

ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ , ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΣΑΟΥΣΟΓΛΟΥ ΕΛΕΝΗ

Α.Μ. 3229

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΟΥΣ ΤΗΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: κ. ΚΕΦΑΛΑΣ ΠΕΤΡΟΣ



Ευχαριστώ θερμά το οικογενειακό και φιλικό μου περιβάλλον που με στήριξε και ιδιαίτερα τους
Χάρη Σίδηρη και Δήμητρα Ηλιάκη για την πολύτιμη βοήθεια τους.

Τέλος ευχαριστώ τον εισηγητή της πτυχιακής μου εργασίας
κ. Κεφαλά Πέτρο.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
2. ΑΒΣΤΑΚΤ.....	6
3. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
4. ΤΑ ΚΑΡΟΤΕΝΟΕΙΔΗ	8
4.1. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΚΑΡΟΤΕΝΟΕΙΔΗ	8
4.2. ΧΗΜΙΚΗ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΤΩΝ ΚΑΡΟΤΕΝΟΕΙΔΩΝ	9
4.3. ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΒΙΟΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΚΑΡΟΤΕΝΟΕΙΔΩΝ	11
4.4. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΚΑΡΟΤΕΝΟΕΙΔΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ ΤΩΝ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ	12
5. Η ΝΤΟΜΑΤΑ.....	14
5.1. Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΝΤΟΜΑΤΑΣ.....	14
5.2. Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ Η ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΗΣ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	16
5.3. Η ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΗΣ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	20
5.4. Η ΝΤΟΜΑΤΑ ΩΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΕΥΝΑΣ	22
6. ΤΟ ΚΑΡΠΟΥΖΙ	23
7. ΤΟ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ	25
7.1. ΧΗΜΙΚΗ ΔΟΜΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ	25
7.2. ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ	27
7.3. ΒΙΟΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ.....	28
7.4. ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ.....	31
7.5. ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ	33
7.5.1. ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ	34
7.5.2. ΜΗ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ.....	35
7.6. ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ ΣΕ ΤΡΟΦΙΜΑ ΚΑΙ ΑΛΛΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΥΛΙΚΑ	36
7.6.1. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ ΣΕ ΦΥΤΙΚΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ.....	37
8. ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ	39
8.1. ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΚΑΡΚΙΝΟΥ	39
8.2. ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ ΚΑΙ ΚΑΡΚΙΝΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΣΤΑΤΗ	40
8.3. ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ ΚΑΙ ΑΛΛΟΙ ΤΥΠΟΙ ΚΑΡΚΙΝΟΥ	41
8.4. ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ ΚΑΙ ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ.....	43
8.5. ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ ΚΑΙ ΥΠΕΡΤΑΣΗ	44
8.6. ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ ΚΑΙ ΑΝΔΡΙΚΗ ΥΠΟΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑ.....	47
8.7. ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ ΚΑΙ ΝΕΥΡΟΕΚΦΥΛΙΣΤΙΚΕΣ ΝΟΣΟΙ	49
8.8. ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ ΚΑΙ ΠΑΘΗΣΕΙΣ ΟΣΤΩΝ	50
8.9. ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ	53

9.	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	54
9.1.	ΣΚΟΠΟΣ	54
9.2.	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	54
9.3.	ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ	56
10.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	61
10.1.	ΗΛΙΚΙΑ- ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ- ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ – ΦΥΣΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ.....	61
10.2.	ΓΝΩΣΗ ΣΗΜΑΣΙΑΣ ΤΡΟΦΩΝ	65
10.3.	ΕΠΙΔΙΩΞΗ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ	66
10.4.	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΦΑΓΗΤΟΥ ΕΚΤΟΣ ΣΠΙΤΙΟΥ ΤΗΝ ΕΒΔΟΜΑΔΑ.....	67
10.5.	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΑΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΤΟΝ ΧΕΙΜΩΝΑ	69
10.6.	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΑΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΤΟ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	71
10.7.	ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑΣ ΤΡΟΦΙΜΟΥ (%) ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΑΝΔΡΕΣ ΤΟΝ ΧΕΙΜΩΝΑ ΚΑΙ ΤΟ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	73
10.8.	ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑΣ ΤΡΟΦΙΜΟΥ (%) ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ ΓΙΑ ΤΙΣ ΓΥΝΑΙΚΕΣ ΤΟΝ ΧΕΙΜΩΝΑ ΚΑΙ ΤΟ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ.	75
10.9.	ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ (mg) ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΑΛΥΨΗΣ (DRI %) ΤΗΝ ΗΜΕΡΑ (ΧΕΙΜΩΝΑΣ – ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ)	77
11.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	80
12.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	82
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	83

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το λυκοπένιο ως μέλος της οικογένειας των καρτενοειδών είναι ένα ισχυρό λιποδιαλυτό αντιοξειδωτικό που συντίθεται από πολλά φυτά και μικροοργανισμούς και όχι από τα ζώα. Είναι υπεύθυνο για το κόκκινο χρώμα σε πολλά φρούτα και λαχανικά όπως οι ντομάτες, το καρπούζι, το ροζ γκρέιπφρουτ κ.α. Ο ευεργετικός ρόλος του λυκοπενίου στην πρόληψη χρόνιων ασθενειών έχει αναγνωριστεί σε αρκετές μελέτες.

Η παρούσα εργασία στηρίχτηκε στην συμπλήρωση ερωτηματολογίου από δείγμα ανδρών και γυναικών, ηλικίας 20-60 ετών, από το οποίο εκτιμήθηκαν τα επίπεδα ημερήσιας πρόσληψης λυκοπενίου καθώς και η συνεισφορά όλων των τροφίμων σε αυτή. Το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε την καταγραφή της συχνότητας κατανάλωσης της ντομάτας, των προϊόντων της και του καρπουζιού, καθώς είναι πλούσια σε λυκοπένιο, στο οποίο οφείλεται και το κόκκινο χρώμα τους.

Στην μελέτη πήραν μέρος 201 άτομα, εκ των οποίων τα 97 ήταν άνδρες και τα 104 γυναίκες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των δεδομένων, η ημερήσια πρόσληψη λυκοπενίου στο σύνολο των ατόμων τον χειμώνα και το καλοκαίρι είναι 13,69mg, και πιο συγκεκριμένα τον χειμώνα βρέθηκε να είναι 10,18mg και το καλοκαίρι 17,21mg. Η ημερήσια πρόσληψη λυκοπενίου σύμφωνα με την τιμή της συνιστώμενης ημερήσιας πρόσληψης (DRI) είναι επαρκής και τον χειμώνα και το καλοκαίρι. Την μεγαλύτερη συνεισφορά σε mg λυκοπενίου το καλοκαίρι την έχει η ντομάτα και το καρπούζι, ενώ τον χειμώνα τα μακαρόνια με σάλτσα και η ωμή ντομάτα.

2. ABSTACT

Lycopene as a member of the carotenoid family is a powerful fat-soluble antioxidant synthesized by many plants and microorganisms and not by animals. It is responsible for the red color in many fruits and vegetables such as tomatoes, watermelon, pink grapefruit, etc. The beneficial role of lycopene in the prevention of chronic diseases has been recognized in several studies.

This work was based on the completion of a questionnaire from a sample of men and women, aged 20-40, from which the estimated daily intake levels of lycopene and the contribution of all the food in it. The questionnaire included the recording of the consumption frequency of tomato products and watermelon, as it is rich in lycopene, which owes its red color.

The study included 201 individuals, of whom 97 were men and 104 women. According to the results of data processing, the daily intake of lycopene among all the people during the winter and summer is 13,69mg, and more specifically the winter was found to be 10,18 mg and summer 17,21 mg. The daily intake of lycopene according to the value of the daily recommended intake (DRI) is sufficient during winter and summer. The largest contribution in mg lycopene, during summer has the tomato and watermelon, while during winter pasta with sauce and raw tomato.

3. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα καροτενοειδή είναι έγχρωμες ενώσεις που συντίθεται από φυτά και μικροοργανισμούς αλλά όχι από τα ζώα. Τα φρούτα και τα λαχανικά αποτελούν τις κύριες πηγές πρόσληψης των καροτενοειδών στη διατροφή του ανθρώπου. Πιστεύεται ότι τα καροτενοειδή είναι υπεύθυνα για τις ευεργετικές ιδιότητες των φρούτων και των λαχανικών στην πρόληψη των ανθρώπινων ασθενειών , συμπεριλαμβανομένων των καρδιαγγειακών νόσων, τον καρκίνο και άλλων χρόνιων ασθενειών (Stahl and Sies 2005).

Η ντομάτα σήμερα αποτελεί ένα πρότυπο οργανισμό για τους επιστήμονες. Η δημοτικότητα της ντομάτας για τους επιστήμονες έχει αυξηθεί με το πέρασμα των χρόνων ώσπου έγινε πρότυπο οργανισμού για ερευνητικά προγράμματα τόσο για πειραματικούς όσο και για θεωρητικούς σκοπούς (The tomato Genome Consortium, 2012). Η θρεπτική αξία της ντομάτας μπορεί να θεωρηθεί όχι και τόσο υψηλή αν λάβει κανείς υπ' όψιν την περιεκτικότητα της σε πρωτεΐνες, λιπίδια και σάκχαρα. Παρ όλα αυτά οι ντομάτες είναι μία σημαντική πηγή θρεπτικών ουσιών συμβάλλοντας στην ανθρώπινη υγεία με τα αντιοξειδωτικά της, εκ των οποίων τα κύρια είναι το λυκοπένιο (Rao and Agarwal 2000).

Το λυκοπένιο ανήκει στην ομάδα των καροτενοειδών και ως ισχυρό αντιοξειδωτικό έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια για τον ευεργετικό ρόλο που διαδραματίζει στην υγεία του ανθρώπου. Αν και οι πιο κοινές πηγές του λυκοπενίου είναι τα φρούτα και τα λαχανικά που έχουν κόκκινο χρώμα, υπάρχουν και φυτά που δεν έχουν κόκκινο χρώμα και περιέχουν λυκοπένιο. Τρόφιμα-πηγές λυκοπενίου είναι οι ντομάτες, τα τροποποιημένα προϊόντα της ντομάτας, το καρπούζι, το ροζ γκουάβα, το ροζ γκρέιπφρουτ η παπάγια και τα βερίκοκα. Το λυκοπένιο που προέρχεται από μεταποιημένα προϊόντα ντομάτας φαίνεται να είναι περισσότερο βιοδιαθέσιμο από ότι στις ωμές ντομάτες. Τα επίπεδα του λυκοπενίου στο πλάσμα και στους ανθρώπινους ιστούς αντανακλούν την διαιτητική πρόσληψη. Ο βιολογικός ρόλος του λυκοπενίου στην πρόληψη των χρόνιων παθήσεων έχει αναγνωριστεί με έμφαση της επιστημονικής κοινότητας στον τομέα του καρκίνου, και ειδικότερα στον καρκίνο του προστάτη. Δεδομένου ότι το οξειδωτικό στρες μπορεί να είναι ένας σημαντικός αιτιολογικός παράγοντας στην πρόκληση της πλειονότητας των εκφυλιστικών νόσων και ότι το λυκοπένιο είναι ένα ισχυρό αντιοξειδωτικό ,η επιστημονική κοινότητα μελετάει τον ρόλο του σε αρκετές ασθένειες (Rao et al 2006).

4. ΤΑ ΚΑΡΟΤΕΝΟΕΙΔΗ

4.1. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΚΑΡΟΤΕΝΟΕΙΔΗ

Τα καροτενοειδή ανήκουν σε μια ομάδα έγχρωμων ενώσεων, οι οποίες συντίθεται από φυτά και μικροοργανισμούς, όχι όμως από τα ζώα. Με την ύπαρξη τους στα φυτά συμβάλλουν στην φωτοσύνθεση και παράλληλα προστατεύουν αυτά από την φωτοοξείδωση. Στην διατροφή του ανθρώπου τα φρούτα και τα λαχανικά αποτελούν τις κύριες πηγές καροτενοειδών (Johnson 2002), και είναι υπεύθυνα για το κίτρινο, πορτοκαλί και κόκκινο χρώμα τους. Πιστεύεται ότι είναι υπεύθυνα για τις ευεργετικές ιδιότητες των φρούτων και των λαχανικών συμβάλλοντας στην πρόληψη των ανθρώπινων ασθενειών συμπεριλαμβανομένων των καρδιαγγειακών νόσων, τον καρκίνο και άλλες χρόνιες ασθένειες. Τα τελευταία χρόνια οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των καροτενοειδών βρίσκονται στο επίκεντρο της έρευνας (Stahl and Sies 2005).

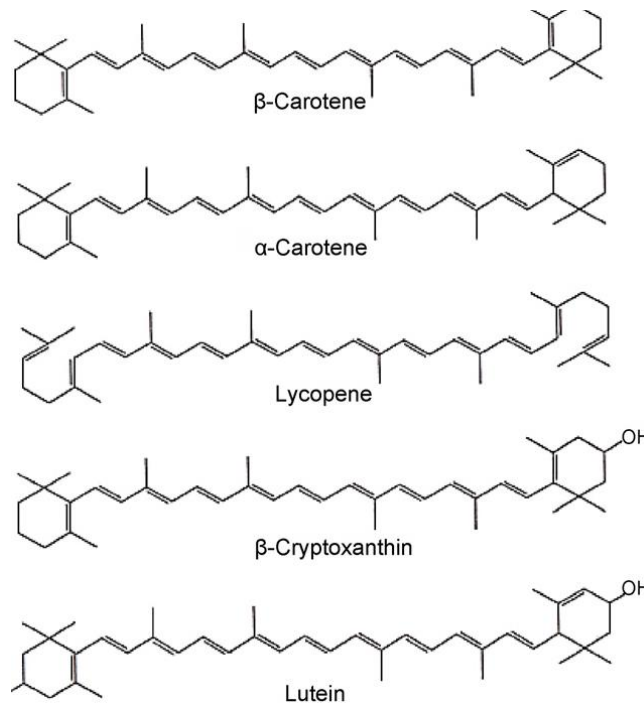
Περισσότερα από 600 καροτενοειδή έχουν μέχρι στιγμής εντοπιστεί στη φύση . Ωστόσο , μόνο περίπου 40 είναι ουσιαστικά παρόν στην ανθρώπινη διατροφή. Από τα 40 περίπου 20 καροτενοειδή έχουν ταυτοποιηθεί σε ανθρώπινο αίμα και σε ιστούς. Περίπου το 90% των καροτενοειδών στη διατροφή του ανθρώπου βρίσκονται με την μορφή του καροτενίου, του λυκοπενίου, της λουτεΐνης και της κρυπτοξανθίνης (Bramley 2000).

4.2. ΧΗΜΙΚΗ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΤΩΝ ΚΑΡΟΤΕΝΟΕΙΔΩΝ

Όλα τα καροτενοειδή διαθέτουν ισοπρενοειδή δομή , μια μακρά συζευγμένη αλυσίδα με διπλούς δεσμούς και αμφίπλευρη συμμετρία γύρω από τον κεντρικό διπλό δεσμό (Rao and Rao 2007).

Τα καροτενοειδή προέρχονται κυρίως από τροποποιήσεις στη δομή τους που μπορεί να καταλήγουν σε κυκλικές ομάδες τερματισμού και μπορεί να συμπληρωθούν με οξυγόνο και με αυτό τον τρόπο αποκτούν το χαρακτηριστικό χρώμα και τις αντιοξειδωτικές τους ιδιότητες (Rao and Rao 2007).

Δομές από κοινά καροτενοειδή (Rao and Rao 2007).



Λόγω της παρουσίας των συζευγμένων διπλών δεσμών , τα καροτενοειδή μπορούν να υποστούν ισομερισμό σε cis-trans ισομερή. Αν και οι trans ισομερή είναι πιο κοινή μορφή σε τρόφιμα και είναι πιο σταθερή πολύ λίγα είναι γνωστά σχετικά με την βιολογική σημασία του ισομερισμού των καροτενοειδών στην ανθρώπινη υγεία (Rao and Rao 2007).

Τα καροτενοειδή βρίσκονται σε πολλά τρόφιμα που καταναλώνει καθημερινά ο άνθρωπος όπως τα χρωματιστά φρούτα, οι χυμοί και τα λαχανικά τα οποία αποτελούν τις κύριες διατροφικές πηγές. Στα λαχανικά και τα φρούτα με κίτρινο- πορτοκαλί χρώμα βρίσκονται κυρίως με την μορφή του β-καροτενίου και του α-καροτενίου. Τα φρούτα διαθέτουν την α- κρυπτοξανθίνη, τα σκούρα πράσινα λαχανικά διαθέτουν λουτεΐνη και η ντομάτα και τα προϊόντα της διαθέτουν το λυκοπένιο (Rao and Rao 2007).

Πηγές καροτενοειδών στην διατροφή κατοίκων της Βόρειας Αμερικής (Johnson 2002).

Καροτενοειδή	Τρόφιμα –πηγές	Ποσότητα
β-καροτένιο	Βερίκοκα, αποξηραμένα	17.600
	Καρότα, μαγειρεμένα	9771
	Σπανάκι, μαγειρεμένο	5.300
	Πράσινο λάχανο	5.400
	Πεπόνι	3.000
	Πράσινο τεύτλων	2.560
	Μπρόκολο, μαγειρεμένα	1.300
	Ωμή ντομάτα	520
β-καροτένιο λυκοπένιο	Καρότα, μαγειρεμένα	3.723
	Ωμή ντομάτα	3.100
β-κρυπτοξανθίνη	Χυμός ντομάτας	10.000
	Ντοματοπολτός	36.500
	Κέτσαπ	12.390
	Σάλτσα ντομάτας	13.060
	Μανταρίνι	1.060
λουτεΐνη	Παπάγια	470
	Σπανάκι, μαγειρεμένο	12.475
	Πράσινο λάχανο	16.300
	Πράσινο τεύτλων	7.700
	Μπρόκολο, μαγειρεμένο	1.839
	Αρακάς, μαγειρεμένος	1.690

Στην περίπτωση της λουτεΐνης και της ζεαξανθίνης παρατηρείται ότι βρίσκονται σε υψηλές συγκεντρώσεις στο κρόκο του αυγού. Λόγω της ακόρεστης φύσης τους τα καροτενοειδή υπόκεινται σε αλλαγές μέσω οξειδωσης. Ωστόσο άλλοι παράγοντες όπως η θερμοκρασία το φως και το PH μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά το χρώμα καθώς και την θρεπτική αξία των τροφίμων (Johnson 2002).

Γενικά η περιεκτικότητα των τροφίμων σε καροτενοειδή δεν μεταβάλλεται σε μεγάλο βαθμό από τους κοινούς τρόπους μαγειρέματος, όπως το μαγείρεμα σε φούρνο μικροκυμάτων, ή ατμό ή βράσιμο. Παρόλα αυτά οι υψηλές θερμοκρασίες μπορούν να οδηγήσουν σε οξειδωτική καταστροφή των καροτενοειδών. Παρά το γεγονός ότι υπάρχει μια βάση δεδομένων για την εκτίμηση της ημερήσιας πρόσληψης των καροτενοειδών στους ανθρώπους, οι τιμές αυτές ποικίλουν σημαντικά λόγω της ευαισθησίας και της ιδιαιτερότητας των διαφόρων αναλυτικών μεθόδων που χρησιμοποιούνται την ανίχνευση αυτών των φωτοχημικών. Επίσης συχνά δεν λαμβάνονται υπ' όψιν οι εποχιακές διακυμάνσεις αλλά και οι μέθοδοι επεξεργασίας των τροφίμων στα οποία περιέχονται τα καροτενοειδή (Rao and Rao 2007).

Παρά το ότι αναγνωρίζεται ο ευεργετικός ρόλος των καροτενοειδών στην υγεία του ανθρώπου, ωστόσο δεν θεωρούνται απαραίτητα θρεπτικά συστατικά και ως εκ τούτου δεν έχουν διαιτητική αναφορά πρόσληψης (DRI) (Rao and Rao 2007).

4.3. ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΒΙΟΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΚΑΡΟΤΕΝΟΕΙΔΩΝ

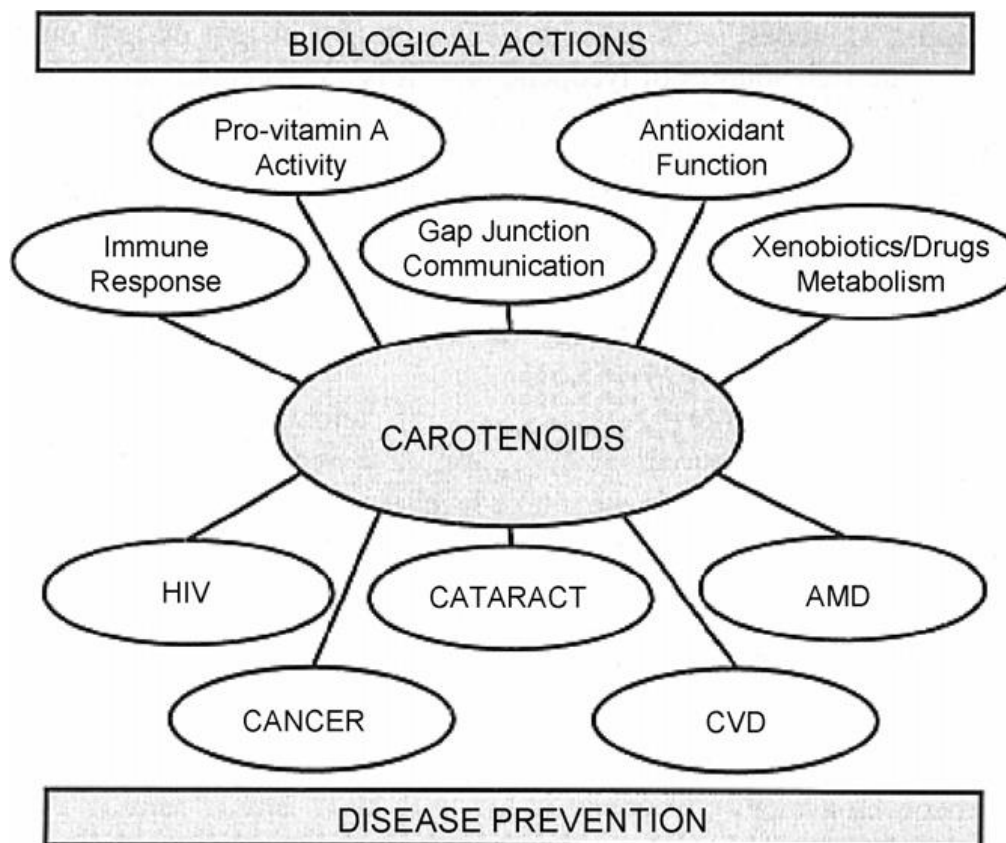
Σε σωστά τρεφόμενους ανθρώπους τα καροτενοειδή είναι παρόν κυρίως στο λιπώδη ιστό (80-85%), το ήπαρ (8-12%) και στους μυς (2-3%). Σε μικρότερα ποσοστά βρίσκονται σε άλλους ιστούς. Η συγκέντρωση των καροτενοειδών είναι υψηλότερη στο ωχρό σωματίο (περίπου 60g/g) και το επινεφρίδιο (περίπου 20g/g) σε σχέση με τον λιπώδη ιστό και το ήπαρ (περίπου 10sg/g) που είναι χαμηλότερη. Οι συγκεντρώσεις των διαφόρων καροτενοειδών στο αίμα και στους ιστούς εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τον μέσο όρο ημερήσιας πρόσληψης αυτών των χρωστικών. Πράσινα φυλλώδη λαχανικά και πολλά χρωματιστά φρούτα είναι πλούσια σε καροτενοειδή και πολυένια (Bendich and Olson 1989).

Τα περισσότερα καροτενοειδή που προέρχονται από την διατροφή του ανθρώπου απορροφώνται από το έντερο και εμφανίζονται στο αίμα. Ο ανθρώπινος ορός περιέχει fl-καροτένιο, α-καροτένιο, κρυπτοξανθίνη, λυκοπένιο και λουτεΐνη, και σε μικρότερες συγκεντρώσεις όπως ζεαξανθίνη, άλλες ξανθοφύλλες και πολυένια. Εκτός από το β-καροτένιο και το λυκοπένιο, η απορρόφηση των περισσότερων καροτενοειδών δεν είναι γνωστή. Είναι αρκετοί οι παράγοντες που επηρεάζουν την απορρόφηση των καροτενοειδών. Η επεξεργασία των τροφίμων και το μαγείρεμα προκαλούν την μηχανική βλάβη στους ιστούς, απελευθερώνοντας τα καροτενοειδή και βελτιώνοντας την απορρόφηση τους. Αυτά απορροφώνται εντός των κυττάρων του γαστρεντερικού βλεννογόνου και υπάρχουν αμετάβλητα στην κυκλοφορία και στους ιστούς. Στο έντερο οι τα καροτενοειδή απορροφώνται με παθητική διάχυση, αφού ενσωματωθούν στα μικκύλια που σχηματίζονται από το διαιτητικό λίπος και τα χολικά οξέα. Τα ενσωματωμένα μικκύλια με τα καροτενοειδή στην συνέχεια εισέρχονται στα χυλομικρά, απελευθερώνονται στο λεμφικό σύστημα, προσκολλώνται στις λιποπρωτεΐνες στην περιοχή του ήπατος και απελευθερώνονται εκ νέου στην κυκλοφορία του αίματος. Τα καροτενοειδή απορροφώνται διαφορετικά σε κάθε ιστό. Λίγοι μηχανισμοί απορρόφησης των καροτενοειδών είναι γνωστοί αυτή την στιγμή, όμως είναι γνωστό ότι η κύρια πηγή αποθήκευσης τους είναι ο λιπώδης ιστός (Bendich and Olson 1989).

4.4. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΚΑΡΟΤΕΝΟΕΙΔΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ ΤΩΝ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ

Οι Rao and Rao (2007) ανέφεραν με βάση κάποιες επιδημιολογικές μελέτες την στενή σχέση μεταξύ της υψηλής διαιτητικής πρόσληψης καροτενοειδών και των υψηλών συγκεντρώσεων αυτών στους ιστούς με τον μειωμένο κίνδυνο των χρόνιων παθήσεων. Το β-καροτένιο και το λυκοπένιο έχει δειχθεί ότι αντισταθμίζουν τον κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων και ορισμένων μορφών καρκίνου όπως αντίστοιχα η λουτεΐνη και η ζεαξανθίνη τις διαταραχές που σχετίζονται με τα μάτια.

Οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των καροτενοειδών είναι ο κύριος μηχανισμός μέσα από τον οποίο αυτά δείχνουν τις ευεργετικές τους ιδιότητες. Τα καροτενοειδή μπορούν να επιδράσουν και μέσω άλλων μηχανισμών, όπως μέσω της μεσοκυττάριας επικοινωνίας, της ρύθμισης της κυτταρικής ανάπτυξης, της ρύθμισης του γονιδίου έκφρασης, της ανοσολογικής απόκρισης, και τους ρυθμιστές της φάσης 1 και 3 των ενζύμων που μεταβολίζουν τα φάρμακα. Ωστόσο, τα καροτενοειδή όπως το α-καροτένιο, το β-καροτένιο και την β-κρυπτοξανθίνη έχουν ένα επιπλέον πλεονέκτημα ότι μπορούν να μετατραπούν σε βιταμίνη Α, η οποία παίζει ρόλο στην ανάπτυξη και την πρόληψη των ασθενειών (Rao and Rao 2007).



Οι βιολογικές δράσεις των καροτενοειδών και ο ρόλος τους στην πρόληψη χρόνιων ασθενειών (Rao and Rao 2007).

Διάφορες *in vitro* μελέτες σε ζώα και ανθρώπους έχουν αποδείξει τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες των καροτενοειδών όπως είναι το β-καροτένιο και το λυκοπένιο. Όταν οι ανθρώπινοι δερματικοί ινοβλάστες εκτέθηκαν σε ακτινοβολία UVA, το β-καροτένιο ήταν σε θέση να καταστείλει την άνω ρύθμιση της αιμικής οξυγενάσης 1, γονιδίου έκφρασης το οποίο εξαρτάται από την δόση. Είναι ενδιαφέρον να παρατηρήσουμε ότι το β-καροτένιο είναι ικανό να δρα ως προ-οξειδωτικό. Υπό συγκεκριμένες συνθήκες το β-καροτένιο σε συγκέντρωση 0,2μM επαυξημένης UVA προκαλεί την διέγερση της αιμικής οξυγενάσης-1 δείχνει να έχει έναν προ-οξειδωτικό χαρακτήρα. Ομοίως, σε μια άλλη μελέτη το β-καροτένιο σε συγκέντρωση 10μM αύξησε την παραγωγή ROS και τα επίπεδα της κυτταρικής οξειδωμένης γλουταθειόνης σε κυτταρικές σειρές *in vitro* λευχαιμίας και αδενοκαρκινώματος κόλου. Η δράση του β-καροτένιου ως προ-οξειδωτικό έγινε ορατή σε αρουραίους που έδειξαν αυξημένη δραστηριότητα των ενζύμων της φάσης 1 στο ήπαρ, στα νεφρά και στο έντερο, καθώς και στο αυξημένο οξειδωτικό στρες. Πρόσφατες μελέτες σε ανθρώπους αναφέρουν επίσης τις προ-οξειδωτικές ιδιότητες του β-καροτένιου. Είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι το επίκεντρο των μελετών έχει πλέον μετατοπιστεί σε ένα άλλο καροτενοειδές με αντιοξειδωτικό χαρακτήρα, το λυκοπένιο (Rao and Rao 2007).

5. Η ΝΤΟΜΑΤΑ

5.1. Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΝΤΟΜΑΤΑΣ

Παρά τους αιώνες, από τότε που εισήχθη η ντομάτα στην Ευρώπη, ο τόπος και ο χρόνος εξημέρωσης της είναι ακόμα ασαφής. Υπάρχουν όμως δύο υποθέσεις για τον τόπο, η μία είναι η εξημέρωση να έγινε στο Περού και η άλλη στο Μεξικό. Πως μπορεί να καθοριστεί ο τόπος εξημέρωσης της καλλιέργειας; Σε μία προσπάθεια να λυθεί αυτό το ζήτημα έγινε μία προσέγγιση με την βοήθεια της βοτανολογίας, της αρχαιολογίας, της παλαιοντολογίας, της ιστορίας και της φιλολογίας για πρώτη φορά το ενδεχόμενο ότι η εξημέρωση και η προέλευση της ντομάτας έγινε στο Περού. Το συμπέρασμα αυτό προήλθε από το γεγονός ότι αναμφισβήτητα η ντομάτα εντοπίστηκε πρώτα στην Αμερική, πριν την ανακάλυψη της στην Ευρώπη, ότι "mala peruviana" και "romi del Peru" χρησιμοποιήθηκαν ως ονόματα της ντομάτας, γεγονός που υποδηλώνει την αρχική εξημέρωση της και μεταφορά από το Περού προς την Ευρώπη, ότι η ντομάτα πιστεύεται ότι προέρχεται από το άγριο ντοματάκι, το οποίο είχε εντοπιστεί από τις παράκτιες περιοχές του Περού μέχρι το Μεξικό, ότι η κατανομή της ντομάτας και των προγονικών κυττάρων της προέκυψαν από κήπους στο Περού, και ότι η εξημέρωση έγινε πριν την ανακάλυψη της Αμερικής, όχι όμως πολύ καιρό πριν (Bergougnoux 2013).

Η άλλη ενδεχόμενη προέλευση της ντομάτας είναι από το Μεξικό και δικαιολογείται γιατί κανένα στοιχείο της προ-κολομβιανής καλλιέργειας στην Νότια Αμερική δεν είναι διαθέσιμο, σε σχέση με τα στοιχεία που προκύπτουν από το Μεξικό. Υποστηρίζεται ότι η το όνομα ντομάτα προέρχεται από την μεξικανική λέξη 'tomatl' η οποία αναφέρεται σε σφαιρικά και ζουμερά φρούτα (Bergougnoux 2013).

Ωστόσο, μέχρι σήμερα, η εξημέρωση της ντομάτας είναι ασαφής, παρά το γεγονός ότι έχει αναφερθεί ότι οι ντομάτες από την Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική μοιράζονται παρόμοια ισοένζυμα και μοριακούς δείκτες με εκείνους από το Μεξικό και της Κεντρικής Αμερικής, γεγονός που υποδηλώνει ότι η ντομάτα εισήχθη στην Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική από αυτές τις περιοχές. Καμία από τις παραπάνω υποθέσεις δεν υπερισχύει στην εγκυρότητα της και θα μπορούσε η εξημέρωση της ντομάτας να έγινε σε μία άλλη περιοχή (Bergougnoux 2013).

Ο πιο πιθανός πρόγονος της ντομάτας είναι το άγριο ντοματίνι, το οποίο ταυτοποιείται ως *S. lycopersicum* var. *Cerasiforme* λόγω της ευρείας εκπροσώπησης του στην Κεντρική Αμερική. Παρ' όλα αυτά οι γενετικές έρευνες που έγιναν έδειξαν ότι τα φυτά είναι γνωστά ως *Cerasiforme*, το οποίο είναι ένα μείγμα άγριων και καλλιεργούμενων ντοματών. Μια πολύ πρόσφατη μελέτη με βάση την ανάλυση του πολυμορφισμού μονών νουκλεοτιδίων όχι μόνο επιβεβαιώνει ότι ο *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* δεν είναι ο πρόγονος της καλλιεργούμενης ντομάτας, αλλά ενισχύει ότι μια προ-εξημέρωση έγινε στην περιοχή των Άνδεων (υπόθεση Περού), με την ολοκλήρωση της στην Κεντρική Αμερική (υπόθεση

Μεξικού), και ακολουθεί η εισαγωγή στην Ευρώπη από τους Ισπανούς εξαπλώνοντας την καλλιέργεια της ντομάτας σε όλο τον κόσμο (Tanksley 2004).

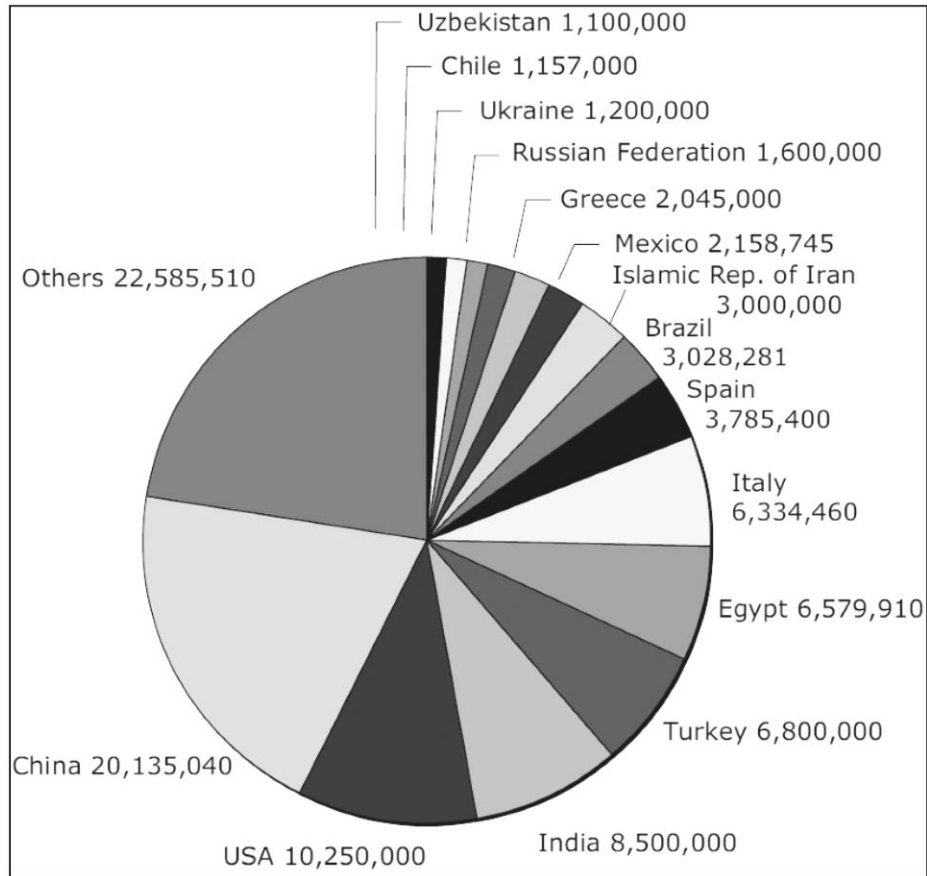
Η ιστορία της χρήσης της ντομάτας (και την πιθανή επακόλουθη εξημέρωσης) αναφέρθηκε σε μια αξιόλογη βιβλιογραφική έρευνα ,στην οποία πιθανώς ο ισπανός κατακτητής Cortes ήταν ο πρώτος που εισήγαγε την μικρή κίτρινη ντομάτα στην Ισπανία μετά την δέσμευση το 1521 της Τενοτσιτλάν , των Αζτέκων πόλη που σήμερα είναι γνωστή ως η πόλη του Μεξικού. Από την Ισπανία , η ντομάτα έφτασε στην Ιταλία μέσω της Νάπολης , που ήταν κατακτημένη από τον Ισπανό. Η πρώτη περιγραφή της ντομάτας στην Ευρώπη εγγράφει σε φυτολόγιο από τον Petrus Matthiolius το 1544. Πιθανώς οι άνθρωποι κατανάλωναν την ντομάτα πολύ νωρίτερα από την εισαγωγή της στην Ευρώπη με βιβλία μαγειρικής να αναφέρονται στην χρήση της σε γκασπάτσο την αρχή του 17ου αιώνα . Παρ 'όλα αυτά , λόγω της ομοιότητάς του με το τοξικό Solanum , όπως μανδραγόρα και belladonna , η ντομάτα για αρκετό καιρό χρησιμοποιούνταν για διακοσμητικούς λόγους. Έτσι , στην Ιταλία , τα φρούτα ήταν διακοσμητικά στοιχεία και ενσωματώθηκαν στην τοπική κουζίνα στα τέλη του 17ου ή στις αρχές του 18ου αιώνα . Και στην Γαλλία η ντομάτα ήταν διακοσμητικό στοιχείο και 18 χρόνια αργότερα ο κατάλογος σπόρων του « Maison grainiere Andrieux Vilmorin " ανέφερε τον σπόρο της ντομάτας, και αυτήν ως λαχανικό, κάτι που ισχύει μέχρι και σήμερα. Ύστερα η κατανάλωση της ντομάτας επεκτάθηκε προς τα βόρεια. Στην Αγγλία η κατανάλωση της ντομάτας ήταν διαδεδομένη από τα μέσα του 18^{ου} αιώνα. Από την Αγγλία οι ντομάτες εξάγονται στην Μέση Ανατολή από τον John Baker πρόξενος της Βρετανίας στο Χαλέπι. Στην συνέχεια οι ντομάτες μετανάστευσαν στην Βόρεια Αμερική λόγω του αγγλικού αποικισμού. Η πραγματική εξημέρωση της ντομάτας ξεκίνησε κατά την διάρκεια του 19^{ου} αιώνα. Έτσι , το 1820 , η Sabine αναφέρεται ότι τέσσερις κόκκινες ντομάτες και δύο κίτρινες καλλιεργήθηκαν στην Ευρώπη. Έδωσε ακόμη και συμβουλές για το πώς να τις καλλιεργούν σε συγκεκριμένες συνθήκες στην Αγγλία. Στην Αμερική , ο Alexander W. και ο Livingston προωθούν την ντομάτα και ήταν ο πρώτοι συνέβαλαν στην ανάπτυξη και την σταθεροποίηση των φυτών. Οι πολυάριθμες ποικιλίες που διατίθενται από τα τέλη του 19ου αιώνα παρήχθησαν από ελεύθερη επικονίαση σε αγροκτήματα ή σε μικρές καλλιέργειες. Η ανάπτυξη νέων ποικιλιών συνέβη με αυθόρμητη μετάλλαξη, φυσική επικονίαση ή με ανασυνδυασμό των προϋπαρχόντων γενετικών παραλλαγών . Το καλύτερο παράδειγμα αναπαραγωγής της ντομάτας είναι ίσως του Alexander Livingston, ο οποίος ήθελε να αποκτήσει ο καρπός της ντομάτας ομαλό σχήμα, ομοιόμορφο μέγεθος και καλύτερη γεύση. Για το σκοπό αυτό , επέλεξε ντομάτες με διαφορετικά χαρακτηριστικά, κρατώντας τους σπόρους που μεγάλωναν και επιλέγοντας τους κατ' επανάληψη πάνω από 5 χρόνια μέχρι να πάρει το τελικό μεγάλο και σαρκώδες φρούτο . Από μια εξελικτική άποψη , η εξημέρωση και η εκτροφή της ντομάτας που προκαλείται από δραστικές φυσιολογικές ή μορφολογικές αλλαγές μείωσαν την γενετική ποικιλότητα των καλλιεργούμενων ντοματών (Tanksley 2004).

5.2. Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ Η ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΗΣ ΝΤΟΜΑΤΑΣ

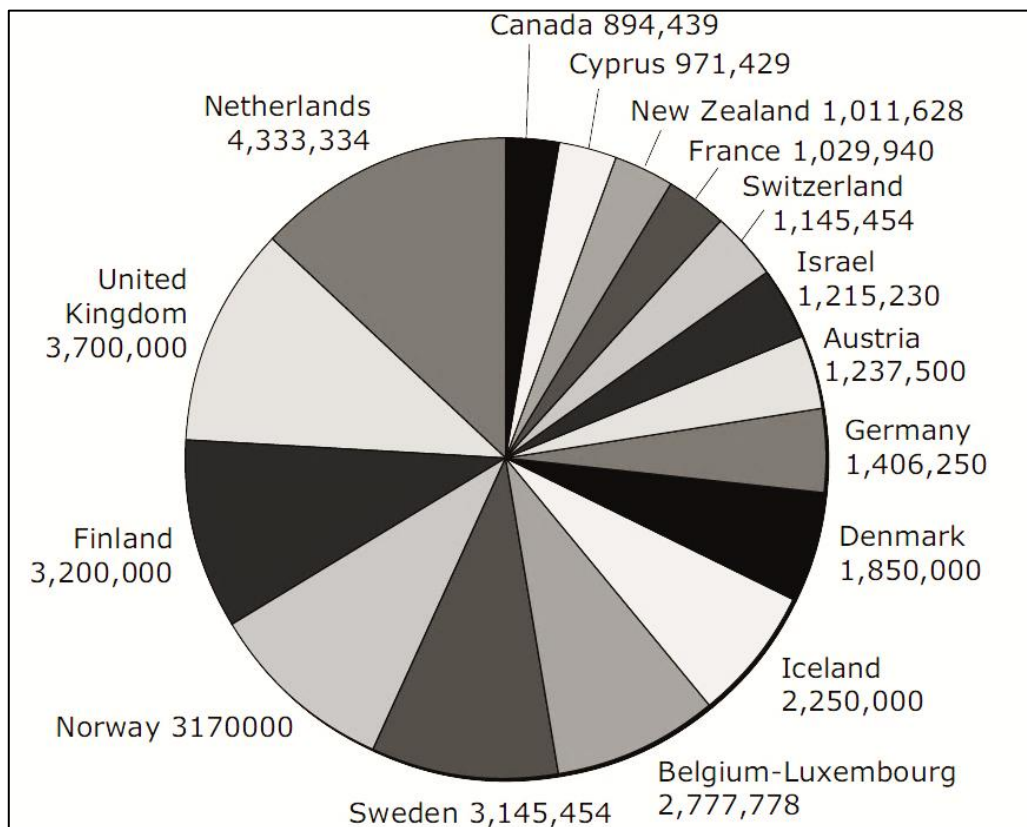
Η ντομάτα είναι από τα λαχανικά που καταναλώνονται περισσότερο σε όλο τον κόσμο, αποτελώντας διαιτητική πηγή βιταμινών, μετάλλων και φυτικών ινών, τα οποία είναι πολύ σημαντικά για την διατροφή και την υγεία του ανθρώπου. Γενικά η φρέσκια ντομάτα χρησιμοποιείται σε σαλάτες, σε διάφορες μαγειρικές παρασκευές, σε χυμούς, ή υποβάλλονται σε επεξεργασία σε μορφή πουρέ, συμπυκνωμάτων, καρυκευμάτων και σαλτσών. Η ντομάτα καλλιεργείται σε όλο τον κόσμο σε χωράφια ή σε θερμοκήπια. Είναι αξιοσημείωτο ότι με την αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού έχει αυξηθεί και η κατανάλωση της ντομάτας. Παράλληλα όμως έχουν αυξηθεί και οι ευθύνες των αγροτών, των γεωπόνων και των καλλιεργητών των κηπευτικών στο να ενισχύσουν την απόδοση τους χωρίς να υποβιβάζεται η ποιότητα στην παραγωγή, ώστε να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις της αγοράς. Οι περισσότερες μεγάλες παραγωγές της ντομάτας έχουν μέχρι σήμερα επιτευχθεί χρησιμοποιώντας συμβατικές μεθόδους επιλογής και αναπαραγωγής σε συνδυασμό με βελτιωμένες πρακτικές ανάπτυξης: χρήση λιπασμάτων, η βελτίωση της άρδευσης και διαχείρισης επιβλαβών οργανισμών

(http://www.sgn.cornell.edu/about/solanum_nomenclature.pl).

Το 2001, πάνω από 100 εκατομμύρια τόνοι ντομάτας παρήχθησαν, με τις 15 κορυφαίες χώρες να είναι (σε φθίνουσα σειρά) η Κίνα, οι ΗΠΑ, η Ινδία, η Τουρκία, η Αίγυπτος, η Ιταλία, η Ισπανία, η Βραζιλία, η Ισλαμική Δημοκρατία του Ιράν, το Μεξικό, η Ελλάδα, η Ρωσική Ομοσπονδία, η Ουκρανία, η Χιλή, και το Ουζμπεκιστάν, με μία ανοδική τάση στην παραγωγή τομάτας κατά την περίοδο 1992-2002 (Maharaj and Autar 2006).



Η παραγωγή της ντομάτας σε 15 χώρες το 2001 (Maharaj and Autar 2006).



Οι χώρες με τις υψηλότερες αποδόσεις στην παραγωγή της ντομάτας (Maharaj and Autar 2006).

Είναι ενδιαφέρον ότι , οι χώρες που παράγουν υψηλότερες αποδόσεις δεν έχουν το ιδανικό κλίμα για την καλλιέργεια της ντομάτας και έχουν τις λιγότερες εκτάσεις γης που προορίζονται για την παραγωγή της ντομάτας. Χώρες της Βόρειας Ευρώπης, ο Καναδάς και η Νέα Ζηλανδία παράγουν περισσότερες ντομάτες σε θερμοκήπια. Η κατανάλωση της ντομάτας έχει αποδειχθεί ότι αυξάνεται σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους (Maharaj and Autar 2006).

Η ποσότητα της ντομάτας που αναλογεί σε ένα κάτοικο κατά μέσο όρο υπολογίζεται στα 12,1kg/κάτοικο/ έτος. Η κατανάλωση της ντομάτας είναι υψηλότερη στις μεσογειακές και αραβικές χώρες στις οποίες υπολογίζεται συνήθως μεταξύ 40-60kg/κάτοικο/ έτος. Οι ντομάτες είναι ιδιαίτερα δημοφιλείς στην Αίγυπτο , την Ιταλία , το Ισραήλ , το Λίβανο, την Τουρκία και τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα (60-70 kg / κάτοικο / έτος) , ενώ άτομα από την Ελλάδα και τη Λιβύη έχουν την υψηλότερη προτίμηση με κατανάλωση περισσότερη από 100 κιλά ντομάτας ανά κάτοικο ανά έτος. Είναι δημοφιλές λαχανικό επίσης στη Λατινική και Βόρεια Αμερική και κατέχει την δεύτερη θέση μεταξύ των κορυφαίων λαχανικών στις ΗΠΑ (<http://faostat3.fao.org/home/index.html>).

Σύμφωνα με πιο πρόσφατες έρευνες η παγκόσμια παραγωγή της ντομάτας φτάνει 160 εκατομμύρια τόνους το 2011, κάνοντας την να είναι το έβδομο πιο σημαντικό είδος καλλιέργειας μετά τον αραβόσιτο, το ρύζι, το σιτάρι, τις πατάτες, την σόγια και την μανιόκα. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων 20 ετών , η παραγωγή ντομάτας έχει διπλασιαστεί. Παραδόξως , ενώ 20 χρόνια πριν, η Ευρώπη και η Αμερική αντιπροσώπευε τους σημαντικότερους παραγωγούς , σήμερα Ασία κυριαρχεί στην αγορά της ντομάτας με την Κίνα να κατέχει την πρωτιά και να ακολουθούν κατά φθίνουσα σειρά η Ινδία , οι ΗΠΑ , η Τουρκία , η Αίγυπτος , το Ιράν , η Ιταλία, η Βραζιλία , η Ισπανία και το Ουζμπεκιστάν. Είναι ενδιαφέρον ότι οι χώρες με την υψηλότερη απόδοση είναι από τη Βόρεια Ευρώπη , όπου η κλιματικές συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές για την καλλιέργεια της τομάτας και όπου η περιοχή που είναι αφιερωμένη στον πολιτισμό της τομάτας έχει πολύ μικρή απόδοση (<http://faostat3.fao.org/home/index.html>).

Η απόδοση της ντομάτας σε διάφορες χώρες και η σύγκριση της παραγωγής με την συγκομισθείσα έκταση (FAOSTAT, <http://faostat3.fao.org/home/index.html>).

	Country	Yield (Hg/Ha)	Rank of production	Harvested area (Ha)
1	Netherlands	4,788,484	25	1,702
2	Belgium	4,608,333	55	474
3	Norway	4,237,742	117	31
4	United Kingdom	4,157,407	75	216
5	Ireland	4,131,563	116	32
6	Iceland	4,012,500	143	4
7	Denmark	3,550,000	113	40
8	Finland	3,523,070	93	114
9	Sweden	2,821,458	115	48
10	Austria	2,723,730	87	185
19	United States of America	848,833	3	148,730
24	Spain	765,630	9	49,913
35	Brazil	617,947	8	71,473
40	Italy	572,919	7	103,858
45	China	492,714	1	985,903
46	Uzbekistan	445,690	10	58,000
48	Turkey	408,162	4	269,584
55	Egypt	381,521	5	212,446
57	Iran	371,025	6	183,931
92	India	194,520	2	865,000

Είναι αξιοσημείωτο ότι αυτές οι χώρες παράγουν περισσότερες ντομάτες υπό ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκηπίου . Η πρόσφατη αύξηση στην παραγωγή της ντομάτας οφείλεται στην αυξημένη κατανάλωση κατά την διάρκεια αυτής της περιόδου , φθάνοντας κατά μέσο όρο κατανάλωση 20,5 kg / κάτοικο / έτος το 2009 . Οι τρεις χώρες όπου η ντομάτα καταναλώνεται περισσότερο είναι η Λιβύη , η Αίγυπτος και η Ελλάδα , με την κατανάλωση να υπερβαίνει τα 100 kg / κάτοικο / έτος (<http://faostat3.fao.org/home/index.html>).

5.3. Η ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΗΣ ΝΤΟΜΑΤΑΣ

Η θρεπτική αξία της ντομάτας μπορεί να θεωρηθεί όχι και τόσο υψηλή αν λάβει κανείς υπ' όψιν την περιεκτικότητα της σε πρωτεΐνες, λιπίδια και σάκχαρα. Παρόλα αυτά οι ντομάτες είναι μία σημαντική πηγή θρεπτικών ουσιών συμβάλλοντας στην ανθρώπινη υγεία με τα αντιοξειδωτικά της, εκ των οποίων τα κύρια είναι το λυκοπένιο, η βιταμίνη Α (β-καροτένιο) και το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C) (Bergougnoux 2013).

Θρεπτική αξία ωμής ντομάτας (100gr) (USDA, <http://www.usda.gov/wps>).

Νερό	94,52g
Ενέργεια	18kcal
Πρωτεΐνη	0,88g
Λίπος	0,2g
Φυτικές ίνες	1,2g
Σάκχαρα	2,63g
Ανόργανα συστατικά	
Ασβέστιο	10mg
Μαγνήσιο	11mg
Φώσφορο	24mg
Κάλιο	237mg
Νάτριο	5mg
Φθόριο	2,3μg
Βιταμίνες	
Βιταμίνη C	13,7mg
Χολίνη	6,7mg
Βιταμίνη Α	42μg
α-καροτένιο	449μg
β-καροτένιο	101μg
Λυκοπένιο	2.573μg
Λουτεΐνη, ζεαξανθίνη	123μg
Βιταμίνη K	7,9μg

Έτσι οι ντομάτες αποτελούν την κύρια πηγή λυκοπενίου, το οποίο έχει αντιοξειδωτικές ιδιότητες και θεωρείται ότι προστατεύει τον οργανισμό από τον καρκίνο και τις καρδιαγγειακές παθήσεις.

Η διασταύρωση των *S. Lycopersicum* cv. Floradade και τα συγγενή άγρια φυτά *S. galapense* (*L. cheesmanii* f. ανήλικο CH Mull), το οποίο συνοδεύεται από το γονίδιο της β (Β), οδήγησε σε βελτιωμένη περιεκτικότητα σε β-καροτένιο και κατά συνέπεια σε υψηλότερη θρεπτική αξία (Bergougnoux 2013).

Οι ντομάτες είναι επίσης μια σημαντική και αξιόλογη πηγή ασκορβικού οξέος . Η κύρια οδός σύνθεσης ασκορβικό οξύ είναι το L-γαλακτόζη Wheeler - Smirnoff οδό στην οποία το ασκορβικό οξύ συντίθεται από μαννόζη - 6 -φωσφορική με το GDP -μαννόζης και GDP - L -γαλακτόζη . Περισσότεροι

μηχανισμοί διάσπασης έχουν περιγράψει κυρίως την οδό *alternatice* με ένα L - γαλακτονικό οξύ ενδιάμεσου , που απορρέουν από πολυμερή του κυτταρικού τοιχώματος. Σε σύγκριση με την σύγχρονη καλλιέργεια της ντομάτας, οι άγριες ποικιλίες ντομάτας είναι εξαιρετικά πλούσιες σε ασκορβικό οξύ και μπορεί να περιέχουν και 5 φορές περισσότερο ασκορβικό οξύ από την καλλιεργούμενη ντομάτα. Ερευνήθηκαν επίσης οι QTLS υποψήφια γονίδια που επηρεάζουν την περιεκτικότητα των φρούτων σε ασκορβικό οξύ. Αποδείχθηκε ότι η συσσώρευση ασκορβικού οξέος επιτυγχάνεται με την αυξημένη αποικοδόμηση της πηκτίνης που μπορεί να προκληθεί από το αιθυλένιο (Bergougnoux 2013).

Έχουν αναπτυχθεί επιτυχώς καλλιεργούμενες ποικιλίες ντομάτας με αυξημένη θρεπτική αξία αλλά η μειωμένη απόδοση τους εμπόδισε σημαντικά την εμπορική τους επιτυχία. Οι διαλύτες και τα στερεά υπολείμματα είναι σημαντικά στην επεξεργασία της ντομάτας και συμβάλουν στον καθορισμό των συμπυκνωμένων προϊόντων ντομάτας. Τα διαλυτά στερεά αντιπροσωπεύουν τα σάκχαρα, και τα οργανικά οξέα , τα οποία σε σύνθεση με πτητικό άρωμα χαρακτηρίζουν την γεύση των φρούτων (Bergougnoux 2013).

Τα οργανικά οξέα μόνα τους καθορίζουν το pH του τελικού προϊόντος. PH πάνω από 4.5 επιτρέπει την ανάπτυξη μικροοργανισμών, και την αλλοίωση στο τελικό προϊόν. Η αυξημένη θερμοκρασία και εκτεταμένη επεξεργασία είναι οι μόνοι τρόποι για να απαλλαγούμε από αυτό το πρόβλημα αυξάνοντας όμως παράλληλα της δαπάνες της μεταποίησης. Τα αδιάλυτα στερεά , δηλαδή τα συστατικά του κυτταρικού τοιχώματος και οι πρωτεΐνες καθορίζουν την σφριγηλότητα του καρπού αλλά επίσης και το ιξώδες των τελικών προϊόντων της ντομάτας όπως ο χυμός ντομάτας, η κέτσαπ, και οι σούπες. Δυο επίσης είναι πολύ σημαντικά για την αναπαραγωγή νέων ποικιλιών ντομάτας αλλά η επεξεργασία τους: ο τύπος της ανάπτυξης και η ευκολία της συγκομιδής. Το αυθόρμητο αυτό –κλαδεμα *sr* μετάλλαξη εμφανίστηκε το 1914 , επιτρέποντας την ανάπτυξη ποικιλιών με θαμνώδη ανάπτυξη. Επιπλέον , *sr* επάγει τη συγκέντρωση των λουλουδιών και συνεπώς των φρούτων , και συμβάλλει στην σταθερότητα φρούτων και αντίσταση στην πάνω - ωρίμανσης . Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά στις ποικιλίες που φέρουν αυτή τη μετάλλαξη υλικό της επιλογής για μηχανική συγκομιδή. Οι " αρμούς " μεταλλάξεις (*i* και *j2*) χαρακτηρίζονται από καμία ζώνη αποκοπής σε ποδίσκο φρούτα , επιτρέποντας τη συγκομιδή χωρίς κάλυκα και μίσχο , δηλαδή τα φρούτα είναι απαλλαγμένα από κάθε " Πράσινο " μέρη (Bergougnoux 2013).

Η φρέσκια ντομάτα και ο χυμός αυτής έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε νερό και είναι χαμηλοί σε θερμίδες. Είναι καλές πηγές βιταμινών A και C , όμως ο χυμός της ντομάτας. Και τα δυο είναι καλές πηγές βιταμινών A και C , αλλά ο χυμός ντομάτας έχει μόνο 2 με 3 φορές περισσότερη βιταμίνη C απ' ότι οι ώριμες κόκκινες ντομάτες. Παρόμοια οι κονσερβοποιημένες ντομάτες περιέχουν μόνο 3 με 4 φορές περισσότερη βιταμίνη C απ' ότι οι φρέσκιες ώριμες ντομάτες. Οι ώριμες ντομάτες περιέχουν 3-4 φορές τη βιταμίνη A απ' ότι οι πράσινες ντομάτες, αλλά γενικά οι κόκκινες και οι πράσινες ντομάτες έχουν ίση διατροφική αξία. Ο πούρες της ντομάτας και οι απλές σάλτσες ντομάτας (χωρίς πρόσθετα συστατικά όπως

κρέας ή μανιτάρια) έχουν περίπου 2 φορές μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε στερεά και περίπου την διπλή διατροφική αξία από την φρέσκια ντομάτα και τον χυμό της. Η πάστα ντομάτας η οποία έχει περίπου 4 φορές περισσότερη περιεκτικότητα σε στερεά από την φρέσκια ντομάτα, αποτελεί μια συμπυκνωμένη πηγή θρεπτικών συστατικών, έχοντας πολύτιμη συμβολή στην Παρασκευή ζυμαρικών, πίτσας και άλλων τροφίμων. Η κέτσαπ και η σάλτσα τσίλι έχουν ίση θρεπτική αξία, δεδομένου ότι παρασκευάζονται με παρόμοια συστατικά και περιέχει περίπου 32% στερεά (περίπου 5 φορές το περιεχόμενο φρέσκια ντομάτα και χυμό ντομάτας). Ωστόσο η κέτσαπ και το τσίλι είναι φτωχότερα προϊόντα σε θρεπτικά συστατικά σε σχέση με την πάστα ντομάτας επειδή ενισχύονται σε θερμίδες από την προσθήκη αλατιού ή ζάχαρης (Maharaj and Autar 2006).

5.4. Η ΝΤΟΜΑΤΑ ΩΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η δημοτικότητα της ντομάτας ως αντικείμενο έρευνας έχει αυξηθεί με το πέρασμα των χρόνων για ερευνητικά προγράμματα τόσο για πειραματικούς όσο και για θεωρητικούς σκοπούς. Αυτό είναι πιθανόν να οφείλεται σε: 1)τη δυνατότητα της ντομάτας να αναπτύσσεται σε διαφορετικές συνθήκες, και να προσαρμόζεται σε διάφορες αβιοτικές καταπονήσεις (κρύο, ξηρασία, κτλ.), 2) στον σύντομο κύκλο ζωής της, 3) έλλειψη ευαισθησίας, δηλαδή στην ικανότητα της να ανθίζει και να παράγεται σε οποιαδήποτε κατάσταση κατά την διάρκεια της ημέρας, 4) υψηλή αυτο-γονιμότητα και ομοζυγωτία της, χαρακτηριστικά που οδηγούν στην αναπαραγωγή των κειμηλίων από το τέλος του 19ου αιώνα, 5) ευκολία και ελεγχόμενη επικονίαση και υβριδισμό, 6) απλότητα της γενετικής της με ένα σχετικά μικρό γονιδίωμα (εκτιμώμενο να είναι περίπου 900 Mb για την καθαρή ποικιλία ντομάτας " Heinz 1706 ", το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την πρόσφατη ανάλυση αλληλουχίας του γονιδιώματος της (The tomato Genome Consortium 2012) και η έλλειψη γονιδιακής επικάλυψης, και 7) την ικανότητα της να πολλαπλασιάζεται αγενώς με εμβολιασμό ή να αναγεννιούνται ολόκληρα φυτά από διαφορετικά μέρη του φυτού. Άλλα φυτά που αποτελούν αντικείμενο έρευνας είναι ο αραβόσιτος, το ρύζι και η λεύκα. Αλλά η ντομάτα είναι φυλογενετικά μακριά από αυτά τα φυτά, και διαθέτει ειδικά μορφολογικά γνωρίσματα που δεν είναι κοινά με άλλα φυτά που χρησιμοποιούνται ως πρότυπα. Για παράδειγμα, έχει μία ακαθόριστη συνήθεια ανάπτυξης που οφείλεται στην επαναλαμβανόμενη διακοπή της βλαστικής φάσης περνώντας στην φάση της αναπαραγωγής. Η μετάλλαξη της είτε αυθόρμητη ή προκληθείσα από χημικές ουσίες ή ακτινοβολία, αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό απόθεμα πόρων για τους κτηνοτρόφους και τους επιστήμονες που καταφέρνουν να απομονώσουν και να κατανοήσουν τη λειτουργία των γονιδίων που ρυθμίζουν την εξέλιξη και την ανάπτυξη της ντομάτας (Lozano et al 2009).

6. ΤΟ ΚΑΡΠΟΥΖΙ

Το Καρπούζι πιστεύεται ότι έχει τις ρίζες του στην έρημο Καλαχάρι της Αφρικής. Η πρώτη καταγεγραμμένη συγκομιδή καρπουζιού έγινε σχεδόν 5.000 χρόνια πριν στην Αίγυπτο και απεικονίζεται σε Αιγυπτιακά ιερογλυφικά στους τοίχους των αρχαίων κτιρίων τους. Τα καρπούζια συνήθως τοποθετούνταν σε τάφους βασιλέων για να θρέφουν την μετά θάνατον ζωή τους. Από εκεί, τα καρπούζια εξαπλώθηκαν σε όλες τις χώρες κατά μήκος της Μεσογείου μέσω των εμπορικών πλοίων. Μέχρι το 10ο αιώνα, το καρπούζι είχε φτάσει στην Κίνα, η οποία είναι πλέον η νούμερο ένα χώρα σε παραγωγή καρπουζιών. Τον 13ο αιώνα το καρπούζι εξαπλώθηκε και στην υπόλοιπη Ευρώπη μέσω των Μαυριτανών, και πιστεύεται ότι έκανε την εμφάνιση του στις Ηνωμένες Πολιτείες από Αφρικανούς σκλάβους, όπως ο ίδιος αναφέρει στο βιβλίο του "Southern Food" ο John Egerton (<http://www.watermelon.org/Default.aspx>).

Το λυκοπένιο είναι μια χρωστική ουσία που δίνει στις ντομάτες, το καρπούζι και το ροζ γκρέιπφρουτ το κόκκινο χρώμα τους. Το καρπούζι περιέχει τα υψηλότερα επίπεδα λυκοπενίου από οποιοδήποτε άλλο φρέσκο φρούτο ή λαχανικό (15 έως 20 mg ανά 2 φλιτζάνια) και αποτελεί μέρος υγιεινής διατροφής. Τα καροτενοειδή μπορούν να δράσουν ως αντιοξειδωτικά που προστατεύουν τα κύτταρα από βλάβες που σχετίζονται με το οξυγόνο που μπορεί να προκύψουν από την τακτικές λειτουργίες των κυττάρων. Ο πρωταρχικός ρόλος των καροτενοειδών στα φυτά είναι να εξουδετερώσει ενώσεις που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης. Οι ενώσεις αυτές είναι συχνά υπεροξείδιο του υδρογόνου ή μονήρες οξυγόνο, και τα δύο από τα οποία θα επιτεθεί και να καταστρέψει τις κυτταρικές μεμβράνες, τελικά βλάπτουν το κύτταρο (<http://www.watermelon.org/Default.aspx>).

Περίπου 200-300 ποικιλίες καρπουζιού καλλιεργούνται στις ΗΠΑ και το Μεξικό, αν και υπάρχουν περίπου 50 ποικιλίες που είναι πολύ δημοφιλής. Το καρπούζι για να αναπτυχθεί χρειάζεστε τρεις παράγοντες: τον ήλιο, τις μέλισσες και το νερό. Οι μέλισσες πρέπει να γονιμοποιήσουν το κίτρινο καρπούζι για να ανθίσει. Εντός 60 ημερών, το αμπέλι παράγει τα πρώτα του καρπούζια. Η σοδειά είναι έτοιμη για συγκομιδή μέσα σε 3 μήνες. Κατά την συγκομιδή του καρπουζιού είναι απαραίτητη η ύπαρξη κίτρινης κηλίδας στο κάτω μέρος ως ένδειξη ωριμότητας (<http://www.watermelon.org/Default.aspx>).

Εδώ και 50 χρόνια καλλιεργούνται καρπούζια με λίγα ή και καθόλου σπέρματα. Τα χρωμοσώματα είναι η αιτία που μπορούν να καλλιεργηθούν καρπούζια χωρίς σπέρματα. Τα χρωμοσώματα είναι τα δομικά στοιχεία που δίνουν τα χαρακτηριστικά στα έμβια όντα, συμπεριλαμβανομένων των φυτών και των καρπουζιών. Καλλιεργητές καρπουζιών ανακάλυψαν ότι η διέλευση ενός διπλοειδούς φυτού (που φέρουν τα σάνταρ δύο σύνολα χρωμοσωμάτων) με τετραπλοειδές φυτό (που έχει τέσσερα σύνολα χρωμοσωμάτων) καταλήγει σε ένα φρούτο που παράγει ένα σπόρο τριπλοειδή. Αυτός ο τριπλοειδής σπόρος είναι ο σπόρος που παράγει καρπούζια χωρίς σπέρματα. Με άλλα λόγια, ένα καρπούζι χωρίς σπέρματα είναι ένα στείρο υβρίδιο το οποίο δημιουργείται από τη διέλευση σε ένα αρσενικό καρπούζι,

που περιέχει 22 χρωμοσώματα ανά κύτταρο, με ένα θηλυκό καρπούζι με 44 χρωμοσώματα ανά κύτταρο. Όταν αυτός ο σπόρος ωριμάσει περιέχει μέσα 33 χρωμοσώματα, που καθιστά το καρπούζι ανίκανο να παράγει σπέρματα. (<http://www.watermelon.org/Default.aspx>)

7. ΤΟ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ

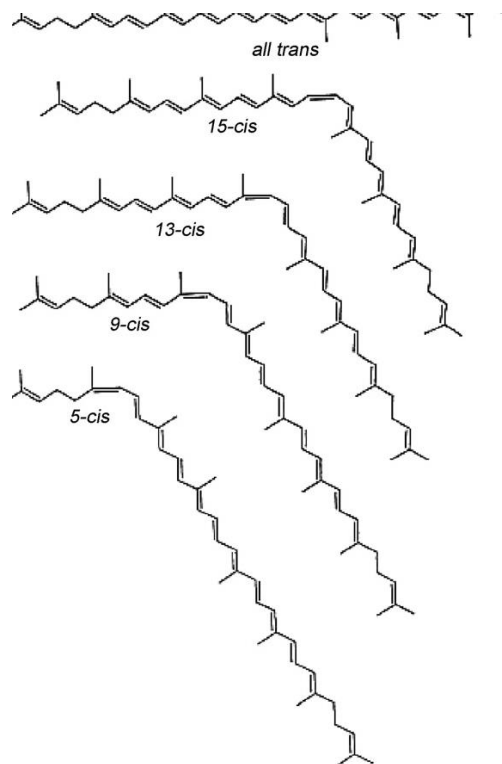
7.1. ΧΗΜΙΚΗ ΔΟΜΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ

Το λυκοπένιο είναι μια φυτοχημική ουσία και ως μέλος της οικογένειας των καροτενοειδών είναι ένα λιποδιαλυτό αντιοξειδωτικό που συντίθεται από πολλά φυτά και μικροοργανισμούς και όχι από τα ζώα και τους ανθρώπους. Είναι ακόρεστο με υδρογονάνθρακες ευθείας αλύσου που αποτελείται από 11 συζευγμένους και 2 μη συζευγμένους διπλούς δεσμούς. Είναι υπεύθυνο για το κόκκινο χρώμα σε πολλά φρούτα και λαχανικά όπως οι ντομάτες. Λόγω της παρουσίας των διπλών δεσμών στη δομή του λυκοπενίου, μπορεί να υπάρχουν τόσο cis και trans ισομερείς μορφές. Στη φύση, το λυκοπένιο είναι παρόν κυρίως σε όλες τις ισομερείς trans μορφές (Rao et al 2007).

Ωστόσο, μπορεί να ισομεριστεί από το φως, την θερμική ενέργεια και από χημικές αντιδράσεις σε cis-ισομερείς μορφές του. Μελέτες έχουν δείξει ότι το λυκοπένιο είναι σταθερό κάτω από συνθήκες θερμικής επεξεργασίας και αποθήκευσης. Μια πρόσφατη δημοσίευση έδειξε ότι το 5-cis λυκοπένιο είναι πιο σταθερό και ακολουθούν τα υπόλοιπα ισομερή τα οποία είναι τα all-trans, cis-9, 13-cis, 15-cis, cis-7 και 11-cis. Το 5-cis λυκοπένιο είχε επίσης δείξει ότι έχει τις βέλτιστες αντιοξειδωτικές ιδιότητες από τα 9-cis, 7-cis, 13-cis, 11-cis και τα all-trans ισομερή (Rao et al 2007).

Αρκετά cis-ισομερή του λυκοπενίου έχουν εντοπιστεί σε μεταποιημένα προϊόντα ντομάτας, σε βιολογικά υγρά και ιστούς. Σε μια πρόσφατη μελέτη, τα cis-ισομερή του λυκοπενίου έδειξαν ότι είναι πιο σταθερά και έχουν υψηλότερο αντιοξειδωτικό δυναμικό σε σύγκριση με τις all-trans μορφές του λυκοπενίου (Rao et al 2007).





Όλες οι trans και cis ισομερείς μορφές του λυκοπενίου (Agarwal and Rao 2000).

Το λυκοπένιο είναι ένα από τα πιο ισχυρά αντιοξειδωτικά, με ικανότητα μονήρους-οξυγόνου-σβέσης δύο φορές υψηλότερη από εκείνη του β-καροτενίου και 10 φορές υψηλότερο από εκείνη της α-τοκοφερόλη. Το λυκοπένιο στερείται η τερματική β-ιοντικά δακτυλίων, και σε αντίθεση με β-καροτένιο, στερείται προβιταμίνη Α δραστηριότητα. Λόγω του λιπόφιλου χαρακτήρα του, το λυκοπένιο και τα άλλα καροτενοειδή σχετίζονται με τα επίπεδα της χαμηλής πυκνότητας και πολύ χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνης. Το λυκοπένιο εντοπίζεται επίσης στα επινεφρίδια, στους όρχεις, στο ήπαρ και στον αδένα του προστάτη. Η ειδική κατανομή των ιστών παίζει σημαντικό ρόλο στον αντιοξειδωτικό χαρακτήρα του λυκοπενίου. Ωστόσο, σε αντίθεση με άλλα καροτενοειδή, τα επίπεδα του λυκοπενίου στον ορό ή στους ιστούς δεν συσχετίζονται με τη συνολική πρόσληψη φρούτων και λαχανικών (Agarwal and Rao 2000).

7.2. ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ

Δεδομένου ότι οι άνθρωποι δεν είναι σε θέση να συνθέσουν καροτενοειδή από μόνοι τους, τα προσλαμβάνουν αποκλειστικά από τη διατροφή. Αν και οι πιο κοινές πηγές του λυκοπενίου είναι τα φρούτα και τα λαχανικά που έχουν κόκκινο χρώμα, υπάρχουν και φυτά που δεν έχουν κόκκινο χρώμα και περιέχουν λυκοπένιο. Τρόφιμα-πηγές λυκοπενίου είναι οι ντομάτες, τα τροποποιημένα προϊόντα της ντομάτας, το καρπούζι, το ροζ γκουάβα, το ροζ γκρέιπφρουτ η παπάγια και τα βερίκοκα (Rao et al 1998).

Περιεκτικότητα λυκοπενίου σε φρούτα και λαχανικά (Rao et al 1998).

Φρούτα και λαχανικά	Λυκοπένιο (μg/g wet weight)
Ντομάτα	8.8-42.0
Καρπούζι	23.0-72.0
Ροζ γκουάβα	54.0
Ροζ γκρέιπφρουτ	33.6
Παπάγια	20.0-53.0
Ροδάκινο	<0.1

Από τα προϊόντα ντομάτας, ο χυμός, η κέτσαπ ,η σούπα ,η πίτσα και οι σάλτσες είναι τα πιο συνηθισμένα τρόφιμα που προέρχονται από την ντομάτα. Η διαμόρφωση του λυκοπενίου σε αυτές τις τροφές είναι κατά κύριο λόγο all-trans, αν και περιέχουν μεταποιημένα προϊόντα ντομάτας μεταξύ 1,7% και 10,1% ισομερή cis. Η επεξεργασία επίσης επηρεάζει τα αποτελέσματα της περιεκτικότητας του λυκοπενίου στα προϊόντα της ντομάτας (Rao et al 1998).

Η περιεκτικότητα του λυκοπενίου στα προϊόντα της ντομάτας (Rao et al 1998).

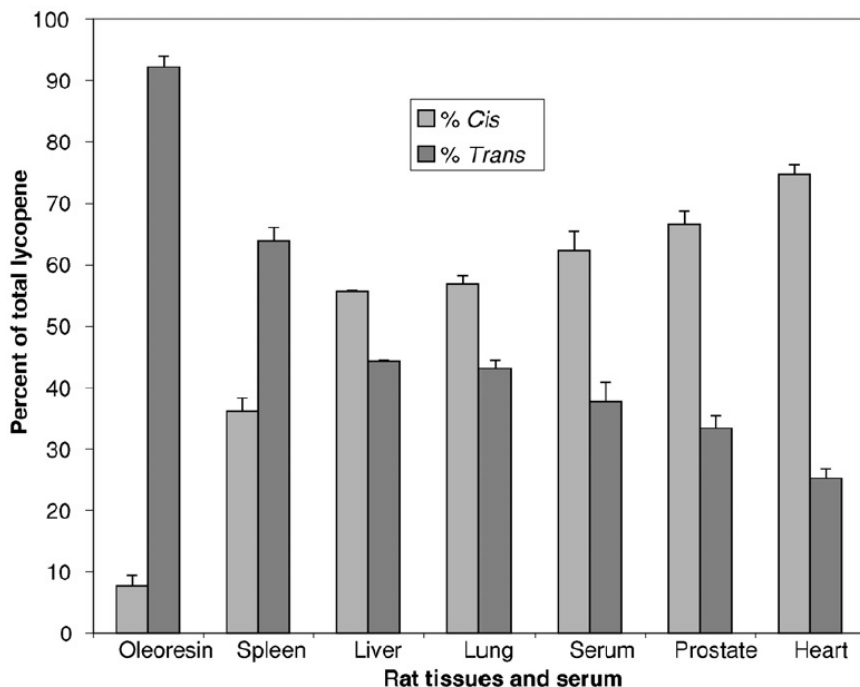
Προϊόντα ντομάτας	Λυκοπένιο (μg/g wet weight)
Φρέσκια ντομάτα	8.8-42.0
Μαγειρεμένη ντομάτα	37.0
Σάλτσα ντομάτας	62.0
Ντοματοπολτός	54.0-1500.0
Ντοματοσούπα	79.9
Σκόνη ντομάτας	1126.3-1264.9
Χυμός ντομάτας	50.0-116.0
Pizza sauce	127.1
Ketchup	99.0-134.4

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, το 80% της πρόσληψης του διαιτητικού λυκοπενίου, το οποίο είναι ένα καροτενοειδές χωρίς δραστηριότητα προβιταμίνης A , προέρχεται από τη κατανάλωση προϊόντων ντομάτας, συμπεριλαμβανομένων και των προϊόντων ντομάτας, όπως ντοματοχυμός ,σάλτσα ντομάτας κλπ. Το λυκοπένιο μαγειρεύεται και καταναλώνεται μέσα σε έλαια, όπως πάστα ντομάτας, σάλτσα ντομάτας. Η πίτσα φαίνεται να έχει την πιο αποτελεσματική απορρόφηση του λυκοπενίου (Rao et al 1998).

7.3. ΒΙΟΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ

Η περιεκτικότητα του λυκοπενίου στην ντομάτα διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία και αυξάνεται με την ωρίμανση του καρπού. Σύμφωνα με μια μελέτη αξιολογήθηκαν τα μέσα ημερήσια διαιτητικά επίπεδα λυκοπενίου χορηγώντας ένα ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων και εκτιμάται να είναι 25 mg / ημέρα, με προϊόντα ντομάτας, αντιπροσωπεύοντας το 50% της συνολικής πρόσληψης. Με βάση αυτά τα ευρήματα συνάγεται το συμπέρασμα ότι η συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη λυκοπενίου από 35 mg δεν επετεύχθη. Το λυκοπένιο από μεταποιημένα προϊόντα ντομάτας φαίνεται να είναι το πιο βιοδιαθέσιμο από ό, τι από τις ωμές ντομάτες. Οι συγκριτικές βιοδιαθεσιμότητες λυκοπενίου από διάφορα προϊόντα ντομάτας όπως ο πολτός, χυμός, κέτσαπ, σάλτσα και σούπα δεν είναι γνωστές. Ωστόσο, το λυκοπένιο από την πάστα ντομάτας δείχθηκε να είναι περισσότερο βιοδιαθέσιμο από ό, τι η φρέσκια ντομάτα (Rao et al 2006).

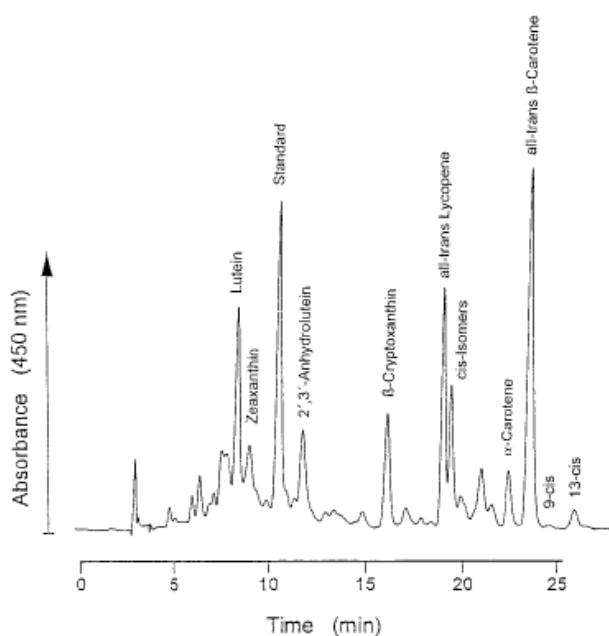
Η απελευθέρωση του λυκοπενίου από τα τρόφιμα οφείλεται στην επεξεργασία, η παρουσία των διαιτητικών λιπιδίων και θερμότητα επαγόμενη ισομερισμού από όλα τα trans σε cis ενισχύουν τη βιοδιαθεσιμότητα του λυκοπενίου. Ωστόσο, δεν είναι σαφές εάν τα cis-ισομερή είναι βιολογικώς πιο αποτελεσματικά από τα trans-ισομερή. Η βιοδιαθεσιμότητα του λυκοπενίου επηρεάζεται επίσης από τη δόση και παρουσία των άλλων καροτενοειδών, όπως το β-καροτένιο. Όταν στα ζώα χορηγήθηκε τροφή που περιείχε λυκοπένιο, κυρίως σε all- trans μορφή παρατηρήθηκε στους ιστούς και η παρουσία cis μορφής λυκοπενίου (Rao et al 2006).



Cis και trans ισομερή του λυκοπενίου στον ορό και στους ιστούς αρουραίου (Rao et al 2006).

Η cis-ισομερή μορφή αποτελεί το 0,5% του συνολικού λυκοπενίου στον ανθρώπινο ορό και στους ιστούς. Σε αντίθεση η all-trans μορφή στα τρόφιμα που αποτελούν πηγές λυκοπενίου, όπως η ντομάτα και τα προϊόντα αυτής αποτελεί το 79-91% του συνολικού λυκοπενίου (Rao et al 2006).

Ένα τυπικό χρωματογράφημα των καροτενοειδών στον ανθρώπινο οργανισμό φαίνεται στο σχήμα 4 μετά από κατάποση 2-3 κονσερβών ντομάτας (Stahl and Sies 1996).



Τυπικό χρωματογράφημα HPLC καροτενοειδών μέσω παθητικής μεταφοράς. Λίγα είναι γνωστά σχετικά με το δείγμα ανθρώπινου πλάσματος (Stahl and Sies 1996).

Το βασικότερο είναι να υπάρχει βιοδιαθεσιμότητα λυκοπενίου. Εκχυλίσματα ντομάτας με την μορφή ρητίνης ή σφαιριδίων είναι εμπορικά διαθέσιμα όμως η βιοδιαθεσιμότητα του λυκοπενίου από αυτές τις πηγές είναι μάλλον περιορισμένη στον άνθρωπο. Η βιοδιαθεσιμότητα του λυκοπενίου στα προϊόντα της ντομάτας ενισχύεται με μηχανική διάσπαση της σύστασης και θερμική τροποποίηση. Σε συμπυκνωμένα εκχυλίσματα ντομάτας το ελάχιστο διαλυτό λυκοπένιο κυρίως κρυσταλλώνεται. Η κρυσταλλική μορφή των καροτενοειδών έχει βρεθεί να είναι ο σημαντικότερος παράγοντας μείωσης της βιοδιαθεσιμότητας τους (Richelle et al 2002).

Διαφορές στη βιοδιαθεσιμότητα του λυκοπενίου παρατηρούνται επίσης όταν οι ντομάτες σε σχέση με την πάστα ντομάτας. Μετά από κατάποση φρέσκιας ντομάτας ή πάστα ντομάτας που αμφότερα περιέχουν 23 mg λυκοπένιο, συγκρίθηκαν τα επίπεδα του λυκοπενίου στα χυλομικρά. Η κατανάλωση της πάστας ντομάτας οδήγησε σε 2,5 φορές υψηλότερα επίπεδα λυκοπενίου στα χυλομικρά, σε σύγκριση με την φρέσκια ντομάτα. Πιθανοί παράγοντες της μεγαλύτερης βιοδιαθεσιμότητας από τα μεταποιημένα προϊόντα ντομάτας μπορεί να είναι η απελευθέρωση της καροτενοειδούς με θερμικά επαγόμενη ρήξη στα κυτταρικά τοιχώματα ή θερμικά βελτιωμένη εκχύλιση λυκοπενίου στην ελαιώδη φάση του μίγματος, με τη χρήση αραβοσιτέλαιο ως όχημα (Sies and Stahl 1998).

Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει την βιοδιαθεσιμότητα του λυκοπενίου είναι η στερεοχημεία του. Το λυκοπένιο είναι ένα εξαιρετικό ακόρεστο μόριο που περιέχει 13 διπλούς δεσμούς, 11 από τους οποίους είναι συζευγμένοι. Τα all-trans ισομερή του λυκοπενίου είναι κυρίαρχα στην φρέσκια ντομάτα σε σχέση με τα υπόλοιπα, όμως το λυκοπένιο μπορεί να μετατραπεί σε trans ή cis μορφές κατά την διάρκειας επεξεργασίας και αποθήκευσης της ντομάτας. Η cis-ισομερή μορφή του λυκοπενίου έχει χαμηλότερη τάση να συσσωματώνεται και επομένως να σχηματίζει κρυστάλλους. Στον ανθρώπινο οργανισμό το λυκοπένιο υπάρχει σε δύο ιστούς και στον ορό με την all- trans και cis ισομερή μορφή (Sies and Stahl 1998).

7.4. ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ

Ο *in vivo* μεταβολισμός του λυκοπενίου δεν είναι και ο πιο διαδεδομένος. Όμως σε μία *in vitro* μελέτη με την χρήση μετά-μιτοχονδριακού κλάσματος αρουραίου εντερικού βλεννογόνου, δύο τύποι των μεταβολικών προϊόντων του λυκοπενίου, τα προϊόντα διάσπασης και τα προϊόντα οξείδωσης ταυτοποιήθηκαν (Rao et al 2006).

Τα επίπεδα του λυκοπενίου στο πλάσμα και στους ανθρώπινους ιστούς αντανακλούν την διαιτητική πρόσληψη. Σύμφωνα με μία μελέτη όταν άτομα κατανάλωσαν δίαιτα για δύο εβδομάδες χωρίς παρουσία ντομάτας, τα επίπεδα λυκοπενίου μειώθηκαν σημαντικά (Agarwal and Rao 2000).

Μετά την πρόσληψη το λυκοπένιο ενσωματώνεται σε διαιτητικά μικκύλια λιπιδίων και απορροφάται στον εντερικό βλεννογόνο μέσω παθητικής διάχυσης. Στην συνέχεια ενσωματώνεται στα χυλομικρά και απελευθερώνεται στο λεμφικό σύστημα για να μεταφερθεί στο ήπαρ. Το λυκοπένιο μεταφέρεται με την βοήθεια λιποπρωτεϊνών που βρίσκονται στο πλάσμα ώστε να διανεμηθεί σε διάφορα όργανα. Λόγω του λιπόφιλου χαρακτήρα του το λυκοπένιο διαπιστώνεται ότι συγκεντρώνεται στην LDL (χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνης και την VLDL(πολύ χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνης) και όχι στην HDL (υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνης) (Agarwal and Rao 2000).

Configurational stability of lycopene isomers established at two levels of ab initio computation

5-*cis* > all-*trans* > 9-*cis* > 13-*cis* > 15-*cis* > 7-*cis* > 11-*cis*

Antioxidant properties of lycopene isomers as indicated by their ionization potential

5-*cis* > 9-*cis* > 7-*cis* > 13-*cis* > 15-*cis* > 11-*cis* > all-*trans*

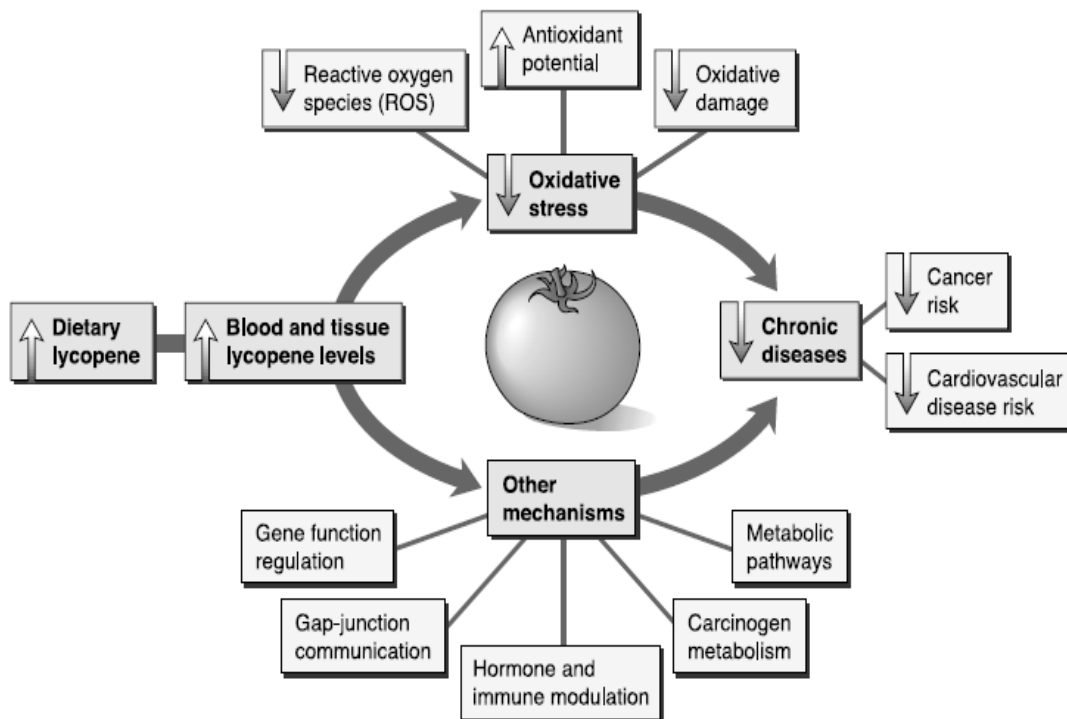
Σταθερότητα και αντιοξειδωτικές ιδιότητες του λυκοπενίου ισομερών (Rao et al 2006)

Η απορρόφηση του λυκοπενίου από διαιτητικές πηγές επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, από τις υψηλές θερμοκρασίες μαγειρέματος, την παρουσία λιπιδίων και άλλων ενώσεων συμπεριλαμβανομένων και άλλων καρτενοειδών. Το λυκοπένιο απορροφάται παρόμοια με άλλες λιποδιαλυτές ενώσεις σε όλον τον γαστρεντερικό σωλήνα μέσω ενός μηχανισμού με την μεσολάβηση χυλομικρών (Parker 1996).

Σε γενικές γραμμές, 10-30% του διαιτητικού λυκοπενίου απορροφάται από τον άνθρωπο. Απορροφάται εξίσου αποτελεσματικά από άλλες πηγές λυκοπενίου συμπεριλαμβανομένων σάλτσα ντομάτας και του χυμού ντομάτας. Άλλες μελέτες έχουν δείξει ότι το λυκοπένιο απορροφάται πιο αποτελεσματικά από τη μεταποίηση ντομάτας προϊόντων σε σύγκριση με τις ωμές ντομάτες. Η αυξημένη απορρόφηση λυκοπενίου από μεταποιημένα προϊόντα ντομάτας αποδίδεται στην παρουσία των *cis*-ισομερών του λυκοπενίου (Rao et al 2006).

7.5. ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ

Δύο είναι οι υποθέσεις που έχουν προταθεί να εξηγήσουν την αντικαρκινογόνο και την αντιαθηρογόνο δράση του λυκοπενίου: οξειδωτικός και μη οξειδωτικός μηχανισμός (Rao et al 2006).



Προτεινόμενοι μηχανισμοί για τον ρόλο του λυκοπενίου στις χρόνιες παθήσεις (Rao et al 2006).

7.5.1. ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ

Οι αντιοξειδωτικές δράσεις του λυκοπενίου είναι στο επίκεντρο της έρευνας σε σχέση με την βιολογική του δράση. Η πρόσληψη του λυκοπενίου μέσω της διατροφής έχει αποδειχθεί ότι αυξάνει τα επίπεδα του λυκοπενίου στον κυκλοφορητή Υ και στους ιστούς. Το λυκοπένιο ενεργώντας ως αντιοξειδωτικό παγιδεύει ROS, ενώ παράλληλα μειώνει το οξειδωτικό στρες και τις βλάβες σε συστατικά των κυττάρων, συμπεριλαμβανομένων των λιπιδίων, των πρωτεϊνών και του DNA. Από την οξειδωτική βλάβη των λιπιδίων, των πρωτεϊνών και του DNA αυξάνεται ο κίνδυνος ανάπτυξης χρόνιων ασθενειών, όπως καρδιαγγειακά νοσήματα, καρκίνο και οστεοπόρωση (Agarwal and Rao 2000).

Το οξειδωτικό στρες έχει αναγνωριστεί ως ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που μπορούν να αυξήσουν τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου. Σε χημικές διαδικασίες έχει αποδειχθεί ότι το λυκοπένιο είναι το πιο ισχυρό αντιοξειδωτικό ανάμεσα σε όλα τα καροτενοειδή. Το λυκοπένιο μπορεί να παγιδεύσει μονήρες οξυγόνο και να μειώσει την μετάλλαξη στην δοκιμασία Ames. Η αντιοξειδωτική δράση σε λιποσώματα πολλαπλών επιπέδων έχει αποδειχθεί ότι αναστέλλει τον σχηματισμό του θειοβαρβιτουρικού οξέως. Σε αυτή την δοκιμασία, το λυκοπένιο έχει αποδειχθεί ότι είναι το πιο ισχυρό αντιοξειδωτικό σύμφωνα με την παρακάτω κατάταξη: λυκοπένιο > α – τοκοφερόλη > α καροτένιο > β- κρυπτοξανθίνη > ζεαξανθίνη = β- καροτένιο > λουτεΐνη. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα μείγματα καροτενοειδών ήταν πιο αποτελεσματικά από τις απλές ενώσεις. Όταν το λυκοπένιο βρέθηκε μαζί με την λουτεΐνη έδειξαν πιο έντονο το αποτέλεσμα της αντιοξειδωτικής τους δράσης (Rao et al 2006).

Οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των προϊόντων της ντομάτας που παρέχουν διατροφικά λυκοπένιο, συμπεριλαμβανομένων του χυμού ντομάτας, των μακαρονιών με σάλτσα μελετήθηκαν σε 19 υγιείς εθελοντές στους οποίους χορηγήθηκε τυχαία στον καθένα μία πηγή λυκοπενίου για μία εβδομάδα. Στο τέλος της εβδομάδας συλλέχθηκαν δείγματα αίματος από τα οποία έγινε εκχύλιση του λυκοπενίου του ορού και μετρήθηκε με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC) χρησιμοποιώντας έναν ανιχνευτή απορρόφησης. Το θειοβαρβιτουρικό οξύ του ορού, οι αντιδραστικές ουσίες, οι θειόλες πρωτεΐνης, η 8-οξο δεοξυγουανοσίνη των λεμφοκυττάρων του DNA προσδιορίστηκαν για την μέτρηση των λιπιδίων, των πρωτεϊνών και την οξείδωση του DNA. Το λυκοπένιο ήταν το κύριο καροτενοειδές που υπήρχε στον ορό (Rao et al 2006).

Τα διαιτητικά συμπληρώματα του λυκοπενίου οδήγησαν σε σημαντική αύξηση των επιπέδων του λυκοπενίου στον ορό και μείωσαν τα επίπεδα του θειοβαρβιτουρικού οξέος του ορού. Αν και δεν είναι στατιστικά σημαντική υπήρξε μία μείωση στην οξείδωση των πρωτεϊνών και του DNA. Υπήρξε επίσης ένδειξη ότι τα επίπεδα του λυκοπενίου αυξήθηκαν κατά ένα τρόπο στην περίπτωση των μακαρονιών με σάλτσα. Αυτό αποδεικνύει ότι το λυκοπένιο που απορροφάται από τα προϊόντα της ντομάτας μπορεί να λειτουργήσει ως in vivo αντιοξειδωτικό (Rao et al 2006).

7.5.2. ΜΗ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ

Αν και υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες του λυκοπενίου, οι διαφορετικοί μηχανισμοί δράσης που σχετίζονται ή μη με τις αντιοξειδωτικές του λειτουργίες έχουν λάβει ιδιαίτερης προσοχής της έρευνας (John et al 2009).

Οι John et al (2009) αναφέρουν ότι σε μια μελέτη σε ανθρώπους και έξι μελέτες σε ζώα υπέδειξαν ότι το λυκοπένιο επάγει την απόπτωση καρκινικών κυττάρων. Σε αντίθεση με μία μελέτη σε ποντίκια έδειξε ότι το λυκοπένιο μειώνει τον αριθμό απόπτωσης. Τελικά ο πρώτος ισχυρισμός φαίνεται να ισχύει περισσότερο από ότι προκύπτει από τα λιγοστά στοιχεία της έρευνας. Διαφορετικές μελέτες υποδεικνύουν ότι αναστέλλει τον κυτταρικό κύκλο και επομένως μειώνει και την κυτταρική ανάπτυξη.

Σύμφωνα με αρκετές έρευνες που αναφέρουν οι John et al (2009) δείχθηκε μία αντίστροφη σχέση μεταξύ του άξονα αυξητικού παράγοντα (IGF-1) (παρόμοιος της ινσουλίνης) και εμφάνισης καρκίνου του προστάτη. Τα δεδομένα που έχουν προκύψει από την έρευνα γενικότερα όμως είναι ανάμεικτα σε σχέση με την επίδραση του λυκοπενίου στον άξονα IGF-1. Συνολικά υπάρχουν και στοιχεία μελετών in vivo που στηρίζουν ότι το λυκοπένιο στην αύξηση της επικοινωνίας των κυττάρων μέσω δεσμοσωμάτων. Τρεις in vivo μελέτες σε ανθρώπους από την άλλη δείχνουν ότι το λυκοπένιο μειώνει την οιστρογονική δραστηριότητα. Τα αποδεικτικά στοιχεία υποδηλώνουν ότι μπορεί να μειώσει την συγκέντρωση των οιστρογόνων ή / και της δραστηριότητάς τους. Ένας άλλος ισχυρισμός είναι ότι ο κίνδυνος ανάπτυξης καρκίνου του προστάτη σχετίζεται με το status ανδρογόνων και το λυκοπένιο μπορεί να ρυθμίσει τον μεταβολισμό τους.

Ένας διαφορετικός επίσης πιθανός μη οξειδωτικός μηχανισμός δράσης είναι ότι το λυκοπένιο επάγει την δράση ενζύμων αποτοξίνωσης. Ορισμένες επιδημιολογικές μελέτες ακόμα δείχνουν ότι το λυκοπένιο μειώνει τον δείκτη φλεγμονής της C αντιδρώσας πρωτεΐνης (CRP). Σε υγιή άτομα σε μία μελέτη αναφέρθηκε μείωση της συγκέντρωσης της CRP ενώ δύο άλλες ανέφεραν ότι ο ισχυρισμός αυτός δεν ισχύει. Τα στοιχεία in vivo που υπάρχουν είναι λιγοστά σε σχέση με αυτό και επομένως θεωρείται ότι τα δεδομένα της έρευνας που υποστηρίζουν μείωση της CRP είναι ανεπαρκή (John et al 2009).

7.6. ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ ΣΕ ΤΡΟΦΙΜΑ ΚΑΙ ΑΛΛΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Οι φασματοφωτομετρικές μέθοδοι και η υψηλής πίεσης υγρές χρωματογραφίες (HPLC) χρησιμοποιούνται πιο συχνά στις ποσοτικές εκτιμήσεις των συνολικών δειγμάτων λυκοπενίου στα τρόφιμα. Αρχικά εξάγεται από τα δείγματα με τη χρήση διαφόρων οργανικών διαλυτών. Τυπικά, το λυκοπένιο από προϊόντα ντομάτας εκχυλίζεται με εξάνιο: μεθανόλη: ακετόνη (2:1:1) μίγμα που περιέχει 2,5% βουτυλιωμένο υδροξυτολουόλιο (BHT). Η οπτική πυκνότητα του εκχυλίσματος εξανίου στη συνέχεια μετράται φασματοφωτομετρικά στα 502 nm έναντι ενός κενού εξανίου. Οι συγκεντρώσεις του λυκοπενίου στη συνέχεια υπολογίζονται χρησιμοποιώντας την εξαφάνιση $\text{coeYcient } (\% E)$ του 3150. Τα αποτελέσματα αναφέρονται ως μέρη ανά εκατομμύριο (ppm) του λυκοπενίου ή ως mg ανά μονάδα βάρους του προϊόντος διατροφής (Rao et al 2006).

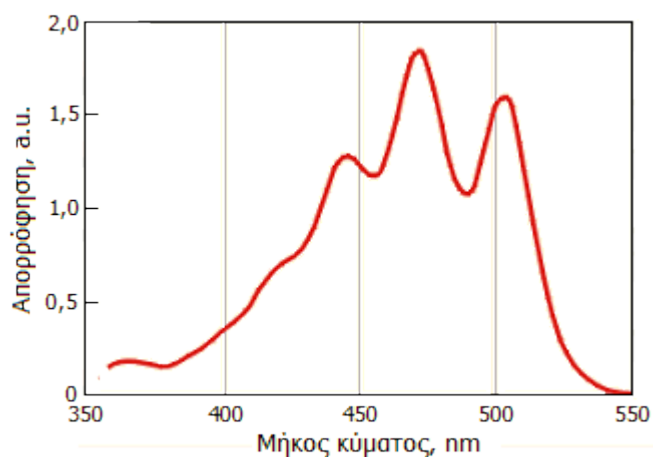
Το λυκοπένιο ποσοτικοποιείται από το προφίλ HPLC χρησιμοποιώντας πρότυπο διάλυμα λυκοπενίου και διατίθενται από πολλές εμπορικές πηγές. Σε σύγκριση με τις φασματοφωτομετρικές μεθόδους και HPLC βρέθηκαν τα αποτελέσματα να ταιριάζουν μεταξύ τους. Η φασματοφωτομετρική μέθοδος είναι μια βολική, γρήγορη και λιγότερο δαπανηρή διαδικασία για την ανίχνευση του συνόλου λυκοπενίου σε σύγκριση με την διαδικασία HPLC. Ένας μεγάλος αριθμός δειγμάτων μπορεί να υποβληθεί σε επεξεργασία με τη μέθοδο αυτή σε ένα σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα, χωρίς να θέτει σε κίνδυνο την ακρίβεια. Για την ανίχνευση των *cis* ισομερών μορφών του λυκοπενίου, χρησιμοποιείται το σύστημα HPLC με απορρόφηση ή με ηλεκτροχημικούς ανιχνευτές. Τυπικώς, τα δείγματα τροφίμων ομογενοποιούνται και στη συνέχεια εκχυλίζονται με εξάνιο: μεθανόλη: ακετόνη (2:1:1) μίγμα που περιέχει 2,5% BHT. Τα εκχυλίσματα στη συνέχεια αναλύονται με αντίστροφης φάσης HPLC χρησιμοποιώντας μία C30 HPLC πολυμερή στήλη. Κορυφές εμφανίζονται με μεθανόλη: μεθύλ τρι-βουτυλό αιθέρα (62:38) και παρακολουθούνται στα 460 nm χρησιμοποιώντας έναν ανιχνευτή απορρόφησης. Η περιεκτικότητα σε λυκοπένιο στα δείγματα ορού και πλάσματος υπολογίζεται με εκχύλιση με εξάνιο: μεθύλιο χλωρίδιο (5:1) που περιέχει 0.015% BHT και αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας μία Vydac 201HS54 αντίστροφης φάσης αναλυτική HPLC στήλη και έναν ανιχνευτή απορρόφησης που ορίζεται στα 460 nm. Η κινητή φάση που χρησιμοποιήθηκε είναι ένα μίγμα ακετονιτριλίου, μεθανόλης, χλωριούχου μεθυλίου, και νερού (7:7:2:0.16). Οι κορυφές λυκοπενίου αναγνωρίστηκαν και να ποσοτικοποιήθηκαν με τη χρήση των εξωτερικών προτύπων. Η ανάλυση του λυκοπενίου σε δείγματα ιστού προϋποθέτει ότι τα δείγματα πρώτα υποβάλλονται σε σαπωνοποίηση με επώαση σε υδροξείδιο του νατρίου. Τα δείγματα στη συνέχεια εκχυλίστηκαν και αναλύθηκαν όπως προηγουμένως για τα δείγματα ορού και πλάσματος (Rao et al 2006).

7.6.1. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ ΣΕ ΦΥΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

Το λυκοπένιο διαθέτει τη χρωμοφόρο ομάδα του μεγάλου συζυγιακού συστήματος διπλών δεσμών (11 διπλοί δεσμοί) γι αυτό και εμφανίζει τόσο έντονο ερυθρό χρώμα. Αραιά διαλύματα λυκοπενίου σε έλαια έχουν ένα περισσότερο πορτοκαλί παρά ερυθρό χρώμα, όπως είναι γνωστό από τις σάλτσες που προκύπτουν κατά τη θέρμανση ελαίων με τοματοπολτό. Κατά την οξείδωση του λυκοπενίου παύει να υφίσταται το συζυγιακό σύστημα των διπλών δεσμών στην αρχική του έκταση και το χρώμα του λυκοπενίου εξασθενίζει ή χάνεται (http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_lycopene.htm#01).

Ο ιδιαίτερα μεγάλος γραμμομοριακός συντελεστής απορρόφησης του λυκοπενίου επιτρέπει τον φασματοφωτομετρικό προσδιορισμό σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις χωρίς να χρειάζεται κάποιο χρωμογόνο αντιδραστήριο. Με $\epsilon = 172.000 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$ (στα 503 nm), θεωρώντας ως κατώτερο όριο μετρούμενης απορρόφησης ($A = \epsilon bC$) με ένα κοινό φασματοφωτόμετρο την τιμή 0,010 και κυψελίδα οπτικής διαδρομής $b = 1,00 \text{ cm}$, το κατώτερο όριο μέτρησης υπολογίζεται στην τιμή (περίπου) $6 \times 10^{-8} \text{ M}$ (ή 0,03 mg/L) (http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_lycopene.htm#01).

Στο σχήμα παρέχεται το φάσμα απορρόφησης του λυκοπενίου, όπως και το χρώμα διαλύματός του σε οργανικό διαλύτη. Για τον φωτομετρικό προσδιορισμό του λυκοπενίου, συνήθως προτιμάται η κορυφή που εμφανίζεται στα 503 nm σε σχέση με την κορυφή κάπως εντονότερης απορρόφησης στα 471 nm για να περιοριστεί η συνεισφορά στη μετρούμενη απορρόφηση άλλων καροτενοειδών, που απορροφούν σε μικρότερα μήκη κύματος (διαλύματα με χρώμα κίτρινο-πορτοκαλί) (http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_lycopene.htm#01).



Αριστερά: Διάλυμα λυκοπενίου σε οργανικό διαλύτη. Δεξιά: Φάσμα απορρόφησης διαλύματος λυκοπενίου. Με βάση τον γραμμομοριακό συντελεστή απορρόφησης $\epsilon = 1,72 \times 10^5$ (στα 502 nm) το φάσμα αυτό αφορά διάλυμα λυκοπενίου περίπου $9 \times 10^{-6} \text{ M}$ (ή 5 ppm) για κυψελίδα με οπτική διαδρομή $d = 1 \text{ cm}$ (http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_lycopene.htm#01).

Οι μετρήσεις του λυκοπενίου σε φυτικά προϊόντα ή προϊόντα επεξεργασίας τους (ντοματοχυμοί, ντοματοπολτοί κ.α.) είναι μια σχετικά απλή διαδικασία η οποία σε πολλά πανεπιστήμια πραγματοποιείται ως άσκηση φοιτητών στα πλαίσια της Χημείας Τροφίμων και Φυσικών Προϊόντων (http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_lycopene.htm#01).

Ο προσδιορισμός ξεκινά με εκχύλιση του προϊόντος (συνήθως με μίγμα ακετόνης-πετρελαϊκού αιθέρα 1:1) με έντονη ανάμιξη του προϊόντος με τον διαλύτη (π.χ. σε μίξερ). Η όλη διαδικασία (εκχύλιση, καθαρισμός, παρασκευή προτύπων, μετρήσεις) πρέπει να πραγματοποιείται σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού και ιδανικά τα διαλύματα βρίσκονται κάτω από αδρανή ατμόσφαιρα για να αποφευχθεί η οξείδωση του λυκοπενίου. Ακόμη, πρέπει να αποφεύγονται οι υψηλές θερμοκρασίες και η ανάλυση να πραγματοποιείται στο συντομότερο δυνατό διάστημα (Olempska 2006).

Ακολουθεί έκπλυση της οργανικής φάσης με νερό που απομακρύνει την υδατοδιαλυτή ακετόνη και ακολουθεί συμπύκνωση της οργανικής φάσης (πετρελαϊκού αιθέρα) στον επιθυμητό βαθμό. Συνήθως, επειδή το εκχύλισμα του προϊόντος περιέχει και άλλα καροτενοειδή, μπορεί να απαιτηθεί προηγούμενος καθαρισμός με χρωματογραφία στήλης. Μια στήλη αλουμίνας (Al₂O₃) θα κατακρατήσει εντονότερα το λυκοπένιο με τους 13 συνολικά διπλούς δεσμούς, σε σχέση με τα καροτένια με 11 ή 12 διπλούς δεσμούς (Olempska 2006).

Ο φωτομετρικός προσδιορισμός εξασφαλίζει τη μέτρηση του ολικού λυκοπενίου του προϊόντος (all-trans και cis μορφές λυκοπενίου). Ο προσδιορισμός των επιμέρους μορφών λυκοπενίου μπορεί να επιτευχθεί μόνο με υγρή χρωματογραφία (HPLC). Στον πίνακα δεξιά δείχνονται τυπικές περιεκτικότητες διάφορων φυτικών προϊόντων και προϊόντων επεξεργασίας τους σε λυκοπένιο. Από τις αναφερόμενες τιμές μπορεί να υπολογισθεί ότι μια ωμή τομάτα τυπικού βάρους 150-200 g παρέχει από 1 έως 8 mg λυκοπενίου, ενώ ένα ποτήρι ντοματοχυμού (200 ml) από 10 έως 20 mg λυκοπενίου. Στη βιβλιογραφία δίνονται πολλοί παρόμοιοι πίνακες με παραπλήσιες τιμές περιεκτικότητας σε λυκοπένιο. Στον πίνακα που ακολουθεί παρέχονται τυπικές επί τοις εκατό περιεκτικότητες σε *trans*- και διάφορες *cis*-μορφές του λυκοπενίου διαφόρων πηγών (Olempska 2006).

Τυπική σύνθεση του λυκοπενίου από διάφορες πηγές (Olempska 2006).

Τυπική σύνθεση του λυκοπενίου από διάφορες πηγές (ως % ποσοστό του ολικού λυκοπενίου)					
Δείγμα	Ολικός <i>trans</i> -λυκοπένιο	5- <i>cis</i> -λυκοπένιο	9- <i>cis</i> -λυκοπένιο	13- <i>cis</i> - + 15- <i>cis</i> - λυκοπένια	Άλλα <i>cis</i> -λυκοπένια
Ωμές κόκκινες τομάτες	94 - 96	3 - 5	0 - 1	1	<1
Τροφές με μαγειρεμένη τομάτα	35 - 96	4 - 27	<1 - 14	<1 - 7	<1 - 22
Πλάσμα αίματος ανθρώπου	32 - 46	20 - 31	1 - 4	8 - 19	11 - 28
Συνθετικό λυκοπένιο (DSM Nutritional Products)	>70	<23	<1	<1	<3
Συνθετικό λυκοπένιο (BASF AG)	>70	<23			

8. ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

8.1. ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΚΑΡΚΙΝΟΥ

Η μεσογειακή διατροφή είναι πλούσια σε λαχανικά και φρούτα, συμπεριλαμβανομένου και της ντομάτας, η οποία εκτιμάται ότι είναι υπεύθυνη για τα χαμηλά ποσοστά εμφάνισης του καρκίνου. Σε αρκετές επιδημιολογικές μελέτες η πρόσληψη ντομάτας αλλά και τα προϊόντα αυτής σχετίζονται με χαμηλότερο κίνδυνο εμφάνισης αρκετών τύπων καρκίνου. Από μια υψηλή ποσότητα ντομάτας που προσλήφθηκε φάνηκε να έχει προστατευτική δράση έναντι καρκίνων του πεπτικού σωλήνα σε μία ομάδα ασθενών μαρτύρων, και μείωση κατά 50 % στα ποσοστά θανάτου από καρκίνο σε όλες τις τοποθεσίες σε ένα ηλικιωμένο πληθυσμό των ΗΠΑ. Τα πιο εντυπωσιακά αποτελέσματα προέρχονται από τις ΗΠΑ όπου επαγγελματίες υγείας συνεχίζοντας την μελέτη, η οποία αξιολόγησε την πρόσληψη διαφόρων καροτενοειδών και της ρετινόλης σε σχέση με τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του προστάτη μέσα από ένα ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων. Η εκτιμώμενη πρόσληψη λυκοπενίου από διάφορα προϊόντα ντομάτας ήταν αντιστρόφως ανάλογη προς τον κίνδυνο του προστάτη καρκίνου. Αυτό το αποτέλεσμα δεν παρατηρήθηκε με οποιονδήποτε άλλο καροτενοειδές . Μια μείωση του κινδύνου σχεδόν 35% παρατηρήθηκε για συχνότητα κατανάλωσης 10 ή περισσότερων μερίδων ντομάτας και προϊόντων αυτής ανά εβδομάδα , και οι προστατευτικές επιδράσεις ήταν ακόμη ισχυρότερες σε πιο προχωρημένο ή επιθετικό καρκίνο του προστάτη (Agarwal and Rao 2000).

Οι Agarwal and Rao (2000) ανέφεραν κάποιες μελέτες στις οποίες φάνηκε ότι τα επίπεδα λυκοπενίου στον ορό και στους ιστούς σχετίζονται αντίστροφα με τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του μαστού και του καρκίνου του προστάτη. Δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική συσχέτιση με άλλα καροτενοειδή ,συμπεριλαμβανομένου του β- καροτένιου.

72 επιδημιολογικές μελέτες σύμφωνα με την ανασκόπηση των Agarwal and Rao (2000) περιελάμβαναν ομάδες ελέγχου, διατροφικές συνήθειες, δείγμα αίματος, επίπεδα λυκοπενίου και την ασθένεια του καρκίνου. Σύμφωνα με τις 57 μελέτες υπάρχει αντίστροφη σχέση μεταξύ της πρόσληψης ντομάτας ή τα επίπεδα του λυκοπενίου στο αίμα με τον κίνδυνο εμφάνισης διαφόρων τύπων καρκίνου. Σε 35 περιπτώσεις η σχέση αυτή ήταν στατιστικά σημαντική. Καμία από τις μελέτες δεν έδειξαν ανεπιθύμητες επιδράσεις της υψηλής πρόσληψης της ντομάτας ή των υψηλών επιπέδων λυκοπενίου.

Παρά το γεγονός ότι τα επιδημιολογικά στοιχεία για το ρόλο του λυκοπενίου στην πρόληψη του καρκίνου είναι πειστικά , ο ρόλος αυτός πρέπει να αποδειχθεί πλήρως. Υπάρχουν μερικές δοκιμές σε ανθρώπους ώστε να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα του λυκοπενίου στη μείωση του κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου . Οι περισσότεροι από τους εργαζόμενους έχουν διερευνήσει τις επιπτώσεις της ντομάτας ή των προϊόντων ντομάτας και συμπληρώματα λυκοπενίου σχετικά με την οξειδωτική βλάβη σε λιπίδια , πρωτεΐνες και DNA. Μία πρώτη έκθεση έδειξε ότι τα συμπληρώματα με εκχύλισμα ντομάτας υπό

τη μορφή καψουλών ελαιορητίνης χαμηλώνει τα επίπεδα του ειδικού προστατικού αντιγόνου σε ασθενείς με καρκίνο του προστάτη (Agarwal and Rao 2000).

8.2. ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ ΚΑΙ ΚΑΡΚΙΝΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΣΤΑΤΗ

Ο Gioiannucci (1999) αναφέρει 4 μελέτες στις οποίες διαπιστώθηκε η σχέση μεταξύ της κατανάλωσης της ντομάτας και κατ' επέκταση του λυκοπενίου και του κινδύνου εμφάνισης καρκίνου του προστάτη. Σε μια ομάδα 14.000 ανδρών Αντβεντιστών στην 7^η μέρα κατανάλωσης, η πρόσληψη ντομάτας, φασολιών και μπιζελιών σχετίστηκε σημαντικά με την υποχώρηση του κινδύνου εμφάνισης καρκίνου του προστάτη σε μια ανάλυση με πολλούς παράγοντες. Αξίζει να σημειωθεί ότι τροφές πλούσιες σε β-καροτένιο δεν σχετίστηκαν με τον κίνδυνο.

Σε μία μεγαλύτερη και πιο ολοκληρωμένη μελέτη σύμφωνα με την ανασκόπηση του Gioiannucci (1999), η πρόσληψη των καροτενοειδών όπως το β-καροτένιο, το α-καροτένιο, η λουτεΐνη και η β-κρυπτοξανθίνη δεν είχε καμία σχέση με τον καρκίνο του προστάτη, αλλά η υψηλή πρόσληψη λυκοπενίου σχετίστηκε στατιστικά σημαντικά με μείωση κατά 21% του κινδύνου. Η υψηλή πρόσληψη ντομάτας αλλά και των προϊόντων της που αντιπροσώπευαν το 82% του λυκοπενίου που προσλήφθηκε, μείωσαν τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του προστάτη κατά 35% και της επιθετικής μορφής του κατά 53%. Η σάλτσα ντομάτας είχε την ισχυρότερη επίδραση στην μείωση του κινδύνου, μετά ακολουθούσε η ντομάτα και η πίτσα και καμία σχέση δεν βρέθηκε μεταξύ του χυμού ντομάτας και της μείωσης του κινδύνου.

Από την άλλη μια μελέτη με ασθενείς-μαρτύρους που διεξήχθη στη Μινεσότα βρέθηκε να μην υπάρχει σημαντική σχέση μεταξύ της πρόσληψης της ντομάτας και του κινδύνου. Μια μελέτη ασθενών-μαρτύρων που διεξήχθη στο Ηνωμένο Βασίλειο δεν διαπίστωσε καμία σχέση μεταξύ των ωμών ή των μαγειρεμένων ντοματών σε σχέση με τον κίνδυνο για καρκίνο του προστάτη. Βρέθηκε ότι τα ψητά φασόλια παρέχουν υψηλότερη βιοδιαθεσιμότητα λυκοπενίου από την σάλτσα ντομάτας (Gioiannucci 1999).

Οι Nomura et al (1997) αναφέρουν τρεις μελέτες οι οποίες εξέτασαν την ύπαρξη καροτενοειδών στον ορό με την χρήση διαγνωστικών δειγμάτων σε σχέση με τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του προστάτη. Η πρώτη μελέτη βασίστηκε στον ορό που λήφθηκε το 1974 από 25802 άτομα στην πόλη της Ουάσιγκτον, από τον οποίο προέκυψαν χαμηλότερα επίπεδα λυκοπενίου κατά 6,2% σε περιπτώσεις καρκίνου του προστάτη, συγκρίνοντας τα με την ηλικία, το φύλο και συγκεκριμένα θέματα ελέγχου. Τα αποτελέσματα της δεύτερης έρευνας προέκυψαν με βάση τον ορό 581 ατόμων, στην οποία διαπιστώθηκε ότι τα επίπεδα του λυκοπενίου έχουν στατιστικά σημαντική σχέση με τον κίνδυνο καρκίνου του προστάτη. Η μελέτη κατά την διάρκεια της περιόδου 1971 έως 1993 σε ιαπωνικό και αμερικάνικο πληθυσμό στην

Χαβάη δεν εντόπισε καμία συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων λυκοπενίου στον ορό και του κινδύνου καρκίνου του προστάτη. Ωστόσο, ορισμένα χαρακτηριστικά της μελέτης ενδεχομένως έχουν συμβάλει στο συμπέρασμα αυτό.

Οι Etminan et al (2004) με την μελέτη που πραγματοποίησαν εξέτασαν επίσης την σχέση μεταξύ της πρόσληψης του λυκοπενίου και του κινδύνου εμφάνισης καρκίνου του προστάτη διαπιστώθηκε ότι το λυκοπένιο του ορού, η πρόσληψη του λυκοπενίου, η πρόσληψη μαγειρεμένης ντομάτας, όχι όμως η πρόσληψη ντομάτας σχετίστηκαν με την σημαντική μείωση του κινδύνου εμφάνισης καρκίνου του προστάτη. Αρκετές μελέτες συμπεριλήφθηκαν στην συγκεκριμένη ανάλυση.

Σύμφωνα με κλινικές μελέτες που αναφέρει επίσης ο Gioannucci (1999), οι οποίες προσπάθησαν να διερευνήσουν τις πιθανές επιπτώσεις κατανάλωσης της ντομάτας και κατ' επέκταση του λυκοπενίου σε σχέση με τον κίνδυνο και την εξέλιξη του καρκίνου του προστάτη. Τα αποτελέσματα αφορούσαν ως επί το πλείστον ασθενείς με καρκίνου του προστάτη και προγραμματισμένη προστατεκτομή, ασθενείς με καλοήγη υπερπλασία του προστάτη και ασθενείς που διατρέχουν υψηλό κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου του προστάτη. Σχεδόν όλοι οι ασθενείς παρουσίασαν ανταπόκριση στο ειδικό προστατικό αντιγόνο (PSA) (μειωμένης συγκέντρωσης, μειωμένης ταχύτητας, και αυξημένη σταθεροποίηση). Συνολικά, η πλειοψηφία αυτών των μελετών έχουν βρει αποδείξεις για τη βελτίωση της ανταπόκρισης με λυκοπένιο ή την κατανάλωση ντομάτας, ενώ μερικά δεν έχουν.

8.3. ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ ΚΑΙ ΑΛΛΟΙ ΤΥΠΟΙ ΚΑΡΚΙΝΟΥ

Εκτός από το καρκίνο του προστάτη, το λυκοπένιο ενδεχομένως να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο και στην πρόληψη άλλων τύπων καρκίνου, όπως του πνεύμονα, του μαστού, του γαστρεντερικού συστήματος, του τραχήλου της μήτρας, των ωοθηκών και του παγκρέατος (Gioannucci 1999).

Οι Rao et al (2006) αναφέρουν κάποιες επιδημιολογικές μελέτες με κυτταρικές καλλιέργειες σε ζώα και έχοντας την κύρια απόδειξη ότι η πρόσληψη λυκοπενίου σχετίζεται με τον καρκίνο του προστάτη, μπορούν να υποστηρίξουν το ίδιο και για τους άλλους τύπους καρκίνου. Το λυκοπένιο δείχθηκε να παρεμβαίνει με την εξέλιξη του κυτταρικού κύκλου και της IOP-I σηματοδότησης σε MCF - 7 στα καρκινικά κύτταρα του μαστού. Η αναστολή του πολλαπλασιασμού των εξαρτώμενων και ανεξάρτητων οιστρογόνων στα καρκινικά κύτταρα του μαστού, MCF- 7 και MDA -MB - 231, παρατηρήθηκε μετά από πρόσληψη λυκοπενίου και άλλων καροτενοειδών.

Σε μία άλλη μελέτη που επίσης αναφέρουν οι Rao et al (2006), το λυκοπένιο έδειξε να προκαλεί μόνο μια μέτρια αναστολή των MCF- 7 στα καρκινικά κύτταρα του μαστού σε σχέση με ένα ανάλογο ανοικτής αλύσου ρετινοϊκού οξέος. Το λυκοπένιο αναστέλλει την λειτουργία των καρκινικών κυττάρων του μαστού, η οποία συνδέεται με την αναστολή της προόδου του κυτταρικού κύκλου σε theG (1) φάση.

Όταν τα καρκινικά κύτταρα του μαστού συγχρονίζονται στην φάση G (1) , με την ύπαρξη του λυκοπενίου, η μείωση στην εξέλιξη του κυτταρικού κύκλου σχετίστηκε με μείωση των επιπέδων της κυκλίνης D και τη διατήρηση του p27 , που οδηγεί στην αναστολή OFG (1) CD Kactivities . Η αποτυχία της θεραπευτικής αγωγής οφείλεται στην ανθεκτικότητα της πλειοψηφίας των καρκινικών κυττάρων. Όταν στο λέμφωμα ποντικού και στα καρκινικά κύτταρα του μαστού προσβεβλημένα από το γονίδιο MDR - 1 έγινε αγωγή με λυκοπένιο, υπήρξε πτώση των καρκινικών κυττάρων γονίδιο υπέστησαν αγωγή με λυκοπένιο, απόπτωση των καρκινικών κυττάρων. Σύμφωνα με μία μελέτη το λυκοπένιο μείωσε την εξέλιξη του κυτταρικού κύκλου και την διαφοροποίηση σε HL – 60 κύτταρα προ μυελό κυτταρικής λευχαιμίας, επιδρώντας με 1,25 (OH) 2D3 επί του πολλαπλασιασμού των κυττάρων . Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι το οξειδωμένο λυκοπένιο ενίσχυσε την αναστολή της ανάπτυξης των κυττάρων με λευχαιμία σε σχέση με το μ οξειδωμένο λυκοπένιο.

Το λυκοπένιο είχε παρόμοια ανασταλτική επίδραση στον πολλαπλασιασμό και την διαφοροποίηση των καρκινικών κυττάρων του στόματος (Livny et al 2002). Αρκετές μελέτες σε ζώα έχουν αναφερθεί σχετικά με το ρόλο του λυκοπενίου σε καρκίνους πλην του προστάτη . Λυκοπένιο ανέστειλε την ανάπτυξη και εξέλιξη του C6 στα κύτταρα του γλοιώματος (κακοήθη κύτταρα εγκεφάλου) που μεταμοσχεύθηκαν σε αρουραίους. Η αναστολή της ανάπτυξης ήταν πιο έντονη , όταν προηγουμένως έγινε εμβολιασμός των κυττάρων του γλοιώματος (Rao et al 2006).

Η χρόνια πρόσληψη λυκοπενίου έδειξε να καθυστερεί αισθητά την έναρξη αλλά και την περαιτέρω ανάπτυξη των όγκων στο μαστό. Η δράση του λυκοπενίου συνδέθηκε με την μειωμένη δραστηριότητα της θυμιδυλικής συνθετάσης στο μαστικό αδένα, τα μειωμένα επίπεδα ελεύθερων λιπαρών οξέων και την διαίρεση της προλακτίνης, μιας ορμόνης που εμπλέκεται στην ανάπτυξη του καρκίνου του μαστού (Sesso et al 2005).

Οι Rao et al (2003) αναφέρουν ότι το λυκοπένιο επιδρά περισσότερο κατά την διάρκεια της ύπαρξης της καρκινογένεσης και όχι κατά την έναρξή της. Η πρόσληψη του λυκοπενίου από αρουραίους μείωσε τα επίπεδα των λιπιδίων και την οξείδωση των πρωτεϊνών. Μελέτες που έγιναν σε ζώα έδειξαν ότι το λυκοπένιο έχει προστατευτική δράση στον πνεύμονα ,στο ήπαρ και στην ουροδόχο κύστη.

Οι Giovannucci et al (2002) πραγματοποίησαν μια εκτενή ανασκόπηση των επιδημιολογικών μελετών σχετικά με το ρόλο της ντομάτας, τα προϊόντα της και το λυκοπένιο σε σχέση με τον καρκίνο δείχνοντας την επίδραση του λυκοπενίου στην μείωση του κινδύνου εμφάνισης καρκίνου του στομάχου, του πνεύμονα, του πεπτικού συστήματος, του καρκίνου του μαστού και του τραχήλου της μήτρας.

Συμπερασματικά η κατανάλωση λυκοπενίου μέσω πλούσιων σε αυτό τροφών όμως οι ντομάτες και τα προϊόντα τους δείχνει ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Ωστόσο, ο αριθμός αυτών των μελετών προς το παρόν είναι μικρός, απαιτώντας περαιτέρω έρευνα σε αυτόν τον σημαντικό τομέα της διατροφής και της πρόληψης του καρκίνου (Giovannucci et al 2002).

8.4. ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ ΚΑΙ ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

Τα επίπεδα της χοληστερόλης στον ορό ήταν το επίκεντρο ως παράγοντας κινδύνου για την στεφανιαία νόσο. Ωστόσο η ROS που προκαλείται από το οξειδωτικό στρες είναι πλέον ο πιο σημαντικός παράγοντας εμφάνισης της νόσου (Arab and Steck 2000).

Η οξείδωση της χαμηλής - πυκνότητας λιποπρωτεΐνης (LDL) στην κυκλοφορία του αίματος προς την οξειδωμένη LDL θεωρείται ότι παίζει καθοριστικό ρόλο στην παθογένεση της νόσου. Το λυκοπένιο ως ένα ισχυρό αντιοξειδωτικό έχει προστατευτική δράση κατά της στεφανιαίας νόσου. In vitro μελέτες έχουν δείξει ότι το λυκοπένιο μπορεί να προστατεύσει την LDL από την οξείδωση και επίσης αναστέλλει την σύνθεση της χοληστερόλης. Μελέτες με παρέμβαση σε ζώα απέδειξαν ότι το λυκοπένιο αυξάνει την αντίσταση στην οξείδωση της εκχυλισμένης LDL, in vitro. Ωστόσο, οι επιδημιολογικές μελέτες έχουν τις κύριες αποδείξεις για τον υποστηρικτικό ρόλο του λυκοπενίου στην πρόληψη της CHD (Arab and Steck 2000).

Σύμφωνα με την μελέτη που πραγματοποίησαν οι Arab and Steck (2000) στον πληθυσμό της Λιθουανίας, διαπιστώθηκε ότι οι άνθρωποι εκεί βρίσκονταν σε υψηλότερο κίνδυνο θανάτου από την στεφανιαία νόσο σε σχέση με τον πληθυσμό της Σουηδίας, έχοντας χαμηλότερα επίπεδα λυκοπενίου στο αίμα. Τα χαμηλά επίπεδα λυκοπενίου στο αίμα συνδέονται με αυξημένο κίνδυνο θνησιμότητας από στεφανιαία νόσο. Σε μία άλλη περίπτωση πληθυσμού στον οποίο υπήρχαν περιπτώσεις που ξεπέρασαν το 90ο εκατοστημόριο σε πάχος του έσω-μέσου χιτώνα σε όλα τα αρτηριακά τμήματα, είχαν χαμηλότερα επίπεδα λυκοπενίου. Ομοίως σε άλλο πληθυσμό στον οποίο χρησιμοποιήθηκε τυχαία, διπλά τυφλή και ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο μελέτη δεν αποδείχθηκε άμεση σχέση μεταξύ των χαμηλών συγκεντρώσεων λυκοπενίου και την έναρξη της πρώιμης αρτηριοσκλήρυνσης, που εκδηλώνεται λόγω αυξημένου πάχους του έσω-μέσου χιτώνα της κοινής καρωτιδικής αρτηρίας, σε μεσήλικες άνδρες που ζούσαν στην Ανατολική Φινλανδία. Οι ίδιοι συγγραφείς, σε μια μελέτη παρακολούθησης, έδειξαν ότι τα χαμηλά επίπεδα λυκοπενίου στον ορό συνδέονται με αυξημένο κίνδυνο αρτηριοσκλήρυνσης στους μεσήλικες άνδρες που δεν είχαν ιστορικό στεφανιαίας νόσου ή εγκεφαλικού επεισόδιο.

Οι Rao et al (2006) αναφέρουν μία μελέτη που περιλαμβάνει ασθενείς μάρτυρες αξιολογήθηκε η σχέση μεταξύ του λιπώδους ιστού και της αντιοξειδωτικής κατάστασης με το οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου η οποία ίσως αποτελεί την ισχυρότερη απόδειξη για τον ρόλο του λυκοπενίου στην πρόληψη της. Τα άτομα ήταν από 10 διαφορετικές χώρες με οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου και συγκρίνονται με ομάδες ελέγχου. Δείγματα λιπώδους ιστού ελήφθησαν με αναρρόφηση δια βελόνης λίγο μετά το έμφραγμα και με την διαδικασία της βιοψίας χρησιμοποιήθηκαν για την μέτρηση του α και β-καροτενίου, του λυκοπενίου, και των επιπέδων της α-τοκοφερόλης. Κανένα άλλο αντιοξειδωτικό εκτός από το λυκοπένιο δεν βρέθηκε να έχει σημαντική αντίστροφη σχέση με τον κίνδυνο εμφράγματος του μυοκαρδίου CDH.

Οι Riccioni et al (2008) αναφέρουν μία δίαιτα ελεύθερη σε λυκοπένιο που χορηγήθηκε σε υγιή άτομα σε διάστημα δύο εβδομάδων παρατηρήθηκε ότι μειώθηκαν τα επίπεδα του λυκοπενίου κατά 50% και αυξήθηκε η οξειδωση των λιπιδίων του ορού κατά 25%. Σε μία μικρότερη μελέτη 6 υγιής άνθρωποι κατανάλωσαν 60 mg λυκοπένιο/ ημέρα για χρονικό διάστημα 3 μηνών. Μία σημαντική πτώση της τάξης του 14 % παρατηρήθηκε στα επίπεδα της χοληστερόλης LDL στο πλάσμα και μετά το τέλος της αγωγής να είναι πολύ μεγαλύτερη η πτώση της χοληστερίνης λόγω του λυκοπενίου.

Ωστόσο, άλλες μελέτες που επίσης αναφέρουν οι Riccioni et al (2008), με τη χρήση διαφορετικών επιπέδων πρόσληψης λυκοπενίου για μικρότερες χρονικές περιόδους δεν προκάλεσαν μείωση στα επίπεδα της LDL με την πρόσληψη του λυκοπενίου. Μια σημαντική μείωση της οξειδωσης της LDL παρατηρήθηκε σε μια άλλη μελέτη με διαιτητική παρέμβαση σε 19 υγιή άτομα που κατανάλωναν 20-150 mg λυκοπένιο καθημερινά από χυμό ντομάτας, σάλτσα ντομάτας και ένα συμπλήρωμα διατροφής για μία εβδομάδα. Μια μελέτη από το Πανεπιστήμιο Johns Hopkins στην Βαλτιμόρη , έδειξε ότι οι καπνιστές με χαμηλά επίπεδα των κυκλοφορούντων καρτενοειδών διέτρεχαν αυξημένο κίνδυνο για έμφραγμα του μυοκαρδίου.

Συμπερασματικά παρόλο που υπάρχουν επιδημιολογικές και in vitro μελέτες που αποδεικνύουν τον ρόλο του λυκοπενίου στη πρόληψη της στεφανιαίας νόσου, μόνο λίγες κλινικές μελέτες μέχρι στιγμής έχουν αναληφθεί. Απαιτούνται περισσότερες μελέτες για την πλήρη κατανόηση των μηχανισμών δράσης του λυκοπενίου σε σχέση με την CHD (Riccioni et al 2008).

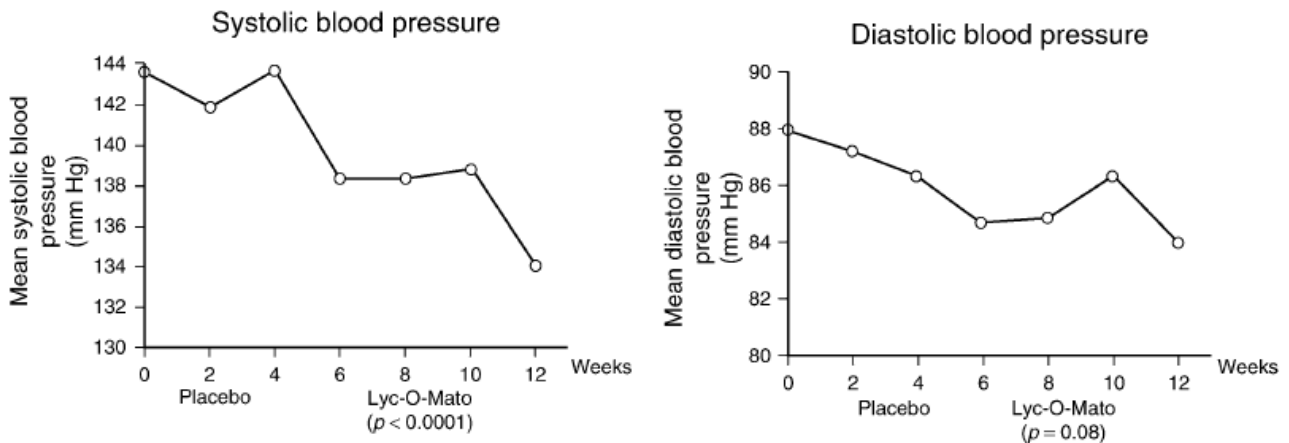
8.5. ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ ΚΑΙ ΥΠΕΡΤΑΣΗ

Η υψηλή αρτηριακή πίεση ή αλλιώς υπέρταση είναι ένα σημαντικό πρόβλημα υγείας που χαρακτηρίζει το 25% του ενήλικου πληθυσμού στην Βόρεια Αμερική. Είναι μια κατάσταση που συνήθως συνδέεται με στένωση των αρτηριών. Είναι γνωστή ως «σιωπηλός δολοφόνος» διότι μπορεί να μην υπάρχουν συμπτώματα μέχρι να εμφανιστεί κάποια μοιραία επιπλοκή της νόσου. Αν και η ακριβής αιτία της υπέρτασης είναι άγνωστη , υπάρχουν αρκετοί παράγοντες και συνθήκες που μπορούν να συμβάλουν στην εμφάνιση του, συμπεριλαμβανομένων των γενετικών παραγόντων , του οικογενειακού ιστορικού υπέρτασης ,της παχυσαρκίας , της καθιστικής ζωής ,της υπερβολικής κατανάλωσης αλατιού, του αλκοόλ , του καπνίσματος , του άγχος , της ηλικίας ,των επιπέδων των ορμονών, τις ανωμαλίες του νευρικού, κυκλοφοριακού συστήματος και των νεφρών και η περιεκτικότητα σε αλάτι και νερό στο σώμα (Rao and Rao 2007).

Το οξειδωτικό στρες έχει επίσης ενοχοποιηθεί για την πρόκληση της υπέρτασης. Το ROS το οποίο παράγεται ενδογενώς μπορεί να ενοχλήσει πολλούς ιστούς , είτε άμεσα είτε μέσω εξάντλησης με νιτρικό

οξείδιο, και προκαλεί συστολή και ενδοθηλιακή δυσλειτουργία στο αγγειακό σύστημα, υπερτροφική ανακατασκευή στα αιμοφόρα αγγεία και στο μυοκάρδιο, αναρρόφηση του αλατιού, μειωμένη σπειραματική διήθηση στους νεφρούς και αυξημένη φυγόκεντρη δραστηριότητα του συμπαθητικού από το κεντρικό νευρικό σύστημα (ΚΝΣ). Παρόλο που πολλές φαρμακευτικές ουσίες χρησιμοποιούνται για την αποτελεσματική αντιμετώπιση της υπέρτασης, υπάρχει σημαντικό ενδιαφέρον για τα φυσικά συστατικά των τροφίμων και την σχέση τους με την υπέρταση. Αντιοξειδωτικές πολυφαινόλες που προέρχονται από το πράσινο του τσαγιού έχουν μελετηθεί στο πλαίσιο αυτό και έχουν αποδειχθεί είναι αποτελεσματικές για τον έλεγχο της υψηλής αρτηριακής πίεσης. Λόγω της ισχυρής αντιοξειδωτικής ιδιότητας του λυκοπενίου, έχει μελετηθεί και αυτό με την σειρά του για τον ρόλο του στην υπέρταση (Rao and Rao 2007).

Οι Rao et al (2006) αναφέρουν μία ελεγχόμενη μελέτη με εικονικό φάρμακο στην οποία μελετήθηκε η δράση του λυκοπενίου της ντομάτας στην αρτηριακή πίεση. 30 ασθενείς με υπέρταση, ηλικίας μεταξύ 40-65ετών πήραν μέρος στην μελέτη χωρίς μέτρηση της αρτηριακής πίεσης και χρήση υπολιπιδαιμικών φαρμάκων. Μετά το πέρας των 2 εβδομάδων έγινε η πρώτη αξιολόγηση και στην συνέχεια στους ασθενείς την 4^η εβδομάδα χορηγήθηκε το εικονικό φάρμακο, με συνολική περίοδο θεραπείας 8 εβδομάδες. Η αγωγή περιελάμβανε κατάποση εκχυλίσματος ντομάτας σε κάψουλες, συμπλήρωμα που παρείχε 15mg λυκοπενίου την ημέρα. Τα αποτελέσματα της θεραπείας δεν έδειξαν σημαντικές αλλαγές στην διαστολική αρτηριακή πίεση αλλά μειώθηκε σημαντικά η συστολική πίεση από 144 mm hg που ήταν η αρχική τιμή σε 134mm hg στο τέλος της θεραπείας με λυκοπενίου.



Επίδραση του εκχυλίσματος τομάτας στη συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση (Rao et al 2006)

Σε μια άλλη μελέτη την οποία αναφέρουν οι Rao et al (2006) που περιελάμβανε 11 ασθενείς με ήπια υπέρταση που συγκρίθηκαν με 11 υγιή άτομα για τα επίπεδα νερού, λιποδιαλυτών αντιοξειδωτικών και των συγκεντρώσεων των παραγώγων του νιτρικού οξειδίου στο πλάσμα. Σημαντική μείωση στα επίπεδα του λυκοπενίου στο πλάσμα παρατηρήθηκε στους υπερτασικούς ασθενείς σε σχέση με τα υγιή άτομα. Παρόμοια μείωση στα ίδια άτομα παρατηρήθηκε και στα επίπεδα β-καροτενίου, ασκορβικού και ουρικού οξέος, χωρίς να υπάρχουν παράλληλα διαφορές στα παράγωγα υπεροξειδίου του αζώτου μεταξύ των δύο ομάδων.

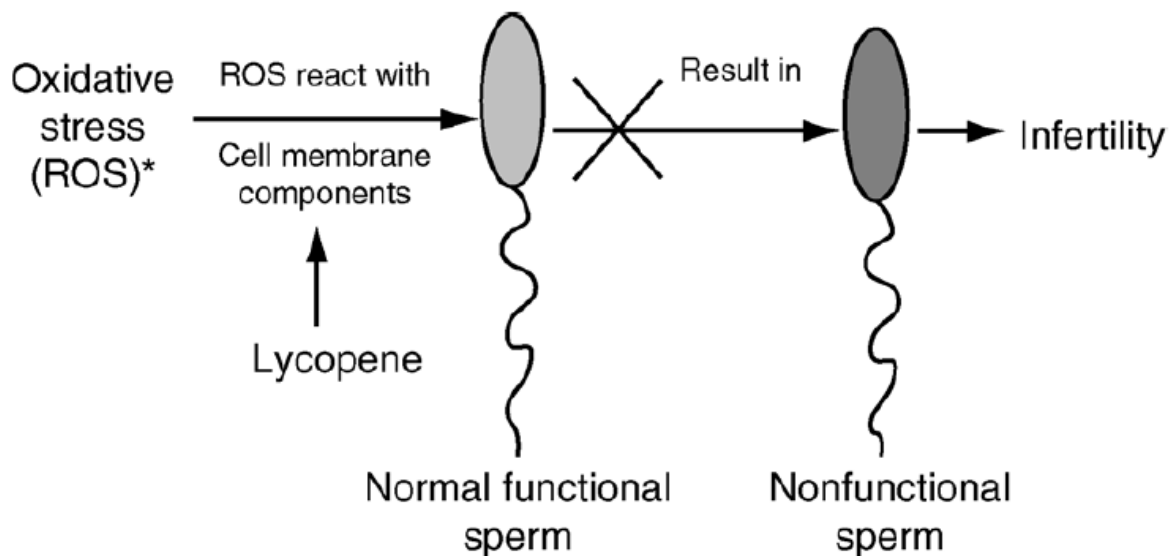
Η υπέρταση και η λεμφική δυσλειτουργία στην κυκλοφορία συνδέονται με την κίρρωση του ήπατος. Όταν οι ασθενείς με κίρρωση του ήπατος συγκρίθηκαν με υγιείς μάρτυρες, παρατηρήθηκε στους πρώτους μια σημαντική μείωση στο λυκοπένιο του ορού, άλλα και των καροτενοειδών, της ρετινόλης, και της α-τοκοφερόλη. Με βάση αυτές τις παρατηρήσεις, οι συγγραφείς συνιστούν διεξοδικό έλεγχο στα αντιοξειδωτικά, βελτίωση της διατροφής και την σχέση με την υπέρταση καθώς παρακολουθούνται οι ασθενείς με κίρρωση του ήπατος (Rao et al 2006).

Μια σημαντική προσέγγιση για την υπέρταση είναι η διατροφή (DASH), η οποία συστήνεται για την μείωση της υψηλής πίεσης του αίματος. Η διαίτα DASH σχεδιάστηκε για να δώσει ευεργετικά επίπεδα φυτικών ινών, καλίου, μαγνησίου, και ασβεστίου. Περιέχει περισσότερα φρούτα, λαχανικά και δημητριακά ολικής αλέσεως και είναι σημαντικά υψηλότερη σε αντιοξειδωτικά φυτοχημικά σε σχέση με τις δίαιτες ελέγχου. Όταν η διαίτα DASH συγκρίθηκε με τη διαίτα ελέγχου, βρέθηκε να περιέχει σημαντικά υψηλότερα επίπεδα λυκοπενίου και άλλων καροτενοειδών, πολυφαινολών, φλαβονοειδών και φλαβα-3-ολών. Είναι σημαντικές οι επιδράσεις αυτών των φυτοχημικών στον έλεγχο της αρτηριακής πίεσης (Rao et al 2006).

8.6. ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ ΚΑΙ ΑΝΔΡΙΚΗ ΥΠΟΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑ

Η υπογονιμότητα επηρεάζει το 15% των ζευγαριών και τουλάχιστον το 30-50 % αυτών των ζευγαριών παρουσιάζει ανωμαλία στην ανίχνευση του αρσενικού εταίρου, το οποίο είναι υπεύθυνο για την επίτευξη της εγκυμοσύνης . Ως εκ τούτου , εκτιμάται ότι περίπου 7-10 % των ενήλικων ανδρών στην αναπαραγωγική τους ηλικία (20-50 ετών) είναι στείροι και το 25 % των ανδρών έχουν μη ειδικά ή ιδιοπαθή υπογονιμότητα (Rao et al 2006).

Για τους άνδρες με υπογονιμότητα η ιατρική θεραπεία βελτιώνει αποτελεσματικά την ποιότητα του σπέρματος και κατ'επέκταση την γονιμότητα. Το οξειδωτικό στρες φαίνεται να είναι ένας σημαντικός παράγοντας στην ανδρική υπογονιμότητα. Σημαντικά επίπεδα του ROS είναι ανιχνεύσιμα στο σπέρμα στο 25 % των υπογόνιμων ανδρών, ενώ σε γόνιμους άνδρες δεν παράγονται ανιχνεύσιμα επίπεδα ROS στο σπέρμα τους (Rao et al 2006).



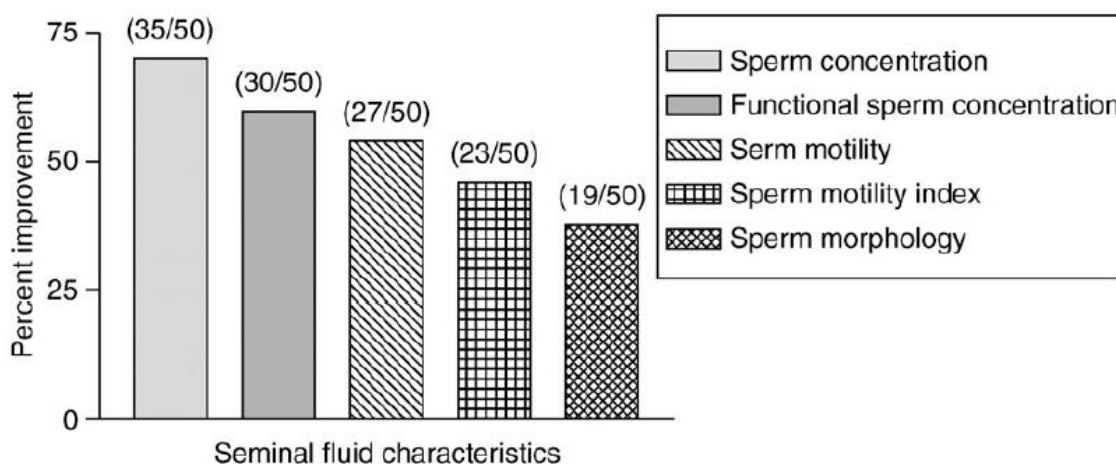
Επίδραση του οξειδωτικού στρες και λυκοπένιο στη λειτουργικότητα του σπέρματος (Rao et al 2006).

Επεμβατικές θεραπείες με βιταμίνες και αντιοξειδωτικά θα μπορούσαν να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην ανδρική υπογονιμότητα. Μέχρι σήμερα , ένας μικρός αριθμός μελετών έχουν αξιολογήσει τον ρόλο των βιταμινών και των αντιοξειδωτικών την ανδρική υπογονιμότητα. Σε γενικές γραμμές οι μελέτες θεωρούν ευεργετικό τον ρόλο των αντιοξειδωτικών. Η βιταμίνη C έχει ευεργετική επίδραση στην ακεραιότητα του DNA του σπέρματος στους άνδρες καπνιστές. Σε μια μικρή ελεγχόμενη μελέτη με εικονικό φάρμακο ,διαπιστώθηκε ότι η συμπληρωματική βιταμίνη C βελτιώνει την ποιότητα του σπέρματος (Dawson et al 1993).

Ένας αριθμός ερευνητών έχει αξιολογήσει τον ρόλο της βιταμίνης E και έχουν αναφέρει την βελτίωση της ποιότητας του σπέρματος σε ελεγχόμενες και μη ελεγχόμενες μελέτες. Σε μία μικρή

ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο μελέτη , ανέφεραν ότι η γλουταθειόνη βελτιώνει και αυτή την ποιότητα του σπέρματος. Ο ρόλος της L-καρνιτίνης έχει αξιολογηθεί σε μη ελεγχόμενες μελέτες με ελπιδοφόρα αποτελέσματα. Οι βιταμίνες C και E και άλλα αντιοξειδωτικά , συμπεριλαμβανομένων της ταυρίνης ,της L-καρνιτίνης , και του συνενζύμου Q10, προστατεύουν τα σπερματοζωάρια από το οξειδωτικό στρες in vitro (Rao et al 2006).

Το λυκοπένιο ως ένα ισχυρό αντιοξειδωτικό, προλαμβάνει το οξειδωτικό στρες στις χρόνιες παθήσεις και οι ερευνητές κοιτούν τον ρόλο του στην προστασία του ανδρικού σπέρματος από οξειδωτικές βλάβες, οι οποίες οδηγούν σε στειρότητα. Σε άνδρες με στειρότητα βρέθηκαν χαμηλότερα επίπεδα λυκοπενίου σε σχέση με γόνιμους. Σε μία άλλη μελέτη περιελάμβανε 50 εθελοντές άγονων ανδρών ηλικίας 21-50 ετών, οι οποίοι είχαν φυσιολογικό ορμονικό προφίλ και χωρίς ιστορικό κάποιας θεραπείας υπογονιμότητας. Τα άτομα αυτά κατανάλωναν καθημερινά 8 mg λυκοπενίου σε μορφή κάψουλας και η αγωγή συνεχίστηκε έως ότου η ανάλυση του σπέρματος έδειξε βέλτιστα επίπεδα ή ακόμα και μέχρι την επίτευξη της εγκυμοσύνης των εταίρων τους. Μετά από 12 μήνες παρακολούθησης παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση στην συγκέντρωση του λυκοπενίου στον ορό και παράλληλα σημαντικές βελτιώσεις στους δείκτες κινητικότητας του σπέρματος, στην μορφολογία των σπερματοζωαρίων και στην λειτουργική συγκέντρωση του σπέρματος. Οι σύντροφοι των 18 από τα 50 άτομα είχαν επιτυχής κυήσεις, με ποσοστό επιτυχίας 36% (Rao et al 2006).



Επίδραση του λυκοπενίου σχετικά με την ποιότητα του σπέρματος σε άγονα άνδρες (Rao et al 2006).

8.7. ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ ΚΑΙ ΝΕΥΡΟΕΚΦΥΛΙΣΤΙΚΕΣ ΝΟΣΟΙ

Τα νευροεκφυλιστικά νοσήματα (NDD) είναι μια ομάδα εκφυλιστικών διαταραχών του νευρικού συστήματος, του εγκεφάλου, του νωτιαίου μυελού και των περιφερικών νεύρων. Επίσης τα νευροεκφυλιστικά νοσήματα περιλαμβάνουν τις νόσους Alzheimer, Parkinson, Huntington, ατροφικής πλευρικής σκλήρυνσης και την επιληψία. Είναι μια ομάδα διαταραχών με ποικίλη κλινική σημασία και αιτιολογίες. Το οξειδωτικό στρες έχει πλέον καθιερωθεί ως ένας σημαντικός αιτιολογικός παράγοντας, καθώς και ως βοηθητικός παράγοντας στην παθογένεια της NDD. Ο εγκέφαλος και το νευρικό σύστημα είναι ιδιαίτερα ευάλωτοι στις ελεύθερες ρίζες για διάφορους λόγους (Rao and Rao 2007).

Η υψηλή περιεκτικότητα του νευρικού συστήματος σε λιπίδια, η χαμηλή αντιοξειδωτική του ικανότητα και η παρουσία του σιδήρου, σε συνδυασμό με την υψηλή μεταβολική αερόβια δραστηριότητα του, το κάνουν ιδιαίτερα επιρρεπή σε οξειδωτικές βλάβες (Rao and Rao 2007).

Πολλά αντιοξειδωτικά συστήματα έχουν αποδειχθεί ότι είναι αποτελεσματικά στον να μετριάζουν την νευροτοξική δράση των ROS. Η ελεύθερη ρίζα - απενεργοποίηση ενζύμων, SOD, γλουταθειόνη υπεροξειδάσης και καταλάσης, δωρεάν πράκτορες ριζική παγίδευσης που περιλαμβάνουν βιταμίνες A, C, και E, χηλικές ενώσεις του σιδήρου, και σελήνιο, και phytonutrients όπως τα καροτενοειδή, φλαβονοειδή και τερπενοειδή. Η δραστηριότητα των αντιοξειδωτικών ενζύμων δείχθηκε να μειώνεται σε ασθενείς με νόσο Parkinson. Στις νόσους Parkinson, Alzheimer, Huntington και στην ατροφική πλευρική σκλήρυνση, παρατηρήθηκαν αυξημένα επίπεδα υπεροξειδωσής των λιπιδίων και οξείδωσης του DNA σε σύγκριση με τους μάρτυρες συμπεραίνοντας ότι δίαιτες πλούσιες σε αντιοξειδωτικά είναι αποτελεσματικές στην μείωση τους αλλά και στην μείωση του κινδύνου εμφάνισης των ασθενειών αυτών (Rao and Rao 2007).

Σύμφωνα με τους Rao and Rao (2007) αναφέρονται αρκετές in vitro μελέτες οι οποίες έχουν αποδείξει την αποτελεσματικότητα των αντιοξειδωτικών στην προστασία του νευρικού συστήματος από βλάβες που προκαλούν οι ελεύθερες ρίζες. Μεταξύ των διαιτητικών αντιοξειδωτικών, οι βιταμίνες A, C, E και το β-καροτένιο έδειξαν μέσα από μελέτες ότι αποτρέπουν την νευρωνική βλάβη λόγω του οξειδωτικού στρες. Ομοίως, σε κλινικές δοκιμές, υψηλές δόσεις βιταμινών C και E αποδείχθηκε ότι μειώνουν τον ρυθμό εξέλιξης της νόσου του Parkinson.

Οι Rao and Rao (2007) αναφέρουν επίσης κάποιες μελέτες που έχουν αναφερθεί στον ρόλο του λυκοπενίου στις NDD. Έχει διαπιστωθεί παρόλα αυτά σε άτομα με νόσο Parkinson και αγγειακή άνοια μειωμένα επίπεδα λυκοπενίου. Η οργάνωση Austrian Stroke Prevention (Αυστριακή Πρόληψη Εγκεφαλικών επεισοδίων) παρατήρησε τα χαμηλά επίπεδα λυκοπενίου και α-τοκοφερόλης στον ορό συνδέονται με υψηλό κίνδυνο μικροαγγειοπάθειας. Μία μέτρια προστατευτική σχέση του λυκοπενίου με την ατροφική πλευρική σκλήρυνση διαπιστώθηκε μετά από μελέτη που διεξήχθη στην Αγγλία (2006).

Πιστεύεται ότι τα αντιοξειδωτικά , όπως το λυκοπένιο , μπορεί να ενεργεί απευθείας στους νευρώνες ή με έμμεσο τρόπο επηρεάζοντας τους περιφερειακούς δείκτες του οξειδωτικού στρες. Τα επίπεδα του λυκοπενίου στο ΚΝΣ είναι σε πολύ χαμηλά επίπεδα σε άτομα που πάσχουν από νευροεκφυλιστικές νόσους σε σχέση με τους άλλους ανθρώπους (Rao and Rao 2007).

8.8. ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ ΚΑΙ ΠΑΘΗΣΕΙΣ ΟΣΤΩΝ

Ο ρόλος του λυκοπενίου στην υγεία των οστών μέχρι σήμερα βασίζεται στην ισχυρή αντιοξειδωτική του ιδιότητα. Οι μελέτες είναι περιορισμένες σχετικά με την επίδραση του λυκοπενίου στα κύτταρα των οστών. Τα οστά είναι ένας δυναμικός ιστός, ο οποίος ανανεώνεται καθ' όλη την διάρκεια της ζωής μέσω της διαδικασίας της οστικής αναδιαμόρφωσης με απομάκρυνση των παλαιών οστών από τους οστεοκλάστες και τον σχηματισμό νέων από τους οστεοβλάστες . Η διαδικασία αναδιαμόρφωσης είναι το αποτέλεσμα των αλληλεπιδράσεων των κυττάρων με πολλαπλούς μοριακούς παράγοντες συμπεριλαμβανομένων των ορμονών, των αυξητικών παραγόντων ,και τις κυτοκίνες . Διαταραχές στην διαδικασία της αναδιαμόρφωσης μπορούν να οδηγήσουν σε ασθένειες των οστών (Raisz 2007) .

Το οξειδωτικό στρες το οποίο ελέγχει τις λειτουργίες των οστεοκλαστών και των οστεοβλαστών, μπορεί να συμβάλει στην παθογένεση του σκελετικού συστήματος που μπορεί να είναι η οστεοπόρωση, η πιο διαδεδομένη νόσος του μεταβολισμού των οστών. Τα ROS που δημιουργούνται από το οξειδωτικό στρες συνδέονται με την παθογένεση της οστεοπόρωσης. Τα επιδημιολογικά στοιχεία δείχνουν ότι ορισμένα αντιοξειδωτικά συμπεριλαμβανομένων των βιταμινών C και E και το β-καροτένιο μπορεί να μειώσουν τον κίνδυνο της οστεοπόρωσης και να αντισταθμίσουν τις αρνητικές επιδράσεις του οξειδωτικού στρες στα οστά που παράγονται κατά τη διάρκεια έντονης άσκησης αλλά και στους καπνιστές (Maggio et al 2003).

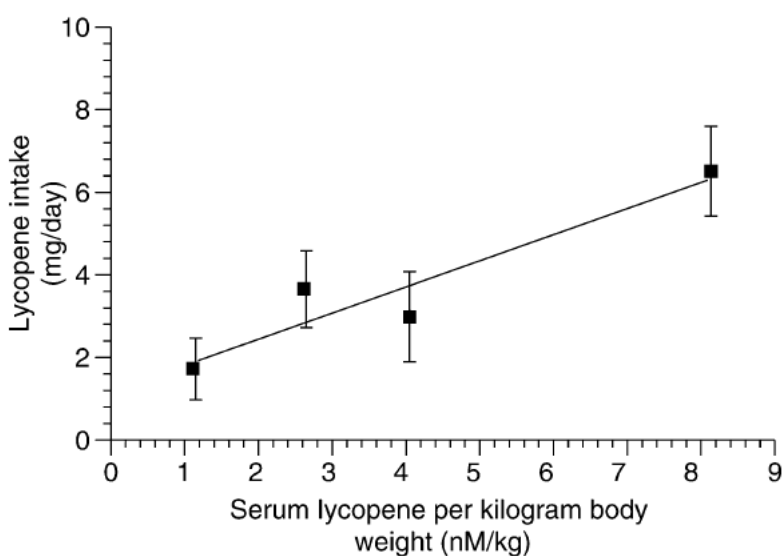
Οι βιταμίνες C, E και A, το ουρικό οξύ, τα αντιοξειδωτικά ένζυμα SOD στο πλάσμα, τα ερυθροκύτταρα και τα GPx στο πλάσμα ήταν σταθερά σε χαμηλότερα επίπεδα σε άτομα με οστεοπόρωση απ ότι στην ομάδα ελέγχου. Αυτά τα αποτελέσματα έδειξαν ότι αντιοξειδωτικές άμυνες είναι αισθητά μειωμένες σε γυναίκες με οστεοπόρωση (Maggio et al 2003).

Η σοβαρότητα της οστεοπόρωσης συσχετίστηκε με τα επίπεδα του οξειδωτικού στρες και γαλακτικού οξέος σε δύο άνδρες με μιτοχονδριακό DNA (MT DNA), και σε μια άλλη μελέτη εξετάζοντας την σοβαρότητα της οστεοπόρωσης σε σχετικά νέους άνδρες παρατηρήθηκε η σύνδεση της οστεοπόρωσης με την αύξηση του οξειδωτικού στρες. Η χαμηλή οστική πυκνότητα συνδέεται επίσης με το

οξειδωτικό στρες. Σε αρουραίους μετά από ωθηκεκτομή, η μελανίνη έχει προστατευτική δράση στα οστά, και εξαρτάται εν μέρει από την ιδιότητα των ελεύθερων ριζών να την παγιδεύουν (Rao et al 2006).

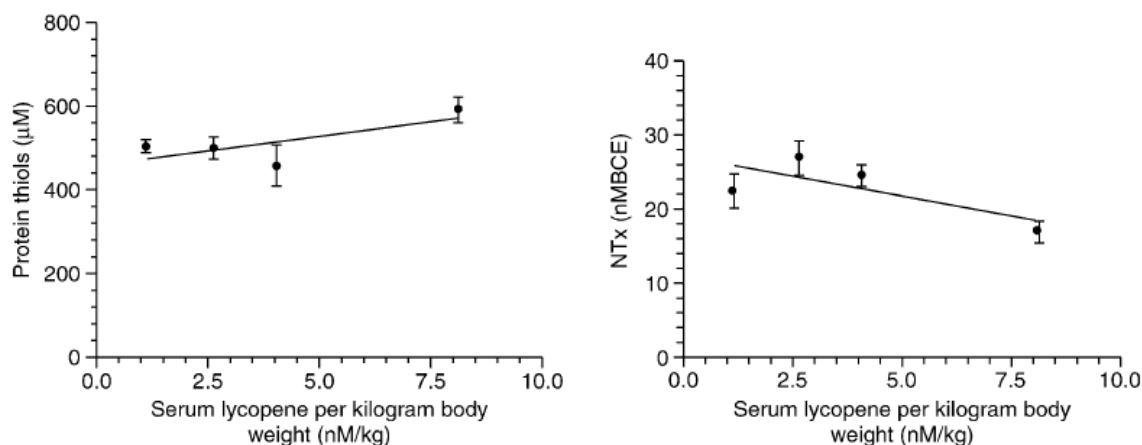
Ένα μοντέλο ποντικού που χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη του ρόλου των ROS στις διαταραχές που σχετίζονται με την ηλικία όπως είναι η οστεοπόρωση διαταραχές σχετίζονται με την ηλικία, ήταν η επιταχυνόμενη γήρανση του ποντικού με την επιρρηπύ P / 2 (SAM- P / 2) που παράγει αυξημένες ρίζες οξυγόνου (Rao et al 2006).

Οι γυναίκες που είναι μετά την εμμηνόπαυση έχουν μία αύξηση των δεικτών του οστικού μεταβολισμού. Οι δείκτες αυτοί προβλέπουν την απώλεια οστικής μάζας και τον κίνδυνο για εμφάνιση της οστεοπόρωσης σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση. Σύμφωνα με συγκεκριμένη μελέτη ερευνήθηκε αν το λυκοπένιο του ορού σχετίζεται αντιστρόφως με τα επίπεδα του οξειδωτικού στρες και τους δείκτες οστικού μεταβολισμού σε γυναίκες που είναι μετά την εμμηνόπαυση και βρίσκονται σε κίνδυνο για οστεοπόρωση. Τριάντα τρεις γυναίκες ηλικίας 50-60 ετών είχαν προσληφθεί και κλήθηκαν να καταγράψουν τις τροφές που κατανάλωσαν στην διάρκεια 7 ημερών πριν δώσουν δείγμα αίματος. Από το δείγμα μετρήθηκε στον ορό το οξειδωτικό στρες, η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα, το λυκοπένιο, οι δείκτες της οστικής ALP (σχηματισμός οστών) και η διασυνδεδεμένη N- πεπτιδία κολλαγόνου τύπου I (NTx) (αναρρόφηση οστού). Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε τεταρτημόρια σύμφωνα τα επίπεδα του λυκοπενίου στον ορό τους ανά χιλιόγραμμο βάρους σώματος (nM / kg) (Rao et al 2006).



Συσχέτιση μεταξύ της διαιτητικής πρόσληψης λυκοπενίου και του λυκοπενίου του ορού (Rao et al 2006).

Η επίδραση της πρόσληψης του λυκοπενίου και του λυκοπενίου του ορού σε 33 γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση υποδεικνύοντας ότι το λυκοπένιο απορροφάται εύκολα στο σώμα, με σημαντική μείωση στην οξείδωση των πρωτεϊνών από την αύξηση των θειολών ($\rho < 0,05$), μειωμένες τιμές των δεικτών του οστικού μεταβολισμού (NTx) ($\rho < 0,005$), και αυξημένα επίπεδα λυκοπενίου στον ορό (Rao et al 2006).



Επίδραση του λυκοπενίου του ορού στην οξείδωση των πρωτεϊνών και των δεικτών οστικού μεταβολισμού σε 33 γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση (Rao et al 2006).

Δεδομένου ότι υπήρχε μια σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων του λυκοπενίου στον ορό και του λυκοπενίου που προσλαμβάνεται από την τροφή, ($\rho < 0,01$), τα αποτελέσματα υποστηρίζουν την υπόθεση ότι το λυκοπένιο που προέρχεται από την τροφή έχει αντιοξειδωτική δράση, μειώνει το οξειδωτικό στρες και τους δείκτες του οστικού μεταβολισμού (Rao et al 2006).

Συμπερασματικά το λυκοπένιο με τις αντιοξειδωτικές του ιδιότητες παίζει σημαντικό ρόλο στην μείωση του κινδύνου εμφάνισης οστεοπόρωσης (Rao et al 2006).

8.9. ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

Ο βιολογικός ρόλος του λυκοπενίου στην πρόληψη των χρόνιων παθήσεων έχει αναγνωριστεί με έμφαση της επιστημονικής κοινότητας στον τομέα του καρκίνου, και ειδικότερα στον καρκίνο του προστάτη. Δεδομένου ότι το οξειδωτικό στρες μπορεί να είναι ένας σημαντικός αιτιολογικός παράγοντας στην πρόκληση της πλειονότητας των εκφυλιστικών νόσων και ότι το λυκοπένιο είναι ένα ισχυρό αντιοξειδωτικό, η επιστημονική κοινότητα μελετάει τον ρόλο του και σε άλλες ασθένειες που δεν αναφέρθηκαν παραπάνω. Αυτές είναι ασθένειες του δέρματος, οφθαλμολογικές ασθένειες, η ρευματοειδή αρθρίτιδα, οι περιοδοντικές ασθένειες και οι φλεγμονώδεις διαταραχές (Rao et al 2006).

Οι επιστημονικές πληροφορίες σχετικά με το ρόλο λυκοπενίου σε αυτές τις ασθένειες είναι ακόμα στα σκαριά . Ωστόσο, η ελπίδα ότι στα επόμενα 3-5 χρόνια να έχουν αναφερθεί αρκετές μελέτες στην βιβλιογραφία (Rao et al 2006).

9. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

9.1. ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της εργασίας είναι:

- 1) Να εκτιμήσει τα επίπεδα της ημερήσιας πρόσληψης λυκοπενίου σε άνδρες και γυναίκες.
- 2) Να διαπιστώσει τυχόν διαφορές στην πρόσληψη του λυκοπενίου μεταξύ των ανδρών και των γυναικών το χειμώνα και το καλοκαίρι.
- 3) Να προσδιορίσει ποια τρόφιμα έχουν την μεγαλύτερη συνεισφορά στην ημερήσια πρόσληψη του λυκοπενίου.

9.2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε το διάστημα από τον μήνα Οκτώβρη έως το Νοέμβρη κατά την διάρκεια του έτους 2013. Το δείγμα ήταν τυχαίο και όλα τα άτομα ενημερώθηκαν εκτενώς για τον σκοπό της έρευνας αλλά και καθοδηγήθηκαν για το πως θα συμπληρώσουν το ερωτηματολόγιο.

Για την έρευνα χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο συχνότητας εβδομαδιαίας κατανάλωσης τροφίμων που περιέχουν λυκοπένιο το χειμώνα και το καλοκαίρι. Ήταν σχεδιασμένο έτσι ώστε να εκτιμηθεί η μέση ημερήσια κατανάλωση της ντομάτας, των προϊόντων αυτής, των φαγητών που την περιέχουν και του καρπουζιού το καλοκαίρι.

Η ημερήσια πρόσληψη λυκοπενίου υπολογίστηκε με ερωτηματολόγιο βασισμένο στην εργασία του O' Neill et al (2001) με ορισμένες προσθήκες. Το μέγεθος των μερίδων της ντομάτας, της σάλτσας που περιέχεται στα φαγητά, του καρπουζιού και η περιεκτικότητά τους σε λυκοπένιο υπολογίστηκε με βάση τα δεδομένα του USDA.

Όσο αφορά την πίτσα θεωρήθηκε ότι το ένα κομμάτι ισούται με 30g και για το καρπούζι θεωρήθηκε ότι μία φέτα ισούται με 280g σύμφωνα με το USDA (1999-2001).

Η περιεκτικότητα σε ντομάτα των φαγητών που περιείχε το ερωτηματολόγιο (όσπρια, λαδερά, κοκκινιστό) υπολογίστηκε με βάση τα δεδομένα του βιβλίου 'Πίνακες σύνθεσης τροφίμων και ελληνικών φαγητών' της Α. Τριχοπούλου (Τριχοπούλου 2004).

Η ημερήσια πρόσληψη του λυκοπενίου (DRI) για τους άνδρες και τις γυναίκες είναι 7-10mg σύμφωνα με το Ελληνικό Ίδρυμα Γαστρεντερολογίας και Διατροφής (<http://www.eligast.gr/>).

Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS, αναζητώντας το p-value και εφαρμόζοντας τους στατιστικούς ελέγχους ANOVA και χ^2 .

Περιεκτικότητα λυκοπενίου στη ντομάτα , στα προϊόντα της και στο καρπούζι σύμφωνα με το USDA (1999-2001).

Τρόφιμο	mg/100gr	mg ανά μερίδα	Μερίδα
Ροζ γκρέιπφρουτ	3,36	4,70	140gr
Κέτσαπ	16,60	3,32	1κ. σούπας 20gr
Πίτσα	32,89	9,867	Κομμάτι 30gr
Σάλτσα ντομάτας	9,28	3,71	2κ. σούπας 40gr
Μακαρόνια με σάλτσα	17,50	21,88	125gr
Φρέσκια ντομάτα	3,1 – 7,74	4,03 – 10,06	130gr
Χυμός ντομάτας	7,83	19,58	240ml – 250gr
Ντοματόσουπα	3,99	9,77	245gr
Πελτέ ντομάτας	30,70	9,02	30gr
Καρπούζι	4,10	11,48	280gr

Πηγή: www.leffingwell.com/lycopene.htm

9.3. ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ

1. Φύλο:

Άνδρας Γυναίκα

2. Ηλικία:

20-30 31-40 41-50 51-60

3. Οικογενειακή κατάσταση:

Άγαμος Έγγαμος Διαζευγμένες/η Χήρος/α

4. Επίπεδο εκπαίδευσης

Πρωτοβάθμια Δευτεροβάθμια Τριτοβάθμια Μεταπτυχιακό-Διδακτορικό

5. Φυσική δραστηριότητα:

Χαμηλή Μέτρια Υψηλή

6. Πόσες φορές την εβδομάδα τρώτε στο σπίτι; 0 1 2 3 4 5 6 7

Πόσες φορές την εβδομάδα τρώτε φαγητό απ' έξω; 0 1 2 3 4 5 6 7

Παρακαλώ κυκλώστε την κατάλληλη απάντηση.

Για κάθε τρόφιμο απαντήστε πόσες φορές την εβδομάδα καταναλώνεται κάθε ένα από τα παρακάτω τρόφιμα, καθώς και τι υλικό χρησιμοποιείτε για την παρασκευή του τον χειμώνα και το καλοκαίρι.

ΧΕΙΜΩΝΑΣ

7. Ντομάτα ωμή (1 μέτρια)

0 1 2 3 4 5 6 7 Φορές την εβδομάδα

8. Ροζ γκρέιπφρουτ (1 μέτριο)

0 1 2 3 4 5 6 7 Φορές την εβδομάδα

9. Κέτσαπ (1κ.σούπας)

0 1 2 3 4 5 6 7 Φορές την εβδομάδα

10. Ντοματόσουπα (1 μερίδα)

0 1 2 3 4 5 6 7 Φορές την εβδομάδα

➤ Για την ντοματόσουπα χρησιμοποιήσατε:

φρέσκια ντομάτα σάλτσα ντομάτας εμπορίου πελτέ ντομάτας
ντομάτα κονκασέ συμπυκνωμένο χυμό ντομάτας

11. Μακαρόνια με σάλτσα (1 μερίδα)

0 1 2 3 4 5 6 7 Φορές την εβδομάδα

➤ Για την σάλτσα χρησιμοποιήσατε:

φρέσκια ντομάτα σάλτσα ντομάτας εμπορίου πελτέ ντομάτας
ντομάτα κονκασέ συμπυκνωμένο χυμό ντομάτας

12. Κρέας κοκκινιστό (1 μερίδα)

0 1 2 3 4 5 6 7 Φορές την εβδομάδα

➤ Για την σάλτσα χρησιμοποιήσατε:

φρέσκια ντομάτα σάλτσα ντομάτας εμπορίου πελτέ ντομάτας
ντομάτα κονκασέ συμπυκνωμένο χυμό ντομάτας

13. Όσπρια (1 μερίδα)

0 1 2 3 4 5 6 7 Φορές την εβδομάδα

➤ Για την σάλτσα χρησιμοποιήσατε:

φρέσκια ντομάτα σάλτσα ντομάτας εμπορίου πελτέ ντομάτας
ντομάτα κονκασέ συμπυκνωμένο χυμό ντομάτας

14. Λαδερά (1 μερίδα)

0 1 2 3 4 5 6 7 Φορές την εβδομάδα

➤ Για την σάλτσα χρησιμοποιήσατε:

φρέσκια ντομάτα σάλτσα ντομάτας εμπορίου πελτέ ντομάτας
ντομάτα κονκασέ συμπυκνωμένο χυμό ντομάτας

15. Πίτσα (1 μέτριο κομμάτι)

0 1 2 3 4 5 6 7 Φορές την εβδομάδα

➤ Η σάλτσα της πίτσας ήταν από:

φρέσκια ντομάτα σάλτσα ντομάτας εμπορίου πελτέ ντομάτας
ντομάτα κονκασέ συμπυκνωμένο χυμό ντομάτας

16. Bloody Mary

0 1 2 3 4 5 6 7 Φορές την εβδομάδα

ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ

17. Ντομάτα ωμή (1 μέτρια)

0 1 2 3 4 5 6 7 Φορές την εβδομάδα

18. Κέτσαπ (1κ.σ.)

0 1 2 3 4 5 6 7 Φορές την εβδομάδα

19. Ντοματόσουπα (1 μερίδα)

0 1 2 3 4 5 6 7 Φορές την εβδομάδα

➤ Για την ντοματόσουπα χρησιμοποιήσατε:

φρέσκια ντομάτα σάλτσα ντομάτας εμπορίου πελτέ ντομάτας
ντομάτα κονκασέ συμπυκνωμένο χυμό ντομάτας

20. Μακαρόνια με σάλτσα (1 μερίδα)

0 1 2 3 4 5 6 7 Φορές την εβδομάδα

➤ Για την σάλτσα χρησιμοποιήσατε:

φρέσκια ντομάτα σάλτσα ντομάτας εμπορίου πελτέ ντομάτας
ντομάτα κονκασέ συμπυκνωμένο χυμό ντομάτας

21. Κρέας κοκκινιστό (1 μερίδα)

0 1 2 3 4 5 6 7 Φορές την εβδομάδα

➤ Για την σάλτσα χρησιμοποιήσατε:

φρέσκια ντομάτα σάλτσα ντομάτας εμπορίου πελτέ ντομάτας
ντομάτα κονκασέ συμπυκνωμένο χυμό ντομάτας

22. Όσπρια (1 μερίδα)

0 1 2 3 4 5 6 7 Φορές την εβδομάδα

➤ Για την σάλτσα χρησιμοποιήσατε:

φρέσκια ντομάτα σάλτσα ντομάτας εμπορίου πελτέ ντομάτας

ντομάτα κονκασέ συμπυκνωμένο χυμό ντομάτας

23. Λαδερά (1 μερίδα)

0 1 2 3 4 5 6 7 Φορές την εβδομάδα

➤ Για την σάλτσα χρησιμοποιήσατε:

φρέσκια ντομάτα σάλτσα ντομάτας εμπορίου πελτέ ντομάτας

ντομάτα κονκασέ συμπυκνωμένο χυμό ντομάτας

24. Πίτσα (1 μέτριο κομμάτι)

0 1 2 3 4 5 6 7 Φορές την εβδομάδα

➤ Η σάλτσα της πίτσας ήταν από:

φρέσκια ντομάτα σάλτσα ντομάτας εμπορίου πελτέ ντομάτας

ντομάτα κονκασέ συμπυκνωμένο χυμό ντομάτας

25. Καρπούζι (1 φέτα)

0 1 2 3 4 5 6 7 Φορές την εβδομάδα

26. Bloody Mary

0 1 2 3 4 5 6 7 Φορές την εβδομάδα

27. Έχετε κάποιο πρόβλημα υγείας για το οποίο πρέπει να τρώτε τροφές που έχουν λυκοπένιο;

• Ναι

• Όχι

Αν ναι ποιος σας το σύστησε;

28. Γνωρίζετε, έχετε ακούσει ή διαβάσει κάτι για την σημασία των τροφών αυτών στην υγεία του

ανθρώπου;

• Ναι

• Όχι

29. Επιδιώκετε την υγιεινή διατροφή;

- Ναι
- Όχι

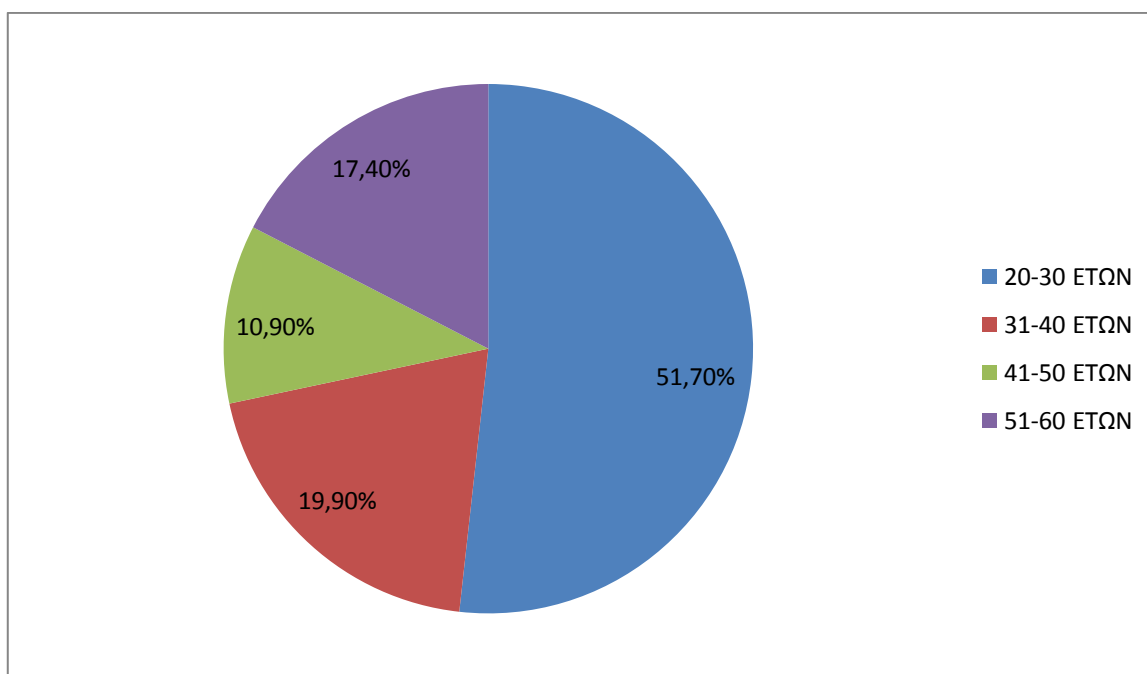
10. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

10.1. ΗΛΙΚΙΑ- ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ- ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ – ΦΥΣΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Στη συγκεκριμένη έρευνα έλαβαν μέρος συνολικά 201 άτομα εκ των οποίων τα 97 ήταν άνδρες και τα 104 γυναίκες. Το 51,7% του συνόλου του πληθυσμού που ερωτήθηκε ήταν ηλικίας 20 – 30 ετών, ενώ το μεγαλύτερο μέρος του δείγματος (51,2%) ανήκε στην οικογενειακή κατάσταση άγαμος. Επιπλέον, το 50,7% είχε επίπεδο σπουδών τριτοβάθμια εκπαίδευση και το 51,2% μέτρια φυσική δραστηριότητα. Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα της έρευνας ως προς το πόσα άτομα πήρα μέρος, την οικογενειακή του κατάσταση, την εκπαίδευση και την δραστηριότητα τους.

Πίνακας 1. Ηλικία -συχνότητα- ποσοστά

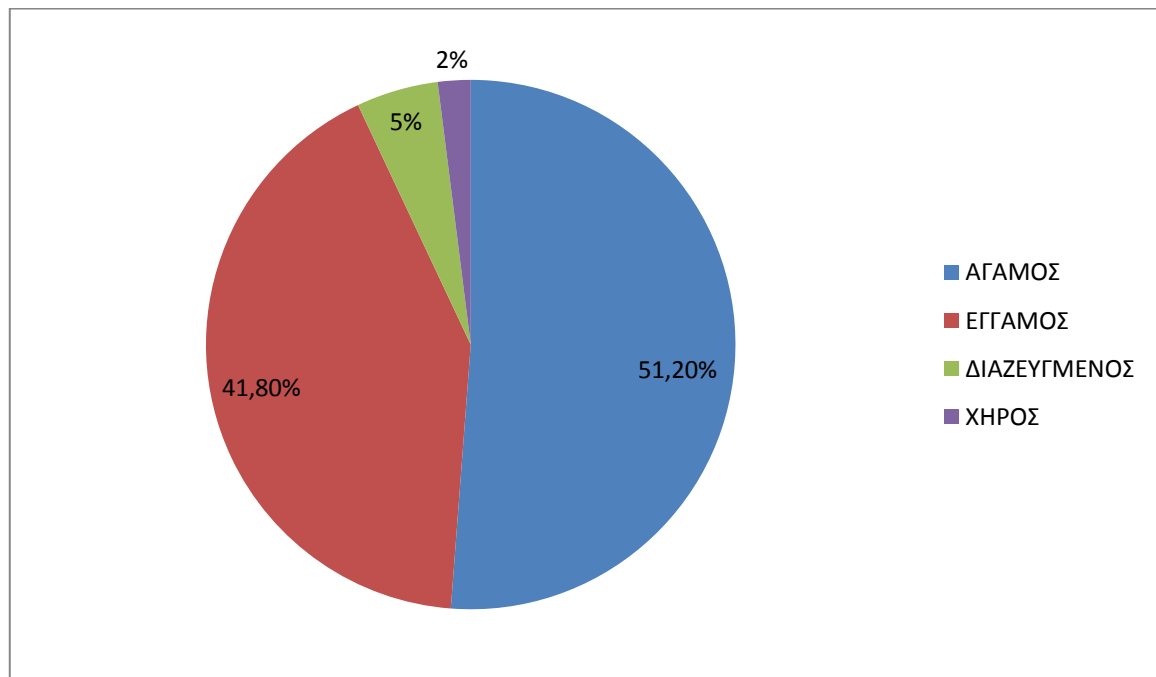
ΗΛΙΚΙΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ
20-30 ΕΤΩΝ	104	51,7%
31-40 ΕΤΩΝ	40	19,9%
41-50 ΕΤΩΝ	22	10,9%
51-60 ΕΤΩΝ	35	17,4%
ΣΥΝΟΛΟ	201	100%



Σχήμα 1. Ποσοστά ηλικιών που συμμετείχαν στην έρευνα

Πίνακας 2. Οικογενειακή κατάσταση- συχνότητα – ποσοστά

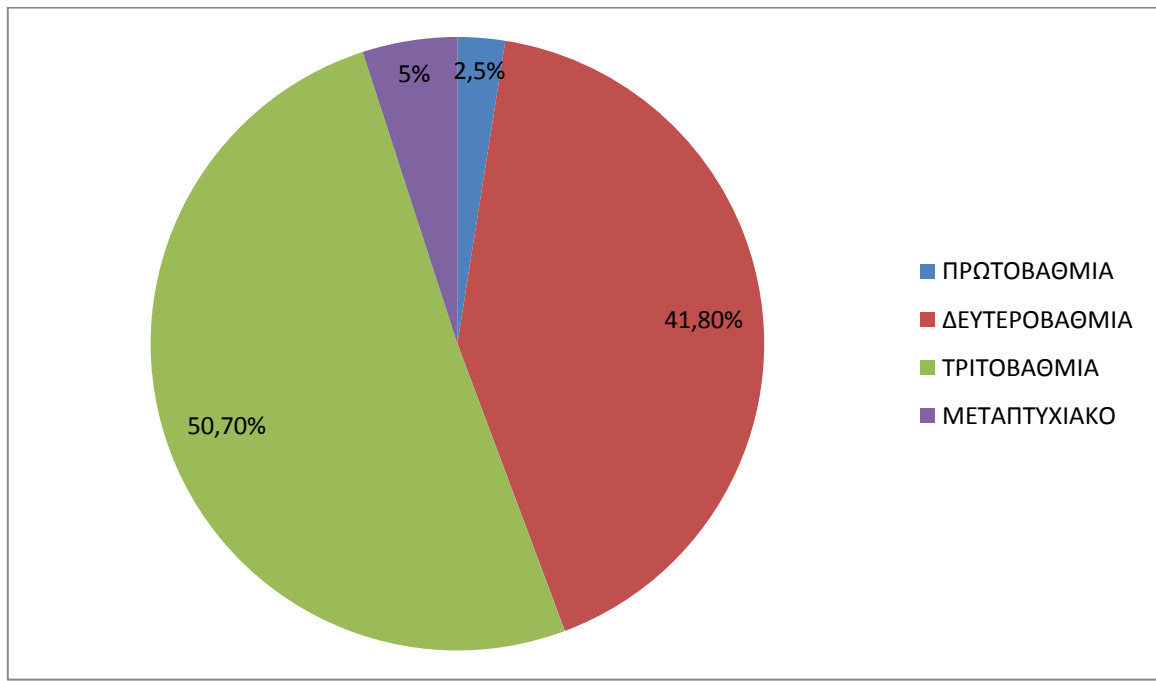
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ
ΑΓΑΜΟΣ	103	51,2%
ΕΓΓΑΜΟΣ	84	41,8%
ΔΙΑΖΕΥΓΜΕΝΟΣ	10	5%
ΧΗΡΟΣ	4	2%
ΣΥΝΟΛΟ	201	100%



Σχήμα 2. Ποσοστά οικογενειακής κατάστασης ατόμων που συμμετείχαν στην έρευνα

Πίνακας 3. Εκπαίδευση – συχνότητα- ποσοστά

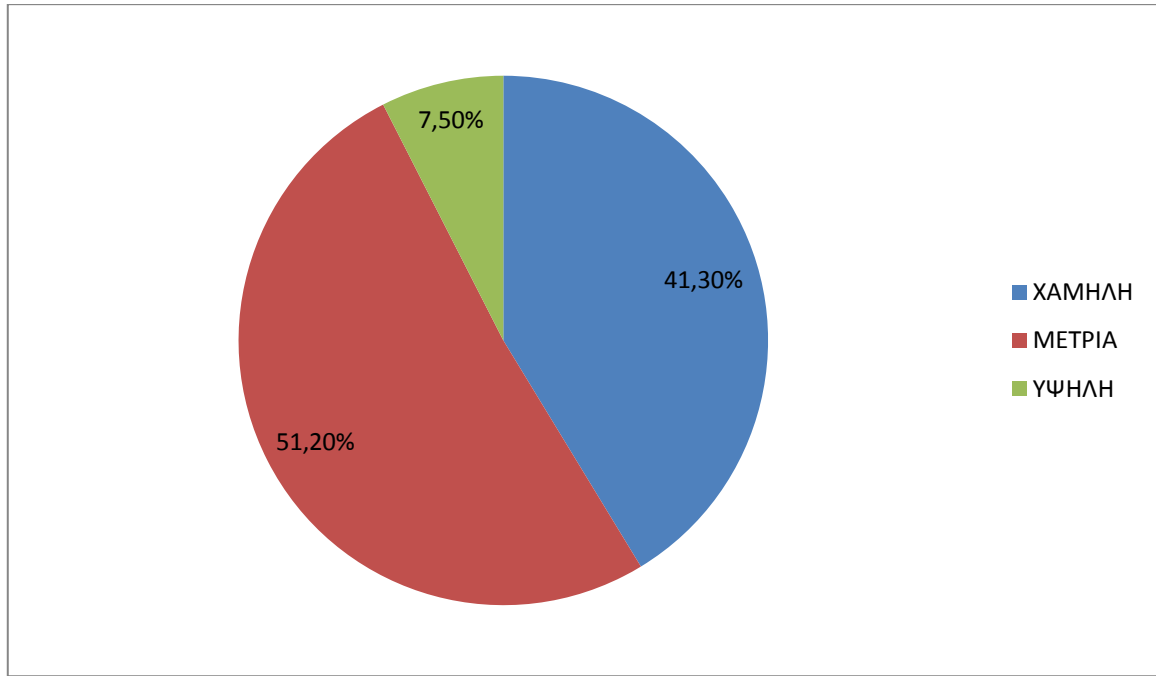
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ
ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ	5	2,5%
ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ	88	41,8%
ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑ	102	50,7%
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ	6	5%
ΣΥΝΟΛΟ	201	100%



Σχήμα 3. Ποσοστά εκπαίδευσης ατόμων που συμμετείχαν στην έρευνα

Πίνακας 4. Φυσική δραστηριότητα- συχνότητα-ποσοστά

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ
ΧΑΜΗΛΗ	83	41,3%
ΜΕΤΡΙΑ	103	51,2%
ΥΨΗΛΗ	15	7,5%
ΣΥΝΟΛΟ	201	100%



Σχήμα 4. Ποσοστά φυσικής δραστηριότητας ατόμων που συμμετείχαν στην έρευνα

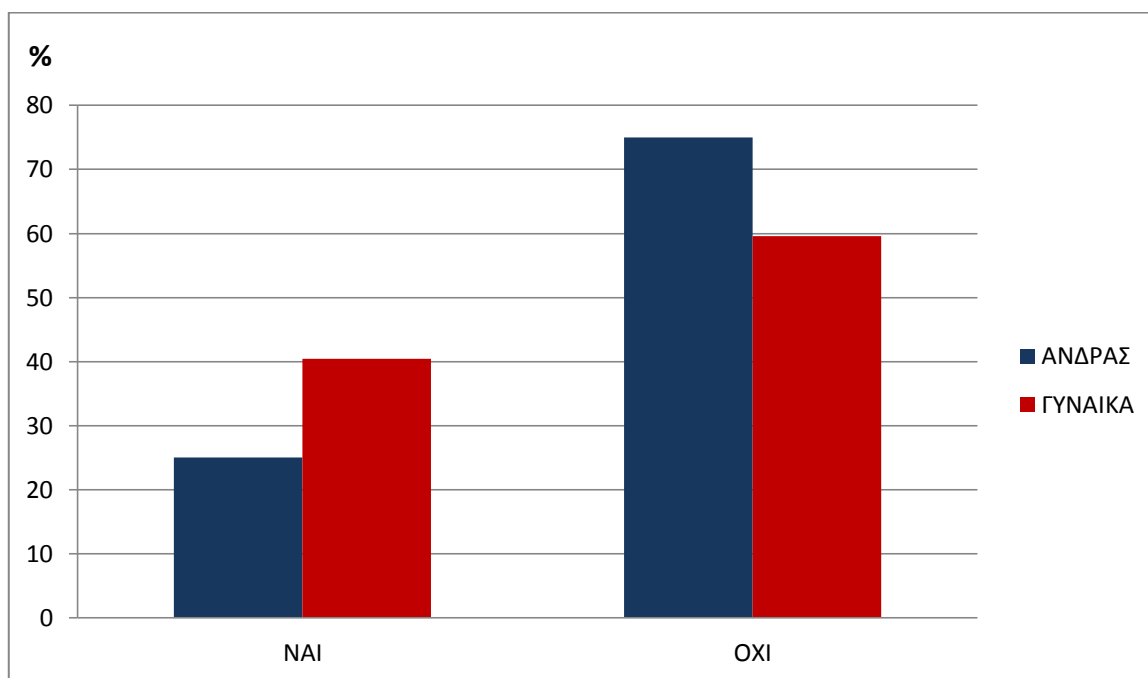
10.2. ΓΝΩΣΗ ΣΗΜΑΣΙΑΣ ΤΡΟΦΩΝ

Σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα το 33,0% του συνόλου λαμβάνει γνώση για την σημασία των τροφών που περιέχουν λυκοπένιο στην υγεία του ανθρώπου σε αντίθεση με το 67,0% που δεν γνωρίζει τίποτα για αυτό. Οι γυναίκες με ποσοστό 40,4% έναντι των ανδρών με ποσοστό 25,0% απάντησαν πως γνωρίζουν την σημασία του λυκοπενίου στις τροφές που περιελάμβανε το ερωτηματολόγιο.

Ο στατιστικός έλεγχος έγινε με χ^2 με $p\text{-value}=0,021<0,05$ που σημαίνει ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του φύλου και της γνώσης της σημασίας των τροφών με λυκοπένιο.

Πίνακας 5. Γνώση σημασίας τροφών

ΓΝΩΣΗ ΣΗΜΑΣΙΑΣ ΤΡΟΦΩΝ ΜΕ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ (p-value= 0,021)		ΦΥΛΟ		ΣΥΝΟΛΟ
		ΑΝΔΡΑΣ	ΓΥΝΑΙΚΑ	
ΝΑΙ	N	24	42	66
	% ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝΑ ΦΥΛΟ	25%	40,4%	33,0%
ΟΧΙ	N	72	62	134
	% ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝΑ ΦΥΛΟ	75%	59,6%	67%
ΣΥΝΟΛΟ	N	96	104	200
	% ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝΑ ΦΥΛΟ	100%	100%	100%



Σχήμα 5. Ιστόγραμμα σύγκρισης γνώσης σημασίας τροφών μεταξύ ανδρών και γυναικών

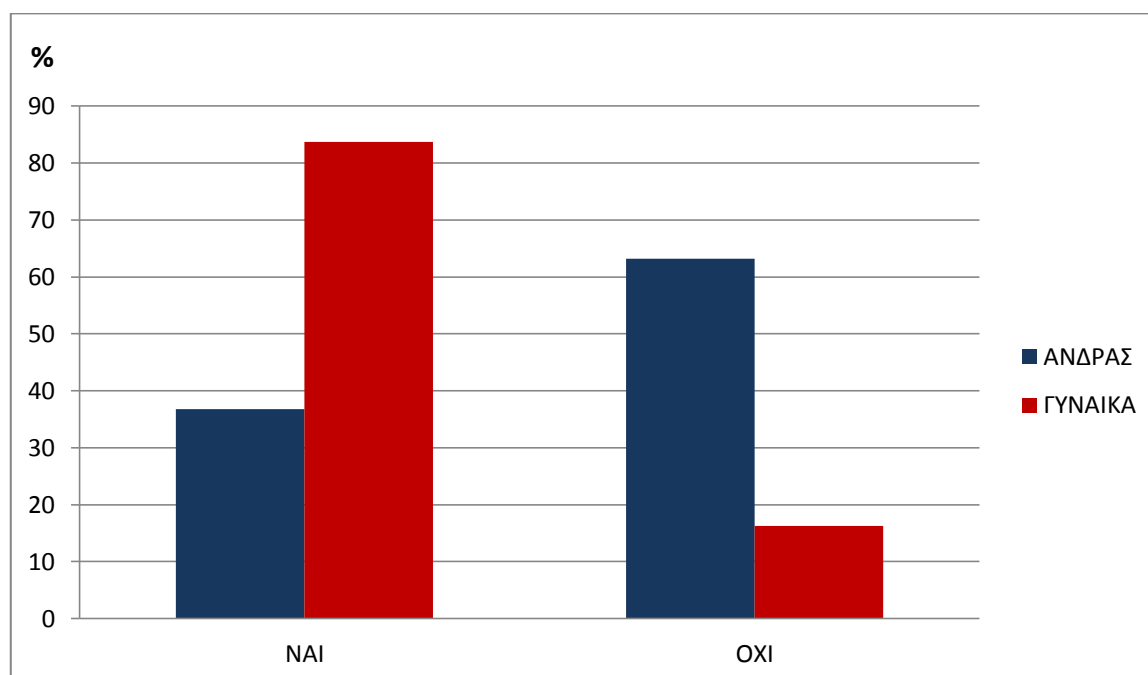
10.3. ΕΠΙΔΙΩΞΗ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

Στον παρακάτω πίνακα παρατηρείται ότι το 61,3% του συνόλου επιδιώκει την υγιεινή διατροφή. Να σημειωθεί ότι οι γυναίκες είναι εκείνες που επιδιώκουν σε πολύ μεγαλύτερο ποσοστό την υγιεινή διατροφή στην καθημερινότητά τους με ποσοστό 83,7% έναντι των ανδρών με 36,8%.

Ο στατιστικός έλεγχος έγινε με χ^2 με $p\text{-value}=0,001<0,05$ που σημαίνει ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του φύλου και της επιδίωξης της υγιεινής διατροφής.

Πίνακας 6. Επιδίωξη υγιεινής διατροφής

ΕΠΙΔΙΩΞΗ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ (p-value= 0,001)		ΦΥΛΟ		ΣΥΝΟΛΟ
		ΑΝΔΡΑΣ	ΓΥΝΑΙΚΑ	
ΝΑΙ	N	35	87	122
	% ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝ Α ΦΥΛΟ	36,8%	83,7%	61,3%
ΟΧΙ	N	60	17	77
	% ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝ Α ΦΥΛΟ	63,2%	16,3%	38,7%
ΣΥΝΟΛΟ	N	95	104	199
	% ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝ Α ΦΥΛΟ	100%	100%	100%



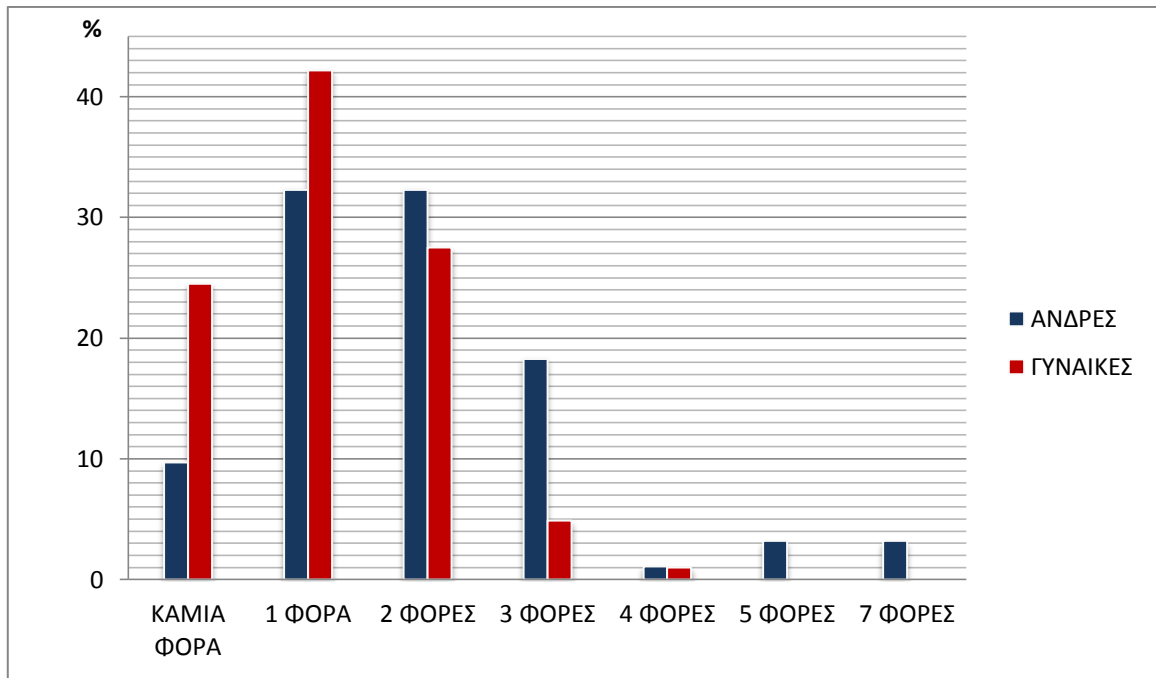
Σχήμα 6. Ιστογράμμα σύγκρισης επιδίωξης υγιεινής διατροφής μεταξύ ανδρών και γυναικών

10.4. ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΦΑΓΗΤΟΥ ΕΚΤΟΣ ΣΠΙΤΙΟΥ ΤΗΝ ΕΒΔΟΜΑΔΑ

Σύμφωνα με τον πίνακα για 195 άτομα στο σύνολο υπάρχει συσχέτιση ($p\text{-value} = 0.001 < 0.05$) μεταξύ της συχνότητας κατανάλωσης φαγητού εκτός σπιτιού και του φύλου. Οι άνδρες φαίνεται να καταναλώνουν σε μεγαλύτερο ποσοστό φαγητό εκτός σπιτιού σε σχέση με τις γυναίκες, σε όλες τις συχνότητες το χειμώνα και το καλοκαίρι. Να σημειωθεί ότι το 9,7% των ανδρών και το 24,5% των γυναικών δεν καταναλώνουν φαγητό εκτός σπιτιού.

Πίνακας 7. Συχνότητα κατανάλωσης φαγητού εκτός σπιτιού

ΦΑΓΗΤΟ ΕΚΤΟΣ ΣΠΙΤΙΟΥ/ ΕΒΔΟΜΑΔΑ		ΑΝΔΡΕΣ	ΓΥΝΑΙΚΕΣ	ΣΥΝΟΛΟ
p-value= 0,001				
ΚΑΜΙΑ ΦΟΡΑ	ΠΛΗΘΟΣ	9	25	34
	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝΑ ΦΥΛΟ	9,7%	24,5%	17,4%
1 ΦΟΡΑ	ΠΛΗΘΟΣ	30	43	73
	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝΑ ΦΥΛΟ	32,3%	42,2%	37,4%
2 ΦΟΡΕΣ	ΠΛΗΘΟΣ	30	28	58
	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝΑ ΦΥΛΟ	32,3%	27,5%	29,7%
3 ΦΟΡΕΣ	ΠΛΗΘΟΣ	17	5	22
	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝΑ ΦΥΛΟ	18,3%	4,9%	11,3%
4 ΦΟΡΕΣ	ΠΛΗΘΟΣ	1	1	2
	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝΑ ΦΥΛΟ	1,1%	1%	1%
5 ΦΟΡΕΣ	ΠΛΗΘΟΣ	3	0	3
	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝΑ ΦΥΛΟ	3,2%	1%	1,5%
7 ΦΟΡΕΣ	ΠΛΗΘΟΣ	3	0	3
	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝΑ ΦΥΛΟ	3,2%	1%	1,5%
ΣΥΝΟΛΟ	ΠΛΗΘΟΣ	93	102	195
	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝΑ ΦΥΛΟ	100%	100%	100%



Σχήμα 7. Ιστόγραμμα σύγκρισης κατανάλωσης φαγητού εκτός σπιτιού και φύλου

10.5. ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΑΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΤΟΝ ΧΕΙΜΩΝΑ

Σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα παρατηρείται ότι κατά τη διάρκεια του χειμώνα η εβδομαδιαία κατανάλωση της ωμής ντομάτας στο σύνολο των ατόμων διατηρείται στα υψηλότερα επίπεδα με μέση τιμή 2,03, ενώ η μικρότερη σε συχνότητα κατανάλωση ανήκει στην ντοματόσουπα με μέση τιμή 0,22.

Πιο συγκεκριμένα οι αντίστοιχες μέσες τιμές για τους άνδρες και τις γυναίκες όσο αφορά την ωμή ντομάτα που έχει την συχνότερη κατανάλωση εβδομαδιαίως είναι 1,92 και 2,13. Οι άνδρες καταναλώνουν με μικρότερο βαθμό σε σχέση με τα υπόλοιπα τρόφιμα ντοματόσουπα με μέση τιμή 0,11 ενώ οι γυναίκες προτιμούν λιγότερο κατά την διάρκεια της εβδομάδας την ντοματόσουπα και την πίτσα με μέσες τιμές 0,32 για την ντοματόσουπα και 0,31 για την πίτσα, δείχνοντας την πίτσα να είναι τελευταία σε προτίμηση.

Ο στατιστικός έλεγχος έγινε με ANOVA και βρέθηκε ότι το p-value των μακαρονιών με σάλτσα, των οσπρίων και των λαδερών ήταν μικρότερο του 0,05 και άρα οι μέσες τιμές παρουσίασαν διαφορά μεταξύ των φύλων (μακαρόνια με σάλτσα $p=0,027 < 0,05$, όσπρια $p=0,018 < 0,05$ και λαδερά $p=0,009$). Στα υπόλοιπα τρόφιμα δεν παρουσιάστηκαν στατιστικές διαφορές μεταξύ των μέσων τιμών.

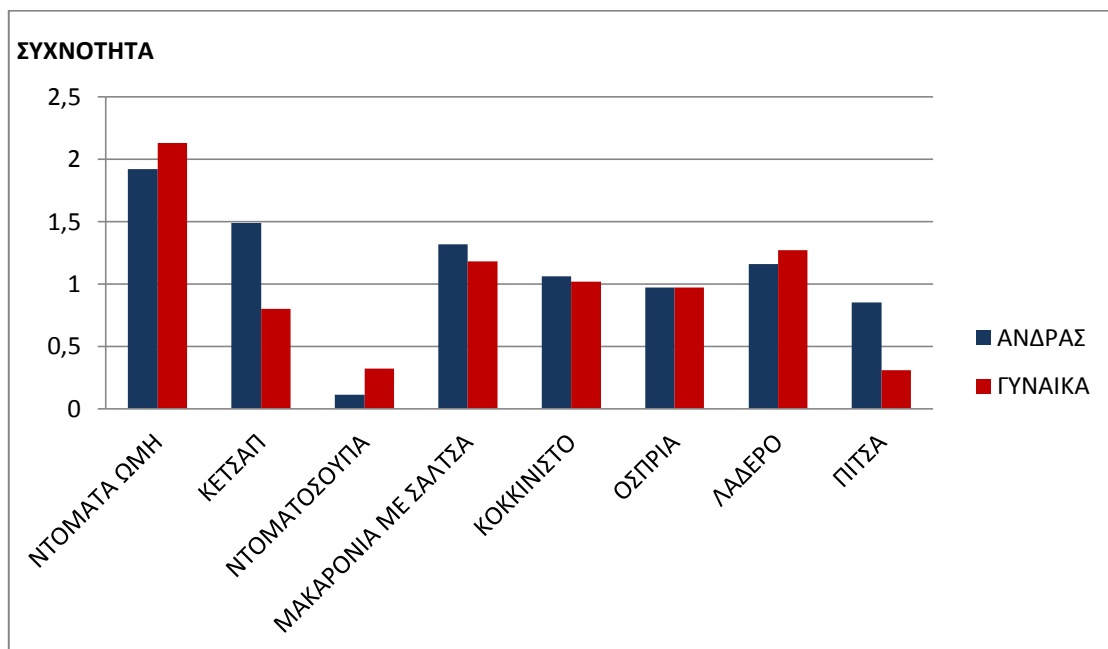
Συμπερασματικά με βάση τους πίνακες καταλήγουμε στο ότι η κατανάλωση της ωμής ντομάτας υπερिशύει έναντι όλων των υπόλοιπων τροφίμων και στα δύο φύλα το χειμώνα, ενώ η ντοματόσουπα μαζί με την πίτσα για τις γυναίκες μόνο είναι τα τρόφιμα που έρχονται τελευταία σε συχνότητα κατανάλωσης.

Πίνακας 8. Μέση τιμή εβδομαδιαίας συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων τον χειμώνα

ΦΥΛΟ		ΝΤΟΜΑΤΑ ΩΜΗ	ΚΕΤΣΑΠ	ΝΤΟΜΑΤΟ ΣΟΥΠΑ	ΜΑΚΑΡΟΝΙΑ ΣΑΛΤΣΑ
ΑΝΔΡΑΣ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	1,92	1,49	0,11	1,32
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	1,76	1,33	0,02	0,74
	N	96	97	97	97
ΓΥΝΑΙΚΑ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	2,13	0,80	0,32	1,18
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	1,57	0,55	0,15	0,56
	N	101	101	101	100
ΣΥΝΟΛΟ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	2,03	1,14	0,22	1,25
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	1,66	1,00	0,14	0,66
	N	197	198	198	197
	p-value	0,516	0,249	0,320	0,027

Πίνακας 9. Μέση τιμή εβδομαδιαίας συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων τον χειμώνα

ΦΥΛΟ		ΚΟΚΚΙΝΙΣΤΟ	ΟΣΠΡΙΑ	ΛΑΔΕΡΑ	ΠΙΤΣΑ
ΑΝΔΡΑΣ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	1,06	0,97	1,16	0,85
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	0,57	0,79	0,57	0,65
	N	97	96	95	97
ΓΥΝΑΙΚΑ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	1,02	0,99	1,27	0,31
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	0,37	0,56	0,60	0,23
	N	101	101	101	100
ΣΥΝΟΛΟ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	1,04	0,98	1,21	0,57
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	0,48	0,68	0,59	0,35
	N	198	197	196	197
	p-value	0,692	0,018	0,009	0,569



Σχήμα 8. Ιστόγραμμα σύγκρισης εβδομαδιαίας συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων μεταξύ ανδρών και γυναικών τον χειμώνα.

10.6. ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΑΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΤΟ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ

Σύμφωνα με τους παρακάτω πίνακες παρατηρείται ότι κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού η εβδομαδιαία κατανάλωση της ωμής ντομάτας στο σύνολο των ατόμων διατηρείται στα υψηλότερα επίπεδα με μέση τιμή 4,86 , ενώ η μικρότερη σε συχνότητα κατανάλωση ανήκει στην ντοματόσουπα με μέση τιμή 0,07.

Πιο συγκεκριμένα οι αντίστοιχες μέσες τιμές για τους άνδρες και τις γυναίκες όσο αφορά την ωμή ντομάτα που έχει την συχνότερη κατανάλωση εβδομαδιαίως είναι 4,71 και 5,01. Και τα δύο φύλα καταναλώνουν με μικρότερο βαθμό σε σχέση με τα υπόλοιπα τρόφιμα ντοματόσουπα με αντίστοιχες μέσες τιμές 0,06 και 0,08.

Όσο αφορά το καρπούζι που καταναλώνεται μόνο το καλοκαίρι οι άνδρες το προτιμούν συχνότερα από τις γυναίκες εβδομαδιαίως με μέσες τιμές 2,85 για τους άνδρες και 1,74 για τις γυναίκες.

Ο στατιστικός έλεγχος έγινε με ANOVA και βρέθηκε ότι το p-value των μακαρονιών με σάλτσα και των οσπρίων ήταν μικρότερο του 0,05 και άρα οι μέσες τιμές παρουσίασαν διαφορά μεταξύ των φύλων (μακαρόνια με σάλτσα $p=0,044 < 0,05$ και όσπρια $p=0,009 < 0,05$). Στα υπόλοιπα τρόφιμα δεν παρουσιάστηκαν στατιστικές διαφορές μεταξύ των μέσων τιμών.

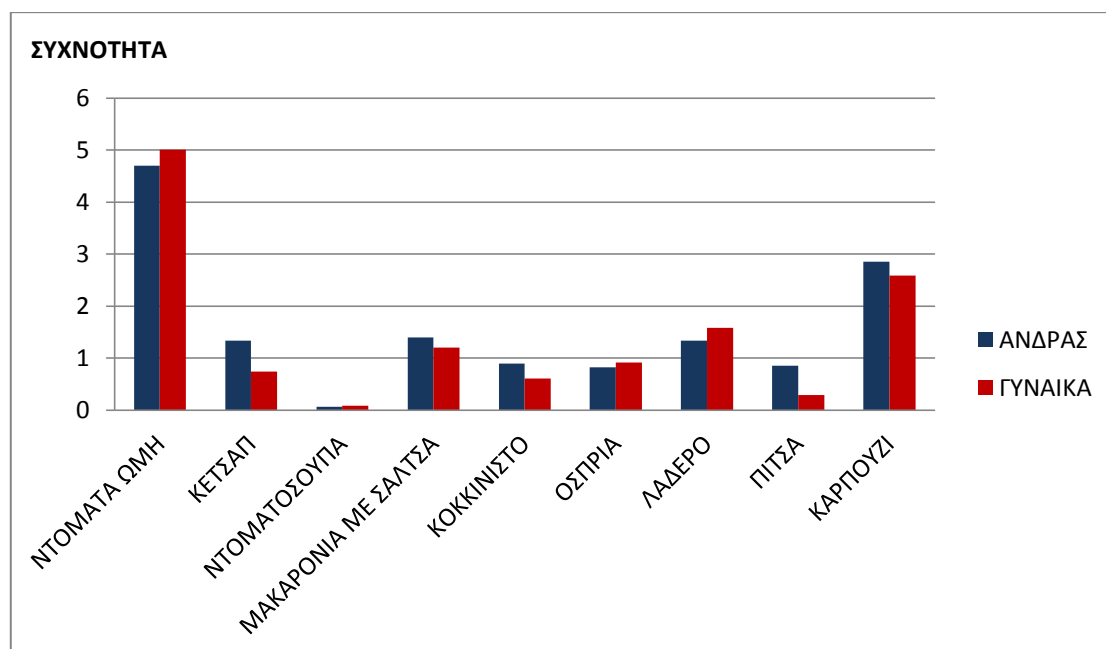
Συμπερασματικά με βάση τους πίνακες καταλήγουμε στο ότι η κατανάλωση της ωμής ντομάτας υπερिशύει έναντι όλων των υπόλοιπων τροφίμων και στα δύο φύλα το καλοκαίρι, ενώ η ντοματόσουπα είναι εκείνη που έρχεται τελευταία σε κατανάλωση εβδομαδιαίως.

Πίνακας 10. Μέση τιμή εβδομαδιαίας συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων το καλοκαίρι

ΦΥΛΟ		ΝΤΟΜΑΤΑ ΩΜΗ	ΚΕΤΣΑΠ	ΝΤΟΜΑΤΟ ΣΟΥΠΑ	ΜΑΚΑΡΟΝΙΑ ΣΑΛΤΣΑ
ΑΝΔΡΑΣ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	4,71	1,34	0,06	1,40
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	1,84	1,19	0,02	0,67
	N	96	97	97	96
ΓΥΝΑΙΚΑ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	5,01	0,74	0,08	1,20
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	1,46	0,50	0,04	0,59
	N	103	101	100	100
ΣΥΝΟΛΟ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	4,86	1,04	0,07	1,30
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	1,66	0,88	0,01	0,64
	N	199	198	197	196
	p-value	0,983	0,133	0,395	0,044

Πίνακας 11. Μέση τιμή εβδομαδιαίας συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων το καλοκαίρι

ΦΥΛΟ		ΚΟΚΚΙΝΙΣΤΟ	ΟΣΠΡΙΑ	ΛΑΔΕΡΑ	ΠΙΤΣΑ	ΚΑΡΠΟΥΖΙ
ΑΝΔΡΑΣ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	0,89	0,82	1,34	0,85	2,85
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	0,68	0,71	0,61	0,60	1,88
	N	97	96	96	95	97
ΓΥΝΑΙΚΑ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	0,61	0,92	1,58	0,29	2,59
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	0,50	0,60	0,70	0,14	1,74
	N	100	99	100	96	101
ΣΥΝΟΛΟ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	0,75	0,87	1,46	0,57	2,72
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	0,64	0,66	0,67	0,36	1,81
	N	197	195	196	191	198
	p-value	0,313	0,009	0,451	0,956	0,955



Σχήμα 9. Ιστόγραμμα σύγκρισης εβδομαδιαίας συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων μεταξύ ανδρών και γυναικών το καλοκαίρι.

10.7. ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑΣ ΤΡΟΦΙΜΟΥ (%) ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΑΝΔΡΕΣ ΤΟΝ ΧΕΙΜΩΝΑ ΚΑΙ ΤΟ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ

Κατά την διάρκεια του χειμώνα τα μακαρόνια με σάλτσα προσδίδουν το μεγαλύτερο ποσοστό συνεισφοράς λυκοπενίου για τους άνδρες (38,67%) ενώ το μικρότερο ποσοστό συνεισφοράς προσδίδει η ντοματόσουπα (1,43%).

Το καλοκαίρι παρατηρούμε ότι υπάρχει διαφοροποίηση στα ποσοστά με την ωμή ντομάτα να κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό συνεισφοράς σε λυκοπένιο (26,09%) , παραμένοντας όμως η ντοματόσουπα στο μικρότερο ποσοστό (0,46%) ακόμα μικρότερο και από τον χειμώνα.

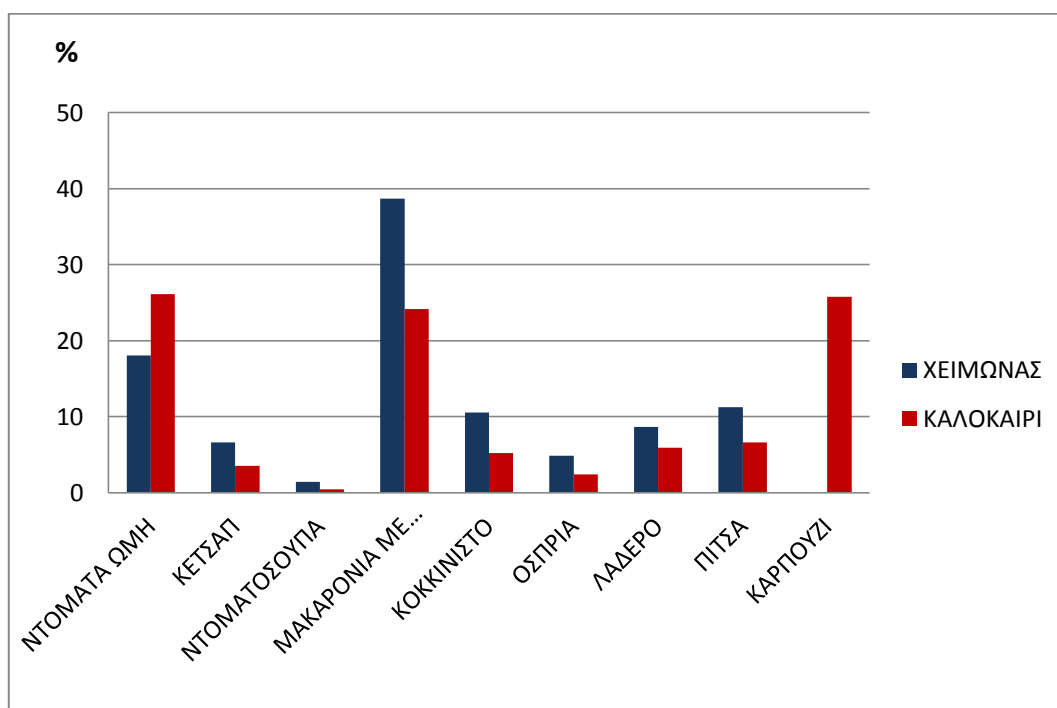
Αξίζει να σημειωθεί ότι το καλοκαίρι το καρπούζι (25,78%) αλλά και τα μακαρόνια με σάλτσα (24,14%) έχουν αρκετά υψηλά ποσοστά συνεισφοράς λυκοπενίου για τους άνδρες.

Η πίτσα για τους άνδρες βρέθηκε να έχει $p\text{-value} = 0,123 > 0,05$ και η κέτσαπ $p\text{-value} = 0,091 > 0,05$ τα οποία δείχνουν ότι δεν υπάρχει στατιστική διαφορά μεταξύ του χειμώνα και του καλοκαιριού στην συνεισφορά τους σε λυκοπένιο στην ημερήσια πρόσληψη. Τα $p\text{-value}$ των υπόλοιπων τροφίμων βρέθηκαν $< 0,05$ το οποίο δείχνει ότι υπάρχουν στατιστικά διαφορές μεταξύ των εποχών στην συνεισφορά τους.

Πίνακας 12. Μέση τιμή (mg) και ποσοστό (%) ημερήσιας συνεισφοράς τροφίμου σε λυκοπένιο τον χειμώνα και το καλοκαίρι για τους άνδρες.

ΑΝΔΡΑΣ		ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ (mg) / ημέρα ΧΕΙΜΩΝΑ	% ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑΣ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ ΧΕΙΜΩΝΑ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ (mg) /ημέρα ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	%ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑΣ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	p-value
ΝΤΟΜΑΤΑ ΩΜΗ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	1,93	18,07	4,73	26,09	0,036
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	1,77		1,85		
ΚΕΤΣΑΠ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	0,71	6,63	0,64	3,51	0,091
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	0,63		0,56		
ΝΤΟΜΑΤΟ ΣΟΥΠΑ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	0,15	1,43	0,08	0,46	0,01
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	0,03		0,03		
ΜΑΚΑΡΟΝΙΑ ΜΕ ΣΑΛΤΣΑ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	4,13	38,67	4,38	24,14	0,02
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	2,31		2,09		

ΚΟΚΚΙΝΙ ΣΤΟ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	1,12	10,54	0,94	5,20	0,01
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	0,60		0,72		
ΟΣΠΡΙΑ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	0,51	4,82	0,43	2,40	0,02
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	0,42		0,38		
ΛΑΔΕΡΑ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	0,92	8,64	1,06	5,87	0,001
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	0,45		0,48		
ΠΙΤΣΑ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	1,20	11,22	1,20	6,60	0,123
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	0,92		0,85		
ΚΑΡΠΟΥΖΙ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ			4,67	25,78	
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ			3,08		



Σχήμα 10. Ιστογράμμα σύγκρισης ποσοστού συνεισφοράς τροφίμου (%) στην πρόσληψη του λυκοπενίου για τους άνδρες τον χειμώνα και το καλοκαίρι

10.8. ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑΣ ΤΡΟΦΙΜΟΥ (%) ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ ΓΙΑ ΤΙΣ ΓΥΝΑΙΚΕΣ ΤΟΝ ΧΕΙΜΩΝΑ ΚΑΙ ΤΟ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ.

Κατά την διάρκεια του χειμώνα τα μακαρόνια με σάλτσα παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ποσοστό συνεισφοράς λυκοπενίου για τις γυναίκες (38,03%) ενώ το μικρότερο ποσοστό συνεισφοράς προέρχεται από την κέτσαπ (3,92%).

Το καλοκαίρι παρατηρούμε ότι υπάρχει διαφοροποίηση στα ποσοστά με την ωμή ντομάτα να κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό συνεισφοράς σε λυκοπένιο (30,89%) και η ντοματόσουπα να βρίσκεται στο μικρότερο ποσοστό συνεισφοράς (0,68%).

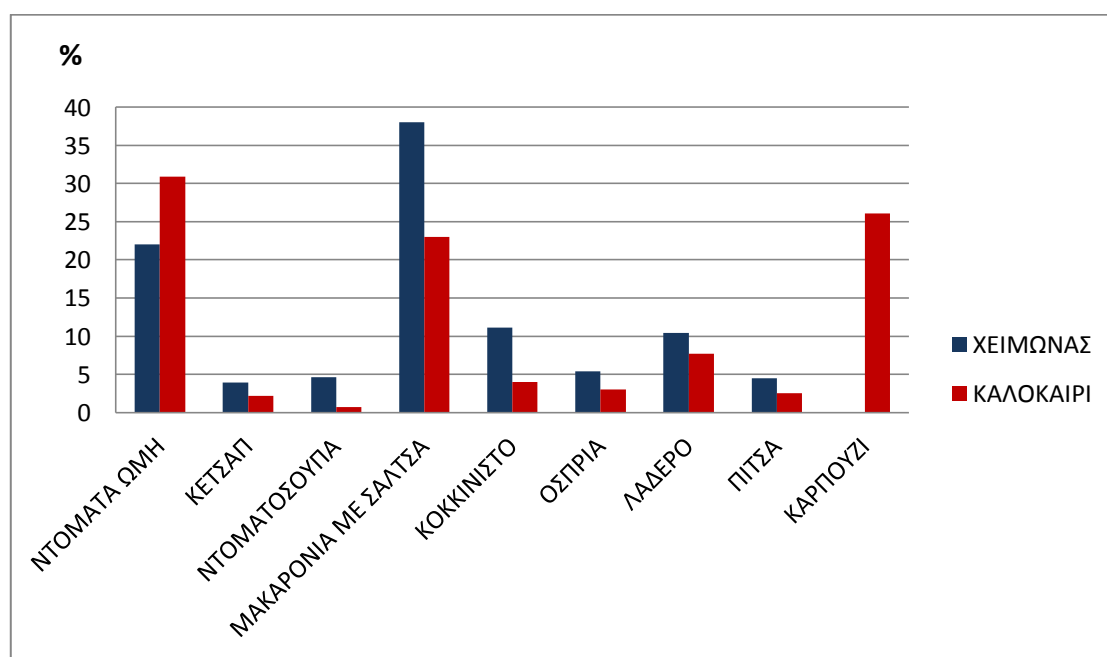
Αξίζει να σημειωθεί ότι το καλοκαίρι το καρπούζι (26,07%) αλλά και τα μακαρόνια με σάλτσα (23,03%) έχουν αρκετά υψηλά ποσοστά συνεισφοράς λυκοπενίου σε σχέση με τα υπόλοιπα τρόφιμα για τις γυναίκες.

Η ντομάτα για τις γυναίκες βρέθηκε να έχει $p\text{-value} = 0,1 > 0,05$, η κέτσαπ $p\text{-value} = 0,132 > 0,05$, τα μακαρόνια με σάλτσα $p\text{-value} = 0,092 > 0,05$, τα όσπρια $p\text{-value} = 0,11 > 0,05$, η πίτσα $p\text{-value} = 0,125 > 0,05$ και το κοκκινιστό $p\text{-value} = 0,064 > 0,05$, τα οποία δείχνουν ότι δεν υπάρχει στατιστική διαφορά μεταξύ του χειμώνα και του καλοκαιριού στην συνεισφορά τους σε λυκοπένιο στην ημερήσια πρόσληψη. Τα $p\text{-value}$ των υπόλοιπων τροφίμων βρέθηκαν $< 0,05$ το οποίο δείχνει ότι υπάρχουν στατιστικά διαφορές μεταξύ των εποχών στην συνεισφορά τους.

Πίνακας 13. Μέση τιμή (mg) και ποσοστό (%) ημερήσιας συνεισφοράς τροφίμου σε λυκοπένιο τον χειμώνα και το καλοκαίρι για τις γυναίκες.

ΓΥΝΑΙΚΑ		ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ (mg) / ημέρα ΧΕΙΜΩΝΑ	% ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑΣ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ ΧΕΙΜΩΝΑ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ (mg) / ημέρα ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	% ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑΣ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	p-value
ΝΤΟΜΑΤΑ ΩΜΗ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	2,14	22,05	5,03	30,89	0,1
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	1,58		1,47		
ΚΕΤΣΑΠ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	0,38	3,92	0,35	2,16	0,132
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	0,26		0,24		
ΝΤΟΜΑΤΟ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	0,45	4,61	0,11	0,68	0,049

ΣΟΥΠΑ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	0,21		0,06		
ΜΑΚΑΡΟΝΙΑ ΜΕ ΣΑΛΤΣΑ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	3,69	38,03	3,75	23,03	0,092
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	1,75		1,84		
ΚΟΚΚΙΝΙΣΤΟ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	1,08	11,15	0,65	3,97	0,064
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	0,39		0,53		
ΟΣΠΡΙΑ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	0,52	5,41	0,49	2,99	0,11
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	0,30		0,32		
ΛΑΔΕΡΑ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	1,01	10,40	1,25	7,70	0,023
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	0,48		0,56		
ΠΙΤΣΑ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	0,44	4,51	0,41	2,51	0,125
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	0,32		0,20		
ΚΑΡΠΟΥΖΙ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ			4,25	26,07	
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ			2,85		



Σχήμα 11. Ιστόγραμμα σύγκρισης ποσοστού συνεισφοράς τροφίμου (%) στην πρόσληψη του λυκοπενίου για τις γυναίκες τον χειμώνα και το καλοκαίρι

10.9. ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ (mg) ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΑΛΥΨΗΣ (DRI %) ΤΗΝ ΗΜΕΡΑ (ΧΕΙΜΩΝΑΣ – ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ)

Η συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη λυκοπενίου (DRI %) για άνδρες και γυναίκες είναι από 5mg έως 7mg. Σύμφωνα με τα στοιχεία του παρακάτω πίνακα τόσο οι άνδρες όσο και οι γυναίκες έχουν επαρκή πρόσληψη λυκοπενίου ημερησίως το χειμώνα και το καλοκαίρι με μέση τιμή 13,69mg και πιο συγκεκριμένα η ημερήσια πρόσληψη για τον χειμώνα είναι 10,18mg και 17,21mg για το καλοκαίρι. Τα αντίστοιχα ποσοστά κάλυψης DRI % για τα δύο φύλα είναι 145% το χειμώνα και 245% το καλοκαίρι.

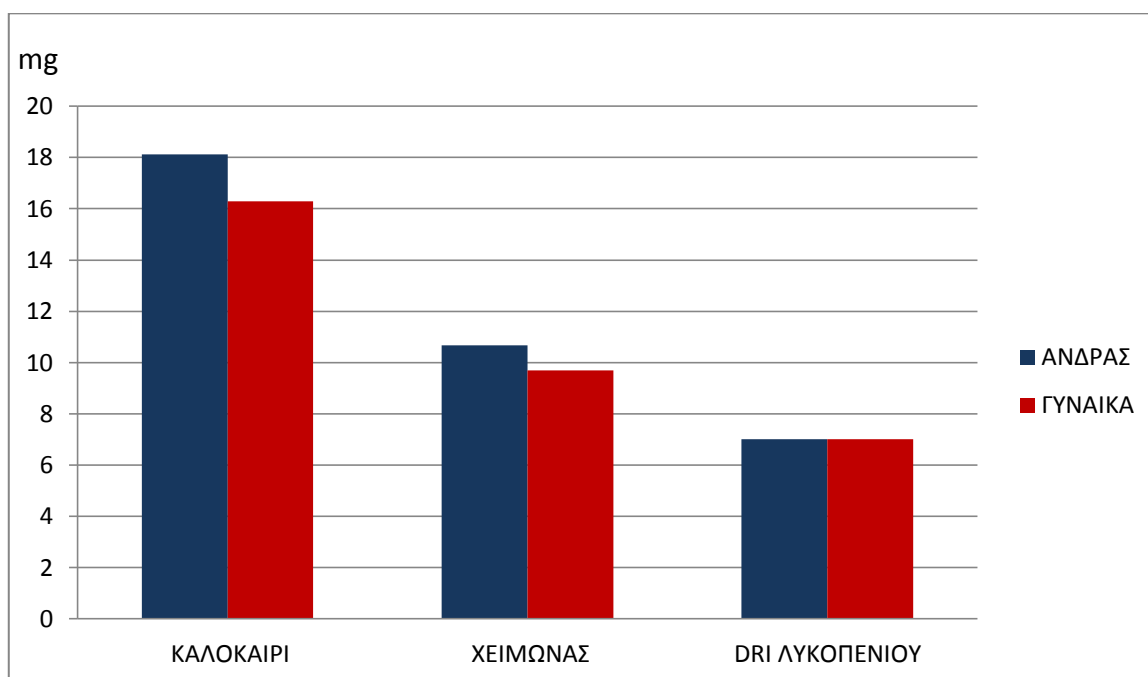
Πιο συγκεκριμένα, οι άνδρες όλες τις εποχές έχουν μεγαλύτερη ημερήσια πρόσληψη λυκοπενίου από τις γυναίκες. Αναλυτικότερα η μέση τιμή πρόσληψης λυκοπενίου ανά ημέρα είναι 10,67 για τους άνδρες το χειμώνα σε σχέση με τις γυναίκες που έχουν μέση τιμή 9,70, ενώ το καλοκαίρι η μέση τιμή για τους άνδρες είναι 18,13 και για τις γυναίκες 16,29. Αυτό φαίνεται και από τα ποσοστά κάλυψης DRI % όπου οι τιμές τους είναι αρκετά υψηλές λόγω της επαρκούς ημερήσιας πρόσληψης λυκοπενίου. Συγκεκριμένα, οι άνδρες έχουν μεγαλύτερο ποσοστό κάλυψης DRI το χειμώνα και το καλοκαίρι σε σχέση με τις γυναίκες εφόσον είναι και μεγαλύτερες οι ημερήσιες προσλήψεις λυκοπενίου με αντίστοιχα ποσοστά για τους άνδρες 152% το χειμώνα και 259% για το καλοκαίρι ενώ οι γυναίκες έχουν 138% το χειμώνα και 232% το καλοκαίρι.

Ο στατιστικός έλεγχος έγινε με ANOVA και βρέθηκε ότι τον χειμώνα το καλοκαίρι αλλά και στο σύνολο των εποχών δεν υπάρχουν στατιστικές διαφορές μεταξύ των φύλων στην πρόσληψη του λυκοπενίου. Το p-value από την σύγκριση της ημερήσιας πρόσληψης των ανδρών με των γυναικών συνολικά για το χειμώνα και το καλοκαίρι βρέθηκε $0,223 > 0,05$.

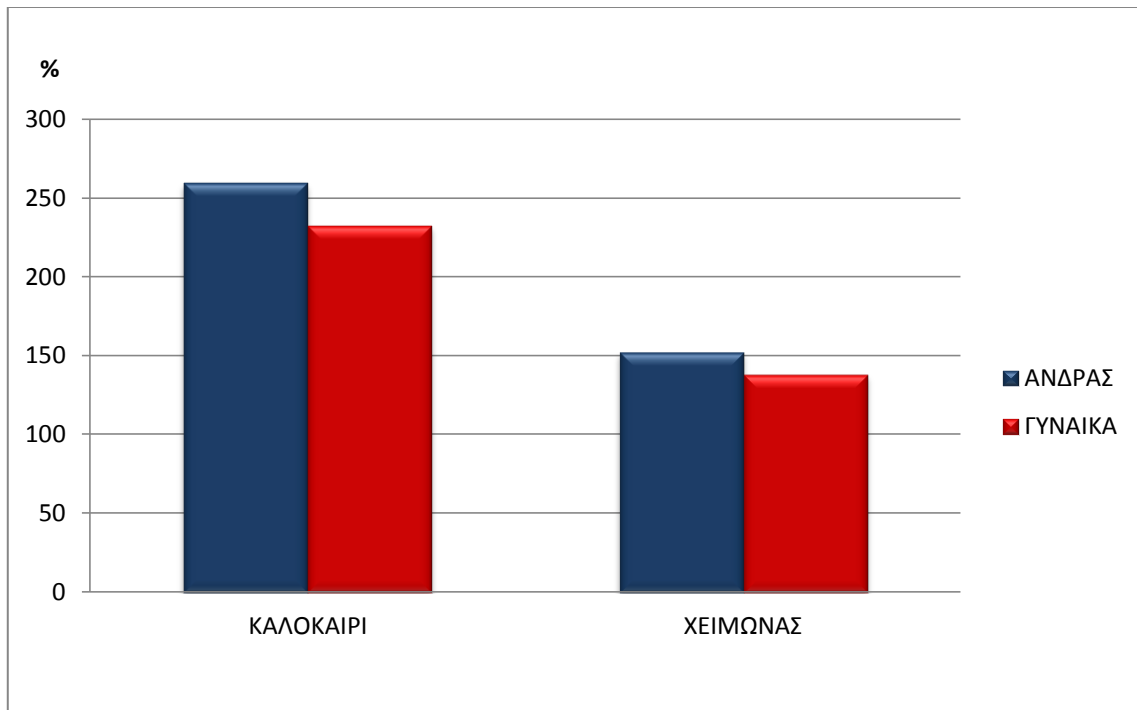
Συμπερασματικά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και τα δύο φύλα προσλαμβάνουν μεγαλύτερη ποσότητα σε λυκοπένιο σε σχέση με τον χειμώνα και αυτό οφείλεται στην μεγαλύτερη συχνότητα κατανάλωσης ωμής ντομάτας και καρπουζιού που είναι η εποχή τους.

Πίνακας 14. Μέση τιμή (mg) και ποσοστό κάλυψης (%DRI) ημερήσιας πρόσληψης λυκοπενίου για άνδρες και γυναίκες τον χειμώνα και το καλοκαίρι.

ΦΥΛΟ		ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ (mg)/ημέρα ΧΕΙΜΩΝΑ	% ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΑΛΥΨΗΣ DRI ΧΕΙΜΩΝΑ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟ Υ (mg) /ημέρα ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	% ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΑΛΥΨΗΣ DRI ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ (mg)/ημέρα ΧΕΙΜΩΝΑ- ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
ΑΝΔΡΑΣ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	10,67	152%	18,13	259%	14,40 (205%)
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	7,13	101%	10,04	143%	8,58 (122%)
	N	96	96	97	97	97
ΓΥΝΑΙΚΑ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	9,70	138%	16,29	232%	12,99 (185%)
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	5,20	75%	8,05	115%	6,62 (95%)
	N	101	101	101	101	101
ΣΥΝΟΛΟ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	10,18	145%	17,21	245%	13,69 (195%)
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	6,23	89%	9,13	130%	7,68 (109%)
	N	197	197	198	198	198
	p-value	0,354		0,129		0,223



Σχήμα 12. Ιστόγραμμα σύγκρισης μέσης τιμής ημερήσιας πρόσληψης λυκοπενίου(mg) ανδρών και γυναικών



Σχήμα 13. Ιστόγραμμα ποσοστού κάλυψης λυκοπενίου (%DRI) για τους άνδρες και τις γυναίκες τον χειμώνα και το καλοκαίρι

11. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής όσο αφορά τους άνδρες κατά την διάρκεια του χειμώνα τα μακαρόνια με σάλτσα έχουν την μεγαλύτερη συνεισφορά σε λυκοπένιο (38,67%), ενώ την μικρότερη συνεισφορά σε σχέση με τα υπόλοιπα τρόφιμα έχει η ντοματόσουπα (1,43%). Στις γυναίκες τα μακαρόνια με σάλτσα είναι εκείνα που όπως και στους άνδρες έχουν το μεγαλύτερο ποσοστό συνεισφοράς (38,03%) ενώ το μικρότερο ποσοστό προέρχεται από την κέτσαπ (3,92%). Η ωμή ντομάτα είναι εκείνη που έρχεται δεύτερη στην συνεισφορά του λυκοπενίου το χειμώνα και στα δύο φύλα (άνδρες 18,07% και γυναίκες 22,05%) με τα υπόλοιπα τρόφιμα να ακολουθούν με πολύ μικρότερα ποσοστά.

Το καλοκαίρι τόσο οι άνδρες όσο και οι γυναίκες προσλαμβάνουν την μεγαλύτερη ποσότητα λυκοπενίου από την ωμή ντομάτα με ποσοστά 26,09% και 30,89% αντίστοιχα. Η ντοματόσουπα είναι εκείνη που προσδίδει μικρότερο ποσοστό συνεισφοράς και στα δύο φύλα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες με 0,46% για τους άνδρες και 0,68% για τις γυναίκες. Αξίζει να σημειωθεί ότι το καλοκαίρι και οι άνδρες και οι γυναίκες προσλαμβάνουν σημαντικά υψηλά ποσοστά λυκοπενίου από τα μακαρόνια με σάλτσα (άνδρες 24,14% και γυναίκες 23,03%) και το καρπούζι (άνδρες 25,78% και γυναίκες 26,07%), με την ωμή ντομάτα να κατέχει την πρώτη θέση και τα υπόλοιπα τρόφιμα (λαδερά, όσπρια, κέτσαπ κλπ) να ακολουθούν όλων των παραπάνω με πολύ μικρότερα ποσοστά συνεισφοράς.

Η ημερήσια πρόσληψη του λυκοπενίου είναι μεγαλύτερη τόσο για τους άνδρες όσο και για τις γυναίκες σε σχέση με τον χειμώνα. Η ημερήσια πρόσληψη λυκοπενίου για τους άνδρες τον χειμώνα είναι 10,67mg με ποσοστό κάλυψης (%DRI) 152% και για τις γυναίκες 9,70mg με ποσοστό κάλυψης (%DRI) 138%. Το καλοκαίρι για τους άνδρες η ημερήσια πρόσληψη ανέρχεται στα 18,13mg και ποσοστό κάλυψης (%DRI) 259%, ενώ για τις γυναίκες 16,29mg με ποσοστό κάλυψης (%DRI) 232%. Το p-value για τον χειμώνα ($p=0,354 >0,05$) και το καλοκαίρι ($p=0,129 >0,05$) έδειξε ότι οι μέσες τιμές δεν διαφέρουν μεταξύ του φύλου στην πρόσληψη του λυκοπενίου. Σε κάθε περίπτωση ανεξάρτητα από το φύλο και την εποχή η ημερήσια πρόσληψη λυκοπενίου είναι επαρκής σύμφωνα με την συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη λυκοπενίου (DRI) η οποία είναι 5-7mg.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής με ανάλογες έρευνες σε διάφορες χώρες που πραγματοποιήθηκαν για την εκτίμηση πρόσληψης του λυκοπενίου παρατηρούμε ότι η ημερήσια πρόσληψη λυκοπενίου πάνω από 10mg/ημέρα/ άτομο είναι σπάνια σε σχέση την Δυτική Αττική όπου πραγματοποιήθηκε η παρούσα έρευνα, που η ημερήσια πρόσληψη λυκοπενίου κυμαίνεται από 10,18mg – 17,21mg/ ημέρα/ άτομο.

Σύγκριση ημερήσιας πρόσληψης λυκοπενίου με άλλες χώρες

Χώρες	mg/ ημέρα/ άτομο
<u>Δυτική Αττική</u>	<u>10,18-17,21</u>
* Ισπανία	1,64-2,64
* Γαλλία	8,31
* Αγγλία	5,01
* Η.Π.Α.	11,3
** Αυστραλία	3,813
* Καναδάς	25
** Ολλανδία	4,86

Πηγές : * (<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/212.pdf>)** (Porrini 2005).

Στον παρακάτω πίνακα επίσης συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής με άλλες χώρες παρατηρούμε ότι στην Δυτική Αττική τόσο οι άνδρες όσο και οι γυναίκες καλύπτουν την ημερήσια ανάγκη τους σε λυκοπένιο σύμφωνα με την συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη (DRI) σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες που η πρόσληψη τους είναι κάτω από την ελάχιστη που ορίζει το DRI (5mg), με εξαίρεση της γυναίκες στην Ολλανδία.

Σύγκριση ημερήσιας πρόσληψης ανδρών και γυναικών με άλλες χώρες

Χώρες	Άνδρες ελάχιστη ημερήσια πρόσληψη	Άνδρες μέγιστη ημερήσια πρόσληψη	Γυναίκες ελάχιστη ημερήσια πρόσληψη	Γυναίκες μέγιστη ημερήσια πρόσληψη
<u>Δυτική Αττική</u>	<u>10,67mg</u>	<u>18,13 mg</u>	<u>9,7 mg</u>	<u>16,29 mg</u>
Ολλανδία	1,0 mg	4,2 mg	1,3 mg	5,1 mg
Βρετανία	-	-	1,07 mg	-
Φιλανδία	0,87 mg	-	0,7 mg	-
Αμερική	3,7 mg	3,9 mg	3,1 mg	3,4 mg

Πηγή : <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/212.pdf>

12. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής η ημερήσια πρόσληψη του λυκοπενίου φαίνεται να είναι αυξημένη κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (17,21mg) σε σχέση με τον χειμώνα (10,18mg) τόσο στους άνδρες όσο και στις γυναίκες. Οι άνδρες και τις δύο εποχές έχουν μεγαλύτερη ημερήσια πρόσληψη από τις γυναίκες και στα δύο φύλα όμως το ποσοστό κάλυψης υπερβαίνει το DRI (συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη) του λυκοπενίου κατά 245%.

Τον χειμώνα τα μακαρόνια με σάλτσα είναι το τρόφιμο που έχει το μεγαλύτερο ποσοστό συνεισφοράς και στα δύο φύλα (άνδρες=38,67% και γυναίκες= 38,03%), ενώ υπάρχει διαφοροποίηση στο μικρότερο ποσοστό συνεισφοράς που για τις γυναίκες το έχει η κέτσαπ (3,92%) ενώ για τους άνδρες η ντοματόσουπα (1,43%). Το καλοκαίρι τόσο οι άνδρες όσο και οι γυναίκες προσλαμβάνουν την μεγαλύτερη ποσότητα λυκοπενίου από την ωμή ντομάτα με ποσοστά 26,09% και 30,89% αντίστοιχα. Η ντοματόσουπα είναι εκείνη που προσδίδει μικρότερο ποσοστό συνεισφοράς και στα δύο φύλα τους καλοκαιρινούς μήνες με 0,46% για τους άνδρες και 0,68% για τις γυναίκες.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Agarwal S., Rao, A.V. (2000). Tomato lycopene and its role in human health and chronic diseases. *CMAJ* 163, 739–744.
- Arab L., Steck S. (2000). Lycopene and cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr*;71(suppl) (2000):1691S–5S
- Bramley Peter M. (2000). Is lycopene beneficial to human health? *Phytochemistry* 54: 233±236
- Bergougnoux V. (2013). The History of Tomato: From domestication to biopharming. *Biotechnol Adv* <http://dx.doi.org/10.1016/j.biotechadv.2013.11.003>
- Bendich A. and Olson J.A. (1989). Biological actions of carotenoids. Clinical Nutrition, Hoffmann-LaRoche, Inc., NuSly, New Jersey 07110, USA, and I Department of Biochemistry and Biophysics, Iowa State University, Ames, Iowa 50011, USA.
- Dawson V.L., Dawson T.M., Bartley D.A., Uhl G.R., and Snyder, S.H. (1993). Mechanisms of nitric oxide-mediated neurotoxicity in primary brain cultures. *J. Neurosci.* 13, 2651–2661.
- Etminan Mahyar, Takkouche Bahi and Caaman~o-Isorna Francisco (2004). The Role of Tomato Products and Lycopene in the Prevention of Prostate Cancer: A Meta-Analysis of Observational Studies. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*;13(3).
- Giovannucci, E. (1999). Tomatoes, tomato-based products, lycopene, and cancer: Review of the epidemiologic literature. *J. Natl. Cancer Inst.* 91, 317–331.
- Giovannucci, E., Rimm, E.B., Liu, Y., Stampfer, M.J., and Willett, W.C. (2002). A prospective study of tomato products, lycopene, and prostate cancer risk. *J. Natl. Cancer Inst.* 94, 391–398.
- John W., Erdman Jr., Nikki A. Ford, Brian L. Lindshield (2009). Are the health attributes of lycopene related to its antioxidant function? *Archives of Biochemistry and Biophysics.* 483: 229-235.
- Johnson EJ (2002). The role of carotenoids in human health. *Nutr Clin Care*;5(2):47–9.
- Livny, O., Kaplan, I., Reifen, R., Polak-Charcon, S., Madar, Z., and Schwartz, B (2002). Lycopene inhibits proliferation and enhances gap-junction communication of KB-1 human oral tumor cells. *J. Nutr.* 132, 3754–3759.
- Lozano R, Gimenez E, Cara B, Capel J, Angosto T (2009). Genetic analysis of reproductive development of tomato. *Int J Dev Biol* 53:1635–48.
- Maggio, D., Barabani, M., Pierandrei, M., Polidori, M.C., Catani, M., Mecocci, P., Senin, U., Pacifici, R., and Cherubini, A. (2003). Marked decrease in plasma antioxidants in aged osteoporotic women: Results of a cross-sectional study. *J. Clin. Endocrinol. Metabol.* 88, 1523–1527.
- Maharaj K. Razdam and Autar K. Matteo. Genetic improvement of solanaceous crops: Tomato, Volume 2 (2006).
- Nomura AM, Stemmermann GN, Lee J, Craft NE. (1997). Serum micronutrients and prostate cancer in Japanese Americans in Hawaii. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*;6:487–91.

- Olempska-Beer Z (2006). "Lycopene (synthetic): Chemical and Technical Assessment (CTA)", Office of Food Additive Safety, Center for Food Safety and Applied Nutrition U.S. Food and Drug Administration, Lycopene (synthetic) (CTA)
- O'Neill M.E. , Carroll Y., Corridan B., Olmedilla B., Granado F., Blanco I., Van den Berg H., Hininger I., Rousell A-M, Chopra M., Southon S., Thurnham D.I. (2001). A European carotenoid database to assess carotenoid intakes and its use in a five-country comparative study. *British Journal of Nutrition* , 85, 499±507.
- Porrini Marisa, Riso Patrizia (2005). What are Typical Lycopene Intakes? *American Society for Nutritional Sciences. J. Nutr.* 135: 2042S–2045S.
- Parker RS. (1996). Absorption, metabolism and transport of carotenoids. *FASEB J*;10:542–51.
- Raisz G. Lawrence (2007). The osteoporosis revolution marches on. *Journal of Orthopaedic science* 12: 505-412.
- Rao A.V. and Agarwal S. (2000). Role of Antioxidant Lycopene in Cancer and Heart Disease. *Journal of the American College of Nutrition*, Vol. 19, No. 5, 563–569
- Rao AV, Waseem Z, Agarwal S (1998). Lycopene contents of tomatoes and tomato products and their contribution to dietary lycopene. *Food Res Intl*, in press.
- Rao G. Leticia, Guns Emma, Rao A. Venket (2003). Lycopene: Its role in human health and disease. *AGROFood industry hi-tech July/August*
- Rao A.V. , M.R. Ray, L.G. Rao (2006). Lycopene. *ADVANCES IN FOOD AND NUTRITION RESEARCH VOL 51* 1043-4526.
- Rao A.V., Rao L.G. (2007). Carotenoids and human health. *Pharmacological Research* 55 207–216.
- Riccioni G, B. Mancini, E. Di Ilio, T. Bucciarelli, N. D' Orazio (2008). Protective effect of lycopene in cardiovascular disease. *European Review for Medical and Pharmacological. Sciences*: 12: 183-190.
- Richelle Myriam, Bortlik Karlheinz, Ste' phanie Liardet, Corinne Hager, Pierre Lambelet, Markus Baur, Lee A. Applegate and Elizabeth A. Offord (2002). A Food-Based Formulation Provides Lycopene with the Same Bioavailability to Humans as That from Tomato Paste. *American Society for Nutritional Sciences*.
- Sesso D. Howard, Buring E. Julie, Zhang M. Shumin, Norkus P. Edward and Gaziano Michael (2005). Dietary and Plasma Lycopene and the Risk of Breast Cancer. *Cancer Epidemiol Biomarkes Prev*;14: 1074-1081.
- Sies Helmut and Stahl Wilheslm (1998). Lycopene Antioxidant and Biological Effects and its Bioavailability in the Human *Exp Biol Med* (Maywood) 218: 121
- Stahl Wilheslm and Sies Helmut (1996). Lycopene: A Biologically Important Carotenoid for Humans? *ARCHIVES OF BIOCHEMISTRY AND BIOPHYSICS Vol. 336*

- Stahl Wilheslm and Sies Helmut (2005). Bioactivity and protective effects of natural carotenoids. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) Basis of Disease*.Pages 101–107.
- Tanksley SD (2004). The Genetic Development and Molecular Bases of Fruit Size and Shape Variation in Tomato, Vol. 16, S181–S189, www.plantcell.org 2004 American Society of Plant Biologists.
- The Tomato Genome Consortium. The tomato genome sequence provides insights into fleshy fruit evolution. *Nature* (2012);485:635–41.
- Τριχοπούλου Α. Κορνηλία Γ. Πίνακες Σύνθεσης Τροφίμων και Ελληνικών Φαγητών, Εκδόσεις Παρισιανού, Αθήνα (2004).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΑΠΟ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

<http://www.watermelon.org/Default.aspx>

http://www.sgn.cornell.edu/about/solanum_nomenclature.pl

FAOSTAT, <http://faostat3.fao.org/home/index.html>

USDA, <http://www.usda.gov/wps/>

http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_lycopene.htm#01

<http://www.eligast.gr/>

www.leffingwell.com/lycopene.htm

<http://www.iatronet.gr/diatrofi/trofima-rofimata/article/2762/ntomata-froyto-i-laxaniko.html>

<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/212.pdf>