο μωβ-κόκκινο χρωματισμό. Ο φλοιός είναι μετρίου πάχους με βαθύ κόκκινο χρώμα και έχει χυμώδεις σπόρους με μέσης σκληρότητας.



Granada: Προήλθε από την Καλιφόρνια το 1966 και πρόκειται για οφθαλμική μετάλλαξη της Wonderful. Ωριμάζει ένα μήνα νωρίτερα σε σύγκριση με τη <<Wonderful>>. Ο καρπός μοιάζει με αυτόν της Wonderful, αλλά έχει καλύτερο κόκκινο χρωματισμό όταν είναι ώριμος. Τα άνθη της έχουν επίσης βαθύτερο κόκκινο χρωματισμό. Το δέντρο είναι ίδιο με αυτό της Wonderful.



Angel Red: ποικιλία των ΗΠΑ . Ωριμάζει τέλη Αυγούστου με αρχές Σεπτεμβρη, νωρίτερα δηλαδή από τις άλλες ποικιλίες και παράγει περισσότερα ρόδια. Ο καρπός της έχει φωτεινό κόκκινο χρώμα είναι πολύ ζουμερός , ιδιαίτερα για την παρασκευή χυμού.

Kandhari: ινδική υπόξινη ποικιλία με έντονο κόκκινο χρώμα. Τα καρπίδια της είναι κόκκινα με σκληρά σπέρματα



*Καρποί της ποικιλίας
Mollar de Elche.*

Mollar: από τις πιο εμπορικές ισπανικές ποικιλίες. Ο καρπός της έχει έντονο πορφυρό χρωματισμό και γλυκιά γεύση.

Ελληνικές ποικιλίες



<<Ερμιόνη>> ποικιλία από τις νότιες περιοχές της Ελλάδας και συγκεκριμένα από την Ερμιόνη της Πελοποννήσου, που ωριμάζει από 20 Αυγούστου έως 20 Σεπτεμβρίου και αποτελείται κόκκινου χρώματος, μαλακά και με γλυκιά γεύση σπέρματα

<<Πολίτικη>> : ποικιλία που αποτελείται από κόκκινους, μέτριου μεγέθους καρπούς με γλυκιά γεύση και πρασινωπή φλούδα

<<Καράβελος>>: ποικιλία που αποτελείται από μεγάλο μεγέθους πρασινωπούς καρπούς. Οι καρποί της είναι μεγάλοι και πλούσιοι σε χυμούς, με ανοιχτό κόκκινο χρώμα στην αρχή και πιο βαθύ κόκκινο στην ωρίμανσή τους, με πολύ γλυκιά γεύσης και με μικρά σπέρματα. Η ποικιλία αυτή θεωρείται εκλεκτή και είναι κατάλληλη για νωπή κατανάλωση.

<<Γλυκιά Πατρών>> Η ποικιλία αυτή ωριμάζει κατά τους μήνες Αύγουστο με Σεπτέμβριο. Ποικιλία με ογκώδεις καρπούς, με χρωματιστό περίβλημα και καρπίδια μικρά με πολύ ωραία γεύση

<<11010>> Μικρό μέγεθος καρπού (245gr) με εντυπωσιακό κόκκινο χρωματισμό. Τα καρπίδια είναι μέσης σκληρότητας, ο χυμός είναι γλυκός με υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητα. Το δέντρο έχει μεγάλη αντοχή στον παγετό.

<<11015>>Μικρό μέγεθος καρπού (273gr) με εντυπωσιακό κόκκινο χρώμα και υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητα. Τα γίγαρτα είναι μέσης σκληρότητας.

<<11041>>Πολύ μεγάλο μέγεθος καρπού (403 gr), ωραίο κόκκινο χρωματισμό, αντοχή σε παγετό αλλά είναι ξινό (2,4% οξέα). Τα γίγαρτα είναι μέσης σκληρότητας.

2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

2.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

Βιοδραστικά συστατικά είναι χημικές ουσίες που βρίσκονται σε μικρές ποσότητες στα φυτά και σε συγκεκριμένα τρόφιμα, όπως φρούτα, λαχανικά, καρποί, έλαια, ολόκληρα σιτηρά, και έχουν τέτοιες δράσεις στον ανθρώπινο σώμα που προάγουν την καλή υγεία. Η ρίζα της λέξης βιοδραστικά προέρχεται από το συνδυασμό 2 λέξεων της ελληνικής << βίος >> που σημαίνει ζωή και της λέξης << ενεργός >> που προέρχεται από την λατινική λέξη *activus* που σημαίνει δυναμικός -γεμάτος ενέργεια. Στα φυτά τα βιοδραστικά συστατικά παράγονται κυρίως ως δευτερογενής μεταβολίτες και μπορούν να εκμαιεύσουν από αυτά φαρμακολογικές ή τοξικές ιδιότητες με επιδράσεις στον άνθρωπο ή τα ζώα (Guaadaoui A et al, 2014).

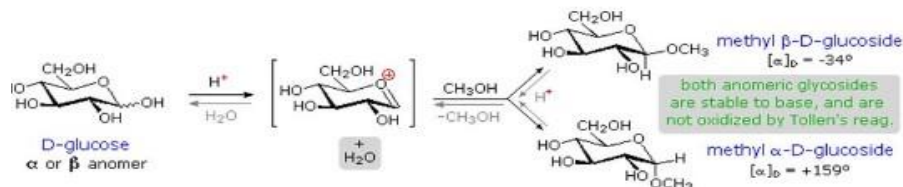
Τα βιοδραστικά συστατικά ταξινομούνται στα φυτά σύμφωνα με διάφορα κριτήρια:

- με βάση κλινικές τους λειτουργίες όπως φαρμακολογικές ή τοξικές επιδράσεις
- σύμφωνα με τις βιολογικές τους επιδράσεις
- με βοτανολογική κατηγοριοποίηση, δηλαδή ταξινομώντας τα σύμφωνα με φυτά που παράγουν επίσης βιοδραστικά συστατικά και είναι παρόμοιας οικογένειας και γονότυπου. (Bernhoft A, 2010).

2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ

Υπάρχουν αρκετά είδη βιοδραστικών συστατικών. Τα πιο σύνηθες είναι τα εξής:

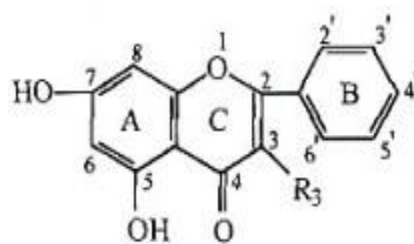
1. Γλυκοζίτες: είναι μια κατηγορία δευτερογενών μεταβολιτών που περιλαμβάνουν μόνο και oligo-σακχαρίτες.



Εικόνα 3: Σχηματισμός ενός γλυκοζίτη

2. Φαινολικά οξέα: είναι ουσίες με αρωματικό δακτύλιο συνδεδεμένο με ένα ή περισσότερα υδροξύλια και είναι παράγωγα του κινναμωμικού και του βενζοϊκού οξέος. Είναι υπεύθυνα για το μεγαλύτερο μέρος των λειτουργικών ιδιοτήτων πολλών τροφίμων και διακρίνονται :

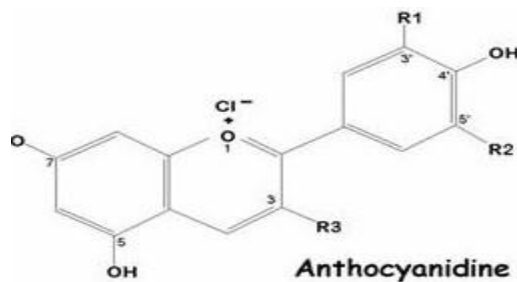
- a. Στα φλαβονοειδή που είναι χημικές ενώσεις χαμηλού μοριακού βάρους, αποτελούμενες από 15 άτομα άνθρακα συνδεδεμένα με 2 βενζολικούς δακτυλίους και 1 ετεροκυκλικό δακτύλιο που περιέχει οξυγόνο, συμβάλλοντας κυρίως στην αντιοξειδωτική άμυνα.



Εικόνα 4: Χημική δομή φλαβονοειδών

- b. Στις ανθοκυανίνες οι οποίες είναι η μεγαλύτερη κατηγορία φλαβονοειδών και ουσιαστικά πρόκειται για υδατοδιαλυτές χρωστικές που βρίσκονται στα επισπέρμια του ροδιού και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του χυμού. Είναι υπεύθυνες για το κόκκινο χρώμα αυτού. Για τη λειτουργεία τους σημαντικό ρόλο παίζουν η φύση και ο

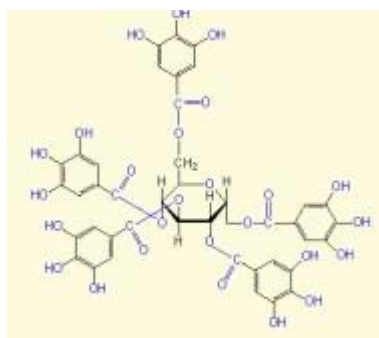
αριθμός των σακχάρων τους καθώς και η θέση των αρωματικών ή καρβοξυλικών οξέων τους.



Εικόνα 5:Χημική δομή ανθοκυανιδίων

c. Στις ταννίνες ,που αποτελούν φαινολικές ενώσεις μεσσαίου έως πολύ υψηλού μοριακού βάρους. Σχηματίζουν αδιάλυτα σύμπλοκα μεταξύ υδατανθράκων και πρωτεϊνών και διακρίνονται σε 3 κατηγορίες :

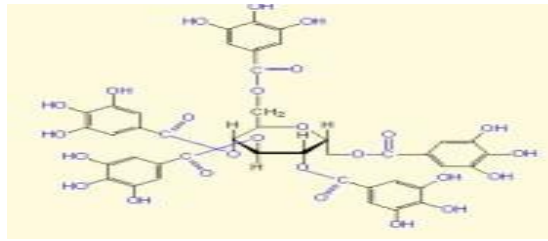
i. τις ταννίνες ή προανθοκυανιδίνες (βρίσκονται στο τσαι, στα



βότανα)

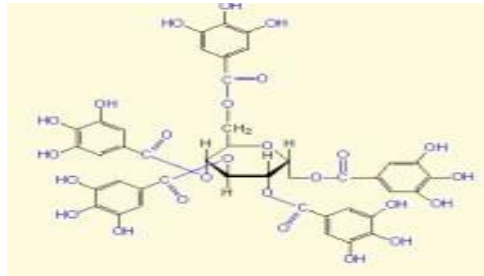
Εικόνα 6:Χημική δομή ταννινών

ii.τις υδρολύμενες ταννίνες που προκύπτουν από την εστεροποίηση σακχάρων ή πολυόλης (συνήθως γλυκόζης ή κουνικικό οξέος) με το γαλλικό οξύ σχηματίζοντας τις γαλλοταννίνες και ελλαγιταννίνες αντίστοιχα. Η πουνικαλαγίνη είναι κυρίαρχη ΕΤ στο ρόδι και σχεδόν το 50% της αντιοξειδωτικής ικανότητας του χυμού να οφείλεται σε αυτή.



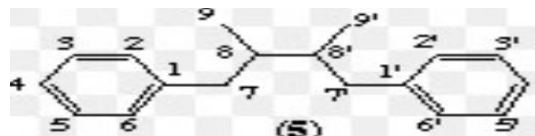
Εικόνα 7: Χημική δομή ελλαγταννινών (ET's)

ii. τις γαλλοταννίνες(GTs)



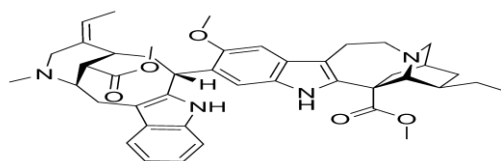
Εικόνα 8:Χημική δομή γαλλοταννινών (GT's)

3. Λιγνάνες Ανήκουν στις διφαινυλικές ενώσεις που προέρχονται από το αμινοξύ φαινοαλανίνη μέσω οξειδωτικού διμερισμού αλκοολών. Πρόκειται για φυσικά αντιοξειδωτικά και λειτουργούν και σαν φυτοοιστρογόνα. Καταπολεμούν τις ελεύθερες ρίζες στον οργανισμό και παρουσιάζουν πολύ σημαντική αντικαρκινική δράση



Εικόνα 9: Χημική δομή λιγνάνης

4. Αλκαλοεδή πρόκειται για οργανικές ενώσεις που αποτελούνται από άνθρακα, οξυγόνο και άζωτο. Ταξινομούνται ανάλογα του συντακτικού τους τύπου σε τερπενοειδή ,πουρίνες, στερόλες, ισοκινόλες,πυριδίνες, πυριδολίνες,τροπάνια και κινολίνες



Εικόνα 10:Χημική δομή αλκαλοειδών

2.3 ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΜΕΡΗ ΡΟΔΙΟΥ ΚΑΙ ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

Λίγα είναι γνωστά για την απορρόφηση, βιοδιαθεσιμότητα και μεταβολισμό των βιοδραστικών ενώσεων που υπάρχουν στα ρόδια (Petti S and Scully C,2009)

Τα κύρια βιοδραστικά συστατικά που μπορούμε να τα βρούμε στα εξής μέρη του φρούτου

- Φρούτο
- Φλοιό
- Σπόροι
- Χυμός
- Έλαιο

Το φρούτο του ροδιού είναι πλούσια πηγή 2 ειδών βιονεργών συστατικών των προανθοκυανιδών και των υδρολυόμενων ταννινών (Orak H et al,20012). Πιο συγκεκριμένα:

Ο *φλοιός* αποτελεί το 50% του βάρους του φρούτου και είναι η κύρια πηγή υδρολυόμενων ταννινών όπως *πουνικαλλαγινών* , *ελλαγιταννινών*, *φαινολικών οξέων* όπως *ελλαγικού* και *γαλλικού οξέος* (Calin -Sanchez A et al,2013) ,*ανόργανων στοιχείων* όπως *κάλιο*, *άζωτο* ,*ασβέστιο* ,*φώσφορο* και *μαγνήσιο* καθώς επίσης *καφεϊκού οξέος* , *κερκετίνης* (Sreekumar S et al,2014) και *συμπλόκων υδατανθράκων* (Miguel M et al,2010).

Το *περικάρπιο* αποτελείται από 85% νερό ,10% ολικά σάκχαρα με κύρια τη *φρουκτόζη* και τη *γλυκόζη* ,1.5%*πηκτίνη*, *ασκορβικό οξύ* ,*κιτρικό οξύ*, *μηλικό οξύ* και *βιοδραστικά συστατικά* όπως *φλαβονοειδή* και *ανθοκυανίνες*(Viuda-Martos M et al ,2010).

Οι *σπόροι* του έχουν κόκκινο χρώμα και διαχωρίζονται από το λευκό μεμβρανώδη *περικάρπιο* αποτελώντας τα 40-100γρ/1kg φρούτου και είναι πλούσια πηγή ολικών λιπιδίων καταλαμβάνοντας 140-270γρ/1kg φρούτου (Dahashi S et al,2013). Επίσης είναι αυξημένη πηγή πρωτεϊνών, εμπεριέχει ακατέργαστες ίνες

,βιταμίνες, ανόργανα, άλατα, πολυφαινόλες καθώς και ισοφλαβόνες (Viuda-Martos M et al ,2010).

Το έλαιο των σπόρων αντιστοιχεί στο 12-20% του βάρους τους και είναι κύρια πηγή φλαβονοειδών ενώσεων, ασκορβικού οξέος ,EGCE ,κινικού οξέος, στερόλων, στεροειδών και σερεβροσίδης (Miguel M et al, 2010). Επιπλέον έχει αυξημένο αριθμό ακόρεστων λιπαρών οξέων όπως λινολενικό οξύ με τμήμα του μεγαλύτερο του 70% ,εκ των οποίων το 99% είναι τριγλυκερίδια ,καθώς και πουνικικό οξύ με ποσοστό μεταξύ 70-76% (Dahashi S et al,2013).Το έλαιο θεωρείται και ως λειτουργικό τρόφιμο, δηλαδή σύμφωνα με το Institute of Food & Technology (IFIC) τρόφιμο το οποίο περιλαμβάνει οποιαδήποτε συστατικό που ωφελεί την υγεία πέρα από τα βασικά συστατικά(IFIC ,2009)

Ο χυμός του ροδιού είναι πλούσιος σε θρεπτικά συστατικά όπως γ-τοκοφερόλες, πουνικικό οξύ ,υδροξυ-βενζοϊκα οξέα, πολυφαινόλες, ελλαγιταννίνες (Orak et al,2012) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως διατροφο-φαρμακευτική πηγή(nutraceutical) δηλαδή ως τρόφιμο ή μέρος τροφίμου που παρέχει ιατρικά ή γενικά οφέλη για την υγεία συμπεριλαμβανομένης της πρόληψης ή /και θεραπείας μιας ασθένειας (Cencic A and Chingwaru W , 2010).

Στον άνθρωπο έχουν γίνει 2 τύποι πειραμάτων ελέγχου της βιοδιαθεσιμότητας των χημικών συστατικών του.

- Οι μελέτες φαρμακοκινητικής κατά της οποίες προσδιορίζεται η απορρόφηση των πολυφαινολών ώρες μετά την κατανάλωση
- μελέτες βιοδιαθεσιμότητας και μεταβολισμού κατά τις οποίες προσδιορίζονται στο αίμα και στα ούρα τα χημικά συστατικά μετά από μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα .

Σε μελέτη που περιλάμβανε 6 υγιή άτομα τα οποία κατανάλωσαν 1λίτρο χυμού ροδιού/ημέρα για 5 ημέρες έδειξε ότι οι ταννίνες μεταβολίζονται από τη μικροχλωρίδα του κόλον σε βιοδιαθέσιμες. (Sreekumar S et al, 2014)

Σε in vivo έρευνα των Seeram et al 2004 έδειξε ότι κατανάλωση 180ml χυμού ροδιού με 25mg ταννίνες και 318mg υδρολυμένες ταννίνες , βρέθηκαν σε μέγιστη συγκέντρωση (31,9ng/ml) μετά από μια ώρα από την κατανάλωση του χυμού

και απομακρύνθηκαν 4 ώρες μετά την λήψη αυτού. Παρόμοια έρευνα των Merteus-Talcott et al, το 2006 έδειξε ότι η απορρόφηση των ταννινών είναι μεγαλύτερη συγκριτικά με εκείνη των ελλαγιταννινών. Πιο συγκεκριμένα 11 υγιή άτομα, από τα οποία 2 κατανάλωσαν κάψουλα ροδιού και τα υπόλοιπα 9 εκχύλισμα ροδιού 400mg, έδειξε ότι το εκχύλισμα είναι πιο βιοδραστικό σε συγκέντρωση στο πλάσμα 33ng/ml σε μια ώρα.

Άλλη μελέτη βιοδιαθεσιμότητας των Seeram et al, το 2005a που σύγκρινε τη βιοδιαθεσιμότητα των πολυφαινολών στο ανθρώπινο πλάσμα μετά την κατανάλωση χυμού ροδιού, φρούτου και στερεού εκχυλίσματος έδειξε ότι οι ελλαγιταννίνες 6 ώρες μετά το πέρας της κατανάλωσης δεν παρουσίασαν σημαντικά στατιστικές διαφορές, ενώ ο μέγιστος χρόνος σύγκρισης ήταν καθυστερημένος στην περίπτωση κατανάλωσης στερεού υπολείμματος.(Seeram et al, 2005a)

In vitro μελέτες όσο αναφορά την πέψη του χυμού ροδιού δείχνουν ότι οι φαινολικές ενώσεις είναι διαθέσιμες σε ποσοστό 29% . Έχει φανεί ότι άπεπτα μέρη του ροδιού, δηλαδή οι μη συζευγμένες μορφές, γενικά απορροφώνται ανέπαφα από το πεπτικό , ενώ οι εστέρες , οι γλυκοζίτες ή τα πολυμερή υδρολύονται πριν απορροφηθούν. Οι μικροοργανισμοί του στόματος και του εντέρου είναι υπεύθυνοι για την υποβάθμιση των πολυφαινολών και των ταννινών και περιστασιακά μπορούν να οδηγούν σε παραγωγή διάφορων αρωματικών οξέων. (Petti S and Scully C,2009) Επιπλέον έρευνα που διερεύνησε την απορροφησιμότητα τυχαίοποιημένου δείγματος εκχυλίσματος ροδιού 800mg σε υγιείς εθελοντές έδειξε ότι οι ελλαγιταννίνες από εκχύλισμα είναι πιο βιοδιαθέσιμες μετά το πέρας μιας ώρας από την πέψη (Bhandari PR,2012).

Τέλος σχετικά με την βιοδιαθεσιμότητα και απορρόφηση των ανθοκυανιδίων δεν έχουν διεξαχθεί μελέτες σε ανθρώπους . Ωστόσο βάσει μελετών βιοδιαθεσιμότητας που έχουν γίνει χρησιμοποιώντας άλλη πηγή από φρούτα όπως μούρα ή φράουλες έχει φανεί ότι οι ανθοκυανίνες εμφανίζουν χαμηλή απορρόφηση από τον ανθρώπινο οργανισμό, με το γεγονός αυτό να έχει αποδοθεί in vivo στην μεθυλίωση της κυανιδίνης σε πεονιδίνη και σε συζευγμένη γλυκουρονική μορφή(Wu X et al,2002)

Συμπερασματικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι παρά το γεγονός ότι τα στοιχεία υπέρ της χρήσης του ροδιού είναι ελπιδοφόρα χρειάζονται εκτενείς μελέτες για να κατανοήσουμε πλήρως τη συμβολή του στην ανθρώπινη υγεία πριν από τη σύσταση της τακτικής κατανάλωσής του (Syed DN et al,2007).Βάσει όμως των περιορισμένων ανθρώπινων μελετών φαίνεται ότι η εκτίμησης της βιοδιαθεσιμότητας του ροδιού σε πολυφαινόλες επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες , συμπεριλαμβανομένων της διαφορετικής επεξεργασίας του χυμού του ροδιού των αναλυτικών τεχνικών που χρησιμοποιούνται και οι οποίες θα πρέπει να είναι αρκετά ευαίσθητες για την ανίχνευση των χαμηλών μεταγευματικών συγκεντρώσεων αυτών των μεταβολιτών.(Basu A and Penugonda K , 2009)

2.4 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΡΟΔΙΑΣ

Για να προσδιοριστεί η περιεκτικότητα σε μακροθρεπτικά συστατικά, έλαιο, διαιτητικές ίνες και ανόργανα συλλέχθηκαν από 4 διαφορετικές ποικιλίες ροδιού στο Ιράν {Abanhami(AB) ,Malas(MS) , Sefid(PS) ,Shahvar (SH) } 15κιλά ροδιού δηλαδή περίπου 40 μεσσαία ρόδια. Τα αποτελέσματα που έδωσε η παραπάνω μελέτη ήταν ότι υπήρχε διαφορετική περιεκτικότητα λίπους και στις 4 διαφορετικούς τύπους λόγω διαφορών στην ποικιλία, στην αποθήκευση και στην έκθεση στο φώς. Κύρια λιπαρά οξέα ήταν το παλμιτικό το στεατικό, το αραχιδονικό ,το λινελαϊκό και το α-λινολενικό καθώς επίσης παρατηρήθηκε ότι το έλαιο των σπόρων ήταν πλούσιο σε πουνικικό οξύ(18:3).Επίσης βρέθηκε ότι υπήρχαν αυξημένα ποσοστά πρωτεϊνών και υδατανθράκων καθώς και από ανόργανα συστατικά υπερίσχυαν το κάλιο, ο φώσφορος, το μαγνήσιο, το ασβέστιο και τέλος το νάτριο. Τέλος παρατηρήθηκε ότι όλες οι ποικιλίες έχουν αυξημένη αντοχή στην θερμοκρασία και ότι διατηρούνται υπό ψύξη στους 4°C (Miguel M et al,2010).

Επίσης παρατηρήθηκε ότι δίαιτα αυξημένη σε έλαιο έχει επιδράσεις στο ανοσοποιητικό σύστημα και στο μεταβολισμό του λίπους, λόγω αυξημένου πουνικικού οξέος, όπως παρατηρήθηκε σε πειράματα που έγιναν σε ποντικούς (Bhandari PR,2012).

2.5 ΤΟ ΡΟΔΙ ΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΤΡΟΦΙΜΟ

Η ιδέα των λειτουργικών τροφίμων ξεκίνησε στην Ιαπωνία στις αρχές τις δεκαετίας του 1980, όταν η τότε κυβέρνηση χρηματοδότησε προγράμματα σχετικά με την μελέτη και ανάπτυξη των λειτουργικών τροφίμων. Στις ΗΠΑ ήδη από το 1990 επιτράπη η χρήση μηνυμάτων ή απεικονίσεων όπου δήλωναν ή υπονοούσαν ότι κάποια τρόφιμα διαθέτουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά ευεργετικά για την υγεία. Βέβαια η χρήση τους έπρεπε να γίνει αποδεκτή από τον αμερικανικό Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση το 1999 εξέδωσε τον ορισμό του λειτουργικού τροφίμου το οποίο είναι ,το τρόφιμο εκείνο που έχει αποδειχθεί ικανοποιητικά ότι επηρεάζει ευεργετικά μια ή περισσότερες σωματικές λειτουργίες πέρα από τις θρεπτικές επιδράσεις με τρόπο ώστε να βελτιώνει την κατάσταση της υγείας του ανθρώπου ή να περιορίζει τον κίνδυνο εμφάνισης ασθενειών

Το ρόδι μπορεί να θεωρηθεί και ως λειτουργικό τρόφιμο καθώς διαθέτει φαινολικά συστατικά, όπως ελλαγιτανίνες ,ανθοκυανίνες ,παράγωγα ελλαγικού οξέος ,σε διάφορα μέρη του ροδιού και στα οποία αποδίδονται λειτουργικές ή θεραπευτικές επιδράσεις στην υγεία. Συγκεκριμένα διάφορες μελέτες καταγράφουν την αντιοξειδωτική, αντιμικροβιακή ,αντιδιαβητική ,αντική, αντικαρκινική ,αντιφλεγμονώδη και καρδιοπροστατευτική του δράση. Ωστόσο χρειάζεται περεταίρω διερεύνηση, καθώς έχουν ολοκληρωθεί λίγες κλινικές μελέτες και τα αποτελέσματα τους δεν έχουν διασταυρωθεί πλήρως .(Viuda-Martos et al, 2010)

Ο χυμός του ροδιού λόγω της περιεκτικότητάς του σε πολυφαινόλες παρουσιάζει παρόμοιες ευεργετικές επιδράσεις στην υγεία του ανθρώπου με αυτές του ροδιού. Με άλλα λόγια, στο χυμό του ροδιού έχει αποδοθεί αντιοξειδωτική, ικανότητα μείωσης της πίεσης του αίματος και αντικαρκινικές ιδιότητες (Bhandari PR , 2012 and Zafreshany A et al, 2014).

2.6 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΞΗΡΑΝΣΗ ΚΑΙ ΠΩΣ ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΤΟ ΦΡΟΥΤΟ

Η ξήρανση είναι μια από τις αρχαιότερες μεθόδους η οποία χρησιμοποιείται επειδή διασφαλίζει ότι τα φρούτα και τα λαχανικά θα έχουν μια σταθερή κατάσταση αποφεύγοντας την πιθανότητα των αλλοιώσεων από μικροοργανισμούς και έτσι επιμηκώνεται η διάρκεια ζωής τους συγκριτικά με τα νωπά. Περιλαμβάνει την εφαρμογή θερμικής ενέργειας με αποτέλεσμα το νερό να εξατμίζεται μέσα στην αέρια φάση.(Mphahlele RR et al, 2016).

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο πανεπιστήμιο Miguel Hernandez στο Έλτσε της Ισπανίας συλλέχθηκαν με τυχαία επιλογή στις 30 Οκτωβρίου 2010, 40 ρόδια της ποικιλίας Mollar de Elche , από τα οποία διαλέχθηκαν 10 τα οποία οδηγήθηκαν στο πανεπιστήμιο με σκοπό να ελεγχθούν ως προς τη σύστασή τους μέσω της μεθόδου της ξήρανσης. Στη μελέτη του πανεπιστημίου του Έλτσε χρησιμοποιήθηκαν 4 τύποι ξήρανσης

- Η ξήρανση σε συσκευασία (Convective Drying) η οποία είναι δημοφιλής μέθοδος στα φρούτα και λαχανικά, η οποία μειώνει την υγρασία σε αυξημένες θερμοκρασίες.
- Η ξήρανση υπό κενό σε μικροκύματα (VMD), μια μέθοδος η οποία χρησιμοποιείται για να μειώσει αισθητικές και θρεπτικές αλλοιώσεις με μεγάλη αποτελεσματικότητα και χαμηλό κόστος. (Mphahlele RR et al,2016).
- Η κρυοξήρανση (Freeze Drying) η οποία θεωρείται η καλύτερη μέθοδος ξήρανσης αλλά και ακριβή ταυτόχρονα κρατά την ποιότητα των προϊόντων σε υψηλό επίπεδο(όπως το χρώμα , το σχήμα ,το άρωμα)
- Ο συνδυασμός ξηράνσεων CD και VMFD

Επίσης χρησιμοποιήθηκαν επτά άτομα (3γυναίκες και 4 άνδρες) ηλικίας 20-55ετών οι οποίοι ήταν εκπαιδευμένοι για να αξιολογήσουν τα φρούτα που συλλέχθηκαν. Η αξιολόγηση έγινε σε δωμάτιο με ελεγχόμενη θερμοκρασία(21°C) και φωτισμό σε διάρκεια τριών συνεδριών. (Calin-Sanchez A et al,2013)

Οι αξιολογητές δοκίμασαν όλα τα δείγματα ροδιού. Τα αξιολογήσουν σε κλίμακα 0-10(0→αντιληπτό και 10 → αυξημένη ένταση) σε ερωτηματολόγιο που τους δόθηκε ως προς:

- ✓ Τα χαρακτηριστικά του περικαρπίου (χρώμα)
- ✓ Τον όγκο του ξυλώδους τμήματος
- ✓ Την οσμή
- ✓ Την γεύση
- ✓ Την οξύτητα την πίκρα
- ✓ Την τραγανότητα και την καραμελώδη γεύση
- ✓ Τη διαλυτότητα

2.7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΡΟΔΙΟΥ ΚΑΙ ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΟΥ ΠΑΡΑΤΗΡΟΥΝΤΑΙ

Τα αποτελέσματα της μελέτης του πανεπιστημίου του Έλτσε έδειξαν ότι τα κύρια σάκχαρα του περικαρπίου ήταν φυτικό ,μηλικό και κιτρικό οξύ με ταυτόχρονη ύπαρξη οξαλοξικού ,τρυγικού και ασκορβικού οξέος. Αυξημένη ισχύς των ξηραντήρων οδηγούσε σε αύξηση της θερμοκρασίας του φλοιού, με αποτέλεσμα υποβάθμιση των σακχάρων, κυρίως φρουκτόζης κα γλυκόζης , λόγω αντιδράσεων Maillard και ενζυμικής αμαύρωσης, καθώς επίσης ότι χαμηλότερη πυκνότητα ξηρούμενου προϊόντος οδηγεί σε αύξηση της ελαστικότητας του. Τέλος ως προς τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά παρατηρήθηκε ότι όλοι οι τύποι ξήρανσης επηρεάζουν τη φρεσκάδα, το χρώμα, το άρωμα και την μυρωδιά , σε αντίθεση με τη γεύση, ενώ η καραμελότητα, η πίκρα και η τραγανότητα αυξάνονται λόγω μείωσης του ποσοστού υγρασίας. (Miguel M et al,2010)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

3.1 ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΟ STRESS ΚΑΙ ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ ΡΙΖΕΣ

Οι ελεύθερες ρίζες είναι άτομα ή μόρια με ένα ή περισσότερα ασύζευκτα ηλεκτρόνια. Αυτό τις καθιστά ασταθείς και ιδιαίτερα δραστικές. Οι ελεύθερες ρίζες είναι προϊόντα του φυσικού μεταβολισμού και παίζουν διττό ρόλο είτε ευεργετικό π.χ. χρησιμοποιούνται από κάποια λευκά αιμοσφαίρια για την καταστροφή εισερχόμενων βακτηρίων, είτε βλαπτικό ρόλο που έχει να κάνει με τη πρόκληση κυτταρικών βλαβών, συμπεριλαμβανομένων των πρωτεϊνών, των λιπιδίων και του DNA. Ο ανθρώπινος οργανισμός έχει ένα σύνθετο αμυντικό σύστημα για τον έλεγχο των ελευθέρων ριζών, γνωστό ως αντιοξειδωτικό σύστημα. Ωστόσο όταν παράγονται μεγαλύτερες ποσότητες ελευθέρων ριζών από όσες μπορεί να εξουδετερώσει ο οργανισμός τότε διαταράσσεται η ισορροπία μεταξύ παραγωγής ελευθέρων ριζών και αντιοξειδωτικής άμυνας του οργανισμού και προκαλείται το λεγόμενο Οξειδωτικό Stress (Γιαννακοπούλου Ε, 2009). Οι πιο σημαντικές μορφές ελευθέρων ριζών είναι μοριακά είδη με κέντρο το οξυγόνο ή το άζωτο (Σωτηρούδης Θ, 2004).

Reactive Oxygen Species (ROS) include:			
Radicals		Non-Radicals	
Hydroxyl	$\text{OH}\cdot$	Peroxynitrite	ONOO^-
Superoxide	$\text{O}_2^{\cdot-}$	Hypochloric acid	HOCl
Nitric Oxide	$\text{NO}\cdot$	Hydrogen Peroxide	H_2O_2
Thyl	$\text{RS}\cdot$	Singlet Oxygen	$^1\text{O}_2$ ($^1\text{O}_2$)
Peroxyl	$\text{RO}_2\cdot$	Ozone	O_3
Lipid peroxy	$\text{LOO}\cdot$	Lipid peroxide	LOOH

Reactive Nitrogen Species (RNS) include:			
Nitrous oxide	$\text{NO}\cdot$	Nitrosyl cation	NO^+
Peroxynitrite	OONO^-	Nitrogen dioxide	$\text{NO}_2\cdot$
Peroxynitrous acid	ONOOH	Dinitrogen trioxide	N_2O_3
Nitroxyl anion	NO^-	Nitrous acid	HNO_2
Nitryl chloride	NO_2Cl		

Εικόνα 11: Δραστικές μορφές Οξυγόνου και Αζώτου

Οι ελεύθερες ρίζες δημιουργούνται μέσω ενδογενούς ή εξωγενούς σχηματισμού.

- Ο ενδογενής σχηματισμός περιλαμβάνει :

A) τον φυσιολογικό σχηματισμό τους

B) τον ενδοκυττάριο/μεσοκυττάριο σχηματισμό τους μέσω αυτοξειδωσης (υποβάθμισης φαινολών), οξειδασών στα μιτοχόνδρια, στο κυτταρόπλασμα, στα λυσοσώματα ,στο ενδοπλασματικό δίκτυο.

- Ο εξωγενής σχηματισμός ως συστατικά του καπνίσματος, των περιβαλλοντικών ρύπων, και έμμεσα μέσω του μεταβολισμού συγκεκριμένων διαλυτών, φαρμάκων, παρασιτοκτόνων καθώς και μέσω της έκθεσης στην ραδιενέργεια-ακτινοβολία.

Οι βιολογικές επιδράσεις των ελεύθερων ριζών είναι:

- ✓ Υπεροξειδωση των λιπαρών οξέων
- ✓ Μετουσίωση πρωτεϊνών
- ✓ Μεταλλάξεις του γενετικού υλικού (DNA)
- ✓ Συσχέτιση με ασθένειες που σχετίζονται με χρόνιες εκφυλιστικές παθήσεις όπως , διαβήτης , καταρράκτης, Alzheimer, διάφορες μορφές καρκίνου, καρδιαγγειακά και γήρανση.

3.2 ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Αντιοξειδωτικές ουσίες είναι οποιαδήποτε ουσία που αν προστεθεί στα τροφικά προϊόντα και ιδιαίτερα στα τρόφιμα που εμπεριέχουν λίπος ή συστατικά λίπους μπορούν να βελτιώσουν την υγεία μέσω επιβράδυνσης της οξειδωσης τους , που είναι σημαντικός παράγοντας αλλοίωσης των τροφικών προϊόντων κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας και αποθήκευσής τους (Singh RP et al, 2001).

Ο φυσιολογικός ρόλος των αντιοξειδωτικών είναι η αποφυγή βλάβης των κυτταρικών συστατικών ως συνέπεια χημικών αντιδράσεων από τις οποίες προκύπτουν ελεύθερες ρίζες. (Γιαννακοπούλου Ε, 2009). Αποτέλεσμα είναι η παρεμπόδιση δημιουργίας δραστικών ειδών οξυγόνου (ΔΕΟ) και ο περιορισμός της διάδοσης τους που προκαλείται λόγω των αλυσιδωτών αντιδράσεων. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν, είναι η αποτροπή σχηματισμού των ελεύθερων ριζών , η καταστροφή ή διακοπή οξειδώσεων πριν αρχίσουν και η απενεργοποίηση των μετάλλων (Σωτηρούδης Θ,2004). Οι αντιοξειδωτικές ουσίες διακρίνονται σε 2 κατηγορίες :

A. Τις ενδογενής αντιοξειδωτικές ουσίες που περιλαμβάνουν:

✚ ένζυμα όπως γλουταθειόνη , καταλάση ,υπεροξειδάση

✚ μέταλλο-δεσμευτικές πρωτεΐνες όπως φερριτίνη ,
τρανσφερίνη ,λευκωματίνη

✚ άλλα συστατικά όπως σελήνιο , χαλκό ,μαγγάνιο

B. Τις εξωγενής αντιοξειδωτικές ουσίες που περιλαμβάνουν:

• Βιταμίνη C , Βιταμίνη E

• Καρροτενοειδή ,Φλαβονοειδή ,Φυτοχημικά

TYPES OF ANTIOXIDANTS:

▪ Mainly Hydrophilic and Hydrophobic

Antioxidant enzymes:

1. Catalase
2. Glutathione peroxidase
3. Glutathione reductase
4. Super oxide dismutase (both Cu-Zn and Mn)

Metals binding proteins:

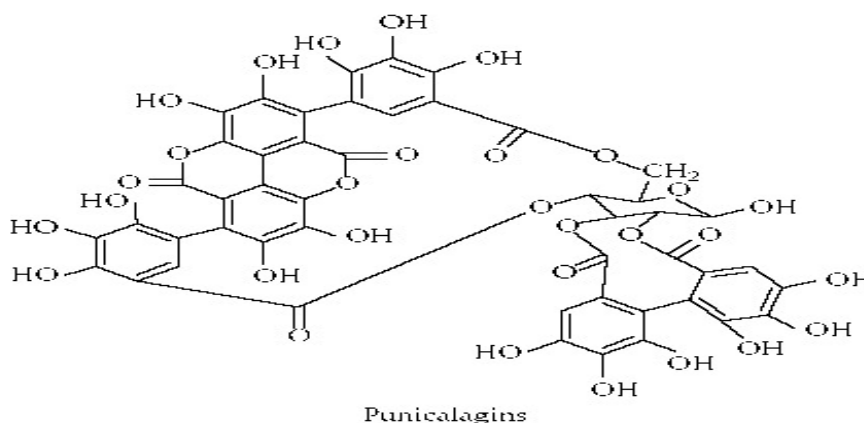
1. Ceruloplasmin
2. Ferritin
3. Lactoferrin
4. Metallothionein
5. Transferrin
6. Hemoglobin
7. Myoglobin

Εικόνα 12: Κατηγορίες αντιοξειδωτικών

3.3 ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΡΟΔΙΟΥ

Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι διάφορα είδη φαινολικών ενώσεων όπως για παράδειγμα πουνικαλαγίνες, ταννίνες και ανθοκυανίνες δεσμεύουν τις ελεύθερες ρίζες και αναστέλλουν την οξείδωση των λιπών (Seeram NP et al, 2014). Το ρόδι δεν θα μπορούσε να αποτελέσει εξαίρεση από την ύπαρξη αντιοξειδωτικών συστατικών. Οι κύριες αντιοξειδωτικές του ουσίες είναι : οι υδρολυόμενες ταννίνες, οι ανθοκυανίνες και τα παράγωγα του ελλαγικού οξέος. Ολόκληρο το φρούτο είναι πλούσια πηγή ανθοκυανιδών και υδρολυόμενων ταννινών που αποτελούν το 92% της συνολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας ολόκληρου του φρούτου (Orak H et al, 2012).

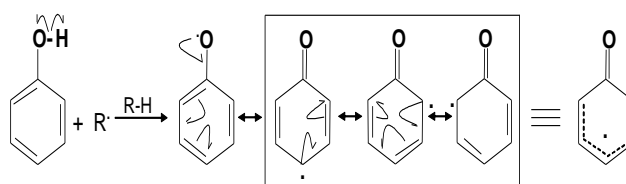
Ειδικότερα οι πουνικαλαγίνες που βρίσκονται κυρίως στο φλοιό του ροδιού αποτελούν ένα σημαντικό φυτοχημικό που συμβάλλει στην ολική αντιοξειδωτική



ικανότητα

Εικόνα 13 Πουνικαλαγίνες

Οι πολυφαινόλες όπως οι ανθοκυανίνες και το ελλαγικό οξύ δρουν ως αποσβέστες ελευθέρων ριζών ($R\cdot$) λόγω της ικανότητας τους να παρέχουν άτομα υδρογόνου, και να μετατρέπονται οι ίδιες σε ελεύθερες ρίζες, οι οποίες όμως σταθεροποιούνται λόγω συντονισμού (Seeram NP et al, 2014), σύμφωνα με τον παρακάτω μηχανισμό:



Εικόνα 14:Ο μηχανισμός δράσης των φαινολικών ενώσεων

3.4 ΡΟΔΙ ΚΑΙ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

Σήμερα είναι ευρέως διαδεδομένων ότι οι ευεργετικές δράσεις από την κατανάλωση φρούτων και λαχανικών προέρχονται από τα βιοδραστικά συστατικά που εμπεριέχουν. Μια από τις βιολειτουργικές ιδιότητες του ροδιού αποτελεί και η αντιοξειδωτική του ικανότητα.

Έχουν γίνει διάφορες μελέτες σχετικά με την αντιοξειδωτική ικανότητα του ροδιού και για τα οφέλη της ευεργετικής του δράσης έναντι των ελεύθερων ριζών. Έχει παρατηρηθεί μείωση των μακροφάγων και των υπεροξειδίων και ταυτόχρονα σε ανθρώπινες δοκιμές έχει βρεθεί αυξημένη αντιοξειδωτική ικανότητα πλάσματος με ενισχυμένη δράση των ενζύμων καταλάση, υπεροξειδική διμουτάση και υπεροξειδάση (Σωτηρούδης Θ, 2004). Πιο συγκεκριμένα έχει βρεθεί ότι το ρόδι υπερσχύει σε αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι άλλων φρούτων όπως blueberries, cranberries και πορτοκαλιού.

Τα κύρια αντιοξειδωτικά συστατικά στα διάφορα μέρη του ροδιού είναι στους σπόρους τα φλαβονοειδή και οι πουνικαλλαγίνες και στο έλαιο οι τοκοφερόλες και το πουνικικό οξύ. Το εκχύλισμα της φλούδας του ροδιού έχει την υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι του πολτού και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φυσικό συντηρητικό ή ως φάρμακο σε προϊόντα διατροφής (Orak H et al, 2012)

Η μελέτη του Ozgen et al 2007 έδειξε θετική σημαντική συσχέτιση μεταξύ της αντιοξειδωτικής ικανότητας και των συνολικών φαινολών και ανθοκυανιδών στο σύνολο του περικαρπίου του ροδιού σε αντίθεση με άλλες έρευνες που αναφέρουν ότι το σύνολο των φαινολικών ενώσεων είναι πιο αυξημένο στο χυμό σε αντίθεση με τον φρούτο.

Άλλη μελέτη του Singel et al 2002 έδειξε ότι εκχύλισμα μεθανόλης από το φλοιό του ροδιού παρουσίασε υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα 20 φορές μεγαλύτερη απ' ό,τι η αντιοξειδωτική ικανότητα του χυμού ροδιού. Μελέτη σε αρουραίους, στην οποία πάρθηκε δείγμα, είτε από διάφορα μέρη του ροδιού είτε από ολόκληρο το ρόδι, έδειξε 19% μείωση των οξειδώσεων, 42% μείωση της οξείδωσης του λίπους και 53% αύξηση της γλουταθειόνης (Arzu Akpınar B et al, 2012)

Όσο αναφορά το χυμό του ροδιού έχει βρεθεί η πλούσια αντιοξειδωτική του δράση έναντι ομοειδών προϊόντων. Ο Gil et al 2003 παρουσίασε μια έρευνα στην οποία βρέθηκε ότι ο χυμός του ροδιού έχει 3 φορές μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση έναντι του κόκκινου κρασιού και του πράσινου τσαγιού , 2-6 φορές μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση έναντι των αντίστοιχων χυμών σταφυλιού και γκρέιπφρουτ και 20% μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση έναντι του χυμού μήλου και πορτοκαλιού.

Σύμφωνα με τον Tzulker et al 2009, η αντιοξειδωτική δράση του χυμού του περικαρπίου του ροδιού συσχετίζεται με το σύνολο των πολυφαινόλων και ανθοκυανιδών σε αντίθεση με τα ομοειδή προϊόντα χυμού που παρασκευάζονται από ολόκληρα φρούτα.

Το πανεπιστήμιο Miguel Hernandez στο Έλτσε της Ισπανίας , μελέτησε ως προς την αντιοξειδωτική ικανότητα την ποικιλία ροδιού Mollar de Elche και βρήκαν τα εξής αποτελέσματα: ότι η φλούδα του ροδιού παρουσίαζε μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα σε ήπιες μορφές ξήρανσης, οι πουνικαλαγίνες που βρίσκονταν στον φλοιό συμμετείχαν σε ποσοστό 87% στη συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα και τέλος ότι η αυξημένη θερμοκρασία μείωνε την αντιοξειδωτική ικανότητα (Calin-Sanchez et al,2013).

Μια έρευνα των Orak et al το 2012 , έδειξε ότι το εκχύλισμα του φλοιού του ροδιού παρουσίασε 2 φορές μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα σε σύγκριση με τα εκχυλίσματα χυμού και των σπόρων. Διαπιστώθηκε επίσης ότι ο φλοιός του ροδιού είναι πλούσιος σε φαινολικές ενώσεις αλλά όχι σε ανθοκυανίνες σε αντίθεση τον χυμό του φρούτου που εμπεριέχει μεγάλο ποσοστό ανθοκυανιδών. (Orak H et al ,2012)

Η μελέτη BATEM του Ινστιτούτου Γεωργικών Ερευνών της Δυτικής Μεσογείου με έδρα στην Αττάλεια της Τουρκίας , μέτρησε την αντιοξειδωτική ικανότητα του ροδιού και παρουσίασε τα παρακάτω αποτελέσματα

- Η αντιοξειδωτική ικανότητα είναι 20 φορές μεγαλύτερη στο εκχύλισμα σπόρων ροδιού
- Το β-καροτένιο δεν διαφοροποιείται

- Τα μεταλλικά χηλικά ιόντα είναι 2 φορές περισσότερα στο εκχύλισμα φλοιού ροδιού σε σύγκριση με το εκχύλισμα χυμού και ταυτόχρονα είναι 2 φορές περισσότερα στο εκχύλισμα σπόρων έναντι του εκχυλίσματος χυμού
- Οι τανίνες είναι 16,6 φορές μεγαλύτερες στο εκχύλισμα φλοιού ροδιού σε σύγκριση με το εκχύλισμα χυμού και ταυτόχρονα είναι 2,1 φορές μεγαλύτερες στο εκχύλισμα σπόρων έναντι του εκχυλίσματος χυμού.

Επίσης έχει βρεθεί σε έρευνα του Schubert et al 1999, ότι η ζύμωση του χυμού ροδιού και η ψυχρή έκθλιψη των σπόρων του ελαίου οδηγεί σε ισχυρή αντιοξειδωτική ικανότητα.

3.5 BITAMINH C KAI TANNIKO OΞY

Η βιταμίνη C είναι μια υδατοδιαλυτή βιταμίνη που ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα συμβάλλοντας και αυτή στην αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας. Το ασκορβικό οξύ είναι δότης ηλεκτρονίων και μπορεί να αντιδράσει με τις ελεύθερες ρίζες και να τις εξουδετερώσει. Επίσης συμβάλλει στη διατήρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας κάποιων άλλων αντιοξειδωτικών όπως πχ της τοκοφερόλης. Συγκεκριμένα, το ασκορβικό οξύ έχει την ιδιότητα να αναγεννά τις οξειδωμένες τοκοφερόλες με αποτέλεσμα να λέμε ότι η Βιταμίνης-C έχει συν-αντιοξειδωτική δράση. (Σωτηρούδης Θ,2004). Έχει βρεθεί ότι αν ο φλοιός του ροδιού ,αν αποξηραθεί στον ήλιο διατηρεί την βιταμίνη C με αποτέλεσμα να διατηρεί και την αντιοξειδωτική τους ικανότητα (Miguel M et al 2010).Επίσης το ρόδι περιέχει μια μορφή ταννίνης, το ταννικό οξύ, που συμπλέκει το σίδηρο, με αποτέλεσμα να το προστατεύει από την οξειδωτική του δράση. (Orak H et al,2012)

Τέλος σχετικά με την βιταμίνης C και την αντιοξειδωτική δράση του χυμού, λόγω της παρουσίας της σε αυτόν μαζί με την πολυφαινόλες ,όπως του ελλαγικού οξέος και κατεχινών ,πιθανόν να ενισχύεται η αντιοξειδωτική ικανότητα λόγω συνεργατικής δράσης. (Routhi SZ et al,2017)

3.6 ΜΕΤΡΗΣΗ ΟΛΙΚΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ

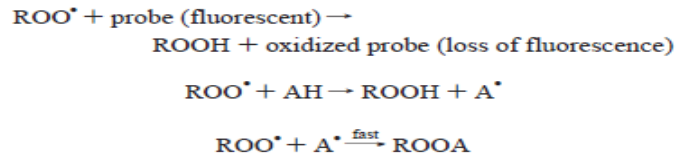
Η Ολική Αντιοξειδωτική Ικανότητα (TAC) ή Ολικό Αντιοξειδωτικό Δυναμικό (TAC) είναι ένα σημαντικό εργαλείο για τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ των διατροφικών αντιοξειδωτικών και των παθογενειών που προκαλούνται από το οξειδωτικό stress.

Antioxidant capacity assay	Principle of the method	End-product determination
Spectrometry		
DPPH	Antioxidant reaction with an organic radical	Colorimetry
ABTS	Antioxidant reaction with an organic cation radical	Colorimetry
FRAP	Antioxidant reaction with a Fe(III) complex	Colorimetry
PFRAP	Potassium ferricyanide reduction by antioxidants and subsequent reaction of potassium ferrocyanide with Fe ³⁺	Colorimetry
CUPRAC	Cu (II) reduction to Cu (I) by antioxidants	Colorimetry
ORAC	Antioxidant reaction with peroxy radicals, induced by AAPH (2,2'-azobis-2-amidino-propane)	Loss of fluorescence of fluorescein
HORAC	Antioxidant capacity to quench OH radicals generated by a Co(II) based Fenton-like system	Loss of fluorescence of fluorescein
TRAP	Antioxidant capacity to scavenge luminol-derived radicals, generated from AAPH decomposition	Chemiluminescence quenching
Fluorimetry	Emission of light by a substance that has absorbed light or other electromagnetic radiation of a different wavelength	Recording of fluorescence excitation/emission spectra

Εικόνα 15 Μέθοδοι Προσδιορισμού Αντιοξειδωτικής Ικανότητας

Κάποιες από τις πιο γνωστές μεθόδους πιο αναλυτικά είναι :

ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) : Η μέθοδος ανακαλύφθηκε από την ομάδα του Cao (Cao et al, 1998) και βασίζεται στη μέτρηση του ρυθμού ελάττωσης φθορισμού που εκπέμπεται από μια φθορίζουσα ουσία (συνήθως Fluorescein) λόγω της οξειδωτικής καταστροφής της, από τεχνητές ελεύθερες ρίζες. Η παρουσία αντιοξειδωτικών ουσιών προστατεύει την φθορίζουσα ουσία από την οξειδωτική καταστροφή και κατά συνέπεια μειώνεται ο ρυθμός ελάττωσης του φθορισμού που αποτελεί και το μέτρο της αντιοξειδωτικής ικανότητας. Παράλληλα κατασκευάζεται και πρότυπη καμπύλη με διάφορες συγκεντρώσεις του αντιοξειδωτικού μορίου trolox (υδατοδιαλυτό ανάλογο της βιταμίνης E) και η αντιοξειδωτική προστασία εκφράζεται σε ισοδύναμα trolox (TE) (Kusano C and Ferrari B, 2008) .



Εικόνα 16 :Αντίδραση ριζών υπεροξυλίου

FRAP (Redaction of Antioxidant Power): Ο στόχος της μεθόδου αυτής είναι ο προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής ικανότητας ,η οποία καθορίζεται από την ικανότητα αναγωγής του συμπλόκου Fe^{+3} –TPTZ(2,4,6,(Tri(2- Piridyl)-s-triazine). Η αρχή της μεθόδου βασίζεται στην αναγωγή του άχρωμου συμπλόκου προς την χρωματισμένη μορφή ενώσεως δισθενούς σιδήρου. Η μέτρηση της διαφοράς της απορρόφησης μετά από κάποιο χρόνο δείχνει την ικανότητα αναγωγής του συμπλόκου και άρα την αντιοξειδωτική ικανότητά του.(Benzie I.F and Strain J.Z ,1996)



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΡΟΔΙ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ

4.1 ΚΑΡΔΙΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ

Τα Καρδιαγγειακά νοσήματα γνωστά και ως CVD (Atherosclerotic Cardiovascular Disease) είναι μια χρόνια διαταραχή με ύπουλη έναρξη κατά τη διάρκεια της ζωής του ανθρώπου και συνήθως αναγνωρίζονται σε προχωρημένο στάδιο λόγω των συμπτωμάτων που προκύπτουν. Αποτελούν την πιο συχνή αιτία θανάτου στον Δυτικό κόσμο με πάνω από 7 εκατομμύρια ανθρώπους να πεθαίνουν λόγω στεφανιαίων καρδιαγγειακών νοσημάτων και πάνω από 6 εκατομμύρια ανθρώπους να πεθαίνουν λόγω εγκεφαλικού επεισοδίου (European Guidelines, 2012).

Η αθηροσκλήρωση αποτελεί την πιο σημαντική καρδιαγγειακή διαταραχή και πρόκειται ουσιαστικά για μια εκφυλιστική ασθένεια των αρτηριών που περιλαμβάνει μια σειρά φλεγμονωδών και οξειδωτικών τροποποιήσεων του αρτηριακού τοιχώματος (Fan J and Watanabe T , 2003).

Το κύριο χαρακτηριστικό που περιλαμβάνουν τα CVD είναι η δυσλιπιδαιμία, η οποία χαρακτηρίζεται από αυξημένη τιμή χοληστερόλης αίματος , μειωμένη τιμή HDL- χοληστερόλης και αυξημένη τιμή LDL- χοληστερόλης .Η αυξημένη χοληστερόλη αίματος σε συνδυασμό με την αυξημένη LDL- χοληστερόλης αποτελούν ανεξάρτητα παράγοντα κινδύνου για καρδιαγγειακά νοσήματα. Πιο συγκεκριμένα η οξείδωση της LDL χοληστερόλης πιστεύεται ότι συμβάλλει στην αθηροσκλήρωση και στην καρδιαγγειακή νόσο διότι η οξείδωσή της την καθιστά αθηρογόνο με αποτέλεσμα να απορροφάται ευκολότερα από τα μακροφάγα μέσω των υποδοχέων (Vidua-Martos M et al, 2010).

Έχει γίνει κατανοητό από πολλές μελέτες ότι ο χυμός του ροδιού συμβάλλει έναντι των καρδιαγγειακών νοσημάτων . Οι Basu και Penugonda το 2009 ανέφεραν ότι οι κύριοι μηχανισμοί δράσης του χυμού ροδιού είναι αντι-αθηρωματικοί και μπορεί να περιλαμβάνουν τα ακόλουθα: αυξημένη αντιοξειδωτική ικανότητα στον ορό, μειωμένα λιπίδια πλάσματος, μειωμένη οξείδωση λιπιδίων, μειωμένη πρόσληψη οξειδωμένης LDL χοληστερόλης από τα μακροφάγα, , μειωμένες περιοχές αθηρωματικής βλάβης, μειωμένη φλεγμονή, μειωμένη δραστηριότητα ενζύμου

μετατροπής της αγγειοτενσίνης και μειωμένη συστολική αρτηριακή πίεση, προκαλώντας γενικά ευνοϊκή επίδραση στην εξέλιξη της αθηροσκλήρωσης και την επακόλουθη πιθανή ανάπτυξη στεφανιαία νόσος

Ο Sumner και οι συνεργάτες του το 2005 διερεύνησαν σε μια τυχαιοποιημένη, ελεγχόμενη μελέτη το κατά πόσον η ημερήσια πρόσληψη χυμού ροδιού για τρεις μήνες θα βελτιώνει τη διάχυση του μυοκαρδίου σε 45 ασθενείς που είχαν στεφανιαία καρδιακή νόσο (CHD) και ισχαιμία του μυοκαρδίου. Μετά από τρεις μήνες, η ποσότητα της προκαλούμενης από στρες ισχαιμίας μειώθηκε στην ομάδα των ατόμων μελέτης, αλλά αυξήθηκε στην ομάδα ελέγχου. Έτσι, οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η καθημερινή κατανάλωση χυμού ροδιού βελτιώνει την προκαλούμενη από στρες ισχαιμία του μυοκαρδίου σε ασθενείς που έχουν CHD.

Σε άλλη μελέτη της Esmailzadeh et al το 2006 φάνηκε ότι ο συμπυκνωμένος χυμός ροδιού μειώνει τους παράγοντες κινδύνου καρδιακής νόσου. Πιο συγκεκριμένα χορήγηση συμπυκνωμένου χυμού ροδιού σε 22 διαβητικούς ασθενείς με Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου 2 και υπερλιπιδαιμία θα μπορούσε να μειώσει σημαντικά την συνολική χοληστερόλη, την LDL -χοληστερόλη, την αναλογία LDL/ HDL και την αναλογία χοληστερόλης/ HDL. Ωστόσο, δεν μπόρεσε να μειώσει τις συγκεντρώσεις TG και HDL-χοληστερόλης στον ορό.

Η υψηλή συγκέντρωση της LDL-χοληστερόλης στο πλάσμα, όπως αναφέραμε και προηγούμενα, είναι ο κύριος παράγοντας κινδύνου για την αθηροσκλήρωση. Επομένως, οι τροποποιήσεις της LDL χοληστερόλης, συμπεριλαμβανομένης της οξειδωσης και της συσσωμάτωσης, παίζουν σημαντικό ρόλο σε αυτή. Μελέτες έδειξαν ότι η κατανάλωση χυμού ροδιού για 2 εβδομάδες οδήγησε σε μειωμένη κατακράτηση και συσσωμάτωση της LDL χοληστερόλης κατά 20% στους ανθρώπους (Zarfeshany A et al, 2014).

Επιπλέον σημαντικός είναι ο ρόλος στην αντί-αθηρωματική δράση του χυμού, του πουνικικό οξέος, ενός λιπαρού οξέος, που αποτελεί το κύριο συστατικό των ελαιούχων σπόρων του ροδιού, μέσω της ενεργοποίησης των ουδετερόφιλων κυττάρων. Σε μία μελέτη σε 51 υπερλιπιδαιμικούς ασθενείς, χορηγήθηκε έλαιο σπόρων ροδιού δύο φορές την ημέρα (800 mg / ημέρα) για 4 εβδομάδες. Υπήρξε μια σημαντική μείωση των τριγλυκεριδίων (TG), της HDL -χοληστερόλης σε 2,75 mmol

/ L και 5,7 mmol / L, αντίστοιχα, ενώ η χοληστερόλη ορού, η LDL- χοληστερόλη και η συγκέντρωση της γλυκόζης παρέμεινε αμετάβλητη.

Σημαντικά επίσης είναι και τα οφέλη που παρουσιάζει η κατανάλωση χυμού ροδιού έναντι της Αρτηριακής Υπέρτασης . Έχει φανεί ότι αποτρέπει τη δραστηριότητα του ενζύμου μετατροπής της αγγειοτενσίνης στον ορό και μειώνει τη συστολική αρτηριακή πίεση. Αποδείχθηκε ότι η χορήγηση του χυμού ροδιού (100 mg / kg) για 4 εβδομάδες θα μπορούσε να μειώσει τη μέση αρτηριακή πίεση του αίματος(Zarfeshany A et al , 2014)

Επιπλέον σε μελέτη 10 ασθενών με στένωση καρωτίδας που διενέργησε ο Aviram et al, το 2004 ,για τις επιδράσεις της πρόσληψης χυμού ροδιού για 1 χρόνο στην καρωτιδική νόσο και στην αρτηριακή πίεση, αποδείχθηκε ότι η συστολική αρτηριακή πίεση μειώθηκε κατά 21% κατά των πρώτο χρόνο της μελέτης ,σε αντίθεση με τα επόμενα δυο χρόνια όπου δεν μειώθηκε περαιτέρω.(Aviram M et al ,2004)

Τέλος πρόσληψη στερεού μεθανολικού εκχυλίσματος φλοιού ροδιού σε ποντίκια αποδείχθηκε ιδιαίτερα αποτελεσματικό σε συνθήκες οξειδωτικού stress ,διατηρώντας χαμηλά τα επίπεδα της καταλάσης και δισμουτάσης, και ταυτόχρονα μειώνοντας έως 54% την οξείδωση των λιπιδίων στο πλάσμα.(Chidambara KN et al,2002)

4.2 ΑΝΤΙΚΑΡΚΙΝΙΚΗ ΔΡΑΣΗ

4.2.1 ΡΟΔΙ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΔΡΑΣΗΣ ΕΝΑΝΤΙ ΤΟΥ ΚΑΡΚΙΝΟΥ

Πολλά από τα συστατικά των φρούτων και των λαχανικών είναι γνωστό ότι κατέχουν πιθανή δραστηριότητα ως χημειοπροστατευτικά μέσα κατά του καρκίνου. Εξαίρεση δεν θα μπορούσε να αποτελεί και το ρόδι .

Κλινικές μελέτες έδειξαν τη χημειοπροστατευτική δράση ή τη συμβολή έναντι της θεραπείας , τόσο στο ρόδι αλλά και τόσο στα επιμέρους τμήματά του, όπως το χυμό ή το έλαιο, έναντι διάφορων τύπου καρκίνου όπως του προστάτη, του μαστού, του παχέος εντέρου, του στομάχου. Οι μηχανισμοί αυτοί δρουν μέσω :

- της αντιοξειδωτικής ικανότητας του
- της αναστολής του πολλαπλασιασμού
- της μείωσης της απόπτωσης και των μεταστάσεων

Μελέτη του Adhamietal et al 2002 επικεντρώθηκε στην αποτελεσματικότητα του ροδιού έναντι διάφορων τύπων καρκίνου (πχ μαστού, δέρματος) καθώς επίσης και στο μηχανισμό που εμπλέκεται. Ανέφερε λοιπόν ότι το εκχύλισμα από ρόδι ή χυμό ροδιού είναι πιο δραστικό έναντι των ατομικών δράσεων των επιμέρους στοιχείων, δηλαδή η συνεργαστική δράση όλων των συστατικών του δρα αποτελεσματικότερα έναντι του πολλαπλασιασμού του καρκίνου (Miguel M et al, 2010).

4.2.2 ΡΟΔΙ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΤΥΠΟΙ ΚΑΡΚΙΝΟΥ

4.2.1.1 ΚΑΡΚΙΝΟΣ ΠΡΟΣΤΑΤΗ

Ο Hong et al το 2008, ανέφεραν ότι ο χυμός ροδιού, το εκχύλισμα του και οι πολυφαινόλες του, έχουν την ικανότητα να αναστέλλουν τον πολλαπλασιασμό και να διεγείρουν την απόπτωση σε εξαρτώμενα από τα ανδρογόνα και ανεξάρτητα από τα ανδρογόνα, κύτταρα καρκίνου του προστάτη. Η αναστολή της γονιδιακής έκφρασης που ενέχεται στα ένζυμα σύνθεσης των ανδρογόνων μπορεί να συνεισφέρει στην ανασταλτική ανάπτυξη της δράση των πολυφαινολών του ροδιού και μπορεί να αποτελέσει μοριακό στόχο για την αναστολή της εμφάνισης του καρκίνου του προστάτη ανεξάρτητου ανδρογόνου.

Ο Lansky et al το 2005, κατέδειξαν ότι φαίνεται να υπάρχει συνέργεια στις αλληλεπιδράσεις των εκχυλισμάτων από τα 3 μέρη του ροδιού (φλούδες, χυμό και σπόρους) στην αναστολή του πολλαπλασιασμού των κυττάρων του καρκίνου του προστάτη, καθώς επίσης ότι οι ελαγιταννίνες, το καφεϊκό οξύ, η λουτεολίνη και το πουνικικό οξύ ανέστειλαν σημαντικά την *in vitro* εισβολή ανθρώπινων κυττάρων καρκίνου του προστάτη όταν χρησιμοποιούνται ξεχωριστά.

Σημαντικό ρόλο διαδραματίζει και ο χυμός του ροδιού . Οι ανθοκυανίνες που εμπεριέχει επιμήκυναν το ειδικό προστατικό αντιγόνο ,καθώς είναι πιο βιοδιαθέσιμες στον ανθρώπινο ορό και στους τοπικούς ιστούς γύρω από τον προστάτη. Επιπλέον ο χυμός του ροδιού ενισχύει την κυτταρική προσκόλληση και μειώνει τη μετανάστευση των κυττάρων που δεν πεθαίνουν. Έτσι, θεωρήθηκε ότι διεγείρει την έκφραση ή / και την ενεργοποίηση μορίων που τροποποιούν τον κυτταροσκελετό και τον μηχανισμό πρόσφυσης των καρκινικών κυττάρων του προστάτη, προκαλώντας αυξημένη κυτταρική προσκόλληση και μετανάστευση μικρότερων κυττάρων (Prasan R Bhandari, 2012).

4.2.2 ΚΑΡΚΙΝΟΣ ΜΑΣΤΟΥ

Οι Sturgeon and Ronnenberg το 2010, έκαναν in vitro μελέτη της κυτταρικής καλλιέργειας σχετικά με την ιδιότητα του χυμού του ροδιού γύρω από την πρόληψη του καρκίνου του μαστού και τους μηχανισμούς που εμπλέκονται . Απέδειξαν ότι τα αυξημένα οιστρογόνα ,η αυξημένη οιστρόλη και οιστραδιόλη καθώς και οι μειωμένες τιμές ορμονών φύλου μετά την εμμηνόπαυση αυξάνουν τον κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου του μαστού. Πιο συγκεκριμένα μετά την εμμηνόπαυση τα κυκλοφορούμενα στο αίμα οιστρογόνα προέρχονται από την μετατροπή των ανδρογόνων των επινεφριδίων σε οιστρόνη από το λιπώδη ιστό, και από εκεί αυτή μετατρέπεται σε οιστραδιόλη που είναι η βιολογικά ενεργώς μορφή της. Ειδικότερα έδειξαν ότι η κατανάλωση χυμού ροδιού μπορεί να έχει μεγαλύτερη ανασταλτική ικανότητα έναντι της αύξησης της οιστραδιόλης, που είναι η πιο ενεργή μορφή ορμόνης στο μαστό, από ότι τα μη ζυμούμενα εκχυλίσματα του φλοιού του ροδιού λόγω του <σπασίματος> των φλαβονοειδών συμπλόκων κατά τη διάρκεια της ζύμωσης (Miguel M et al, 2010).

Συγκεντρωτικά τα επιμέρους συστατικά του ροδιού και οι δράσεις που έχουν έναντι στον καρκίνο του μαστού είναι :

- τα συστατικά του καρπού ή του ελαίου του ροδιού (πχ ελαιικό οξύ , ανθοκυανίνες) μειώνουν την προσκόλληση των καρκινικών κυττάρων
- το ελλαγικό οξύ μειώνει την απόπτωση των καρκινικών κυττάρων
- το πουνικικό οξύ αναστέλλει τον πολλαπλασιασμό των οιστρογόνων λόγω υπεροξειδωσης του λίπους και ενεργοποιεί την πρωτεϊνική κινάση , η οποία ρυθμίζει τον πολλαπλασιασμό των καρκινικών κυττάρων , την μετακίνηση καθώς και την απόπτωσή τους. (Miguel M et al, 2010)

Τέλος έχει αποδειχθεί ότι το έλαιο των σπόρων του ροδιού και οι πολυφαινόλες του ζυμούμενου χυμού επιβραδύνουν την οξειδωση και τη σύνθεση των προσταγλανδινών ,αναστέλλοντας τον πολλαπλασιασμό και την εισβολή των καρκινικών κυττάρων του μαστού και προάγουν την απόπτωση τους (Viuda- Martos et al, 2010).

4.2.3 ΚΑΡΚΙΝΟΣ ΠΑΧΕΟΣ ΕΝΤΕΡΟΥ

Σε μελέτες που έχουν γίνει έχει βρεθεί η ευεργετική δράση που προσφέρει το ρόδι έναντι και στον καρκίνο του παχέως εντέρου. Ειδικότερα οι πουνικαλλαγίνες και οι ελλαγιταννίνες αναστέλλουν τον πολλαπλασιασμό και επάγουν την απόπτωση των καρκινικών κυττάρων του παχέως εντέρου μειώνοντας ταυτόχρονα και τον παράγοντα νέκρωσης όγκου TNF-a.

Σε μελέτη του Seeram et al 2005 αναφέρθηκε ότι ο χυμός ροδιού έδειξε μεγαλύτερη αντιπολλαπλασιαστική δράση εναντίον όλων των κυτταρικών γραμμών παρεμποδίζοντας τον πολλαπλασιασμό από 30% έως 100%. Στα 100 μg / mL, ο χυμός ροδιού οι ελλαγιταννίνες, οι πουνικαλλαγίνες και οι ολικές ταννίνες από ρόδι προκάλεσαν απόπτωση σε κύτταρα του κόλον.

Άλλη μελέτη των Kohno et al 2004, έδειξε ότι η χορήγηση ελαίου ροδιού στη διατροφή ανέστειλε σημαντικά την επίπτωση και την πολλαπλότητα των αδενοκαρκινωμάτων του κόλου σε αρουραίους. Η παρεμπόδιση των όγκων του παχέως εντέρου από το έλαιο σπόρων ροδιού συσχετίστηκε με την αυξημένη περιεκτικότητα συζευγμένων λινολενικών οξέων στο λιπιδικό κλάσμα του βλεννογόνου και του ήπατος του παχέως εντέρου.

Τέλος ο Khan et al το 2009, ανέφεραν ότι η κατανάλωση χυμού ροδιού είναι σε θέση να μειώνει τα καρκινικά κύτταρα μετά από χημειοθεραπεία και να αυξάνει την τρανσφεράση της γλουταθειόνης (GST), που είναι μια ομάδα ενζύμων που χρησιμοποιούν γλουταθειόνη σε πολλές αντιδράσεις που συμβάλλουν, όπως για παράδειγμα την δέσμευση των τοξινών και μεταφορά των πρωτεϊνών.

4.2.4 ΛΕΥΧΑΙΜΙΑ

Μέχρι σήμερα, λίγες μελέτες έχουν διερευνήσει τη δυνατότητα του χυμού του ροδιού στη θεραπεία της λευχαιμίας. Ο Dahlawi *et al* το 2012, εξέτασαν την πιθανή επίδραση του χυμού του ροδιού στην επαγωγή της απόπτωσης και την αναστολή του κυτταρικού πολλαπλασιασμού σε οκτώ κυτταρικές σειρές λευχαιμίας (τέσσερα λεμφοειδή και τέσσερα μυελοειδή) και μη όγκου αιματοποιητικά βλαστοκύτταρα (κύτταραελέγχου).

Τα εκχυλίσματα χυμού ροδιού προκάλεσαν σημαντική απόπτωση σε όλες τις κυτταρικές σειρές, συμπεριλαμβανομένων κυττάρων ελέγχου μη όγκου, αν και τα λεμφοειδή κύτταρα και δύο από τις μυελοειδείς κυτταρικές σειρές ήταν πιο ευαίσθητες. Επιπλέον, ο χυμός του ροδιού διέγειρε τη διακοπή κυτταρικού κύκλου. Μετρήσεις βιώσιμων κυττάρων, χρησιμοποιώντας τη δοκιμασία αποκλεισμού τρυπανικού μπλε, επιβεβαίωσαν αυτές τις παρατηρήσεις. Έτσι, μελέτες έχουν αποδείξει ότι το χυμός του ροδιού περιέχει βιοδραστικές ενώσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη θεραπεία της λευχαιμίας (Bhandari PR, 2012).

4.3 ΑΝΤΙΜΙΚΡΟΒΙΑΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Η αντιμικροβιακή δράση μερικών από τις κοινές ποικιλίες ροδιού έχει μελετηθεί ευρέως. Αρκετοί *in vitro* προσδιορισμοί επιδεικνύουν την βακτηριοκτόνο δραστηριότητα έναντι αρκετών εξαιρετικά παθογόνων και μερικές φορές ανθεκτικών σε αντιβιοτικά οργανισμών. Γενικά, η έκταση των ανασταλτικών επιδράσεων των εκχυλισμάτων ροδιού μπορεί να αποδοθεί στις φαινολικές, ανθοκυανικές και ταννινικές περιεκτικότητες των φρούτων (Vidua-Martos et al, 2010).

Ο Voravuthikunchai et al το 2005, μελέτησαν *in vitro* και ανέφεραν ότι το χλωροφόρμιο, η αιθανόλη και το εκχύλισμα νερού από ρόδι έδειξαν υψηλή δραστηριότητα έναντι των στελεχών του *Escherichia Coli* O157: H7, ιδιαίτερα όσον αφορά την αναστολή της verocytotoxin.

Επιπλέον ο Braga et al το 2005, έδειξαν σε *in vivo* μελέτη τους, ότι τα εκχυλίσματα ροδιού αναστέλλουν ή καθυστερούν την ανάπτυξη του *Staphylococcus aureus* και την επακόλουθη παραγωγή εντεροτοξίνης σε συγκεντρώσεις 0,01%, 0,05% και 1% v / v. Σε χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος (0,01% v / v), η βακτηριακή ανάπτυξη επιβραδύνθηκε και σε υψηλότερη συγκέντρωση (1% v / v), η ανάπτυξη εξαλείφθηκε. Σε συγκέντρωση 0,05% (v / v) εκχυλίσματος, παρεμποδίστηκε η παραγωγή εντεροτοξίνης *Staphylococcus*. Ο Al-Zoreky το 2009 ανέφερε ότι το 80% μεθανολικού εκχυλίσματος φλοιού ροδιού αποτελούσε ισχυρό αναστολέας των *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia Coli* και *Yersinia enterocolitica*

Σε άλλη έρευνα των Melendez and Capriles το 2006, αναφέρθηκε ότι τα εκχυλίσματα φρούτων *Punica granatum* έχουν ισχυρή *in vitro* αντιβακτηριδιακή δραστηριότητα έναντι πολλών βακτηριακών στελεχών που εξετάστηκαν συμπεριλαμβανομένων *Escherichia. Colie*, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter spp.*, *Bacillus spp.* Και *Micrococcus spp.* Aureus

Τέλος δομικά συστατικά του ροδιού όπως οι ελλαγιταννίνες και το γαλλικό οξύ δοκιμάστηκαν για αντιμικροβιακή τους δράση έναντι και της *Salmonella enterica*. Η ελλαγιταννίνες δεν ανέστειλαν την ανάπτυξή της, αλλά το γαλλικό οξύ προκάλεσε ισχυρή αναστολή της. Σε άλλη μελέτη, παρατηρήθηκαν διαφορετικά

πρότυπα αναστολής από την ελλαγιτανίνη για τον *Staphylococcus aureus* και τον *Staphylococcus enterica*. Η ανάπτυξη του *Staphylococcus aureus* σαφώς παρεμποδίστηκε και η αναστολή διατηρήθηκε σε όλη την περίοδο επώασης, χωρίς ανιχνεύσιμα βιώσιμα βακτηριακά κύτταρα μετά από 24 ώρες. (Vidua –Martos et al 2010).

Συμπερασματικά λοιπόν θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι αντιμικροβιακές ουσίες έχουν διαφορετικά όρια συγκέντρωσης ή απενεργοποίησης. Τα όρια τους εξαρτώνται από τους ειδικούς στόχους της αντιμικροβιακής ουσίας, συμπεριλαμβανομένου του κυτταρικού τοιχώματος, της κυτταρικής μεμβράνης, των μεταβολικών ενζύμων, της πρωτεϊνικής σύνθεσης και των γενετικών συστημάτων. Ο ακριβής μηχανισμός ή στόχος για τα αντιμικροβιακά τρόφιμα συμπεριλαμβανομένου και του ροδιού δεν είναι ακόμα πλήρως γνωστός ή καθορισμένος.

4.4 ΑΝΤΙΔΙΑΒΗΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Ο διαβήτης είναι η πιο κοινή μεταβολική νόσος στον κόσμο και εξακολουθεί να αυξάνεται. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, είναι η τρίτη πιο διαδεδομένη ασθένεια μετά από τις καρδιαγγειακές και ογκολογικές διαταραχές. Ένας από τους τρόπους για τον έλεγχο του σακχαρώδους διαβήτη είναι μέσω της διατροφής και έτσι πολυάριθμες μελέτες έχουν εστιάσει στην αντιδιαβητική ιδιότητα διάφορων φυσικών τροφών, συμπεριλαμβανομένου και του ροδιού (Huang et al, 2005, Li et al, 2005, Katz et al 2007, Parmar and Kar, Li et al, 2008, Bagri et al, 2009).

Οι κύριες ενώσεις του ροδιού που παρουσιάζουν αντιδιαβητικές ιδιότητες είναι οι πολυφαινόλες, οι οποίες μπορεί να επηρεάσουν τη γλυκαιμία μέσω διαφόρων μηχανισμών, που οδηγούν στη μείωση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα ή / και αύξησης των επιπέδων ινσουλίνης στο αίμα. Για παράδειγμα τέτοιοι μηχανισμοί συμπεριλαμβάνουν της αναστολή της απορρόφησης της γλυκόζης στο έντερο ή της πρόσληψής της από τους περιφερειακούς ιστούς. Επίσης το γαλλικό οξύ, ένα συστατικό ευρέως καταναεμημένο στα αντιδιαβητικά και αντιφλεγμονώδη φυτικά φάρμακα, και κύριο συστατικό του ροδιού, έχει αποδειχθεί ότι είναι το συστατικό που είναι περισσότερο υπεύθυνο για αυτή την αντιδιαβητική δραστηριότητα σε *in vitro* μελέτες. Επίσης το καφεϊκό οξύ, ένα άλλο συστατικό του ροδιού που αυξάνει την πρόσληψη γλυκόζης από τα λιποκύτταρα, σε μελέτη που έχει πραγματοποιηθεί σε αρουραίου και σε μυοβλάστες ποντικού (Vidua –Martos et al, 2010)

Ο Katz et al, το 2007, ανέφεραν την υπογλυκαιμική δραστηριότητα των λουλουδιών, των σπόρων και του χυμού του ροδιού. Οι μηχανισμοί για τέτοιες επιδράσεις είναι σε μεγάλο βαθμό άγνωστοι, αν και πρόσφατες έρευνες δείχνουν ότι τα άνθη και οι χυμοί ροδιού μπορούν να αποτρέψουν τα διαβητικά επακόλουθα μέσω της δέσμευσης του γ-υποδοχέα που ενεργοποιείται από τον πολλαπλασιαστή του υπεροξειδίου και την παραγωγή νιτρικού οξειδίου. Οι ενώσεις του ροδιού που συνδυάζονται με αντιδιαβητικά αποτελέσματα περιλαμβάνουν τα λινολενικά, ουρσολικά και γαλλικά οξέα. Επιπρόσθετα ο Li et al, το 2005, υποδεικνύουν ότι το εκχύλισμα λουλουδιών του ροδιού βελτιώνει την μεταγευματική υπεργλυκαιμία στον διαβήτη τύπου 2 και την παχυσαρκία, τουλάχιστον εν μέρει, αναστέλλοντας τη δραστηριότητα της α-γλυκοσιδάσης του εντέρου.

Σε μελέτη του Das et al 2001, διερευνήθηκε η υπογλυκαιμική δραστηριότητα των εκχυλισμάτων σπερμάτων ροδιού σε διαβητικούς αρουραίους και παρατηρήθηκε ότι η πρόσληψη εκχυλίσματος (300 και 600mg/kg από το στόμα) προκάλεσε σημαντική μείωση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα κατά 47% και 52% αντίστοιχα, μετά από 12 ώρες.

Τέλος σε in vivo έρευνα όπου μελετήθηκαν 40 διαβητικοί αρουραίοι στους οποίους χορηγήθηκε θεραπεία με 1mL φυσικού χυμού ροδιού , φάνηκε ότι ο χυμός βελτίωσε τον αριθμό και το μέγεθος των παγκρεατικών νησίδων Langerhans , προκαλώντας αύξησή τους, με την αύξηση αυτή να παρουσιάζει ισχυρά στατιστικά σημαντική συσχέτιση ($p < 0,01$),συγκριτικά με τους διαβητικούς αρουραίους που δεν χορηγήθηκε κάποια θεραπεία.Αυτή η αναγεννητική δράση που των νησίδων Langerhans μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι ο χυμός του ροδιού εμπεριέχει κάποια χημικά στοιχεία που έχουν αναγεννητική επίδραση στα κύτταρα των παγκρεατικών νησίδων και διεγείρουν τα β-κύτταρα να παράγουν περισσότερη ινσουλίνη ή μπορεί να έχουν συστατικά που μοιάζουν με ινσουλίνη. Επιπλέον η ισχυρή αντιοξειδωτική ιδιότητα του χυμού , μπορεί να δράσει ως σαρωτής ελεύθερων ριζών και να υπερασπιστεί αυτά τα παγκρεατικά κύτταρα από την καταστροφή, με την ύπαρξη της βιταμίνης C και πολυφαινολών, όπως ελλαγικού οξέος και κατεχινών να δρουν ως ισχυρά αντιοξειδωτικά.(Rouhi T et al,2017)

Άρα παρόλο των περιορισμένων αριθμό μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί ,η κατανάλωση ροδιού ως παράγοντας προστασίας έναντι του διαβήτη απαιτεί περισσότερη μελέτη, παρότι τα διάφορα επιμέρους συστατικά του έχουν εμφανίσει αρκετές αντιδιαβητικές ιδιότητες.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το ρόδι από την αρχαιότητα θεωρούνταν πολύτιμη τροφή, λόγω της προστατευτικής δράσης του στον ανθρώπινο οργανισμό. Σήμερα πολυάριθμες έρευνες αποδεικνύουν τις ευεργετικές του ιδιότητες του έναντι πολλών νοσημάτων όπως καρδιαγγειακά, καρκίνος, σακχαρώδης διαβήτης και δικαίως το κατατάσσουν στην κατηγορία του λειτουργικού τροφίμου με την έννοια ότι έχει πληθώρα βιοενεργών συστατικών που λειτουργούν με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να βελτιώνουν την υγεία του ανθρώπου και μειώνουν τον κίνδυνο ανάπτυξης νοσημάτων είτε μέσω της αντιοξειδωτικής του δράσης, είτε μειώνοντας την προσκόλληση ή τον πολλαπλασιασμό των καρκινικών κυττάρων είτε άλλοτε προσφέροντας αντιμικροβιακή ή αντιδιαβητική δράση .

Υπάρχουν αρκετές έρευνες που μπορούν να γίνουν ακόμα σχετικά με την ωφέλιμη δράση της τακτικής κατανάλωσης ροδιού και της σχέσης του με την ανθρώπινη υγεία. Πρέπει παρόλα αυτά να ενημερωθούν και οι άνθρωποι για τις ιδιότητές του και να το εντάξουν στον καθημερινό τους διαιτολόγιο είτε φρέσκο κατά το φθινόπωρο και το χειμώνα, είτε ως χυμό ή παραπροϊόντων του φρούτου όπως σε γλυκά, μαρμελάδες, μπάρες δημητριακών όλο το χρόνο.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Γάτσιος Κ.(2010). Η ροδιά(καλλιέργεια –χρήσεις ,φαρμακευτικές ιδιότητες).Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα 20-85
- Γιαννακοπούλου Ε. (2009). Οξειδωτικό stress-Αντιοξειδωτικοί μηχανισμοί Κλινική σημασία. Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής ; 26(1):23-25
- Δρογούδη Π, Τσιπουρίδης Κωνσταντίνος και Πανταζής Σ.(2007) Η καλλιέργεια της ροδιάς. Γεωργία – Κτηνοτροφία; 1: pp24-29
- Σωτηρούδης Θ.(2004). Ελεύθερες ρίζες, αντιοξειδωτικά και υγεία. Κοινωνία και Υγεία Παπό τη βασική έρευνα στην κλινική εφαρμογή pp207-225

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adhami VM, Siddiqui IA, Syed DN, Lall RK, Mukhtar H. (2012) Oral infusion of pomegranate fruit extract inhibits prostate carcinogenesis in the TRAMP model. *Carcinogenesis* 33(3): 644–651.
- Aruna P, Venkataramanamma D, Singh AK, Singh RP (2016) Health Benefits of Punicic Acid: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 15: 16–27
- Arzu Akpinar-Bayizit, Tulay Ozcan and Lutfiye Yilmaz-Ersan. (2012). The Therapeutic Potential of Pomegranate and Its Products for Prevention of Cancer. *IN Tech*;pp331-37
- Aviram M, Rosenblat M, Gaitini D Nitecki S ,Hoffman A, Dornfeld L Volkova N, Presser D, Attias J, Liker H and Hayek T .(2004). Pomegranate juice consumption for 3 years by patients with carotid artery stenosis reduces common carotid intima-media thickness, blood pressure and LDL oxidation. *Clin Nutr* ;23(3):423-33.
- Banihani S ,Swedan S Alguraan Z. (2013) Pomegranate and type 2 diabetes. *Nutrition Research* 33(5):341-348

- Bagri P, Ali M, Aeri V, Bhowmik M, Sultana S. 2009. Antidiabetic effect of *Punica granatum* flowers: effect on hyperlipidemia, pancreatic cells, lipid peroxidation and antioxidant enzymes in experimental diabetes. *Food Chem Toxicol* 47:50–4
- Benzie I.F and Strain J.Z (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*; 239(1):70-76
- Bernhoft A .(2010) .Bioactive Compounds in Plants: Benefits and Risks for Man and Animals : Proceedings from a Symposium Held in Norwegian Academy of Science and Letters pp1-255
- Bhandari PR . (2012) . Pomegranate (*Punica granatum L.*). Ancient seeds for modern cure? Review of potential therapeutic applications. *International Journal of Nutrition, Pharmacology, Neurological Diseases* ; 2(3) : 171-184
- Borges G, Mullen W, Crozier A. (2010). Comparison of the polyphenolic composition and antioxidant activity of European commercial fruit juices *Food Function* 2010 (1):73-83.
- Cencic A and Chingwaru W.(2010) . The role of functional foods, nutraceuticals, and food supplements in intestinal health. *Nutrients*; 2 (6):611-25
- Calín-Sánchez A, Figiel A, Hernández F, Melgarejo P, Lech K and Carbonell-Barrachina Á .(2013) .Chemical Composition, Antioxidant Capacity, and Sensory Quality of Pomegranate (*Punica granatum L.*) Arils and Rind as Affected by Drying Method . *Food Bioprocess Technol* ; 6:1644–1654
- Chandra R, Babu-Dhinesh K, Jadhav-Tejrao V and Texeira da Silva JA. (2010). Origin ,History and Domestication of Pomegranate. *Global Science Books* ; 4(2):1-6
- Chidambara KN, Jayaprakasha GK and Singh RP.(2002).Studies on Antioxidant Capacity of Pomegranate (*Punica granatum*) Peel Extract Using in Vivo Models .*J Agric Food Chem* ; 50:4791-4795
- Colombo E, Sangiovanni E and Dell'Agli M. (2013) A Review on the Anti-Inflammatory Activity of Pomegranate in the Gastrointestinal Tract. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2013: 1-11.

- Cornwell T, Cohick W, Raskin I. (2004) Dietary phytoestrogens and health. *Phytochemistry* 65(8):995-1016.
- Dadashi S, Mousazadeh M, Emam-Djomeh Z and Mousavi SM.(2013). Pomegranate (*Punica granatum* L.) seed: A comparative study on biochemical composition and oil physicochemical characteristics. *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research* ; 1(4): 351-363
- Elfalleh W, Hannachi H, Tlili N, Yahia Y, Nasri N and Ferchichi A. (2012). Total phenolic contents and antioxidant activities of pomegranate peel, seed, leaf and flower. *Journal of Medicinal Plants Research* 6: 4724-4730.
- Fan J and Watanabe T. (2003). Inflammatory reactions in the pathogenesis of atherosclerosis; *J Atheroscler Tromb*10: pp63-71
- Fawolen OA and Opara HK. (2012). Composition of trace and major minerals in different parts of Pomegranate(*Punica granatum*) fruit cultivars.*British Food Journal*; 114(11):1518-1532
- Gil M , Tomás-Barberán FA Hess-Pierce B , Holcroft DM and Kader AA.(2000). Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *J Agric Food Chem* ; 48(10):4581-9
- Goor A and Liberman J.(1956).The pomegranate In : Atsmon J (Ed) State of Israel Ministry of Agriculture , Agriculture Publication Sections ,Tel Aviv pp5-57
- Guaadaoui A, Benaicha S, Elmajdoub N ,Bellaoui M and Hamal A. (2014). What is a bioactive compound?A combined definition for a preliminary consensus. *International Journal of Nutrition and Food Science*; 3(3): 174-179
- Hartman RE, Shah A, Fagan AM, Schwetye KE, Parsadanian M, Schulman RN. (2006). Pomegranate juice decreases amyloid load and improves behavior in a mouse model of Alzheimer's disease. *Neurobiology Disease*; 24:506–515.
- Hertzler S. (2012) .Nitrate supplementation for cardiovascular health and exercise performance. *SCAN's Pulse*; 31(4): 7-11.
- Holland D ,Hatib K and Bar-ya 'akov I. (2009). Pomegranate: Botany, Horticulture, Breeding. *Horticultural Reviews*;35 pp127-191
- Huang THW, Peng G, Kota BP, Li GQ, Yamahara J, Roufogalis BD and Li Y. (2005). Anti-diabetic action of *Punica granatum* flower extract: activation

of PPAR-g and identification of an active component. *Toxicol App Pharmacol* ; 207:160–9

- IFIC International of Food Information Council .2009: Functional foods attitudinal research . International Food Information Council web site. Available from <http://www.ific.org/research/funcfoodsres02.cfm>
- Katz SR, Newman RA, Lansky EP. 2007. *Punica granatum*: heuristic treatment for diabetes mellitus. *J Med Food* **10**(2):213–7
- Lansky EP and Newman RA.(2007). *Punica granatum* (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. *Journal of Ethnopharmacology* ; 99: 107-206
- Li Y, Wen S, Kota BP, Peng G, Li GQ, Yamahara J and Roufogalis BD. (2005). *Punica granatum* flower extract, a potent alpha-glucosidase inhibitor, improves postprandial hyperglycemia in Zucker diabetic fatty rats. *J Ethnopharmacol*; 99:239–44
- Li Y, Qi Y, Huang THW, Yamahara J and Roufogalis BD. (2008). Pomegranate flower: a unique traditional antidiabetic medicine with dual PPAR- α / γ activator properties. *Diab Obes Meta*; 10(1):10–7
- Mansour E , Khaled AB , Yahya LB, Abid M, Bachar K and Ferchichi A.(2014). Fiber content and quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) Cultivated in a Coastal Oasis . *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*; 3(2): 915-924
- Miguel M, Neves MA, and Antunes MD. (2010). Pomegranate (*Punica granatum* L.): A medicinal plant with myriad biological properties - A short review. *Journal of Medicinal Plants Research* ;4: 2836-2847
- Mphahlele RR, Fawole OA, Makunga NP and Opara UL .(2016). Effect of drying on the bioactive compounds, antioxidant, antibacterial and antityrosinase activities of pomegranate peel . *BMC Complement Altern Med* ; 16: 143
- Viuda-Martos M, Fernández-López J and Perez-Álvarez J.A .(2010). Pomegranate and its ManyFunctional Components as Related to Human

Health: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* ; 9: 636-654

- Viuda-Martos M., Ruiz-Navajas Y., Martín-Sánchez A., Sánchez-Zapata E., FernándezLópez J, Sendra E, Sayas-Barberá E, Navarro C and Pérez-Álvarez.(2010). Chemical, physico-chemical and functional properties of pomegranate (*Punica granatum* L.) bagasses powder co-product ; international conference on food innovation October 2010 pp1-4
- Orak H, Yagar H and Isbilir SS .(2012). Comparison of Antioxidant Activities of Juice, Peel, and Seed of Pomegranate (*Punica granatum* L.) and Inter-relationships with Total Phenolic, Tannin, Anthocyanin, and Flavonoid Contents . *Food Sci. Biotechnol* ; 21(2): 373-387
- Ou B , Hampsch-Woodill M, Flanagan J , Deemer E , Prior R and Huang Deijan L. (2002). Novel Fluorometric Assay for Hydroxyl Radical Prevention Capacity Using Fluorescein as the Probe ; *J. Agric. Food Chem* 50:pp 2772-2777
- Parmar HS and Kar A. (2007) . Antidiabetic potential of *Citrus sinensis* and *Punica granatum* peel extracts in alloxan-treated male mice. *BioFac*; 31(1):17–24
- Pedriali CA, Fernandes AU, dos Santos PA, da Silva MM, Severino D and da Silva MB. (2010). Antioxidant activity, cito- and phototoxicity of pomegranate (*Punica granatum* L.) seed pulp extract. *Food Science and Technolog*; 30(4): 1017-1021
- Petti S and Scully C. (2009) .Polyphenols oral health and disease: a review .*J Dent* ; 37 :413-23
- Rouhi SZ , Sarker MR , Rahmat A, Alkahtani SA and Othman F.(2017). The effect of pomegranate fresh juice versus pomegranate seed powder on metabolic indices, lipid profile, inflammatory biomarkers, and the histopathology of pancreatic islets of Langerhans in streptozotocin-nicotinamide induced type 2 diabetic Sprague–Dawley rats. *BMC Complementary and Alternative Medicine* ; 17:156 pp 1-13

- Prior R , Wu X and Schaich K .(2005). Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements ; J. Agric. Food Chem 53:pp 4290-4302
- Sharrif MM and Hamed HK .(2012) .Chemical composition of the plant *Punica granatum* L. (Pomegranate) and its effect on heart and cancer. Journal of Medicinal Plants Research ;6(40): 5306-5310
- Shukla M, Gupta K, Rasheed Z, Khan KA and Haqqi TM .(2008) . Consumption of hydrolyzable tannins-rich pomegranate extract suppresses inflammation and joint damage in rheumatoid arthritis. Nutrition; 24: 733-743.
- Sreeja S, Santhosh Kumar TR, Lakshmi BS and Sreeja S. (2012) . Pomegranate extract demonstrate a selective estrogen receptor modulator profile in human tumor cell lines and in vivo models of estrogen deprivation. Journal of Nutritional Biochemistry ; 23(7):725-32.
- Sreekumar S, Sithul H, Muraleedharan P, Azeez JM and Sreeharshan S. (2014). Pomegranate Fruit as a Rich Source of Biologically Active Compounds. BioMed Research International ; Volume 2014 :pp1-12
- Stowe CB. (2011) The effects of pomegranate juice consumption on blood pressure and cardiovascular health. Complementary Therapies in Clinical Practice ;17(2): 113-115.
- Seeram NP, Adams LS, Henning SM, Niu Y, Zhang Y, Nair MG and Heber D. (2005) .In vitro antiproliferative, apoptotic and antioxidant activities of punicalagin, ellagic acid and a total pomegranate tannin extract are enhanced in combination with other polyphenols as found in pomegranate juice). J Nutritional Biochemistry ;16(6): 360–367
- Seeram NP, Lee R and Heber D.(2005a). Rapid large-scale purification of elagitannin from pomegranate husk, a by-product of the commercial juice industry. Sep . Purit . Technol;41:49-55
- Singh RP, Chidambara Murthy KN and Jayaprakasha GK .(2002).Studies on the antioxidant activity of pomegranate(*Punica granatum*) peel and seed extracts using in vitro models. J Agric Food Chem ; 50(1): 81-6
- Syeed DN , Afaq F and Mukhtar H.(2007). Pomegranate derived products for cancer chemoprevention. Se Cancer J ;7 : 377-85

- Wang L, Martins-Green M (2014) Pomegranate and its components as alternative treatment for prostate cancer. International Journal of Molecular Sciences 15(9):14949-66.
- Wu X, Cao G and Prior RL.(2002). Absorption and Metabolism of Anthocyanins in Elderly Women after Consumption of Elderberry or Blueberry. J Nutr ; 132(7):1865-1871
- Zafreshany A , Asgary S and Javanmard SH .(2014). Potent health effects of pomegranate.Adv Biomed Res ; 3:100
- Scientific Concepts of Functional Foods in Europe Consensus Document. British Journal of Nutrition (1999) ; 81, pp1-27
- USDA National Nutrient data base <https://ndb.nal.usda.gov>